



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNG DER KINETIK DER SPERMATOGENESE BEIM MINK (MUSTELA VISON) : VI SAMENEPITHELWELLE UNMITTELBAR VOR DEN PAARUNGSGEZEITEN (7. UND 19. LEBENS-MONAT)
Author(s)	TIBA, Tosiro
Citation	Japanese Journal of Veterinary Research, 21(4), 139-154
Issue Date	1973-10
DOI	https://doi.org/10.14943/jjvr.21.4.139
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/2034
Type	departmental bulletin paper
File Information	KJ00003418399.pdf



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

**VI SAMENEPITHELWELLE UNMITTELBAR VOR
DEN PAARUNGSZEITEN
(7. UND 19. LEBENSMONAT)*¹**

Tosiro TIBA*²

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

(Eingegangen am 1. Mai 1973)

In order to observe the wave of the seminiferous epithelium in situ, longitudinal sections were made from dissected portions of the seminiferous tubules isolated from the testes of two different generations of mink, i.e. immature (7 months old) and adult (19 months old) minks. The results are as follows:

The first signs of the establishment of the wave pattern develop at the beginning or recommencement of spermatogenesis. It has also been definitely shown that there is a large number of remarkable cellular associations whose origin can not be explained directly from our knowledge of the wave during the breeding season. Moreover, very irregularly arranged segments were found with extraordinary frequency. This indicates that these segments do not follow the law of continuity of the segmental order in the breeding season. On the basis of these results the author has reached the following conclusion: The conditions of construction of the wave in the pre-breeding season are not exactly similar to those during the breeding season.

EINLEITUNG

Die Samenepithelwelle entsteht aus 1) der Bildung der Zellgemeinschaft des gleichen Entwicklungszustandes im Längsverlauf der Tubuli (d. i. Entstehung des Segments) und 2) der Korrelation zwischen den Segmenten, wobei die Segmente kontinuierlich entsprechend dem Spermatogeneseablauf im Keimepithelzyklus einander folgen (d. i. Kontinuität der Segmentnummer). Falls diese zwei Funktionen auf irgendeine Weise gestört würden, dann müsste die Welle ver-

*¹ Die Ergebnisse wurden auszugsweise in der 69. Sitzung der Japanischen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Tokyo, 4. April 1970 vorgetragen. Die Untersuchung wurde teilweise mit der „Unterstützung für Wissenschaftliche Forschung“ durch das Japanische Kultusministerium durchgeführt. (Nr. 86587, 1969).

*² Jetzige Adresse: Primate Research Institute, Kyoto University, Inuyama, Japan

schiedene Abnormalitäten erkennen lassen, d. i. Erscheinen der missgebildeten Segmente und Unterbrechung der Kontinuität usw.

TIBA³⁷⁾ hat auf die Möglichkeit hingewiesen, dass die Kinetik der Spermatogenese unmittelbar vor den Paarungszeiten einen anderen Charakter als der in der Paarungszeit erkennen lässt. Es ist zu erwarten, dass die Richtigkeit dieser Annahme durch die Untersuchung der Samenepithelwelle erhärtet werden kann. Beispielsweise dürfte eine Untersuchung der Frage, auf welche Weise einige Regelmässigkeiten in der Samenepithelwelle zur Paarungszeit, z. B. die Kontinuität der Segmentnummer, durch das Auftreten sog. abweichender Zellgemeinschaften gestört werden, neue Informationen für die Erklärung der Spermatogenesekinetik vor der Paarungszeit erbringen.

MATERIAL UND METHODE

Die Hoden stammen von denselben Individuen wie in den vorigen Berichten^{37,38)}. Aus den Hälften der longitudinal halbierten Hoden, die in Hellyscher Flüssigkeit fixiert und in 70 % Alkohol aufbewahrt worden waren³⁷⁾, wurden die Samenkanälchen einzeln isoliert, in Paraffin eingebettet, longitudinal geschnitten und mit Thionin-PAS gefärbt. Ueber die Einzelheiten der Präparationstechniken siehe TIBAs Arbeit³⁶⁾.

Da an einigen Individuen wegen eines Fehlers in der Präparation keine Beobachtungen durchgeführt werden konnten (Tab. 1), wurden 8 Hoden von 4 Jungen und 4 Hoden von 2 Erwachsenen zur Untersuchung herangezogen.

TABELLE 1 *Material*

7 MONATE ALT		19 MONATE ALT	
B ₁	R L	B ₆	R L
B ₂	R L	B ₇	R L
B ₃	R L	B ₈	R L
B ₄	R L	B ₉	R L
B ₅	R L	B ₁₀	R L

Aus den eingerahmten Hoden konnte kein Material gewonnen werden.

B: Individuum R: Rechter Hoden L: Linker Hoden

Im folgenden werden dieselben Bezeichnungen gebraucht.

Die Totalzahl der aus allen 12 Hoden isolierten Samenkanälchen erreicht bis zu 65. Die einzelnen Kanälchen sind 5~26 mm lang, insgesamt etwa 500 mm. Die Zahlen aller der im Samenkanälchen gefundenen Segmente sind in Tabelle 2 eingetragen.

TABELLE 2 Zahl der im Samenkanälchen gefundenen Segmente

B ₂	R	92 Segmente	B ₉	R	128 Segmente
	L	93		L	80
B ₃	R	76	B ₁₀	R	82
	L	82		L	80
B ₄	R	80			
	L	94			
B ₅	R	80			
	L	80			

Ueber die Einzelheiten der Techniken für die Anfertigung der topographischen Mappe der Segmentanordnung im Längsschnittpräparat siehe TIBA et al. Zur Einteilung des Segments wurde die Klassifikation der Zellgemeinschaften in Kolumne I der Tabelle 2 im 4. Bericht TIBAs³⁷⁾ angewandt, wobei die eingeteilten Zellgemeinschaften entsprechend als Stadium 1, Stadium 2, ..., Stadium 15 bezeichnet wurden.

BEFUNDE

In vielen Fällen kann man die Entstehung des sog. Prototyps der Samenepithelwelle erkennen. Zugleich werden auch eigenartige Segmentanordnungen, die von diesen Prototypen abweichen, sehr oft angetroffen (Abb. 7~19).

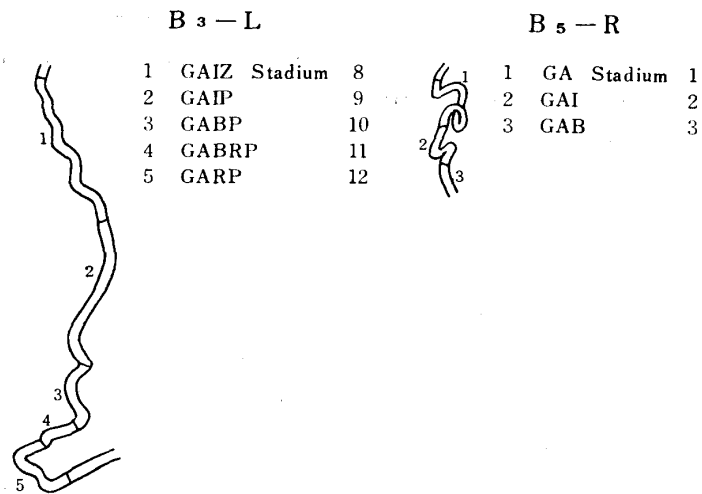
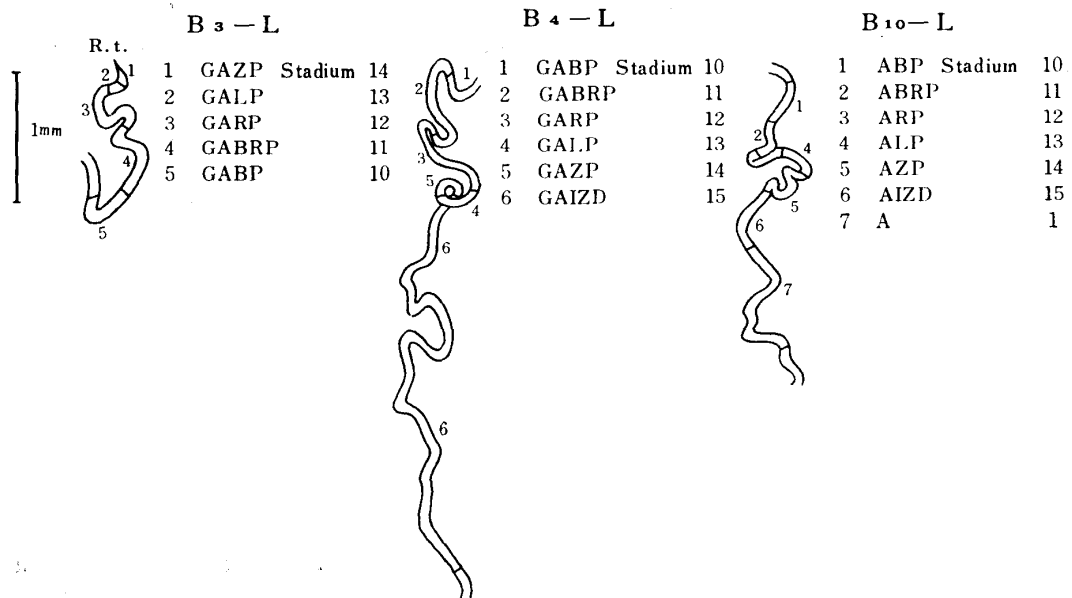
- 1 Segmentanordnungen, die auf Grund der Kenntnisse über die Samenepithelwelle in der Paarungszeit erklärbar sind

TIBA et al. haben die Segmentanordnungsmodi in der Paarungszeit wie folgt beschrieben: Grundform, die vom Rete testis aus betrachtete Wellenrichtung, Modulation, Kontinuität der Segmentnummer. Die Prototypen dieser Modi können schon zu Beginn bzw. Wiedereinsetzen der Spermatogenese erkannt werden.

1) Grundform der Segmentanordnung

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, kann man folgende Grundform der Anordnung erkennen: Die Segmente reihen sich nach der wiederholten Reihenfolge der fortlaufenden Nummern des Stadiums aneinander, d. i. wie 1, 2, 3, ..., 15, 1, 2, ...

ABBILDUNG 1 Grundform der Segmentanordnung



R. t.: Rete testis

Alles sind Ausschnitte der Originalpräparate. Dies ist auch der Fall in den folgenden Darstellungen.

2) Segmentanordnung, betrachtet vom Rete testis aus

In der Paarungszeit handelt es sich bei der Segmentanordnung, vom Rete testis aus gesehen, um zweierlei Reihenfolgen, d. h. „absteigend“ und „aufsteigend“. Bei den vorliegenden Fällen wurden dieselben Modi erkannt.

3) Modulation

Die Wellenrichtungen „absteigend“ und „aufsteigend“ sind aber nicht unver-

ABBILDUNG 2 Segmentanordnung, betrachtet vom Rete testis aus

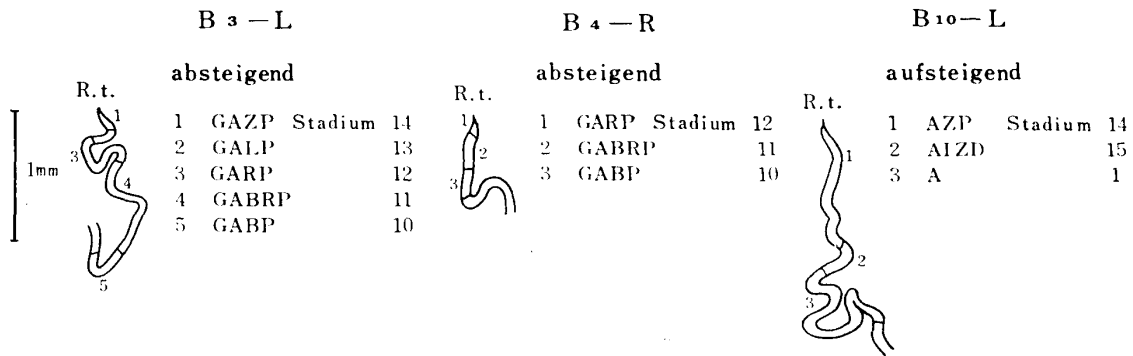
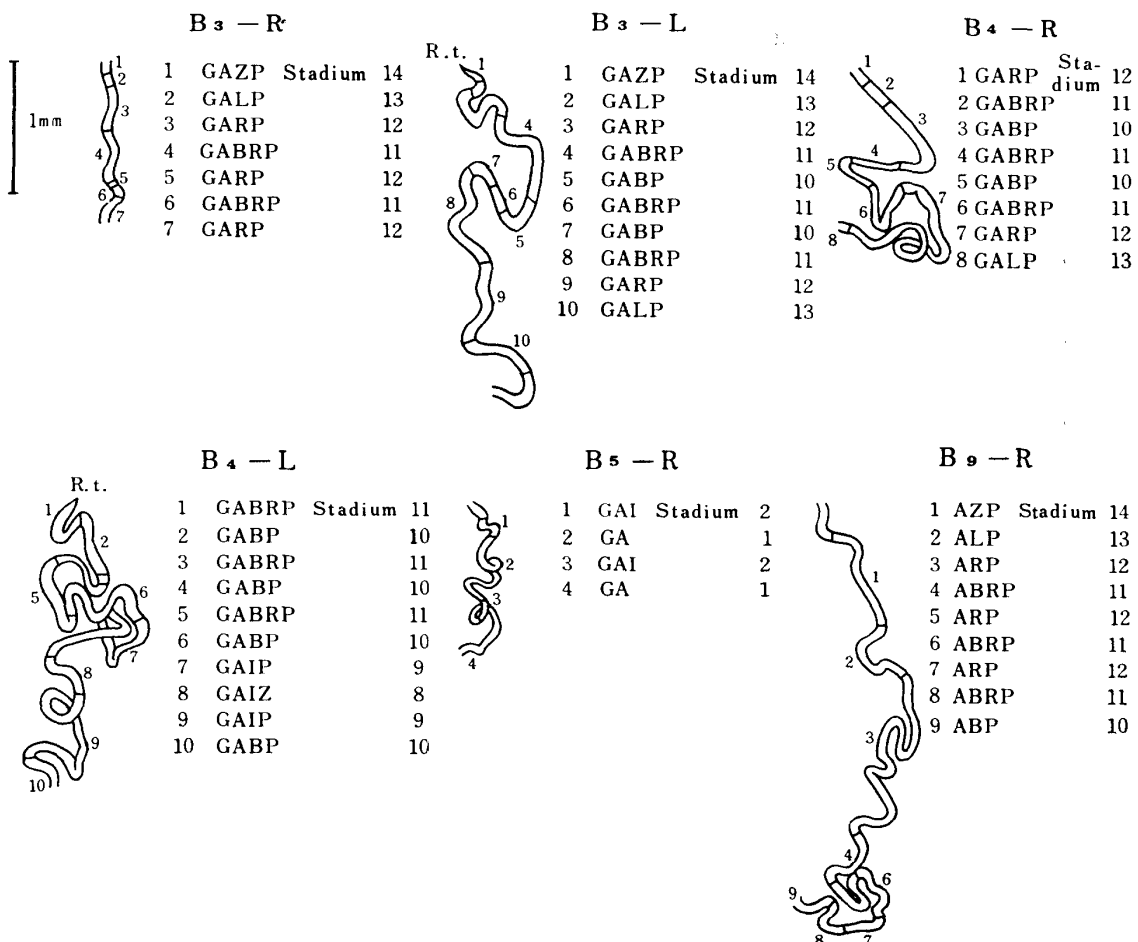


ABBILDUNG 3 Modulation



änderlich. Die Umkehr der Wellenrichtung bzw. Modulation findet ebenso oft wie in der Paarungszeit statt; man kann das Phänomen in fast allen Präparaten beobachten.

4) Kontinuität der Segmentnummer

In der Samenepithelwelle zur Paarungszeit wird die Kontinuität zweier aneinander grenzender Segmentnummern bei beliebig häufiger Modulation immer fest aufrechterhalten. Dass auch die vorliegenden Fälle unter diesem Gesetz stehen, ist aus Abbildungen 1~3 leicht zu erkennen.

2 Segmente sowie Segmentanordnungen, die nicht aus den Kenntnissen über die Samenepithelwelle in der Paarungszeit erklärbar sind

Als solche Erscheinungen kann man das Auftreten der eigenartigen Segmente, die mit den sog. abweichenden Zellgemeinschaften im vierten Bericht³⁷⁾ identisch sind, und das Vorhandensein der unregelmässig angeordneten Segmente anführen.

1) Frequenz der sog. abweichenden Segmente

Hier handelt es sich ausschliesslich um die Segmente, in denen sich der-

TABELLE 3 *Frequenzen der sog. abweichenden Segmente*

		GAP	GAIBP	GABRPP*	AID	AIR	AD	APP*	AIB	AIBR	AZD	ARPD	ABPD
B ₂	R	13	1	1									
	L	10			2	1	2	1					
B ₃	R		2		2		1	1	4	1	1		
	L		1									4	2
B ₄	R												3
	L												1
B ₅	R	11											
	L	17											
		AP	APD	AIPP	ALPP*	ARPP*	ABRPP*	AIZP	AZPP*				
B ₉	R	23											
	L	22	1										
B ₁₀	R	1		2	1	1	1	1	1				
	L	1			2	1			1				

G: Gonozyten

A: A-Spermatogonien

I: I-Spermatogonien

B: B-Spermatogonien

R: Ruhende primäre Spermatozyten

L: Leptotän

Z: Zygotän

P: Pachytän

D: Diakinese

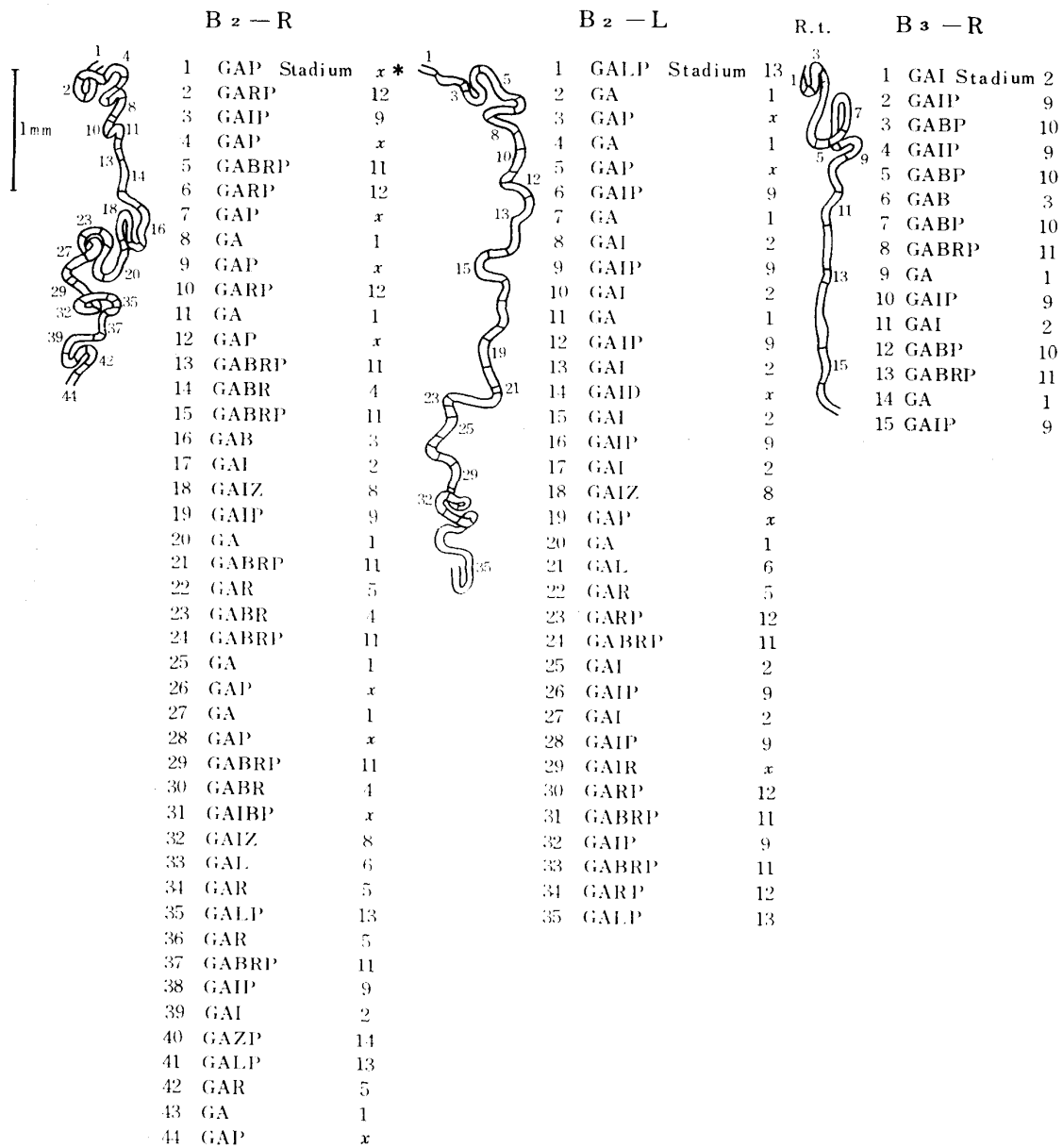
* Die Bezeichnung PP drückt aus, dass die primären Spermatozyten im früheren und im späteren Pachytänstadium in ein und demselben Segment zusammenbestehen.

gleichen abweichende Zellgemeinschaften wie im vierten Bericht³⁷⁾ im Längsverlauf des Keimstrangs bilden. Unter allen beobachteten Segmenten (Tab. 2) sind die abweichenden in folgenden Frequenzen vorhanden (Tab. 3).

2) Unterbrechung der Kontinuität der Segmentnummer

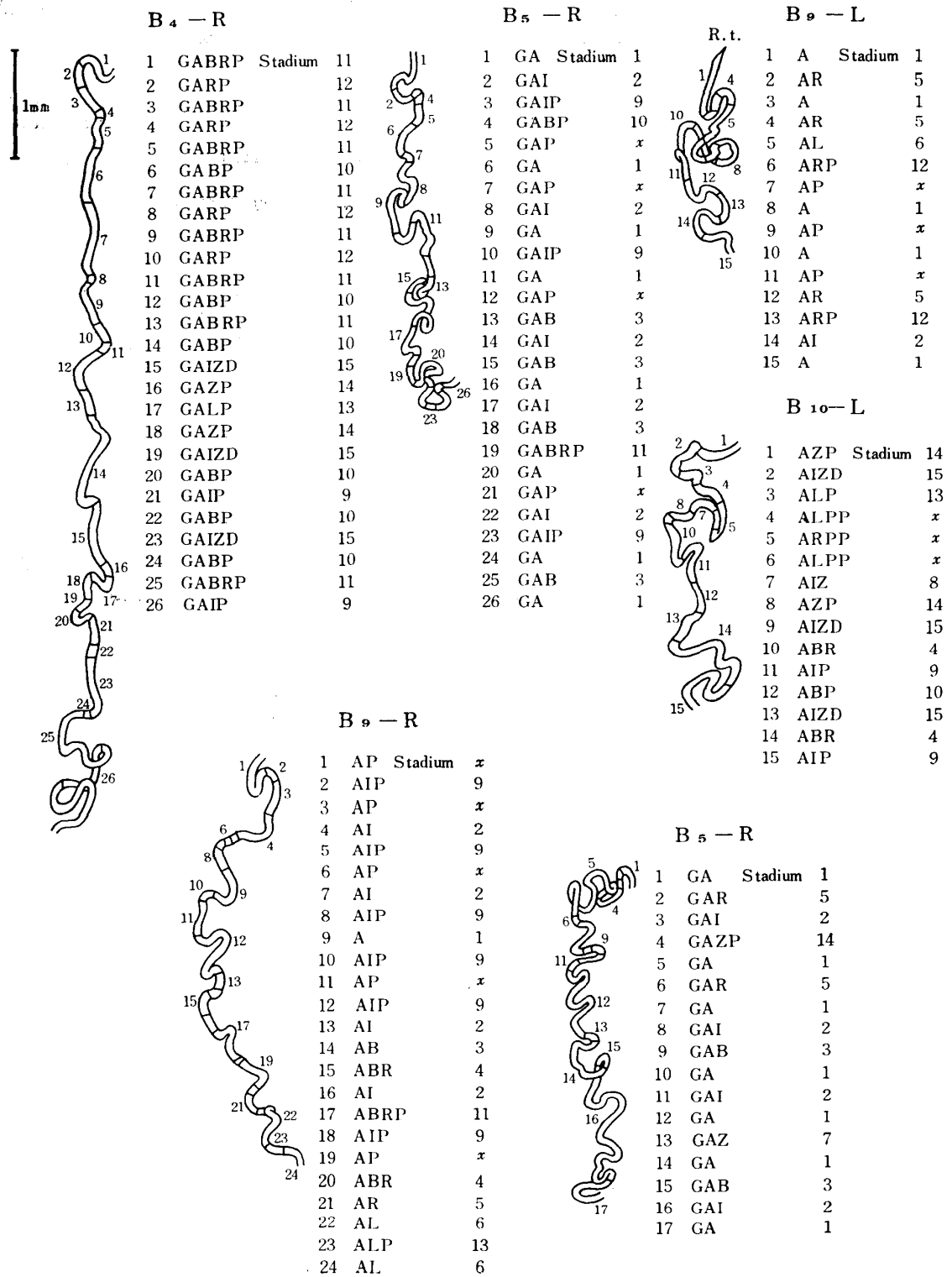
In der Samenepithelwelle zur Paarungszeit findet man eine Unterbrechung der Kontinuität der Segmentnummer bzw. das „Ueberspringen“ der Segment-

ABBILDUNG 4-1 Unterbrechung der Kontinuität der Segmentnummer



*: Sog. abweichende Zellgemeinschaft

ABBILDUNG 4-2 Unterbrechung der Kontinuität der Segmentnummer



nummer nur ganz selten. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Unterbrechung der Kontinuität in fast allen Fällen (in 60 von 65 Präparaten) beobachtet.

DISKUSSION

1 Entstehung der Samenepithelwelle

Wie aus B₅-R in Abbildung 1 ersichtlich, ist der sog. Prototyp der Samenepithelwelle schon im 7. Lebensmonat auf der Entwicklungsstufe der Spermatogenese bis zu den A-, I- und B-Spermatogonien festgestellt. Welche Entstehungsvorgänge durchläuft der Prototyp?

Zuerst siedeln sich mehrere A-Spermatogonien des gleichen Entwicklungszustandes irgendwo im Keimstrang an. Nach einer gewissen Zeit teilen sie sich synchron in die I-Spermatogonien, und gleichzeitig erzeugen sich einige andere A-Spermatogonien ganz in der Nähe der ersten A-Spermatogonien. Die I-Spermatogonien teilen sich inzwischen in die B-Spermatogonien, und gleichzeitig produzieren die zweiten A-Spermatogonien neue I-Spermatogonien. Die weiteren Entwicklungsvorgänge schreiten gemäss dem Stundenplan des Spermatogenesyklus wie in der Paarungszeit fort. Somit wird jetzt die erste Samenepithelwelle aus den A-, I- und B-Spermatogonien gebildet.

Aber bevor man die obenerwähnten Prozesse annimmt, muss man zunächst darauf Rücksicht nehmen, ob die synchronen Mitosen der Spermatogonien wirklich möglich sind. Die Möglichkeit der Synchronisation ist in den Angaben^{11,13)} deutlich gezeigt, nach denen bei einigen Spezies, z. B. dem Affen, der Ratte, dem Meerschweinchen, dem Bullen, der Katze usw., Interzellularbrücken zwischen den Spermatogonien erkannt werden können, wodurch die von einer gemeinsamen Mutterzelle abstammenden Zellen dicht beieinander liegend synchron alle Stadien der Zellteilung durchlaufen.

Die obenerwähnte Schlussfolgerung ist scheinbar sehr klar, doch müssen in Wirklichkeit komplexere Prozesse durchlaufen werden. Denn man muss annehmen, dass das A-Spermatogonium des Minks wie bei anderen Tieren^{5,10,17,19,29,30,32)} höchstwahrscheinlich einige Varianten besitzt, obwohl man diese Frage noch offen gelassen hat. Angenommen, dass es sich um mindestens zwei Typen von A-Spermatogonien oder, wie bei der Ratte^{6,7)}, sogar um 5 Typen handelt, so muss die Entstehung der ersten Welle komplizierter sein. Ausserdem, wenn diese verschiedenen Typen, wie von HUCKINS^{21~24)} mitgeteilt, sowohl in den Proliferations- und Maturationsmodi als auch im Zyklus der DNS-Synthese sich voneinander unterscheiden, dann muss es ausserordentlich schwierig sein, ein vereinfachtes Schema für die Wellenentstehung aus diesen A-Spermatogonien zu finden.

Es ist gut denkbar, dass es ebenfalls beim Mink wie bei anderen

Spezies^{1,12,16,20,25,35)} eine Uebergangsform zwischen den Gonozyten und A-Spermatogonien gibt, obwohl TIBA³⁸⁾ keinen einheitlichen „Typus“ zwischen den beiden Zellarten hat ermitteln können. Angenommen, dass solch ein Typus tatsächlich beim Mink vorhanden wäre, so könnte man schon bei der PräspERMATOGENESE eine ursprünglichere Welle aus den Gonozyten, Uebergangstypus und Stammspermatogonien erkennen. Von diesem Gesichtspunkt aus ist eine Angabe von HUCKINS & CLERMONT bemerkenswert: Bei der Ratte verteilen sich die Gonozyten entlang der Längsachse des Keimstrangs nicht gleichmässig, und diese topische Verteilung wird als das erste Anzeichen für die Begründung der Welle angenommen. Aber bevor man die Entstehung der urbildlichen Welle bei der PräspERMATOGENESE annimmt, muss man berücksichtigen, ob man eine Synchronisation an den Gonozyten-Mitosen erkennen kann. HILSCHER et al.¹⁶⁾ beschrieben: „Das Vorkommen von „Paaren“ der II-Gonozyten legt den Gedanken nahe, dass schon zu diesem frühen Zeitpunkt der Entwicklung des Samenepithels den Keimzellen ein Synchronisationsprinzip innewohnt, das auf alle Folge-Generationen übertragen wird. Dies würde eine Erklärung für die geringen biologischen Schwankungen und den eigenartigen Aufbau des Samenepithels sein“. Man könnte dann vielleicht wie folgt annehmen: Der Entwicklungsgrad der entlang des Keimstrangs nebeneinanderliegenden Gonozyten unterscheidet sich nur gering voneinander. Zuerst teilen sich die höchstentwickelten Gonozyten synchron in die A-Spermatogonien (oder in die Uebergangsformen), dann treten die zweithöchst entwickelten Gonozyten in die Teilung ein u. dgl. Somit wird schon vor dem Auftreten der A-Spermatogonien eine Bereitschaft zur Wellenentstehung ausgebildet.

Bezüglich der Entstehung der Welle ist aber CLELAND anderer Meinung. Er schreibt: „In discontinuously active vertebrate testes it appears, either from the figures or from explicit or implicit statements, that spermatogenesis occurs almost simultaneously throughout the testis and does not show the “spermatogenic wave” characteristic of the continuously active testis“. Dies gilt zum mindesten nicht für den Mink, weil die bisherigen Untersuchungen der beginnenden Spermatogenese des Minks^{2,15,28,31,37)} grosse Unterschiede im Entwicklungszustand der Zellgemeinschaft zwischen den Keimsträngen demonstriert haben, und weil das Vorhandensein der Welle bei diesem Tier von TIBA et al. deutlich gezeigt worden ist. Ueber die Spermatogenese beim pubertalen Meerschweinchen erwähnt CLELAND: „... it is found that the difference between tubule cross sections is very much less than is found in the mature testis. ... It would seem therefore that the typical “wave” structure of the seminiferous tubules does not arise except after repeated continuous functioning of the tubule“. Falls diese Ansicht auch für den Mink gilt, so muss natürlich keine urbildliche Welle aus

den A-, I- und B-Spermatogonien beobachtet werden. Der Autor betonte als eine Entstehungsursache der Welle die durch die wiederholten Samenepithelzyklen verursachte Kumulation kleiner Unterschiede im Entwicklungszustand zwischen den Segmenten. Das ist auch möglich, aber das Vorhandensein der urbildlichen Welle ist auch nicht zu verneinen. In der Tat kann man nicht nur beim Mink, sondern auch bei der 12 Tage alten Ratte—selbstverständlich ist sie ebenfalls ein polyöstrisches Tier wie das Meerschweinchen—eine Welle aus den Spermatogonien und Spermatozyten erkennen, und zwar auch die Modulation⁸⁾.

Die Modulation beim erwachsenen Tier ist bisher von einigen Autoren eingehend besprochen worden^{3,9,18,26,33,36,39)}. Ueber die Welle des Meerschweinchens erklärte CLELAND: „No regular cyclic gradient of stages along the tubule length is discernible, as is implicit in textbook discussions of the spermatogenic wave“. Dieser Befund führte den Autor zu einer Annahme, nach der entlang des Kanälchens „Zentren“ vorhanden sind, woraus die Welle entsteht und nach einer oder beiden Richtungen der Kanälchenlängsachse fortschreitet. Auch KRAMER, der die häufige Modulation beim Bullen beobachtete, setzte wie bei CLELAND das Vorhandensein des Zentrums vor.

In der vorliegenden Arbeit sind die Urbilder der Modulation bzw. der Kontinuität der Segmentnummer schon am Spermatogonium erkennbar (B₅-R in Abb. 3, B₅-R in Abb. 4-2). Diese Tatsache weist unmittelbar darauf, dass die Modulation gleichzeitig mit der Entstehung der Welle vorkommt. Eine ähnliche Beschreibung findet man in Untersuchung von PEREY et al. über die Rattenwelle. Auf Grund der Messung der Segmentlänge erwähnten sie: „The data showed no difference between segments within and outside modulation, a finding in favour of the modulations being set at the same time as the wave is formed“.

Auf welche Weise erscheint dann das Urbild der Modulation bzw. Kontinuität der Segmentnummer? Es entsteht wahrscheinlich daraus, dass sich schon zur Zeit des ersten Erscheinens der A-Spermatogonien die Reifungsgrade der entlang der Kanälchenlängsachse nebeneinanderliegenden A-Spermatogonien nur gering voneinander unterscheiden. Welches ist dann die Ursache für diese wellenartige und konsekutive Schwankung im Reifungsgrad der A-Spermatogonien? Eine denkbare Ursache sind, wie besprochen, Unterschiede der Reifungsgrade der Gonozyten. Da dies schon besprochen wurde, braucht es hier keiner eingehenderen Beschreibung. Als andere Ursachen könnte man sich, wie von CLELAND und von KRAMER suggeriert, Unterschiede des Milieus um jede einzelne Gruppe der A-Spermatogonien vorstellen, d. i. lokale Differenzen in der Ernährung oder im Niveau des Geschlechtshormons usw. Es ist gut denkbar, dass der Entwicklungszustand jeder Spermatogoniengruppe von ihrer Umgebung beeinflusst wird. Dies gilt wahrscheinlich auch für die ausgebildete Welle beim erwachsenen

Tier.

Auf alle Fälle können die vorgelegten Urbilder der Samenepithelwelle, theoretisch betrachtet, ohne Erfüllung der folgenden Bedingungen niemals erscheinen: 1) der gleichzeitige Beginn der Mitosen der A-Spermatogonien in einem Segment; 2) die gemäss einem bestimmten Stundenplan des Spermatogenesezyklus geleisteten, gleichzeitigen Entwicklungen der Abkömmlinge aus verschiedenen Stammspermatogonien in einem Segment; 3) bestimmte und periodische Intervalle zwischen den nacheinanderfolgenden Spermatogenesen; 4) eine Wechselbeziehung zwischen den nebeneinanderliegenden Segmenten für die Aufrechterhaltung der Kontinuität der Segmentnummer. Diese Bedingungen sind ganz gleich mit denen für die ausgebildete Samenepithelwelle des erwachsenen Tieres. Aus dem Obenerwähnten schliesst der Verfasser darauf: Was die Fälle, bei denen die Segmente normal gebildet sind, und bei denen die Kontinuität der Segmentnummer aufrechterhalten ist, betrifft, sind die Bedingungen für die Entstehung der Samenepithelwelle im Prinzip gleich mit denen in der Paarungszeit.

Zum Schluss fragt es sich, ob man Unterschiede in der Wellenentstehung zwischen den 7 Monate alten Tieren und den 19 Monate alten erkennen kann. Ein Anhaltspunkt für die Lösung dieser Frage liegt wahrscheinlich in den Vorläufern der Stammspermatogonien. Wie besprochen³⁸⁾ besitzen die Keimstränge im 7. Lebensmonat die Gonozyten, während diejenigen im 19. Lebensmonat die Gonozyten-ähnlichen Zellen enthalten. Angenommen, dass die beiden Zellen ursprünglich nicht gleich sind, so ist es möglich, dass sie sich bei der Wellenentstehung verschieden verhalten. Aber der Unterschied bleibt, wie besprochen, leider noch kaum verdeutlicht. Es ist deshalb im jetzigen Untersuchungszustand nicht zu erwarten, die vorgelegte Frage vom obenerwähnten Gesichtspunkt aus lösen zu können.

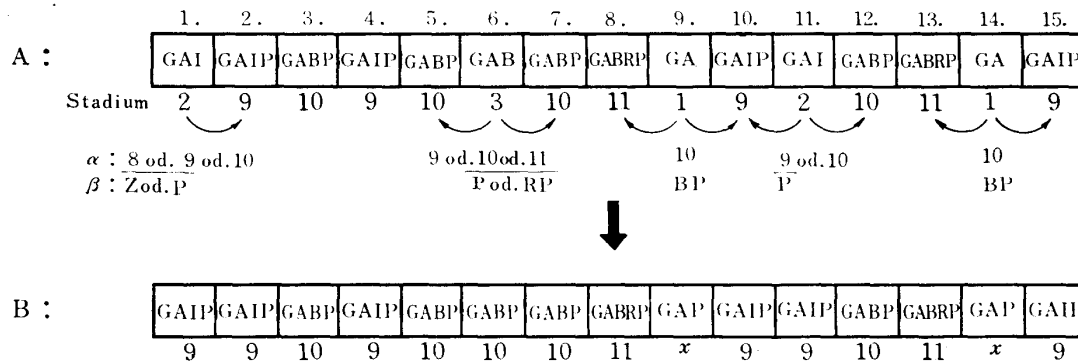
2 Entstehung des sog. abweichenden Segments und Unterbrechung der Kontinuität der Segmentnummer

Als die Ursachen dafür sind folgende Erscheinungen denkbar: 1) Degeneration und Verschwinden einiger Zellarten in den normal gebildeten Zellgemeinschaften; 2) Unvollkommene Erfüllung der obenerwähnten Bedingungen für die Wellenentstehung. Da die Degeneration im vierten Bericht³⁷⁾ eingehend besprochen worden ist, braucht es hier keiner weiteren Erwähnung.

Der Verfasser möchte hier ein Modell-Experiment anstellen, um die zwei genannten Ursachen vom theoretischen Gesichtspunkt aus zu erörtern.

B₃-R in Abbildung 4-1 kann wie folgt schematisiert werden (A in Abb. 5). Hier bedeutet das Zeichen ↗ das Ueberspringen der Segmentnummer.

ABBILDUNG 5 Versuch der Rekonstruktion der unterbrochenen
Kontinuität der Segmentnummer—B₃-R



Angenommen, dass die übersprungenen Segmente eine degenerative Veränderung erfahren haben und dass diese Segmente vor dem Auftreten der Degeneration die Kontinuität aufrechterhalten hätten, so müssen sich die Segmentnummern ursprünglich theoretisch wie in Rubrik α aufgereiht haben. Beispielsweise muss die Nummer eines Segments GAI unter 1. mindestens theoretisch 8, 9 oder 10 gewesen sein, ehe es von Degeneration befallen wurde. Mit anderen Worten, das betreffende Segment muss seinerzeit irgendein Zellelement bzw. eine Zellgruppe von Z, P und BP besessen haben. Es ist aber unmöglich, dass das Segment die Zellgruppe BP hatte, da das Segment GAI durch Erhaltung des BP zu einer abweichenden Zellgemeinschaft GAIBP abgewandelt wird. Es ist deshalb zu schliessen, dass das Stadium des Segments GAI ursprünglich 8 oder 9 war (Dies bedeuten die unterstrichenen Nummern 8 od. 9 in Rubrik α). Diese Schlussfolgerung bedeutet, dass das Segment GAI früher noch ein anderes Zellelement Z oder P besessen hat (Rubrik β). Auf dieselbe Weise kann man die zu ergänzenden Zellelemente bezüglich der Segmente unter 6., 9., 11. und 14. bestimmen. Die somit ermittelten Zellelemente sind P oder RP, BP, P und BP. Es ist aber unklar, welches Zellelement tatsächlich zugrunde ging. Dennoch steht mindestens fest, dass allen übersprungenen Segmenten der Mangel an P gemeinsam ist. Es ist also sinnvoll, das P als ein zu ergänzendes Zellelement anzusehen. Ersetzt man unter dieser Voraussetzung in allen betreffenden Segmenten das fehlende Zellelement P, dann erhält man die in B gezeigten Segmentanordnungen. In Rubrik B findet man kein Überspringen mehr, aber zugleich bemerkt man das Vorkommen zweier abweichender Segmente GAP (unter 9. und 14.). Dies bedeutet, dass sogar nach der Rekonstruktion der verlorenen Zellelemente die vollkommene Kontinuität der Segmentnummer nicht wieder erlangt werden kann. Der Verfasser muss eingestehen, dass die theoretischen Betrachtungen, die dem Rekonstruktionsverfahren zugrunde liegen, in

einigen Punkten eigenmächtig sind. Aus diesem Grund wird ein weiterer Fall auf dieselbe Weise geprüft.

Wo ist in Abbildung 6 das Segment zu finden, das man als Ausgangspunkt für das Rekonstruktionsverfahren annehmen kann? Mit anderen Worten: Welches Segment hat keine degenerative Veränderung erlitten? Wenn man

ABBILDUNG 6 Versuch der Rekonstruktion der unterbrochenen
Kontinuität der Segmentnummer—B₉-L

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
	A	AR	A	AR	AL	ARP	AP	A	AP	A	AP	AR	ARP	AI	A
Stadium	1	5	1	5	6	12	x	1	x	1	x	5	12	2	1

das Segment, das die zahlreichsten Zellelemente enthält, als den Ausgangspunkt sieht, so handelt es sich um zwei Segmente (unter 6. und 13.). An diese zwei Segmente grenzen jedoch die Segmente, bei denen die Kontinuität aufrechterhalten ist (4., 5. und 14., 15.). Wenn man also diese zwei Segmente als Ausgangspunkte ansieht, so ist man gezwungen, die Stadien der Segmente mit konsekutiven Nummern abzuändern. Dies steht allerdings im Widerspruch zur Absicht der Rekonstruktion der verlorenen Kontinuität. Man muss deshalb die Rekonstruktion aufgeben. Auch wenn man alle möglichen fehlenden Zellelemente ergänzt, kann die Kontinuität zwischen zwei Segmenten unter 13. und 14. doch niemals wiedererlangt werden. Denn es ist unmöglich, dass ein Segment mit R (unter 13.) an ein anderes Segment mit I (unter 14.) angrenzt.

Jetzt ist es ganz klar, dass man die Bildung der eigenartigen Segmente und die Unterbrechung der Kontinuität nicht ausschliesslich aus der Degeneration erklären kann. Daraus schliesst der Verfasser darauf: Was die Fälle, bei denen die abweichenden Segmente und die Unterbrechung der Kontinuität der Segmentnummer gefunden werden, anbelangt, so sind die Bedingungen für die Wellenentstehung nicht gleich mit denen in der Paarungszeit. Nach den Kenntnissen der Samenepithelwelle bei einigen anderen Spezies ist diese Konklusion nicht so erstaunlich: Beim Bullen ist das Zusammenbestehen zweier oder mehr verschiedener Stadien in einem Querschnitt und/oder Segment ein sehr gewöhnliches Phänomen^{26,36)}; beim Menschen und beim Schimpansen gibt es keine entsprechenden Erscheinungen für die Samenepithelwelle^{4,14,27,34)}.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1) BEAUMONT, H. M. & MANDL, A. M. (1963): *J. Embryol. exp. Morph.*, 11, 715
- 2) BOSTROM, R. E., AULERICH, R. J., RINGER, R. K. & SCHAIBLE, P. J. (1967): *Q.*

Bull. Mich. St. Univ. agric. Exp. Stn, **50**, 538

- 3) CLELAND, K. W. (1951): *Aust. J. scient. Res.*, **4**, 344
- 4) CLERMONT, Y. (1963): *J. Anat.*, **112**, 35
- 5) CLERMONT, Y. (1969): *Am. J. Anat.*, **126**, 57
- 6) CLERMONT, Y. & BUSTOS, E. (1966): *Anat. Rec.*, **154**, 332
- 7) CLERMONT, Y. & BUSTOS-OBREGON, E. (1968): *Am. J. Anat.*, **122**, 237
- 8) CLERMONT, Y. & HUCKINS, C. (1961): *Ibid.*, **108**, 79
- 9) CURTIS, G. M. (1918): *Ibid.*, **24**, 339
- 10) DE ROOIJ, D. C. & KRAMER, M. F. (1968): *Z. Zellforsch. mikrosk. Anat.*, **85**, 206
- 11) DYM, M. & FAWCETT, D. W. (1971): *Biology Reprod.*, **4**, 195
- 12) FRANCHI, L. L. & MANDL, A. M. (1964): *J. Embryol. exp. Morph.*, **12**, 289
- 13) GONDOS, B. & ZEMJANIS, R. (1970): *J. Morph.*, **131**, 431
- 14) HELLER, C. G. & CLERMONT, Y. (1964): *Recent Prog. Horm. Res.*, **20**, 545
- 15) HEMMINGSEN, B. (1967): *Nord. VetMed.*, **19**, 71
- 16) HILSCHER, B., HILSCHER, W., DELBRÜCKE, G. & LEROUGE-BÉNARD, B. (1972): *Z. Zellforsch. mikrosk. Anat.*, **125**, 229
- 17) HILSCHER, B., HILSCHER, W. & MAURER, W. (1966): *Naturwissenschaften*, **53**, 115
- 18) HOCHEREAU, M.-T. (1962): «Étude comparée de la vague spermatogénétique chez le taureau et chez le rat» Mémoire présenté à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris
- 19) HOCHEREAU-DE REVIERS, M.-T. (1970): Etude des divisions spermatogoniales et du renouvellement de la spermatogonie souche chez le taureau, Thèse, Paris
- 20) HUCKINS, C. (1963): *Anat. Rec.*, **145**, 243
- 21) HUCKINS, C. (1971): *Cell Tiss. Kinet.*, **4**, 139
- 22) HUCKINS, C. (1971): *Anat. Rec.*, **169**, 533
- 23) HUCKINS, C. (1971): *Cell Tiss. Kinet.*, **4**, 313
- 24) HUCKINS, C. (1971): *Ibid.*, **4**, 335
- 25) HUCKINS, C. & CLERMONT, Y. (1968): *Archs Anat. Histol. Embryol.*, **51**, 343
- 26) KRAMER, M. F. (1960): Spermatogenesis in the bull (Inaug. Diss., Utrecht, auf niederländisch mit englischer Zusammenfassung)
- 27) LEIDL, W. (1968): *Z. Tierzücht. ZüchtBiol.*, **84**, 273
- 28) LUNDH, E. (1961): *Våra Pälldjur*, **32**, 380
- 29) MONESI, V. (1962): *J. biophys. biochem. Cytol.*, **14**, 1
- 30) OAKBERG, E. F. (1971): *Anat. Rec.*, **169**, 515
- 31) ONSTAD, O. (1967): Studies on postnatal testicular changes, semen quality, and anomalies of reproductive organs in the mink. A clinical, histological, and histochemical study, *Acta endocr., Copenh.*, Suppl. No. 117
- 32) ORTAVANT, R. (1956): *C. r. Séanc. Soc. Biol.*, **150**, 471
- 33) PEREY, B., CLERMONT, Y. & LEBLOND, C. P. (1961): *Am. J. Anat.*, **108**, 47
- 34) ROOSEN-RUNGE, E. C. & BARLOW, F. D. (1953): *Ibid.*, **93**, 143
- 35) SAPSFORD, C. S. (1962): *Aust. J. agric. Res.*, **13**, 487
- 36) 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

37) TIBA, T. (1973): *Ibid.*, **21**, 112

38) TIBA, T. (1973): *Ibid.*, **21**, 125

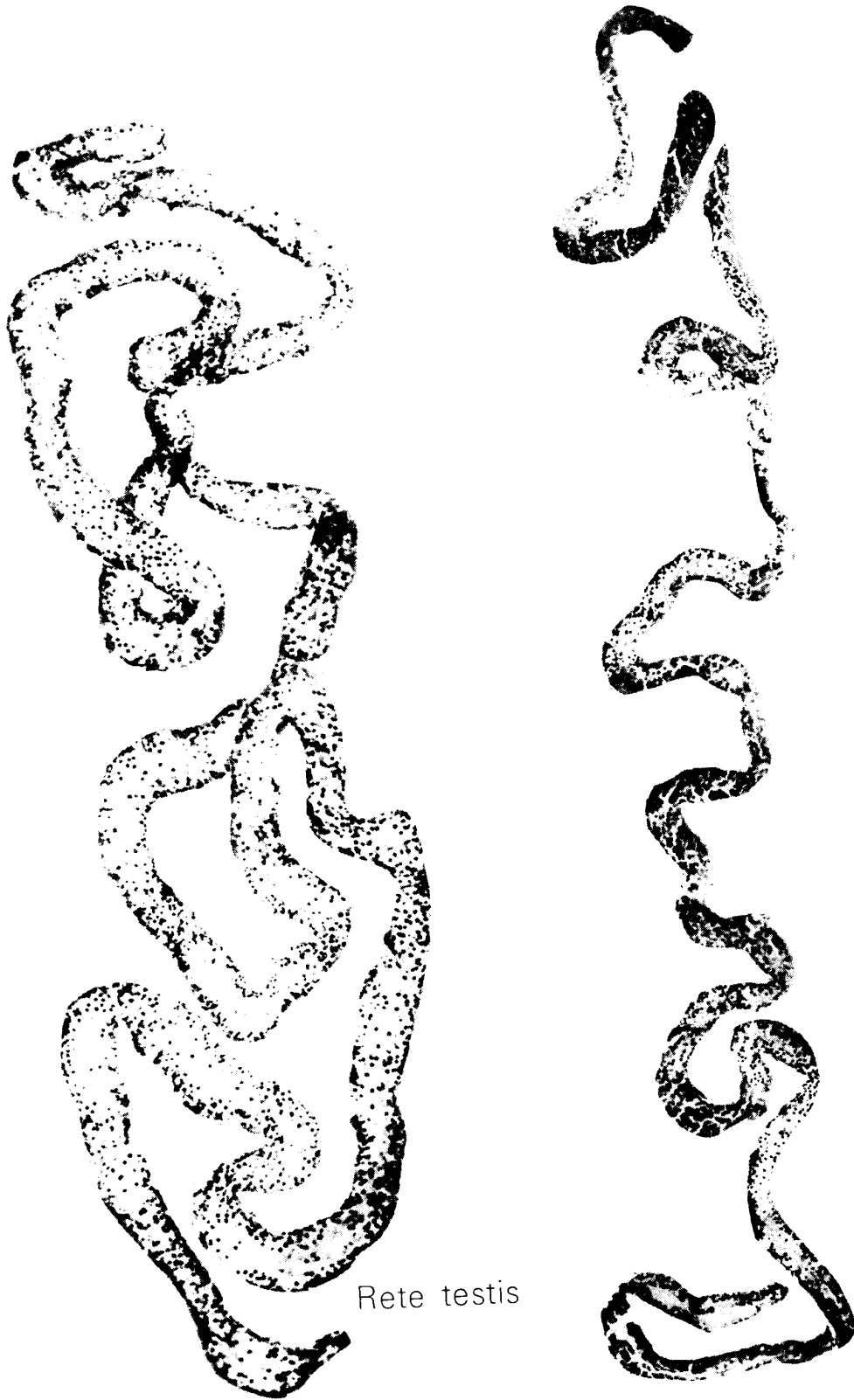
39) TIBA, T., ISHIKAWA, T. & MURAKAMI, A. (1968): *Ibid.*, **16**, 159

ERKLÄRUNG DER TAFELN

TAFEL I

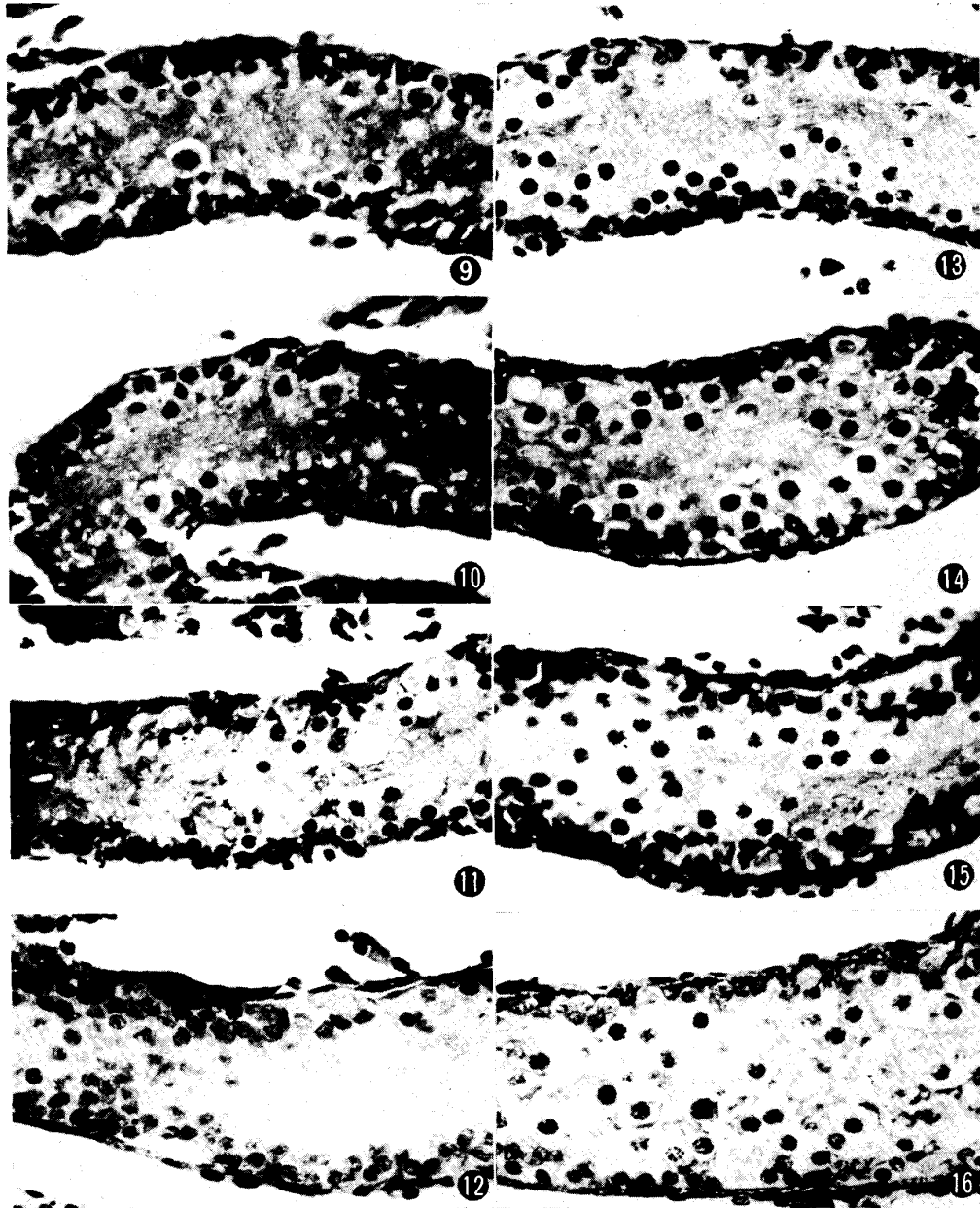
Abb. 7 Längsschnitt eines isolierten Keimstrangs
Färbung mit Thionin-PAS $\times 40$

Abb. 8 Längsschnitt eines isolierten Keimstrangs
Färbung mit Thionin-PAS $\times 30$



TAFEL II

- Abb. 9~16 Sog. normale Zellgemeinschaften im Keimstrang- bzw. Samenkanälchenlängsschnitt
Färbung mit Thionin-PAS $\times 170$
- Abb. 9 GA (Gonozyten und A-Spermatogonien)
Abb. 10 GAI (Gonozyten, A- und I-Spermatogonien)
Abb. 11 GABR (Gonozyten, A- und B-Spermatogonien, und ruhende primäre Spermatozyten)
Abb. 12 AR→L (A-Spermatogonien, ruhende und/oder leptotäne Spermatozyten)
Abb. 13 GAL→Z (Gonozyten, A-Spermatogonien, leptotäne und/oder zygotäne Spermatozyten)
Abb. 14 GAIP (Gonozyten, A- und I-Spermatogonien und pachytäne Spermatozyten)
Abb. 15 ABP (A- und B-Spermatogonien, und pachytäne Spermatozyten)
Abb. 16 ABRP (A- und B-Spermatogonien, ruhende und pachytäne Spermatozyten)



TAFEL III

Abb. 17~19 Sog. abweichende Zellgemeinschaften im Keimstrang- bzw. Samenkanälchenlängsschnitt

Färbung mit Thionin-PAS $\times 170$

Abb. 17 AP (A-Spermatogonien und pachytäne Spermatozyten)

Abb. 18 AIZ $\rightarrow$ PP (A- und I-Spermatogonien, zygotäne und/oder pachytäne Spermatozyten, und spätere pachytäne Spermatozyten)

Abb. 19 AL $\rightarrow$ ZPP (A-Spermatogonien, leptotäne und/oder zygotäne Spermatozyten, frühere und spätere pachytäne Spermatozyten)

