



Title	HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNG DER KINETIK DER SPERMATOGENESE BEIM MINK (MUSTELA VISON) : II SAMENEPITHELWELLE IN DER PAARUNGSZEIT
Author(s)	TIBA, Tosiro; ISHIKAWA, Tsune; MURAKAMI, Akira
Citation	Japanese Journal of Veterinary Research, 16(4), 159-181
Issue Date	1968-12
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/jjvr.16.4.159">https://doi.org/10.14943/jjvr.16.4.159</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/1917">https://hdl.handle.net/2115/1917</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	KJ00002369742.pdf



HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNG DER KINETIK  
DER SPERMATOGENESE BEIM MINK  
(*MUSTELA VISON*)

II SAMENEPITHELWELLE IN DER PAARUNGSZEIT\*<sup>1</sup>

Tosiro TIBA, Tsune ISHIKAWA  
und Akira MURAKAMI\*<sup>2</sup>

*Institut für Veterinäre Obstetrik  
Tierärztliche Fakultät  
Hokkaido-Universität, Sapporo, Japan*

(Eingegangen am 12. Oktober 1968)

EINLEITUNG

Im vorherigen Bericht<sup>14)</sup> haben die Verfasser die histologischen Bilder der Zellgemeinschaften im Samenepithelzyklus in der Paarungszeit beschrieben. Auf Grund dieser Beobachtung haben wir diesmal die Samenepithelwelle in derselben Zeit untersucht. Wie schon im letzten Bericht berührt, ist bis jetzt noch keine endgültige Einigung darüber erzielt worden, ob die Frequenz des Stadiums im Samenepithelzyklus erhebliche Unterschiede beim Einzelindividuum oder -hoden erkennen lässt. Es scheint jedoch den Verfassern, dass jene Ansicht<sup>1,7,9,11)</sup> nicht unbedingt widergelegt werden dürfte, nach der die Verteilung dieser Frequenzen, obgleich sie zwischen den Spezies wechselnd ist, bei einer jeden Tierart doch ziemlich konstant aufrechterhalten bleibt. In der Tat haben einige Untersucher<sup>4,10)</sup> auf Grund dieser Anschauung die absolute Zeitdauer eines ganzen Samenepithelzyklus sowie eines jeden Stadiums in dem Zyklus theoretisch ausrechnen können.

Nun versteht es sich von selbst, dass die Begriffe „Zyklus“ und „Welle“ nichts anderes als das sind, was sich dann bildet, wenn eine Art Phänomen der histophysiologischen Veränderung im Samenepithel von zwei verschiedenen Gesichtspunkten „Zeit“ und „Raum“ aus gefasst wird. Dann muss sich eine Regel- bzw. Gesetzmässigkeit im Zyklus natürlich auch in der Welle, aber in einer anderen Form ausdrücken. Hat man solch eine Gesetzmässigkeit in der Welle entdecken können? Ein unanfechtbarer Beweis fürs Vorhandensein einer allgemein anerkekbaren Gesetzmässigkeit ist, soweit den Verfassern bekannt ist, noch nicht erbracht. Lassen Sie uns hier einige zusammenfassende Erklärungen der Welle in den

\*<sup>1</sup> Referat, erstattet in der 64. Sitzung der Japanischen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Tokyo, 16. Oktober 1967

\*<sup>2</sup> Shine Mink AG., Hiroshima, Hokkaido

weitbekanntesten Serien über die Fortpflanzungsphysiologie der Tiere anführen: „Unfortunately,“ schreibt ORTAVANT<sup>11)</sup> „the spermatogenic wave is subject to numerous irregularities.“ BISHOP et al. erwähnten: „It now seems very unlikely that the spermatogenic wave is as regular as once believed, ...“

Im Jahre 1965 wurde von einem der Verfasser, TIBA, eine interessante Tatsache über die Welle beim Bullen mitgeteilt. Der Autor erwähnte, dass ein Durchschnittswert aus den in die Kubikwurzel transformierten Segmentlängen in jedem Stadium eine signifikante Differenz zwischen den Stadien erkennen lässt, aber dagegen sich keine solche Differenz zwischen den Individuen sowie zwischen den beiden Hoden ein und desselben Individuums zeigt; und dass die Länge vom Stadium 1 bis zum Stadium 4 immer kleiner wird, und vom Stadium 5 bis zum Stadium 10 hiergegen immer grösser wird. Ist das tatsächlich der Fall, so darf man die ebengenannten Tatsachen unmittelbar als Beweise für die Existenz der Regelmässigkeit in der Welle ansehen. In der vorliegenden Untersuchung ist also die wichtigste Frage, ob dieselben Tatsachen auch beim Mink gefunden werden können oder nicht, mit anderen Worten gesagt, ob die Erfahrungen beim Bullen eine Allgemeingültigkeit für andere Tierarten haben oder nicht. Wäre das auch beim Mink der Fall, dann würde die Richtigkeit des Hinweises von TIBA, nämlich auf das Vorhandensein einer Gesetzmässigkeit in der Welle, immer deutlicher erwiesen werden. Auch ist es eine andere wichtige Aufgabe, den Begriff „Frequenz des Segments“, der zum erstenmal von TIBA in seiner Arbeit über die Bullenspermatogenese gebildet wurde, noch deutlicher zu bestimmen, und somit ihm eine noch wesentlich grössere Bedeutung bei der Funktion der Welle zuzuschreiben.

Klarstellen möchten die Verfasser, dass es in dieser Untersuchung nicht um die Korrelation zwischen Zyklus und Welle geht. Diese Frage wird im folgenden Bericht behandelt werden.

#### MATERIAL UND METHODE

Die Versuchsminke sind dieselben wie beim vorherigen Bericht<sup>14)</sup>, und die Hodengewebestücke für die Untersuchung wurden auf jene Weise entnommen, die schon im vorigen Report<sup>14)</sup> eingehend erklärt wurde.

Um die Welle unmittelbar unter dem Mikroskop beobachten zu können, wurden die Längsschnittpräparate der isolierten Einzelsamenkanälchen mit der Technik hergestellt, deren Einzelheiten schon von TIBA in seiner Untersuchung beim Bullen mitgeteilt wurden.

Allgemein gesagt, sind die Tubuli contorti des Minks nicht so stark geschlängelt wie z. B. die des Bullen, und die Isolierung der Tubuli ist viel leichter als beim Bullen durchzuführen. Auch ist es nicht so schwer, den Einmündungsstück des Samenkanälchens in das Rete testis ohne Verletzung seiner ursprünglichen, trichterförmigen Struktur herauszunehmen. Bei der Praxis der Kanälchenisolierung aus dem Hoden wurde, obgleich die Isolierungsorte nicht für jedes Einzelkanälchen notiert wurden, immer darauf grosse Sorgfalt verwandt, dass

die Tubuli nicht ausschliesslich aus gleichen Orten des Hodens heraus, sondern auch aus allen anderen Teilen herausgezogen werden. Zur Fixierung und Färbung wurden eben wie in der vorherigen Untersuchung<sup>14)</sup> respektive Hellysche Flüssigkeit und Thioin-PAS genommen.

## ERGEBNISSE

### 1 Morphologische Beobachtung der Samenepithelwelle

Die Zahl der zur Beobachtung untergelegten, isolierten Kanälchen sind in Tabelle 1 eingetragen.

Diese Kanälchen erstrecken sich von 0,9 bis längstens 240 mm, durchschnittlich zirka 50 mm lang.

Die Stadien der Segmente in der Welle wurden nach derselben Klassifikation der Zellgemeinschaften wie im letzten Bericht<sup>14)</sup> identifiziert, d. i. nach derjenigen von ORTAVANT<sup>11)</sup>.

1) Grundform der Segmentanordnung Durch die Beobachtung des Längsschnittpräparats des Einzelkanälchens wurde festgestellt, in welcher Reihenfolge die Segmente in jedem Stadium die Kanälchenlängsachse entlang sich zueinander anordnen. Wie schon aus Abbildung 1 ersichtlich ist, kann man die Grundform der Anordnung als solche ansehen: Die Segmente reihen sich nach der wiederholten Reihenfolge der fortlaufenden Nummern des Stadiums aneinander, d. i. wie 1, 2, 3, ..., 8, 1, 2, ...

2) Segmentanordnung, betrachtet vom Rete testis aus Der Tubulus contortus entspringt aus dem Rete testis und kehrt wieder zum Rete zurück. In diesem Sinn hat die Beobachtung der Verbindungsstücke der Samenkanälchen mit dem Rete, d. h. der sogenannten Tubuli recti, eine grosse Bedeutung für die Ermittlung der Segmentanordnung.

Einige Beispiele der in der Nähe der Tubuli recti beobachteten Segmentanordnungen sind in Abbildung 2 angeführt.

Aus der Abbildung versteht man, dass es sich in der Segmentanordnung beim Mink, vom Rete aus gesehen, um zweierlei Arten der Reihenfolge handelt, d. h. absteigende Reihenfolge, wobei die Segmentnummern nach der entgegengesetzten Richtung zum Rete immer

TABELLE 1 Zahl der beobachteten Samenkanälchen

	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	TOTAL
B <sub>1</sub>	26	31	57
B <sub>2</sub>	24	30	54
B <sub>3</sub>	31	28	59
B <sub>4</sub>	38	37	75
Total	119	126	245

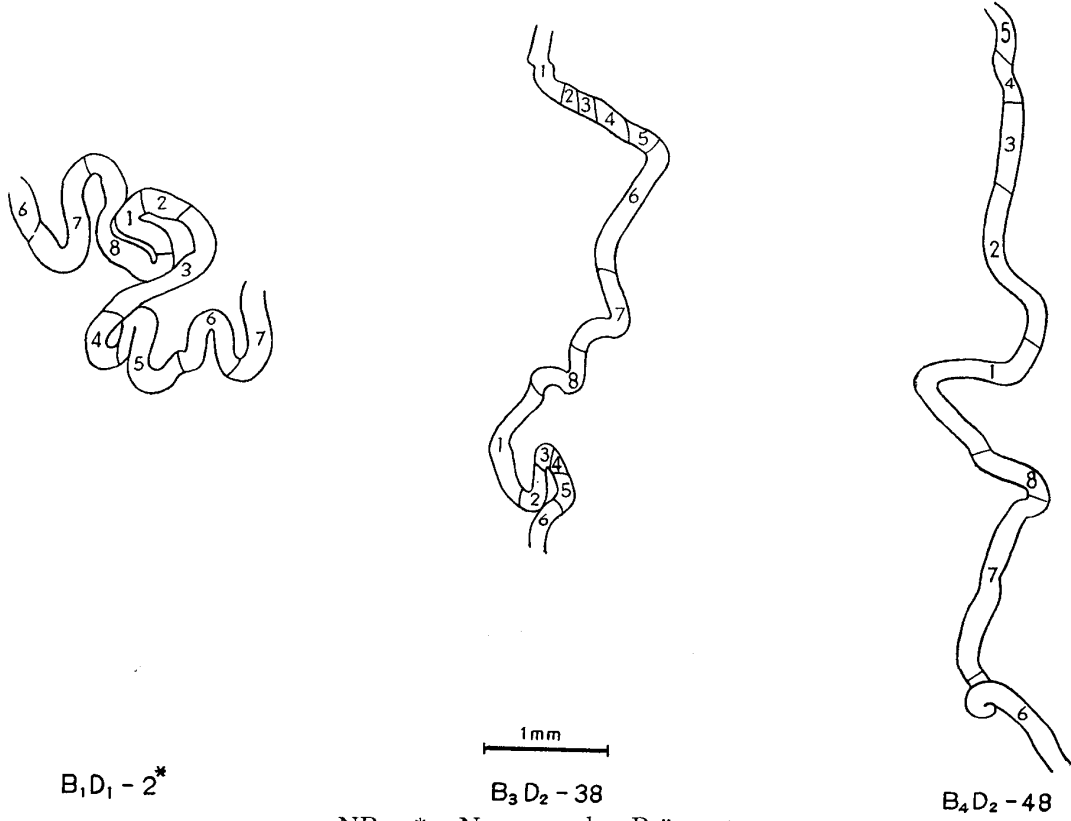
NB. B: Individuum

D<sub>1</sub>: rechtseitiger Hoden

D<sub>2</sub>: linkseitiger Hoden

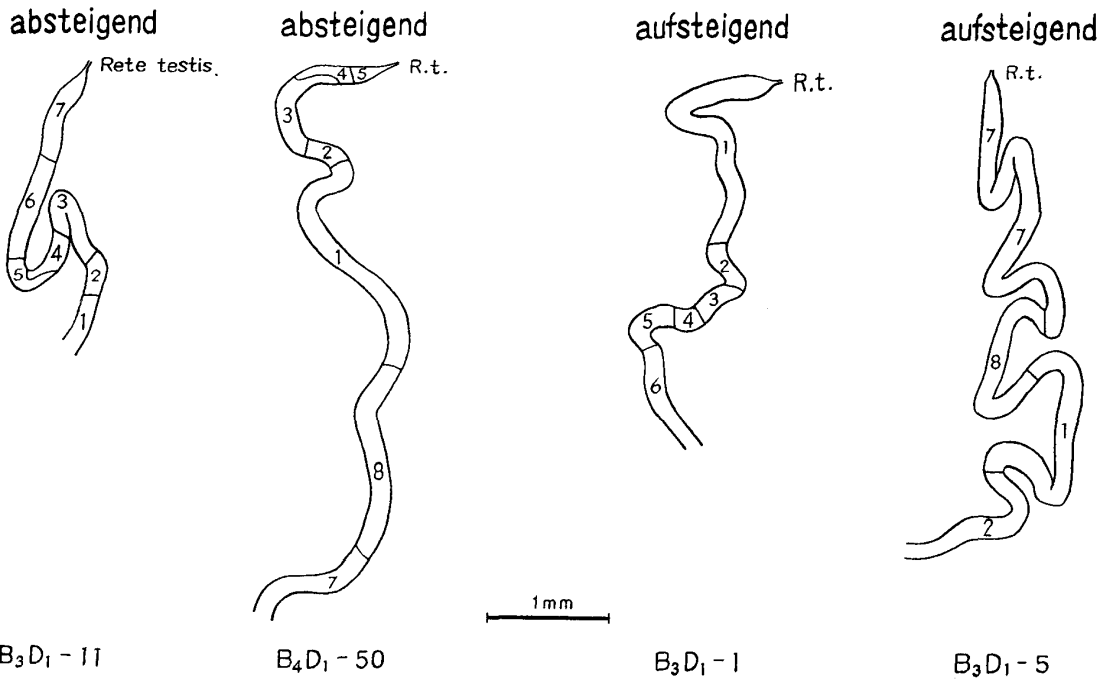
Im folgenden werden dieselben Bezeichnungen gebraucht.

ABBILDUNG 1 Grundform der Segmentanordnung



NB. \*: Nummer des Präparats

ABBILDUNG 2 Segmentanordnung, betrachtet vom Rete testis aus



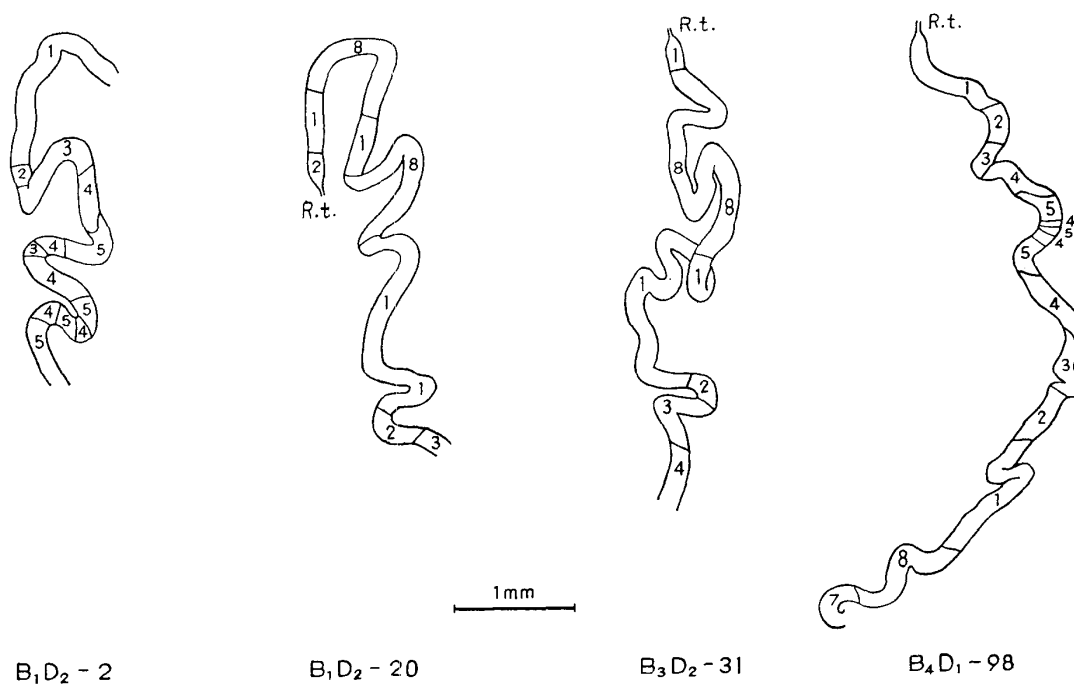
kleiner werden, und, im geraden Gegensatz zu dieser Reihe, aufsteigende Reihenfolge. Die Zahl der Schnittpräparate des mit dem Tubulus rectus versehenen Samenkanälchens, worin sich die Segmente in der absteigenden Reihe aufstellen, und die Zahl derjenigen mit der aufsteigenden Reihe sind respektive in Tabelle 2 eingetragen.

3) Modulation Die Modi der Segmentnummernfolge „absteigend“ und „aufsteigend“

TABELLE 2 Zahl der mit dem Tubulus rectus versehenen Kanälchen—„absteigend“ und „aufsteigend“

		ABSTEIGEND	AUFSTEIGEND
B <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	3	0
	D <sub>2</sub>	6	1
B <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	1	5
	D <sub>2</sub>	5	0
B <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	12	1
	D <sub>2</sub>	7	1
B <sub>4</sub>	D <sub>1</sub>	4	6
	D <sub>2</sub>	4	4
Total		42	18

ABBILDUNG 3 Modulation



sind aber nicht unveränderlicher Natur. Es kommt nämlich sehr oft vor, dass eine Welle, die einmal mit einer der möglichen Reihen der Segmentnummern im Rete beginnt, auf ihrem Wege plötzlich die Reihe wechselt, d. i. beispielsweise von der absteigenden Reihe zur anderen, oder umgekehrt.

Das Phänomen der Modulation ist beim Mink ebenso wie bei anderen Tierarten nicht von besonderer Art. Mehr als die Hälfte aller der beobachteten Kanälchenpräparate lassen die Modulation erkennen.

4) **Kontinuität der Segmentnummer** Hier ist eine Tatsache besonders zu vermerken: Unter der Modulation kommt wohl die Umkehrung der Nummernfolge der Segmente vor, aber es ereignet sich kaum eine Unterbrechung der Kontinuität zweier aneinander grenzender Nummern; mit anderen Worten gesagt, wird die Kontinuität zweier aneinander grenzender Segmentnummern, wie oft die Modulation auch immer geschehen mag, immer fest aufrechterhalten. Wir haben also das Phänomen „Übersprung der Segmentnummer“, wie es von TIBA in seiner Untersuchung beim Bullen berichtet wurde, sehr wenige Fälle (3 Kanälchenpräparate!) ausgenommen, nicht finden können.

5) **Definition der Samenepithelwelle beim Mink** Wir haben schon einige morphologische Grundeigenschaften in der Segmentanordnung beschrieben. Vom Gesichtspunkt dieser Eigenschaften aus betrachtet: Als was soll man den Begriff der Samenepithelwelle beim Mink am richtigsten bestimmen? Wenn man eine klassische Definition<sup>6)</sup> der Welle ohne Vorbehalt auf unsere Fälle überträgt, dann kann es wie folgt ausgedrückt werden: „Eine ganze Serie von Samenepithelsveränderungen, wobei sich die Segmente in allen 8 Stadien die Samenkanälchenlängsachse entlang immer genau nach der wiederholten Reihenfolge der fortlaufenden Segmentnummern und ohne Unregelmässigkeiten wie Modulation aneinander reihen“. In der Praxis aber ist es äusserst schwer, eine Welle aufzufinden, solchen klassischen Bedingungen ganz entspricht, weil, wie schon erwähnt, mehr als die Hälfte aller der beobachteten Kanälchen die Modulation erkennen lassen. Nur bei 5 Fällen haben wir die typische Welle im klassischen Sinn ausfindig machen können. Bei ihnen ordnen sich zwischen zwei gleiche Segmente alle 7 anderen Segmente nach ihrer Nummernfolge ohne Modulation aneinander. Es ist deshalb eine unzulässige Idealisierung, ohne Rücksicht auf das sehr gewöhnliche Phänomen der Modulation die Samenepithelwelle definieren zu wollen. Es ist also vernünftiger, nach dem Beispiel von PEREY et al. bei der Begriffsbestimmung der Welle der Ratte, wie folgt zu definieren: „Die Welle ist eine Reihe der konsekutiven Segmente von 8 möglichen Typen, die nach der Reihenfolge ihrer fortlaufenden Nummern aber oft der Modulation unterworfen aufeinanderfolgen“.

## 2 Quantitative Untersuchung der Samenepithelwelle

In diesem Kapitel handelt es sich um zweierlei Probleme: Länge des Segments und Frequenz des Segments. Ueber den Begriff „Frequenz des Segments“ vergewissere man sich in der TIBAschen Arbeit über Bullen<sup>13)</sup>.

1) **Länge des Segments** Zur Messung der Segmentlänge wurden folgende Techniken verwandt: Zuerst steckt man ein Objektglas mit dem Samenkanälchenschnittpräparat direkt in den Bildschieber des Projektionsapparats hinein, projiziert das Präparat auf die Leinwand mit einer bestimmten Vergrösserung, und zeichnet die Umrisse des Schattenbilds des Kanäl-

chens genau auf einem Pauspapier ab. Nach der Abzeichnung beobachtet man mikroskopisch die Grenze zwischen einem jeden Segment in dem betreffenden Kanälchenpräparat, und dann zeichnet die Lage der Grenzlinie möglichst genau in die Skizze der Kanälchenumrisse ein. Man misst die Länge des solcherweise abgezeichneten und fast ausnahmslos geschlängelten Segmentbilds mit dem Zirkel ab. Nach dieser Methode ist die wirkliche Länge des Segments aus der Schritt-Zahl des Zirkels zu berechnen. In der vorliegenden Untersuchung wird also die Länge nicht im metrischen System, sondern immer in der Schritt-Zahl des Zirkels ausgedrückt.

Aus der statistischen Prüfung ergab sich, dass sich die auf die obenerwähnte Weise gemessenen Segmentlängen ohne sich zu transformieren schon beinahe normal verteilen. Somit wurde unmittelbar aus diesen (nicht transformierten) Werten eine Durchschnittslänge in jedem Stadium von jedem Einzelhoden genommen (Tab. 3).

TABELLE 3 *Durchschnittslänge des Segments*

		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>
B <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	14,323 (17)	5,363 (11)	7,500 (15)	5,047 (21)	5,285 (14)	21,909 (11)	32,000 (2)	14,000 (14)
	D <sub>2</sub>	20,850 (10)	6,769 (13)	5,210 (19)	5,145 (31)	7,250 (22)	23,875 (8)	16,500 (3)	21,285 (7)
B <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	14,562 (8)	6,727 (11)	11,166 (9)	3,678 (14)	3,708 (12)	17,000 (6)	28,333 (6)	9,562 (8)
	D <sub>2</sub>	16,133 (15)	6,781 (16)	8,338 (31)	5,852 (44)	6,153 (26)	30,961 (13)	25,944 (9)	10,941 (17)
B <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	20,111 (9)	11,687 (8)	6,041 (24)	7,241 (29)	4,500 (16)	14,833 (3)	36,375 (4)	15,863 (11)
	D <sub>2</sub>	16,550 (10)	8,375 (16)	4,370 (31)	5,125 (28)	4,964 (14)	15,055 (9)	19,666 (3)	17,000 (8)

NB. C: Stadium

Die eingeklammerten Ziffern sind die Zahl der gemessenen Segmente.

Die Durchschnittslänge im metrischen System ist nach der folgenden Gleichung auszurechnen:

$$\text{obige Werte} \times \frac{0,95 \text{ mm}}{13,4}$$

hier 0,95 mm: Weite zwischen den Beinen des Zirkels  
13,4: Vergrößerungskraft bei der Projektion

In Tabelle 3 sind keine Daten bezüglich des Individuums B<sub>4</sub> eingetragen. Weil bei diesem Individuum die Frequenz der Stadien, wie im vorherigen Bericht<sup>14)</sup> erwähnt, eine andere Verteilung als die bei allen anderen Individuen zeigt, sahen wir diesen Fall als Ausnahme an und machten ihn nicht zum Gegenstand bei der allgemeinen Betrachtung über die Frequenz des Stadiums. Auch in einer späteren Untersuchung der Korrelation zwischen Stadiumsfrequenz und Segmentlänge soll deswegen dasselbe Individuum ebenso wie vorher ausgeschlossen werden. Aus diesen Gründen wurde es bewussterweise vermieden, die beim Individuum B<sub>4</sub> erzielten Resultate in Tabelle 3 aufzuzeigen.

Wenn man jetzt  $B_1D_1, B_1D_2, \dots, B_3D_2$  in der Tabelle 3 respektive durch  $T_1, T_2, \dots, T_6$  ersetzt und die Varianzanalyse durchführt, so erhält man :

TABELLE 4 *Varianzanalyse über die Segmentlänge*

FAKTOREN	QUADRATSUMME	FREIHEITSGRADE	VARIANZ
T	59,043	5	11,808
C	2643,324	7	377,617***
T × C	614,778	35	17,565
TC	3317,146	47	

$$F_{3,5}^5(0,001) = 5,330 \quad F_{3,5}^5(0,01) = 3,595 \quad F_{3,5}^5(0,05) = 2,485$$

$$F_{3,5}^7(0,001) = 4,630 \quad F_{3,5}^7(0,01) = 3,214 \quad F_{3,5}^7(0,05) = 2,292$$

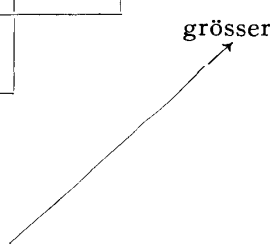
NB. \*\*\*: Signifikanz  $P < 0,001$   
 \*\*: Signifikanz  $P < 0,01$   
 \*: Signifikanz  $P < 0,05$

Im folgenden werden dieselben Bezeichnungen gebraucht.

Wie aus Tabelle 4 ersichtlich ist, werden die Differenzen zwischen den Stadien als signifikant erkannt ( $P < 0,001$ ), aber die Unterschiede zwischen den Hoden nicht. Bei dieser Gelegenheit wird bemerkt, dass dieselbe Analyse für alle Daten mit Einschluss der Resultate beim Individuum  $B_4$  ergibt, dass, ebenso wie unter Ausschluss des betreffenden Falls, nur die Differenz zwischen den Stadien als signifikant erkannt wird.

TABELLE 5 *Differenz der durchschnittlichen Segmentlänge zwischen je zwei Stadien*

**	**	**	**	**	**		$C_7$ 158,818
**	**	**	**				$C_6$ 123,633
**	**	**	**			$C_1$ 102,529	
**	**	*			$C_8$ 88,651		
					$C_2$ 45,702		
					$C_3$ 42,625		
					$C_4$ 32,088		
					$C_5$ 31,860		



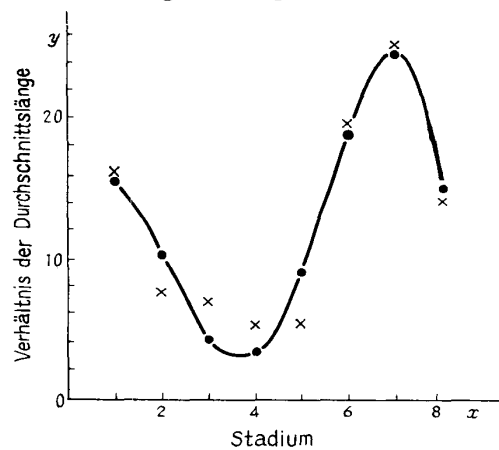
Nun weisen die Ergebnisse der Varianzanalyse in Tabelle 4 darauf hin, dass man aus allen 6 Werten für ein jedes Stadium in Tabelle 3 einen Durchschnitt nehmen darf (d. h. eine durchschnittliche Segmentlänge in jedem Stadium ohne Rücksicht auf die nicht signifikante Differenz zwischen den Einzelhoden). Man berechne also den Durchschnitt aus den Daten in Tabelle 3 und prüfe die Signifikanz der Differenz in dieser Durchschnittslänge zwischen je zwei Stadien unter Anwendung der Methode der WSD (wholly-significant difference method) (Tab. 5).

Die Vertrauensgrenzen des Verhältnisses (%) einer jeden Durchschnittslänge zur anderen werden in Tabelle 6 geliefert.

TABELLE 6 Vertrauensgrenzen des Verhältnisses (%) der durchschnittlichen Segmentlänge in 6 Hoden

	$P \geq 95 \%$	$P \geq 99 \%$
C <sub>1</sub>	14,0 $\geq$ 16,3 $\geq$ 18,8	12,8 $\geq$ 16,3 $\geq$ 20,3
C <sub>2</sub>	5,4 $\geq$ 7,2 $\geq$ 9,3	4,4 $\geq$ 7,2 $\geq$ 10,6
C <sub>3</sub>	4,3 $\geq$ 6,7 $\geq$ 9,6	3,2 $\geq$ 6,7 $\geq$ 11,4
C <sub>4</sub>	4,3 $\geq$ 5,1 $\geq$ 5,9	3,8 $\geq$ 5,1 $\geq$ 6,5
C <sub>5</sub>	4,0 $\geq$ 5,0 $\geq$ 6,2	3,4 $\geq$ 5,0 $\geq$ 7,0
C <sub>6</sub>	14,3 $\geq$ 19,5 $\geq$ 25,2	11,6 $\geq$ 19,5 $\geq$ 28,7
C <sub>7</sub>	18,7 $\geq$ 25,1 $\geq$ 32,1	15,4 $\geq$ 25,1 $\geq$ 36,3
C <sub>8</sub>	9,9 $\geq$ 14,0 $\geq$ 18,7	7,9 $\geq$ 14,0 $\geq$ 21,6

ABBILDUNG 4 Korrelation zwischen Stadium und Verhältnis (%) der durchschnittlichen Segmentlänge



$$y = -0,187x^4 + 2,876x^3 - 13,005x^2 + 16,445x + 9,421$$

NB. ● berechnete Werte

× beobachtete Werte

Im folgenden werden dieselben Bezeichnungen gebraucht.

Abbildung 4 zeigt, dass bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate die Regressionskurve  $y$  (Verhältnis der durchschnittlichen Segmentlänge in jedem Stadium) mit Bezug auf  $x$  (Stadium) folgende Gleichung ergibt:

$$y = -0,187 x^4 + 2,876 x^3 - 13,005 x^2 + 16,445 x + 9,421$$

2) **Frequenz des Segments** Angenommen, dass man an unendlich vielen Samenkanälchenlängsschnitten die Segmente in jedem Stadium ohne Rücksicht auf ihre Längen durchzählt, und dass dabei sich die Segmente immer ganz regelmässig in der wiederholten Reihenfolge der fortlaufenden Nummern und ganz ohne Unregelmässigkeit wie z. B. Modulationen ordneten, dann müssten theoretisch die Totalzahlen der einzelnen Segmente einander ganz gleich werden, mit anderen Worten gesagt, würde man hierbei ein und dieselbe Frequenz der Segmente für alle Stadien erhalten. Befällt aber die Modulation einmal die Segmente in einem gewissen Stadium, dann wird dadurch verursacht werden, dass die Frequenz des Segments in diesem Stadium von derjenigen in anderen Stadien mehr oder weniger abweicht. Auf Grund dieser theoretischen Betrachtung kann man eine Hypothese aufstellen: Die Frequenz des Segments stellt sich als ein Massstab dar, mit dem festgestellt werden kann, in welcher Häufigkeit sich die Segmente in jedem Stadium der Modulation unterwerfen; falls andere Unregelmässigkeiten als die Modulation vorhanden sind, so sind damit die Voraussetzungen verändert und die Annahme gilt nicht.

Auf Grund dieser Hypothese wurde eine Ermittlung der Frequenz des Segments angestellt. Bei dieser Ermittlung aber stellt sich die Frage, ob man auch das ans Rete testis grenzende Segment hinzuzählen soll oder nicht. An dieses Segment grenzt nur ein anderes, dem Rete gegenüberliegendes Segment. Alle anderen Segmente haben dagegen immer zwei Nachbarsegmente, und zwar je ein Segment von links und eins von rechts. Wie schon aus den bereits beschriebenen Grundeigenschaften in der Segmentanordnung leicht vermutlich ist, muss zur Aufrechterhaltung der Kontinuität der Segmentnummer höchstwahrscheinlich eine Art regulatorische Wechselwirkung zwischen zwei nebeneinander liegenden Segmenten vorhanden sein. Durch diese Regulierung würde es ermöglicht, dass der Uebergang eines Segments ins nächste, mit anderen Worten die Evolution der Zellgemeinschaft von einem Stadium zum anderen (d. i. also die Stadiumsveränderung im Samenepithelzyklus) immer in sehr enger Beziehung zu den Entwicklungsstufen seiner Nachbarsegmente bald beschleunigt, bald verlangsamt wird. Was das ans Rete grenzende Segment anbelangt, handelt es sich zwischen dem betreffenden Segment und seinem einzigen Nachbarsegment vollzieht. Bei allen anderen Segmenten aber kommen die wechselseitigen Beeinflussungen in Frage, die sich zwischen einem in der Mitte liegenden Segment und seinen beiderseitigen Nachbarsegmenten vollziehen (in Wirklichkeit beteiligen sich vermutlich noch mehrere Segmente und wahrscheinlich andere unbekannte Faktoren an der Wechselwirkung, hier aber ist es zweckmässiger und vernünftiger, die Frage wie oben zu vereinfachen). Also dürfte hier die Annahme nicht unbedingt abgelehnt werden, dass die zeitliche Veränderung der Zellgemeinschaft in dem ans Rete grenzenden Segment, d. h. der Zyklus in dem ans Rete grenzenden Segment, möglicherweise von der in allen anderen Segmenten abweichend wäre. Jetzt kommt es in Frage, ob ein abweichender Zyklus in einem bestimmten Segment einen Einfluss auf die Frequenz des Segments ausüben kann oder nicht. Allgemein gesagt muss die Abweichung des Zyklus als eine selbstverständliche Folge eine Veränderung in der Verteilung der Frequenz

des Segments hervorrufen. Denn der Begriff „Frequenz des Segments“ bedeutet nichts anderes als dass man die Zyklen in einer Reihe von aufeinanderfolgenden Zellgemeinschaften vom Gesichtspunkt „Raum“ aus betrachtet.

Aus den obigen Darlegungen versteht man, dass es nicht ganz unvernünftig ist, bei der Ermittlung der Frequenz des Segments das in Frage stehende Segment nicht mitzuzählen. Aus diesen Gründen wurde festgesetzt, das betreffende Segment von der Durchzählung auszuschliessen.

Bei der Durchzählung der Segmente stellt sich noch eine andere schwierige Frage: Beim Präparieren der Längsschnitte reissen die Segmente an den beiden Enden eines isolierten Kanälchens fast ausnahmslos ab. Darf man auch diesen Segmentstumpf am Ende des Kanälchenpräparats—im folgenden wird dieser Stumpf als Stumpfsegment bezeichnet—mit einzählen? Wenn man die Frequenz des Segments unabhängig von der Länge des Segments behandeln will, dann soll man diese Stumpfsegmente, wie kurz sie auch sein mögen, hinzuzählen; denn der Begriff „Frequenz des Segments“ hat ursprünglich gar keine Beziehung zur Länge des Segments. Wenn man aber eine Korrelation zwischen Segmentfrequenz und -länge in Frage stellt, dann darf man die Stumpfsegmente nicht hinzuzählen, weil man ihre ursprünglichen Längen nicht mehr kennen kann, und weil man daher auch keinen Mittel finden kann, um die Korrelation untersuchen zu können.

Aus diesen Gründen haben wir die beiden obengenannten Zählungsweisen angewandt, d. i. die Methode, womit das Stumpfsegment hinzugezählt wird, und die andere Methode, wobei dasselbe nicht hinzugezählt wird.

a) Frequenz des Segments—Stumpfsegment hinzugezählt: Die erzielten Ergebnisse sind in Tabelle 7 geliefert. Auch hier sind die Untersuchungsergebnisse beim Individuum B<sub>4</sub> aus demselben Grund wie bei der vorstehenden Untersuchung der Segmentlänge ausgeschlossen.

TABELLE 7 Zahl der beobachteten Segmente—Stumpfsegment hinzugezählt

		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	TOTAL
B <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	24	16	18	22	19	15	20	20	154
	D <sub>2</sub>	17	19	31	38	26	19	13	15	178
B <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	18	14	13	19	15	15	15	14	123
	D <sub>2</sub>	29	25	33	48	30	25	22	21	233
B <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	16	12	30	36	20	15	13	18	160
	D <sub>2</sub>	19	19	36	36	18	17	15	18	178

Der  $\chi^2$ -Test über die Resultate in Tabelle 7 ergibt, dass die Differenzen in der Verteilung der Frequenz zwischen den Hoden mit  $P < 0,05$  nicht als signifikant erkannt werden ( $\chi^2_3 = 26,724$ ). Bei dieser Gelegenheit wird bemerkt, dass dabei auch dieselben Resultate erzielt wurden, wenn man die Daten aus dem Individuum B<sub>4</sub> einschloss und denselben Test durchführte.

Die Vertrauensgrenzen der Frequenz jedes Segments in den 6 Hoden werden in Tabelle 8 eingetragen.

Abbildung 5 zeigt, dass bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate die Regres-

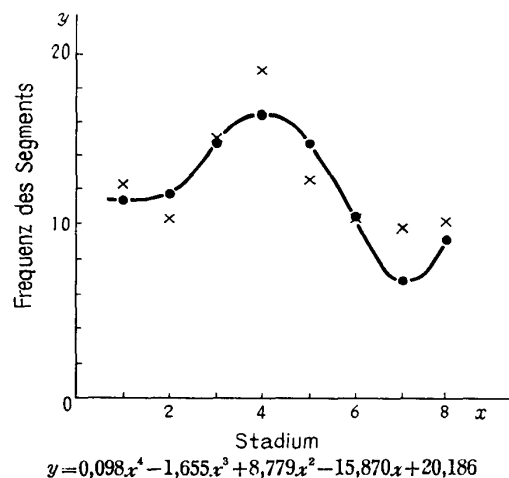
TABELLE 8 Vertrauensgrenzen der Frequenz jedes Segments in 6 Hoden—Stumpfsegment hinzugezählt

	$P \geq 95\%$	$P \geq 99\%$
C <sub>1</sub>	9,6 $\geq$ 12,1 $\geq$ 14,8	8,3 $\geq$ 12,1 $\geq$ 16,4
C <sub>2</sub>	8,7 $\geq$ 10,2 $\geq$ 11,8	7,9 $\geq$ 10,2 $\geq$ 12,7
C <sub>3</sub>	11,4 $\geq$ 15,3 $\geq$ 19,7	9,4 $\geq$ 15,3 $\geq$ 22,3
C <sub>4</sub>	15,5 $\geq$ 18,9 $\geq$ 22,7	13,6 $\geq$ 1,89 $\geq$ 24,9
C <sub>5</sub>	10,9 $\geq$ 12,4 $\geq$ 14,0	10,1 $\geq$ 12,4 $\geq$ 14,9
C <sub>6</sub>	9,3 $\geq$ 10,4 $\geq$ 11,5	8,7 $\geq$ 10,4 $\geq$ 12,1
C <sub>7</sub>	7,4 $\geq$ 9,6 $\geq$ 12,2	6,2 $\geq$ 9,6 $\geq$ 13,7
C <sub>8</sub>	8,8 $\geq$ 10,5 $\geq$ 12,3	7,9 $\geq$ 10,5 $\geq$ 13,4

sionskurve  $y$  (Durchschnittsfrequenz des Segments) in Bezug auf  $x$  (Stadium) folgende Gleichung ergibt:

$$y = 0,098x^4 - 1,655x^3 + 8,779x^2 - 15,870x + 20,186$$

ABBILDUNG 5 Korrelation zwischen Durchschnittsfrequenz des Segments und Stadium—Stumpfsegment hinzugezählt



b) Frequenz des Segments—Stumpfsegment nicht hinzugezählt: Die gewonnenen Ergebnisse sind in Tabelle 9 aufgezeigt.

Aus dem  $\chi^2$ -Test über die Resultate in Tabelle 9 ergibt sich, dass die Differenzen in der Verteilung der Frequenz zwischen den Hoden mit  $P < 0,05$  nicht als signifikant erkannt werden ( $\chi^2_3 = 35,510$ ). Nebenbei bemerkt werden die Resultate desselben Tests nicht dadurch beeinflusst, wenn die Daten von dem Individuum B<sub>4</sub> einbezogen werden.

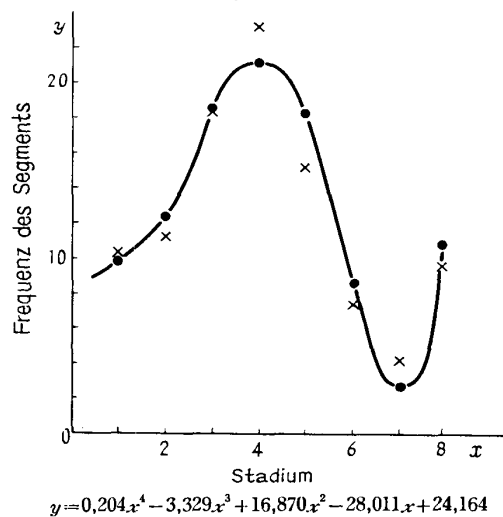
Abbildung 6 zeigt, dass bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate die Regressionskurve  $y$  (Durchschnittsfrequenz jedes Stadiums) mit Bezug auf  $x$  (Stadium) folgende Gleichung ergibt:

$$y = 0,204x^4 - 3,329x^3 + 16,870x^2 - 28,011x + 24,164$$

TABELLE 9 Zahl der beobachteten Segmente—Stumpfsegment nicht hinzugezählt

		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	TOTAL
B <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	17	11	15	21	14	11	2	14	105
	D <sub>2</sub>	10	13	19	31	22	8	3	7	113
B <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	8	11	9	14	12	6	6	8	74
	D <sub>2</sub>	15	16	31	44	26	13	9	17	171
B <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	9	8	24	29	16	3	4	11	104
	D <sub>2</sub>	10	16	31	28	14	9	3	8	119

ABBILDUNG 6 Korrelation zwischen Durchschnittsfrequenz des Segments und Stadium—Stumpfsegment nicht hinzugezählt



Wie schon verdeutlicht, kann die Signifikanz der Differenz in der Verteilung der Frequenz zwischen den Hoden nicht dadurch beeinflusst werden, ob man das Stumpfsegment mit einzählt oder nicht. Aber wenn man die beiden Regressionskurven miteinander vergleicht (Abb. 5 & 6), so findet man einen grossen Unterschied in der Verteilung der Frequenzen zwischen den beiden Kurven. Um zu prüfen, ob dieser Unterschied sicher als signifikant erkannt wird, wurde deshalb der  $\chi^2$ -Test angewandt. Der Unterschied wird mit  $P < 0,001$  als signifikant erkannt ( $\chi^2_s = 34,610$ ).

3) Frequenz des Stadiums im Stumpfsegment Bei der Isolierung des Samenkanälchens aus dem Hoden ist es beinahe unmöglich, ein ganzes Kanälchen, das aus dem Rete testis entspringt und wieder zu demselben Ort zurückkehrt, ohne Schädigung herauszunehmen. Die langen Kanälchen reissen, wie schon bemerkt, in den meisten Fällen versehentlich ab, oder sie werden bisweilen, weil ein zu langes Kanälchen in der Präparationstechnik schwer zu behandeln ist, sogar absichtlich in einige kürzere Stücke zerschnitten. Dabei kann man

selbstverständlich nicht vorher wissen, in welchem Stadium sich das abgeschnittene Segment befand. Aber andererseits ist nicht auszuschliessen, dass die Segmente in einem bestimmten Stadium besonders leicht zerreißen. Unter diesen Umständen ist die Voraussetzung möglich, dass verschiedenerlei Faktoren einen Einfluss darauf ausüben könnten, welches Stadium das Stumpfsegment besonders oft erkennen lässt, mit anderen Worten gesagt, wie sich die Auftretshäufigkeit jedes Stadiums im Stumpfsegment verteilt (d. i. die Frequenz des Stadiums im Stumpfsegment). Solche Faktoren müssen wahrscheinlich verschiedenartiger und komplizierter als die Faktoren sein, die die Frequenz des Segments im gewöhnlichen Sinn beeinflussen. Die Verteilung der in Frage stehenden Frequenz könnte daher möglicherweise von derjenigen der Frequenz des Segments im gewöhnlichen Sinn verschieden sein.

Obwohl die Frage über diese Frequenz vielleicht im Gebiet der Kinetik der Spermatogenese nur von nebensächlicher Bedeutung ist, kann sie doch in dem Sinn zu untersuchen wert sein, dass durch Untersuchung über diese Frequenz eine unbekannte und über Erwarten interessante Seite entdeckt werden könnte, und dadurch unsere Kenntnisse über die Kinetik der Spermatogenese noch mehr erweitert werden könnten.

Es wurde also eine Ermittlung der Frequenz des Stadiums im Stumpfsegment durchgeführt. Die gewonnenen Ergebnisse sind in Tabelle 10 geliefert.

TABELLE 10 *Zahl der im Stumpfsegment beobachteten Stadien*

		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	TOTAL
B <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	7	5	3	1	5	4	18	6	49
	D <sub>2</sub>	7	6	12	7	4	11	10	8	65
B <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	10	3	4	5	3	9	9	6	49
	D <sub>2</sub>	14	9	2	4	4	12	13	4	62
B <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	7	4	6	7	4	12	9	7	56
	D <sub>2</sub>	9	3	5	8	4	8	12	10	59

Was kann man an diesen Resultaten ablesen? Um einen Anhaltspunkt für die Lösung dieser Frage zu finden, haben wir folgende Prüfungen über die obengenannten Daten angestellt.

- i) Unterschied zur Wahrscheinlichkeit 1/8: Angenommen, dass jedes Stadium ganz zufällig im Stumpfsegment vorkommt, dann muss die Frequenz jedes Stadiums respektive 1/8 sein.
- ii) Unterschied zu der Frequenz des Stadiums im Samenepithelzyklus: Angenommen, dass die Frequenz eines gewissen Stadiums im Stumpfsegment, ebenso wie bei derjenigen im Samenepithelzyklus<sup>14)</sup> von dem Totalvolumen abhängig sei, das all das Segment in dem betreffenden Stadium ursprünglich im ganzen Hoden einnahm, dann ist keine signifikante Differenz zwischen den zwei Frequenzen zu erkennen.
- iii) Unterschied zu dem Verhältnis der Durchschnittslänge des Segments: Wenn man keine signifikante Differenz zwischen der betreffenden Frequenz und dem Verhältnis der durchschnittlichen Segmentlänge (Tab. 6 & Abb. 4) findet, so darf man annehmen, dass je länger die Durchschnittslänge eines Segments wird, desto häufiger sich dasselbe

TABELLE 11 *Resultate der verschiedenen Prüfungen über die Frequenz des Stadiums im Stumpfsegment ( $\chi^2$ -Werte)*

		UNTERSCHIED ZUR WAHRSCHEINLICHKEIT 1/8	UNTERSCHIED ZU DER FREQUENZ DES STADIUMS IM SAMENEPITHELZYKLUS		UNTERSCHIED ZU DEM VERHAELTNIS DER DURCHSCHNITTLAENGE DES SEGMENTS	
			AN JEDEM EINZELNEN HODEN	AN DURCHSCHNITTSWERT AUS 6 HODEN	AN JEDEM EINZELNEN HODEN	AN DURCHSCHNITTSWERT AUS 6 HODEN
B <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	30,180***	27,600***	12,840	10,486	10,116
	D <sub>2</sub>	6,257	21,241**	8,711	35,411***	21,358**
B <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	9,282	12,025	12,051	9,432	4,394
	D <sub>2</sub>	20,835**	34,816***	25,458**	14,245*	10,606
B <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	6,854	7,244	5,909	17,057*	10,252
	D <sub>2</sub>	9,199	12,766	7,522	10,355	11,274

Segment als Stumpf erkennen lässt.

Um die Signifikanzen der obengenannten Unterschiede zu prüfen, wurde der  $\chi^2$ -Test angewandt (Tab. 11).

In den in Tabelle 11 gezeigten Resultaten kann man keine Tatsache finden, die deutlich darauf hinweisen würde, wovon die Verteilung der Frequenz des Stadiums im Stumpfsegment beherrscht wird.

#### DISKUSSION

##### Morphologische Veränderungen der Samenepithelwelle

In den morphologischen Veränderungen der Samenepithelwelle beim Mink kann man keine besonders nennenswerten Phänomene finden, nur dass die vom Rete testis aus betrachtete Reihenfolge der Segmentanordnung in dem Sinn etwas interessant ist, dass uns das Verhältnis zwischen dem Rete und der Reihe der Segmentanordnung eine wichtige Information für Einschätzung der Rolle des Rete bei den Entstehungsmechanismen der Welle liefern kann. Nach den Angaben der Voruntersucher<sup>5,12)</sup> über dieses Verhältnis stellten sich die Segmente bei der Ratte und Maus in dem dem Rete nächstliegenden Teil des Samenkanälchens immer in der absteigenden Reihe auf, aber man fand beim Kaninchen in demselben Teil des Kanälchens immer zweierlei Reihen, d. h. die absteigende und aufsteigende. Bei unseren eigenen Untersuchungen am Mink handelt es sich, wie vorerwähnt, um zweierlei Arten von Reihen, und somit sind die Verhältnisse ganz gleich wie beim Kaninchen.

Jedermann wird leicht zu einer Voraussetzung verführt, dass das Rete eine massgebliche Rolle für die Reihenfolge der Segmentanordnung spielen könnte. Diese Annahme ist aber sehr fraglich; denn die Modulation kommt sogar auch bei Ratte und Maus sehr oft vor. Bei diesen Tierarten kann man wohl im Nachbarort des Rete eine bestimmte Regel „absteigende Reihe“ erkennen, aber sie ist nur für einige, dem Rete anliegende Segmente gültig. In anderen distalen Teilen des Kanälchens hat die Regel keine Allgemeingültigkeit mehr, nämlich dort ordnen sich die Segmente bald in der absteigenden Reihe, bald in der aufsteigenden Reihe. Unter diesen Umständen hält die Voraussetzung nicht mehr stand, dass sich die Segmente immer in einem bestimmten Verhältnis mit dem Rete ordneten, mit anderen Worten gesagt, dass sich die Samenepithelwelle in ihrer Bewegung das Rete als Ziel setzte. CLELAND und KRAMER wurden in ihren hypothetischen Erklärungen des Entstehungsmechanismus der Samenepithelwelle endlich dazu geführt: Man darf eher annehmen, dass sich an der Kanälchenwand entlang viele „Zentren“ befinden, aus denen die Welle entsteht und sich nach den beiden Richtungen der Kanälchenlängsachse bewegt, als dass die Welle, wie allgemein angenommen worden ist, vom Rete aus betrachtet, immer in eine einzige

Richtung, aber oft von Modulationen beeinflusst, fortschreitet. Das, was diese Autoren zu dieser Hypothese veranlasste, war nichts anderes als die Modulation, die diesen Untersuchern als eine ganz gewöhnliche Erscheinung sehr oft vor Augen trat.

Es scheint den Verfassern, dass die Richtigkeit der Hypothesen von CLELAND und KRAMER durch die Untersuchungen beim Kaninchen und Mink immer deutlicher erwiesen werden kann. Denn bei diesen Tierarten offenbart sich die Zweideutigkeit der Rolle des Rete für die Reihenfolge der Segmentanordnung, mit anderen Worten für die Bewegungsrichtung der Welle, noch schärfer als bei der Ratte und Maus.

Dass es sich in der Bewegung der Samenepithelwelle um zwei gegeneinander stehende Richtungen handelt, kann auch wie folgt ausgedrückt werden: Die Nummern der nebeneinander liegenden Segmente sind, in welcher Reihenfolge sich die Segmente auch dem Rete testis gegenüber ordnen mögen, immer recht kontinuierlich, wie z. B. 1, 2, 1. Wenn man also eine grundlegende Untersuchung über die kontinuierliche Veränderung des Segments in der Welle anstellen will, dann soll man nicht nur die Vorgänge bis zum Zeitpunkt der erstmaligen Entstehung der Welle, sondern auch die Regulierungsmechanismen für die Aufrechterhaltung der einmal entstandenen Welle vom Gesichtspunkt der Kontinuität der Segmentnummer aus erforschen.

#### Länge des Segments und Frequenz des Segments—ihre Gesetzmässigkeit

Bisher sind manche Untersuchungen publiziert worden, in denen die Autoren auf Grund rein morphologischer Beobachtungen die Abwesenheit einer Gesetzmässigkeit in der Samenepithelwelle beklagt haben. Aber man darf einige, in den letzten Jahren veröffentlichte Berichte nicht ausser Acht lassen, in denen die Autoren auf Grund der Ergebnisse quantitativer Untersuchungen das Vorhandensein einer gesetzmässigen Seite der Samenepithelwelle suggerierten. Nämlich HOCHEREAU und TIBA<sup>13)</sup> entdeckten die Tatsachen, dass die Länge des Segments keinen erheblichen Unterschied zwischen den Individuen oder den Einzelhoden erkennen lässt, und dass das Verhältnis (%) der durchschnittlichen Länge des Segments in einem jeden Stadium der Frequenz desselben Stadiums proportional ist. TIBA sah diese Tatsachen als Beweise für die Existenz einer Gesetzmässigkeit in der Samenepithelwelle an.

Unsere eigenen Untersuchungsergebnisse am Mink ergaben, dass sich die Längen der Segmente ohne Transformation schon beinahe normal verteilen, und dass die durchschnittliche Länge des Segments in jedem Stadium keine signifikante Differenz zwischen den Einzelhoden zeigt ( $P < 0,05$ ). Es wurde auch festgestellt, dass die durchschnittliche Länge aus 6 Hoden in jedem Stadium eine bestimmte und interessante Schwankung zeigt; nämlich diese Durchschnittslänge nimmt vom

Stadium 1 bis zum Stadium 5 immer ab, darauf steigen sie bis zum Höhepunkt im Stadium 7 an, und fällt sie im Stadium 8 wieder ab. Diese Kenntnisse stimmen im wesentlichen mit den Angaben von TIBA über die Segmentlänge beim Bullen<sup>13)</sup> überein.

Wie kann man eine befriedigende Erklärung über diese Schwankung der Segmentlänge abgeben? Das ist eine sehr schwierige Frage, und die Antwort wird ebenso wie die in der Untersuchung desselben Autors über die Segmentlänge beim Bullen<sup>13)</sup>, unvermeidlich mehr oder weniger spekulativ sein. Für jetzt können die Verfasser keine andere, vernunftmässiger Erklärung als folgende abgeben:

Im Stadium 4 findet die Meiose statt, wobei die primären Spermatozyten nicht gleichzeitig, sondern zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Orten und in verschieden grossen Gruppen in die meiotische Teilung eintreten. Infolgedessen liegen die Spermatozyten in der Metaphase zerstreut zwischen den noch in der Prophase stehenden Spermatozyten, oder bisweilen zwischen den eben aus der Meiose entstandenen Spermatiden umher. Das Segment im Stadium 4 liegt also fast immer im Segment vom Stadium 3 oder 5. Daher stammt die minimale Länge des Segments im Stadium 4 oder 5. Die Tatsache, dass das Stadium 4 oder 5 als das kürzeste Segment in Erscheinung tritt, hat unbedingt zur Folge, dass das ihnen vorangehende Segment auch verkürzt wird, d. h. das im Stadium 3.

Wie kann man dann eine befriedigende Erklärung für die maximale Länge im Stadium 7 abgeben? Das Stadium 7 steht unmittelbar vor dem Endstadium 8, wo die Spermienausscheidung aus dem Keimepithel ins Kanälchenlumen stattfindet. Bei der Spermienausscheidung werden die ausgestalteten Spermien, wie allbekannt, nicht einzeln, sondern alle zusammen und gleichzeitig ins Lumen ausgeschieden. Unter diesen Umständen müssen die schon ausgestalteten Spermatozoen ihre Trennung aus dem Epithel noch eine Weile bis zu dem Moment aufschieben, in dem die unreifen Spermatiden bzw. Metaspermien ihre Reifungsvorgänge zum Spermatozoon vollenden. Es ist deshalb sehr denkbar, dass das Stadium unmittelbar vor dem Beginn der Spermienausscheidung—das ist selbstverständlich Stadium 7—nicht nur zeitlich, sondern auch räumlich länger als anderen Stadien wird.

Warum ist dann Stadium 8 kürzer als Stadium 7? Es bleibt uns nichts anderes übrig, als wie folgt zu antworten, obwohl uns das selbst auch eine etwas gezwungene Auslegung scheint: Das Stadium, in dem die Spermienausscheidung an sich geschieht, dauert nicht so lange wie das ihm vorangehende und sich auf ihn vorbereitende Stadium d. h. Stadium 7.

Die obigen Darlegungen sind natürlich nur spekulative Erklärungen der Schwankung der Segmentlänge, und die deutliche Lösung der Frage bleibt weiteren, gründlicheren Untersuchungen vorbehalten.

Jetzt kommt eine andere Frage: Ist das obenbenannte Verhältnis zwischen jeder Segmentlänge denn von unbeweglicher Natur oder nicht? Die Verfasser haben, gleicherweise wie bei der Betrachtung über die Frequenz des Stadiums<sup>14)</sup>, nicht die Absicht, auf der Anschauung zu bestehen, dass die Länge des Segments von ganz unbeweglicher Natur sei. Dies kann nicht nur aus den erzielten Untersuchungsergebnissen (Tab. 6), sondern auch vom theoretischen Gesichtspunkt aus verdeutlicht werden: Angenommen, dass die Länge des Segments gar nicht variabel ist, so werden sich allerlei Unvernünftigkeiten in der Segmentanordnung zeigen, wie sie früher von TIBA durch das Modell-Experiment bei der Untersuchung am Bullen<sup>13)</sup> erklärt werden.

Der Ausdruck, dass die Länge des Segments variabel ist, bedeutet aber natürlich nicht unmittelbar die Abwesenheit einer Gesetzmässigkeit in der Samenepithelwelle. Denn die Differenzen der Segmentlänge zwischen den Individuen sowie zwischen den Hoden sind ebenso unansehnlich wie diejenigen der Frequenz des Stadiums, auf deren Unbedeutendheit fussend ORTAVANT<sup>11)</sup> die „extreme rigidity“ des Samenepithelzyklus behauptete.

Was die Frequenz des Segments anbelangt, so darf hier auch das Vorhandensein der Gesetzmässigkeit anerkannt werden, weil diese Frequenz keine signifikanten Differenzen zwischen den Individuen sowie zwischen den Hoden erkennen lässt ( $P < 0,05$ ). Es versteht sich von selbst, dass das ebengenannte nichts anderes als die Reflexion einer gesetzmässigen Seite der Samenepithelwelle ist.

Abgesehen von dieser Regularität in der Frequenz, kann man die Frequenz des Segments ohne Zögern als ein Merkmal zur Bestimmung der Frequenz der Modulation ansehen? Theoretisch gesehen, muss sich die Frequenz des Segments, insofern es keine andere Unregelmässigkeit als die Modulation, z. B. Uebersprung der Segmentnummer gibt, unmittelbar als solch ein Merkmal darstellen. Kann man dann die Richtigkeit dieser Theorie auf Grund einer experimentell festgestellten Tatsache erweisen? Eine Untersuchung dieser Frage ist jetzt bei uns in Arbeit, und wir kommen leider noch nicht dazu, hier die gewonnenen Resultate veröffentlichen zu können. Obwohl die Verfasser also ein Verhältnis zwischen der Erscheinung der Modulation, die eine sehr wichtige Stelle in der Dynamik der Spermatogenese einnehmen muss, und dem von den Verfassern selbst gebildeten, neuen Begriff „Frequenz des Segments“ noch nicht deutlich beweisen können, steht dies doch selbstverständlich nicht zu der Existenz der vorgenannten Regelmässigkeit der Frequenz des Segments im Widerspruch. Wir möchten noch einmal betonen, dass die Frequenz des Segments, wenigstens phänomenologisch, sicher eine regelmässige Seite hat, und dass nicht nur diese Seite, sondern auch die vorerwähnte Regularität in der Länge des Segments zweifelsohne die Zeichen des Vorhandenseins der Gesetzmässigkeit in der Samenepithelwelle sind.

## ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund der im vorigen Bericht<sup>14)</sup> beschriebenen Resultate der Beobachtung des Samenepithelzyklus in der Paarungszeit, wurde in dieser Arbeit die Samenepithelwelle in derselben Zeit untersucht.

Die zur histologischen Beobachtung verwandten Hodenstückchen wurden aus denselben Minken wie bei der vorherigen Untersuchung entnommen, d. i. aus 4 gesunden erwachsenen Männchen der Pastell-Rasse.

Um die Samenepithelwelle unmittelbar unter dem Mikroskop beobachten zu können, wurden Längsschnittpräparate der isolierten Einzelsamenkanälchen hergestellt (Tab. 1). Zur Fixierung und Färbung wurden respektive Hellysche Flüssigkeit und Thionin-PAS genommen. Die Segmente in der Welle wurden nach der ORTAVANTSchen Klassifikation des Samenepithelzyklus identifiziert.

Die erzielten Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

1) In der vom Rete testis aus betrachteten Segmentanordnung handelt es sich um zweierlei Arten der Reihenfolge, d. h. absteigende Reihenfolge und aufsteigende Reihenfolge (Tab. 2, Abb. 2, 9 & 10).

2) Die Modulation ist auch bei dieser Tierart ein sehr gewöhnliches Phänomen (Abb. 3, 11 & 12).

3) Trotz der häufig vorkommenden Modulation ist die Kontinuität zweier aneinander grenzender Segmentnummern fast immer aufrechterhalten.

4) Die praktisch gemessenen Segmentlängen verteilen sich auch ohne Transformation schon beinahe normal.

5) Die durchschnittliche Segmentlänge in jedem Stadium zeigt eine signifikante Differenz zwischen Stadien ( $P < 0,001$ ), aber lässt keine signifikante Differenz zwischen jedem Einzelhoden erkennen ( $P < 0,05$ ) (Tab. 3~5).

6) Es wurde festgestellt, dass die obengenannte Durchschnittslänge vom Stadium 1 bis zum Stadium 5 immer abnimmt, darauf bis zum Höhepunkt im Stadium 7 ansteigt, und im Stadium 8 wieder abfällt.

7) Die Vertrauensgrenzen des Verhältnisses (%) der obengenannten Durchschnittslängen wurden berechnet, und die Gleichung der Regressionskurve  $y$  (Verhältnis der Durchschnittslänge) in Bezug auf  $x$  (Stadium) durch Verwendung der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt (Tab. 6 & Abb. 4).

8) Die Verteilung der Frequenz der Segmente lässt keine signifikante Differenz zwischen jedem Einzelhoden erkennen (Tab. 7 & 9).

9) Die Vertrauensgrenzen der Frequenz jedes Segments wurden berechnet, und die Gleichung der Regressionskurve  $y$  (Durchschnittsfrequenz des Segments) mit Bezug auf  $x$  (Stadium) unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt (Tab. 8, Abb. 5 & 6).

10) Es wurde die Frequenz des Stadiums in dem am Ende des Längsschnittpräparats des Samenkanälchens liegenden Segment ermittelt. Aus der statistischen Analyse der Verteilung dieser Frequenz konnte aber keine bestimmte Konklusion gezogen werden (Tab. 10 & 11).

Die oben beschriebenen Resultate lassen darauf schliessen: Rein morphologisch gesehen, ist es auch beim Mink ebenso wie bei anderen Tierarten beinahe unmöglich, abgesehen von einer Ausnahme bei der Kontinuität der Segmentnummer, eine bestimmte Gesetzmässigkeit in der Welle zu finden. Aber vom quantitativen Gesichtspunkt aus betrachtet, ist es deutlich geworden, dass die Samenepithelwelle ein gesetzmässiges Phänomen ist.

### Histological Studies on the Kinetics of the Spermatogenesis in the Mink (*Mustela vison*)

#### II Wave of the Seminiferous Epithelium in the Breeding Season

On the basis of the results of the previous study<sup>14)</sup> on the cycle of the seminiferous epithelium during the breeding season further investigations were carried out. The present study included morphological and quantitative observations on the wave of the seminiferous epithelium during the same season.

In order to observe the wave in situ, longitudinal sections were made from dissected portions of the seminiferous tubules isolated from the testes of the same animals as used in the previous study; namely, from 8 testes of 4 healthy adult males of Pastell breed (tab. 1). All sections were fixed with Helly's solution and stained with thionine-PAS. Each segment in the wave was identified according to ORTAVANT's classification of the cycle of the seminiferous epithelium.

The results obtained may be summarized as follows:

- 1) The course of the wave from the rete testis is irregular, namely, sometimes ascending, sometimes descending (tab. 2, figs. 2, 9 & 10).
- 2) The modulation seen in this species is a common phenomenon (figs. 3, 11 & 12).
- 3) In spite of the very frequent occurrence of the modulation, the continuity of the segmental order was always maintained; namely, each segment was always adjacent to segments of the next higher or the next lower number.
- 4) The lengths of the segment by actual measurement are, on the whole, normally distributed without any transformations.
- 5) No significant difference was observed in the mean value for the length of each segment among 8 testes, but the difference among the segments was signifi-

cant ( $P < 0.001$ ) (tabs. 3~5).

6) From stages 1 to 5, each segment gradually decreased in length, while the length of the segment of stage 6 increased and reached a maximum at stage 7, but at the last stage 8 a decrease occurred.

7) The confidence limits of the relative mean lengths of segment (%) were calculated. The equation for the regression curve of the percentage as a function of the stage was determined by the method of least squares (tab. 6 & fig. 4).

8) No significant difference was observed in the distribution of the frequencies of segments among 8 testes (tabs. 7 & 9).

9) The confidence limits of the frequency of segments were calculated. The equation for the regression curve of the frequency as a function of the stage was determined by the method of least squares (tab. 8, figs. 5 & 6)

10) No definite conclusion was obtained from our statistical analyses on the frequency of stages in the terminal segment of the isolated seminiferous tubule (tabs. 10 & 11).

On the basis of these results the present authors have reached the following conclusions: From a pure morphological viewpoint, it is almost impossible to find any regularities in the wave of the seminiferous epithelium of the mink, except for the continuity of the segmental order; but when quantitatively investigated, it can be definitely shown, that the wave of the seminiferous epithelium is subject to some regularities.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- 1) AMANN, R. P. (1962): *Am. J. Anat.*, **110**, 49
- 2) BISHOP, M. W. H. & WALTON, A. (1960): "Spermatogenesis and the structure of mammalian spermatozoa" Marshall's physiology of reproduction, **I**, Part 2, 73, Ed. PARKES, A. S., London: Longmans Green & Co. Ltd.
- 3) CLELAND, K. W. (1951): *Aust. J. biol. Sci.*, **4**, 344
- 4) CLERMONT, Y., LEBLOND, C. P. & MESSIER, B. (1959): *Archs. Anat. microsc. Morph. exp.*, **48**, 37
- 5) CURTIS, G. M. (1918): *Am. J. Anat.*, **24**, 339
- 6) EBNER, V. VON (1871): *Rolle's Untersuch. Inst. Physiol. Histol., Graz*, 200 [CURTIS, G. M. (1918)]
- 7) HOCHEREAU, M.-T. (1962): «Etude comparée de la vague spermatogénétique chez le taureau et chez le rat» Mémoire présenté à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris
- 8) KRAMER, M. F. (1960): Spermatogenesis in the bull (Inaug. Diss., Utrecht, auf niederländisch mit englischer Zusammenfassung)
- 9) LEBLOND, C. P. & CLERMONT, Y. (1952): *Am. J. Anat.*, **90**, 167
- 10) ORTAVANT, R. (1956): *Archs. Anat. microsc. Morph. exp.*, **45**, 1

- 11) ORTAVANT, R. (1959): "Spermatogenesis and morphology of spermatozoon" Reproduction in domestic animals II, Ed. COLE, H. H. & CUPPS, P. T., New York: Academic Press
- 12) PEREY, B., CLERMONT, Y. & LEBLOND, C. P. (1961): *Am. J. Anat.*, **108**, 47
- 13) TIBA, T. (1965): Methodologisch orientierte quantitative Untersuchung der Spermatogenese beim Bullen—an drei Fällen von Asthenospermie, die mit Aspermie einhergeht, *Jap. J. vet. Res.*, Suppl. No. 2
- 14) TIBA, T., ISHIKAWA, T. & MURAKAMI, A. (1968): *Jap. J. vet. Res.*, **16**, 73

ERKLÄRUNG DER TAFELN

TAFEL I Grundform der Segmentanordnung

Färbung mit Thionin-PAS × 40

Abb. 7 B<sub>4</sub>D<sub>1</sub>-50

Abb. 8 B<sub>4</sub>D<sub>2</sub>-47



7

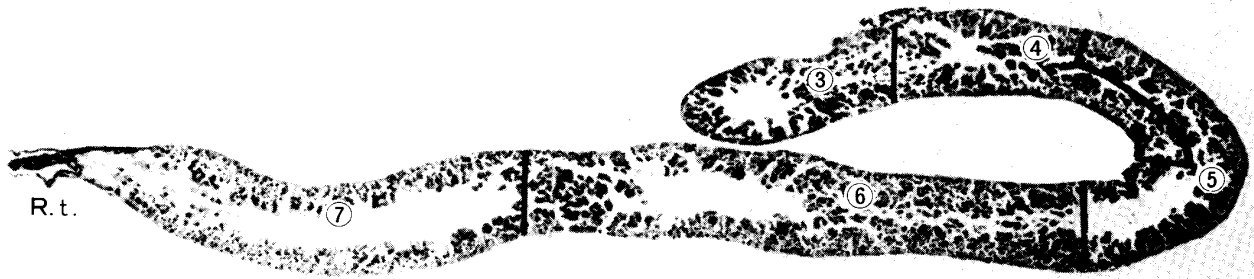


8

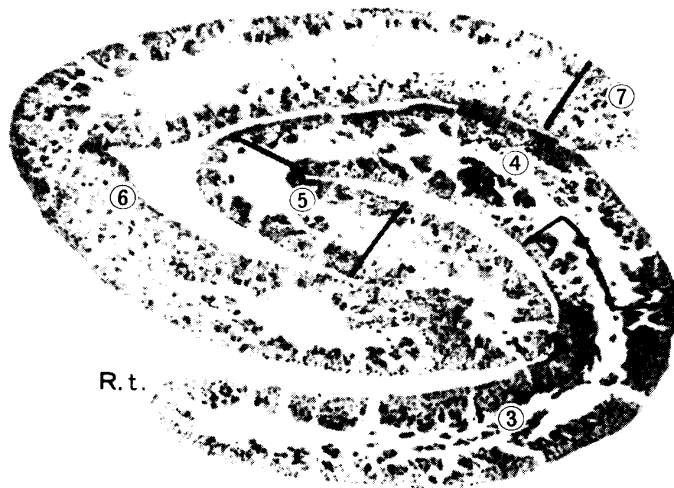
TAFEL II Segmentanordnung, betrachtet vom Rete testis aus  
Färbung mit Thionin-PAS × 70

Abb. 9 B<sub>3</sub>D<sub>1</sub>-11 absteigend

Abb. 10 B<sub>4</sub>D<sub>2</sub>-27 aufsteigend



9



10

TAFEL III Modulation

Färbung mit Thionin-PAS × 90

Abb. 11 B<sub>3</sub>D<sub>1</sub>-20

Abb. 12 B<sub>4</sub>D<sub>1</sub>-61



R.t.

11



R.t.

12