

Männliche Geschlechtsorgane

Hoden (lat. Testis und gr. Orch)

Nebenhoden (Epididymis, lat. Epi auf/oben didym –Zwilling)

Samenleiter (Ductus deferens, lat deferre – herabführend)

Akzessorische Geschlechtsdrüsen (lat. accessorius – hinzukommend)

- Bläschendrüse (Glandula vesicularis)
- Vorsteherdrüse (Prostata gr. Vordermann/Vorsteher)
- Cowper-Drüse (Glandula bulbourethralis , lat. bulboides –zwiebelförmig)

Penis (männliches Glied lat. Schwanz)

Hoden

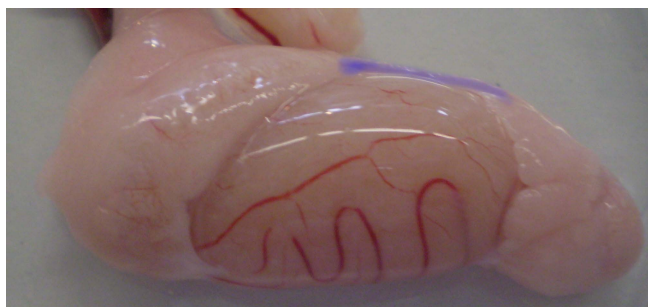
Der Hoden liegt innerhalb des Hodensackes (Skrotum) in einem von der Leibeshöhle abgegrenzten Peritonealraum und ist von einem Serosaepithel bedeckt (Epiorchium). Unter dem Epiorchium liegt eine weiß glänzende Bindegewebskapsel (Tunica albuginea, lat. alba weiß).

Abb.1 Hoden Kaninchen



Geöffnete Tunica albuginea mit Blick auf das Epiorchium und die darunter liegenden Blutgefäße.

Abb. 2 Hoden und Nebenhoden Ratte



Der Nebenhoden sitzt kappenartig den Polen des Hodens auf. Rechts ist der Anfangsteil (Caput). Das Verbindungsstück ist blau markiert. Links sitzt der Schwanzteil (Cauda), der in den Samenleiter übergeht.

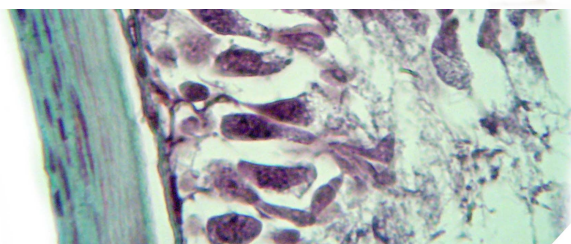
An der dorso-cranialen Seite ist die Kapsel durch das Rete testis (lat. rete – Netz aufgelockert. Das Rete testis stellt die Verbindung zwischen den Hodentubuli und den abführenden Röhren des Nebenhodens dar. Vom Rete ausgehend ziehen radiär Bindegewebs-septen und –balken zum Epiorchium und unterteilen das Hodenparenchym in unvollständig voneinander getrennte Hodenläppchen (Lobuli testis). So entstehen ca. 350 bis 400 Hodenläppchen. In den Bindegewebssepten verlaufen Blut- und Lymphgefäße.

Jedes Hodenläppchen enthält 2-6 stark gewundene und in Bindegewebe eingebettete Samenkanälchen (Tubuli seminiferi, lat. semen – Samen, ferre – tragen). Jeder Tubuli ist 30-70 cm lang und hat einen Durchmesser von 200-300 µm. Alle 500 bis 800 Samenkanälchen eines Hodens haben eine Länge von 250 bis 300 Meter und beanspruchen etwa 2/3 der gesamten Hodenmasse.

Abb. 3 Hoden Ratte, HE
Lupenvergrößerung
Im Zentrum befinden
sich Schrumpfarfakte.
Bei diesem Anschnitt ist
die Rete testis nicht
zu sehen.
Das Epiorchium
ist wegen der geringen
Vergrößerung nur
undeutlich zu erkennen.



Abb. 4 Ratte Hoden, Goldner



An das Epiorchium grenzendes Hodenkanälchen. Das Epiorchium besteht aus derben Bindegewebe.

Bau des Samenkanälchens

Der äußere Abschluss erfolgt durch die Membrana propria. Sie umfasst die Sertoli-Zellen und die Keimzellen. Die Sertoli-Zellen sitzen breitflächig der Membrana propria auf und besitzen reichlich seitliche und apikale Ausläufer. In die Lücken zwischen den Sertoli-Zellen schmiegen sich die Zellen des Keimepithels. Die funktionelle Bedeutung der Sertoli-

Zellen liegt in der Stütz-, Schutz- und Ernährungsfunktion für die Keimzellen. Durch Kontraktion ihres Zytoskeletts sind sie in der Lage, die Spermien durch das Lumen der Samenkanälchen zu transportieren. Bei der Spermiogenese abgeschnürtes Zytoplasma sowie zugrundegehende Spermatiden und Spermien werden von den Sertoli-Zellen phagozytiert und entsorgt. Eine weitere Funktion dieser Zellen besteht in der Bildung der intratubulären Flüssigkeit zur Suspendierung der Spermien. Die Flüssigkeit enthält z.B. Ionen, Inositol, Glutamat, Inhibin und das androgen binding protein. Durch einen lückenlosen Verschluss bilden sie die Blut-Hoden-Schranke, mit der sie Immunzellen fernhalten. Weil die Bildung und Reifung der Samenzellen erst mit der Pubertät beginnt, könnten sich Lymphozyten nicht tolerant verhalten. Zeugungsunfähige Männer bilden nicht ausreichend viele und gesunde Spermien. Ein Grund dafür ist, dass Lymphozyten die Bildung und Reifung der Samenzellen stören. Verursacher der Störung sind u.a. Viruserkrankungen im Knabenalter und schädigende Substanzen in der Nahrung.

Zwischen den Samenkanälchen liegen die Testosteron synthetisierenden Leydigschen Zellen.

Abb. 4 Hodenkanälchen Ratte, HE

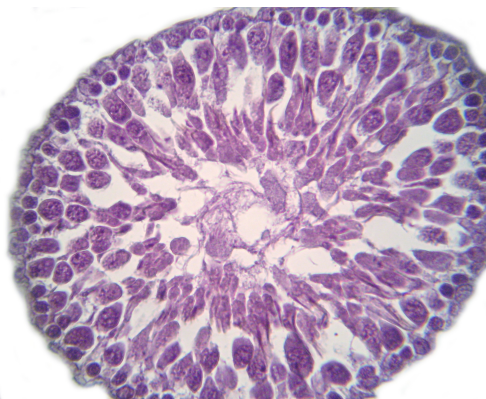
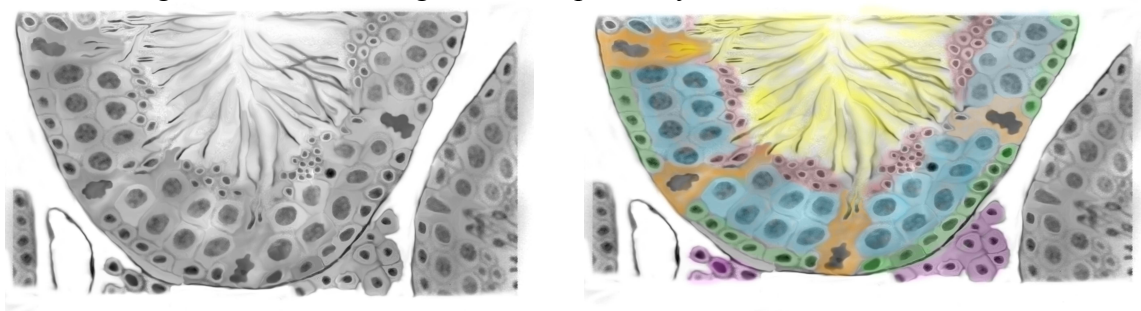
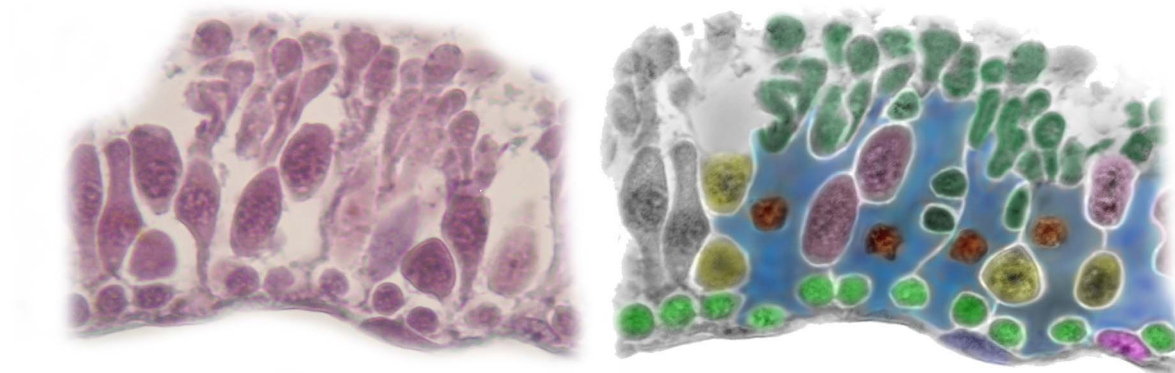


Abb. 5 und 6 grafische Darstellung des Hodenparenchyms



Leydigsche Zellen violett, Sertoli-Zellen gelb-braun, Spermatogonien grün, Spermatozyten blau, Spermatiden rot-braun und Spermien gelb

Abb. 7 und 8 Hoden Ratte



Im histologischen Präparat können nicht alle Bestandteile einer Zelle beobachtet werden, weil die Schnittdicke etwa drei Mikrometer beträgt und alle Zellen eine größere Ausdehnung haben. Die Verwendung organischer Lösungsmittel bei der Präparatherstellung führt zur Schrumpfung der Zellen und erzeugt Zwischenräume (Spalträume). Die Summe aller auftretenden Veränderungen führt zu dem Ergebnis in Abbildung 7. In Abbildung 8 zeigt die Kolorierung, wie dicht die Zellen beieinander liegen. Die blauen Sertoli-Zellen umschließen die verschiedenen Generationen der Samenzellen und bilden so die Blut-Hoden-Schranke.

Keimzellen und Spermatogenese

Zwischen den Sertoli-Zellen schichten sich die verschiedenen Generationen der Keimzellen. Im basalen Bereich bilden die Spermatogonien die unterste Lage. Ihnen folgen im mittleren Abschnitt die Spermatozyten I und II sowie die Spermatiden. Die sich lumenwärts orientieren Spermien bilden den oberen Abschluss. Während die Keimzellen von basal nach apikal vorgeschoben werden können folgende drei Phasen der *Spermatogenese* differenziert werden:

- Spermatozytogenese
- Meiose
- Spermiogenese

Die Spermatogenese ist ein rund 70 Tage dauernder Teilungs- und Differenzierungsprozess der Keimzellen. Pro Sekunde werden etwa 1000 Spermien gebildet.

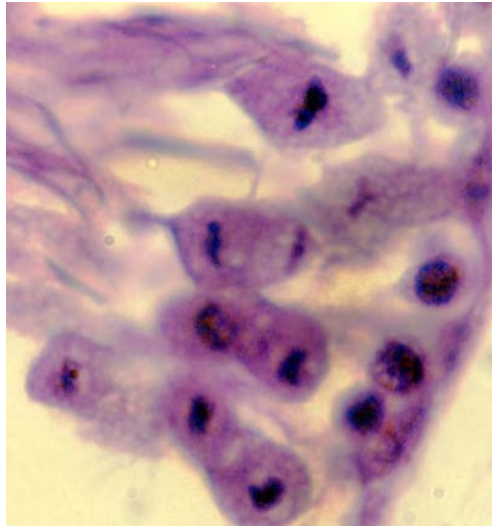
Spermatozytogenese

Die Spermatozytogenese ist gekennzeichnet durch mitotische Teilungen der Spermatogonien bis zum Spermatozyten I. Ordnung. Morphologische Unterschiede erlauben es, die Spermatogonien in zwei Sorten zu unterscheiden (A- und B-Spermatogonien). Teilen sich A-Spermatogonien, so bleiben etwa die Hälfte der Tochterzellen durch Rückdifferenzierung als Stamm-

zellen erhalten. Die anderen entwickeln sich über sich anschließende Mitosen zu B-Spermatogonien. Dabei gehen aus einer A-Spermatogonie acht B-Spermatogonien hervor.

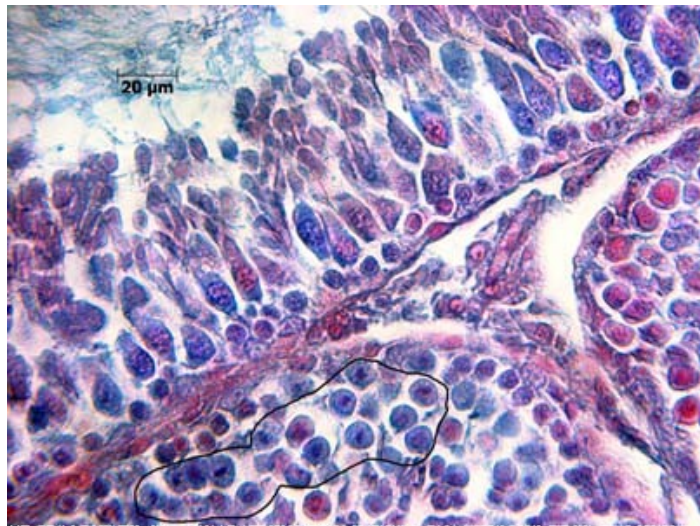
Die B-Spermatogonien teilen sich mitotisch zu Spermatozyten 1. Ordnung.

Abb. 9 Hoden Ratte, HE-Färbung



Zellteilung von Spermatozyten

Abb. 10



Hoden Ratte, Alzianblau/Kernechtrot
Markierung: Zellteilungen

Die Sertoli-Zellen regulieren über Testosteron die Zellteilung. Deshalb können stets kleine Nester mit teilungsaktiven Zellen beobachtet werden.

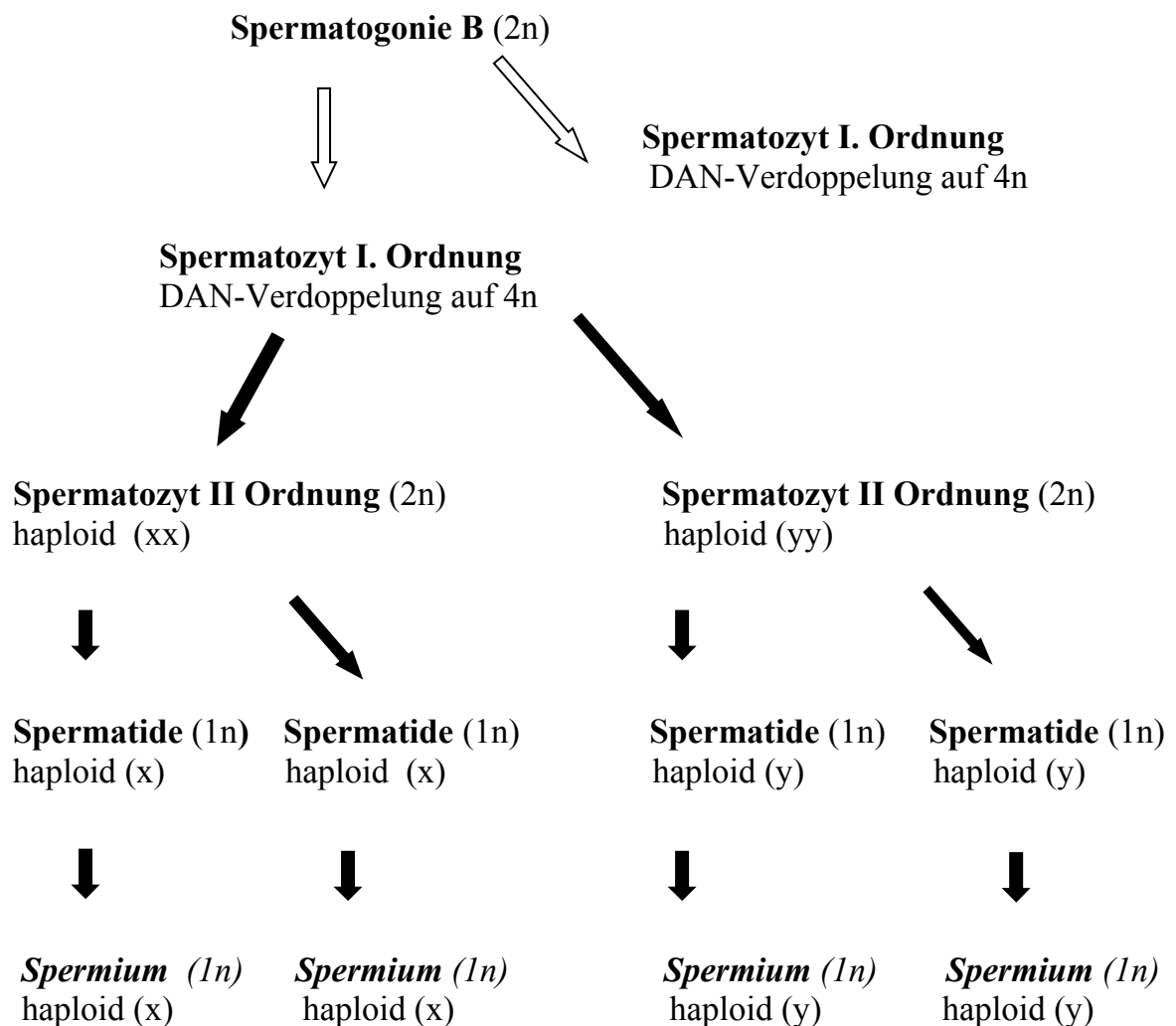
Meiose

Die zweite Phase der Spermatogenese wird durch das Bilden eines haploiden Chromosomensatzes bestimmt. Der Spermatozyt I. Ordnung durchläuft einen Reifungsprozess, der mit einer Verdoppelung des DNA-Gehalts endet ($4n$), mit dem sie in die Prophase der 1. Reifeteilung eintreten. Als Resultat entstehen Spermatozyten II. Ordnung mit haploiden Chromosomensatz und einem Erbmaterial von $2n$, das nicht mehr erbgleich ist: 50% der Spermatozyten II. Ordnung besitzen ein x-Chromosom und die anderen ein y-Chromosom. Die Spermatozyten II. Ordnung treten ohne S-Phase (DNA-Verdoppelung) schnell in die 2. Reifeteilung ein. In einer Art Mitose erfolgt die Trennung der beiden Chromatiden. Im Ergebnis entstehen vier Spermatozoen mit haploiden Chromosomensatz und einem DNA-Gehalt von $1n$ ($22x$ bzw. $22y$).

Spermatogonie A (diploid) teilt sich zu weiteren diploiden Sparmatogonien A_1 ...

Eine Spermatogonie A_1 führt 3 Mitosen durch.
Es entstehen 8 B Spermatogonien

1. Mitose → 2 Zellen, **2. Mitose** → 4 Zellen, **3. Mitose** → 8 Zellen



Aus einem Spermatozyten I. Ordnung mit einem DNA-Gehalt von $4n$ gehen insgesamt 4 haploide Spermien mit einem DNA-Gehalt von $1n$ hervor.

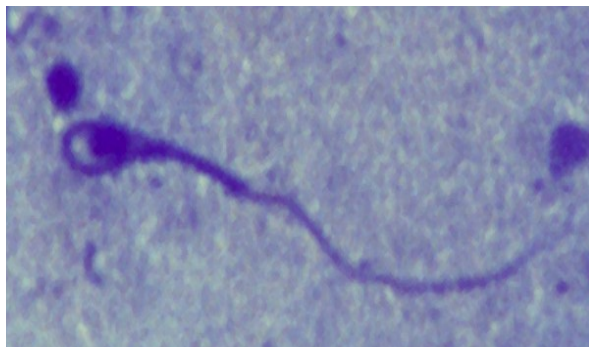
Spermiogenese

Differenzierung der noch rundkernigen haploiden Spermatiden zu reifen etwa 60 μm langen Spermien. Lichtmikroskopisch können Kopf-, Mittel- und Schwanzstück unterschieden werden. Der Kopf hat in der Aufsicht eine ovale Gestalt und enthält neben dem Erbgut das Akrosom. Im Akrosom sind hydrolytische Enzyme (Hyaluronidase, Akrosin) enthalten, die für das Durchdringen der weiblichen Corona radiata und Zona pelucida notwendig sind.

Der Spermienhals sichert als Gelenkstück zwischen Kopf und Hals die Beweglichkeit der Samenzellen und enthält das proximale Zentriol sowie die Reste des distalen Zentriols. Dies ist dahingehend von Bedeutung, weil die Eizelle kein Zentriol mehr besitzt und diese Zellorganelle für die erste Teilung der befruchteten Zygote unbedingt erforderlich ist.

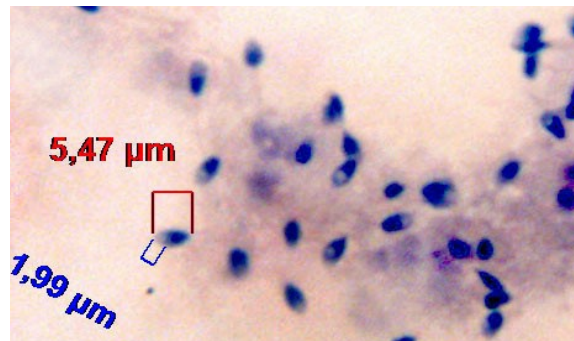
Das Schwanzstück gelangt bei der Befruchtung nicht in die Eizelle. Es dient der Beweglichkeit und enthält unter anderen Mitochondrien, Kinozilien, eine Ringfaserscheibe und Mikrotubuli.

Abb. 11 Spermium Mensch, Anilinblau



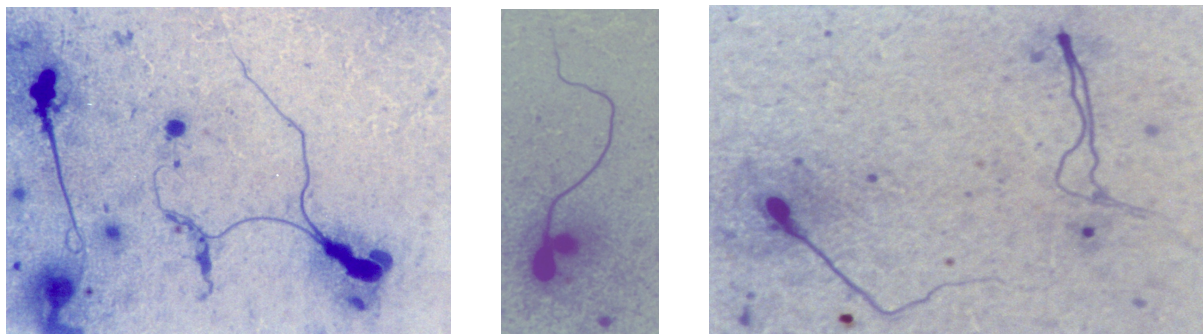
gut ausgeprägtes Akrosom

Abb. 12 Spermien Mensch, Pap-Färbung



Köpfe mit Akrosom deutlich differenzierbar
die Schwanzstücke sind nicht sichtbar

Abb. 13 bis 15 fehlende Akrosome und Anomalien



Spermiogenese

Differenzierung der noch rundkernigen haploiden Spermatiden zu reifen etwa 60 µm langen Spermien. Lichtmikroskopisch können Kopf-, Mittel und Schwanzstück unterschieden werden. Der Kopf hat in der Aufsicht eine ovale Gestalt und enthält neben dem Erbgut das Akrosom. Im Akrosom sind hydrolytische Enzyme (Hyaluronidase, Akrosin) enthalten, die für das Durchdringen der weiblichen Corona radiata und Zona pelucida notwendig sind.

Der Spermienhals sichert als Gelenkstück zwischen Kopf und Hals die Beweglichkeit der Samenzellen und enthält das proximale Zentriol sowie die Reste des distalen Zentriols. Dies ist dahingehend von Bedeutung, weil die Eizelle kein Zentriol mehr besitzt und diese Zellorganelle für die erste Teilung der befruchteten Zygote unbedingt erforderlich ist.

Das Schwanzstück gelangt bei der Befruchtung nicht mit in die Eizelle. Es dient der Beweglichkeit und enthält unter anderen Mitochondrien, Kinozilien, einer Ringfaserscheibe und Mikrotubuli.