

(Aus dem Anatomischen Institut der Universität Hamburg  
[Direktor: Prof. Dr. H. Poll].)

## Biologische Untersuchungen zur Follikelatresie.

Von  
**Wilhelm Blotevogel.**

Mit 15 Abbildungen im Text.

(*Eingegangen am 29. Februar 1932.*)

- A. Einleitung.
- B. Schrifttum.
- C. Material und Methodik.
- D. Befunde.
  - 1. Bei der weißen Maus.
    - a) Zahlenverhältnisse der normalen und atretischen Follikel.
    - b) Größe des Eierstocks.
    - c) Follikelzahlen in ihrer Beziehung zur Größe des Eierstocks.
  - 2. Bei Primaten.
    - a) beim Mantelpavian (*Cynocephalus Hamadryas*).
    - b) beim Schimpansen (*Simia troglodytes*).
- E. Kurze Besprechung der Ergebnisse.
- F. Zusammenfassung.
- G. Schluß.
- H. Verzeichnis der erwähnten Arbeiten.

### A. Einleitung.

„Wenn wir von der Tatsache ausgehen, daß Leben einerseits nur bestehen kann, andererseits aber auch bestehen muß, sobald ein bestimmter Komplex von Bedingungen erfüllt ist, dann sind die Todesbedingungen damit ebenfalls schon in ihrer allgemeinen Form bestimmt, denn dann muß der Tod eintreten, sobald die Lebensbedingungen wegfallen<sup>1.</sup>“

Aus diesen Tatsachen folgt logisch und biologisch die Notwendigkeit, auch äußere und innere Todesbedingungen sachlich zu unterscheiden. So eindeutig und klar die Wirkungsweise der äußeren Todesbedingungen, wie Entziehung von Nahrungsstoffen, von Wasser, von Sauerstoff, Giftwirkung usw. sich bekundet, so stark entziehen sich die inneren zunächst der Beobachtung, sofern man sich nicht auf den primitiven Standpunkt stellen will, ihr Eingreifen überall dort anzunehmen, wo

---

<sup>1</sup> *Verworn*: Allgemeine Physiologie, S. 397. 1909.

man keine äußeren Todesbedingungen zu erkennen vermag. Unsere Vorstellung von den Bedingungen des natürlichen Todes ist gegründet auf den Satz, daß der Organismus sich von der Befruchtung, d. h. von dem Zeitpunkt seiner Entstehung als Einzelwesen an, bis zu seinem Tode ununterbrochen verändert. Diesem Wandel unterliegen die verschiedenen Teile des Organismus in sehr verschiedenem Grade und mit sehr verschiedener Geschwindigkeit. Der Zeitpunkt des natürlichen Todes hängt davon ab, wann und in welchem Ausmaße die Todesbedingungen Glieder mit hoher Lebenswertigkeit ergreifen. Hingegen ist der individuelle Lebensfortbestand auch mit umfangreichen Vernichtungen aus inneren Ursachen vereinbar, sofern nicht lebenswerte Abschnitte betroffen werden. Dabei können und sind für den Fortbestand der Art diese Glieder hoch lebenswertig, und das sind die Keimzellen.

An ihrem Tode, sei es aus äußeren oder inneren Bedingungen, hängt die Unsterblichkeit der Art; und für diese weit über das individuelle Todesproblem hinausragende Daseinsfrage gewinnt die Abgrenzung von inneren und äußeren Todesbedingungen entscheidende Bedeutung. Soma und Germa müssen von diesem Standpunkte aus mit verschiedenem Maßstabe gemessen werden. Exogene Einflüsse vernichten germatische Glieder mechanistisch, das endogene Todesurteil bricht den Stab über ein Vergehen gegen den Sinn des Lebendigen. So erwächst die Aufgabe, neben der äußeren vor allen Dingen die innere Vernichtungsbedingtheit im Germa zu klären. Dabei muß man gegebenenfalls zu dem primitiven Mittel greifen, äußere Todesbedingungen auszuschließen, um auf innere schließen zu können.

Dieses Phänomen, das seit Weigerts grundlegender Arbeit die Bezeichnung „Partialtod“ trägt, hat Gutherz aus dem Reiche des Soma in die Sphäre des Germa geführt, und er hat in seiner Schrift „Der Partialtod in funktioneller Betrachtung“ mit dem Beispiel des Vernichtungsfeldzuges gegen die Keimzellen im Eierstock einen sehr schönen Beitrag geliefert. An Eierstöcken junger Katzen konnte er feststellen, daß ein Teil der Oocyten infolge verfrühter Chromatinreifung vorzeitig zugrunde geht. Wenn Gutherz auch der Ansicht ist, daß die physiologischen Entartungsvorgänge im jugendlichen Säugereierstock offenbar endogener Natur sind, so erwähnt er doch, daß beim Zustandekommen dieses Vorgangs möglicherweise auch ungenügende Ernährung und gegenseitiger Druck der Zellen, beide als Folge ihrer starken Wucherung, also für die einzelnen Zellen von außen kommende Einflüsse, wesentlich sein könnten.

Mit dieser Phase des Kampfes ist aber der innere Tod nicht abgeschlossen. Die Vernichtung geht unaufhaltsam weiter, von der Jugend über die Geschlechtsreife bis in das Leben des erwachsenen Individuums; dabei ist es gleichgültig, ob man die Gesamtheit der Keimzellen im Organismus oder das aus der einzelnen Zelle hervorgegangene Individuum der Betrachtung zugrunde legt. Sterben ist zwar ein Vorgang ununter-

brochener, aber kein Vorgang beständiger Geschwindigkeit. Er lässt Punkte größerer und geringerer Dichte erkennen. So lassen sich an der Vernichtungskurve lebendiger Masse deutlich zwei Höhepunkte unterscheiden, die einen Mindestpunkt zwischen sich einschließen. Dem höchsten Wert, der das Leben beendet, entspricht ein zweiter zu Beginn der Lebenskurve, der nur darum so wenig bekannt ist, weil noch immer im wesentlichen der biologische Anfang des Lebens unbeachtet bleibt gegenüber dem mehr zufälligen Datum des Ausschlüpfens oder der Geburt. Von der Vernichtungskurve gegen Ende der Schwangerschaft stehen uns einige, wenn auch recht lückenhafte Kenntnisse zur Verfügung. Die Zeit zwischen der Befruchtung und dem Ende der intrauterinen Entwicklung ist in dieser Hinsicht ein noch nahezu unerforschtes Gebiet, wenigstens soweit exakte Feststellungen verlangt werden müssen. Die Erbbiologie ist geneigt, den Zeitpunkt der Befruchtung als einen scharfen Einschnitt in dem biologischen Charakter des Eischicksals anzusehen. Von ihrem Standpunkte aus völlig zu Recht. Rein dem Material nach ist indessen gerade das Säugetiere eine nahezu gradlinige Fortsetzung des Eilebens im Eierstock und in Hinblick auf die Vernichtungsziffer des Keimmaterials lässt es sich wohl rechtfertigen, auch die Zeitspanne von dem ersten Auftreten besonders der weiblichen Keimzelle, bis zur Befruchtung in die Übersicht mit einzubeziehen. Zweifellos liegt auch in dieser Gegend ein lang hingestreckter Höhepunkt der Ausmerzungsziffer.

Zweck der vorliegenden Untersuchung soll es sein, zur Erkenntnis der Vernichtungsvorgänge in diesem Zeitabschnitt beizutragen, Vorgänge, die ja als *Follikelatresie* biologisch schon immer eine Rolle gespielt haben, und festzustellen, ob wir für diesen Vernichtungskampf hochwertiger Zellen den Lebensraum, d. h. äußere Todesbedingungen, oder innere Todesbedingungen, wenn auch nur durch Ausschluß, verantwortlich zu machen haben.

Eine Beihilfe seitens des Reiches, für die wir auch an dieser Stelle unseren besonderen Dank aussprechen, hat die Ausdehnung dieser Untersuchung in einem Maße ermöglicht, welches die Ergebnisse der Arbeit auf eine breite und sichere Grundlage stellt.

## B. Schrifttum.

Über die rein morphologischen Veränderungen bei der Follikelatresie liegt eine große Anzahl von Veröffentlichungen vor. Sehr schlecht sind wir indessen über die Mengenverhältnisse normaler und atretischer Follikel im Eierstock unterrichtet. Jene Arbeiten sollen uns hier nur die Mittel liefern, um einwandfreie Merkmale für die Entscheidung, wann ein Follikel als atretisch anzusehen ist, festzulegen. Aus dem Schrifttum geht hervor, daß man als solche vorzeitige Polkörperchenbildung, Teilung, Kernfragmentierung und anderes annehmen muß.

Bezüglich der Einzelheiten muß ich auf die Veröffentlichungen selbst verweisen.

*Aray* und *Asamy* kann man als Vorläufer für eine genaue Mengenbestimmung betrachten. Jener war der erste, der (1920) Zahlen für normale und atretische Follikel in verschiedenen Lebensaltern angibt, während dieser (1920) von 29 Kaninchen je einen Eierstock in dieser Richtung untersucht hat.

In Beziehung zu unserer oben angegebenen Fragestellung kommt hier aber nur eine Arbeit von *Engle* (1927) in Betracht. *Engle* hat 100 Mäuseeierstöcke von Tieren in verschiedenen Stadien des Oestrus und der Trächtigkeit untersucht. Er hat zwar nur absolute Zahlen für die atretischen Follikel angegeben und keine Beziehung zwischen ihnen und der Gesamtzahl der Follikel und der Größe des Eierstocks hergestellt, bezeichnet aber selbst die Kenntnis dieser Korrelation als sehr wertvoll. Nur für einige Eierstöcke gibt er für den Typ II (d. h. Follikel, bei denen es bereits zur Bildung eines Follikelhohlraumes gekommen ist) auch Zahlen für die normalen Follikel an. Die gefundenen absoluten Werte der normalen Follikel schwanken zwischen 4 und 22, die der atretischen zwischen 8 und 26; in Prozenten ausgedrückt sind von den Follikeln 22—86 % atretisch.

So lag es denn nahe, durch genaue Zählungen der normalen und atretischen Follikel und durch Größenbestimmung der Eierstöcke nach Beziehungen zwischen diesen beiden Faktoren zu forschen und den Versuch zu machen, auf diese Weise zur Klärung der Follikelatresie beizutragen. Hierzu sind allerdings, um zu eindeutigen Ergebnissen zu kommen, recht umfangreiche Zahlen notwendig.

### C. Material und Methodik.

Für die vorliegende Arbeit wurden die Eierstöcke von 16 ausgewachsenen, geschlechtsreifen, stets isoliert gehaltenen jungfräulichen Mäusen (Prot.-Nr. 23, 279—285, 289—293, 294—296, 387) verwandt, um auf jeden Fall auch ganz frühe Trächtigkeitsstadien auszuschließen. Die Ovarien wurden den Tieren von der Rückenseite her entfernt, in Zenkerscher Lösung fixiert, in Serienschnitte von  $10\text{ }\mu$  zerlegt und nach den gewöhnlichen Methoden (Hämatoxylin-Eosin oder Hämatoxylin-van Gieson) gefärbt.

Ergänzt wurden die Untersuchungen am Eierstock der weißen Maus durch solche am Eierstock von Primaten, von denen uns folgendes Material zur Verfügung stand:

1. 10 Eierstöcke von Mantelpavianen (*Cynocephalus Hamadryas*).

Die 5 Tiere waren gesund, völlig ausgewachsen und geschlechtsreif. Drei von ihnen waren über 1 Jahr in unserem Institut beobachtet und hatten während dieser Zeit immer regelmäßig menstruiert. Sie waren fast die ganze Zeit in Einzelställen untergebracht und niemals mit männlichen

Tieren in Berührung gekommen, so daß also auch hier ganz frühe Trächtigkeitsstadien ausgeschlossen waren. 2 Tiere hatte ich nur kurze Zeit, konnte aber auch bei beiden je eine Menstruation beobachten. Die Entnahme der Eierstöcke erfolgte in Äthernarkose von der Bauchseite her. Die Operation wurde von allen Tieren gut vertragen. Fixierung, Einbettung und weitere Behandlung der Eierstöcke wie bei der Maus.

#### 2. 4 Eierstöcke von Schimpansen (*Simia troglodytes*).

Zwei davon entstammten einem anscheinend noch nicht ganz ausgewachsenen Tiere, das kurz nach seiner Ankunft in Hagenbecks Tierpark einging. Über die Vorgeschichte des Tieres war nichts zu erfahren. Fixierung der Eierstöcke in Formalin, Weiterbehandlung wie bei den anderen. Die 2 anderen Eierstöcke stammten von einer etwa 8jährigen Schimpansin, Susi, die im Varieté auftrat. Durch Vermittlung eines hiesigen Tierarztes<sup>1</sup> der den Auftrag zur Tötung des an hochgradiger Tuberkulose erkrankten Tieres erhalten hatte, war es mir möglich, kurz nach dem Tode des Tieres, der durch Injektion von Blausäure in die Pleurahöhlen herbeigeführt wurde, die Eierstöcke in Zenkersche Lösung einzulegen. Weiterbehandlung wie oben.

An den in Reihenschnitte zerlegten Eierstöcken wurden

1. Zählungen der Follikel vorgenommen.

Der Follikel wurde für die Zählung registriert:

als *normal*, wenn in der Serie die Zelle bei sonstiger einwandfreier Beschaffenheit im Schnitt einen regelrechten Kern mit Kernkörperchen erkennen ließ,

als *atretisch*, wenn das Höchstmaß der Flächenausdehnung überschritten wurde.

Zum Vergleich mußten oft von einem in Frage kommenden Bezirk kleine Orientierungsskizzen angefertigt und diese sorgsam verglichen werden.

2. die Volumina der Eierstöcke und ihres Corpus luteum-Anteiles bestimmt.

Die Volumenbestimmungen für die Corpora lutea erfolgten bei der weißen Maus mit Hilfe planimetrischer Messungen. Aus dem Planimeterwert und der Schnittdicke wurde unter Berücksichtigung der Vergrößerung das Volumen berechnet. Das Gesamtvolumen der Eierstöcke wurde der Zeitersparnis halber nach Aufzeichnung mit dem Edingerschen Zeichenapparat durch Ausschneiden und Wägen von Papier ermittelt. Dabei ergab sich zunächst, daß das Gewicht gleichgroßer benutzter Papierflächen nur so geringe Unterschiede aufwies (es schwankte bei 10 qcm zwischen 0,63 und 0,65 g), daß die Methode für die vorliegenden Untersuchungen als ausreichend angesehen werden konnte. 3 Ovarien

<sup>1</sup> Herrn Hoftierarzt Dr. Docter, Hamburg, bin ich für diese Vermittlung zu großem Danke verpflichtet.

wurden außerdem planimetrisch ausgemessen. Da außer dem Planimeterwert die Schnittdicke und die Vergrößerung bekannt war, wurde hieraus nach der Formel  $v = \frac{\Sigma p \cdot d}{v^2}$  das Volumen bestimmt. Da gleichzeitig für diese Ovarien das Gewicht des ausgeschnittenen Papiers vorlag, ließ sich leicht feststellen, daß bei dem von uns verwandten Papier 1 g einem Volumen von 0,036 cmm entsprach. Durch Multiplikation dieser Zahl mit dem Papierge wicht wurde das Volumen der übrigen 29 Eierstöcke festgestellt.

Bei den Eierstöcken der Primaten wurde für das Ovarium und die Corpora lutea nur die Ausschneide- und Wägemethode angewandt.

### 3. Zahlenkritische Methoden:

Mittelwert, Streuung, mittlerer Fehler und Variationskoeffizient wurden nach den gebräuchlichen Methoden errechnet, d. h. die Streuung als Wurzel der Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittelwert, dividiert durch die Anzahl der Individuen unter Berücksichtigung der Korrektur nach *Sheppard* ( $\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum pa^2}{n} - b^2}$ ); der mittlere Fehler des Mittelwertes als Quotient aus Streuung und der Wurzel aus der Anzahl der Individuen ( $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ ); der Variationskoeffizient als Quotient aus dem 100fachen Wert der Streuung und dem Mittelwert ( $v = \frac{100 \sigma}{M}$ ).

Zur Prüfung der Frage, ob Unterschiede der Mittelwerte verschiedener Zahlenreihen als biologisch echt anzusehen sind oder nicht, wurde eine in der Statistik übliche Methode angewandt, die darin besteht, daß man den gefundenen Unterschied selbst in Beziehung setzt zu seinem mittleren Fehler. Der Unterschied wird dann als wirklich angesehen, wenn er größer ist als sein dreifacher mittlerer Fehler.

Die Errechnung des *Korrelationskoeffizienten* erfolgt zumeist nach der *Bravais*-Formel ( $r = \frac{\sum p_{ax} a_y}{n \sigma_x \sigma_y}$ )<sup>1</sup>. In einigen Fällen aber erwies sich die recht grobe, gewissermaßen als Faustmethode aufzufassende Vierfeldermethode als ausreichend. Sie besteht, wie weiter unten an einem Beispiel gezeigt werden wird, darin, daß man die einzelnen gefundenen Werte in ein Koordinatensystem einträgt und dann mit Hilfe eines durch den Mittelwert gelegten Kreuzes 4 Felder herstellt, in denen die einzelnen Werte ausgezählt werden. Ergibt sich dabei eine annähernd gleichmäßige Verteilung auf alle vier Felder, so ist eine Korrelation mit Sicherheit auszuschließen.

Die Ergebnisse der nachfolgenden Arbeit beziehen sich nur auf die *Eifollikel*, nicht aber auf die Eier selbst. Dabei sind als Follikel diejenigen Entwicklungsstufen der Eier aufgefaßt, bei denen ein Keimbläschen

<sup>1</sup> Nähere Angaben siehe *Lang, Arnold*: Experimentelle Vererbungslehre, S. 373 f. 1914.

und ein deutliches, mindestens einschichtiges kubisches bis zylindrisches Follikelepithel nachzuweisen war. Als Sekundärfollikel werden in der Arbeit nach dem Vorgang von *Engle* diejenigen Eier benannt, bei denen es bereits zur Bildung eines mit Liquor folliculi angefüllten Hohlraumes gekommen ist, während alle übrigen als Primärfollikel bezeichnet werden.

In Übereinstimmung mit der Literatur und in vernünftiger Würdigung der tatsächlichen Verhältnisse gilt im Rahmen dieser Untersuchung das Primordialei nicht als Follikel, ein Stadium, das ja auch in der Tat erst von dem Augenblick an gerechnet werden kann, in dem das Ei in einem wohl bestimmten Zelltäschchen eingeschlossen erscheint.

#### D. Befunde.

Zunächst sei über die Befunde am

##### 1. Eierstock der weißen Maus

berichtet.

Zur Orientierung sei zunächst ein Schnitt durch den Eierstock einer Maus wiedergegeben, der von dem Tier Prot.-Nr. 281 stammt.

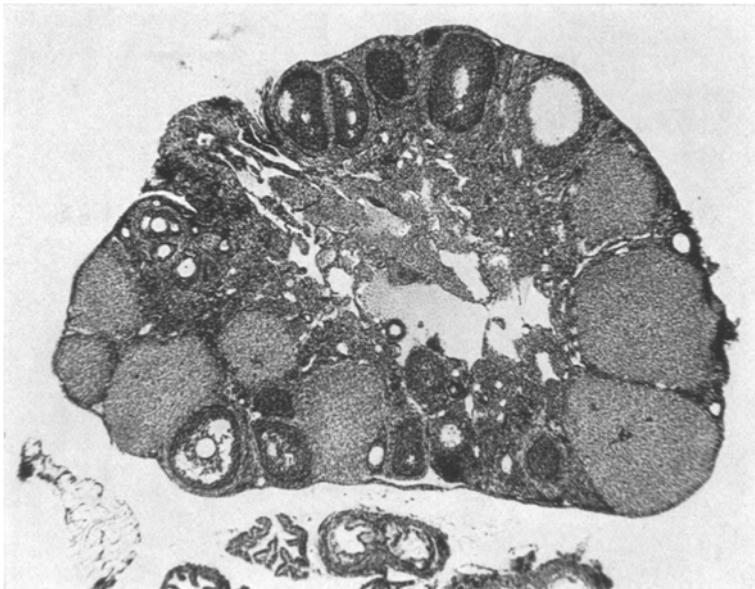


Abb. 1. Schnitt durch den Eierstock einer weißen Maus.

Man sieht auf der vorstehenden Abbildung eine größere Menge von Corpora lutea, sowie eine Anzahl von primären und sekundären Follikeln. Der Eierstock der geschlechtsreifen Maus enthält so gut wie immer größere Mengen von Luteingewebe; nur ausnahmsweise ist ein solches nicht vorhanden.

Wie schon oben angegeben, beziehen sich die verschiedenen Angaben

auf 32 Eierstöcke. Es seien die Follikelzahlen, die Größe der Eierstöcke und die Beziehungen dieser beiden Größen zueinander der Betrachtung zugrunde gelegt.

*a) Zahlenverhältnisse der normalen und atretischen Follikel.*

Die Auszählung der Follikel wurde zunächst zu dem Zwecke vorgenommen, die Schwankungsbreite der Follikelzahl, sowohl der gesamten, als auch nach normalen und atretischen, nach primären und sekundären getrennt, kennen zu lernen. Die Ergebnisse sind auf der nachstehenden Tabelle zusammengestellt, die außer diesen absoluten Zahlen auch angibt, wieviel Prozent der Follikel jeweils in den einzelnen Gruppen atretisch gefunden wurden.

Tabelle 1. *Absolute und relative Zahlen der normalen und atretischen Follikel in den einzelnen Eierstöcken der weißen Maus.*

Prot.-Nr. der Maus	Eierstock Nr.	Follikel insgesamt	Primärfollikel			Sekundärfollikel			Primär- und Sekundärfollikel		
			normal	atretisch	atretischer Anteil der Primär- follikel %	normal	atretisch	atretischer Anteil der Sekundär- follikel %	normal	atretisch	atretischer Anteil der Gesamt- follikel %
23	I	188	80	46	36,50	38	24	38,90	118	70	37,23
	II	197	69	56	44,80	41	31	43,00	110	87	44,00
296	I	239	76	103	57,00	23	37	61,60	99	140	58,50
	II	156	91	34	27,12	19	12	38,70	110	46	29,29
289	I	218	80	69	46,22	40	29	43,60	120	98	44,95
	II	198	56	61	52,14	51	30	37,04	107	91	46,00
240	I	104	72	24	25,00	5	3	37,50	77	27	26,00
	II	121	60	40	40,00	12	9	42,86	72	49	40,49
291	I	201	84	80	48,78	17	20	54,05	101	100	49,75
	II	149	57	64	52,90	16	12	42,86	73	76	51,00
292	I	198	124	34	21,52	27	13	32,50	151	47	23,73
	II	177	102	42	30,07	16	17	51,51	118	59	33,89
293	I	213	81	56	40,87	46	30	39,47	127	86	40,37
	II	254	102	72	41,38	43	37	46,25	145	109	42,90
279	I	325	101	127	56,60	46	51	52,29	147	178	54,77
	II	264	72	80	52,63	52	60	53,58	124	140	53,03
280	I	161	58	70	54,68	24	19	44,18	82	89	52,04
	II	164	60	54	47,45	21	29	58,00	81	83	50,92
281	I	239	82	127	60,77	11	19	63,33	93	146	61,08
	II	232	88	120	57,70	9	17	65,38	97	137	59,00
295	I	347	91	131	59,00	51	74	59,20	142	205	59,07
	II	326	84	126	60,00	46	70	60,34	130	196	60,12
282	I	115	56	32	36,36	16	11	40,74	72	43	37,40
	II	129	61	32	34,40	24	12	33,33	85	44	34,11
283	I	255	83	101	54,89	30	41	57,75	113	142	55,70
	II	352	90	126	58,33	74	62	45,58	164	188	51,42
284	I	135	70	32	31,37	19	14	42,42	89	46	33,90
	II	123	57	24	29,63	26	16	38,10	83	40	32,52
285	I	86	41	19	31,66	16	10	38,23	57	29	33,72
	II	180	68	52	43,33	31	29	48,33	99	81	45,00
387	I	313	106	94	47,00	61	52	46,00	167	146	46,64
	II	213	51	43	45,74	59	60	50,42	110	103	48,35

Schon eine oberflächliche Durchmusterung der Tabelle 1 belehrt uns über die außerordentlich großen Schwankungen der Werte bei den einzelnen Tieren. So beträgt für die Gesamtfollikelzahl der kleinste beobachtete Wert 86, der größte 352 bei einem Mittelwert von  $205 \pm 13$  Follikeln. Dabei verteilen sich die Schwankungen nicht etwa so, daß der hinsichtlich der Gesamtzahl der Follikel reichste Eierstock nun etwa auch den Höchstwert an primären oder an sekundären Follikeln aufweist; im wesentlichen gilt das gleiche auch für die Mindestwerte und für die Verteilung von Norm und Atresie.

Einen besseren Überblick gewinnt man selbstverständlich aus den maßgeblichen zahlenkritischen Werten, wie sie in Tabelle 2 zusammengefaßt vorliegen.

Tabelle 2. *Mittelwerte der Follikelzahlen in den einzelnen Eierstöcken der weißen Maus.*

	Gesamtzahl der Follikel	Primärfollikel			Sekundärfollikel			Primär- und Sekundär- follikel		
		normal	atretisch	atretischer Anteil der Primärfollikel %	normal	atretisch	atretischer Anteil der Sekundärfollikel %	normal	atretisch	atretischer Anteil der Gesamtfollikel %
Mittelwert (M) . .	205,4	77,41	67,53	44,53	32,81	29,62	47,08	108,22	97,53	45,5
Streuung ( $\sigma$ ) . .	$\pm 71,27$	$\pm 18,05$	$\pm 34,9$	$\pm 9,56$	$\pm 17,43$	$\pm 19,49$	$\pm 9,01$	$\pm 27,86$	$\pm 55,2$	$\pm 10,35$
Mittl. Fehler (m) . .	$\pm 12,73$	$\pm 3,19$	$\pm 6,16$	$\pm 1,69$	$\pm 3,08$	$\pm 3,45$	$\pm 1,59$	$\pm 4,93$	$\pm 9,74$	$\pm 1,83$
Variations- koeffizient (v) . .	34,766	23,3	51,6	21,4	53,1	65,7	19,13	25,8	56,6	22,75

Die vorstehende Tabelle 2 enthält für die einzelnen Spalten der Tabelle 1 die Mittelwerte, mit Streuung, mittlerem Fehler und Variationskoeffizienten.

Anschaulicher als aus den Tabellen gehen die großen Schwankungen sowohl der Gesamtzahl der Follikel als auch der primären und sekundären aus der nachstehenden graphischen Darstellung hervor.

In der vorstehenden Abb. 2 ist in der Spalte 1 die Gesamtzahl der Follikel wiedergegeben, in Spalte 2 und 3 sind dieselben weiterhin in primäre und sekundäre gegliedert. Die Zahlen für diese beiden Spalten erhält man, wenn man in der Tabelle 1 die Spalten 4 und 5, 7 und 8 zusammenzählt. Es bedeuten in der Abb. 2 die am oberen Ende und im unteren Teil eingetragenen Zahlen den höchsten und den niedrigsten beobachteten Wert, das Mittelfeld den Mittelwert unter Berücksichtigung seines mittleren Fehlers. Während die Gesamtfollikel zwischen 86 und 352 schwanken, beträgt für die Primärfollikel der kleinste beobachtete Wert 60, der größte 228 Follikel, bei einem Mittelwert von  $144 \pm 5,1$

Follikeln und für die Sekundärfollikel der kleinste 8, der größte 136, bei einem Mittelwert von  $61 \pm 3,2$  Follikeln.

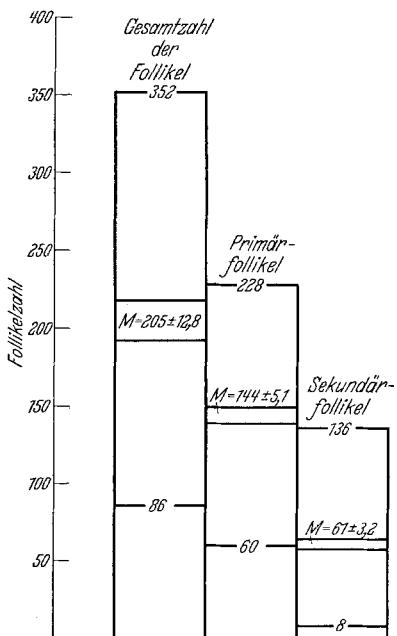


Abb. 2. Graphische Darstellung der absoluten Follikelzahlen in den einzelnen Ovarien der weißen Maus.

von  $\pm 42,9$  und einem mittleren  $M = 330$ ,  $\sigma = \pm 57,4$ ;  $m \pm 23,9$ .

Ein Vergleich der beiden Mittelwerte nach der Methode D :  $m_{\text{Diff}}$ . (s. Abschnitt Methodik) ergab in diesem Falle einen Wert von 5,15, d. h. es ist mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß in unserem Material in der Tat ein follikelarmer und ein folikelreicher Eierstocks-

Diese so stark schwankenden Werte verteilen sich aber über die gesamte Breite nicht gleichmäßig. Untersucht man die Gesamtzahl der Follikel in den einzelnen Eierstöcken daraufhin, ob etwa an bestimmten Stellen Höchst- und Mindestwerte auftreten, d. h. ob einzelne Follikelzahlen sich verhältnismäßig oft vorfinden, während andere sehr wenig vorhanden sind oder völlig fehlen, und faßt man dabei die einzelnen Eierstöcke zu Gruppen zusammen, so erhält man die Kurve der Abb. 3.

In der vorstehenden Abbildung sind die Werte in Klassenspielräumen von 40 Follikeln zusammengefaßt.

Eine Betrachtung der Kurve legt den Gedanken nahe, es möchte sich um eine zweigipflige Verteilung handeln. Errechnet man für die beiden Abschnitte die Mittelwerte, so ergibt sich für den ersten eine mittlere Follikelzahl von 180 mit einer Streuung Fehler von  $\pm 8,6$ ; für den zweiten

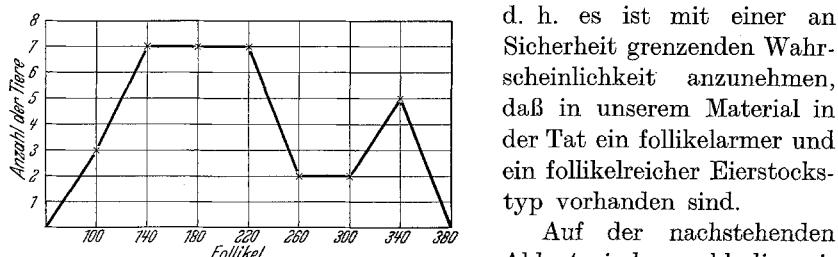


Abb. 3. Verteilung der Gesamtzahl der Follikel in den einzelnen Eierstöcken der weißen Maus.

Eierstöcke für sich betrachtet und nach normalen und atretischen gegliedert.

Es beträgt für die normalen primären

Auf der nachstehenden Abb. 4 sind sowohl die primären als auch die sekundären Follikel der einzelnen

der kleinste beobachtete Wert 41

der größte beobachtete Wert 124

$$M = 77,41 \pm 3,19$$

$$v = 23,3;$$

für die atretischen Primärfollikel

der kleinste beobachtete Wert 19

der größte beobachtete Wert 131

$$M = 67,53 \pm 6,16$$

$$v = 51,6;$$

für die normalen Sekundärfollikel

der kleinste beobachtete Wert 5

der größte beobachtete Wert 61

$$M = 32,8 \pm 3,08$$

$$v = 53,1;$$

für die atretischen Sekundärfollikel

der kleinste beobachtete Wert 3

der größte beobachtete Wert 74

$$M = 29,62 \pm 3,45$$

$$v = 65,7.$$

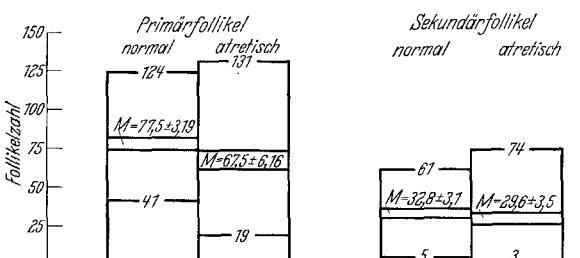


Abb. 4. Absolute Zahlen der primären und sekundären Follikel, unterschieden nach normalen und atretischen.

Stellt man, wie in Tabelle 2 geschehen, in jeder Gruppe die Relation zwischen den normalen und atretischen Follikeln her, so erweisen sich im Mittel von den primären  $44,5 \pm 1,7\%$  und von den sekundären im Mittel  $47,08 \pm 1,6\%$  Follikel atretisch.

Beide Gruppen zusammengefaßt ergeben im Mittel  $45,5 \pm 1,8\%$  atretische Follikel, d. h. im Eierstock der weißen Maus sind immer etwa bei der Hälfte beider Follikeltypen, nämlich bei etwa 45%, Merkmale des Zugrundegehens nachzuweisen.

Ordnet man die Eierstöcke nach der Anzahl der vorhandenen Follikel, wie in Tabelle 3 geschehen, so hat man schon auf den ersten Blick den Eindruck, daß mit höherer Follikelzahl eines Eierstocks auch eine verhältnismäßige Zunahme der atretischen Follikel einhergeht.

Von den 32 vorhandenen Eierstöcken besitzen 17 Follikelzahlen unter 200, 15 solche über 200. Nur in 7 der 32 beobachteten Fälle,

Tabelle 3. Eierstöcke der weißen Maus, geordnet nach steigenden Follikelzahlen.

Protokoll-Nr.	Gesamtzahl der Follikel	Von der Gesamtzahl sind atretisch	Von den Primärfollikeln sind atretisch	Von den Sekundär- follikeln sind atretisch	Protokoll-Nr.	Gesamtzahl der Follikel	Von der Gesamtzahl sind atretisch	Von den Primärfollikeln sind atretisch	Von den Sekundär- follikeln sind atretisch
		%	%	%			%	%	%
285 I	86	33,7	31,7	38,2	292 I	198	23,7	21,5	32,5
290 I	104	26,0	25,0	37,5	291 I	201	49,8	48,8	54,1
282 I	115	37,4	36,4	40,7	293 I	213	42,9	41,4	46,3
290 II	121	40,5	40,0	42,9	387 I	213	48,4	45,7	50,4
284 II	123	32,5	29,6	38,1	289 I	218	45,0	46,2	43,6
282 II	129	34,1	34,4	33,3	281 II	232	59,0	57,7	65,4
284 I	135	33,9	31,4	42,4	296 I	239	58,5	57,0	61,6
291 II	149	51,0	52,9	42,9	281 I	239	61,1	60,8	63,3
296 II	156	29,3	27,1	38,7	293 II	254	42,9	41,4	46,3
280 I	161	52,0	54,7	44,2	283 I	255	55,7	54,9	57,8
280 II	164	50,9	47,5	58,0	279 II	264	53,0	52,6	53,6
292 II	177	33,9	30,07	51,5	387 I	313	46,6	47,0	46,0
285 II	180	45,0	43,3	48,3	279 I	325	54,8	56,6	52,3
23 I	188	37,2	36,5	38,9	295 II	326	60,12	60,0	60,4
23 II	197	44,0	44,8	43,0	295 I	347	59,1	59,0	59,2
289 II	198	46,0	52,1	37,0	283 II	352	51,4	58,3	45,6

d. h. in nicht einmal einem Viertel, weichen die Zahlevorkommen der Atresie von der Regel ab, daß follikelreiche Eierstöcke eine verhältnismäßig hohe, follikelarme eine verhältnismäßig geringe Anzahl von atretischen Follikeln erkennen lassen. Von diesen 7 Fällen betreffen 4 atresiearme follikelreiche Ovarien und 3 atresiereiche follikelarme Eierstöcke.

Gliedert man die Eierstöcke nach steigenden Follikelzahlen in 4 Gruppen zu je 8, so erhält man als Durchschnittswerte für

Gruppe I ( 86—150 Follikel)  $36,1 \pm 3,2\%$

„ II (150—198 „ )  $37,0 \pm 2,9\%$

„ III (198—250 „ )  $53,1 \pm 2,8\%$

„ IV (250—352 „ )  $53,2 \pm 2,6\%$

d. h. die Gruppen verhalten sich wie

$$1 : 1,03 : 1,55 : 1,55.$$

Faßt man andererseits die 32 Eierstöcke in 2 Gruppen zu je 16 zusammen, so werden die Verhältnisse noch deutlicher.

In der 1. Gruppe, die die Eierstöcke bis zu 198 Follikeln umfaßt, gehen im Durchschnitt  $37,8 \pm 2,3\%$  zugrunde, in der 2. Gruppe, die die Ovarien von 198 Follikeln an vereinigt,  $52,1 \pm 2,1\%$ , d. h. die beiden Gruppen verhalten sich wie  $1 : 1,37$ .

Auch wenn man versucht, die Beziehungen zwischen der Gesamtfollikelzahl und der relativen Zahl der atretischen Follikel kurvenmäßig einer Betrachtung zu unterziehen, gelingt es ohne weiteres zu zeigen,

daß mit zunehmender Follikelzahl auch die relative Menge der atretischen Gebilde anwächst.

Dieses ist in Abb. 5 geschehen.

Ein follikelreicher Eierstock darf sich demnach den Luxus einer stärkeren Ausmerzung von Keimzellen gestatten als ein follikelarmer. Daß auch für die Primär- und Sekundärfollikel allein dieselben Verhältnisse vorliegen, zeigen die Kurven der Abb. 5 so deutlich, daß dieser Satz keiner weiteren Erläuterung bedarf, zumal die Kurve der atretischen Primärfollikel sich fast vollkommen mit der Kurve der Gesamtzahl der atretischen Follikel deckt; das ist auch ohne weiteres verständlich, weil die Gesamtkurve von den Primärfollikeln als der überwiegenden Menge der Follikel sehr wesentlich abhängt.

Herr Privatdozent Dr. Freudenberg in Berlin hatte die Freundlichkeit, diese Korrelation einer Prüfung zu unterziehen. Ich gebe die Ergebnisse, die Herr Dr. Freudenberg uns mitzuteilen die Liebenswürdigkeit hatte, hier etwas gekürzt wieder:

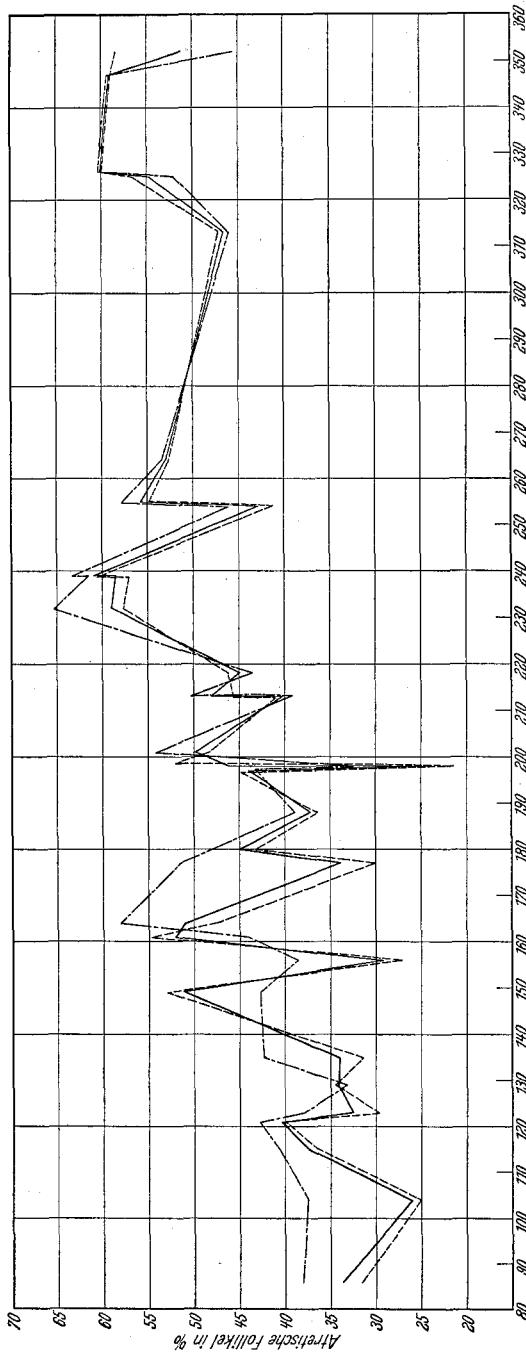


Abb. 5. Relation zwischen der Gesamtfollikelzahl und der relativen Zahl der atretischen Follikel in den einzelnen Eierstöcken.  
— relative Menge der atretischen Follikel insgesamt; - - - relative Menge der atretischen Primärfollikel.

„Die lineare Korrelation zwischen Anzahl der Follikel und Anteil atretischer ergibt sich mit + 0,71. Ob die Korrelation in Wirklichkeit als linear bezeichnet werden kann, läßt sich nicht sicher sagen. Eine strenge lineare Korrelation findet sich vermutlich in der Natur überhaupt nicht, sondern stellt eine rechnerische Annäherung dar. Würde man einen etwa in einer Funktion höheren Grades ausdrückbaren korrelativen Zusammenhang berechnen, so würde sich zweifellos ein höherer Korrelationskoeffizient ergeben als der nach *Bravais* berechnete. Auf jeden Fall ist also eine hochgradige Korrelation außerhalb jedes Zweifels.“

Getrennte Berechnungen für Primärfollikel und Sekundärfollikel habe ich nicht vorgenommen, doch zeigt ein Betrachten der Tabelle, daß diese beiden untereinander ganz parallel verlaufen, also je für sich etwa die gleiche Korrelation ergeben würden wie ihre Summe.

Zur Frage, ob man bei der Berechnung von Durchschnittswerten für eine große Anzahl von Eierstöcken ungewogene Mittelwerte verwenden darf, kommt es in diesem Falle meines Erachtens auf den Zweck der Berechnung an. Will man errechnen, wieviel atretische Follikel sich bei der betreffenden Tierart überhaupt finden, so braucht man natürlich den gewogenen Durchschnitt. Da aber nicht die Tiere zu einer höheren Einheit zusammengefaßt werden können, wie etwa die Bezirke einer Großstadt zur Gesamtstadt, und auch der Einwand gegen ungewogene Durchschnittswerte, daß dann die kleineren Eierstöcke mit größeren Zufallsschwankungen sich zu stark bemerkbar machen, in diesem Falle kaum berechtigt wäre, liegt hier vielleicht einer der seltenen Fälle vor, in denen der ungewogene Durchschnitt zweckmäßiger als der gewogene ist. Was die Wägung der mittleren Abweichung betrifft, so scheint mir eine solche unnötig, vielleicht sogar nicht einmal zweckmäßig.“

Beim Durchmustern der relativen und absoluten Werte und einem Vergleich der beiden Eierstöcke desselben Tieres miteinander zeigt sich, daß bei den meisten Tieren die Seitenverschiedenheiten recht gering sind. Bei einigen Tieren (290 und vor allem 296) fallen aber doch sowohl in bezug auf die absoluten als auch auf die relativen Zahlen recht starke Abweichungen ins Auge. Während diese sich bei der Maus 290 nur auf die relative Menge der atretischen Follikel beziehen, klaffen bei dem Tier 296 sowohl diese als auch die absoluten Zahlen weit auseinander. Analysiert man die Ovarien dieses Tieres weiter, so sieht man, daß der Unterschied nicht so sehr durch die Gesamtzahl der primären und sekundären Follikel, als vielmehr durch die in dem einen Eierstock auftretende außerordentlich große Zahl von atretischen Gebilden bedingt ist. So sind im Eierstock I von den primären 57,0, von den sekundären 61,6% atretisch, während im Eierstock II 27,12 bzw. 28,7% der Follikel als zugrundegehend angesehen werden müssen. Es scheint demnach Eierstöcke zu geben, bei denen aus irgendwelchen Gründen die Vernichtungsziffer aus dem Rahmen des üblichen herausfällt. Wir vermögen

nicht zu entscheiden, ob dabei an genische oder modifikatorische Ursachen zu denken ist.

Bezüglich der Korrelation der beiden Seiten kommt Herr Dr. Freudenberg zu folgendem Ergebnis: „... habe ich zunächst berechnet, ob zwischen den Prozentsätzen atretischer Follikel in den mit A und den mit B bezeichneten Ovarien eine deutliche Korrelation besteht. Diese ergab sich mit + 0,59, also viel weniger, als man erwarten sollte, da der Fall Nr. 296 eine erhebliche Störung darstellt.“

Herrn Dr. Freudenberg sei auch an dieser Stelle für seine Unterstützung recht herzlich gedankt.

Betrachtet man nun nicht, wie vorstehend geschehen, den einzelnen Eierstock als ein Organ für sich, sondern faßt beide Eierstöcke eines Tieres, wie in der Tabelle 4 geschehen, zu einer Einheit, dem Individuum, zusammen, d. h. legt man der Betrachtung den gesamten Follikelapparat eines Tieres zugrunde, so erhält man ganz ähnliche Ergebnisse wie bei der Erörterung der Einzelovarien.

Tabelle 4. *Absolute und Prozentzahlen der Follikel in beiden Eierstöcken der weißen Maus.*

Protokoll-Nr.	Gesamtzahl der Follikel	Primärfollikel			Sekundärfollikel			Primär- und Sekundärfollikel		
		normal	atretisch	atretischer Anteil der Primär- follikel %	normal	atretisch	atretischer Anteil der Sekundär- follikel %	normal	atretisch	atretischer Anteil der Gesamt- follikel %
23	385	149	102	40,63	79	55	41,04	228	157	40,78
296	395	167	137	45,07	42	49	53,65	209	186	47,09
289	416	136	130	48,88	91	59	39,33	227	189	45,43
290	225	132	64	32,65	17	12	41,38	149	76	33,78
291	350	141	144	50,53	33	32	49,23	174	176	50,29
292	375	226	76	25,16	43	30	41,09	269	106	28,27
293	467	183	128	41,16	89	67	42,90	272	195	41,75
279	589	173	207	54,46	98	111	53,11	271	318	53,90
280	335	118	124	53,00	45	48	51,61	163	172	52,60
281	471	170	247	59,23	20	36	64,28	190	283	60,08
295	673	175	257	59,50	97	144	59,57	272	401	59,50
282	244	117	64	35,36	40	23	36,50	157	87	35,65
283	607	173	227	56,75	104	103	49,80	277	330	54,36
284	258	127	56	30,60	45	30	40,00	172	86	33,33
285	266	109	71	39,44	47	39	45,35	156	110	41,35
387	526	157	137	46,60	120	112	48,27	277	249	47,34

Zunächst findet man die charakteristischen starken Schwankungen auch hier überall wieder; z. B. für die Gesamtfollikelzahl zwischen 225 und 673 mit

$$M = 411 \pm 45,5$$

und einen Variationskoeffizienten von 31,1 usw.

Die für die einzelnen Rubriken der Tabelle 4 gefundenen Mittelwerte mit ihrer Streuung, ihren mittleren Fehlern und ihren Variationskoeffizienten zeigt Tabelle 5.

Die Frage, ob sich, ähnlich wie bei den Einzeleierstöcken, auch bei den Individuen in bezug auf die Follikelzahl bestimmte Höchst- und Mindestwerte unterscheiden lassen, d. h. ob bestimmte Follikelwerte verhältnismäßig häufig auftreten, während andere nur selten oder gar nicht gefunden werden, läßt sich wegen der zu geringen Anzahl der Individuen (16) nicht entscheiden.

Dagegen zeigt, wenn man beide Eierstöcke zu einer Einheit zusammenfaßt, das Individuum oder der Individualwert noch deutlicher als der Einzeleierstock die Tatsache, daß mit zunehmender Follikelzahl die relative Menge der atretischen Follikel *ansteigt*. Ich habe der Einfachheit halber dieses Ergebnis nur kurvenmäßig dargestellt.

Auch hier wird wieder, wie Abb. 6 ohne weiteres zeigt, der Gang der Funktion im wesentlichen durch das Verhalten der Primärfollikel beherrscht.

Teilt man die Tiere wiederum nach steigenden Follikelzahlen in 2 Gruppen, so ergibt sich für

Gruppe I (unter 390 Follikel) ein Durchschnitt von  $39,3 \pm 3,32\%$   
 Gruppe II (über 390 Follikel) ein Durchschnitt von  $51,4 \pm 2,87\%$   
 atretische Follikel, d. h. die beiden Gruppen verhalten sich wie 1 : 1,31.

Ein Vergleich der beiden Gruppen nach der Methode D :  $m_{\text{diff.}}$  ergibt

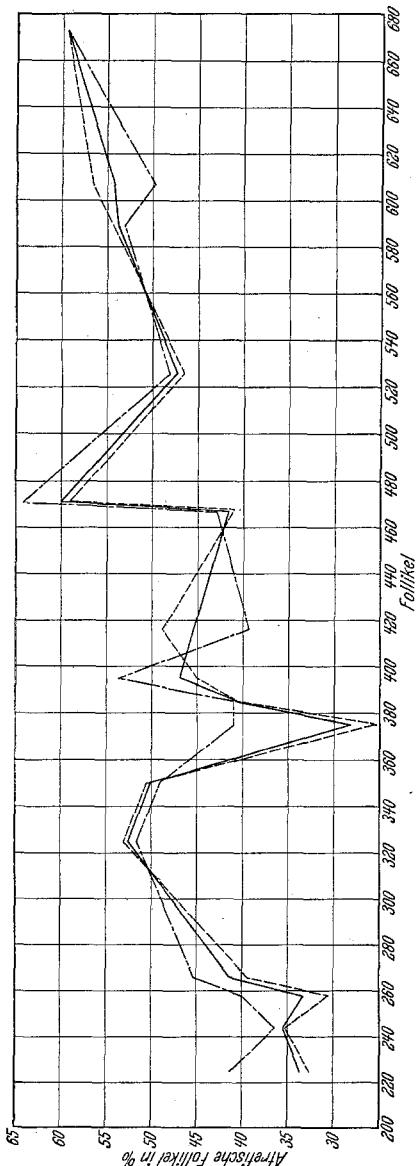


Abb. 6. Kurvenmäßige Darstellung der Zunahme der relativen Menge atretischer Elemente bei steigender Follikelzahl in beiden Eierstöcken der weißen Maus.  
 — relative Menge der atretischen Follikel insgesamt; - - - relative Menge der Primärfollikel; - · - - relative Menge der Sekundärfollikel.

auch hier wiederum einen so hohen Wert, daß die biologische Verschiedenheit der beiden Gruppen außer jedem Zweifel steht.

Tabelle 5. *Mittelwerte, Streuung, mittlerer Fehler und Variationskoeffizient der Follikelzahlen beider Eierstöcke einer weißen Maus.*

	Gesamtzahl der Follikel	Primärfollikel			Sekundärfollikel			Primär- und Sekundärfollikel		
		normal	atretisch	atretischer % Anteil der Primärfollikel	normal	atretisch	atretischer % Anteil der Sekundärfollikel	normal	atretisch	atretischer % Anteil der Gesamtfollikel
Mittelwert (M) . .	410,75	153,36	136,16	45,0	63,12	58,94	47,2	216,18	195,06	46,1
Streuung ( $\sigma$ ) . .	$\pm 131,3$	$\pm 29,6$	$\pm 45,42$	$\pm 10,22$	$\pm 31,75$	$\pm 37,3$	$\pm 7,65$	$\pm 49,1$	$\pm 94,4$	$\pm 9,87$
Mittl. Fehler (m) . .	$\pm 32,83$	$\pm 7,4$	$\pm 11,33$	$\pm 2,55$	$\pm 7,94$	$\pm 9,3$	$\pm 1,91$	$\pm 12,3$	$\pm 27,2$	$\pm 2,46$
Variations- koeffizient (v) . .	31,1	19,35	33,4	22,71	50,30	63,3	16,16	22,7	48,4	21,41

Es gibt also nicht nur follikelreiche und follikelarme Eierstöcke, sondern auch Individuen mit hoher und niedriger Follikelzahl. Wie weit diese Erscheinung durch Rassen- oder sonstige Unterschiede bedingt sein mag, vermögen wir nicht zu entscheiden.

Sucht man nach Verständnis für das oben beschriebene starke Schwanken der Follikelzahlen im Eierstock der weißen Maus, so ist der am nächsten liegende Gedanke, es müsse die Zahl der Follikel in Beziehung stehen zur

### b) Größe des Eierstocks,

etwa, wie man aus einer größeren Bewohnerzahl auf ein größeres Haus zu schließen pflegt.

Zu diesem Zwecke wurden Untersuchungen über die Größe des Eierstocks angestellt. Zunächst wurde das Volumen für die 32 oben beschriebenen Eierstöcke der weißen Maus bestimmt, und zwar sowohl das Gesamtvolumen, d. h. das Volumen einschließlich der Corpora lutea, als auch das Reinvolumen, d. h. das Volumen nach Abzug des Luteingewebes.

Die erhaltenen Werte, umgerechnet in Kubikmillimeter, zeigt nachstehende Tabelle.

Schon ein Blick auf die umstehende Tabelle genügt, um erkennen zu lassen, daß ebenso wie die Follikelzahlen auch die Volumina der einzelnen Eierstöcke außerordentlich großen Schwankungen unterworfen sind.

Tabelle 6. Gesamt- und Reinvolumina der Einzeleierstöcke der weißen Maus.

Prot.-Nr. der Maus	Eierstock	Gesamt- volumen cmm	Rein- volumen cmm	r (Radius) des Gesamt- volumens	r (Radius) des Reinvolumens
23	I	3,52	2,07	1,52	1,27
	II	2,59	1,75	1,37	1,21
296	I	2,24	0,98	1,31	0,993
	II	3,16	2,37	1,467	1,333
289	I	3,03	2,14	1,45	1,29
	II	4,33	2,91	1,63	1,48
290	I	3,46	2,80	1,51	1,41
	II	3,22	2,60	1,477	1,375
291	I	2,99	1,66	1,44	1,18
	II	3,33	2,32	1,49	1,32
292	I	2,40	1,51	1,339	1,15
	II	3,36	2,43	1,49	1,344
293	I	1,32	0,91	1,097	0,969
	II	2,31	1,29	1,32	1,088
279	I	0,93	0,93	0,9762	0,9762
	II	0,91	0,91	0,969	0,969
280	I	1,63	1,27	1,176	1,083
	II	1,34	1,14	1,163	1,044
281	I	2,44	1,72	1,316	1,12
	II	2,74	1,72	1,399	1,12
282	I	1,08	0,80	1,026	0,9286
	II	2,17	1,33	1,294	1,099
283	I	3,95	2,74	1,582	1,399
	II	3,42	2,18	1,507	1,297
284	I	2,57	1,95	1,369	1,249
	II	2,43	2,03	1,344	1,266
285	I	2,01	1,46	1,264	1,134
	II	3,15	2,26	1,466	1,312
387	I	2,92	2,08	1,429	1,276
	II	3,48	2,61	1,515	1,377
295	I	3,43	2,36	1,508	1,331
	II	4,95	3,01	1,704	1,444

So bewegen sich die Zahlen für die Gesamtvolumina zwischen 0,91 und 4,95 cmm, d. h. die beiden beobachteten äußersten Werte verhalten sich wie 1 : 5,44,

mit  $M = 2,71 \pm 0,6$  cmm und

$v = 34$ ;

für das Reinvolumen zwischen 0,8 und 3,01 cmm = 1 : 3,76, d. h. sie schwanken nicht ganz in dem Ausmaße der Gesamtvolumina,

mit  $M = 1,89 \pm 0,11$  cmm und

$v = 33,9$ .

Graphisch lassen sich diese Verhältnisse sehr deutlich, wie in Abb. 7 geschehen, veranschaulichen.

Die nachstehende Abb. 7 wurde so hergestellt, daß die Eierstücke als kugelige Gebilde aufgefaßt wurden. Der Radius der Kugel wurde als  $\sqrt[3]{\text{Vol.}}$  berechnet und deshalb in der Tabelle 6 mit angegeben. Auf der linken Seite der Abb. 7 wurden dann Kreise mit dem Radius des

größten und kleinsten beobachteten Wertes der Gesamtvolumina, auf der rechten Seite mit den entsprechenden Werten der Reinvolumina aufgetragen. Der mittlere Kreis jeder Seite bedeutet den errechneten Mittelwert. Die angegebenen Zahlen bedeuten die Volumina, nicht die errechneten Radien.

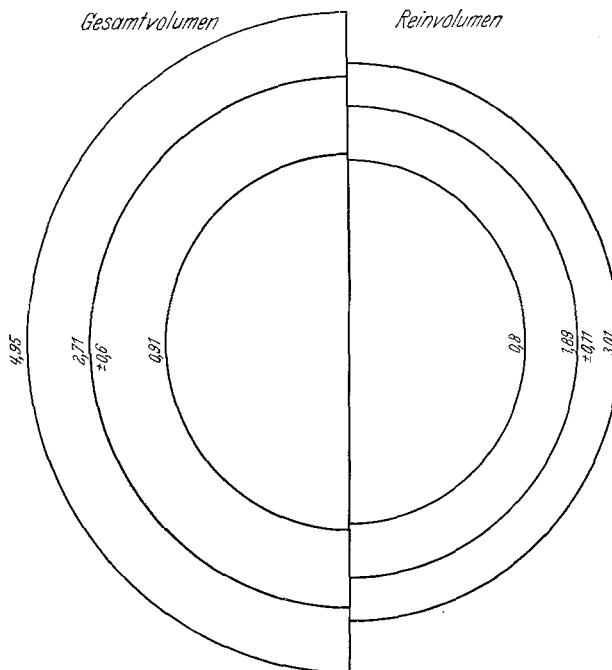


Abb. 7. Graphische Rekonstruktion der Volumina der Einzeleierstöcke der weißen Maus.

Die Abb. 7 wurde so wiedergegeben, daß die tatsächlichen Werte genau auf das 25fache vergrößert sind.

Untersucht man, wie wir es oben für die Follikelzahlen getan haben, auch die Volumina hinsichtlich des Auftretens bestimmter Häufigkeitswerte, so ergeben sich, wenn man die Eierstöcke zu Klassenspielräumen von 0,5 cmm zusammenfaßt, für die Einzelovarien folgende Kurven:

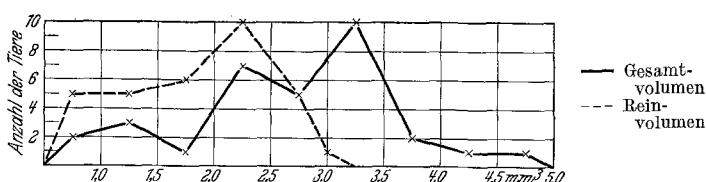


Abb. 8. Verteilung der Häufigkeitswerte der Volumina der einzelnen Eierstöcke der weißen Maus.

Im Gegensatz zu den Follikelzahlen, die deutlich darauf hinweisen, daß ein follikelreicher und ein folikelarmer Eierstocktyp bei der weißen

Maus zu unterscheiden ist, handelt es sich bei der vorstehenden Kurve der Reinvolumina anscheinend um eine eingipflige Kurve. Man darf wohl annehmen, daß es sich bei der starken Verschiedenheit der Größe der Eierstöcke um zufällige Schwankungen handelt. Daraus geht auch die Berechtigung hervor, mit Mittelwerten für die Volumina der Ovarien der weißen Maus zu operieren.

Die Kurve der Vollvolumina zeigt stärkere Schwankungen, die aber mit aller Wahrscheinlichkeit auf die stark wechselnden Mengen des Luteingewebes zurückzuführen sind.

Betrachtet man auch hier wiederum nicht den Einzeleierstock, sondern beide Eierstöcke des Individuums als Einheit, so ergeben sich für die einzelnen Tiere folgende Mengen ovariellen Gewebes.

Tabelle 7. *Volumina beider Eierstöcke bei weißen Mäusen.*

Prot.-Nr. der Maus	Gesamt- volumen emm	Rein- volumen emm	Prot.-Nr. der Maus	Gesamt- volumen emm	Rein- volumen emm
23	6,11	3,82	280	2,97	2,41
296	5,40	3,35	281	5,18	3,44
289	7,36	5,05	282	3,25	2,13
290	6,68	5,40	283	7,37	4,92
291	6,32	3,98	284	5,00	3,98
292	5,76	3,94	285	5,16	3,72
293	3,63	2,20	387	6,40	2,69
279	1,84	1,84	295	8,38	5,37

Die errechneten Mittelwerte ergaben:  
für das Gesamtvolumen

$$M = 5,44 \pm 0,42 \\ v = 31;$$

für das Reinvolumen

$$M = 3,64 \pm 0,28 \\ v = 31,23.$$

Die Schwankungen sind auch hier wiederum recht beträchtlich, wenn sie sich auch nicht in ganz denselben Grenzen wie die Einzelovarien bewegen. So verhält sich das kleinste Gesamtvolumen zum größten wie 1 : 4,55 (1 : 5,44 beim Einzelovarium), das kleinste Reinvolumen zum größten wie 1 : 2,93 (1 : 3,76 beim Einzelovarium).

### c) Größe des Eierstocks und Follikelzahl.

In Verfolg unseres am Beginn des vorigen Abschnittes geäußerten Gedankens, man könne sich die Größe des Hauses, also den Eierstock, in einem bestimmten Verhältnis zu seiner Bewohnerzahl, dem Follikelapparat, vorstellen, wurde versucht, diese Beziehungen rechnerisch nachzuweisen.

Zur größten Überraschung erwies sich aber diese Annahme als irrig, denn in keinem Falle gelang es, irgendeine Korrelation aufzufinden.

Die nachstehende Tabelle unterrichtet noch einmal über die Volumina der Eierstöcke, die Gesamtzahl der Follikel, die Zahl der Sekundärfollikel und die Verhältniszahlen der atretischen Follikel.

Tabelle 8. *Volumina und Follikelzahlen der einzelnen Eierstöcke der weißen Maus.*

Prot.-Nr. der Maus	Eierstock	Gesamt- volumen cmm	Rein- volumen cmm	Gesamtzahl der Follikel	Zahl der Sekundärfollikel	Relative Menge der atretischen Follikel
23	I	3,52	2,07	188	62	37,23
	II	2,59	1,75	197	72	44,00
296	I	2,24	0,98	239	60	58,50
	II	3,16	2,37	156	31	29,29
289	I	3,03	2,14	218	69	44,95
	II	4,33	2,91	198	81	46,00
290	I	3,46	2,80	104	8	26,00
	II	3,22	2,60	121	21	40,49
291	I	2,99	1,66	201	37	49,75
	II	3,33	2,32	149	28	51,00
292	I	2,40	1,51	198	40	23,73
	II	3,36	2,43	177	33	33,89
293	I	1,32	0,91	213	76	40,37
	II	2,31	1,29	254	80	42,90
279	I	0,93	0,93	325	97	54,77
	II	0,91	0,91	264	112	53,03
280	I	1,63	1,27	161	43	49,08
	II	1,34	1,14	164	50	50,92
281	I	2,44	1,72	239	30	61,08
	II	2,74	1,72	232	26	59,05
282	I	1,08	0,80	115	27	37,40
	II	2,17	1,33	129	36	34,11
283	I	3,95	2,74	255	71	55,70
	II	3,42	2,18	352	136	51,42
284	I	2,57	1,95	135	33	33,90
	II	2,43	2,03	123	42	32,52
285	I	2,01	1,46	86	26	33,72
	II	3,15	2,26	180	60	45,00
387	I	2,92	2,08	313	113	46,64
	II	3,48	2,61	213	119	48,35
295	I	3,43	2,56	347	125	59,07
	II	4,95	3,01	326	116	60,12

Zur Errechnung der Korrelationen diente die Vierfeldermethode (s. Abschnitt Methodik), deren Anwendung an einem Beispiel gezeigt werden möge.

Auf der umstehenden Abb. 9 sind auf der Abszisse die Follikelzahlen, auf der Ordinate die Gesamt- bzw. Reinvolumina der Eierstöcke der weißen Maus eingetragen. Dann sind die Kreuze der Vierfeldermethode hineingelegt, und zwar so, daß die beiden Kreuzschenkel den oben angegebenen Mittelwerten entsprechen. Bestimmt man dann in den 4 Feldern die Zahl der Einzelwerte und bezeichnet diese Anzahl mit  $p_1, p_2, p_3, p_4$ , so ergibt sich für den Korrelationskoeffizienten die Formel

$$r = \frac{(p_1 \cdot p_3) - (p_2 \cdot p_4)}{\sqrt{(p_1 + p_2) \cdot (p_2 + p_4)} \cdot \sqrt{(p_1 + p_2) \cdot (p_3 + p_4)}}.$$

Für die Beziehung zwischen den Gesamtvolumina und den Follikelzahlen der untenstehenden Abb. 9 fand sich folgende Verteilung:

$p_1$	$p_2$
6	8
9	9
$p_3$	$p_4$

Nach der obigen Formel ist nun

$$r = \frac{54 - 72}{\sqrt{15} \cdot \sqrt{17} \cdot \sqrt{14} \cdot \sqrt{18}} = \frac{-18}{15,9 \cdot 15,7} = -0,074$$

d. h. der Korrelationskoeffizient ist sehr klein, es besteht also *keine Korrelation zwischen Gesamtvolume und Gesamtfollikelzahl*.

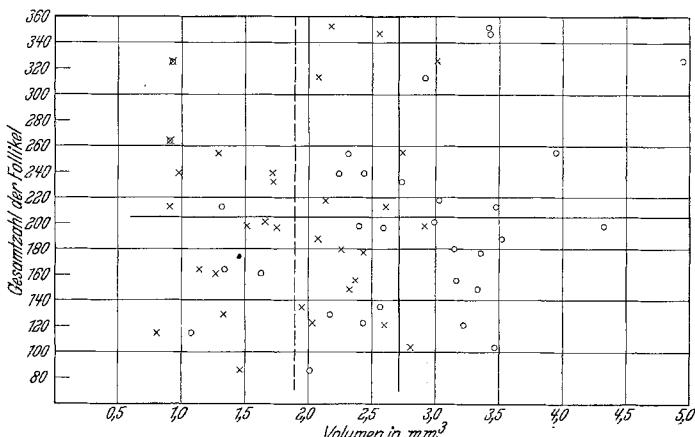


Abb. 9. Relation zwischen den Volumina und den Gesamtfollikelzahlen in den einzelnen Eierstöcken der weißen Maus. (Vierfeldermethode.)  
○ ○ Gesamtvolumina. × × Reinvolumina.

Dieselbe Berechnung für Gesamtfollikelzahl und Reinvolumina ange stellt, ergibt

$$r = \frac{56 - 70}{\sqrt{15} \cdot \sqrt{17} \cdot \sqrt{14} \cdot \sqrt{18}} = \frac{-14}{15,9 \cdot 15,7} = -0,057$$

d. h. auch zwischen dem Reinvolumen und der Gesamtfollikelzahl ist keine Korrelation nachzuweisen.

Weiterhin lag es nahe, nicht die Gesamtfollikelzahl, sondern nur die Menge der sekundären Follikel, die die primären ja um ein Vielfaches übertreffen, für das Volumen des Eierstocks verantwortlich zu machen.

Zu diesem Zwecke wurden nach derselben Methode die Korrelationen zwischen den Volumina und der Zahl der Sekundärfollikel errechnet.

Dabei ergab sich für  $\frac{\text{Gesamtvolumen}}{\text{Sekundärfollikelzahl}}$

$$r = \frac{8}{9} \left| \frac{9}{6} \right| = \frac{72 - 54}{\sqrt{17} \cdot 15 \cdot \sqrt{17} \cdot 15} = \frac{18}{252,8}$$

$$r = + 0,071$$

für  $\frac{\text{Reinvolumen}}{\text{Sekundärfollikelzahl}}$

$$r = \frac{7}{9} \left| \frac{10}{6} \right| = \frac{63 - 60}{\sqrt{16} \cdot 16 \cdot \sqrt{17} \cdot 15} = \frac{3}{16 \cdot 15,9} = \frac{3}{244,4}$$

$$r = + 0,012.$$

Diese niedrigen Werte beweisen einwandfrei, daß auch zwischen den Zahlen der Sekundärfollikel und der Größe des Eierstocks keinerlei Korrelationen bestehen, und zwar weder zur Größe des Gesamteierstocks noch zur Größe des Reinovar. *Es sind also auch nicht die Sekundärfollikel, die einen Eierstock groß machen.*

Als letztes wurde das Verhältnis der Eierstockgröße zur relativen Zahl der atretischen Follikel untersucht. Hier ergab sich der Korrelations-

Gesamtvolume  
koeffizient  $r$  für  $\frac{\text{relative Zahl der atretischen Follikel}}{\text{Reinvolumen}}$   $r = + 0,004$ ;  
für  $\frac{\text{relative Zahl der atretischen Follikel}}{\text{Reinvolumen}}$   $r = \pm 0$ , d. h. *auch zwischen der Größe des Eierstocks und der Menge der absterbenden Bewohner besteht keine Beziehung.*

Das Ergebnis dieses letzten Abschnittes läßt sich kurz dahin zusammenfassen, daß irgendwelche Beziehungen zwischen der Größe des „Raumes“, sei es, daß man den ganzen Rauminhalt, sei es, daß man nur den reinen „Wohnraum“ der Betrachtung zugrunde legt und seiner Bewohnerzahl nicht nachgewiesen werden konnten. Das Fehlen jeglicher Korrelation zwischen den Volumina und den Follikelzahlen bedeutet, daß es große follikelreiche und große follikelarme, kleine follikelreiche und kleine follikelarme Eierstücke gibt. Auch sind es nicht die Sekundärfollikel, die den Eierstock groß machen, denn auch zwischen ihnen und der Größe des Eierstocks fehlt jede Beziehung.

Am auffallendsten aber ist das Ergebnis, daß auch zwischen der Menge der vorzeitig zugrunde gehenden Gebilde und dem zur Verfügung stehenden Raum keine Beziehung nachzuweisen ist; hier ist im Gegenteil der Korrelationskoeffizient  $r = \pm 0$ . Während oben deutlich gezeigt werden konnte, daß in den dicht bevölkerten Eierstücken eine verhältnismäßig größere Bewohnerzahl vorzeitig zugrunde geht als in den dünner besiedelten Eierstückchen, muß es besonders überraschen,

daß der vorhandene Wohnraum ohne Einfluß auf die „Sterblichkeit“ der Eierstocksbewohner zu sein scheint. *Raumbeengende Vorgänge spielen demnach bei der Follikelatresie keine Rolle.*

## 2. Die Follikelatresie bei Primaten.

Es erschien nun wünschenswert, festzustellen, ob auch für die Follikelatresie höherer Tiere, deren Geschlechtszyklus wohl bekannt ist und die ähnlich dem Menschen nur ein Junges zur Welt zu bringen pflegen, ähnliche Gesetze gelten wie für die weiße Maus. Es ist natürlich, daß

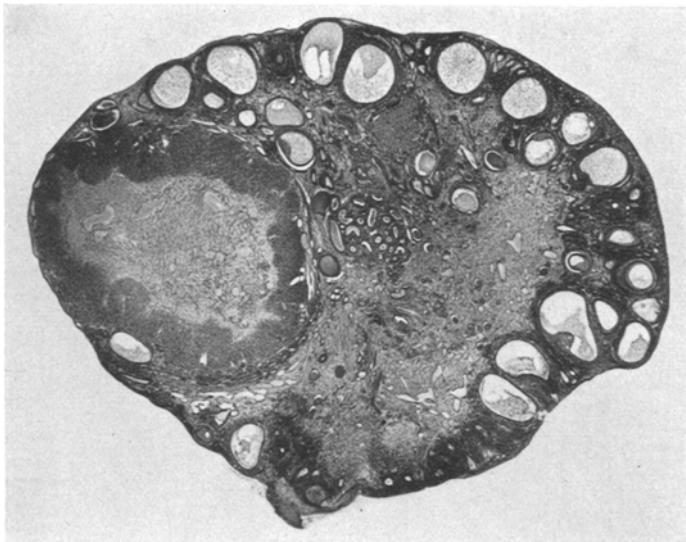


Abb. 10. Schnitt durch den Eierstock des Pavian I. (Zu beachten ist die große Zahl der in Reifung begriffenen Primär- und Sekundärfollikel. Der Schnitt enthält ein großes Corpus luteum.)

Eierstöcke höherer Affen nicht in beliebiger Menge beschafft werden können und daß man solches Material mehr oder minder der Gunst des Zufalls verdankt. Ich war nun in der glücklichen Lage, die Eierstöcke von 5 Mantelpavianen (*Cynocephalus Hamadryas*) und 2 Schimpansen (*Simia troglodytes*) nach denselben Methoden bearbeiten zu können, wie oben für die weiße Maus angegeben. Infolge des doch recht erheblichen Abstandes zwischen den Pavianen und den Anthropoiden halte ich mich aber nicht ohne weiteres für berechtigt, beide Arten gemeinsam zu betrachten. Ich beginne daher mit

### a) dem Mantelpavian (*Cynocephalus Hamadryas*).

Hier stand mir ein ausgezeichnetes Material zur Verfügung, da ich selbst Gelegenheit hatte, 5 Tieren die Eierstöcke operativ zu entfernen. Es handelte sich dabei einmal um 3 geschlechtsreife, ausgewachsene,

gesunde Tiere, die ich über 1 Jahr beobachten konnte. Alle Tiere menstruierten regelmäßig jede 4. Woche. Auf den Menstruationszyklus dieser Tiere, sowie den besonderen Befund eines überzähligen Eierstocks im Geschlechtsapparat eines der Paviane komme ich in einer besonderen Arbeit<sup>1</sup> zurück. Kurz vor Abschluß dieser Arbeit hatte ich dann eine weitere Gelegenheit, 2 geschlechtsreifen weiblichen Mantelpavianen die Eierstöcke herauszunehmen. Im ganzen standen mir so 10 Eierstöcke zur Verfügung, die den Tieren in Äthernarkose entfernt wurden. Die Operation wurde von allen Tieren gut überstanden.

Auf eine genaue Beschreibung des Eierstocks des Mantelpavians will ich hier verzichten. Es sei nur erwähnt, daß die Ovarien gut fingerkuppengroß sind und, wie auch Abb. 10 zeigt, eine auffallend große Anzahl in Reifung begriffener Primär- und Sekundärfollikel enthalten, die bei Betrachtung der Schnitte sofort ins Auge fallen. Ihre Zahl ist, besonders wenn man die doch immer recht follikelarmen Eierstöcke von Mensch und Anthropoiden (s. später) zum Vergleich heranzieht, und wenn man weiterhin bedenkt, daß doch nur alle 4 Wochen ein Ei einen der beiden Eierstöcke verläßt, so groß, daß man sich immer wieder fragt, warum die Natur eigentlich fortwährend einen solch ausgedehnten Eireifungsapparat für einen dem Grade nach so winzigen Nutzeffekt in Bewegung setzt.

Wir betrachten im folgenden die Eierstöcke des Pavians unter denselben Gesichtspunkten und in derselben Reihenfolge wie bei der weißen Maus.

#### Zahl der Follikel.

Als erstes wurde auch hier die Schwankungsbreite der Zahl der Follikel in den einzelnen Eierstöcken festgestellt:

Tabelle 9. *Zahl der normalen und atretischen Follikel in den einzelnen Eierstöcken des Mantelpavians.*

Tier	Eierstock	Gesamtzahl der Follikel	Primärfollikel			Sekundärfollikel			Gesamtfollikel		
			normal	atretisch	atretischer % Anteil der Primär- follikel	normal	atretisch	atretischer % Anteil der Sekundärfollikel	normal	atretisch	atretischer % Anteil der Gesamt- follikel
Pavian I	I	4357	1500	1726	53,50	618	513	45,36	2118	2239	51,39
	II	3991	1714	1428	45,45	351	498	58,68	2065	1926	48,50
Pavian II	I	1885	570	860	60,15	192	263	57,80	762	1123	59,57
	II	1766	692	595	45,90	256	223	46,60	948	818	46,36
Pavian III	I	3855	1241	1859	59,97	277	478	63,31	1518	2337	60,62
	II	2242	786	976	56,54	230	250	52,10	1016	1226	54,70
Pavian IV	r.	1221	273	717	72,40	70	161	69,70	343	878	71,90
	l.	995	235	562	70,50	71	127	63,10	306	689	69,20
Pavian V	r.	1465	370	751	66,90	118	226	65,70	488	977	66,70
	l.	1534	510	735	59,04	97	192	66,40	607	927	60,40

<sup>1</sup> Blötevogel, W.: Ein überzähliges Ovarium beim Pavian. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des oestrischen Zyklus dieser Tiere. Zbl. Gynäk. 1932, Nr 5.

Von der Errechnung von Mittelwerten der absoluten Follikelzahlen wurde abgesehen, da sich das Material doch noch als zu klein erwies, um einwandfrei eine mittlere Follikelzahl für den Mantelpavian festzulegen.

Auf den ersten Blick fallen aber bei der Betrachtung der absoluten Zahlen wiederum die sehr großen Schwankungen auf.

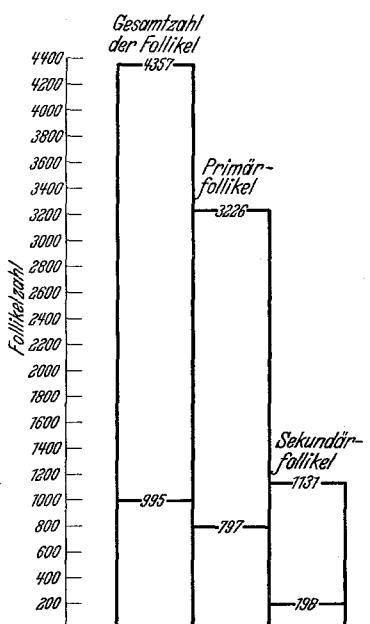


Abb. 11. Graphische Darstellung der Schwankungen der Follikelzahlen im Eierstock des Mantelpavians.

In Abb. 11 sind sie sowohl für die Gesamtzahl als auch für die primären und sekundären Follikel getrennt graphisch dargestellt.

Es bedeutet wiederum in den Kolumnen die untere Zahl den kleinsten, die obere den größten beobachteten Wert.

Im einzelnen verhält sich der kleinste beobachtete Wert zum größten in Kolumne I (Gesamtzahl) wie 1 : 4,3 „ II (Primärfollikel) „ 1 : 4,05 „ III (Sekundärfollikel) „ 1 : 6.

Untersucht man nach denselben Gesichtspunkten die Schwankungen der absoluten Werte der primären und sekundären Follikel, getrennt nach normalen und atretischen, so verhält sich hier der kleinste zum größten beobachteten Wert bei den

normalen Primärfollikeln wie 1 : 7,30  
atretischen Primärfollikeln „ 1 : 3,07  
normalen Sekundärfollikeln „ 1 : 8,8  
atretischen Sekundärfollikeln „ 1 : 4,04.

Es liegt die Vermutung nahe, daß weitere Untersuchungen beim Pavian noch Eierstöcke mit sehr niedriger Follikelzahl zutage fördern werden.

Zu einer Sonderung in follikelreiche und follikelarme Eierstöcke reicht die Menge der beobachteten Pavianovarien bei weitem nicht aus; immerhin weisen aber die Eierstöcke des Pavians I im Gegensatz zu II, IV und V darauf hin, daß solche Unterschiede bestehen könnten.

Vergleicht man in bezug auf die Follikelzahlen die beiden Eierstöcke der einzelnen Paviane miteinander, so ergibt sich folgende bemerkenswerte Eigentümlichkeit:

Die Eierstöcke der Paviane I, II, IV und V weichen in bezug auf die Gesamtzahl der Follikel nur wenig voneinander ab, der kleinere Eierstock führt jeweils 93, 93,2, 81,5, 95,3% von dem Follikelinhalt des größeren.

Dagegen klaffen die Zahlen bei der Äffin III weit auseinander, besonders deutlich, wenn man hier die Prozentzahl von 58,2 mit den eben genannten vergleicht. Zergliedert man diese Sonderstellung des Ovarienpaars III weiter, so kennzeichnet sich die Seitenverschiedenheit sowohl in der Gesamtzahl der primären als auch der sekundären Follikel, allerdings unter den Primärfollikeln mit einem Verhältnis von 56,4 etwas stärker als unter den Sekundärfollikeln mit 63,6%. Die Sonderbarkeit dieser Erscheinung wird noch stärker betont, wenn man zu seiner Überraschung sieht, daß der Unterschied der atretischen Follikel gegenüber den normalen einen viel stärkeren Betrag sowohl bei den primären (51,6 : 71,4%) als auch bei den sekundären (52,3 : 83%) erreicht. Es liegt nahe, diese Befunde dahin zu deuten, daß es einzelne Paviane gibt, bei denen aus irgendwelchen, sei es konstitutionellen, sei es konditionellen Gründen die Vernichtungsziffer der Follikel aus dem Rahmen der üblichen Zahl herausfällt. Ob und inwieweit man dabei an genetische und modifikatorische Ursachen zu denken hat, steht dahin.

Bei der vorläufig noch zu geringen Anzahl der Pavianovarien wäre es verfrüht, eine Überlegung wie bei der Maus dahingehend anzustellen, ob zwischen den Hundertzahlen der atretischen Follikel beider Eierstöcke irgendwelche Beziehungen bestehen. Eine Betrachtung der Zahlen läßt immerhin vermuten, daß bei Pavianen ähnliche Verhältnisse vorliegen, doch müßte zur Entscheidung noch eine größere Zahl von Eierstöcken untersucht werden.

Im Gegensatz zu den absoluten Zahlen genügt aber das vorliegende Material, um aus den Beziehungen zwischen normalen und atretischen Follikeln biologisch brauchbare Mittelwerte zu errechnen.

So gehen im Eierstock des Pavians bei einer beobachteten Schwankung zwischen 46,3 und 71,9% im Mittel  $M = 56,37 \pm 2,7\%$  Follikel mit einem Variationskoeffizienten  $v = 15,23$  atretisch zugrunde. Unterscheidet man zwischen primären und sekundären Follikeln, so erhält man

$$\text{für die Primärfollikel } M = 56,4 \pm 2,88\% \\ v = 16,2$$

$$\text{für die Sekundärfollikel } M = 56,25 \pm 2,63\% \\ v = 14,82.$$

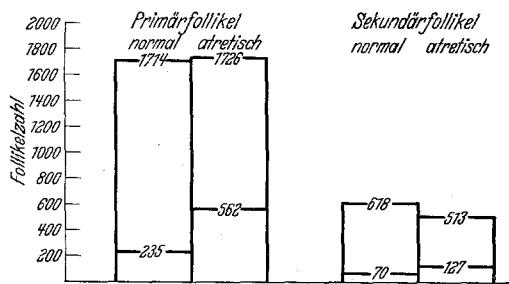


Abb. 12. Graphische Darstellung der Schwankungen der absoluten Zahlen der normalen und atretischen Follikel im Eierstock des Pavians.

Daß bei diesen Werten zwischen der relativen Menge der zugrundehgenden primären und sekundären Follikel kein Unterschied besteht, braucht wohl nicht mehr betont zu werden.

Zur Frage, ob auch beim Pavian mit zunehmender Follikelzahl die relative Menge der atretischen Follikel anwächst, lassen die vorliegenden Ergebnisse zwar einen einwandfreien Schluß nicht zu, scheinen aber auch eine solche Annahme nicht zu bestätigen. So weist das follikelreichste Tier (Pavian I) beinahe die kleinsten prozentualen Mengen atretischer Follikel auf, während sich bei den Affen mit geringsten Follikelzahlen die relativ größte Menge atretischer Follikel vorfand. Ob es sich hierbei um eine Zufälligkeit handelt, oder ob bei Affen grundsätzlich zwischen der Menge der Follikel und ihrem atretischen Anteil keine Beziehungen bestehen, wird sich mit Sicherheit nur an einem erheblich größeren Material entscheiden lassen.

Betrachtet man auch beim Pavian nicht den einzelnen Eierstock, sondern das Individuum, d. h. also den gesamten Follikelapparat beider Seiten, so findet man ganz ähnliche Verhältnisse wie im Einzeleierstock, soweit man eben bei dem kleinen Material etwas aussagen kann.

Die nachstehende Tabelle zeigt diese Zahlen.

Tabelle 10. *Absolute und relative Follikelzahlen beider Eierstücke des Pavians.*

Tier	Gesamtzahl der Follikel	Primärfollikel			Sekundärfollikel			Gesamtfollikel		
		normal	atretisch	atretischer Anteil der Primärfollikel %	normal	atretisch	atretischer Anteil der Sekundärfollikel %	normal	atretisch	atretischer Anteil der Gesamtfollikel %
Pavian I	8348	3214	3154	49,50	969	1011	48,55	4183	4165	49,9
Pavian II	3651	1262	1455	53,92	448	486	51,50	1710	1941	53,4
Pavian III	6097	2027	2835	58,39	507	728	59,02	2534	3563	58,4
Pavian IV	2216	518	1279	71,13	141	288	67,30	649	1567	69,3
Pavian V	2999	880	1486	62,90	215	418	66,03	1095	1904	63,5

Die Schwankungen der Follikelzahlen sind auch hier recht beträchtlich.

Eine Betrachtung der Werte der Reihe I zeigt, daß wir vielleicht beim Pavian follikelreiche und follikelarme Tiere unterscheiden können. Zu den ersten würden Pavian I und III, zu den letzten die Tiere II, IV und V zu rechnen sein. Ob sich diese Unterschiede aber nicht doch noch bei einem großen Material ausgleichen werden, steht dahin.

Mittelwerte aus den absoluten Zahlen ließen sich natürlich bei der Kleinheit des Materials noch weniger rechtfertigen als bei den Einzeleierstöcken, wohl aber für die relativen Zahlen. Hier ergab sich, daß bei den

1. Primärfollikeln

im Mittel =  $59,13 \pm 1,5\%$

mit v = 12,9

in irgendeinem Stadium der Atresie angetroffen wurden.

Die Zahlen zeigen schon auf den ersten Blick, daß

1. zwischen Primärfollikeln und Sekundärfollikeln in bezug auf die Menge ihrer zugrundegehenden Elemente kein Unterschied besteht;

2. daß es bei einem Vergleich mit den für die Einzelovarien ermittelten Werten keinen Unterschied bedeutet, ob man die einzelnen Eierstöcke oder den gesamten Eiapparat des Tieres betrachtet. Immer werden im Durchschnitt 50—60% der Bewohner der Eierstöcke auf irgendeinem Punkte des Zugrundgehens angetroffen.

Auch hier ist eine Zunahme der relativen Zahl der atretischen Follikel bei steigender Follikelzahl sicher nicht vorhanden.

### Größe des Eierstocks.

Genau parallel unserer Betrachtung bei der weißen Maus haben wir Größenbestimmungen des Eierstocks des Pavians vorgenommen. Festgestellt wurde auch hier wiederum 1. das Gesamtvolumen und 2. das Reinvolumen, d. h. das Volumen nach Abzug des Raumes der Corpora lutea.

Die erhaltenen Werte, umgerechnet in Kubikmillimeter, zeigt nachstehende Tabelle.

Tabelle 11. Volumina der Einzeleierstöcke des Mantelpavians.

Tier	Eierstock Nr.	Gesamt- volumen emm	Volumen der Corp. lut. cmm	Rein- volumen emm	Radius r Voll- volumen	Radius r Rein- volumen
Pavian I	I	568,10	70,50	479,60	8,28	7,83
	II	576,00	87,50	488,40	8,32	7,87
Pavian II	I	230,50	18,40	212,10	6,13	5,95
	II	341,40	13,70	327,70	7,61	6,89
Pavian III	I	498,40	66,20	432,20	7,92	7,56
	II	310,10	2,95	307,15	6,76	6,74
Pavian IV	rechts	150,40	—	150,40	5,31	5,31
	links	190,60	—	190,60	5,75	5,76
Pavian V	rechts	287,40	6,90	280,50	6,59	6,55
	links	202,43	2,03	200,40	5,87	5,85

Auch hier genügt schon ein Blick auf die vorstehende Tabelle, um zu erkennen, daß auch die Volumina der einzelnen Eierstöcke sehr großen Schwankungen unterworfen sind. So beträgt beim Gesamtvolumen der kleinste beobachtete Wert 190,6 gegenüber einem größten von 568,1 cmm, d. h. die beiden Werte verhalten sich wie 1 : 2,9, für das Reinvolumen 190,6 bzw. 497,6 cmm, d. h. wie 1 : 2,6. Bei einem größeren Material sind noch größere Schwankungen zu erwarten.

Die errechneten Mittelwerte betragen für das Gesamtvolume  $335,53 \pm 15,11$  cmm und für das Reinvolumen  $306,9 \pm 11,74$  cmm.

Schwankungen und Mittelwerte seien auch hier graphisch wieder-gegeben, wobei genau wie bei der Maus der Eierstock als kugeliges Ge-bilde aufgefaßt sei. Als Radius der einzelnen Kreise ist auch hier  $\sqrt[3]{\text{Vol.}}$  zugrunde gelegt. Die angegebenen Zahlen bedeuten die Volumina. Der äußere Kreis bezeichnet den beobachteten größten, der innere den kleinsten und der mittlere den errechneten Mittelwert mit seinem mittleren Fehler. Abb. 13 zeigt die Werte genau auf das Fünffache vergrößert.

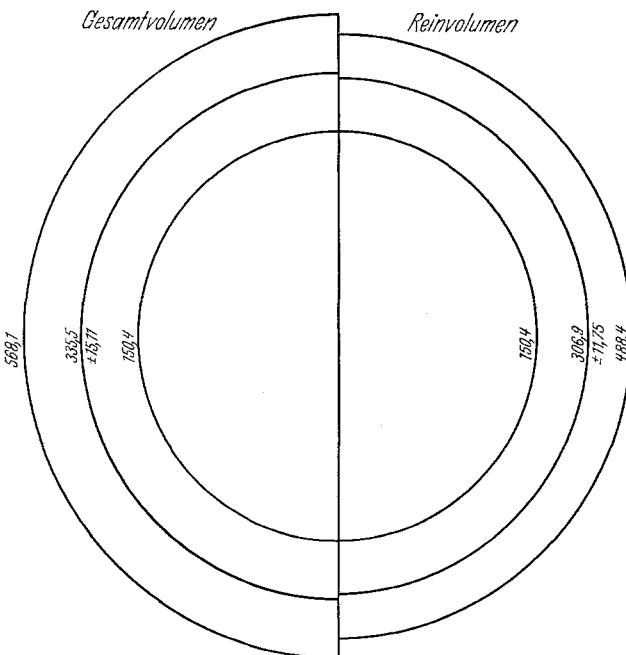


Abb. 13. Graphische Darstellung der Volumina der Eierstöcke des Mantelpavians.

Unterschiede zwischen den beiden Seiten sind sowohl beim Gesamt- wie beim Reinvolumen vorhanden, beim Gesamtvolume deutlicher als beim Reinvolumen infolge der mehr oder weniger großen Menge an Luteingewebe. Den stärksten Seitenunterschied zeigt Pavian III, der auch schon beim Vergleich der Follikelzahlen durch die großen Seiten-unterschiede gegenüber den anderen Tieren eine Sonderstellung ein-genommen hatte.

Betrachtet man auch hier wiederum das gesamte Eierstocksgewebe eines Tieres und nicht den Einzeleierstock, so ergeben sich Schwankungen ähnlichen Ausmaßes wie beim Einzelovarium.

Das Vollvolume schwankt zwischen 341,0 cmm und 1144,1 cmm, d. h. wie 1 : 3,4 (1 : 2,9 beim Einzeleierstock), das Reinvolumen zwischen 341 und 986 cmm, d. h. wie 1 : 2,9 (1 : 2,6 beim Einzelovarium).

### Größe des Eierstocks und Follikelzahl.

Die beträchtlichen Schwankungen der Größe des Eierstocks und seiner Bewohnerzahl gaben auch hier Anlaß, ebenso wie bei der weißen Maus nach Beziehungen zwischen diesen beiden Faktoren zu suchen.

Die nachstehende Tabelle bringt nochmals die für diese Betrachtung notwendigen Zahlen zusammengestellt.

Tabelle 12. *Größe und Follikelzahlen der einzelnen Eierstücke des Mantelpavians.*

Tier	Ovarium	Gesamt-volumen emm	Rein-volumen emm	Gesamt-zahl der Follikel	Zahl der Primär-follikel	Zahl der Sekundär-follikel	Relativer Anteil der atretischen Follikel
Pavian I	I	568,1	479,60	4357	3226	1131	51,4
	II	576,0	488,40	3991	3142	849	48,5
Pavian II	I	230,5	212,10	1885	1430	455	59,6
	II	341,4	327,70	1766	1287	479	46,4
Pavian III	I	498,4	432,20	3855	3100	755	60,6
	II	310,1	307,15	2242	1762	480	54,7
Pavian IV	rechts	150,4	150,40	1221	990	231	71,9
	links	190,6	190,60	995	797	198	69,2
Pavian V	rechts	287,4	280,50	1465	1121	344	66,7
	links	202,4	200,40	1534	1245	289	60,4

Genaue Berechnungen der Korrelationen ergaben hier folgendes:  
Volumina und Gesamtfollikelzahl:

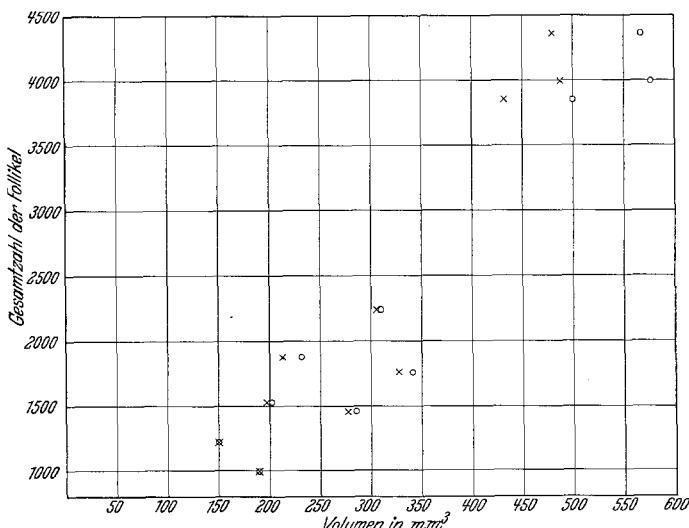


Abb. 14. Volumina und Follikelzahlen im Eierstock des Pavians.  
○ ○ Gesamtvolume. × × Reinvolumina.

Schon eine flüchtige Betrachtung dieser Abbildung zeigt, daß mit zunehmender Follikelzahl auch die Größe des Ovariums wächst. Der

Korrelationskoeffizient ergab für Gesamtvolumen und Gesamtfollikelzahl  $r = 0,8732 \pm 0,076$ , Reinvolumen und Gesamtfollikelzahl  $r = 0,9575 \pm 0,026$ .

Die Korrelation zwischen dem Volumen des Eierstocks und seiner Bewohnerzahl ist also sehr hoch. Das bedeutet: Je größer der Eierstock, desto größer auch die Menge des Follikelapparates und umgekehrt. Daß die Korrelation beim Reinvolumen noch etwas größer ist als beim Vollvolumen, ist bei den dauernd wechselnden Mengen an Luteingewebe des letzteren ohne weiteres einleuchtend. Die Tatsache der hohen Korrelation der beiden Werte ist aber um so bemerkenswerter, als bei der weißen Maus keine derartigen Beziehungen auch nur andeutungsweise vorhanden waren.

Zur Entscheidung der Frage, ob diese Korrelationen im wesentlichen durch die eine oder die andere der beiden Follikelgruppen bedingt seien, wurden sowohl für die primären als auch für die sekundären Follikel getrennte Korrelationsberechnungen vorgenommen. Dabei ergab sich für die Primärfollikel:

$$\begin{array}{l} \text{Primärfollikel} \\ \hline \text{Gesamtvolumen} \quad r = 0,9596 \pm 0,0831 \\ \text{Primärfollikel} \\ \hline \text{Reinvolumen} \quad r = 0,9224 \pm 0,06 \end{array}$$

und für die Sekundärfollikel

$$\begin{array}{l} \text{Sekundärfollikel} \\ \hline \text{Gesamtvolumen} \quad r = 0,8253 \pm 0,1 \\ \text{Sekundärfollikel} \\ \hline \text{Reinvolumen} \quad r = 0,932 \pm 0,04 \end{array}$$

Auch diese Korrelationswerte sind so hoch, daß eine strenge Abhängigkeit beider Größen voneinander außer jedem Zweifel steht. Die vorstehenden Zahlen bedeuten, daß die Größe des Eierstocks in gleicher Weise von der Menge der primären als auch der sekundären Follikel abhängig ist. Es sind also nicht nur die Sekundärfollikel, deren Zahl einen Eierstock groß macht, sondern die Menge der Primärfollikel ist in mindestens gleichem Ausmaße für die Größe des Eierstocks verantwortlich.

Als letztes wurde auch hier das Verhältnis der Eierstockgröße zur relativen Zahl der zugrundegehenden Follikel untersucht. Dabei ergab sich ein Korrelationskoeffizient

für das Gesamtvolumen mit  $r = -0,061 \pm 0,0315$

für das Reinvolumen mit  $r = -0,0519 \pm 0,0315$ .

Diese Zahlen nähern sich dem Werte 0 so stark, daß an dem Fehlen jeglicher Beziehung nicht mehr gezweifelt werden kann. Man kann also mit sehr hoher Sicherheit behaupten, daß auch *beim Pavian zwischen der Größe des Eierstocks und der Menge der zugrundegehenden Follikel keine Beziehung besteht*.

Faßt man das Ergebnis dieses Abschnittes nochmals kurz zusammen, so ergibt sich, daß beim Pavian sichere Beziehungen zwischen der Größe des Eierstocks und der Menge der vorhandenen Follikel, und zwar sowohl der primären als auch der sekundären nachgewiesen werden konnten. Große Eierstöcke sind danach immer reich an beiden Follikelgruppen, während kleine von beiden nur verhältnismäßig wenig Bestandteile aufweisen.

Eine Beziehung zwischen der Größe des Eierstocks und der Menge der vorzeitig zugrunde gehenden Elemente konnte aber auch beim Pavian nicht aufgefunden werden.

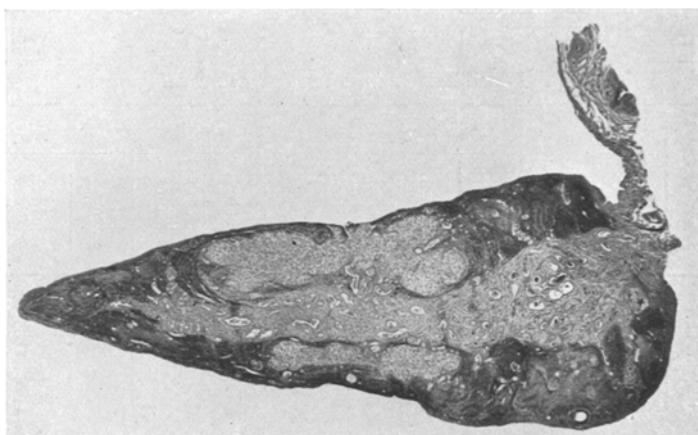


Abb. 15. Schnitt aus dem Eierstock eines 8–9 Jahre alten Schimpansen.

Da somit die Menge der atretischen Gebilde im Eierstock des Pavians weder von der Größe des „Hauses“, wie oben gezeigt wurde, noch von seiner „Bewohnerzahl“ abhängig ist, ist anzunehmen, daß auch hier *raumbeengende Prozesse bei der Follikelatresie keine Rolle spielen*.

Gegenüber dem Mantelpavian zeigt nun das Ovarium des

#### *b) Schimpanse (*Simia troglodytes*)*

Verhältnisse, die in manchen Punkten stark an das Bild des menschlichen Eierstocks erinnern.

Leider stand mir nur wenig Material zur Verfügung.

Schimpanse I war schätzungsweise 8–9 Jahre alt und sicher geschlechtsreif. Das Tier wurde wegen schwerer Tuberkulose in unserer Gegenwart getötet, und die Eierstöcke konnten kurz nach dem Tode herausgenommen werden. Das Skelet des Tieres befindet sich in der Sammlung des Anatomischen Instituts zu Hamburg.

Vorstehend gebe ich das Bild eines Schnittes aus dem Eierstock dieses Tieres.

Ich will auch hier nicht auf Einzelheiten im Bau des Eierstocks eingehen, sondern nur darauf hinweisen, daß die Zahl der Follikel entsprechend der Größe des Ovariums außerordentlich gering erscheint. Während die Zahl der Follikel sich in den Grenzen der weißen Maus bewegt, ist der Eierstock seiner Größe nach mit dem des Pavians zu vergleichen. In dem wiedergegebenen Schnitt ist auch eine größere Menge von Luteingewebe zu erkennen.

Das zweite Eierstockpaar stammte von einem Tier, das sicher nicht geschlechtsreif war. Es wurde mir aus dem Material unseres Instituts zur Verfügung gestellt. Das Tier befand sich im Zahnwechsel.

Ich gebe nachstehend die bei diesen beiden Tieren gefundenen Werte wieder.

Tabelle 13. *Follikelzahlen im Eierstock des Schimpansen.*

Protokoll-Nr.	Eierstock	Gesamtzahl der Follikel	Primärfollikel			Sekundärfollikel			Gesamtfollikelzahl		
			normal	atretisch	% atretischer anteil der Primärfollikel	normal	atretisch	% atretischer anteil der Sekundärfollikel	normal	atretisch	% atretischer anteil der Gesamtfollikel
Schimpanse I	rechts	385	78	232	74,84	33	42	56,0	111	274	71,16
	links	304	27	144	84,20	23	110	82,7	50	254	83,55
Schimpanse II	rechts	504	29	345	92,20	7	123	94,6	36	468	92,90
	links	94	8	62	88,60	1	23	95,8	9	85	90,40

Es erübrigts sich, darauf hinzuweisen, daß es unmöglich ist, aus diesem geringen Material irgendwelche Schlüsse zu ziehen, so wertvoll gerade wegen der weitgehenden Analogie zum Menschen diese wären.

Nur einige Bemerkungen seien gestattet.

Auffällig ist zunächst die außerordentlich geringe Gesamtzahl der Follikel, die sich fast in den Grenzen der weißen Maus bewegt. Nur der Eierstock mit 504 Follikeln übersteigt die bei diesem Tier gefundenen Werte.

Weiterhin ist bei dem ausgewachsenen Tier die Seitendifferenz verhältnismäßig gering, während sie bei dem jungen Tier außerordentlich groß ist. Ob mit Eintritt der Geschlechtsreife hier ein Ausgleich eintritt, ist immerhin weiterer Beobachtung wert.

Auffällig ist ferner, daß die Follikelzahl in beiden rechten Eierstöcken, besonders bei dem zweiten Tier, größer ist als in den linken. Ob hier Gesetzmäßigkeit oder Zufall vorliegt, muß vorläufig noch dahingestellt bleiben.

Dagegen scheint die relative Menge der zugrunde gehenden Gebilde beim Schimpansen doch erheblich größer zu sein als bei den anderen untersuchten Tieren. Bei der Maus wurden im Durchschnitt fast 50%,

beim Pavian etwas über 50% atretische Follikel gefunden. Nur ausnahmsweise wurden beim Pavian bis zu 70% atretische Follikel gefunden.

Beim Schimpanse scheint aber die Zahl der auszumerzenden Gebilde höher zu liegen. Nach den wenigen Beobachtungen könnte man sie bei aller Vorsicht auf etwa 70—90% schätzen. Für eine Annahme, daß mit steigender Follikelzahl eine verhältnismäßig größere Menge von Follikeln zugrunde geht, liegen keine Anhaltspunkte vor.

Die bei den beiden Schimpansen gefundenen Volumina der Eierstöcke zeigt nachstehende Tabelle.

Tabelle 14. *Volumina der Eierstöcke beim Schimpanse.*

Tier	Ovarium	Gesamt-volumen	Corp. lut.	Reinvolumen
Schimpanse I . . . . .	rechts	294,45	26,0	268,45
	links	335,01	23,4	311,61
Schimpanse II . . . . .	rechts	70,85	—	70,85
	links	70,59	—	70,59

Danach bewegen sich die Volumina des ausgewachsenen Tieres in den Grenzen, die oben für den Pavian angegeben sind. Beziiglich der kleinen Werte beim nicht geschlechtsreifen Tier ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, daß mit weiterem Wachstum des Tieres auch eine Größenzunahme der Eierstöcke stattfindet.

In bezug auf das Volumen ist beim Schimpanse I im Gegensatz zur Zahl der Follikel der linke Eierstock sowohl als Gesamt- wie auch als Reinvolumen etwas größer als der rechte. Immerhin sind aber die Unterschiede sowohl bei der Follikelzahl als auch bei den Volumina zu gering, als daß daraus auf irgendeine Gesetzmäßigkeit bezüglich des Überwiegens des Eierstocks einer Seite geschlossen werden könnte. Zur Aufstellung irgendeiner Beziehung reicht natürlich das vorhandene Material bei weitem nicht aus. Nur der Schluß, der schon oben angedeutet wurde, erscheint mir erlaubt:

Die Follikelzahl beim Schimpanse ist im Verhältnis zur Größe des Eierstocks außerordentlich gering und der Hundertsatz der zugrundehgenden Teile im Vergleich zu Maus und Pavian sehr hoch.

### E. Kurze Besprechung der Ergebnisse.

Gemeinsames und Verschiedenes im Ablaufe der Follikelatresie bei den einzelnen Tierarten gewinnt erhöhte Bedeutung, wenn man es, soweit es bei den wenigen vorliegenden Untersuchungen möglich ist, in Parallele zu setzen versucht zu Befunden am menschlichen Eierstock.

So zeigen alle untersuchten Tierarten recht beträchtliche Schwankungen der Follikelzahlen im Eierstock. Während sich in dem der Maus im Mittel etwas über 200 Follikel vorfinden, weist der Pavian

etwa das Zehnfache dieser Zahl auf. Das ist aber nicht etwa etwas für den Affen Kennzeichnendes, denn merkwürdigerweise liegen beim Schimpansen diese Werte wieder in Höhe der weißen Maus.

Beim Menschen liegen zahlenmäßige für uns verwertbare Angaben über Follikelzahlen leider nicht vor. *Haggström* hat zwar die beiden Eierstöcke einer 22jährigen Frau einer zahlenmäßigen Analyse unterzogen und dabei folgende Angaben gemacht:

	1. Eierstock	2. Eierstock
Nicht atretische Follikel . . .	170 000	250 000
Davon größer als 100 . . .	12 000	12 000

Diese Zahlen sind nur so zu erklären, daß *Haggström* nicht den Follikelapparat, sondern den gesamten Eiapparat (Primordialeier + Follikel) seinen Untersuchungen zugrunde gelegt hat, während sich unsere Untersuchungen nur, wie oben ausdrücklich betont, auf die Follikel selbst unter Ausschluß der „endothel“-umhüllten jungen Eier beziehen.

Bezüglich der relativen Menge der vorzeitig zugrundegehenden Follikel liegen für den Menschen überhaupt keine Angaben vor. Unser Befund am Eierstock der weißen Maus deckt sich mit dem oben von *Engle* für dieses Tier angegebenen, nur ist die Schwankungsbreite unseres Materials nicht ganz so groß, wie *Engle* sie gefunden hat. Es ist zu vermuten, daß hier vielleicht Rassen- oder ähnliche Unterschiede im Mäusematerial eine Rolle spielen können.

Sehr aufschlußreich ist auch ein Vergleich der atretischen Follikelzahlen bei Maus und Pavian. Er ergibt, daß die Schwankungen bei beiden Tieren in ähnlichem Ausmaße erfolgen.

So verhält sich der kleinste beobachtete Wert zum größten für die

	bei der Maus	beim Pavian
Gesamtzahl der Follikel wie 1 : 4,1	wie 1 : 4,3	
Primärfollikel . . . . . „	1 : 3,8	„ 1 : 4,05
Sekundärfollikel . . . . „	1 : 16,3	„ 1 : 6.

Eine größere Abweichung findet sich also nur bei den Sekundärfollikeln; es ist aber auch hier zu erwarten, daß bei weiterem Material die Angleichung der beiden Tierarten noch größer wird.

Vergleicht man weiterhin die Zahlen für die normalen und atretischen Primär- und Sekundärfollikel miteinander, so treten hier stärkere Abweichungen auf, die aber auch wohl nur auf das zu kleine Material an Affeneierstöcken zurückzuführen sind.

So verhält sich hier wiederum der kleinste beobachtete Wert zum größten für die

	bei der Maus	beim Pavian
normalen Primärfollikel . . . .	1 : 3	1 : 7,3
atretischen Primärfollikel . . . .	1 : 6,9	1 : 3,07
normalen Sekundärfollikel . . . .	1 : 12,2	1 : 8,8
atretischen Sekundärfollikel . . . .	1 : 24	1 : 4,04.

Es sei allerdings darauf hingewiesen, daß die starken Schwankungen bei der Maus, insbesondere bei den atretischen Sekundärfollikeln, durch einzelne stark aus dem Rahmen der sonstigen Werte herausfallende niedrige Follikelzahlen bedingt sind. Vielleicht wird beim Pavian eine weitere Untersuchung auch noch Eierstöcke mit ausnehmend niedriger Follikelzahl zutage fördern.

Auffällig ist, daß, obwohl bei Maus und Pavian immer etwa die Hälfte der Follikel als atretisch angetroffen wird, bei der Maus die follikelreichen Eierstöcke sich den Luxus einer größeren Menge auszumerzender Elemente gestatten als die follikelarmen, während beim Pavian diese Beziehung nicht nachzuweisen war. Eine Erklärung für diesen Unterschied vermögen wir nicht zu geben.

Auch die Volumina der Eierstöcke der untersuchten Tieren schwanken sehr stark. Die Mittelwerte liegen auch hier beim Pavian etwa zehnmal so hoch wie bei der weißen Maus. Aus einem Vergleich der beiden Abb. 7 und 13 gehen die Schwankungen sehr gut hervor. Man sieht auch ohne weiteres, daß die Unterschiede zwischen Gesamt- und Reinvolumen beim Pavian nicht so groß sind wie bei der weißen Maus, was auch einleuchtend ist, da Tiere, die viele Junge gleichzeitig zur Welt bringen, naturgemäß eine größere Menge von Luteingewebe aufweisen müssen als solche, die nur ein Junges zu gebären pflegen. Das Volumen des Schimpansenovariums erwies sich etwa von der Größenordnung wie beim Pavian, während die Follikelzahlen sich, wie schon oben ausgeführt, überraschenderweise in der Höhe der weißen Maus hielten. Auch hier ist ein Vergleich mit dem menschlichen Eierstock nicht durchzuführen, da exakte Volumenbestimmungen anscheinend hier noch nicht ausgeführt sind.

Immerhin aber ist das Schwanken der Größe des menschlichen Eierstocks schon den verschiedensten Beobachtern aufgefallen.

*Miller* (*Stoeckels Handbuch der Gynäkologie*): „Die Größe der Eierstöcke ist ungemein schwankend (*Ohlshausen*, S. 270) und (wie auch die Form) den verschiedensten Variationen unterworfen (*Beigel*). Anfänglich besitzen beide Eierstöcke ungefähr gleiche Größe; vom 5. Monat ab bleibt aber der linke im Durchschnitt dem rechten gegenüber merklich zurück.“ Auch andere Untersucher (*Bayer, Nagel*) weisen auf die größeren Maße der rechten Keimdrüse hin.

Nach *Winteritz* hat der Eierstock die Größe einer Krachmandel (mit Schale). *Waldeyer* hat für die Maße des Eierstocks folgende Zahlen angegeben:

Länge des Eierstocks bei Erwachsenen	3,0—5,0 cm
Breite „ „ „ „ „	1,5—3,0 cm
Dicke „ „ „ „ „	0,5—1,5 cm.

Schlüsse auf den Rauminhalt des menschlichen Eierstocks lassen sich natürlich aus diesen Zahlen wegen der beträchtlichen Formschwan-

kungen nicht ziehen; immerhin deuten sie aber doch an, daß auch beim Menschen sehr erhebliche Größenunterschiede zu bestehen scheinen.

Die Angabe, daß der rechte Eierstock in der Regel größer ist als der linke, kann an unserem Material weder für den Pavian noch für den Schimpansen bestätigt werden, wobei allerdings darauf hingewiesen sei, daß nur bei 2 Pavianen und den beiden Schimpansen einwandfrei der rechte und linke Eierstock bezeichnet waren. Auch in bezug auf die Follikelzahlen konnte kein Überwiegen der rechten Seite festgestellt werden.

Wichtiger aber als diese Schwankungen sind für die Biologie des zugrundegehenden Follikels die Beziehungen zwischen den Follikelzahlen, und zwar den normalen und atretischen einerseits und der Größe des Eierstocks andererseits; vor allem deshalb, weil bei beiden Tierarten sehr große Unterschiede in bezug auf das Vorkommen fester Korrelationen zu bestehen scheinen.

So weisen beim Pavian die großen Eierstöcke eine hohe und die kleinen eine geringe Follikelzahl auf, während bei der Maus keinerlei Beziehungen zwischen Größe des Eierstocks und heranreifenden Eiern aufgefunden werden konnten. Die Korrelationen waren beim Pavian auch für beide Follikelgruppen gesondert nachzuweisen, die Maus zeigte auch hier keinerlei Beziehungen. Wir sind geneigt, dieses merkwürdige Verhalten der Maus als Domestikationserscheinung zu deuten und hoffen, durch entsprechende Untersuchungen an wilden Mäusen zu dem Nachweis zu gelangen, daß hier noch Gesetzmäßigkeiten vorhanden sind, die bei der weißen Maus allmählich verloren gegangen sind.

Übereinstimmend ist aber bei beiden Tierarten der für uns wichtigste Befund, daß *Raumbeengung als Ursache der Follikelatresie nicht in Frage kommt.*

## F. Zusammenfassung.

Im folgenden seien die wesentlichsten Ergebnisse bei Maus und Affe nochmals einander gegenübergestellt:

1. Sowohl bei der Maus wie beim Pavian unterliegen die Follikelzahlen, sei es, daß sie insgesamt, oder nach primären und sekundären getrennt, betrachtet werden, außerordentlich großen Schwankungen.

2. Bei beiden Tierarten befindet sich immer etwa die Hälfte der Follikel im Zustande des Zugrundegehens (Maus 45%, Pavian 55%).

3. Bei der Maus nimmt mit zunehmender Follikelzahl die relative Menge der atretischen Gebilde zu; beim Pavian war eine derartige Beziehung nicht aufzufinden.

4. Die Seitenunterschiede der Eierstöcke können sowohl in bezug auf die Follikelzahlen als auch auf die relative Menge der atretischen Follikel bei beiden Tierarten recht groß sein.

5. Die Größe des Eierstocks schwankt bei beiden Tierarten recht erheblich.

6. Beim Pavian besteht zwischen Größe des Eierstocks und Follikelzahl eine deutliche Beziehung, d. h. die großen Eierstöcke weisen viele Follikel und die kleinen wenig Follikel auf. Bei der Maus ist eine solche Beziehung nicht vorhanden, hier gibt es kleine follikelreiche und kleine follikelarme sowie große follikelreiche und große follikelarme Eierstöcke.

7. Diese Korrelation war beim Pavian sowohl für die Sekundärfollikel als auch für die Primärfollikel allein nachzuweisen. Bei der Maus ergaben sich auch für diese einzelnen Follikelgruppen keine Beziehungen.

8. *Zwischen der Größe des Eierstocks und der relativen Menge der atretischen Follikel war weder bei der Maus noch beim Pavian irgendeine Beziehung nachzuweisen, d. h. bei beiden Tierarten scheinen raumbeengende Vorgänge nicht die Ursache der Follikelatresie zu sein.*

### G. Schlußbetrachtung.

Grundsätzlich kann die Deutung der oben angegebenen Befunde in zwei Richtungen erfolgen: Es kann sich einerseits um *Einwirkungen* verschiedenster Art auf den Phänotypus handeln. Für den begrenzten Raum konnte die Frage mit Sicherheit im verneinenden Sinne entschieden werden. Beeinflussungen anderer Art, wie Ernährung, Krankheiten, Haltung der Tiere und ähnliches sind wohl denkbar, tragen aber den Charakter der Unwahrscheinlichkeit an sich und sind experimentell schwer angehbar. So bietet sich am ungezwungensten die Möglichkeit, die Follikelatresie mit ihren starken Schwankungen als ein *Auswirken* innerer Kräfte zu deuten: Die Genik ist zu befragen, ob sie im weitesten Gesichtskreis unser Problem sinnvoll begreifen lehrt.

Der Vererbungslehre ist oft der Vorwurf gemacht worden, daß sie sich begnügen, Kleinigkeiten sehr äußerlicher Natur, wie Färbungsunterschiede, Hautornamente, Blutgruppen und Größenabmessungen mit ihren vorgebildeten schematischen Darstellungen zu verfolgen. Dieser Vorwurf ist unberechtigt. Es gibt wohl kaum eine lebenswichtigere Funktion als den Tod, und er ist durchaus heute mit den Mitteln einer wissenschaftlichen Erbkunde erfassbar. Die Zeit, die Lebensdauer mendelt. Die Vernichtung der lebendigen Masse vermöge ihrer Erbveranlagung beginnt schon außerordentlich frühzeitig. Experimentell läßt sich zeigen, daß es Keimzellen gibt, die schon während ihrer Bildung aus erbphysiologischen Gründen für die Vernichtung bestimmt sind. Diese Beobachtung hat zur Aufstellung des Begriffes der gametischen Letalfaktoren geführt. An sie schließen sich die zygotischen Letalfaktoren an, die nach der Befruchtung die Zeugungsprodukte dezimieren und kontinuierlich von der frühesten Periode unmittelbar nach der Befruchtung beginnen, bis in die späteste Zeit des Lebens, die Zeit des natürlichen Todes. Und in abgemilderter Form tritt dann diese Lebensuntüchtigkeit in der Gestalt von Krankheit auf mit den Übergangsformen, bei deren Betrachtung man mit dem heiligen Augustinus fragen

möchte: „Ist das lebendiges Sterben, oder sterbendes Leben?“ Der gametische Partialtod, und je mehr wir von dem Mechanismus und den Ablauferscheinungen des gametischen Partialtodes erkennen lernen, desto größer wird die Aussicht, durch objektive quantitative Untersuchungen die Brücke zu schlagen zwischen theoretischen genischen Forderungen und anatomisch und histologisch sachlichen Betrachtungen. Von den tauben Pollen der *Rennerschen* Komplexhybriden der *Oenothera* muß allmählich ein Weg gefunden werden zu den komplizierten Verhältnissen bei den höheren Tieren.

Die gametische Selektion ist objektiv wissenschaftlich in der Ausmerze der Keimzelle nachweisbar. Wir sehen sie in der Vernichtungsziffer der Samen- und Eizelle vor uns. Sie ist nicht durch äußere Umstände, durch die Lage der Keimzellen im Eierstock, in irgendeiner Art vorzugsweise bedingt, nicht etwa durch Raumbeengung gegeben, sondern, wie die geschilderten Korrelationsbeziehungen beweisen, eine dem Eierstock als solchem angeborene Eigenschaft.

---

### Schrifttum.

*Arai, Hayoto:* On the postnatal development of the ovary (albino rat) with special reference to the number of ova. Amer. J. Anat. **27**, 405 (1920). — *Asami, Goicho:* Observations on the follicular atresia in the rabbit ovary. Anat. Rec. **18**, 323—344 (1920). — *Engle, Earl Theron:* A quantitative study of follicular atresie in the mouse. Amer. J. Anat. **39**, 187—204 (1927). — *Guthertz, S.:* Der Partialtod in funktioneller Betrachtung. Ein Beitrag zur Lehre von den unspezifischen Reizwirkungen. Jena: Gustav Fischer 1926. — *Miller, J. W.:* Die normale Anatomie und Physiologie des Eierstocks. Im Handbuch der Gynäkologie von *W. Stoeckel*, Bd. 1, 1. Hälfte, S. 21—222. 1930. — *Verworn, Max:* Allgemeine Physiologie. Jena: Gustav Fischer 1909.

---