

WEITERE BEITRÄGE ZUR KENNTNISS DER SPERMIEN DES MENSCHEN UND EINIGER SÄUGETHIERE.

Taf. XV—XVII.

Im Jahre 1881 veröffentlichte ich eine kurze Mittheilung über den Bau der Spermatozoen von Urodelen (Salamandra) und Säugethieren (Stier, Mensch).¹⁾ Da ich zu jener Zeit noch mit anderen Arbeiten, vor Allem mit der Herausgabe meines monographischen Werkes über das Gehörorgan, äusserst beschäftigt war, musste ich meine fraglichen Untersuchungen auf dem spermatologischen Gebiete bald wieder unterbrechen und mich darauf beschränken, nur ein Bruchstück der Ergebnisse zu veröffentlichen. Indessen war ich zu der Einsicht gelangt, dass auf diesem Gebiete noch ausserordentlich viel zu ermitteln war. Wegen meiner anderen Arbeiten konnte ich aber damals nicht hoffen, bald auf dieses Thema zurückzukommen und äusserte in Uebereinstimmung damit: »Weiter werde ich diesmal nicht auf das fruchtbare Gebiet der Spermatozoen abschweifen, will aber dasselbe zu einem eingehenden und umfassenden Studium empfehlen. Zwar ist die Morphologie der Spermatozoen oft behandelt worden, nie aber so zusammenhängend und genau wie es wünschenswerth gewesen wäre».

Bald danach nahm mein früherer Schüler und Freund CARL M. FÜRST dieses Studium mit Erfolg auf, und ausserdem widmeten O. S. JENSEN, der schon im J. 1879 über diesen Gegenstand eine werthvolle Arbeit veröffentlicht hatte, und E. BALLOWITZ demselben in umfangreichem Maasse eine Reihe von grundlegenden Untersuchungen, durch welche man eine ebenso eingehende wie umfassende Uebersicht vom Bau der Spermien der verschiedenen Thierklassen erhielt. In dieser Hinsicht sind vor Allem die musterhaften Arbeiten von BALLOWITZ hervorzuheben, indem sie wohl fast Alles leisteten, was mit der damaligen Technik bei den fertigen Spermien der verschiedenen Thierformen zu eruiren war. Aus diesem Grunde wandte ich mich nach Erledigung der oben erwähnten anderweitigen Beschäftigungen anderen Forschungsgebieten an.

Ich hebe diese Umstände hier hervor, um zu erklären, weshalb meine Arbeiten von diesem Thema abgelenkt wurden, und ich erst jetzt noch einmal zu demselben zurückkehre.

In diesem Jahre bin ich nämlich wieder darauf hingelenkt worden, und zwar theils durch die vorzügliche zusammenfassende Darstellung, die WALDEYER in dem neuen Sammelwerke O. HERTWIG's (Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbelthiere, 1. Lief., 1901) gegeben hat, theils auch durch die neuesten bezüglichen Arbeiten I. BROMAN's, in denen er die typischen und atypischen Spermien²⁾ bei dem Menschen und verschiedenen Wirbelthieren eingehend beschreibt und abbildet. Ich nahm also meine alten unveröffentlichten Annotationen aus dem J. 1881 hervor, in denen die wichtigeren Formen der atypischen Spermien des Menschen schon erwähnt und abgebildet waren, theils machte ich neue Präparate, in welchen, Dank den in der späteren Zeit so weit vervollkommneten technischen Methoden und erweiterten histologischen Kenntnissen, einige Structurverhältnisse noch viel klarer erscheinen als sie mir im J. 1881 vorlagen.

¹⁾ GUSTAF RETZIUS, *Zur Kenntniss der Spermatozoen*, Biologische Untersuchungen, 1881.

²⁾ Ich werde hier unten, in Uebereinstimmung mit WALDEYER, die Benennung *Spermien*, statt Spermatozoen, anwenden.

Vor Allem wünschte ich auch ein besseres Bild der typischen menschlichen Spermien liefern zu können als dasjenige meiner alten Mittheilung, das WALDEYER, und andere Autoren in ihren Werken wiedergegeben haben. Ausserdem aber habe ich schon im J. 1881 eine von derjenigen BROMAN's etwas abweichende Auffassung der Entstehung einiger atypischen Spermien gewonnen, und zwar besonders hinsichtlich der doppelgeschwänzten. Wie BROMAN¹⁾ betont, sind diese eigenthümlichen Gebilde zum ersten Male in meiner Mittheilung vom J. 1881 erwähnt worden, indem ich bezüglich der Spermien des *Menschen* sagte: »Bei dieser kurzen Beschreibung der Spermatozoen werde ich nur das Typische in ihrer Gestalt hervorheben und alle die mehr oder weniger oft vorkommenden Wechselungen (z. B. die Doppelschwänze, die körnigen Anhänge) unberücksichtigt lassen, obwohl eine eingehendere Darstellung in mehrerer Hinsicht von Interesse sein möchte».

Ich hatte nämlich schon zu jener Zeit den verschiedenen atypischen Spermien des Menschen meine Aufmerksamkeit gewidmet und eine Reihe von Annotationen und Abbildungen von ihnen gemacht, die ich nunmehr beinahe vergessen hatte, bis ich mich in Folge der Hinweise BROMAN's derselben wieder erinnerte und also meine alten Bilder wieder durchmusterte. Ich bedaure nun, dass ich zu jener Zeit nicht Gelegenheit fand, sie zu veröffentlichen.

Einige Jahre später, 1885, publicirte G. VON WIEDERSPERG²⁾ eine Abhandlung mit Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörper, in welcher er theilweise auch die mehr oder weniger fertigen Spermien des Menschen erwähnte und abbildete. Hierbei berührte er auch atypische Formen, vor Allem *Riesenspermien*, mit bedeutend grösserem Kopfe als normal und mit abnormer Form desselben. Auch erwähnte er Hüllen und zapfenartige Anhänge an den Köpfen und fügte hinzu: »Abweichungen in der Form der Samenfäden sind übrigens im ejaculirten Sperma keineswegs etwas seltenes. Ganz abgesehen von den nicht unbeträchtlichen Grössenschwankungen der Köpfe sind auch Formabweichungen sehr gewöhnlich. Samenkörper mit nahezu kugeligunden Köpfen, an denen die die Geissel tragende Hemisphäre deutlich dunkler als die vordere (also noch von der Kernmembran bedeckt) erscheint, ist eine der gewöhnlichsten. Geissel mit ganz rudimentären Kopfbildungen sind auch keineswegs selten»; es bleibt aber fraglich, ob sie wirklich eine Kernbildung, und also als Kopf anzusprechen sind.

Im folgenden Jahre, 1886, äusserte E. CUTLER³⁾ die Meinung, dass die abnormen Formen der Spermien zuweilen zu teratologischen Zuständen der Kinder Anlass geben. Von abnormen Formen der Spermien beim Menschen erwähnte er folgende: Spermien mit 2 oder 3 Köpfen (Körpern, bodies), mit einem Kopfe und 2—3 Schwänzen, mit 2 Köpfen und 2 Schwänzen, mit 2 Köpfen und 3 Schwänzen. Die ungefähre Anzahl dieser monströsen Spermien schlug er auf etwa 1 : 50,000 an; ihre Bewegungen sind langsamer, aber kräftiger, als die der normalen.

Einige Jahre nachher, 1890, theilte der italienische Arzt, P. BERTACHINI⁴⁾ einige Erfahrungen über atypische Spermien beim Menschen mit, wobei er sowohl Doppelschwänze als Doppel- und Dreiköpfe beschrieb. Der von ihm abgebildete Doppelschwanz ähnelt sehr dem einen der von mir am öftesten beobachteten Formen; seine Abbildungen sowohl von diesen als von den mehrköpfigen Spermien sind aber recht grob und die Beschreibungen wenig eingehend. Von Interesse ist es aber, dass er, wie CUTLER, sowohl diese Spermien als die doppelgeschwänzten in lebendem Zustande beobachtet und sie beweglich gefunden hatte.

Im folgenden Jahre, 1891, hat R. L. MADDOX⁵⁾ die Frage der verschiedenen Formen der menschlichen Spermien behandelt und dabei sowohl auf die wechselnde Gestalt der Köpfe als auf die Spermien mit zwei Köpfen und einem Schwanze und diejenigen mit einem Kopfe und zwei Schwänzen seine Aufmerksamkeit gerichtet. Hinsichtlich der letzteren meint er, dass sie wahrscheinlich durch eine von oben her eintretende Spaltung des normalen Schwanzes herrühren. Er geht auch auf die hypothetische Bedeutung derselben für die Teratologie etwas ein. In seinen übrigens wenig erläuternden Abbildungen erkennt man einige Spermien mit zwei Köpfen und mit zwei Schwänzen.

Indessen hatte E. BALLOWITZ⁶⁾ in demselben Jahre, 1891, bei *Säugethieren* doppelgeschwänzige Spermien gefunden und beschrieben. Er hatte nämlich in Deckglastrockenpräparaten, »wenn auch nur in sehr seltenen Fällen,

¹⁾ I. BROMAN, *Ueber atypische Spermien (speciell beim Menschen) und ihre mögliche Bedeutung*. Anatom. Anzeiger, 21. Band, N:o 18 und 19, 1892 (11. Aug.).

²⁾ GUSTAV VON WIEDERSPERG, *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörper*. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. 25, 1885.

³⁾ E. CUTLER. Medical World, 4, 1886, pp. 18—20; citirt nach dem Referat im Journal of the R. Microscop. Soc., Ser. 2, Vol. 6, 4, 1886. (*Probable Cause of some Monstrosities*).

⁴⁾ PIETRO BERTACHINI, *Sopra alcuni spermatozoi umani monstruosi*, La Rassegna di scienze mediche, Anno V, N. 11, Modena 1890.

⁵⁾ R. L. MADDOX, *Some observations on the Various Forms of Human Spermatozoa*. Journal of the R. Microscop. Soc., Febr. 1891, 1, p. 1.

⁶⁾ E. BALLOWITZ, *Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethierspermatozoen*. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd 52, 1891.

— In einem neueren Aufsatz »Ueber das regelmässige Vorkommen zweischwänziger Spermien im normalen Sperma der Säugethiere« (Anatom. Anzeiger, Bd 20, S. 561, 1902) hat BALLOWITZ seine Priorität in Betreff der Entdeckung der doppelgeschwänzigen Spermien vindicirt; er hat aber, wie BROMAN hervorhebt, dabei übersehen, dass diese Gebilde schon vorher von anderen Forschern beim Menschen gefunden waren.

z. B. bei dem Schwein» solche Spermien beobachtet. Der Kopf dieser Spermien, sagt er, ist merklich grösser als der der gewöhnlichen Spermatozoen; an dem Hinterende desselben inseriren zwei Geisseln, die in dem von ihm abgebildeten Exemplare nur im Verbindungsstück getrennt sind, hinten dagegen vereinigt oder nur mit einander verklebt sind. Er hatte nämlich derartige Formen auch mit zwei ganz freien, von einander getrennten Geisseln gesehen. Die Insertionsverhältnisse der beiden Geisseln waren aber nicht klar zu erkennen.

Es liegt jedenfalls nicht im Plane dieser meiner Mittheilung, auf die gesammte Geschichte der Erforschung der Gestalt und des Baues der Spermien im Allgemeinen einzugehen, sondern nur einige der betreffenden neueren Untersuchungen kurz zu referiren, und zwar vor Allem diejenigen, welche die Spermien des *Menschen* behandeln. Aus dem Vortrage, den K. v. BARDELEBEN bei dem Anatomerkongresse in München im J. 1891 hielt¹⁾, will ich hier folgende Angaben hervorheben. Die Form der menschlichen Spermatozoen ist durchaus nicht immer genau dieselbe; im frischen Zustande beobachtete er etwa 5 oder 6 Varietäten, manchmal recht eigenthümliche, von denen er 8 Bilder lieferte; unter diesen Formen betonte er ganz besonders die Riesen-Spermatozoen mit einem grossen, leicht färbbaren, excentrisch gelegenen »Kern« in dem Kopfe. Häufig sind Formen, die im Profil nicht symmetrisch birnförmig mit gerader Spitze (bikonkav), sondern konvex-konkav mit gekrümmter Spitze erscheinen. Ausser »Varietäten« kommen ganz gelegentlich auch manche Formen vor, die man wohl als Missbildungen ansprechen muss; einmal sah er so einen aus zwei etwas abgeplatteten Knöpfen und einem Zwischenstück bestehenden Kopf. Der Kopf zerfällt, abgesehen von »Kopfkappe« und »Spiess«, in einen vorderen helleren, mehr protoplasmatischen, nicht oder schwach färbbaren und einen hinteren dunkleren, quergestreiften Theil. Im Kopf, bald mehr vorn, bald mehr hinten, befindet sich ein heller, glänzender, nicht oder schwer färbbarer »Innenkörper«. Der Centralfaden des Schwanzes und Mittelstückes lässt sich bis in den Kopf, ja bis zur vorderen Spitze hin verfolgen. Der Kopf läuft vorn, wie NELSON gefunden hat, in einen fast unmessbar dünnen Fortsatz aus, der mit einer widerhakenförmigen Spitze endigt. Auf den Kopf folgt der ganz kurze, helle Hals, in dem man öfter ein rundes Körperchen sieht, dann das Mittel- oder Verbindungsstück. Der Hals wird von den bekannten Protoplasmaresten verdeckt. Die Grenze zwischen Mittelstück und Schwanz ist stets als dunkle Linie zu sehen. Im lebenden Zustande verändert sich die Form des ganzen Kopfes fortdauernd, und im Inneren desselben gehen Theilungsvorgänge vor sich, die zur Ausstossung von Theilen (Richtungskörpern) aus dem Kopfe führen.

REGAUD²⁾ hat zweiköpfige, einschwänzige Spermien im Sperma eines Neurasthenikers gesehen.

Obschon also über atypische menschliche Spermien eine Reihe von Beobachtungen und Angaben vorliegen, so sind diese Gebilde doch erst in der letzten Zeit durch BROMAN'S Untersuchungen ein Gegenstand genauere Nachforschung geworden. In seiner in diesem Jahre erschienenen Arbeit »Ueber Bau und Entwicklung von physiologisch vorkommenden atypischen Spermien«³⁾ unterschied BROMAN drei Hauptarten von diesen Bildungen, nämlich: A. Spermien, welche nur durch die Grösse von den normalen differiren: *Riesen-* und *Zwergspermien*; B. Spermien mit einem Kopfe und *zwei oder mehr Schwänzen*; C. Spermien mit *zwei oder mehr Köpfen*.

Von *Riesenspermien* waren in jedem Präparate vom menschl. Sperma (2 Ind.) immer einzelne zu finden; der Schwanz war in allen Fällen von normaler Länge. Ebenso hinsichtlich der *Zwergspermien*.

Die allergewöhnlichsten von den atypischen Spermien waren die *zweischwänzigen*, obwohl ihre Anzahl bei verschiedenen Individuen wechselt: bei einem Ind. fand er durchschnittlich 20 solche in jedem Ausstreichspräparat, bei einem anderen aber nur 2; der Kopf dieser Spermien ist bald normalgross, bald, und gewöhnlich, von der Grösse der Riesenspermienköpfe; die Form des Kopfes stimmt im Allgemeinen mit der der normalen Spermien überein; am Mittelstück sah BROMAN entweder eine gemeinsame Spiralhülle oder auch für jeden Schwanz eine besondere Hülle; die beiden Schwänze zeigten immer dieselbe Länge wie die normalen Spermien. Bei *Salamandra maculata* sah er analoge Bildungen und bei Entwicklungsformen von Haifischspermien fand er sie nicht besonders selten. Vorher hat BROMAN solche Spermien schon bei *Bombinator* beschrieben.

Zweiköpfige Spermien hatte er auch mehrmals in menschlichem Sperma, aber bedeutend seltener als die zweischwänzigen, gefunden. Die beiden Köpfe sind im Allgemeinen normalgross und divergiren nach vorn von einander; das Mittelstück hat entweder eine einzige Spiralhülle oder zwei solche; der Schwanz kann entweder einfach oder doppelt sein.

¹⁾ KARL v. BARDELEBEN, *Ueber den feineren Bau der menschlichen Spermatozoen*, Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. auf d. 5. Versamml. in München, 1891, S. 157.

²⁾ REGAUD, *Évolution tératol. des cellules séminales. Les spermatides à noyaux multiples chez les Mammifères*. Bibliographie anatomique T. 8, 1900.

³⁾ IVAR BROMAN, *Anatomische Hefte*, herausgeg. von MERKEL und BONNET, Heft 60, 1902.

Was nun die Histogenese betrifft, so sagt BROMAN, dass alle die von ihm beschriebenen atypischen Spermien sich aus Spermatiden zu entwickeln scheinen, welche durch anormal verlaufende Mitosen entstanden sind. Aus diesen seinen Erörterungen werde ich aber hier vor Allem seine Angaben über die Entstehung der *Doppelschwänze* berühren. Die Entwicklung der einköpfigen, zwei- oder mehrschwänzigen Riesenspermien, sagt er, ist bei allen den hier untersuchten Objekten insofern gleich, als sie ihren Ursprung im Allgemeinen von zwei- resp. mehrpoligen Mitosen nehmen, deren Chromosomen alle zusammen bleiben und von einer gemeinsamen Kernmembran umgeben werden; auch das Cytoplasma bleibt ungetheilt; der an jedem Spindelpol gelegene Centrankörper theilt sich während der Anaphasen in zwei und diese wandern dann den von den anderen Spindelpolen kommenden Centrankörpern entgegen; zuletzt sammeln sich die Centrankörperpaare beide resp. alle an einer Stelle der Zelleripherie; nachdem diese Wanderung der Centrankörper beendet ist, wächst von dem distalen Centrankörper jeden Paares ein Schwanzfaden aus. Beim Menschen wandern die Centrankörperpaare in gerader Linie auf den Kern zu und befestigen sich an ihm; die Centrankörper führen ganz dieselben Umwandlungen durch, welche MEVES bei den normalen menschlichen Spermatiden beschrieben hat.

In einer anderen, eben erschienenen Arbeit¹⁾ hat BROMAN von Neuem in eingehender Weise das Thema der atypischen Spermien behandelt. Zu den von ihm aufgestellten drei Hauptarten fügt er nun eine *vierte* hinzu, nämlich solche Spermien, welche zwar normalgross und einfach sind, aber durch eine *abnorme Form* von den normalen Spermien abweichen. Er hatte bis dahin atypische Spermien oder deren Entwicklungsformen bei 6 gesunden Individuen gefunden und daraus geschlossen, dass solche Spermien aller Wahrscheinlichkeit nach beim Menschen physiologisch vorkommen. Noch 7 zusammen mit FR. VON BERGEN untersuchte Ind.¹⁾ bestätigten diese Annahme, ebenso wie, dass die Frequenz der atypischen Spermien bei verschiedenen Ind. sehr verschieden ist. Im Sperma von 5 Ind. fand er z. B. nur etwa 1—2 zweischwänzige einköpfige Spermien auf 1,000 normale; bei 2 anderen traf er dagegen 20—40 auf 1,000; auch die anderen atypischen Formen waren bei diesen 2 Ind. 10- bis 20-mal häufiger als bei den 5 anderen. BROMAN giebt in dieser neuen Abhandlung eine Uebersicht der sämtlichen atypischen Spermienformen des Menschen, in Verbindung mit einer grossen Anzahl von Abbildungen, und zwar sowohl von Riesen- und Zwergspermien, als von zwei- bis vierschwänzigen, einköpfigen, sowie auch von zwei- oder dreiköpfigen Spermien und fügt, auf Grund von Entwicklungsformen, seine Ansichten über ihre Entstehung hinzu. Dann giebt er aber auch vier Abbildungen von *normalen* menschlichen Spermien, nämlich zwei »en face« und zwei im Profil, und beschreibt ihre Form. Sie haben eine *Kopfkappe*, welche etwa die vorderen zwei Drittel des Kopfes umhüllt. Die Centrankörperderivate sind auch beim Menschen in kleinere Körner zerlegt, welche durch Stränge mit einander verbunden sind, in etwa derselben Weise, wie MEVES dies bei den Meerschweinchen-Spermien beschrieben hat. Dieser Autor hatte aber in den *menschlichen* Spermien nur 2 hinter einander liegende, nicht weiter zerlegte und nicht durch Stränge verbundene »Endknöpfe« gefunden. BROMAN überzeugte sich jedoch, dass wenigstens der proximale, vielleicht auch der distale »Endknopf« in 2 Körner constant zerlegt ist. Das Halsstück ist bei geeigneter Behandlung deutlich. Im Bereiche des Verbindungsstückes ist der Achsenfaden von einer stark färbbaren Spiralhülle umgeben, auf der oft eine deutliche Cytoplasmahülle zu sehen ist. Eine (aus dem Centrankörperstammende) »Schlusscheibe« hat er bei den reifen menschlichen Spermien bisher nicht unterscheiden können. Am meisten variirt die *Kopfform*. Die *Kopfkappe* kann kleiner oder grösser als normal sein; sie kann auch dem Kopfe schief aufsitzen. Die Kopfform selbst variirt ziemlich viel. Die Insertion des Schwanzes kann abnorm sein. Die Spiralhülle zeigt bisweilen Abnormitäten, kann verschieden lang und dick sein. Die Cytoplasmahülle kommt oft vor und kann auch oft Chromatinreste enthalten. Die Länge des Schwanzes variirt nur innerhalb sehr enger Grenzen (45—50 μ). Die Hülle des Hauptstückes des Schwanzes kann abnorm stark sein oder mehr oder weniger vollständig fehlen. Schliesslich bespricht BROMAN in eingehender Weise die Frage von der Bedeutung der atypischen Spermien und ihrer Befruchtungsfähigkeit.

Ich habe hier die Hauptergebnisse der Untersuchungen BROMAN's so ausführlich referirt, weil sie die erste eingehende und genaue Darstellung von den Formen und dem Bau der menschlichen Spermien sind, die sich auf die neueren histologisch-technischen Erfahrungen stützt. Es ist das Verdienst dieses Forschers, die atypischen Spermienformen zum Gegenstand einer sorgfältigen und übersichtlichen Schilderung gemacht zu haben.

Was nun meine Beobachtungen betrifft, auf die sich die folgende Darstellung stützt, so waren sie schon

¹⁾ IVAR BROMAN, *Ueber atypische Spermien (speziell beim Menschen) und ihre mögliche Bedeutung*. Anatom. Anz., 21. Band, N:o 18 und 19, 1902 (11. Aug. 1902). — In einer Note fügt er hinzu, dass VON BERGEN das Sperma von noch 5 gesunden Ind. untersucht und in allen zweischwänzige einköpfige Spermien gefunden hat.

im Anfang dieses Sommers, d. h. vor dem Erscheinen der letzten Abhandlung BROMAN's, ausgeführt, und zwar, wie oben erwähnt, im Anschluss theils an die vorigen Mittheilungen dieses Forschers, theils an meine eigenen älteren Erfahrungen und Annotationen aus dem Jahre 1881. Da nun meine Ergebnisse in vielen Punkten mit denen BROMAN's übereinstimmen, kann ich in mehreren Beziehungen kurz sein und werde mich hauptsächlich bei solchen Punkten etwas ausführlicher äussern, in denen ich von seinen Resultaten oder Ansichten etwas differire.

Ich fange indessen hier von Neuem mit einer Beschreibung der *normal* gestalteten, *typischen* Spermien des Menschen an, weil sich durch die genaue Kenntniss der normalen die abnormen Formen leichter verstehen lassen.

Wie schon die meisten Gelehrten, die sich mit dem Studium dieser Spermien beschäftigten, bemerkt haben, wechselt im Ganzen die *Schwanzpartie* weniger, die *Kopfpartie* dagegen mehr. Während die Form und die Dimensionen des Schwanzes und seiner verschiedenen Abtheilungen nur ganz selten Abweichungen von dem Typischen zeigen, variirt der Kopf innerhalb so bedeutender Grenzen und so oft, dass es sogar schwer ist, das Reguläre, Typische ganz genau festzustellen. Bei der Durchsicht einer grösseren Anzahl von frischen sowohl als von gut fixirten Präparaten habe ich mich jedoch davon überzeugt, dass die von mir früher (1881) gegebene Darstellung der Kopfformen richtig ist. »Der *Kopf* erscheint, von der Fläche gesehen, oval mit in der Regel sich ein wenig verschmälerndem Vorderende, das aber nie spitz ausläuft; an der vorderen Hälfte oder den zwei vorderen Dritteln dieser Fläche des Kopfes bemerkt man eine hellere, mehr durchsichtige und weniger stark lichtbrechende Partie, welche aber allmählig nach den Seiten und nach hinten hin in eine dunklere und stärker brechende Partie übergeht. Von der Kante gesehen zeigt der Kopf nach vorn hin eine zugespitzte Gestalt mit hinterem, dickerem, rundlichem, dunklerem und stark lichtbrechendem Theil.« In ihrer vorderen Partie sind die beiden Flächen ein klein wenig schalenförmig eingesenkt. Auf der Taf. XV habe ich nun in den Fig. 1 und 2, welche eine typische Spermie in gestreckter Lage (Fig. 1 mit dem Kopf von der Fläche und Fig. 2 von der Kante gesehen) abgebildet, und zwar nicht in ganz durchsichtigem Zustande, sondern auch mit Modellirung der Form. Das Vorderende, das von der Kante gesehen, stark zugespitzt erscheint, stellt das *Perforatorium* von WALDEYER dar; an den menschlichen Spermien lässt sich durch Färbungen u. d. nicht darthun, dass diese zugespitzte Partie sich von dem übrigen Kopfe durch besondere chemische Eigenschaften auszeichnet.

Neben dieser *ovalen* Form der Flächenansicht kommt aber auch äusserst häufig die mehr *elliptische* vor, und diese ist dann bald schmaler, bald breiter, so dass sie sogar in eine rundlich-scheibenförmige übergehen kann. Zuweilen findet man auch Spermienköpfe, die in ihrer vorderen Partie breiter sind als in ihrer hinteren. In den Fig. 3—24 der Taf. XV ist eine Anzahl von Spermienköpfen wiedergegeben, welche derartige gewöhnliche Formen darstellen. Bei sehr starker Vergrösserung und im durchsichtigen Bilde sieht man zwar nicht die Modellirung des Kopfes genau, beim Heben und Senken des Tubus erkennt man aber, dass dieselbe der in Fig. 1 und 2 wiedergegebenen Form mehr oder weniger ähnlich ist. Nicht gerade selten kommen solche Formen, wie die in Fig. 10 abgebildete breit-löffelförmige, vor. Gewöhnlich sind beide Kanten ziemlich symmetrisch gestaltet; hin und wieder ist aber doch die Gestalt des Kopfes etwas unsymmetrisch.

In der Seitenansicht wechselt die Form weniger; sie kann aber bald schmaler, bald breiter, gedrungenener sein, und die Zuspitzung des vorderen Theils ist auch etwas verschieden. Die Fig. 2, 28—31 stellen einige solche Verschiedenheiten der Kantenansicht dar. Nicht selten erscheinen sie in dieser Ansicht schief und unsymmetrisch; in den meisten Fällen kommt dies wohl daher, dass der Kopf nicht ganz gerade, sondern etwas schief, von der Kante gesehen ist; es ist aber auch möglich, dass es zuweilen von einer unsymmetrischen Beschaffenheit des Kopfes herrührt, obwohl sich dies in solchen Fällen schwer nachweisen lässt.

Was die *Grösse* des Kopfes betrifft, so kommen sehr wechselnde Verhältnisse vor. Die von v. WIEDERSPERG, K. v. BARDELEBEN, BROMAN u. A. beschriebenen *Riesenspermien* sind, besonders in ihren niedrigeren Graden, keine seltenen Vorkommnisse. In den Fig. 25, 26 und 27 der Taf. XV sind einige solche Gebilde wiedergegeben. Die von BROMAN nachgewiesenen Zwergspermien sind noch reichlicher vorhanden. Die Fig. 36—39 stellen einige solche Spermien dar, in denen die Köpfe bei ziemlich erhaltener typischer Form nur hinsichtlich der Grösse sehr reducirt sind. Fig. 50 giebt ein Beispiel einer noch kleineren solchen Spermie. Zwischen diesen Zwergspermien und den typisch-grossen einerseits sowie zwischen diesen und den Riesenspermien andererseits kommen nun auch die verschiedensten Uebergänge vor. In den Figuren der Taf. XV sind mehrere solche Uebergangsformen abgebildet worden.

Bekanntlich hat man auch an den menschlichen Spermien eine *Kopfkappe* beschrieben. In der That erkennt man bei geeigneter Färbung, vor Allem nach HEIDENHAIN, an den meisten Spermien eine dünne Hülle,

welche wie BROMAN angiebt, etwa die vorderen zwei Drittel oder drei Fünftel des Kopfes dicht anliegend bedeckt; bald reicht sie noch weiter hinab, bald hüllt sie nur die obere Hälfte oder das obere Drittel oder sogar noch weniger ein. Nicht selten sieht man den unteren Rand der Kappe als einen queren Strich den Kopf überziehen. In den Fig. 1, 2, 5, 8, 9, 17, 20, 25 u. s. w. ist die Kappe heller als die hinter ihr belegene Partie wiedergegeben, in den Fig. 6 und 7 hingegen dunkler. Nicht selten sieht man sogar an ihrem hinteren Umfange eine bandartige, ringförmige Verdickung (Fig. 8); zuweilen ist dieser hintere Rand schnurförmig und erscheint dann im Querschnitt beiderseits als ein glänzendes Korn. Ob *alle* Spermien im fertigen Zustande eine Kopfkappe besitzen, ist nicht eben leicht zu entscheiden, weil man sie auch bei guter Färbung nicht an allen sieht. Manche That-sachen sprechen aber dafür, dass sie ein konstantes Vorkommniss ist, obwohl sie sich nicht immer färbt.

Der eigentliche Kopf zeigt bekanntlich in seinem vorderen und hinteren Theile eine verschiedene Lichtbrechung und nach der Behandlung mit Anilinfarbstoffen eine verschiedene Färbbarkeit, indem sich der hintere viel stärker färbt. Zum Theil hat man dies von der Dicke des Hintertheils hergeleitet; doch spricht manches dafür, dass dieser Theil auch in seiner Substanz von dem Vordertheil etwas verschieden ist. CARL M. FÜRST hat ja gezeigt, dass die Spermien vom Stier, die auch im hinteren Theil stark abgeplattet sind, doch in diesem Theil durch Beale'sches Karmin, und zwar mit scharfer Grenze, gefärbt werden, während der Vordertheil nicht oder nur schwach gefärbt wird. Etwas ähnliches scheint auch bei den menschlichen Spermien vorzukommen; bei diesen hat in der That PAPPENHEIM die verschiedene Färbbarkeit des Vorder- und Hinterstückes nachgewiesen. Auch geschieht es zuweilen, dass sich der Vordertheil, von der Kopfkappe abgesehen, in Hämatoxylin stärker färbt als der Hintertheil.

Trotz vieler Bemühungen ist es mir, ebenso wenig wie anderen Forschern, gelungen, in der Kopfs-substanz eine eigentliche Structur nachzuweisen. Nur gewisse *Einschlüsse* kommen bekanntlich in einzelnen Köpfen vor. Diese Einschlüsse sind recht räthselhaft und offenbar von etwas wechselnder Art. U. A. hat v. BARDELEBEN ihnen seine Aufmerksamkeit gewidmet, und in BROMAN'S Abbildungen sieht man eine ganze Reihe solcher Gebilde wiedergegeben. Bisweilen scheint man sie als »Vacuolen« aufgefasst zu haben; ob sich dies zuweilen so verhält, lässt sich kaum sicher entscheiden, um so weniger als diese Bezeichnung im Allgemeinen etwas schwebend ist. Die Einschlüsse sind verschiedener Grösse; eine Art derselben stellt mehr oder weniger grosse, helle, sich in Färbungsflüssigkeiten (Anilinfarben, Hämatoxylin) nicht tingirende, scharf begrenzte, rundliche Körper dar, die meistens in der vorderen oder mittleren Partie des Kopfes liegen; bald ist nur ein derartiges Gebilde vorhanden, bald finden sich zwei, drei, vier oder noch mehr solche, die zerstreut oder an einer Stelle gehäuft liegen können. In den Fig. 10, 26, 35 und 43 der Taf. XV sind einige solche abgebildet. Neben diesen hellen, ziemlich schwach lichtbrechenden Körpern kommen aber auch andere vor, die das Licht stark brechen (Fig. 25, 32 und 40) und demnach als mehr oder weniger glänzende Kugeln erscheinen. Bald sind sie weniger scharf begrenzt, und zuweilen färben sie sich mit Hämatoxylin dunkel (Fig. 27). Ihre wahre Natur hat sich noch nicht ermitteln lassen; hoffentlich wird die Histogenese dies zu Wege bringen.

Schliesslich giebt es aber noch eine Art Einschlüsse, die von den bisher erwähnten zu unterscheiden sind. In vielen Spermienköpfen bemerkt man nach Färbung mit Hämatoxylin nach HEIDENHAIN eine Art sehr feiner, »punktförmiger« Körper, die sich hierbei intensiv dunkel tingiren und scharf hervortreten; aber auch ohne solche Färbung sind sie als feine, »glänzende« Gebilde sichtbar; mit Rosanilin färben sie sich scharf röthlich. In ihrer Umgebung nimmt man in der Regel eine kleine helle Zone wahr, die nach aussen hin sehr bestimmt begrenzt ist. Sie kommen so oft vor, dass ich einmal vermuthete, sie seien möglicherweise constante Bildungen, obwohl sie nicht immer sichtbar waren; sie sind nämlich oft so ausserordentlich klein, dass man sie nur mit Mühe wahrnehmen kann; bei genauem Nachspüren, Heben und Senken des Tubus, erkennt man sie nicht selten in Köpfen, wo sie anfänglich nicht nachzuweisen waren. In der Regel sind sie nur einfach vorhanden; zuweilen trifft man sie auch zu zweien in einem Kopf. Gewöhnlich finden sie sich in der Vorderpartie, bald mehr in der Nähe der Spitze oder der Mitte desselben, bald auch neben der Kante; ausnahmsweise trifft man sie auch in der hinteren Partie. In den Fig. 1, 4, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 23, 24, 25, 29—31 der Taf. XV sind diese Gebilde in Flächenansichten von Spermienköpfen sichtbar; in den Fig. 29, 30, 31 findet man sie in Kantenbildern dargestellt. Auch sie sind räthselhafter Natur, und es ist mir nicht gelungen, dieselbe zu enthüllen. Jedenfalls sind sie sehr oft vorhanden; man trifft sie zuweilen in den meisten Köpfen eines Sichtfeldes, in anderen Fällen aber nur hier und da. Es ist möglich, dass die von v. BARDELEBEN gesehenen und in seiner Fig. 3 a, b abgebildeten Körper, die er sogar als »Pol- oder Richtungskörper« deutete, indem er annahm, dass sie aus dem Kopfe durch

Ausstossung entfernt wurden, zu dieser Kategorie gehören. In seinen Figuren sieht man sie aber zu je zweien in jeder hellen Zone, was mit meinen Befunden nicht stimmt, so dass es schwer wird, die fraglichen Körner mit denen zu identificiren, die er gesehen hat; jedenfalls habe ich sie nie »in Ausstossung« begriffen gefunden.

Schliesslich will ich aber erwähnen, dass ich an der Aussenfläche des Kopfes, ihr anhängend, *grössere*, rundliche, tingirbare Körner (Fig. 34) in einzelnen Fällen getroffen habe, die wohl als von derselben Art aufzufassen sind, wie die in der Cytoplasmahülle des Verbindungsstückes (s. dies. Fig.) vorhandenen sog. Chromatinkörperreste; auch BROMAN scheint solche gesehen zu haben.

An seinem hinteren Ende ist der Kopf mehr oder weniger abgerundet oder auch quer abgesetzt; äusserst selten sieht man aber hier eine wahre Einsenkung, noch weniger, wie es früher zuweilen behauptet wurde, eine »lochförmige Oeffnung«. In den meisten Fällen setzt sich an dieses Ende ein ausgeprägtes *Halsstück* an. Zwar ist es, wie v. BARDELEBEN betont, in manchen Fällen von der Hülle des Verbindungsstückes bedeckt, indem sich diese bis an den Kopf, oder sogar noch etwas weiter auf ihn hinauf fortsetzt. Gewöhnlich endigt sie jedoch am unteren Anfange des Halsstückes. Dieses ist, wie die Figuren der Taf. XV zeigen, von etwas wechselnder Länge und Breite; es verbreitert sich, besonders in der Flächenansicht betrachtet, vom Verbindungsstück bis zum Kopf. Es ist, auch bei starker Hämatoxylin-Färbung, hell und durchsichtig und nimmt sehr wenig Farbe auf. In ihm finden sich aber die vorderen, proximalen *Centralkörperderivate*. Wie BROMAN neulich nachgewiesen hat, bestehen diese constant aus *zwei* neben einander belegenen Körnern. In einer Anzahl sehr gut gefärbter Präparate habe ich dieses Verhältniss stets gefunden. Die von BROMAN veröffentlichten Figuren sind zwar nicht besonders deutlich ausgefallen; sofern ich dieselben richtig auffasse, verlegt er die Körner hier stets in den eigentlichen Ansatz des Halsstückes, dicht am Kopfe. Dies lässt sich wohl als das Typische betrachten; in sehr vielen Fällen trifft man sie in der That an dieser Stelle; in anderen liegen sie aber in der Mitte des Halsstückes, ungefähr mitten zwischen dem Kopfe und dem Verbindungsstücke (Fig. 4, 16, 19, 26 der Taf. XV). Ausserdem traf ich aber die Körner auch in sehr vielen Fällen weiter hinten, am vorderen Ende des Verbindungsstückes (Fig. 11, 12 der Taf. XV). Wenn nun auch die vordere Lage der Körner, dicht hinter dem Kopfe, als die typische anzusehen ist, so lassen sich doch die anderen beiden hier erwähnten Lagen, die mittlere und die hintere, im Allgemeinen nicht als künstlich entstandene, abnorme, betrachten, sobald nämlich das Halsstück in innigem Zusammenhang mit dem Kopfe steht; zwar ist es denkbar, dass sich das Halsstück zuweilen etwas ausgedehnt hat; wenn es aber vom Kopfe nicht abgerissen ist und die Körner als runde, scharf begrenzte Körperchen symmetrisch in der Substanz des hellen Halsstückes belegen sind, kann ich nicht umhin, sie als in natürlichem Zustande gelagert anzusehen; für diese Auffassung spricht auch eben die Thatsache, dass die Körner oft am Hinterende des Halsstückes, am Vorderende vom Achsenfaden des Verbindungsstückes, liegen können. Man trifft ja hin und wieder sogar Schwänze ohne Kopf, deren Vorderende mit zwei, durch Hämatoxylin geschwärzte Körner versehen ist (Fig. 61 der Taf. XV); aber auch bei erhaltenem Kopfe kommt, wie oben erwähnt, dies oft vor (Fig. 4, 11). Wenn sie vorn oder in der Mitte belegen sind, nimmt man zuweilen, obwohl nur ganz schwach, andeutungsweise, wie sie MEVES bei gewissen Thierspermien angegeben hat, zwei Streifen oder Stränge wahr, welche von dem Verbindungsstück nach den Centralkörperkörnern emporsteigen; weil sie viel heller und undeutlicher als die Achsenfäden des Verbindungsstückes erscheinen, sind sie, wie auch dieser Forscher betont, nicht als eine directe Fortsetzung derselben aufzufassen.

Als ich nun, nachdem die obige Darstellung schon im Druck war, meine besten Präparate wieder durchmusterte, um die Frage der typischen Lage der Centralkörperkörner noch eingehender zu eruiren, constatirte ich noch bestimmter, dass sie sicherlich nicht als Regel dicht am hinteren Ende des Kopfes liegen. Man trifft sie im Gegentheil nicht nur oft in der Mitte des Halsstückes, sondern auffallend oft als zwei scharf begrenzte und verhältnissmässig grosse Körner am hinteren Ende desselben, am Vorderende des Verbindungsstückes, d. h. ungefähr so gelagert, wie sie früher von JENSEN und BALLOWITZ bei den Spermien verschiedener Säugethiere als »Endknöpfe« beschrieben worden sind. Dies ist sehr oft der Fall, wenn man den Kopf und das Halsstück in natürlicher Lage erhält. Es wird aber noch auffallender, wenn eine Luxation des Kopfes eingetreten ist, indem hierbei die Körner am Verbindungsstücke geblieben sind und ihm in der That als eine Art von Endknöpfen ansitzen. In solchen Fällen kommt man auf den Gedanken, ob diese Körner wirklich die echten proximalen Körner seien; hin und wieder glaubt man sogar an einzelnen Spermien zwei Paare von Körnern im Halsstück wahrzunehmen, nämlich, ausser dem eben beschriebenen, am Vorderende des Verbindungsstückes gelagerten, stärkeren und dunkler gefärbten, noch ein vorderes, am Hinterende des Kopfes befindliches, kleineres und weniger dunkel gefärbtes, wie

die Fig. 12 der Taf. XV und die Fig. 20 der Taf. XVI es wiedergeben. Zuweilen treten auch diese vorderen Körner ziemlich deutlich hervor, oft sind sie aber nur andeutungsweise vorhanden, so dass man in Bezug auf ihr Vorhandensein unsicher wird. Ob nun in solchen Fällen durch eine wiederholte Theilung der proximalen Körner ein solches Doppelpaar entstanden ist, kann nicht ohne Weiteres entschieden werden; jedenfalls treten aber dabei die hinteren beiden Körner viel schärfer und ausgeprägter hervor. Man könnte in diesen Fällen auch auf den Gedanken kommen, dass die beiden hinteren Körner als Vorderstück der distalen Centrialkörperkörner aufzufassen seien; dann hätte aber eine Zweitheilung dieses Stückes stattgefunden, was wohl bis auf Weiteres gegen eine solche Deutung sprechen dürfte. Diese Frage lässt sich also noch nicht mit Sicherheit entscheiden.

Das *Verbindungsstück* selbst ist von etwas wechselnder Länge. Im Allgemeinen ist es ungefähr so lang wie der Kopf; zusammen mit dem Halsstück ist es also etwas länger als dieser. Indessen ist hierbei daran zu erinnern, dass die Länge des Kopfes wechselt, so dass hierdurch keine exakten Maassverhältnisse angegeben werden, sondern nur approximative.

Die Dicke des Verbindungsstückes ist, wie ein Blick auf die Figuren der Taf. XV zeigt, auch etwas wechselnd. Dies hängt im Allgemeinen von der Dicke der *Hülle*, aber in anderen Fällen auch von der Präparation selbst ab. Nach der Fixirung in Carnoy'schem, Zenker'schem oder Flemming'schem Gemisch erscheint es in der Regel ziemlich schmal (Fig. 1, 2, 3 der Taf. XV); zuweilen ist aber die Hülle dicker (Fig. 5—7, 13, 14, 15); sie kann sogar wulstig aufgetrieben und, wie oben erwähnt, über dem Halsstück bis auf das Hinterende des Kopfes aufgeschoben sein. Nach Maceration in Kochsalzlösung schwillt sie ein wenig auf und wird noch etwas dicker (Fig. 8, 17, 18, 40). Die hintere Grenze dieser Hülle, welche nicht immer ganz scharf abgesetzt ist, sondern sogar etwas verwischt sein kann, tritt nach der Behandlung mit Kochsalzlösung, Rosanilin und Acetas kalicus oft scharf hervor und erscheint dann als ein dunkler Querstrich, der wohl dem distalen Centrosomenring entspricht (Fig. 17, 18, 25, 40 der Taf. XV). Die Hülle wird nach vorn hin oft etwas breiter als hinten. Dagegen habe ich bei den fertigen Spermien am Vorderende des Verbindungsstückes keine Centrialkörperderivate nachweisen können.

Die Structur der Hülle des Verbindungsstückes ist sehr schwer zu eruiren. Wenn man sich nur an die Verhältnisse beim Menschen hält, so lässt sich in der That ihre spiralgige Zusammensetzung kaum darthun. Auch nach langer Maceration der Spermien konnte ich mich von dieser Structur nie überzeugen. Hin und wieder glaubt man zwar eine Andeutung von einer spiralgigen Anordnung zu sehen, nie aber mit Sicherheit. Ich will indessen nicht die *Möglichkeit* eines derartigen Baues auch beim Menschen verneinen, verlange vielmehr nur die sicheren Beweise, die überzeugenden Präparate. Deshalb kann ich bis auf Weiteres nicht die Benennung »Spiralhülle« annehmen. Auch nach der besten Fixirung und Färbung, ebenso wie nach kurzer oder langer Maceration, sah ich die Hülle nur unbestimmt gekörnt mit etwas rauher Begrenzung; die Körner zeigten sich aber an den Rändern nicht als optische Durchschnitte eines regelmässigen spiralgig angeordneten Fadens.

Recht oft trifft man die von den Autoren beschriebene sog. *Cytoplasmahülle*, die auch BROMAN an zwei seiner Abbildungen von normalen menschlichen Spermien wiedergegeben hat (s. seine letzte Abh., Fig. 37 und 38). Diese Hülle zeigt sich von verschiedener Länge und Breite; bald umgibt sie nur den proximalen Theil des Verbindungsstückes und das Halsstück, bald einen grösseren Theil oder sogar das ganze Verbindungsstück, bald zieht sie sogar etwas auf den Kopf hinauf (Fig. 20—24 der Taf. XV). Hin und wieder trifft man in ihr sich durch Hämatoxylin dunkel färbende rundliche Körner oder Kugeln, die man als Chromatinreste (BROMAN) gedeutet hat (Fig. 34 der Taf. XV).

Nicht gerade selten hat sich die eigentliche Hülle des Verbindungsstückes abgestreift oder mehr oder weniger verschoben (Fig. 41 und 42 der Taf. XV). Dann liegt der *Achsenfaden* als ein gerader, gleichmässig breiter Strang enthüllt. Zuweilen hat diese Blosslegung des Achsenfadens aber nur ein ganz kleines Stück zwischen dem Hinterende des Verbindungsstückes und dem Anfang des Hauptstückes betroffen (Fig. 40).

Das *Hauptstück* zeigt sich, wie BROMAN hervorhebt, auch von verschiedener Dicke; die Länge dieses Stückes wechselt im Ganzen ziemlich wenig.

Das *Endstück* ist bei den menschlichen Spermien in der Regel deutlich ausgeprägt und vom Hauptstück gut abgesetzt, und zwar um so deutlicher, je dicker die Hülle des Hauptstückes ist. Die Länge des Endstückes ist im Vergleich mit den Spermien anderer Säugethiere (Stier, Katze) ziemlich bedeutend (Fig. 1 und 2 der Taf. XV). In der Fig. 62 habe ich, bei derselben Vergrösserung wie die sämmtlichen Figuren der Tafel XV und XVI, das längste Endstück, das ich gesehen, abbilden lassen.

Ehe ich zu dem eigentlichen Thema dieser Mittheilung übergehe, werde ich mit einigen Worten die ausgesprochenen *Anomalien* des Kopfes berühren. Ausser den Riesen- und Zwergköpfen giebt es nämlich bei jedem untersuchten Individuum eine grosse Anzahl von solchen Anomalien, und dies sowohl hinsichtlich der Form als der Grösse. VON WIEDERSPERG, VON BARDELEBEN und BROMAN haben solche Spermien schon besprochen und abgebildet, und vor Allem hat der letztgenannte Autor in seiner eben erschienenen Arbeit (Anatom. Anz., Bd 21, Aug. 1902) eine umfassende Darstellung mit vielen Figuren solcher Spermien gegeben. Ich werde deshalb auf eine Beschreibung der verschiedenen Formen dieser Gruppe atypischer Spermien nicht eingehen, sondern aus meinen alten und neuen Annotationen nur einige wenige Figuren (Fig. 44—60 der Taf. XV) beifügen. In den Fig. 44, 45 und 46 sind drei Fälle abgebildet, in denen der Kopf von der normalen Verbindung mit dem Schwanz abgelöst und dem Verbindungsstück mehr seitlich angefügt war. In der That trifft man, wie oben erwähnt, hin und wieder auch Schwänze ganz ohne Kopf; die Fig. 61 der Taf. XV stellt einen solchen Fall dar, in welchem die beiden Centrankörperkörner den Schwanz nach oben hin endigten. Ob aber in solchen Fällen durch die Präparation der Kopf künstlich abgerissen war, was wohl das Wahrscheinlichste ist, lässt sich nicht darthun. Von den übrigen Anomalien sind die in den Fig. 58, 59 und 60 dargestellten von besonderem Interesse, weil sie recht oft vorkommen und auch schon von anderen Autoren gelegentlich erwähnt und abgebildet sind; sie sind auch deshalb von Interesse, weil sie bei der Darstellung der Doppelschwänze wiederkehren. Man hat wohl mit Recht den »Endknopf« dieser Spermien als einen verkümmerten Kopf aufgefasst. Leider gelang es mir nicht, an ihnen die proximalen Centrankörperkörner aufzuspüren; die Hülle des Verbindungsstückes fehlte in diesen Fällen stets, so dass der Achsenfaden enthüllt vorlag. Noch schwieriger sind solche »stabförmige« Spermien, wie die in den Fig. 56 und 57 abgebildeten, sicher zu erklären. Die in den Fig. 54 und 55 dargestellten sind deshalb von Interesse, weil am Kopfe eine scharfe Trennung des Hinterstückes vom Vorderstück angegeben ist, und an dem vorigen sogar eine Verschiebung der beiden Stücke gegen einander vorliegt.

Ich komme jetzt zu denjenigen atypischen Spermienformen, welche hauptsächlich den Gegenstand dieser Mittheilung bilden sollte: die *zweischwänzigen Spermien* oder die sog. *Doppelschwänze*, wie ich sie in meiner ersten diesen Gegenstand betreffenden Abhandlung nannte.

In manchen normalen typischen Spermien bemerkt man, vor Allem wenn die Hülle des Verbindungsstückes ausgebildet oder oben abgerissen ist, dass das obere Ende des Achsenfadens dieses Stückes eine mehr oder weniger ausgesprochene Andeutung zur Zweitheilung darbietet. Dies tritt z. B. in den in Fig. 1, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 15, 20, 35, 40 u. s. w. abgebildeten Spermien recht deutlich hervor. In Fig. 22 und 47 sieht man noch bestimmter zwei Achsenfäden; und in dem kopflosen Schwanz (Fig. 61) bemerkt man gleichfalls diesen Umstand. Zu *jedem* von diesen beiden Theilfäden gehört ein Centrankörperkorn, welches oft gewissermassen als »Endknopf« über dem Faden belegen ist. Diese beiden, mehr oder weniger distincten Fäden laufen aber in den typischen Spermien zu einem Faden zusammen. Manches deutet indessen darauf hin, dass der Achsenfaden in sich selbst aus zwei Theilfäden besteht, die, wie vor Allem BALLOWITZ bei verschiedenen Thieren gezeigt hat, ihrerseits aus einer Anzahl feiner Fäserchen zusammengesetzt sind. Von dieser Thatsache ist es ja bei dem Stier, dem Meerschweinchen und der Ratte leicht sich zu überzeugen. Beim Menschen ist es aber viel schwieriger, diesen Bau durch Maceration nachzuweisen; trotz vielfacher Versuche ist mir dies nicht gelungen; die menschlichen Spermien sind wundervoll resistent; obwohl sie in Flüssigkeiten (0,7 % Kochsalzlösung), wo die Fäulniss schon in drei oder vier Wochen vorsichging, macerirt waren, zeigten sie keinen Zerfall. Diese Thatsache ist auch von anderen Forschern hervorgehoben.

Indessen geben in dieser Beziehung die oben erwähnten Verhältnisse bei den normalen, typischen Spermien gute Anhaltspunkte. Die bei anderen Säugethieren gemachten Befunde, welche auf eine Zusammensetzung des Achsenfadens aus wenigstens zwei Theilfäden schliessen lassen — ein Umstand, auf den ich unten etwas näher zurückkomme — sprechen auch ganz besonders für eine solche Anschauung.

Was nun die *Doppelschwänze* betrifft, so habe ich schon früher, und nun wiederum in diesem Jahre, eine nicht unbedeutende Anzahl von solchen Bildungen vor Augen gehabt und eine Reihe von ihnen abbilden lassen.

Wenn man die ausgeprägtesten Doppelschwänze betrachtet, so ist es a priori nicht sogleich klar, wie man diese Missbildung zu erklären hat. Ueberblickt man aber eine Anzahl verschieden ausgebildeter Formen, so bemerkt man, dass sich die allermeisten gewissermaassen in eine Reihenfolge verschiedener Stufen ordnen lassen. Erstens erkennt man eine Gruppe, die sich den normalen, typischen eng anschliesst. Auf Taf. XVI habe ich eine Anzahl solcher Formen zusammengestellt, weil nach meiner Ansicht gerade diese Formen, wenigstens in den

meisten Fällen, den Schlüssel zur Erklärung vieler Exemplare dieser Missbildung geben können. Die Fig. 1, 9, 11 (Taf. XVI) stellen Spermien dar, in welchen man eine Spaltung des oberen Theils des Schwanzachsenfadens sehr deutlich wahrnimmt, wo aber die beiden Theilfäden etwas weiter unten zu einem Faden zusammenlaufen. In den Fig. 2 und 4 ist diese Spaltung etwas weniger deutlich hervortretend; es kommt nämlich bei diesen Spermien oft vor, dass, wie in Fig. 2 die Schwanzhülle, auch die des Hauptstücks, sehr stark ausgebildet ist. An der in Fig. 2 dargestellten Spermie erkennt man jedoch die vorhandene, äusserst schmale, helle Spaltlinie weit nach hinten hin reichend; in dem eigentlichen Schwanzende, und vor Allem im Endstück, sind sie aber so innig verschmolzen, dass man keine Trennung mehr bemerkt: das Endstück ist den beiden Fäden durchaus gemeinsam. In den in Fig. 5 und 6 abgebildeten Spermien ist dies ebenso der Fall; hier bemerkt man aber die Spaltung bis ganz in die Nähe des Endstücks. In Fig. 14 ist die Spaltung oben sehr stark ausgesprochen; unten laufen die beiden Fäden innig zusammen. Von diesen hier besprochenen Stadien ist nun der Uebergang zu den echten Doppelschwänzen nur ein geringer: wenn die Spaltung auch im Endstück durchgeführt ist, liegt der wahre Doppelschwanz fertig vor. Die Fig. 15, 16 und 18 stellen solche Gebilde dar. Die Fig. 7 giebt eine vollständig ausgeprägte Doppelschwanz-Spermie wieder, in welcher indessen, wie zuweilen der Fall ist, die beiden Schwanzfäden nicht ganz gleich lang, aber beide mit deutlichen Endstücken versehen sind.

Wie sind nun alle diese mehr oder weniger doppelgeschwänzten Spermien gebaut? Der *Kopf* ist im Allgemeinen, oder wenigstens nicht selten, wie bei den normalen, typischen einschwänzigen beschaffen; hin und wieder ist er zwar auch mehr oder weniger atypisch geformt, und es kommt vor, dass er, wie in der in Fig. 21 abgebildeten Spermie, nur aus einem verkümmerten Chromatinstück besteht, von dem die zwei Fäden getrennt ausgehen, um unten im Endstück entweder zusammenzulaufen (Fig. 21) oder auch hier gespaltet zu sein.

Das *Halsstück* ist in der Regel vorhanden und mehr oder weniger deutlich ausgebildet. Bei der vollständig durchgeführten Trennung der beiden Achsenfäden findet man an jedem ein schmäleres Halsstück (Fig. 1, 5, 6, 8, 9, 13, 14 und vor Allem Fig. 7 der Taf. XVI). Bei der zuletzt angeführten Fig. (7) ist zu bemerken, dass die beiden Halsstücke nicht gleich lang sind, indem das eine länger und in der That ungewöhnlich lang ist.

In dem Halsstück, auch wenn es ganz getheilt und doppelt ist, konnte ich in meinen Präparaten in der Regel nicht mehr als *zwei* proximale *Centralkörperkörner* finden, und zwar ein Korn für jeden der beiden Theilfäden des Achsenfadens. Diese Körner liegen, wie bei den typischen Spermien, entweder an der Ansatzstelle des Halsstückes am Kopfe, oder etwas weiter nach hinten hin, in dem hellen Halsstück eingeschlossen, oder am vorderen Ende der Theilfäden des Achsenfadens. So bald man gute Präparate, d. h. eine scharfe Färbung mit guter Differenzirung vor sich hat, macht es keine Schwierigkeit, mit der homogenen Immersion und guter Beleuchtung die Centralkörperkörner als ganz distincte, scharf umschriebene und conturirte, runde Körperchen wahrzunehmen. In einer ganzen Reihe von solchen doppelschwänzigen Spermien habe ich mich davon überzeugt, dass nur zwei Körner vorhanden waren. Ich will aber hiermit nicht bestreiten, dass auch eine andere Gruppe solcher atypischer Spermien vorkommen kann, in denen mehr als zwei Centralkörperkörner vorhanden sein können. Bei einer erneuerten Durchmusterung meiner besten Präparate gelang es mir nun auch in der That in der letzten Zeit, eine solche Spermie zu finden. Die Fig. 19 der Taf. XVI giebt das vordere Ende derselben wieder. Am hinteren Ende des Halsstückes waren ganz deutlich drei Körner zu sehen, und das eine von diesen konnte vielleicht zwei Körnern entsprechen, von denen das eine von dem anderen theilweise verborgen war. Am Hinterende des Kopfes sah man auch, obwohl etwas verschwommen, eine Andeutung von drei sehr kleinen Körnchen. Im Ganzen stimmt aber das Verhalten dieser Spermie mit der Darstellung BROMAN'S ziemlich gut überein.

Das *Verbindungsstück* ist im Allgemeinen von der gleichen Länge wie bei den typischen Spermien. Die Hülle ist bald dünner, bald dicker, bald für beide Theilfäden des Achsenfadens gemeinsam, bald für jeden derselben besonders angelegt. Die Figuren der Taf. XVI zeigen diese Verhältnisse in verschiedenen Variationen. Zuweilen findet man auch bei Doppelschwänzen eine *Cytoplasmahülle* (Fig. 17).

Am *Hauptstück* und *Endstück* des Schwanzes ist nichts anderes als das schon oben Angeführte zu bemerken. Die Dicke der Hülle des ersteren ist verschieden; bei unvollständiger Trennung der Fäden ist die Hülle gewöhnlich stark (Fig. 2 der Taf. XVI); bei vollständiger Trennung ist jeder Faden mit einer besonderen Hülle versehen (Fig. 7); wenn die Trennung der Fäden nun theilweise durchgeführt worden, ist die Hülle nur für die freien Partien der Fäden separat, sonst für beide gemeinsam. Wie oben erwähnt wurde, ist das Endstück entweder für beide Fäden gemeinsam, indem sie in demselben allem Anscheine nach vereinigt sind, oder auch — bei vollständiger Trennung des Hintertheils — giebt es für jeden Faden ein besonderes Endstück.

In der Flächenlage des Kopfes sieht man in der Regel die beiden Theilfäden neben einander liegen; in der Kantenlage erscheinen sie gewöhnlich als ein einfacher Faden, und die beiden Centralkörperkörner imponiren als ein ziemlich grosses Korn. Einmal sah ich aber (Fig. 10 der Taf. XVI) in der Kantenlage eine Spermie, an welcher zwei Theilfäden und zwei Centralkörperkörner sichtbar waren; hier war also wahrscheinlich der Ansatz der Schwanzfäden am Kopfe quer, im Vergleich zu der typischen Ansatzweise oder auch war der Kopf künstlich gedreht.

Wenn die Schwanzfäden frei sind, findet man sie nicht einander parallel, sondern sie kreuzen einander in verschiedener Weise. An den unvollständig getrennten Schwänzen sieht man oft hier und da eine Drehung der Fäden um die gemeinsame Achse, und an den Drehungsstellen zeigt sich der ganze Schwanz schmaler; er ist nämlich, im Ganzen genommen, abgeplattet (Fig. 6 der Taf. XVI).

Die Doppelschwänze sind keine eigentlich seltenen Vorkommnisse. BROMAN betont, dass im Ganzen die Frequenz der atypischen Spermien bei verschiedenen Individuen sehr verschieden ist; im Sperma von 5 Individuen konnte er, wie oben angeführt wurde, nur etwa 1—2 zweischwänzige, einköpfige Spermien auf 1,000 normale zählen, im Sperma von 2 anderen Ind. dagegen 20—40 auf 1,000 normale. Bei den vier von mir untersuchten Individuen traf ich die Doppelschwänze — wenn ich zu dieser Gruppe nicht nur diejenigen mit vollständig getrennten, sondern auch die mit mehr oder weniger zusammenhängenden doppelten Schwänzen rechne — im Ganzen noch öfter. Es ist zwar äusserst schwer und mühsam, in den Präparaten bei der starken Vergrösserung eine genaue Zählung durchzuführen; oft liegen ja die Spermien so dicht angehäuft, dass man sie nicht genau überblicken kann. Hier und da trifft man in demselben Gesichtsfelde mehrere Doppelschwänze neben einander, in anderen Gesichtsfeldern aber gar keine. Die gewöhnlichsten unter diesen atypischen Spermien sind meiner Erfahrung nach diejenigen, in welchen, wie die in den Fig. 2 und 5 abgebildeten, die beiden Theilfäden des Schwanzes einander parallel und von einer gemeinsamen Hülle umgeben sind. BROMAN scheint aber gerade solche Formen selten angetroffen zu haben: »In seltenen Fällen«, sagt er, »habe ich auch zweischwänzige Spermien gesehen, welche nicht nur im Verbindungsstück, sondern auch im Hauptstück mit einander verbunden waren«, und er weist hierbei auf eine Figur hin, die mit meiner Fig. 2 übereinstimmt. Solche Spermien habe ich aber, wie erwähnt, besonders oft angetroffen; man kann sie aber leicht übersehen, wenn man ihnen nicht speciell nachspürt. In einigen Präparaten waren sie so zahlreich, dass ich sie auf 1—2 % veranschlagen darf, in anderen waren sie aber sparsamer vorhanden. Ich betone ihre Frequenz eben deshalb, weil sie meiner Ansicht nach dazu beitragen kann, die Natur der Doppelschwänze zu erklären.

Was nun diese Erklärung betrifft, so bin ich, wie schon aus der obigen Darstellung hervorgehen dürfte, zu der Ueberzeugung gelangt, dass wenigstens *die Mehrzahl der einköpfigen Doppelschwänze durch eine Spaltung des Achsenfadens in zwei Theilfäden entstehen*. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist, wie oben betont wurde, der Achsenfaden der normalen Spermien aus zwei solchen Theilfäden zusammengesetzt, die ihrerseits aus feineren Fäserchen bestehen; diese beiden Fäden können sich aber in einzelnen Fällen mehr oder weniger von einander trennen; dadurch entstehen die verschiedenen Ausbildungsstufen der Doppelschwänze. Gerade das Vorkommen der vielen Uebergangsformen von den normalen einschwänzigen zu den ausgeprägten doppelschwänzigen ist ein kräftiger Beweis für diese Erklärung der Entstehung der letzteren Formen. Vor Allem ist zu betonen, dass man besonders oft an solchen nur theilweise getrennten Doppelschwänzen *nur ein Endstück* wahrnimmt, in welchem, wie in den echt typischen, einschwänzigen, die beiden Achsenfäden zu einem einzigen Faden zusammenlaufen, der gewöhnlich nicht dicker als bei den einschwänzigen ist. Wäre in diesen Fällen, in histogenetischem Sinne, eine wirklich *doppelte* Schwanzanlage vorhanden, so könnten die beiden Schwänze kaum zu einem einzigen Endstück verschmelzen; jedenfalls wäre eine derartige Zusammenlöthung recht eingenthümlich. Wie oben erwähnt wurde, hat in der That MADDOX schon die Vermuthung ausgesprochen, dass die Doppelschwänze durch Spaltung des Schwanzes entstehen. Dies stimmt also in auffallender Weise mit meiner Auffassung überein.

Für eine solche Deutung spricht meiner Ansicht nach auch in hohem Grade die oben hervorgehobene Thatsache, dass ich, wie bei den einschwänzigen Spermien, bei den Doppelschwänzen in der Regel *nur zwei proximale Centralkörperkörner* angetroffen habe, und dass sich diese immer in etwa derselben Weise zu dem Schwanz verhalten wie bei den normalen einschwänzigen, wobei ein Korn auf jeden Theilfaden des Schwanzes, resp. auf jeden Schwanz der Doppelschwänze kommt.

BROMAN hat, indessen, wie oben erwähnt, durch seine histogenetischen Untersuchungen dargethan, dass auch beim Menschen eine andere Entstehungsweise der Doppelschwänze vorkommt. Ich werde dies jedenfalls gerne acceptiren, um so viel mehr als ich mich nun auch vom Vorkommen von mehr als zwei Centralkörperkörnern

selbst überzeugt habe, und also als eine Möglichkeit annehmen, dass diese Gebilde in verschiedener Weise entstehen können.

Das von mir als Regel gefundene Vorkommen von nur zwei Centrankörperkörnern in echten Doppelschwänzen könnte freilich auch durch eine ausgebliebene Theilung des proximalen Centrankörpers erklärt werden, wodurch auch für solche Fälle die Erklärung von BROMAN gelten könnte. Ein solches Ausbleiben ist natürlicherweise im gegebenen Falle fast unmöglich zu beweisen. Diese Deutung reicht aber übrigens nicht hin, um die Gestaltung der verhältnissmässig zahlreichen nur *theilweise* gespaltenen Doppelschwänze zu erklären.

Was die *3—4-schwänzigen* einköpfigen Spermien betrifft, welche, wie es scheint, zuerst von CUTLER und dann neulich genauer von BROMAN beschrieben und abgebildet wurden, so habe ich bezüglich dieser Bildungen keine eigenen Erfahrungen und werde mich deshalb über ihre Entstehungsweise nicht äussern.

Von den *mehrköpfigen* habe ich fast nur die *zweiköpfigen* gesehen. Dreiköpfige haben schon CUTLER und BERTACHINI gefunden, und BROMAN hat interessante Beispiele von ihnen dargestellt; solche gelang es mir nur einmal sicher zu sehen. Auf meiner Taf. XVI theile ich einige Abbildungen von den zweiköpfigen Spermien mit. Die Fig. 24 stellt eine solche Doppelspermie dar, in welcher die beiden, nach oben hin selbstständigen Schwänze sich bald zu *einem* Schwanz vereinigten und in ein Endstück ausliefen. Ungefähr dasselbe war bei der in Fig. 25 abgebildeten Spermie der Fall. In Fig. 23 sieht man noch weit am Schwanze hinab die Trennung der beiden Schwanzfäden; in Fig. 22 ebenso fast bis zum Endstück; im letzteren Falle waren die beiden Schwänze besonders dick, was offenbar von einer auffallend dicken Hülle des Hauptstücks herrührte; das Endstück war nämlich ganz dünn. In Fig. 26 zeigten sich die beiden Schwänze oben in je zwei Fäden getheilt, die aber weiter unten sämmtlich zu einem Achsenfaden zusammenliefen; im oberen Theil repräsentiren sie also gewissermaassen zwei Doppelschwänze mit je zwei Centrankörperkörnern (wie in Fig. 24). Sowohl in der Fig. 22 wie in Fig. 23 und 26 sieht man eine Cytoplasmahülle in verschiedenen Graden der Ausdehnung.

Da ich aber über diese Spermienformen keine eingehenderen Erfahrungen besitze, werde ich sie nicht näher besprechen.

Bei der von mir gesehenen dreiköpfigen Spermie waren die Schwänze innig mit einander vereinigt.

Im Anschluss an die oben gegebene Darstellung der Verhältnisse beim Menschen dürften einige Mittheilungen über entsprechende Befunde bei Säugethieren vielleicht von Interesse sein. Ich werde jedoch diesmal nur vom *Stier*, *Kater*, *Kaninchen* und *Meerschweinchen* einige solche Befunde in aller Kürze anführen, welche auf die bezüglichen Verhältnisse beim Menschen einiges Licht zu werfen und meiner Ansicht nach die Richtigkeit der oben gegebenen Auffassungsweise zu bestätigen geeignet sind.

1. Die Spermien des Meerschweinchens.

Die Spermien dieses Thieres sind von mehreren Forschern und vor Allem in der neuesten Zeit von MEVES in ganz vorzüglicher Weise untersucht und beschrieben worden, weshalb ich auf ihre Schilderung nicht eingehen will. Die Construction des Kopfes samt der Kopfkappe hat er eingehend dargestellt; ebenso schildert er das Halsstück und das Vorhandensein von *drei* Centrankörperkörnern beim Ansatz am hinteren Kopfende.

Schon vor längerer Zeit hat E. BALLOWITZ dargethan, dass bei verschiedenen Säugethierspermien der Achsenstrang des Schwanzes aus zwei Fäden besteht, die ihrerseits aus mehreren Fäserchen zusammengesetzt sind. Diesen Bau aus Fäserchen hatte auch O. S. JENSEN bald nachher wahrgenommen.

Beim Meerschweinchen gelingt es in der That am Verbindungsstück diesen Bau nachzuweisen; sowohl nach der Fixirung in Carnoy'scher als Zenker'scher Mischung und Färbung nach Heidenhain habe ich hiervon überzeugende Präparate bekommen. Dies trat aber auch ein, wenn ich die Spermien in 0,7 % Kochsalzlösung macerirte und sie nachher mit Rosanilin färbte. Dabei zeigte es sich jedoch, dass am Verbindungsstück in der Regel nicht nur zwei stärkere Fäden zu unterscheiden sind, sondern auch dass zwischen ihnen noch ein *dritter*, gewöhnlich dünnerer vorkommt, der sich besonders in der vorderen Hälfte des Verbindungsstückes deutlich wahrnehmen, oft

aber noch bis zum hinteren Ende desselben verfolgen lässt; zuweilen scheint es, als ob sich dieser dünnere Faden einem der anderen beiden anlege und weiter hinten mit ihm verschmelze. Diese drei Fäden entsprechen den drei Centrankörperkörnern. Auf Taf. XVII ist in Fig. 1 der Vordertheil einer Spermie des Meerschweinchens dargestellt, an dem die Hülle des Verbindungsstückes erhalten ist. Die Fig. 2, 3, 4, 5 und 7 geben aber solche Exemplare wieder, wo diese Hülle abgelöst ist und man die Zusammensetzung des Achsenfadens wahrnimmt. In Fig. 2 sieht man nur zwei Fäden; es war hierbei nicht zu eruiren, ob ein dritter dünnerer hinter einem der beiden dickeren versteckt lag. In Fig. 4 sind die drei Fäden mit aller Deutlichkeit in ihrem ganzen Verlaufe zu verfolgen; es ist nur eigenthümlich, dass zwei von ihnen gewunden und somit länger als der dritte sind. In Fig. 5 sind auch drei Fäden vorhanden; hier bemerkt man aber noch ein Fäserchen, das von dem einen derselben nach einem der anderen hinüberläuft. In Fig. 3 bemerkt man vier Fäden, und in Fig. 5 sind sogar fünf da, indem sich die zwei dickeren in je zwei Fädchen gespaltet haben. Nach Allem was ich gesehen habe, besteht also der Achsenfaden aus drei Fäden, einem für jedes Centrankörperkorn; die Fäden können sich aber noch in mehrere feinere Fädchen trennen. Am hinteren Ende des Verbindungsstückes findet man oft in ausgeprägter Entwicklung den distalen Centrankörperkern; dies ist besonders deutlich, wenn die Hülle nach vorwärts verschoben ist; in Fig. 6 ist eine solche Spermie abgebildet.

Am vorderen Ende des Verbindungsstückes treten stets die getrennten Fäden an einer Stelle näher zusammen und scheinen durch eine in Hämatoxylin sich grau färbende Substanz zusammengehalten zu sein; die Fig. 7 zeigt dieses Verhältniss; wie oft der Fall ist, sieht man hier auch, die proximalen Centrankörperkörnchen als »Endknöpfe« der Fäden gelagert. In anderen Fällen trifft man solche Körner am vorderen Ende des Halsstückes, dicht hinter dem Kopfe (Fig. 1). MEVES beschreibt in der That hier eine doppelte Reihe von Centrankörperkörnchen: die eben erwähnten Bilder könnten für eine solche Auffassung sprechen. Indessen muss ich gestehen, dass ich nie gleichzeitig, an derselben fertigen Spermie, zwei solche Reihen von Körnern, die eine am vorderen, die andere am hinteren Ende des Halsstückes, deutlich gefärbt gesehen habe. In den entsprechenden Figuren von MEVES (vom J. 1899, Arch. f. mikr. Anat. Bd 54, Taf. XXI, Fig. 50 etc.) kann ich ebenfalls nur die Reihe der vorderen drei Körner deutlich sehen.

Durch die Präparation kann ja indessen hin und wieder eine Abtrennung des Kopfes, oder wenigstens eine Verlängerung des Halsstückes statt finden; man muss deshalb in jedem Falle genau nachsehen, wo das Halsstück beginnt und endet, bevor man über die Natur der Centrankörperkörnchen urtheilt.

Nach dieser kurzen Besprechung der typischen Spermien des Meerschweinchens gehe ich jetzt zu den *atypischen* über, und zwar ganz besonders zu den *doppelschwänzten*. Ob solche Spermien bei diesem Thiere bisher beschrieben worden sind, kann ich nicht bestimmt sagen; in der mir zugänglichen Literatur habe ich nichts darüber finden können. In meinen Präparaten sah ich sie mehrmals und theile auf Taf. XVII in den Fig. 8, 9 und 10 Abbildungen von drei solchen Spermien mit. Die Fig. 8 stellt einen vollständigen Doppelschwanz dar, bei welchem die Centrankörperderivate nicht gefärbt vorlagen. In Fig. 9 ist das Vorderende eines ebenfalls vollständigen Doppelschwanzes wiedergegeben, in dessen Halsstück je drei Körnchen gefärbt waren, die dicht hinter dem Kopfe lagen. Die Fig. 10 zeigt auch einen vollständigen Doppelschwanz, dessen Hauptstücke in ihrem vorderen Theil noch durch eine gemeinsame Hülle verbunden waren; hinten waren die Schwänze ganz getrennt; die beiden Verbindungsstücke waren ihrer Hülle beraubt und die Achsenfäden in mehrere Fäserchen aufgelöst; an den vorderen dieser Fäserchen sah man in jedem Schwanz drei Körnchen; am hinteren Kopfe waren dagegen keine Körnchen sichtbar, so dass es unmöglich ist, sicher zu entscheiden, ob in diesem Falle vordere, proximale Körnchen vorhanden waren, oder ob die fraglichen Centrankörperderivate nur durch diese hinteren Körnchen vertreten waren.

Jedenfalls sprechen nun diese beiden Spermien für eine Deutung in dem Sinne BROMAN's; sie sind auch die einzigen, die ich gefunden habe; bei den übrigen doppelschwänzigen Spermien vom Meerschweinchchen, die ich gesehen habe, war keine deutliche Färbung der Centrankörperderivate vorhanden. Ich will also gerne annehmen, dass diese beiden Spermien in derjenigen Weise entstanden sind, wie dies BROMAN beim Menschen und mehreren anderen Thieren angegeben hat. Ich habe mich ja auch nicht gegen diese Erklärung als solche geäußert, sondern nur gegen ihre Allgemeingültigkeit, vor Allem hinsichtlich der unvollständig getheilten doppelschwänzigen menschlichen Spermien, bei denen ich Verhältnisse gefunden habe, die eine andere Deutung indiciren.

2. Die Spermien des Stieres.

Diese Spermien sind ebenfalls von mehreren Autoren beschrieben und abgebildet worden, z. B. von mir, von C. M. FÜRST und E. BALLOWITZ. Auf Taf. XVII, Fig. 11—21 sind die Köpfe und Vorderstücke verschiedener Stierspermien wiedergegeben worden. Fig. 11 stellt ein Exemplar dar, wo die Hülle des Verbindungsstückes noch erhalten war. Im Allgemeinen ist diese Hülle dünn und scheint stets noch mehr nach hinten hin dünner zu werden. In Fig. 12 ist sie sehr dünn, und hier spürt man schon eine Zusammensetzung des Achsenfadens aus zwei Fäden. Dies ist in den Fig. 13 und 14 noch deutlicher. In Fig. 15 sind die beiden Fäden von einander stark abgetrennt, und diese Spaltung betrifft nicht nur das Verbindungsstück, sondern erstreckt sich auch etwas auf das Hauptstück hinab. In Fig. 16 ist diese Spaltung noch weiter gediehen, so dass hier ein wahrer *Doppelschwanz* vorliegt; ich habe zwar nur die vordere Partie abgebildet; die beiden Schwänze liefen aber ganz getrennt bis ans Hinterende aus.

Wie verhalten sich nun beim Stier die Centalkörperderivate? Sie sind im Ganzen bei den fertigen Spermien ziemlich schwer färbbar. In manchen Fällen konnte ich sie jedoch wahrnehmen. Im Allgemeinen sah ich, wie beim Menschen, nur zwei Körnchen, von denen je eins einem der beiden Fäden des Achsenstranges entsprach, und die nicht dicht am Kopfe, sondern etwas weiter nach hinten, in dem Halsstücke, gelagert waren (Fig. 14). In einzelnen Fällen konnte man aber noch ein drittes Körnchen ahnen und zuweilen sogar deutlich sehen (Fig. 13 und 17), aber auch in diesen Fällen lagen die Körnchen im Halsstück etwas nach hinten vom Kopfende; in solchen Fällen bemühte ich mich ganz besonders, im Achsenstrang noch einen dritten Faden wahrzunehmen; dies gelang mir aber nie. Wie verhielten sich nun die Centalkörperderivate bei den Doppelschwänzen? Die Fig. 16 zeigt dies deutlich. Jedem Schwanzfädchen gehörte nur ein Körnchen. Dieses stimmt also mit den von mir beim Menschen so oft gefundenen Verhältnissen überein. Es scheint indessen, als ob beim Stiere die Körnchen bald zu zweien, bald zu dreien vorhanden sein könnten. Uebrigens ist zu erwähnen, dass auch beim Stier eine Art inniger Verbindung der vorderen Enden der Fäden des Achsenstranges durch eine besondere Substanz vorkommt; die Fig. 13 und 15 zeigen dieses.

Die Fig. 11—20 stellen auch die gewöhnlicheren Variationen der Gestalt der Köpfe dieser Spermien dar. Wie stark abgeplattet diese Köpfe sind, geht aus der Fig. 20 hervor, welche einen Kopf von der Kante her wiedergibt. Die Kopfkappe kann verschieden weit nach hinten hin reichen; in der Regel umhüllt sie aber die vordere Hälfte (Fig. 11, 14, 15, 18); zuweilen bedeckt sie nur das vordere Ende (Fig. 19). Der sog. Innkörper des Kopfes tritt in diesen Spermienköpfen oft gut hervor, und zwar gewöhnlich als eine hellere rundliche Partie (Fig. 18); zuweilen ist derselbe dunkler (Fig. 11, 15). Die Fig. 21 stellt eine frühere Entwicklungsform dar.

3. Die Spermien der Katze.

Die Spermien der Katze sind auch schon mehrmals von den Autoren behandelt und abgebildet worden. Ich beschränke mich deshalb diesmal nur auf einige kurze Angaben und einige wenige Figuren (Taf. XVII, Fig. 22—29). Die Fig. 22 stellt eine typische Spermie dar, an welcher die Kopfkappe dunkler gefärbt und die Hülle des Verbindungsstückes erhalten ist. In Fig. 23 sieht man die dicht hinter dem Kopfe gelagerten zwei proximalen Centalkörperkörnchen, und im Verbindungsstück nimmt man eine Zweitheilung des Achsenstranges wahr; hier reicht die (helle) Kopfkappe weiter nach hinten hin. Die Fig. 24, 25 und 26 stellen Köpfe dar, an denen man den hinteren Rand der Kopfkappe als einen ringförmigen Absatz sieht; dies ist bei der Katze sehr gewöhnlich. Die Fig. 28 zeigt das vordere Ende eines abgelösten Schwanzes, an welchem man die Zusammensetzung des Achsenstranges aus zwei Fäden sieht; an den vorderen Enden derselben sitzt je ein schwarzgefärbtes Centalkörperkörnchen, von denen je eine Faser zum Achsenfaden geht. Fig. 27 stellt eine noch nicht fertige Spermie dar, an welcher die Cytoplasmahülle mit seitlicher Ausbuchtung sitzt; solche Formen kommen in den Präparaten aus dem Testikel oft vor.

Schliesslich ist aber in Fig. 29 ein *Doppelschwanz* abgebildet, an welchem die beiden Verbindungsstücke noch durch eine gemeinsame Hülle verbunden sind, die übrigen Schwanztheile aber ganz frei hervorragen. Hier liessen sich durch die bis an den Kopf reichende Hülle des Verbindungsstückes hindurch *zwei* Centrankörperkörnchen wahrnehmen.

4. Die Spermien des Kaninchens.

Hier will ich nur bemerken, dass ich auch beim Kaninchen Doppelspermien gefunden habe. Da meine Abbildungen derselben auf der Taf. XVII nicht Platz fanden, theile ich einige hier im Texte mit.

Neben einer Spermie mit erhaltener Hülle des Verbindungsstückes (Fig. 1) stelle ich die Fig. 2 und 4, in denen eine Spaltung des Verbindungsstückes, die auch den vorderen Theil des Hauptstückes betrifft, sichtbar ist. Die Fig. 5 ist die vordere Partie eines wirklichen Doppelschwanzes, bei dem die Spaltung bis ins Ende des Endstückes stattgefunden hatte. In allen diesen Spermien war das Halsstück mehr oder weniger ausgeprägt vorhanden; dagegen war leider keine Färbung von Centrankörperkörnchen eingetreten.

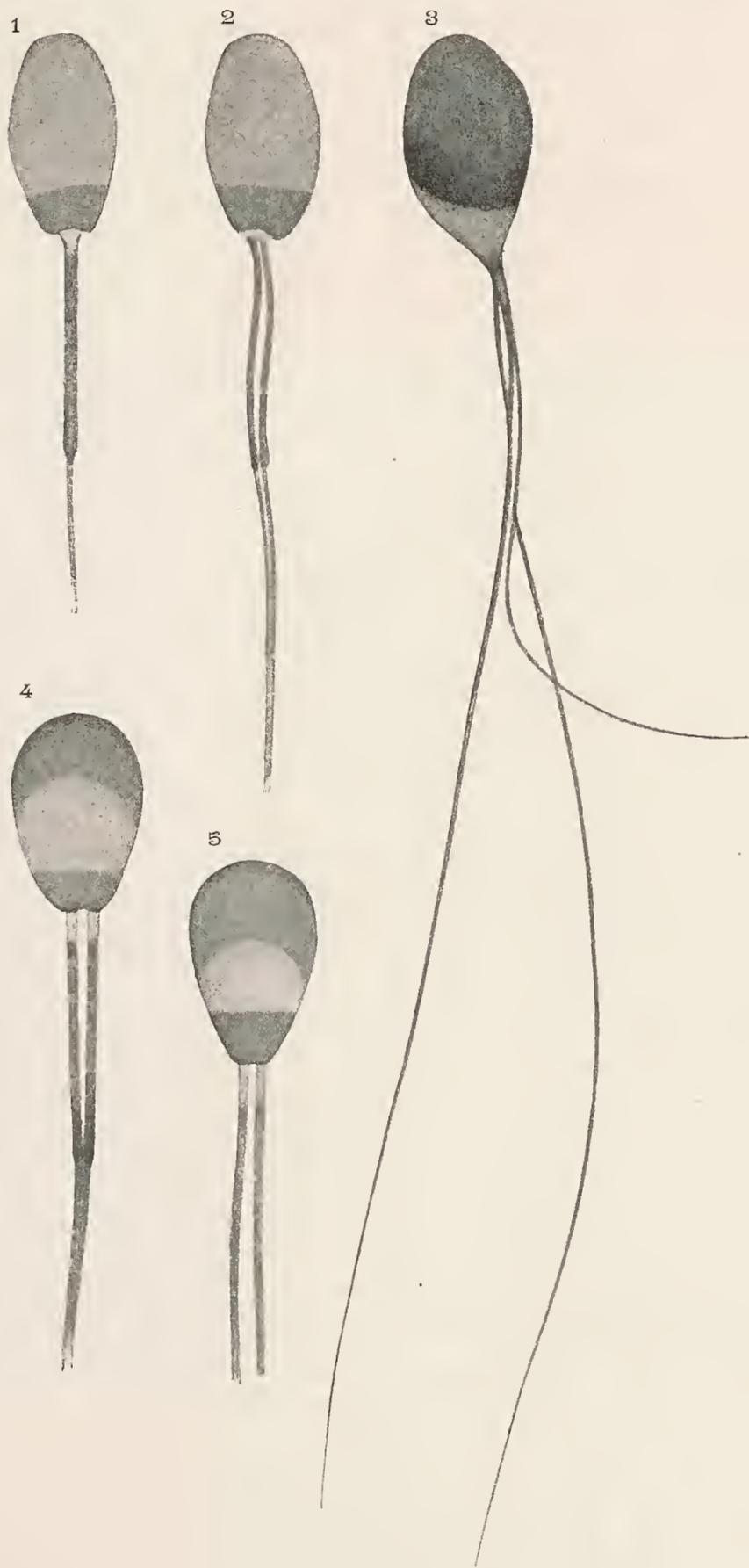
Die Fig. 3 giebt eine Spermie wieder, in welcher ausser den zwei gleich langen Schwänzen noch ein Faden vom Kopfe her hinabläuft, der kürzer ist. So weit man sehen konnte, gehörte dieser Faden mit den anderen beiden zusammen, weshalb die Spermie als eine dreigeschwänzte aufzufassen war.

Am Kopfe bemerkt man eine hintere dunkle Partie; nach vorn davon sieht man in den Fig. 4 und 5 einen hellen abgerundeten Innenkörper und am Vorderrande einen glänzenden Saum, der sich in Anilinfarben stärker färbt, ein ausgeprägtes Perforatorium darstellend.

Nach der obigen Darstellung der Bauverhältnisse der Spermien des Menschen und mehrerer Säugethiere dürfte ein Rückblick auf einige Ergebnisse derselben angezeigt sein.

Es sind hier eigentlich zwei schwebende Fragen zu besprechen, die aber theilweise innig mit einander zusammenhängen: Die *Entstehung der sog. Doppelschwänze* und die *typische Lage der proximalen Centrankörperkörner*.

Was die Doppelschwänze betrifft, so hat BROMAN auf histogenetischem Wege gezeigt, dass die einköpfigen, zwei- oder mehrschwänzigen Riesenspermien »ihren Ursprung im allgemeinen von zwei resp. mehrpoligen Mitosen nehmen, deren Chromosomen alle zusammen bleiben und von einer gemeinsamen Kernmembran umgeben werden«. BROMAN hat also selbst diese Entstehungsweise als nur »im allgemeinen« geltend angenommen.



Nun habe ich schon seit meiner ersten Bekanntschaft mit den Doppelschwänzen noch eine andere Erklärung für ihre Entstehung gefunden, nämlich durch *Spaltung* des Schwanzes. Meine erneuerten Untersuchungen haben diese meine Auffassungsweise befestigt.

Erstens giebt es eine ganze Reihe von *Uebergangsformen* zwischen den typisch einschwänzigen und den atypisch doppelschwänzigen; diese Uebergangsformen repräsentiren die verschiedensten Stufen der Spaltung des Schwanzes, von der leisesten Andeutung einer Zweitheilung des Verbindungsstückes des Achsenfadens bis zur vollständigen Theilung des ganzen Schwanzes. Diese Spaltung lässt sich aber in ungezwungener Weise dadurch erklären, dass der Achsenfaden nicht nur bei verschiedenen Säugethieren, sondern mit grosser Wahrscheinlichkeit auch beim Menschen, aus zwei typisch mit einander dicht verbundenen Fädchen besteht, welche Fädchen aber in einzelnen Fällen mehr oder weniger getrennt angelegt sein können, und zwar bald nur im Verbindungsstück, oder einem Theil desselben, bald auch in einem kleineren oder grösseren Theil des Hauptstückes und sogar des Endstückes.

Zweitens fand ich bei allen diesen Uebergangsformen zwischen den einschwänzigen und den doppelschwänzigen, gerade wie bei den typischen einschwänzigen, stets nur *zwei proximale Centrialkörperkörner*. Dies spricht nach meiner Ansicht in hohem Grade für die Anschauung, dass diese Gruppe von Doppelschwänzen hinsichtlich ihrer Entstehung auf eine *Spaltung* des Achsenfadens des Schwanzes zurückzuführen ist. Das Vorhandensein von nur zwei proximalen Centrialkörperkörnern wäre sonst nur durch ein Ausbleiben der Theilung zu erklären, was sich aber im gegebenen Falle schwerlich beweisen lässt.

Nun hat BROMAN nachgewiesen, dass bei einer Anzahl von Doppelschwänzen des Menschen vier proximale Centrialkörperkörner vorkommen. In vereinzeltten Fällen habe ich auch wenigstens drei gesehen und bei den Säugethieren auch zuweilen eine Verdoppelung der Anzahl derselben gefunden. Für diese Gruppe der Doppelschwänze ist demnach die Erklärung der Entstehungsweise, die BROMAN gegeben hat, aufrecht zu halten.

Nach den jetzigen Befunden zu urtheilen wäre also eine zweifache Entstehung der Doppelschwänze anzunehmen, nämlich einerseits durch die Spaltung des typischen Schwanzes, andererseits auf die von BROMAN histogenetisch nachgewiesene Weise, welche letztere aber wohl nur vollständige Doppelschwänze betrifft.

Man könnte demnach mit Recht zwischen den *echten* Doppelschwänzen im Sinne BROMAN's den *echt biuroiden* Spermien, und den durch Spaltung des Schwanzes entstandenen, die als *pseudobiuroide* Spermien zu bezeichnen sind, unterscheiden. Diese letztere Gruppe ist, wenn man die sämmtlichen Uebergangsstufen mitrechnet, nach meinen Erfahrungen verhältnissmässig zahlreicher vertreten.

Im Anschluss an diese Zusammenfassung dürfte es aber angezeigt sein, noch einige Worte hinsichtlich der *Lage der proximalen Centrialkörperkörner* zu äussern. In den Fig. 1 und 2 der Taf. XV, welche eine vollständige typische Spermie des Menschen wiedergiebt, habe ich diese Körner dicht am hinteren Ende des Kopfes gelagert dargestellt. Diese Lage kommt oft vor und ist vielleicht als die echt typische anzusehen. Wenn man aber eine Reihe der bestgelungenen Präparate genau durchmustert, findet man eine sehr bedeutende Anzahl von Spermien, in denen zwei scharf conturirte Körner am hinteren Ende des hellen Halsstückes liegen, und zwar beide dicht am vorderen Ende des Achsenfadens des Verbindungsstückes. In einzelnen Fällen scheinen dann noch am Hinterende des Kopfes zwei schwächer hervortretende Körner wahrnehmbar zu sein; in den meisten Fällen sieht man aber doch keine solchen. Was stellen nun diese beiden am Vorderende des Achsenfadens des Schwanzes gelagerten Körner dar? Sind sie die vorderen, proximalen Körner, die nach hinten verschoben sind? Oft glaubt man dies annehmen zu können, um so viel mehr als die Körner nicht selten im eigentlichen Halsstück gelagert sind. Es lohnt sich aber kaum, diese Frage zu besprechen, ohne eine eingehende Untersuchung der Entwicklungsstufen auszuführen. Nur auf histogenetischem Wege lässt sie sich sicher entscheiden. Nach Allem was ich gesehen habe, scheint mir aber die Lage dieser beiden Körner am Vorderende des Schwanzes eine echt typische zu sein. Hinter ihnen bemerkt man sehr oft eine kleine helle Partie, die wohl dadurch entsteht, dass die Hülle des Verbindungsstückes hier sehr schwach ist oder fehlt. Diese beiden Körner als die Vorderstücke der distalen Körner aufzufassen, stösst auch auf Schwierigkeiten. Man könnte sogar daran denken, dass die am Hinterende des Kopfes belegenen Körner in vielen Fällen von ihm abgetrennt worden sind, und das Verbindungsglied in der Gestalt des hellen Halsstückes vorliegt. Jedenfalls ist hier noch ein dunkler Punkt aufzuklären.



Tafel XV.

Spermien vom Menschen.

Fig. 1 und 2. Eine typische Spermie in gestreckter Lage, Fig. 1 mit dem Kopfe von der Fläche und Fig. 2 mit dem Kopfe von der Kante gesehen; an beiden sieht man die Kopfkappe, das Halsstück mit den Centalkörperchen dicht am Kopfe gelagert, das Verbindungsstück, das Hauptstück und das Endstück des Schwanzes; Fig. 1 zeigt im Vorderstück des Kopfes ein dunkles Pünktchen.

Fig. 3—27 zeigen den vorderen Theil von Spermien in verschiedenen Variationen, mit oder ohne Kopfkappe hervortretend und mit verschiedener Lage der Centalkörperchen. Die *Fig. 20—24* zeigen die Cytoplasmahülle in wechselnder Ausbildung. *Fig. 25—27* stellen Riesenspermien dar.

Fig. 28—31 zeigen Spermienköpfe von der Kante, die drei letzteren mit je einem Pünktchen im Inneren.

Fig. 32—34 bieten Anhänge, z. Th. mit färbbaren Körnchen, am Verbindungsstück und am Kopfe dar. In *Fig. 32* sieht man im Kopfe einen grossen glänzenden Körper.

Fig. 35 zeigt im Kopfe vier helle Körper.

Fig. 36—39 stellen Zwergspermien dar.

Fig. 40—42 geben Spermien wieder, in welchen die Hülle des Verbindungsstückes mehr oder weniger abgelöst und der Achsenfaden entblösst ist. *Fig. 40* zeigt im Kopfe vier glänzende Körner.

Fig. 43 zeigt im Kopfe zwei grössere eingeschlossene Körper.

Fig. 44—46 stellen Spermien dar, in welchen der Kopf dem Verbindungsstück seitlich ansitzt.

Fig. 47—55 zeigen einige atypische Kopfformen; *Fig. 50* giebt eine excessive Zwergspermie wieder,

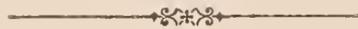
Fig. 56—60 stellen Spermien dar, deren Köpfe bis auf unbedeutende Reste reducirt sind.

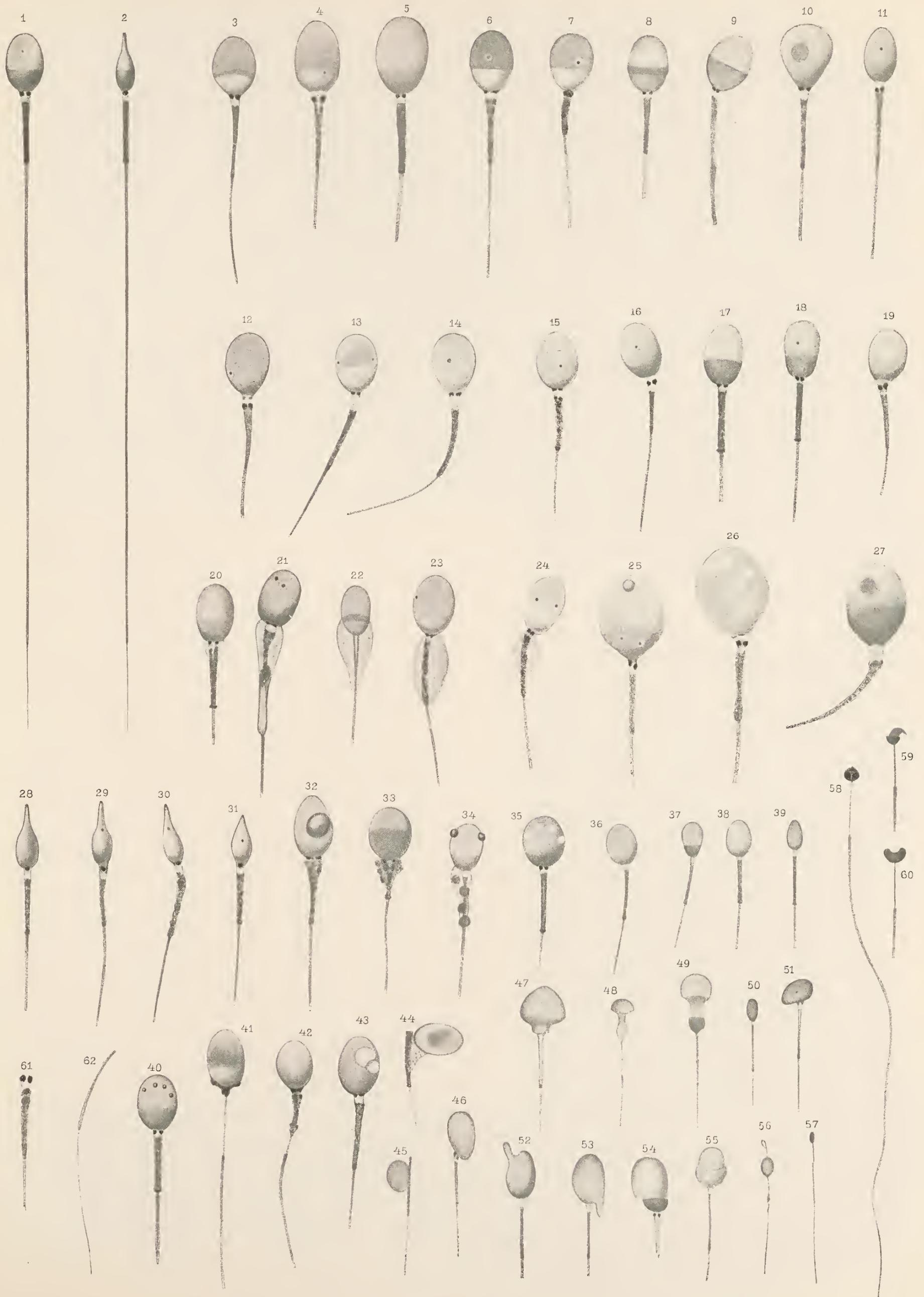
Fig. 61. Eine kopflose Spermie mit den zwei Centalkörperchen am Vorderende des Verbindungsstückes.

Fig. 62. Das Hinterende eines Hauptstückes mit auffallend langem Endstück.

Die abgebildeten Spermien gehörten Strichpräparaten an, die entweder mit Carnoy'schem oder Zenker'schem Gemische, und dann mit Eisenalaun-Hämatoxylin behandelt waren; einige (*Fig. 17, 18, 35, 40*) entstammen Trockenpräparaten, die mit Rosanilin und Acetas kalicus behandelt worden sind.

Die Figuren sind bei Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30, Tubusl. 160 Mm, Comp. Ocul. 12 gezeichnet, dabei aber noch 3 Mal (linear) vergrössert.





Tafel XVI.

Spermien des Menschen. Doppelschwänze und Doppelköpfe.

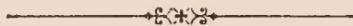
Fig. 1—18. Doppelschwänze in verschieden ausgeprägter Ausbildung und in verschiedenen Formvariationen. Im Allgemeinen sind hier nur zwei proximale Centrankörperkörnchen vorhanden.

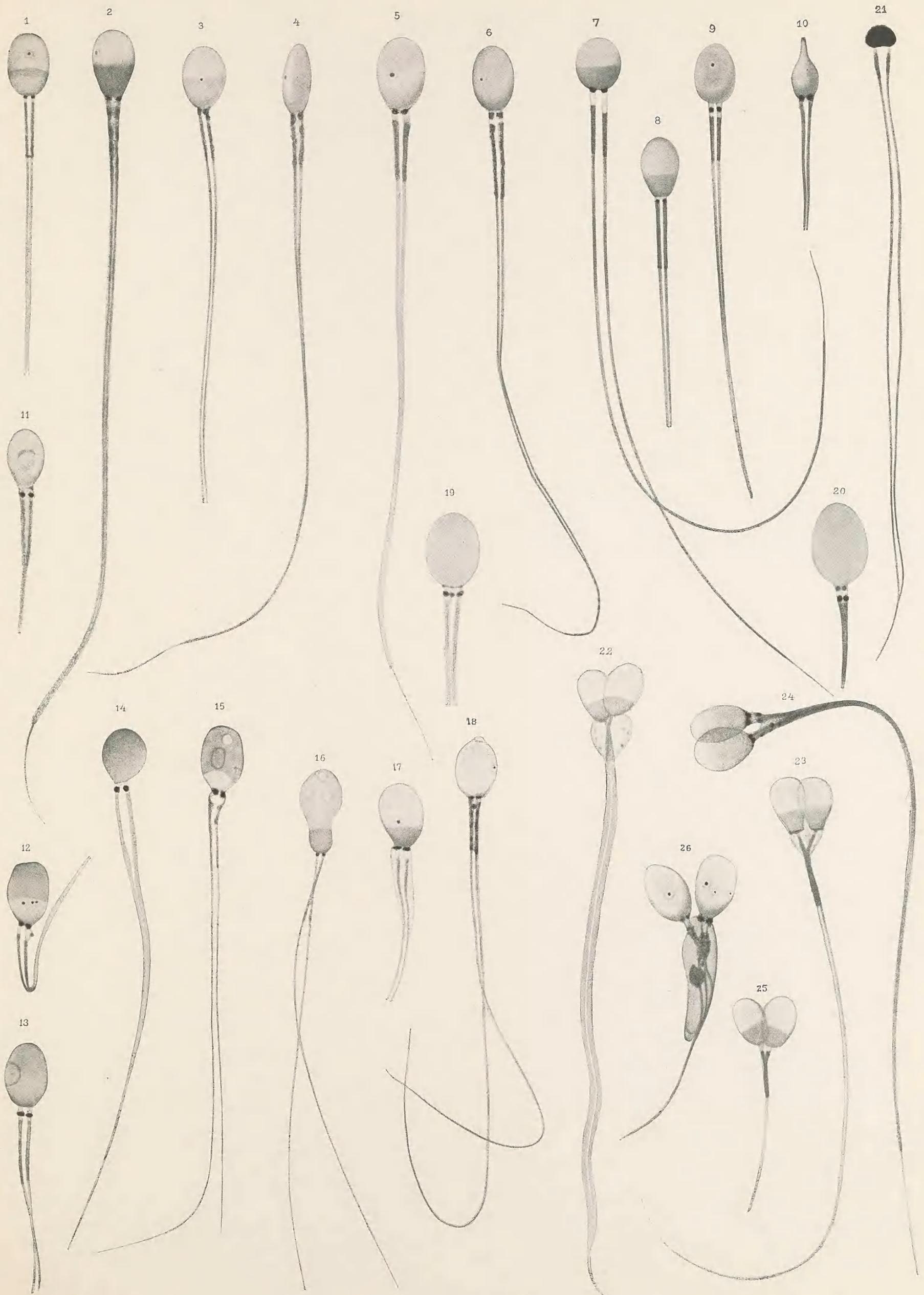
Fig. 19. Doppelschwanz mit wenigstens drei Centrankörperchen.

Fig. 20. Hier sind deutlich zwei Paar Centrankörperchen wahrzunehmen, von denen aber das hintere Paar dunkler gefärbt und schärfer ausgeprägt ist.

Fig. 22—26. Doppelköpfe in verschiedenen Variationen. Alle Figuren der Tafel sind bei Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30, 160 Mm Tubuslänge und Comp. Ocul. 12 gezeichnet, aber ausserdem in dreimaliger Linearvergrößerung gezeichnet.

Aus Strichpräparaten, die mit Zenker'scher oder Carnoy'scher Flüssigkeit und Eisenalaun-Hämatoxylin behandelt worden sind.





Tafel XVII.

Spermien des Meerschweinchens, des Stieres und der Katze.

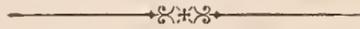
Fig. 1—10. Spermien vom *Meerschweinchen*. — *Fig. 1, 7, 8, 9 und 10* mit erhaltenen, von der Fläche gesehenen Köpfen, *Fig. 1, 7, 8, 10* mit der Kopfkappe. — *Fig. 1* stellt eine typische Spermie, *Fig. 8, 9 und 10* dagegen Doppelschwänze dar — In den *Fig. 2, 3, 4, 5, 7 und 10* sieht man den Achsenfaden des Verbindungsstückes in mehr oder weniger zahlreiche Fädchen aufgelöst. — *Fig. 6* zeigt den ringförmigen distalen Centralkörper; in den übrigen Figuren (mit der Ausnahme von *Fig. 8*) erkennt man die proximalen Centralkörper.

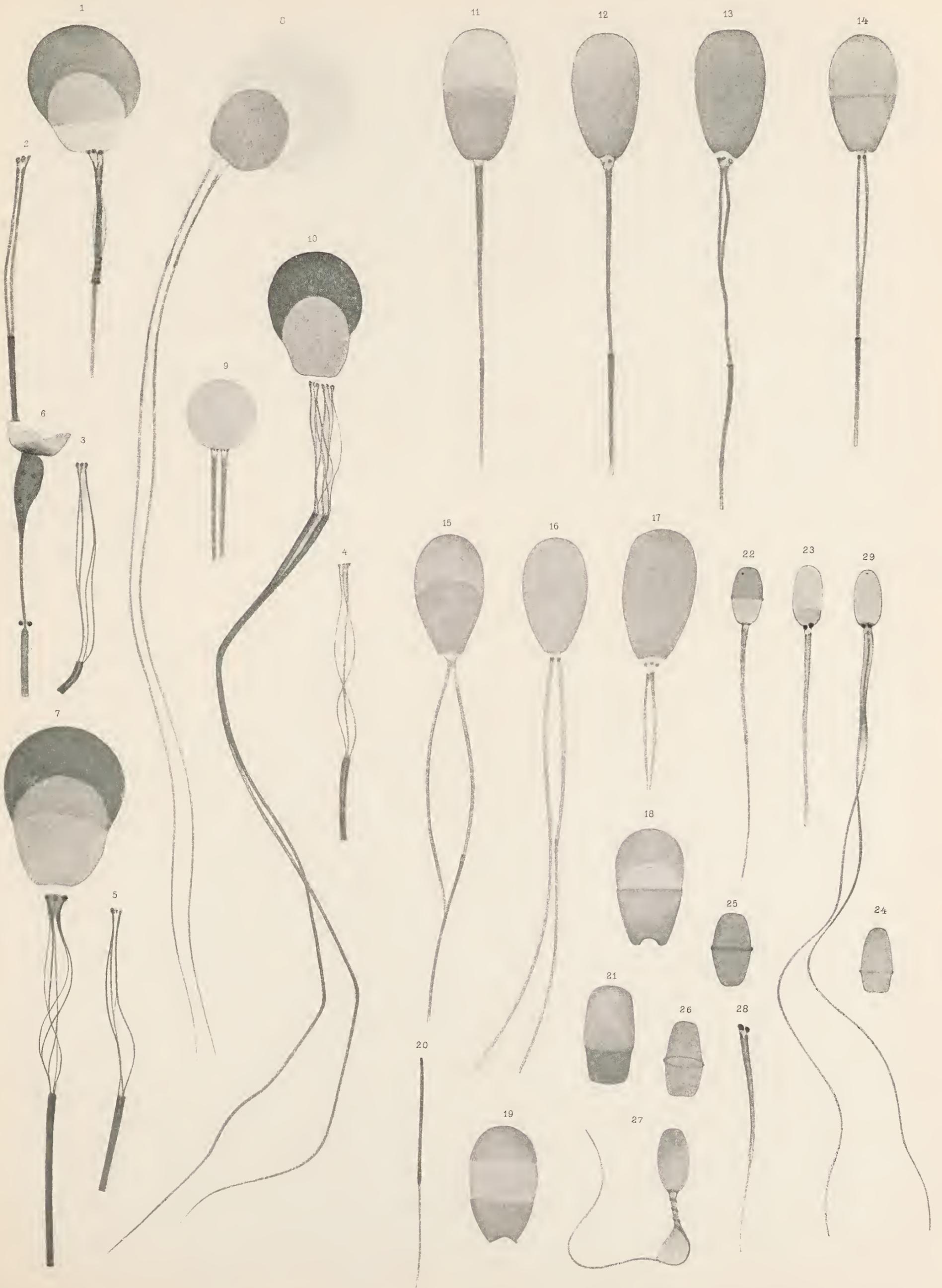
Fig. 11—21. Spermien vom *Stier*, in *Fig. 11—19 und 21* mit dem Kopfe von der Fläche, in *Fig. 20* von der Kante gesehen. *Fig. 11* stellt den vorderen Theil einer unmacerirten typischen Spermie dar; *Fig. 13—17* repräsentiren macerirte Spermien, in denen der Achsenfaden des Verbindungsstückes, in *Fig. 15 und 16* auch des Hauptstückes in zwei Fäden zerlegt ist. In mehreren Figuren sieht man die proximalen Centralkörper und die Grenze der Kopfkappe, in *Fig. 11, 15 und 18* auch den »Innenkörper«. *Fig. 19* zeigt einen Kopf mit drei Abtheilungen; *Fig. 21* giebt einen nicht völlig ausgebildeten Kopf wieder.

Fig. 22—28. Spermien der *Katze* mit dem Kopfe von der Fläche gesehen. *Fig. 22* stellt den vorderen Theil einer unmacerirten typischen Spermie dar; man sieht die hintere Grenze der Kopfkappe als einen ringförmigen Wulst; in *Fig. 22, 24, 25 und 26* ist dieser Ring noch deutlicher ausgeprägt. — *Fig. 23* zeigt im Verbindungsstück eine Andeutung zur Zusammensetzung des Achsenfadens aus zwei Fädchen und zwei proximale Centralkörperchen. — *Fig. 29* giebt einen Doppelschwanz wieder, an dem man auch zwei Centralkörperchen erkennt. — *Fig. 28* stellt das Vorderende eines Schwanzes ohne Kopf dar; in dem Verbindungsstück nimmt man die Zusammensetzung aus zwei Fädchen und zwei Centralkörperchen wahr. — *Fig. 27* giebt eine nicht völlig ausgebildete Spermie mit Cytoplasmahülle wieder.

Die Figuren der Tafel sind bei Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30 und Comp. Ocul. 12, 160 Mm Tubuslänge, aber ausserdem noch drei Mal linear vergrössert gezeichnet.

Aus Strichpräparaten, die mit Zenker'scher oder Carnoy'scher Flüssigkeit und Eisenalaun—Hämatoxylin behandelt worden sind.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [NF_10](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Weitere Beiträge zur Kenntniss der Spermien des Menschen und einiger Säugethiere 45-60](#)