

Unterschiede in der Widerstandskraft der weiblichen und männlichen Keimdrüse.¹

Von

Dr. med. Heinrich Viktor Klein (Wien).

Mit 15 Textabbildungen.

(Eingegangen am 30. April 1927.)

„Das Bedürfnis nach Stützung schwächerer Gedanken durch stärkere wird auch *Kausalitätsbedürfnis* genannt und ist die Haupttriebfeder aller naturwissenschaftlichen Erklärungen.“ Ernst Mach.

Tendeloo, der Schöpfer des Begriffes der „*Konstellationspathologie*“, hat in einer Studie über „*Krankheitsforschung*“ auch der Teleologie Erwähnung getan, die, wie er zugibt, bei manchen Forschern eine große Rolle spielt. Er definiert sie als „Lehre vom Zweck in der lebenden Natur, kurz: Naturzweck“ und ist der Ansicht, daß die Teleologie nicht zur naturwissenschaftlichen Forschung gehört, weil sie „übersinnlicher, metaphysischer Natur“ sei und „nicht zu Erkenntnis durch Erfahrung, d. h. durch sinnliche Beobachtung und Denken“, führe.

Ernst Mach, der große Physiker, urteilt aber anders darüber: „Wie nützlich der Zweckbegriff der biologischen Forschung war, darüber kann dem Zeugnis der Geschichte gegenüber gar kein Streit sein.“

Bei weiterer Überlegung zeigt sich nämlich, daß die Teleologie doch nicht ganz aus dem Bereich naturwissenschaftlicher Betrachtung auszuschalten ist. Es ist dabei bloß notwendig, einen weiteren und einen engeren Begriff der Teleologie streng auseinander zu halten. Jener weiter gefaßter Begriff, von dem auch *Tendeloo* spricht, setzt freilich voraus, daß „jede zweckmäßige Naturerscheinung einer schöpferischen, wenigstens führenden Vernunft zu verdanken“ sei. Der anthropomorphe Theismus gehört, wie auch *Tendeloo* bemerkt, nun sicherlich nicht mehr zum Gebiete der Naturwissenschaft, Er ist der weitestgefaßte Begriff der Teleologie und schon wegen der Befangenheit, die ihn konstruiert hat, für eine gedeihliche Forschung unbrauchbar.

¹ Nach einem auf der 89. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Düsseldorf im September 1926 gehaltenen Vortrage. Vgl. auch „*Fortschritte d. naturwissenschaftl. Forschung*“, herausgeg. von E. Abderhalden, Bd. XII, H. 4.

Es gibt aber auch einen engeren Begriff der Teleologie; ob wir ihn auf der von *Aristoteles* schon angenommenen Grundlage der „*Entelechie*“ oder auf der von späteren Forschern aufgestellten Grundlage des „*Hylozoismus*“ anerkennen, ist dabei ganz belanglos. Wichtig ist, daran festzuhalten, daß wir ohne Aufstellung eines Zweckbegriffes in der experimentellen Biologie nicht auskommen können. Dieser engere Begriff der Teleologie fußt aber auf Annahmen, die keineswegs übersinnlicher Natur sind. Ich möchte diese enger gefaßte Betrachtungweise als „*relativen Zweckbegriff*“ bezeichnen gegenüber dem *absoluten*, dessen Wesenheit unserer Erkenntnis verschlossen bleiben muß, da sie identisch ist mit der Kosmogonie. Das *Absolute* zwar *nicht*, wohl aber das *Relative* kann Gegenstand naturwissenschaftlicher Forschung sein. Wenn der Europäer, wie *Tendeloo* hervorhebt, „dicke, wollene Kleider im Winter zweckmäßig findet, aber der auch im Winter halbnackte kanadische Indianer einen ganz anderen Zweckbegriff in dieser Hinsicht hat“, so beweist gerade diese Erkenntnis, daß die Widerstandsfähigkeit der Menschenrassen gegenüber Witterungsverhältnissen eben nur mit Hilfe des relativen Zweckbegriffes untersucht werden kann. Trotzdem wird man zugeben müssen, daß es Erscheinungen und Zustände innerhalb des individuellen Lebens gibt, die den Menschen *aller* Rassen gemeinsam sind, Erscheinungen oder Zustände, die eben zum Gesamtbilde, zum Genotypus der Spezies „*Homo sapiens*“ gehören; beispielsweise die Entwicklung und der Aufbau der Fortpflanzungsorgane zum Zwecke der Arterhaltung. Und in diesem Punkte nähert sich schließlich auch die von *Tendeloo* vertretene Anschauung der hier vorgetragenen vom „*relativen Zweckbegriff*“. „Es ist allerdings möglich“, heißt es bei *Tendeloo*, „daß wir durch Denken über die Zweckmäßigkeit einer Erscheinung zu einer fruchtbringenden Fragestellung kommen und damit zum naturwissenschaftlichen Gebiete zurückkehren. Wissenschaftliche Erkenntnis erscheint aber nicht möglich durch die Beantwortung der Fragen: Wozu? Warum?, sondern allein durch die der Fragen: Wodurch? Wie?“ Wie immer man aber in der Biologie die Fragestellung nun formuliert, ob mittels der Fragen „wozu“ und „warum“, oder mittels der Fragen „wodurch“ und „wie“—sie landet stets im bedingten Zweckbegriff. In den Schriften *Darwins*, eines so ungewöhnlich sachlichen und nüchtern denkenden Naturbeobachters, begegnen wir auf Schritt und Tritt teleologischen Ausdeutungen bestimmter Lebensformen und Vorgänge; aber niemals haben sie sich ins Gebiet der Metaphysik und allzu theoretischen Spekulation verirrt¹. Der Zweckbegriff fußt in der deduktiven Denkweise auf der Erfahrung und Beobachtung, und diese ermöglicht die

¹ z. B. *Darwins* Bemerkungen über die „Schlauheit“ der Spinne *Epeira* bei ihren Verteidigungsmanövern; oder über die „Mimikry“, über den „Nestbau“ u. a.

entsprechenden Folgerungen meist per exclusionem. Ein Beispiel: Wir wissen aus Erfahrung, daß die Generationsorgane der Fortpflanzung dienen; denn wenn diese Organe aus dem Körper entfernt werden, so verliert das Individuum die Fortpflanzungsmöglichkeit. Dieser in der Fortpflanzungsfähigkeit dargestellte Zweckbegriff ist zwar auch bedingt, hat aber nicht bloß für die Spezies „*homo*“, sondern für alle vielzelligen Lebewesen Geltung.

Der relative Zweckbegriff ist eine notwendige Einschränkung gegenüber dem absoluten. Er ist die Grundlage, auf der wir biologisch denken können und müssen, denn er dient der Erforschung nächstliegender Ursachen. Der relative Zweckbegriff ist im Grunde nur dasselbe, was *Mach* als das „*Bedürfnis nach dem kausalen Verständnis*“ bezeichnet hat. „Wenn ein Gebiet von Tatsachen“, sagt *Mach* in seiner Untersuchung über Kausalität und Teleologie, „teleologisch auch vollkommen durchschaut ist, so bleibt das Bedürfnis nach dem kausalen Verständnis dennoch bestehen“¹.

Gerade die Lehre von der inneren Sekretion und ihr mächtiger Aufschwung in den letzten zwei Jahrzehnten, hat gezeigt, daß die Experimental-Physiologie auf den Begriff der relativen Zweckmäßigkeit nicht verzichten kann, und daß eine entsprechende Fragestellung in manchem Belange reiche Früchte getragen hat. So haben — um nur dieses eine Beispiel zu nennen — die ausgedehnten Untersuchungen über den Bau und die funktionelle Bedeutung der Keimdrüsenzwischenzellen in den letzten Jahren unsere Kenntnisse um eine Reihe wertvoller Tatsachen bereichert, deren Erforschung nur auf Grundlage des relativen Zweckbegriffes möglich war. Die beschreibende Methodik *allein*, so wichtig sie für die exakte Forschung auch ist, kann eben zur Enträtselung der Lebensfunktionen nicht alles beitragen; sie kann die Auklärung bloß anbahnen. Die Kausalanalyse muß an sie anknüpfen, sie soll sie zu ergänzen suchen, aber ohne sich dabei ins Phantastische und Nebelhafte zu verlieren.

Bei Betrachtung der biologischen Unterschiede zwischen der weiblichen und der männlichen Keimdrüse sind dreierlei Gesichtspunkte zu wahren; 1. entwicklungsgeschichtliche; 2. physiologische und 3. pathologische Gesichtspunkte; diese erstrecken sich auf die Rückwirkung nach natürlichen oder künstlichen Beeinflussungen.

Während der zyklische Vorgang der Reifung und Ausstoßung befruchtungsfähiger Eizellen beim menschlichen Weibe gewöhnlich mit dem Ende des 5. Jahrzehntes zu erlöschen pflegt, ist die Bildung reifer und befruchtungsfähiger Samenzellen beim Manne bis in das höchste Lebensalter beobachtet. *Bertholet* (1909) hat im Hoden eines 91 jährigen

¹ *Ernst Mach*, Analyse der Empfindungen. 5. Aufl., Jena, Verlag Gustav Fischer, 1906.

Mannes reife Samenzellen nachgewiesen¹. Damit erhebt sich nun die Frage, ob ein so verschiedenes Verhalten männlicher und weiblicher Geschlechtszellen nur als Unterschied in der Widerstandskraft, oder als spezifisch-biologische Erscheinung schlechtweg aufgefaßt werden muß; ob es sich hier bloß um fließende individuelle Schwankungen oder um geschlechtsbeschränkt-erbliche Merkmale, vielleicht um Endglieder einer Kette innerhalb der Phylogenetese, d. h. um genotypisch bedingte Erscheinungen handelt. Erst am Ende dieser Betrachtung soll versucht werden, dieser Frage, zurückkehrend zu ihrem Ausgangspunkte, etwas näherzutreten. Vorher ist es notwendig — und damit beginnt das eigentliche Gebiet unseres Gegenstandes — darauf hinzuweisen, wie verschieden die männliche und die weibliche Geschlechtsdrüse sich gegenüber allgemeinen und örtlichen Schädigungen verhalten.

Schon entwicklungsgeschichtlich besteht ein kardinaler Unterschied zwischen weiblicher und männlicher Geschlechtsdrüse: Seit den eingehenden embryologisch-histologischen Studien *Kolmers* und *Kitaharas* (1923) an einer Reihe von Säugetierkeimdrüsen und am Menschen wissen wir, daß Zellen, die den Zwischenzellen des Hodens (Leydigischen Zellen) entsprechen, in der embryonalen *weiblichen* Geschlechtsdrüse weder bei einer großen Reihe von Säugetieren (Meerschweinchen, Maus, Ratte, Katze, Hund) noch beim Menschen vorkommen. *Kolmer* und *Kitahara* haben dargetan, daß es nicht angehe, embryonale Zellen der weiblichen Keimdrüse bereits wegen eines geringen Fett- oder Lipoidgehaltes als „Homologe der männlichen Zwischenzellen“ zu bezeichnen; ihre beständig gleichen histologischen Befunde weisen darauf hin, daß solche zwischenzellenartige Gebilde viel deutlicher durch ihre typische Lagerung gegenüber den Gefäßen als durch den Fett- oder Lipoidgehalt gekennzeichnet sind. Im Gegensatz zu diesen Befunden steht freilich die jüngste Mitteilung *Alfred Kohns* über die interstitiellen Zellen des Pferde-eierstocks, die dieser Autor bereits in einem frühen Embryonalstadium nachweisen konnte. Auch *Ralph Mey* hat, und zwar beim Rinde in der Fetalzeit eine interstitielle Eierstocksdrüse vorgefunden, aber unvollkommen ausgebildet; nach *Mey* tritt sie zuerst in den letzten 2 Monaten der Fetalzeit auf und ist dann bis zu dem Zeitpunkte nachzuweisen, wo das Kalb die Milchnahrung nicht mehr benötigt, also bis zur 6. Lebenswoche.

Ob es sich bei den Befunden von *Kohn* und *Mey* nun um tatsächliche Gegensätze zu den Ergebnissen *Kolmers* und *Kitaharas* handelt, oder bloß um eine Verschiedenheit in der morphologischen Auffassung der entsprechenden Zellgebilde, ist vorerst nicht zu entscheiden. Da aber die Befunde von *Mey* und *Kohn* doch nur vereinzelte Fälle betreffen, die Ergebnisse *Kolmers* und *Kitaharas* aber bei einer großen Reihe von Säugetieren und beim Menschen ermittelt wurden, so besteht bis auf weiteres die Schlußfolgerung zu Recht, daß Zellen, die den männlichen Zwischenzellen des Hodens entsprechen, in der *embryonalen weiblichen Keimdrüse* im allgemeinen *nicht* vorkommen.

Die physiologische Bedeutung dieses durchgreifenden entwick-

¹ Zentralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat. **20**, 1062. 1909.

lungsgeschichtlichen Unterschiedes zwischen den Keimdrüsen beider Geschlechter ist noch keineswegs klargestellt. Vielleicht hängt sie mit der Erfahrung zusammen, daß die Thekaluteinzellen des Ovars nur ein Übergangsstadium innerhalb der verschiedenen Veränderungen, denen der Follikel unterworfen ist, darstellen, und daß dementsprechend ihre endokrine Tätigkeit nur vorübergehend zur Geltung kommen kann.

Noch schärfter treten die Unterschiede im biologischen Verhalten der Keimdrüsen beider Geschlechter hervor, wenn man ihre Rückwirkung auf äußere allgemeine und örtliche Einflüsse betrachtet. Die Erfahrungen darüber beruhen sowohl auf Tierversuchen wie auf Beobachtungen am Menschen und gehören in das Gebiet der quantitativen und qualitativen Teilentfernung der Keimdrüse, die ich mit dem gemeinsamen Ausdruck „*Partialremotion*“ bezeichnet habe¹. Als *quantitative Teilentfernung* der Keimdrüse habe ich jede Entfernung eines gewichts- oder zahlenmäßig bestimmbaren Anteiles der Keimdrüsen einer oder beider Seiten oder die völlige Entfernung der Keimdrüse einer Seite bezeichnet. Bei der quantitativen Teilentfernung der Keimdrüse wird stets ein generativer und ein nicht generativer Drüsanteil gleichzeitig entfernt bzw. zurückgelassen.

Als *qualitative Teilentfernung* (qualitative Keimdrüsenschädigung) habe ich jeden Eingriff bezeichnet, bei dem die geschädigten Drüsanteile weder für sich allein, noch gegeneinander quantitativ meßbar sind. Zu den chirurgischen Arten dieser qualitativen Schädigung gehören: Alle Arten von Transplantation, ferner die Unterbindung (Ausschneidung) des Vas deferens am Hoden, mit oder ohne Blutgefäßschonung, auch die Verschorfung gewisser Keimdrüsenteile mit dem Glüheisen. Zu den nichtchirurgischen Arten qualitativer Schädigung sind die Röntgen-(Radium-)Bestrahlung, sowie verschiedene chemische, thermische und ernährungsbeeinflussende Schädigungen zu rechnen.

Lipschütz und seine Mitarbeiter *Wagner*, *Ottow* und *Tamm* haben mittels quantitativer Teilentfernung am Hoden gezeigt, wie außerordentlich empfindsam dieses Organ sich zeitweise gegenüber direkter, wenn auch nur geringfügiger Verletzung verhält. Schon ein einfacher Einschnitt, der auch den Kanal des Nebenhodens trifft, kann bei einem jungen Tiere ein Zurückbleiben des Organs und infolgedessen eine mangelhafte Entwicklung der sekundären Geschlechtscharaktere verursachen. Da *Lipschütz* als Ursache für diese Rückbildungerscheinungen die Durchschneidung des Ductus epididymidis ansah, führte er bei späteren Versuchen transversale Einschnitte am Hoden unter möglichster Schonung des Nebenhodens aus und konnte nun in 11 von 13 Fällen volle Spermatogenese und das Zurückbleiben der sekundären Geschlechtsmerkmale beobachten. Wenn nun trotzdem

¹ Vgl. Sitzungsbericht der Gesellschaft der Ärzte in Wien vom 21. V. 1926; Wien. klin. Wochenschr. 1926, Nr. 22; ferner Fortschritte d. naturwissenschaftl. Forschung, herausgeg. von *Abderhalden*, Bd. 12, H. 4, Tab. 1. 1927.

zeitweise ein bloß geringfügig und transversal verletzter Hoden degeneriert, so dürfte die Ursache für diese Erscheinung — abgesehen von der allgemeinen Empfindlichkeit der Geschlechtsdrüse — auch in der besonderen konstitutionellen Verfassung des Individuums gelegen sein. Auch die nach Grenzstrangexstirpation des Sympathicus mehrfach beobachtete Hodenatrophie (*Takahashi, Schinz und Slotopolsky*), die auf Fixation des Hodens und seines Fettkörpers durch postoperative Verwachsungen und auf Kreislaufsstörungen in den *Vasa spermatica* zurückzuführen ist, kann als ein deutlicher Beweis für die außergewöhnliche Empfindlichkeit des Hodenparenchyms gelten.

Vergleicht man nun dieses biologische Verhalten des *Hodens* nach direkten Schädigungen mit dem des *Eierstockes*, so kann man fast immer den Eindruck gewinnen, daß der *Eierstock ein widerstandsfähigeres Gebilde ist als der Hoden*. Bei Gegenüberstellung der am Hoden vorgenommenen Einschnitte mit dem Messer in den *Lipschützschen* Versuchen und der Versuche *Marshalls* und *Woods*, an Hundeovarien den generativen Anteil durch Zerschneidung aller sichtbaren Follikel mit dem Messer auszuschalten, wird man zugestehen müssen, daß das Messer in den Experimenten von *Marshall* und *Wood* weit ärger gehaust hat als in den von *Lipschütz* und seinen Mitarbeitern angeführten Versuchen. Trotzdem zeigte sich das überraschende Ergebnis, daß in den Hundeovarien *Marshalls* und *Woods* gar keine Veränderung in den nachfolgenden Reifeperioden der Follikel auftrat. Das weibliche Keimepithel verhielt sich gegenüber diesen immerhin beträchtlichen Eingriffen — fast könnte man sagen — gleichgültig. Die Follikel stellten erst dann ihre Funktion ein, wenn sie mit dem Glüheisen gänzlich vernichtet waren; und auch dann nur zeitweise. Es wurde bloß eine vorübergehende *Unfruchtbarkeit* auf die Dauer mehrerer Östralphasen erzielt. Später traten wieder Verhältnisse im Ovar ein, die eine weitere Trächtigkeit möglich machten; woraus sich die berechtigte Schlußfolgerung ergibt, daß selbst mit dem Glüheisen eben nicht sämtliche Follikel des Eierstockes vernichtet worden sind.

Die schädigende Einwirkung der Erhöhung der Gesamtkörpertemperatur auf den *Hoden* bei Nagetieren (Mäusen) geht in ziemlich übereinstimmender Weise aus den Mitteilungen hervor, die *Hart, Stieve, Fukui und Moore* über diese Art qualitativer Keimdrüsenbeeinflussung berichtet haben.

Nach *Stieve* scheinen nun zwar die Ovarien gegenüber der Hitzeeinwirkung mindestens ebenso empfindsam zu sein wie die Hoden, da es ihm durch Hitzeeinwirkung gelang, bei der Hausmaus alle Eierstockseier zu zerstören. Doch erscheint die Schlußfolgerung *Stieves*, daß das Ovarium gegenüber einer Allgemeinschädigung ein empfindsameres Gebilde darstelle als der Hoden, nicht hinreichend gestützt. Zunächst sprechen dagegen zahlreiche andere Erfahrungen, und hernach ist auch hierbei die Möglichkeit zu erwägen, auf die auch *Hart* hingewiesen hat, ob nicht die durch die Hitze hervorgerufene gleichzeitige Atrophie der Schilddrüse einen unmittelbaren oder einen mittelbaren (via Stoffwechsel) schädigenden Einfluß auf das Keimepithel ausübe. *Moore* hat außer der allgemeinen Erhöhung

der Körpertemperatur auch *örtliche* Hitzeeinwirkung (bloß in der Umgebung des Hodens), versucht und dabei festgestellt, daß der Hoden schon nach geringer Temperaturerhöhung seiner Umgebung degenerative Veränderungen erfährt; ähnliche Beobachtungen stammen von *Fukui*. Die *Kälteeinwirkung* dagegen scheinen die Keimdrüsen beider Geschlechter in ziemlich gleicher Weise besser zu vertragen als die Hitze (*Hart, Biedl, Peters* und *Hofstätter*). *B. Zondek* und *E. Wolff* haben einwandfrei nachgewiesen, daß die Konservierung menschlicher Ovarien in Kälte (-4°) die Wachstumsfähigkeit des Ovariums nicht beeinflußt, selbst nach einer Konservierungsdauer von 14 Tagen nicht. *Shustrov, Karpova* und *Tikhomirov* haben an *Hoden* von Kaninchen und Hunden ähnliche Versuche gemacht, haben sie 24 Stunden lang in der Kälte lebensfrisch erhalten und hierauf mit Erfolg transplantiert. Auch in dieser Hinsicht scheint jedoch der Eierstock noch widerstandsfähiger zu sein als der Hoden.

Aber auch nach Beeinflussung durch chemische Gifte ist ein verschiedenes Verhalten in den Keimdrüsen beider Geschlechter beobachtet worden. Die Untersuchungen *Hofstätters*¹ über die Nicotinwirkung haben gelehrt, daß die durch dieses Alkaloid verursachten Schädigungen bei Ovarien geringfügiger sind als beim Hoden: der gelbe Körper wird vom Nicotin gar nicht beeinflußt, desgleichen ist auch die Stillfähigkeit der nicotinisierten Weibchen nicht beeinträchtigt. Also auch hier wiederum eine größere Widerstandskraft des Ovariums im Vergleich mit dem Hoden. *Stieve* konnte ja selbst bei Individuen, die unter dem Einflusse von psychischen Traumen (Kummer, Schreck, Shok, Todesangst vor der Hinrichtung) standen, degenerative Vorgänge im menschlichen Hoden beobachten. Eine entsprechende Parallele für Eierstöcke ist zwar bis jetzt noch nicht bekanntgeworden, schon aus rein äußerlichen, leicht verständlichen Gründen, doch muß man annehmen, daß auch in dieser Hinsicht die Beeinflußbarkeit des Eierstocks geringer sein dürfte. Die Beobachtungen *Hofstätters* über die psychische Beeinflussung der funktionellen Vorgänge im Eierstock beziehen sich bloß auf den Follikelapparat und zwar auf die vorzeitige Aussstoßung des Eies und Verschiebungen im Menstruationstypus, ohne jedoch histologische Einzelheiten über die anatomische Grundlage dieser zeitlich verschobenen Vorgänge im Eierstock zu bringen. Diese Frage bedarf daher dringend eingehender Untersuchungen, bevor hier ein endgiltiges Urteil gestattet ist.

Recht ungleichmäßig sind die Erfahrungen über die Beeinflussung der Keimdrüse durch qualitative *Nahrungseinschränkung*.

Während *Eckstein* bei Ratten nach Verabreichung der McCollum-Diät (Mangel an Vitamin A, Fett und Phosphor) an sämtlichen Hodenbestandteilen schwere degenerative Erscheinungen sah, konnte *Guggisberg* bei vitaminfrei ernährten Ratten Hoden und Eierstöcke in gleicher Weise unterentwickelt finden; freilich hat *Guggisberg* keine histologischen Einzelheiten darüber mitgeteilt; zudem wäre auch noch zu sagen, daß eine Unterentwicklung des Organes biologisch doch nicht mit Degenerationserscheinungen auf eine gleiche Stufe gestellt werden kann.

¹ Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **244**. 1923.

Auch *Stieve* hat sich eingehend mit diesen Fragen beschäftigt und dabei gefunden, daß „die Tätigkeit des Hodens und ganz besonders des Eierstocks gehemmt wird, wenn der Gesamtkörper durch große Mengen einverleibter, besonders sehr fettreicher Nahrung zu stark mit Fett überladen wird“; auch wird sie „gehemmt oder unterbrochen, wenn lebenswichtige Stoffe, *Vitamine*, in der Nahrung fehlen“. Nach *Stieves* Beobachtungen sind die Schädigungen beim weiblichen Tiere tiefergreifend, mindestens länger anhaltend, beim männlichen rascher und leichter auszugleichen. Diese Erfahrungen *Stieves* sind freilich vereinzelt geblieben, müssen aber gerade wegen ihres bemerkenswerten Gegensatzes zu den Befunden anderer Untersucher hier Erwähnung finden.

Die seltsame Tatsache, daß auch nach unvollständiger Entfernung der Keimdrüse in gewissen Fällen sich typische Kastrationserscheinungen ausbilden können, ist zuerst bei Hühnern (*Foges, Kolmer*), aber auch bei Cerviden beobachtet worden (*Tandler und Grosz*¹); eine vorläufige und vermutlich ausreichende Erklärung ist für diese bemerkenswerten Beobachtungen durch die berühmt gewordenen Versuche *Pézards* an Hühnervögeln gegeben, die ihn zur Aufstellung seines „*Alles-oder-nichts-Gesetzes*“ geführt haben. Ein gewisses *Mindestmaß an Hodensubstanz* erscheint danach unbedingt erforderlich, um den Bestand des männlichen Geschlechtscharakters zu gewährleisten. Da *Pézard* auch an Hühnereierstöcken die gleichen Verhältnisse vorfand, scheint in dieser Hinsicht kein wesentlicher Unterschied in der Widerstandskraft der Keimdrüsen beider Geschlechter zu bestehen. Diese *Pézard-sche Regel* vom „alles oder nichts“, d. h. von der notwendigen Anwesenheit eines bestimmten Mindestmaßes an Keimdrüsengewebe im Körper, ist bis jetzt nicht widerlegt worden; im Gegenteil haben *Guyénot* und *Ponse*, später auch *Lipschütz* und *Champy* ihre Giltigkeit auch für andere Wirbeltierklassen bestätigt gefunden. Ein Unterschied im Verhalten nach *Partialremotion* (Teilentfernung) ist aber doch bei Hoden und Ovar und zwar im Hinblick auf die darnach eintretende Hypertrophie festgestellt. *Lipschütz*, *Wagner* und *Tamm* konnten nämlich zeigen, daß selbst äußerst kleine Bruchstücke von Eierstöcken zur Größe normaler Organe heranwachsen können. *Lipschütz* erklärt diesen Unterschied zwischen Hoden und Ovar mit der verschiedenartigen Entwicklungsdynamik in beiden Geschlechtsdrüsen. Auch *Hartmann* konnte, und zwar am Opossumovar, die nach einseitiger Kastration² durch vermehrtes Follikelwachstum bedingte ausgleichende Hypertrophie des anderen Eierstocks bestätigen und bringt sie mit der außergewöhnlichen Fruchtbarkeit dieser Tiergattung in Zusammenhang.

¹ *Tandler und Grosz*, Die biologischen Grundlagen der sekundären Geschlechtscharaktere. Berlin: Julius Springer 1913.

² Auch die Bezeichnung „einseitige Kastration“, für die ich, da sie irreführend wirkt, die Bezeichnung „*Partialremotion*“ (halbseitige Entfernung) vorgeschlagen habe, sollte aus der Namengebung ausgeschieden werden. Vgl. darüber *Fortschr. d. naturwiss. Forsch.* **12**, H. 4, Tab. 1; ferner *Anat. Anz.* **63**. 1927.

Demgemäß könnte man also in einer solchen Hypertrophie gleichsam eine Schutzmaßregel, eine Art Abwehrvorrichtung der Natur gegen das Aussterben der Art erblicken. Ein solcher Erklärungsversuch hat eine gewisse innere Wahrscheinlichkeit; er bedient sich der Phylogenie als Hilfsmittel, die uns in der Erkenntnis dunkler Zusammenhänge schon manchmal weiter gebracht hat als die Ontogenese. Wenn nun *Lipschütz* betont, daß bei den verletzten Eierstöcken eine verhältnismäßig größere Anzahl von Follikeln zur Ausbildung gelangt als beim unversehrten Organ, während bei den Hodenresten das Gewicht „nur bis zur vollen Ausfüllung der schon vorgebildeten Samenkanälchen zunehmen“ könne, so ist dies, wie mir scheint, bloß ein genetisch-anatomischer Begründungsversuch, keineswegs aber eine ausreichende biologische Erklärung für diesen durchgreifenden biologischen Unterschied. Dieses verschiedenartige Verhalten der Keimdrüsen beider Geschlechter dürfte eben mit der größeren Ersatzfähigkeit des weiblichen Keimepithels zusammenhängen; und diese *größere Ersatzfähigkeit des weiblichen Keimepithels* stellt vielleicht — natürlich innerhalb gewaltiger Zeiträume der Phylogenie — einen *Ausgleich gegenüber dem Nachteil des früher eintretenden Alterszustandes im Eierstock* dar. Wenn *Lipschütz* aber behauptet, daß die Wachstumsreserven des Ovars sehr groß, hingegen die des Hodens „gleich Null“ seien, so muß man die Allgemeingültigkeit dieser Behauptung schon deshalb bezweifeln, weil *Lipschütz* derartige Verhältnisse nur bei Meerschweinchen und Mäusen vorgefunden hat. Die großen Wachstumsreserven des Eierstocks beim Menschen zeigen sich allerdings schon in der Tatsache, daß bereits am ersten Lebenstage sämtliche Eier, die später zur Reifung und zur Befruchtung gelangen können, in den Follikeln gebildet sind, etwa 20—40 000 beim menschlichen Weibe; aber die Reserven des Hodens erstrecken sich eben nicht auf die Menge, sondern auf die Zeitdauer der Funktionsfähigkeit. *Benoit* hat übrigens nach einseitiger Hodenentfernung bei Hähnen nicht bloß ein beschleunigtes Wachstum im Sinne von *Lipschütz*, sondern auch eine echte ausgleichende Hypertrophie des zurückgelassenen Hodens festgestellt. Auch meine eigenen Überpflanzungsbefunde zeigen, daß die Anschaauung von *Lipschütz*, die Wachstumsreserven des Hodens seien „gleich null“, selbst für Nagetiere nicht uneingeschränkte Gel tung hat.

Daß sich auch bei qualitativer Teilentfernung oder Schädigung der Keimdrüsen mannigfache Verschiedenheiten bei beiden Geschlechtern zeigen, ist zum Teil bei der qualitativen Nahrungseinschränkung und ihrer Beeinflussung der Keimdrüse schon erwähnt worden. Noch klarer sind aber die Unterschiede und Abstufungen in der Wirkungsweise nach Überpflanzung und nach Röntgenbestrahlung der Keimdrüse.

Schon in seinen vor 10 Jahren veröffentlichten Berichten über Eierstocksüberpflanzung konnte *Steinach* auf Grund der histologischen Befunde sagen: „Im Gegensatz zum Hoden erweist sich das Ovar als sehr widerstandsfähig; selbst $3\frac{1}{2}$ Jahre nach der Übertragung treten bei dem kastrierten Weibchen noch regelmäßig die Erscheinungen der Brunst auf, desgleichen findet periodische Milchsekretion statt.“ *Wiesner* konnte in den letzten Jahren die Richtigkeit dieser Anschauung erhärten und sogar ihren Geltungsbereich erweitern, indem er nach homoplastischer Überpflanzung von Ovarien einwandfrei Trächtigkeit bei den vorher kastrierten Wanderratten nachweisen konnte. Sicherlich gehen nach Transplantation des Eierstocks auch zahlreiche Follikel zugrunde. Aber sobald einmal die Einheilung gelungen ist, bleibt doch meist ein großer Teil des Follikelapparates ungeschädigt erhalten. Die erwähnten Versuche von *Marshall* und *Wood* haben sogar in unzweideutiger Weise gelehrt, daß selbst von einem ganz geringfügigen unversehrt gebliebenen Anteil des weiblichen Keimepithels aus sich die Erneuerung des generativen Drüsenanteiles im Ovarium vollziehen kann. Und dies ist eben ein grundlegender Unterschied des generativen Eierstocksanteils gegenüber dem Hoden; und aus eben demselben Grunde ist beim Ovarium, *auf dem Wege der Transplantation wenigstens*, die Entscheidung darüber nicht zu treffen, welchem Gewebsanteil die innersekretorische Funktion zukommt.

Daß die Röntgenstrahlen den generativen Anteil der Keimdrüse ungemein schwer schädigen, besonders durch gehäufte Einwirkung, ist durch *Albers-Schönberg* für den Hoden (1903), durch *Halberstädtter* (1905) für das Ovar bekanntgeworden. Dessenungeachtet sind aber auch hierin wiederum gewisse Unterschiede für beide Geschlechter nachgewiesen worden.

Hier sei bloß hervorgehoben, daß *Bergonié* und *Tribondeau* (1907) zuerst und späterhin *Kyrle* (1910), dann *Tandler* und *Grosz* die Zwischenzellen im röntgenbestrahlten Hoden bei gleichzeitiger Degeneration des Keimepithels oft sehr vermehrt gefunden haben. Auch für den Eierstock gilt die Erfahrung, daß die Zwischenzellen, wenngleich an Zahl gegenüber den normalen nicht immer vermehrt, doch viel längeren Bestand haben als die Keimzellen und erst bei viel höheren Strahlengaben gleichfalls in Mitleidenschaft gezogen werden (*Bouin*, *Ancel* und *Villemin* [1907], *Biedl*, *Peters* und *Hofstätter* [1916], *Steinach* und *Holzknecht* [1917], *Aschner* [1918]); *Biedl*, *Peters* und *Hofstätter* haben in Erkenntnis dieser Tatsache geradezu den Versuch unternommen, mittels der Röntgenbestrahlung eine Isolierung der interstitiellen Eierstocksdrüse herbeizuführen (1911, 1913), ein Versuch, der freilich ohne Erfolg geblieben ist. Demgegenüber stehen die Beobachtungen *Steinachs* und *Holzknechts* (1917), die nach Bestrahlungen weiblicher Meerschweinchen eine „enorme Wucherung weiblicher Pubertätsdrüsenzellen“ (Zwischenzellen) ergeben haben. Nach *Steinachs* Angabe wurde durch die Bestrahlung der ganze Eierstock in eine „Reinkultur weiblicher Pubertätszellen“ umgewandelt.“

Die Frage der Wirkungsart der Röntgenstrahlen auf die Keimdrüsen ist von einer Klärung noch weit entfernt. Die Erfahrungen der Autoren

auf diesem Gebiete gehen noch in vielen Punkten weit auseinander, insbesondere in Hinsicht auf den menschlichen Eierstock. Die großen Debatten über die viel umstrittene „Reizwirkung“ der Röntgenstrahlen, d. h. über die angeblich das Zellwachstum direkt anregende Wirkung der Strahlen, haben so recht die Notwendigkeit einer einheitlichen Anschauung auf diesem Gebiete dargetan, da die praktische Anwendung davon nicht nur für die gynäkologische Diagnostik und Therapie, sondern für die erbbiologische Betrachtungsweise, für den *eugenetischen Schutz der Nachkommenschaft* von weittragender Bedeutung wäre.

Im folgenden seien nun einige meiner eigenen Erfahrungen über die Wirkung qualitativer und quantitativer Teilentfernung der Keimdrüsen mitgeteilt, soweit sie die Unterschiede in der Widerstandskraft beider Geschlechter beleuchten können. Die Angaben beziehen sich durchweg auf Tierversuche, ausgeführt an Meerschweinchen und Kaninchen¹.

Während es bekannt ist, daß bereits ein einfacher Lagewechsel beim Hoden manchmal zu Atrophie oder Degeneration des Organs führt, da eine derartige Operation die Bedingungen eines Kryptorchismus schafft, bleibt der einfache Lagewechsel beim Eierstock meist ohne die geringsten nachteiligen Folgen.

Die Hodenüberpflanzungen (mit Stieldurchtrennung) bei Wirbeltieren, Säugern und Anamniern haben bis vor wenigen Jahren, nach den vorliegenden Literaturergebnissen, ausnahmslos zu einer hochgradigen Degeneration des generativen Drüsanteils geführt; die Nachuntersuchungen haben niemals Spermatogenese, höchstens Zwischenzellen in dem überpflanzten Hodengewebe ergeben. Kolmer und Kopppanyi haben nun vor einigen Jahren (1923) bei Überpflanzung von Tritonenhoden noch 7 Monate nach der Operation im Transplantat ein voll funktionierendes Hodengewebe mit allen Phasen der Spermatogenese nachgewiesen. Im Anschluß an dieses bemerkenswerte Resultat sei hier mitgeteilt, daß ich bei einem meiner Meerschweinchen, die durchweg vor der Erlangung der Geschlechtsreife operiert wurden, noch 12½ Monate nach der autoplastischen Überpflanzung beider Hoden unter die Bauchwandmuskulatur im Transplantat alle Entwicklungsphasen der Spermatogenese feststellen konnte (vgl. Abb. 1). Eine gleiche Beobachtung ist mir aus der Literatur bisher nicht bekannt geworden. Man muß zur Er-

¹ Vgl. darüber auch: Fortschritte d. naturwissenschaftl. Forschung 12, H. 4. 1927. Berlin u. Wien. Sämtliche Versuche wurden im Tierlaboratorium der II. Wiener Frauenklinik (Prof. Kermánn) und im Zentral-Röntgeninstitut des Allgemeinen Krankenhauses (Prof. Holzknecht) ausgeführt. Eingehender sollen namentlich jene Versuche erörtert werden, deren Abbildungen hier veröffentlicht werden, da diese in der oben erwähnten Abhandlung aus rein technischen Gründen zum Teil wegbreiten mußten.

klärung dieses seltenen Befundes zur Annahme greifen, daß die Samenkanälchen in den ersten 3 Monaten nach der Verpflanzung stark atrophiert und größtenteils auch degeneriert waren, daß aber vermutlich von einigen widerstandsfähigeren Gewebesteinen die Erneuerung des generativen Drüsenapparates ausgegangen war und, da das Zwischengewebe des Hodens erhalten geblieben war, wahrscheinlich mit Hilfe der endokrinen Zwischenzellenwirkung zur Neubildung von Spermien in einzelnen Kanälchen geführt hat.

Widerspricht nun ein solcher Befund nicht bloß der Anschauung

Moore, daß die Entfernung der Hoden aus dem Hodensack das Organ unbedingt zur dauernden und völligen Degeneration verurteile, so zeugt er auch gegen die früher erwähnte *Lipschützsche* Behauptung, daß die Reservekraft des Hodens „gleich null“ sei; denn in meinem Befunde ist immerhin eine nicht unbedeutliche Reservekraft des männlichen Keimepithels erwiesen. Auch bei Transplantation wird ja nichts anderes als eine Art von *künstlichem Kryptorchismus* geschaffen, der die von *Moore* erklärten nachteiligen Folgeerscheinungen bewirkt. Tatsächlich zeigen bei meinen histologischen Befunden am Meerschweinchen die überpflanzten Hoden in den meisten Kanälchen — abgesehen von jenen, in denen abortive Spermienbildung be-

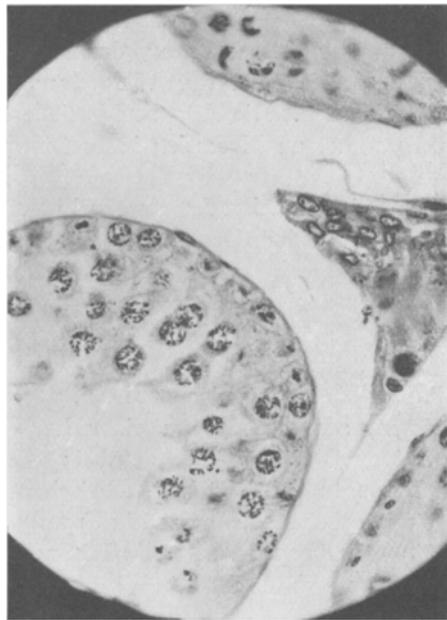


Abb. 1. *M I* = Meerschweinchenhoden, 12½ Monate nach autoplastischer Transplantation. Abortive Spermienbildung: Spermatocyten mit Synapsisstadien und Spermatogonien. Vergr. 300fach. (Aus: Fortschr. d. naturw. Forschung 12, H. 4. Taf. 1, herausg. v. Abderhalden, 1927.)

obachtet war — gewisse Veränderungen, wie man sie bei Kryptorchen zu sehen pflegt. Es ist auch nicht daran zu zweifeln, daß bei noch längerer Beobachtungsdauer schließlich sämtliche Samenkanälchen degenerieren müssen; aber immerhin war es denkbar, daß dieser Verfallsprozeß sich noch viele Monate lang hätte hinziehen können. Jedenfalls ist aus diesem Beispiel zu ersehen, daß entgegen den Behauptungen *Moore*, der das Skrotum als den Temperaturregulator des Hodens ansieht, die Spermienbildung sich nach längerer Zeitdauer offenbar der höheren

Temperatur der Bauchhöhle angepaßt hat, was vermutlich wiederum der endokrinen Hilfswirkung der überlebenden Zwischenzellen zuzuschreiben ist. Auch *Stieve* hat bei seinen Versuchen über die Hitzeinwirkung bei der Hausmaus beobachtet, daß die Samenepithelien sich an höhere Temperaturen schließlich gewöhnen können. Diese Assimilation des lebenden Gewebes an gewisse Schädigungen beruht eben auf der in ihm schlummernden *Reservekraft*.

Wie verschiedenartig die Keimdrüsentransplantation selbst bei Individuen der gleichen Art unter sonst ganz gleichen Voraussetzungen sich zum Ausdruck bringt, dies ist gerade aus meinen Versuchen zu



MI

MII

Abb. 2. Zwei männliche Meerschweinchen aus gleichem Wurfe. *MI* = Autoplastische Transplantation der Hoden unter die Bauchmuskulatur, vor $12\frac{1}{2}$ Monaten; *MII* = Normales Vergleichstier. *MI* sieht etwas massiger und männlicher aus als *MII*, auch lebhafter. Der Kopf ist massiver; der Winkel zwischen Nasenlinie und Unterkiefer spitzer und schärfter als bei *MII*. Natürliche Größe; *MI* = 26 cm; *MII* = 24 cm.



Mb

Ma

Abb. 3. Zwei männliche Meerschweinchen aus gleichem Wurfe. *Ma* = (rechts) Autoplastische Transplantation der Hoden unter die Bauchwandmuskulatur, vor $10\frac{1}{2}$ Monaten; *Mb* = Kastration, vor $10\frac{1}{2}$ Monaten. Natürliche Größe: *Ma* = 25 cm; *Mb* = 23,5 cm.

ersehen, in denen die Tiere stets vor Vollendung der Geschlechtsreife operiert und auch sonst unter der sorgfältigen Beobachtung ganz gleicher Lebenshaltung aufgezogen waren.

Während die Operation beim ersten Meerschweinchen nicht nur keine Beeinträchtigung der sekundären Geschlechtscharaktere dieses Individuums zur Folge hatte, sondern die Entwicklung des Tieres geradezu im Sinne einer *Steinachschen Hypermaskulierung* beeinflußte, — ein Unterschied gegenüber dem Normalen, der beim Vergleich mit dem Vergleichs-Brudertiere besonders sinnfällig wird (vgl. Abb. 2) — hat die gleiche autoplastische Hodenüberpflanzung bei einem anderen Meerschweinchen (*Ma*, vgl. Abb. 3) andere Wirkungen

gezeigt. Der Hoden dieses Tieres bot nach einer etwas kürzeren Beobachtungsdauer als beim ersten Falle, nämlich schon nach $10\frac{1}{2}$ Monaten, die Erscheinungen weitgehender Degeneration. Stellenweise sieht man in dem Celloidin-Paraffinschnitt (Färbung nach *Heidenhain*) zwar auch

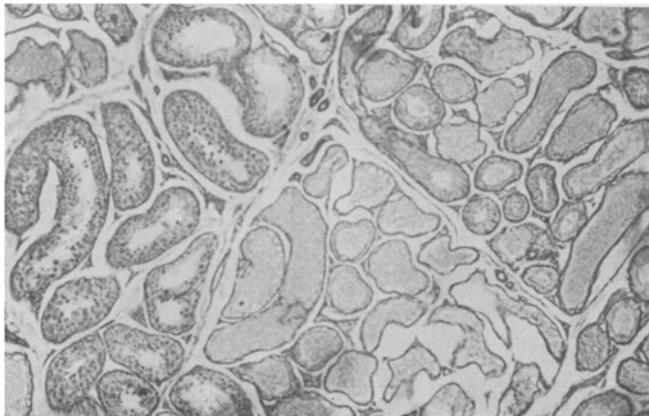


Abb. 4. *Ma* = Meerschweinchenhoden, $10\frac{1}{2}$ Monate nach Autotransplantation. Hochgradige Atrophie; in einzelnen Läppchen vorgeschrittene Degeneration der Kanälchen. Vergr. 48fach.

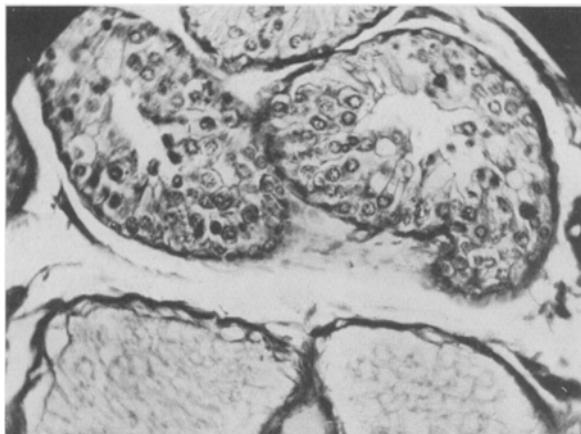


Abb. 5. *Ma* = Meerschweinchenhoden, $10\frac{1}{2}$ Monate nach Transplantation. In einzelnen Läppchen hochgradige Degeneration. Die Kerne vielfach durch Protoplasma vakuolen an die Zellwand gedrückt. Vereinzelte Stadien der Spermatogenese (Spermatocyten I. Ordnung) noch sichtbar. Vergr. 170fach.

hier Vorphasen der Spermienbildung, doch ist nirgends die Bildung oder Abstoßung reifer Spermien nachzuweisen. Die Zwischenzellen treten an verschiedenen Punkten des Präparates sehr klar hervor, ohne aber im Vergleich zum Normalen beträchtlich vermehrt zu erscheinen (vgl. Abb. 4 und 5).

Diesem histologischen Hodenbefund entsprach auch so ziemlich

das psycho-sexuelle Verhalten des Tieres. Es hatte zwar im Vergleich mit einem aus derselben Versuchsgruppe stammenden kastrierten Brudertiere im allgemeinen ein männlicheres Aussehen bewahrt¹, aber abgesehen davon hatte es sich in den letzten Wochen der Beobachtung doch schon dem Typus des Eunuchoiden etwas genähert. Man kann annehmen, daß vielleicht in einem anderen Stadium der Beobachtung die nächste Stufe einer ungenügenden Zwischenzellenentwicklung im mikroskopischen Bilde zu sehen gewesen wäre, vielleicht jene Stufe, die Lipschütz, Bormann und Wagner (1921), Wagner und Loepel (1923) als *Eunuchoidismus „bei noch erhaltener Spermatogenese und bei unterentwickelten Zwischenzellen“* beschrieben haben. Selbst unter der Voraussetzung, daß die Zwischenzellen ganz allein die endokrine Hodenfunktion ausüben, wäre es wohl denkbar, daß das gesamte Zwischengewebe in den späteren Monaten gleichfalls einer wenn auch nur langsam und allmählich einsetzenden Rückbildung verfällt. Auf diese Weise läßt sich mindestens bei jenen Tieren, die in der ersten Hälfte der Beobachtungszeit nach der Operation noch deutlich den Eindruck der Hypermaskulierung darbieten, die spätere Einbuße dieser erhöhten Männlichkeit in den letzten Zeitabschnitten zwanglos erklären. Bei weiterer Rückbildung der Zwischenzellen ist es verständlich, daß sich schließlich ein Zustand am Individuum ausbildet, der somatisch und psychisch einem Eunuchoidismus gleichkommt.

Eine andere Vergleichsmöglichkeit für die Wirkung der autoplastischen Drüsenüberpflanzung bieten meine 2 Versuchsgruppen von *Kaninchen*. Auch hier waren die Voraussetzungen, die Methodik und Technik des Eingriffes wie auch die Aufzuchtsbedingungen stets die gleichen wie in den früheren Fällen. Bei dem einen Kaninchen wurde im Alter von etwa 7 Wochen die autoplastische Transplantation der Hoden unter die Bauchwandmuskulatur, 3 Wochen später die Stiel-durchtrennung vorgenommen. Der Verlauf war reaktionslos; die psychosexuellen Instinkte bei diesem Tiere traten wegen einer starken Enteritis bloß etwas verspätet in Erscheinung. Das gesamte sexualbiologische Verhalten des Tieres entsprach in der Folge nicht in dem gleichen Maße einer Hypermaskulierung wie bei dem ersten Meerschweinchen, doch könnte hierfür auch die schwere Darmattacke, die das Tier durchgemacht hatte, zur Erklärung herangezogen werden. Somatisch bot das Tier im Vergleich zum Vergleichsbrudertiere jedenfalls den Eindruck erhöhter Männlichkeit (vgl. Abb. 6). Die Kopfhaltung ist energetischer, der Gesamtausdruck lebhafter, während das Kontrolltier einen etwas behäbigen und schlaftrigen Eindruck macht.

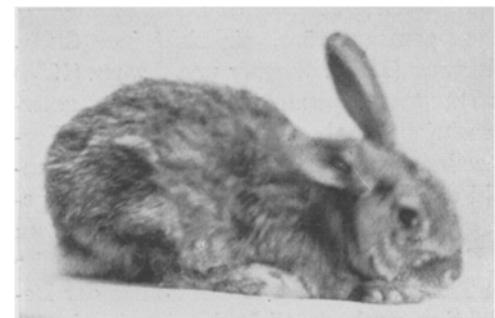
Der histologische Befund am Hoden (Cellloidin-Paraffinschnitt, Färbung Heidenhain) zeigt die Läppchenstruktur des Organs auffallend deutlich. Der

¹ Vgl. Abb. 3.

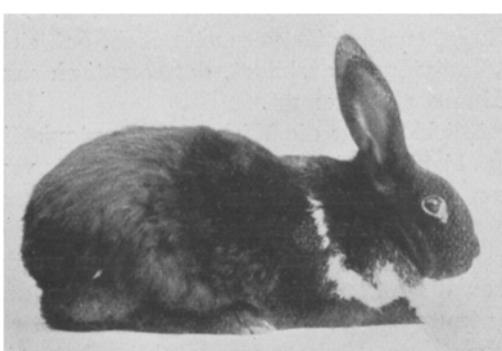
Hoden bietet unverkennbar das Bild der Zwischenzellervermehrung (vgl. Abb. 7, KI). Auch in den einzelnen Läppchen tritt das Zwischengewebe besonders stark hervor. Die Zwischenzellen treten auch unter der Albuginea stellenweise in Strängen hervor, besonders, wo Kanälchen unmittelbar an die Albuginea grenzen, und auch in der Umgebung größerer Gefäße; bei mittlerer Vergrößerung deutlich Mitosen sichtbar; die Zwischenzellen haben hie und da kleine Sphären, Lipoidyakuolen. Stellenweise sind die Zwischenzellen geschrumpft und zeigen gleichzeitig pyknotische Kerne. Die Samenkanälchen bieten allenthalben das gleichmäßige Bild einer hochgradigen Degeneration. Der Wandbelag in ihnen wird durch Sertolizellen und einzelne, nicht immer deutlich geformte Spermatogonen gebildet. Die übrigen Bestandteile der spermatogenetischen Phasen sind teils schon abgestoßen, teils im Lumen der Kanälchen noch zu sehen. Ganz vereinzelt sind in den Kanälchen eosinophile Massen enthalten.

Im überpflanzten Hoden dieses Kaninchens bieten also fast alle Samenkanälchen das Bild weitgehender Degeneration, bei gleichzeitig auffallender Vermehrung der Zwischenzellen.

Nimmt man hinzu, daß ein Vergleich der Röhrenknochen der hinteren Extremitäten dieses Tieres mit denen seines Vergleichs-Brudertieres einen größeren und schlankeren Femur, eine



KII



KI

Abb. 6. Zwei männliche Kaninchen aus gleichem Wurf. KI = Autoplastische Transplantation der Hoden unter die Bauchmuskulatur, vor 11½ Monaten, im Alter von etwa 7 Wochen; KII = Vergleichstier, einfache mediane Laparotomie; KI = lebhafter, kräftiger, männlicheres Aussehen als KII. Natürliche Größe: KI = 42,5 cm; KII = 40 cm.

festere Compacta der Diaphyse ergibt (in Röntgendifurchleuchtung), so läßt sich die Wirkung dieser autoplastischen Hodenverpflanzung als eine im Sinne *Steinachs* erzielte *Hypermaskulierung* bezeichnen.

Bei einem männlichen Kaninchen (*Kγ*) aus einer anderen Versuchsgruppe¹ habe ich nun gleichfalls, und zwar im Alter von etwa 7 Wochen

¹ *Kα* (Kastration) und *Kγ* (Transplantation), vgl. Abb. 8, 9, 10. Am Stirn schädel von *Kγ* ist wieder deutlich das sekundäre Geschlechtsmerkmal ausgebildet: stärkere Wölbung der Stirne gegenüber der des Kastraten *Kα*.

autoplastische Transplantation der Hoden unter die Bauchmuskulatur vorgenommen. Bei diesem Tiere zeigte sich die Wirkung der Keimdrüsenschädigung wiederum in anderer Weise als bei dem ersten Kaninchen: Psychosexuell zeigte das Tier in der ersten Hälfte der $10\frac{1}{2}$ Monate dauernden Beobachtungszeit nach der Operation wohl die Erscheinungen einer Hypermaskulierung; aber in der zweiten Hälfte war es durchaus normal, zeitweise sexuell fast phlegmatisch geworden. Dieses sexualbiologische Verhalten ist nun mit dem histologischen Befunde

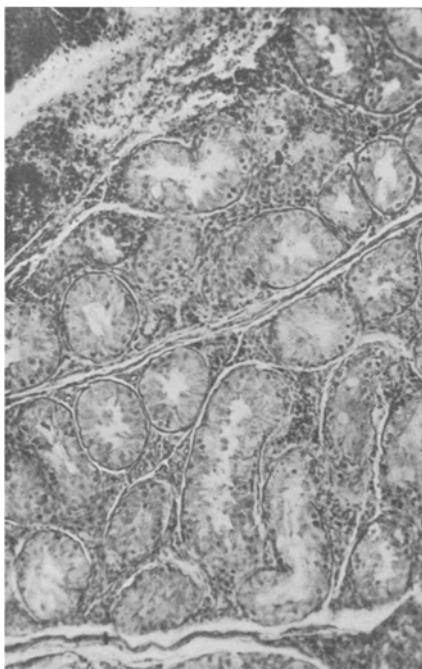


Abb. 7. Hoden des Versuchstieres KI.
Vergr. 85fach.

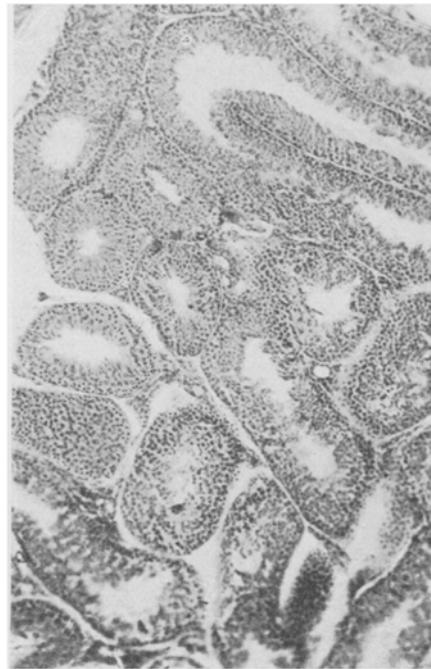


Abb. 7. Hoden des (normalen) Kontrolltieres XII.
Verg. 68fach.

KI (Versuchstier); XII (Kontrolltier); KI = Kaninchenhoden, $11\frac{1}{2}$ Monate nach Autotransplantation. Zwischenzellervermehrung; die Zwischenzellen in Strängen bis unter die Albuginea sichtbar, Vergr. 85fach. (KI aus: Klein, Keimdrüsenschädigung, Fortschr. d. naturw. Forsch. **12**. H. 4. 1927.)

unschwer in Einklang zu bringen. Der generative Hodenanteil zeigt weitgehende Rückbildung, die Zwischenzellen scheinen nicht wesentlich vermehrt. Nach diesem mikroskopischen Befunde ist daher das normalsexuelle, eher unternormale Verhalten des Tieres in der letzten Lebenszeit wohl verständlich. Hält man an der Anschauung fest, daß die Zwischenzellen wahrscheinlich stellvertretend nach dem Zugehen des generativen Drüsenanteils die endokrine Hödenfunktion übernehmen, so muß man unter Berücksichtigung dieser Anschauung auch vermuten, daß die Zwischenzellen in der ersten Hälfte

der Beobachtungszeit dieses Tieres, entsprechend den Erscheinungen seiner Hypermaskulierung, wahrscheinlich vermehrt oder wenigstens in keiner Weise geschädigt waren.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich also, daß die autoplastische Hodenüberpflanzung, eine qualitative Keimdrüsenschädigung, sowohl bei Individuen der gleichen Tierart (Meerschweinchen), als auch bei

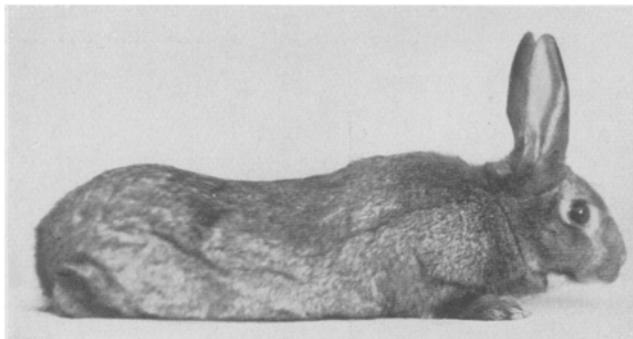


Abb. 8. $K\alpha$ = Kastration (männliches Kan.) im Alter von 7 Wochen.
Stirnwölbung abgeflachter als bei $K\gamma$.

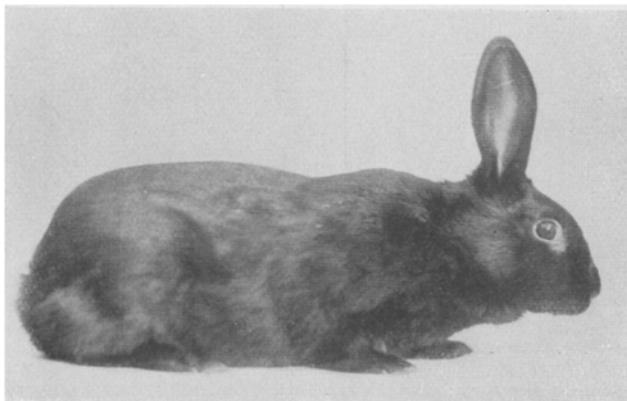


Abb. 9. $K\gamma$ = männliches Kaninchen aus gleichem Wurfe wie $K\alpha$; autoplastische Transplantation (im Alter von 7 Wochen) beider Hoden unter die Bauchwand. Wölbung des Stirnbeines deutlicher als bei $K\alpha$.

Individuen einer verwandten Tierart (Kaninchen) durchaus eine ungleichartige Wirkungsweise, eine *verschiedene Widerstandskraft der Keimdrüse gegenüber dem gleichartigen Eingriff* zeigt.

Wie geht dies nun zu? Wie ist es zu erklären, daß das Transplantat in so und so vielen Fällen funktionstüchtig einheilt und auch eine größere oder geringere Spanne Zeit funktionstüchtig im neuen Nährboden er-

halten bleibt; und wie, daß wiederum in anderen Fällen dies nicht geschieht, sondern daß das eingepflanzte Organ verhältnismäßig rasch der Resorption anheimfällt? Diese Frage ist oft gestellt, aber niemals genügend beantwortet worden. Gewöhnlich wird dabei auf die verschiedenartige Technik des operativen Eingriffes hingewiesen. Zweifellos ist das kunstgerechte operative Verfahren, das absolute „*lege artis Operieren*“ für die Abwicklung der weiteren physiologischen Funktionen von großer Bedeutung. Aber ein solcher Einwand kann doch, allgemein gesprochen, eigentlich nur bei Hinweis auf *verschiedene Experimentatoren (Operateure)* zurecht bestehen. Bei *einem und demselben Operateur* darf hingegen angenommen werden, daß stets eine und immer dieselbe Methodik und Technik angewandt wird, wenn sie sich einmal bewährt hat. In meinen Versuchen wenigstens wurde *bis in die kleinste Einzelheit* stets die Gleichartigkeit in der Aufzucht der Tiere, in der Vorbereitung und in der Durchführung des operativen Verfahrens beobachtet. Und dennoch selbst bei Tieren *gleicher Art, gleichen Alters, gleicher Lebenshaltung* ungleichartige Rückwirkung der Keimdrüsenüberpflanzung, ungleichartige Widerstandskraft des überpflanzten Organes! Hier dürften eben noch andere, uns vorläufig unbekannte Umstände bestimmend mitzuwirken haben. Ich meine hier nicht nur die allgemeine Körperverfassung des Individuums, die zellige Veranlagung des Organismus, auf den gleichen Reiz hin verschiedenartig zu antworten; sondern ich meine den ganzen *Chemismus, der in jedem Lebewesen tätig ist*. Das soll heißen, die tiefere Ursache liegt in der Konstellation der chemisch wirksamen Faktoren innerhalb der Körpergewebe im allgemeinen und innerhalb des Keimdrüsengewebes im besonderen. Um es klarer zu sagen: Ich meine, daß in jedem Tiere, in jedem Lebewesen überhaupt, die Korrelation der chemischen Kräfte anders

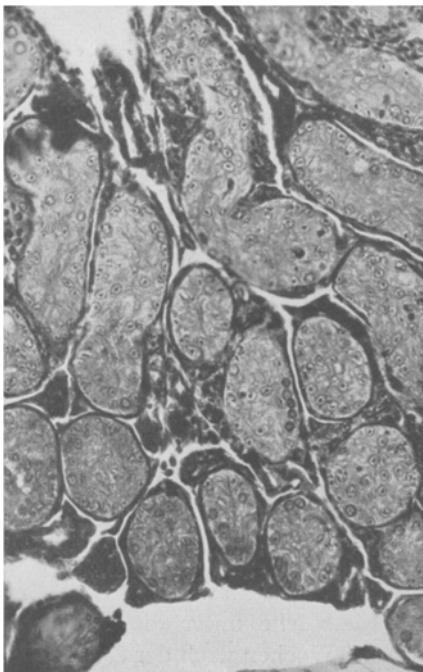


Abb. 10. Kaninchenhoden, Ky, 10½ Monate nach autoplastischer Transplantation. Ziemlich weitgehende Rückbildung der Samenkanälchen, Zwischenzellen scheinbar etwas vermehrt, aber nicht wesentlich. Vergr. 160fach.

beschaffen ist, auch wenn die Individuen einander äußerlich noch so weitgehend gleichen. Der Chemismus der endokrinen Organe und seine niemals völlig gleichartige Einstellung (Konstellation) scheint hier das Maßgebende zu sein. Offenbar spielen hierbei Art und Ausmaß der „Zellfüllung“ (*Rubner*) und der damit zusammenhängende Ernährungszustand der Gewebe die entscheidende Rolle. Es gibt nicht zwei Individuen, die einander völlig gleichen, höchstens eineiige Zwillinge. Wie ungemein fein dieses Instrument der chemisch wirkenden Kräfte abgestimmt ist, erkennt man ja am besten am Chemismus des Blutes und seiner Auswirkung, die sich beispielsweise in der *Suspensionsstabilität*¹ der roten Blutkörperchen beim *Kastraten* im Gegensatz zum *Nichtkastraten* haarscharf zum Ausdruck bringt. Auch *Leupold* (angef. nach *Rubner*) vertritt die Anschauung, daß die „physikalischen Vorgänge im Austausch der Lipoide zwischen Blut und Eizelle als die Grundlage für die Geschlechtsbestimmung“ zu betrachten seien.

Die Ungleichartigkeit in der Widerstandskraft wird aber noch deutlicher im Vergleich zur *weiblichen Keimdrüse*, die erheblich widerstandsfähiger ist. Auch in einem meiner Versuche, bei dem der Eierstock eines Meerschweinchens einfach unter die Bauchwandmuskulatur verlagert wurde, hat der Eierstock diesen Eingriff ohne besondere Schädigung vertragen. Die cystischen Veränderungen, die ich im histologischen Bilde des verlagerten Ovariums fand, kommen auch in ganz unberührten Organen vor und sind daher mit dem Eingriff nicht in Zusammenhang zu bringen. Daß aber die autoplastische Verpfanzung der Eierstücke auch andere und sehr seltsame Folgeerscheinungen zeigen kann, lehrt der folgende bemerkenswerte Fall.

Bei einem Kaninchen (*KA*) im Alter von etwa 6 Wochen waren die Eierstücke unter die Bauchwandmuskulatur überpflanzt worden. Etwa 6 Wochen nach der Operation zeigte das Tier ausgeprägte Brunsterscheinungen, die sich späterhin zu ganz ungewöhnlicher Stärke gesteigert haben, dergestalt, daß das Kaninchen in den folgenden Monaten mit geringen Unterbrechungen den Anblick eines *dauernden Brunstzustandes* bot. Innerhalb einer $10\frac{1}{2}$ monatelangen Beobachtungsdauer seit der Operation, hat nun das Tier *3 mal*, jedesmal unter geringem Nachlassen der sexuellen Hyperästhesie, in Zwischenräumen von mehreren Wochen, und zwar jedesmal etwa 3 Wochen nach Deckung durch einen unfruchtbaren, nach *Steinach* unterbundenen Rammler, den *Nestbau* versucht und dabei somatisch und psychisch alle typischen Begleiterscheinungen geboten. Alle Merkmale dieser „Scheinträchtigkeit“ waren immer am nächsten Tage völlig verschwunden². Bei der Sektion des Tieres war

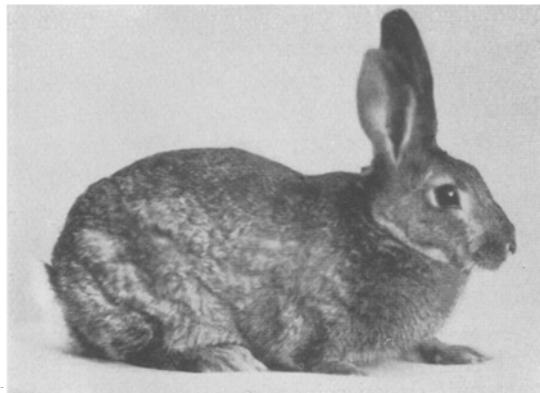
¹ Vgl. *Helene Wasil*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **200**, 655. 1923.

² Bezüglich der ausführlichen Darstellung und Analyse dieses Falles verweise ich auf meine Abhandlung: „Die Wirkungsweise abgestufter Keimdrüsenschädigung“; siehe Literaturverzeichnis.

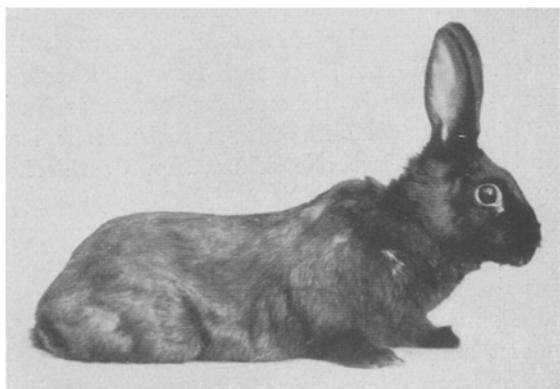
nach der Öffnung der Bauchhöhle weder an der bis in die Einpflanzung verfolgten Stelle, noch an irgend einem anderen Orte der Bauchhöhle auch nur die geringste Spur von Eierstockgewebe zu entdecken. Die Operationsstelle erschien so glatt, als ob dort nie operiert worden wäre. Das Transplantat war restlos resorbiert worden. Und trotzdem bot das Kaninchen am Ende der Beobachtungszeit ($10\frac{1}{2}$ Monate nach der Operation) nicht bloß die volle Ausbildung aller sekundären Geschlechtsmerkmale, von den ersten körperlichen Zeichen angefangen bis zu den letzten psychischen Regungen des Mutterinstinktes, sondern es bot alle diese Erscheinungen weit über die Grenzen des Normalen hinaus — *ein Bild einer aufs höchste gesteigerten Vitalität!* Diesen Eindruck erhält der Beobachter sogar schon aus einem Vergleiche des Lichtbildes von diesem Kaninchen mit denen seines kastrierten und seines normalen Vergleichsschwestertieres (vgl. Abb. II), obwohl naturgemäß dieser Eindruck niemals so sinnfällig sein kann, wie die Beobachtung am Lebenden. Über einen ähnlichen Fall haben auch *Retterer* und *Voronoff* berichtet, wo bei einer Ziege nach Kastration und zwar 19 Monate nach der homo- und autoplastischen Überpflanzung je eines Eierstocks in den Uterus die Eierstöcke im Uterus nicht mehr nachzuweisen waren, obwohl bei dem Tiere alle sekundären Geschlechtsmerkmale erhalten waren.

Wenn nun auch in meinem Falle das Kaninchen entsprechend dem Sektionsbefunde, rein anatomisch betrachtet, als Kastrat anzusehen war, so wäre es doch verfehlt, es im biologischen Sinne als Kastrat zu bezeichnen. Denn wirkliche Kastrationserscheinungen hätten sich wahrscheinlich erst einige Monate nach dem künstlich gesetzten Beobachtungsende an dem Tiere eingestellt. Das prächtige Aussehen des Kaninchens, das dem Beobachter ein Bild ungewöhnlicher Lebenskraft, den Anblick eines äußeren Reichtums darbot und dies zu einem Zeitpunkte, da es innerlich bereits einer völligen Verarmung verfallen war, ist also wohl auf die allmähliche restlose Aufsaugung seiner sämtlichen hormonspendenden Eierstocksanteile zurückzuführen. Das Individuum zehrte gleichsam vom inkretorischen Kapital seiner Geschlechtsdrüse und wurde eben zu einem Zeitpunkte getötet, wo offenbar noch alle chemisch wichtigen Bestandteile dieser Hormone im Blute gekreist und den Habitus des Tieres zu einem konstitutionell übernormalen Individuum gestempelt hatten. Überdies konnte der Charakter des zeitweilig Vollnormalen trotz des Verlustes der Ovarien noch durch den Nachweis der normalen Suspensionsstabilität seiner roten Blutkörperchen bekräftigt werden, die bekanntlich einen äußerst feinen Indikator gegenüber dem kastrierten Individuum darstellt¹. Obwohl also diese Ovarien nach $10\frac{1}{2}$ Monate langer Beobachtungsdauer völlig

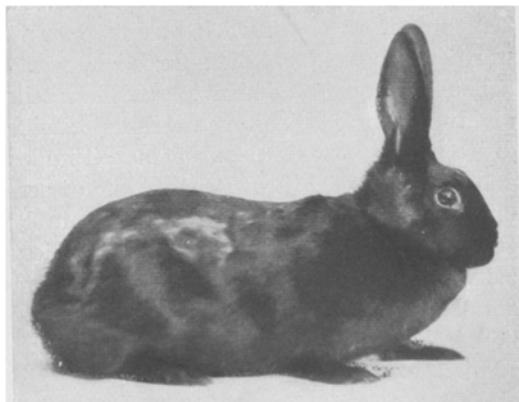
¹ Vgl. darüber *Helene Wastl*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **200**. 1923.



KA



KB



KC

Abb. 11. Drei weibliche Kaninchen aus gleichem Wurfe. *KA* = Überpflanzung der Eierstöcke unter die Bauchwand, im Alter von 7 Wochen. Beobachtungs- dauer $10\frac{1}{2}$ Monate; *KB* = Kastration im Alter von 7 Wochen. Beobachtung $10\frac{1}{2}$ Monate; *KC* = Normales Vergleichstier, ohne Eingriff. Natürliche Größe: *KA* = 38 cm; *KB* = 40 cm; *KC* = 38 cm.

resorbiert waren, muß ihre physiologische Widerstandsfähigkeit, insbesondere ihre endokrine Funktion als außerordentlich bezeichnet werden.

Weitere Unterschiede in der Widerstandskraft der Keimdrüsen ergeben sich auch aus der Gegenüberstellung von *quantitativer Teilentfernung* der Keimdrüse im Anschluß an eine qualitative Schädigung (Röntgenbestrahlung). Bei einem meiner Meerschweinchen (*Mk*) wurde etwa 3 Monate nach der Röntgenbestrahlung beider Hoden das größere Stück des einen bestrahlten Hodens herausgeschnitten. Nach einer Beobachtungsdauer von $4\frac{1}{2}$ Monaten seit der Bestrahlung zeigte nun der zurückgelassene Hoden der rechten Seite histologisch keinerlei

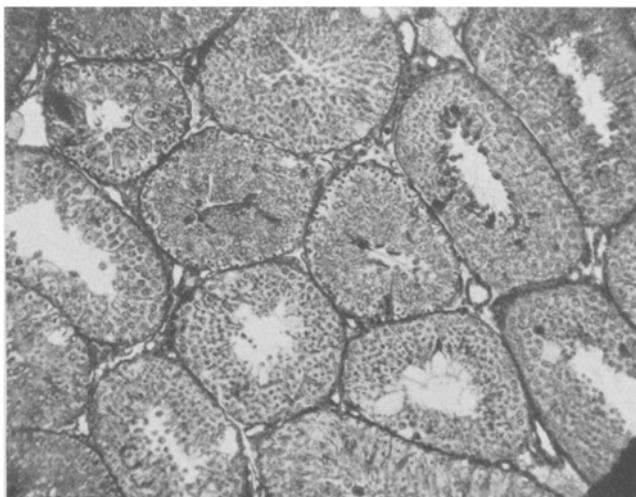


Abb. 12. Meerschweinchenhoden (*Mk*), $4\frac{1}{2}$ Monate nach Röntgenbestrahlung.
Keine Degenerationsmerkmale. Zwischenzellen nicht vermehrt. Vergr. 93fach.
(Aus Abderhalden, Fortschr. d. naturw. Forsch. **12**, H. 4, Taf. 3.)

Degenerationserscheinung, die Zwischenzellen nicht vermehrt (vgl. Abb. 12). Nur das Reststück des nach Teilausscheidung in der Bauchhöhle verbliebenen anderen Hodens zeigte Degenerationserscheinungen, die aber offenbar von der operativen Verletzung, nicht von der Bestrahlung herrührten; denn beide Hoden waren in ganz gleicher Weise bestrahlt worden. Die Operationsstelle war an dem Seidenfaden deutlich zu erkennen. Das excidierte Stück des einen Hodens bot aber gleichfalls das Bild der vollen Spermatogenese und keinerlei Degenerationsvorgänge¹.

¹ Vier Wochen nach der Bestrahlung (8 H durch 2 mm-Aluminium-Filter) zeigte das Tier eine starke geschlechtliche Überempfindlichkeit, die bis zur Tötung ($4\frac{1}{2}$ Monate später) unvermindert andauerte. Auch beim Brudertier Mi blieben alle sekundären Geschlechtsmerkmale, somatisch und psychisch, $5\frac{1}{2}$ Monate lang seit der Ligatur der *Vasa def.* bestehen (vgl. Abb. 13).

Zur Deutung dieses mikroskopischen Befundes können 2 Annahmen herangezogen werden: entweder war die Bestrahlungsstärke nicht ausreichend, um irgendeine Schädigung des Hodengewebes zu verursachen; es ist aber kaum anzunehmen, daß in Anbetracht der Kleinheit des Tieres eine Bestrahlung von 8 H durch ein 2 mm-Aluminiumfilter ohne die geringste Schädigung der so empfindsamen männlichen Keimdrüse geblieben sein sollte. Vielmehr muß man zu der wahrscheinlicheren Annahme greifen, daß die durch die Strahlung gesetzte Schädigung des Keimepithels nicht genug tiefgehend war und deshalb bereits nach einigen Wochen durch die volle Regeneration aller Samenkanälchen wieder ausgeglichen wurde. Innerhalb der Zeitspanne aber, die zur Regeneration der geschädigten Samenepithelien erforderlich war, dürften auch die Zwischenzellen gewuchert sein und stellvertretend die endokrine geschlechtliche Leistung übernommen haben. Mit dieser



Abb. 13. Zwei männliche Meerschweinchen aus gleichem Wurfe. Bei *M i* im Alter von 7 Wochen *Ligatur der Vasa deferentia*. Beobachtungsdauer post op.: 5½ Monate. Bei *M k* in Alter von fast 3 Monaten *Röntgenbestrahlung* beider Hoden. Natürliche Größe: *M i* = 20 cm; *M k* = 22 cm.

zweiten Annahme sind auch die innerhalb dieses Zeitraumes zutage getretenen Erscheinungen der Hypermaskulierung ausreichend erklärt. Wäre die Teilentfernung (Partialremotion) des einen bestrahlten Hodens anstatt 6 Wochen vor dem Tode 2 mal 6 = 12 Wochen vor dem Tode, also schon etwa 6 Wochen nach der Bestrahlung ausgeführt worden — das heißt bald nach dem ersten Auftreten der Hypermaskulierungserscheinungen — so hätte sich damals die Strahlenschädigung im histologischen Bilde wahrscheinlich durch alle Arten von Degenerationsvorgängen an den Samenkanälchen nachweisen lassen. Es ist kein Zweifel, daß die vielfach widersprechenden histologischen Befunde der meisten Autoren zum größten Teile auf den ungleichartigen Zeitpunkt der mikroskopischen Untersuchung zurückzuführen sind. Im übrigen ist auch bis heute noch nicht jene Bestrahlungsstärke einwandfrei ermittelt, deren Dauerwirkung der völligen Entfernung der Hoden gleich käme; da aber die Kastration heute als ein ungemein tiefgreifender Eingriff erkannt ist, dessen Nachwirkung fast das gesamte endokrine Drüsensystem in Mitleidenschaft zieht, dessen Folgen aber von keiner qualitativen Keimdrüsenschädigung sicher erreicht werden,

so muß der Ausdruck „*Röntgenkastration*“ als *unzutreffend* und *irreführend* bezeichnet werden; er sollte vorläufig gar nicht in Anwendung kommen und zunächst durch die Bezeichnung „*Röntgensterilisierung*“, mit dem Zusatze — „vorübergehend“ oder „dauernd“ — ersetzt werden¹.

Endlich sei noch über einen Versuch berichtet, der sich auf die *zweizeitige Röntgenbestrahlung* beider Eierstöcke an einem noch nicht ganz geschlechtsreifen Kaninchen mit später folgender quantitativer Teilentfernung des linken Ovars und der linken Mamilla bezieht. Hier hat sich die Strahlenwirkung in so außergewöhnlicher Weise zum Ausdruck gebracht, daß in ihr die *Unterschiede in der geschlechtsspezifischen Widerstandskraft* der Keimdrüse noch deutlicher hervortreten als in den früheren Fällen².

Die Eierstöcke dieses Tieres waren zum erstenmal im Alter von etwa 9 Wochen mit einer Röntgendosis von 4 H, gefiltert durch 0,2 mm Zink + 1 mm Aluminium, bestrahlt worden. Diese Strahlendosis ist zwar an und für sich mäßig stark, aber mit Rücksicht auf das behandelte Individuum immerhin beträchtlich zu nennen. Etwa 4 Wochen später wehrte sich das Tier zwar nicht gegen den Aufsprung eines sehr aggressiven, nach *Steinach* operierten Rammelers, war aber keineswegs im normalen Ausmaße brünstig. Das Auftreten der normalen Brunsterscheinungen war erst etwa 5—6 Wochen später zu erwarten. Ungefähr 3 Wochen nach der zweiten gleich starken Bestrahlung gab aber das Tier Zeichen starker Brünstigkeit, die immerhin um etwa 3 Wochen verfrüht waren. Ob diese Erscheinungen nun mit der zweiten Röntgenbestrahlung allein in Zusammenhang stehen oder als kumulierte Strahlenwirkung anzusehen sind, läßt sich vorerst nicht entscheiden. Aber das histologische Bild in beiden Ovarien läßt sich hier mit dem sexualbiologischen Verhalten des Tieres ungezwungen in Einklang bringen und ermöglicht es, den außergewöhnlichen Befund fast restlos zu erklären; insbesondere wenn man sich vor Augen hält, daß nach den neuen Untersuchungen von *Zondek* und *Aschheim* die Aussaat triebsteigernder Hormone auch aus dem intakten Follikel, vermutlich durch Diffusion in die Blutbahn erfolgen kann. Diese triebsteigernde Hormonmenge wird natürlich zu raschem Anstieg gebracht, wenn außerdem noch eine Anzahl von Follikeln vorzeitig künstlich zum Platzen gebracht wird.

Seit *Bouin* und *Ancel* ist es ja bekannt, daß beim Kaninchen das Platzen des Follikels und die Bildung des gelben Körpers gleichzeitig mit dem Begattungsakte erfolgt.

¹ Vgl. darüber *H. V. Klein*, Zur Definierung der Kastration und verwandter Begriffe, Literaturverzeichnis.

² Vgl. darüber die eingehende Darstellung in der Strahlentherapie 25, H. 3. 1927.

So etwa dürfte auch der Vorgang sich in dem vorliegenden Falle abgespielt haben. Denn 2 mal während der ganzen Beobachtungszeit habe ich bei dem Tiere den „*Nestbau*“ festgestellt und zwar beidemal etwa 3 Wochen nach der Deckung durch einen unfruchtbaren Hasen. Man muß daher annehmen, daß dieser sterile Deckakt bei dem Tiere eine „*Scheinträchtigkeit*“ hervorgerufen hatte, und daß die letzten Phasen dieser „*eingebildeten Schwangerschaft*“ im *Nestbau* und seinen Begleiterscheinungen 2 mal zum Ausdruck gekommen sind; denn zweifellos

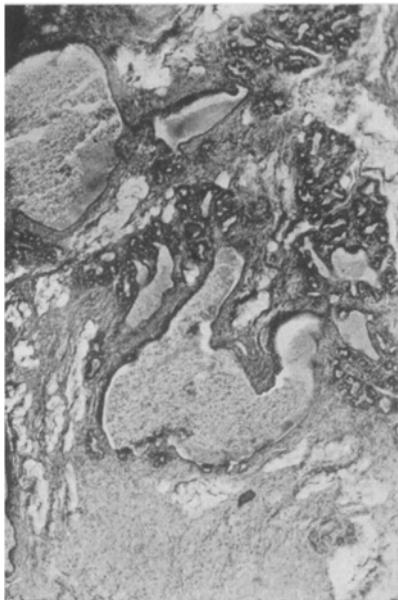


Abb. 14. Linke Mamilla eines weiblichen Kaninchens, extirpiert ca. 6 Wochen nach der zweiten Röntgenbestrahlung der Eierstöcke. Zellenfreies Kolostrum. Vergrößerung 38fach. (Aus Fortschr. d. naturw. Forsch. **12**, 4. Taf. 4.)

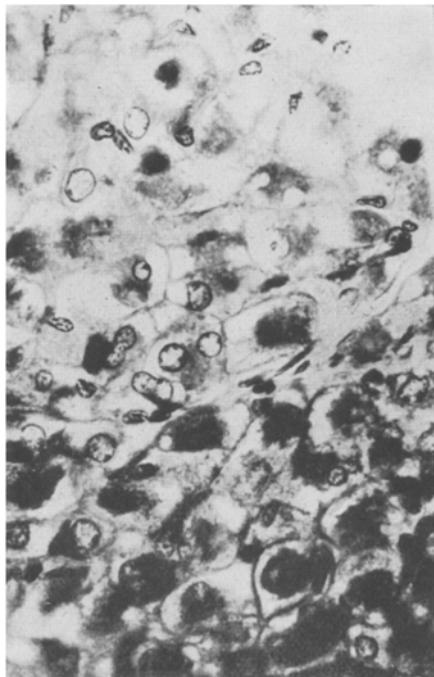


Abb. 15. Dasselbe Kaninchen, linkes Ovar, ausgeschnitten 6 Wochen nach der 2. Röntgenbestrahlung. Corpus luteum-Rest; feinschaumige Lipoidspeicherung; Zellen mit hantel- und biskuitförmigen Kernen. Vergr. 550fach. (Aus Fortschr. f. naturw. Forsch. **12**, 4, Taf. 4.)

müssen wir das ganze somatische und psychische Verhalten des Tieres beim Nestbau ebenfalls als einen *Teil der endokrinen Eierstocksfunction*, als eine psychische Offenbarung der hormonal ausgelösten Mutterinstinkte ansehen. Die Brustdrüsen des Tieres waren um diese Zeit deutlich angeschwollen, und die histologische Untersuchung der excidierten linken Mamilla ergab deutliche Zeichen von Kolostrum-Absonderung (vgl. Abb. 14). Auch das mikroskopische Bild des im Anschlusse an den ersten Nestbau teilweise herausgeschnittenen linken Eierstocks

zeigt starke Sekretion in den Zwischenzellen und einige gelbe Körper, die den Eindruck des Corpus luteum graviditatis machen — feinschaumige Lipiodspeicherung und bisquit- oder hantelförmige Zellkerne (vgl. Abb. 15) — obwohl von einer wirklichen Trächtigkeit hier natürlich keine Rede sein kann, da das Tier täglich beobachtet und zum Aufsprung stets nur ein einwandfrei unfruchtbare Hase zugelassen worden war. Aber die Annahme dürfte hier berechtigt sein, daß diese einer Gravidität so überaus ähnlichen gelben Körper eben, wenn man so sagen darf, „*graviditätshormon-ähnliche*“ Sekrete ins Blut des Tieres abgegeben und in diesem durch Vermittlung des Sympathicus den cerebralen Impuls zum Nestbau hervorgerufen haben.

Der wiederholte Nestbau, als sichtbarer physischer und psychischer Ausdruck des Endes einer Scheinträchtigkeit, hat natürlich nur eine mittelbare Beziehung zur Bestrahlung. Denn die gleiche Wirkung ist experimentell, wie wir seit *Allen* und *Doisy*, *Evans* und *Long*, *Zondek* und *Aschheim* wissen, jederzeit auch ohne Röntgenbestrahlung, durch den Begattungsakt eines normalen geschlechtsreifen Weibchens mit einem unfruchtbaren Rammler, manchmal schon bloß durch Reizung des Zervikalkanals, ja vielleicht sogar durch bloße mechanische Reizung des Vaginalrohres zu erreichen. Der einzige Unterschied ist in dem vorliegenden Falle der, daß die Brunsterscheinungen offenbar infolge der Bestrahlung schon einige Wochen vor der vollendeten Geschlechtsreife hervorgerufen worden waren. Denn vorzeitig war in diesem Falle durch die Strahleneinwirkung eine Anzahl von Follikeln zu Grunde gegangen, zum Platzen gebracht oder atretisch geworden, wodurch natürlich eine Überschwemmung des Blutes mit Sexualhormonen erfolgt war. Es bleibt nun hier die Frage, ob bei einem solchen Vorgange von einer „*Reizwirkung*“ der Röntgenstrahlen die Rede sein darf. Die breite Erörterung dieser viel umstrittenen Frage würde aber hier zu weit führen und ist auch für die Darstellung des hier vorliegenden größeren Problems nicht von großem Belange. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß in letzter Zeit besonders *G. A. Wagner* und *Clara Schoenhof* dem Wirkungsmechanismus kleinster Röntgengaben auf die weibliche Keimdrüse des Menschen eingehende Untersuchungen gewidmet haben. Die bemerkenswerten und für die gynäkologische Therapie ungemein wertvollen Ergebnisse dieser Studien sind nun von *Borak* mit Umgehung der Annahme einer „*Reizwirkung*“ ungezwungen und ausreichend gedeutet worden. Die Wiener Schule der Röntgenstrahlentherapie (*Holzknecht*, *Kienböck*, *G. Schwarz*, *Pordes*, *Borak* u. a.) vertritt bekanntlich seit langem die Anschauung, daß es eine unmittelbare, das Zellenwachstum fördernde Reizwirkung der Röntgenstrahlen nicht gebe, und in der Tat erfordert die Annahme einer solchen Reizwirkung fast immer die Heranziehung von Hilfsannahmen, die in den Erklä-

rungen ihrer Autoren meist den Eindruck des Erkünstelten erwecken. Wenn ich aber hier versuche, die Strahlenwirkung des vorliegenden Falles im Sinne der Wiener Schule zu erklären, so läßt sich das histologische Bild mit dem psycho-sexuellen Verhalten des Tieres ganz ungezwungen in Einklang bringen.

Die Bestrahlung hatte im linken Eierstock bewirkt, daß eine Reihe von Follikeln in verschiedenem Reifestadium von den Strahlen getroffen worden war. Infolgedessen sind manche Follikel vorzeitig geplaziert und haben ihren Hormoninhalt an die Blutbahn abgegeben. Durch die Aussaat dieser endokrinen Stoffe sind sowohl die mehrfachen Brunsterscheinungen, wie auch die an den unfruchtbaren Deckakt sich anschließende Scheinträchtigkeit zu erklären und zwar in der Reihenfolge: Brünstigkeit, Deckung, morphologische Umwandlungen in Vagina, Uterus und den Brustdrüsen; und als Abschluß das physische und psychische Verhalten beim Nestbau. Der rechte Eierstock, der bis zum Tode des Tieres in der Bauchhöhle geblieben war, hat sicherlich unter der Strahlenwirkung die gleichen Veränderungen mitgemacht wie der linke. Aber dieser rechte Eierstock macht im histologischen Bilde nur deshalb den Eindruck des Normalen, weil die Strahlendosis der beiden Ovarien zur völligen und dauernden Zerstörung der Follikel nicht ausgereicht hat, und weil die durch die Bestrahlung in zahlreiche gelbe Körper umgewandelten Follikel im linken Ovar teilweise als gelbe Körper stehengeblieben waren, im rechten aber durch die allmähliche Aufnahme in die Blutbahn verschwunden sein müssen, und so den jüngeren und kleineren Follikeln, die von der Bestrahlung unversehrt geblieben waren, für die weitere Entwicklung und Reifung Platz gemacht haben. Im Sinne der Holzknechtschen Schule könnte man hier, um den Vorgang biologisch entsprechend zu bezeichnen, von einer „eliminatorischen“ Wirkung der Röntgenstrahlen sprechen (*Borak, Pordes*). Hält man an dieser Anschaufest, so erscheint es zwar begreiflich, daß der rechte Eierstock, das unter der ganz gleichen Strahlenwirkung wie das linke gestanden war, den Eindruck eines normalen Organes macht; trotzdem ist es in einem solchen Falle nicht anängig, schlechtweg von einer Regenerierung und Wiederherstellung des geschädigten Follikelapparates zu sprechen; denn Follikel, die durch Strahlenwirkung geschädigt oder vernichtet sind, können eben nicht mehr regenerieren.

Der in der Bauchhöhle des Tieres zurückgelassene Rest des linken Eierstocks (nach Ausschneiden), war atrophiert und resorbiert worden, denn bei der Sektion konnte er nicht mehr vorgefunden werden. Hier hat also, ähnlich wie in dem entsprechenden Falle des Meerschweinchenhodens, die Teilentfernung der weiblichen Keimdrüse eine Vernichtung des zurückbleibenden Restes dieser Drüse zur Folge gehabt.

Daß die *quantitativen* Teilentfernungen im Hoden und Ovarium physiologisch annähernd gleiche Folgeerscheinungen haben, ist in den letzten Jahren durch die berühmten Versuche *Pézards* an Hühnervögeln erwiesen worden, die ihn zur Aufstellung des viel genannten „Alles- oder Nichts-Gesetzes“ bestimmt haben.

Aber die *qualitative* Schädigung der Keimdrüse durch Röntgenstrahlen zeigt nun doch gewisse Unterschiede beim Ovarium gegenüber dem Hoden, — wenigstens in meinen Versuchen — indem sie beim Eierstock, wenn auch nur in mittelbarer Weise, die *endokrine* und die *exokrine* Funktion zu fördern vermag. Eine anatomische Schädigung kann also in gewissen Fällen einen physiologischen Nutzen bewirken. Die Verwertung dieser Erfahrung liegt auf dem Gebiete der gynäkologischen Therapie.

Zusammenfassung und Schluß.

Betrachten wir nun zusammenfassend die Ergebnisse der vorliegenden Versuche im Vergleiche mit den jüngsten Erfahrungen anderer Forscher, so lassen sich etwa folgende Schlüsse ableiten:

Durch die zahlreichen, bisher in der Literatur mitgeteilten Versuche über qualitative Keimdrüsenschädigung, wozu auch meine eigenen Ergebnisse gehören, ist jedenfalls das eine dargetan worden, daß eine anatomische Schädigung unter bestimmten Umständen von einem physiologischen Nutzen begleitet sein kann. Darum sollte, meine ich, der Begriff der „Schädigung“ in Zukunft überhaupt anders und viel weiter gefaßt werden, als es bisher üblich war. Denn wenn man diesen Tatsachen Rechnung tragen will, so ist die Forderung berechtigt, daß eine anatomische (mechanische) Schädigung bloß mit Rücksicht auf ihre physiologischen oder pathologischen Folgeerscheinungen bewertet werden soll. Es kommt eben immer auf den Standpunkt an, den man in der Beurteilung einnimmt. Sicher ist die Ausschaltung des generativen Keimdrüsanteiles eine weitgehende Schädigung der Drüse. Wenn aber — um nur zwei Beispiele zu nennen — etwa bei einem alternden oder schon sehr gealterten Individuum durch Unterbindung der Samenleiter seines Hodens oder durch homoplastische Überpflanzung anderer Keimdrüsen ein auch bloß vorübergehender Rückgang der Alterserscheinungen erfolgt, dann ist eben die anatomische (mechanische) Schädigung in Wahrheit nicht mehr als Schädigung der Keimdrüse, sondern als physiologischer Nutzen anzusehen, sofern das Individuum für die Fortpflanzung nicht mehr in Betracht kommt. Noch klarer kommt dies beim *Eierstock* zum Ausdruck, da hier durch die Schädigung die generativen neben den endokrinen Funktionen gefördert werden können.

Wenn man die Empfindlichkeit der Keimdrüse prüfen will, so ist es unerlässlich, zwei Richtlinien dabei einzuhalten. Entweder man be-

trachtet die Keimdrüse in ihrem Verhältnis zur allgemeinen und örtlichen Schädigung: oder man betrachtet die Keimdrüse als biologisches Ganzes und stellt hierbei das spezifisch Weibliche dem spezifisch Männlichen gegenüber.

Was die Keimdrüse in ihrem Verhältnis zu allgemeinen Schädigungen betrifft, so geht auch aus meinen Versuchen hervor, daß der *Hoden ein weniger widerstandsfähiges Organ darstellt als der Eierstock*. Während der Hoden schon auf ganz geringfügige Einschnitte gar nicht selten mit degenerativen Erscheinungen reagiert, verträgt der Eierstock quantitative Teilentfernung viel besser, wenn nur die im *Pézard-schen „Alles- oder Nichts-Gesetz“* geforderte Keimdrüsenmindestmenge erhalten bleibt. In meinen Versuchen über qualitative Keimdrüsenschädigung hat sich nun zwar der autotransplantierte *Hoden* als Ganzes dauerhafter gegenüber dem autotransplantierten *Eierstock* erwiesen; dagegen ist zu betonen, daß die *endokrine Geschlechtsleistung* gerade bei jenem weiblichen Individuum, bei dem das Transplantat nach fast 11 monatiger Beobachtung resorbiert war, viel stärker in Erscheinung trat, als bei dem männlichen Individuum, bei dem das Transplantat bis zum Tode teilweise erhalten geblieben war. Die Ursache der kürzeren oder längeren Widerstandskraft einer überpflanzten Keimdrüse ist im übrigen, wie schon erwähnt, nicht genügend aufgeklärt. Sie scheint nicht nur von äußeren Umständen (Technik und Zeitpunkt des operativen Eingriffes), sondern auch von inneren Umständen (Lebensalter, Ernährungszustand und besondere konstitutionelle Beschaffenheit des Individuums, Konstellation der chemisch wirksamen Faktoren im Blute, Art und Ausmaß der Zellfüllung) abzuhängen.

Dieses zweifellos verschiedenartige Verhalten der Keimdrüsen beider Geschlechter unter sonst annähernd gleichen äußeren Verhältnissen bereitet jedenfalls der deduktiven Denkweise nicht geringe Schwierigkeiten. Vielleicht vermag nun die Gegenüberstellung im Vergleiche noch einige Anhaltspunkte für eine Deutung zu geben.

Was die Keimdrüse als biologisches Ganzes betrifft, so ist schon eingangs darauf hingewiesen worden, daß beim Menschen die weibliche Geschlechtsdrüse ihre exokrine Funktion (Eireifung, Eiausstoßung) zu einem viel früheren Zeitpunkte einstellt als die männliche. Dieser grundlegende Unterschied ist aber nicht einfach gleichzustellen einem individuellen Unterschiede in der Widerstandskraft: hier handelt es sich nicht mehr um individuelle Abstufungen; hier geht es um typisches; denn hierin sind offenbar erbliche, und zwar geschlechtsbegrenzt erbliche Artmerkmale zu erblicken, deren Übertragung auf die Nachkommen ganz im Sinne einer *Mendelschen Bastardierung* erfolgt, und zwar in gleicher Weise wie die erbliche Übertragung des Geschlechtes

selbst¹: Das soll heißen, daß die Erbanlagen für „Männlichkeit“ und „Weiblichkeit“ in ihrer zahlenmäßigen Aufteilung den Regeln der Rassenkreuzung folgen. So verhält es sich auch mit der *Fortpflanzungsfähigkeit*. *Das Erlöschen der exokrinen Geschlechtsfunktion beim menschlichen Weibe kaukasischer Rasse am Ende des fünften Jahrzehntes ist gleichfalls ein an das Geschlecht gebundenes erbliches Artmerkmal*. Wie sich die Beziehung von „Männlichkeit“ und „Weiblichkeit“ in diesem einen Punkte nun bei andersfarbigen Menschenrassen oder bei anthropoiden Affen, deren Blutverwandtschaft zur spezies „homo sapiens“ bereits serologisch nachgewiesen ist (*Uhlenhuth, Friedenthal*), gestaltet hat, dies kann hier, da ja keinerlei diesbezügliche Erfahrungen vorliegen, nicht erörtert werden. Vielleicht hat sich wirklich erst im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung der spezies „homo“ dieses Merkmal der beträchtlich kürzeren Lebensdauer des weiblichen Keimepithels gegenüber der viel längeren Lebensdauer des männlichen Keimepithels herausgebildet. Vielleicht ist dieser Unterschied in der Leistungsfähigkeit des Keimepithels nur eine Domestikationserscheinung, wie man anzunehmen versucht wäre; vielleicht steht diesem *phylogenetischen „Minus“* des *Typus „Weib“* — man kann auch sagen der Rasse „Weib“ — gewissermaßen als Ausgleich einer Ausfallserscheinung das *physiologische Plus* der größeren Widerstandskraft des *Individuum*s „Weib“ gegenüber.

Stieve hat in seinen schönen und eingehenden Untersuchungen über die Zustandsänderungen der menschlichen Scheide während der Schwangerschaft vor einiger Zeit dieses Minus des Weibes als eine Art „Selbstschutz“ bezeichnet. Diese teleologische Erklärung ist nun ohne weiteres einleuchtend, wenn man die anatomischen und physiologischen Grundlagen berücksichtigt, aus denen *Stieve* sie abgeleitet hat. Der Eierstock des menschlichen Weibes stellt eben aus dem Grunde seine exokrine Funktion nach dem 5. Jahrzehnt allmählich ein, weil des Weibes „Körper dann nicht mehr imstande ist, in entsprechender Weise den Anforderungen der Schwangerschaft zu genügen; seine Gewebe können sich nicht mehr so verjüngen wie es nötig wäre, und deshalb schließt die Natur dann das Weib von der Fortpflanzung aus“ (*Stieve*).

Aber eine derartige Begründung, auf anatomisch-physiologischen Erwägungen fußend, die so recht die Unzulänglichkeit des bedingten Zweckbegriffes beleuchten, vermag das Dunkel des Unterschiedes zwischen dem männlichen und weiblichen Keimepithel nicht genügend zu erhellen. Ich muß mich hier wiederum auf *Mach* berufen, dessen Worte am besten ausdrücken, woran es hier noch fehlt: „Der physikalische

¹ Der typische Modus dieses Erbganges ist zuerst von *Doncaster* und *Raynor* am Schmetterling *Abrahas* (Stachelbeerspanner) und von *Carl Correns* an der Zaunrübe (*Bryonia*) ermittelt, hernach von *Bateson* und *Punnett* und *Richard Goldschmidt* bestätigt worden,

Tatsachenkomplex ist einfach . . . Der biologische Tatsachenkomplex ist so zusammengesetzt, daß die *unmittelbaren Zusammenhänge* nicht übersehen werden.“ Wo aber Anatomie und Physiologie versagen, da bietet die phylogenetische Betrachtung noch immer Anhaltspunkte zur Erfassung dunkler Zusammenhänge.

Wie immer sich dies in Wahrheit nun auch verhalten mag, die eine Tatsache steht fest: *Das generelle Erlöschen der exokrinen Geschlechtsfunktion* (Eireifung, Eiausstoßung) am Ende des fünften Jahrzehntes gehört jedenfalls, erbiologisch gesprochen, zum Bilde des Genotypus beim menschlichen Weibe weißer Rasse. Die endokrine Geschlechtsfunktion (der Geschlechtstrieb, die Äußerung und Erhaltung vieler anderer sekundärer Geschlechtsmerkmale) pflegt hingegen erfahrungsgemäß oft noch lange nach dem Erlöschen der *exokrinen* Funktion fortzubestehen, was wiederum darauf hinzuweisen scheint, daß die endokrine Geschlechtsleistung außer von der Keimdrüse selbst noch von anderen endokrinen Faktoren (Hypophyse, Nebennieren, Zirbeldrüse, Schilddrüse), wahrscheinlich aber auch von cerebralen und anderen neurogenen Faktoren abhängig ist, deren anatomische Erfolgsorgane eben erst zu einem späteren Zeitpunkte altern. Besonders bei den Ganglienzellen des Zentralnervensystems kennen wir gegenwärtig untrügliche, objektiv nachweisbare Kennzeichen des Alterns, die als solche von *Hodge, Lubarsch, Mühlmann, Harms, Wilhelm*¹ u. a. festgesetzt worden sind: Vermehrung des Pigmentes bei den schon in der Jugend leicht pigmentierten Zellgruppen wie auch das Auftreten von Pigment in den ursprünglich pigmentfreien Ganglienzellen.

Das Wachstum und das Altern der Organismen und ihrer einzelnen Teile sind Lebensvorgänge, die zweifellos einander verwandtschaftlich nahestehen, und deshalb ist es so ungemein schwierig, wie auch *Rössle* vor einiger Zeit hervorgehoben hat, „die Grenzen zwischen Wachstum und Altern zu ziehen“. Das *Altern* an sich, d. h. die fortschreitende Abnutzung der Organe und Gewebszellen im Dienste ihrer natürlichen Funktion, ist sicherlich ebenso wie der physiologische Tod, der Abschluß aller Lebensvorgänge, im letzten Grunde ein genotypisches erbliches Merkmal, sofern es losgelöst von der mannigfachen konditionellen Abhängigkeit betrachtet wird. Auch die *Langlebigkeit*, die in vielen Familien genealogisch einwandfrei nachgewiesen ist, kann als erbliches Artmerkmal angesehen werden. *Rössle* und *Genschel* haben an der Hand zahlreicher Ahnentafeln die Langlebigkeit untersucht und sind zu dem sicheren Schluß gelangt, „daß sie als dominantes Merkmal sich forterbt“. Nach der Ansicht *Steinachs* besteht, wie aus seiner neuesten Arbeit hervorgeht, physiologisch in jedem Individuum ein „Mechanismus automatischer Verjüngung“, dessen Stärke bei den einzelnen Individuen oder Familien schwankt, der vererbt

¹ Zitiert nach *O. Wilhelm*, vgl. Literatur.

werden kann und der auch zeitlich „variiert zwischen frühzeitigem Erlöschen und langem Bestehen bis zum hohen Alter“.

Das schwankende Offenbarwerden genotypisch bedingter Merkmale, ist eben nichts anderes als der Ausdruck der konditionell beeinflussenden Umweltfaktoren. So ist auch das Erlöschen des individuellen Lebens vor dem Zeitpunkte eines erbbiologisch errechneten und erwarteten Todes nur auf solche Umweltfaktoren zurückzuführen. Und auch das Erlöschen der exokrinen Eierstockstätigkeit am Ende des 5. Jahrzehntes stellt sich natürlich nicht immer pünktlich ein, sondern ist gewissen Schwankungen unterworfen, die offenbar von der individuellen Widerstandskraft des weiblichen Keimepitheles herrühren. Schon *Virchow* hat auf die Unterschiede in der Entwicklung und Lebensdauer der Organe und Gewebe hingewiesen. „Nicht alle Gewebe des Körpers entstehen zu derselben Zeit und nicht alle sterben zu gleicher Zeit. Auch in dieser Beziehung stellt der Organismus keine Einheit dar, sondern nur eine Gemeinschaft“.

Seltsamerweise haben die Forschungen über das Altern gar nicht oder nur wenig zu der Frage Stellung genommen, inwieweit das Aufhören der Eireifung und Eiausstoßung beim menschlichen Weibe einen Altersprozeß sui generis oder nur einen von der individuellen Widerstandskraft abhängigen Vorgang darstellt. Vielleicht kann man ihn mit *Julius Bauer* als „Heterochronie der Organinvolution“ bezeichnen. Dies wäre aber bloß eine Bezeichnung, keineswegs eine ausreichende Erklärung. Die meisten Forscher, die sich mit dem Wachstums- und Altersproblem befaßt haben (*Korschelt, Pütter, Rössle, Steinach u. a.*), heben die ungewöhnlichen Schwierigkeiten hervor, die der völligen Klärung dieser Erscheinungen im Wege stehen.

Nicht zuletzt muß sich noch die Frage erheben, ob alle hier erörterten Unterschiede in der Widerstandskraft der weiblichen und männlichen Keimdrüse in gleicher Weise auch innerhalb sämtlicher Zeiträume menschlicher Phylogene se bestanden haben. Die Biologie bietet genug Anhaltspunkte, dieses zu bezweifeln. Aber dies ist eine ganz andere und viel zu umfassende Frage, deren Untersuchung nicht mehr in den Rahmen dieser Abhandlung fällt.

Literaturverzeichnis.

(Die benutzte Literatur bezieht sich [mit Ausnahme der Mitteilungen aus *Tandler, Mach, Virchow, Bertholet* und *Darwin*] durchwegs auf die Ergebnisse der Forschung nach 1920.)

Allen, E., The oestrous cycle in the mouse. Amer. journ. of anat. **30**, 297. 1922. — *Allen, E.*, und *Edw. A. Doisy*, The induction of a sexually mature condition in immature females by injection of the ovarian follicular hormone. Amer. journ. of physiol. **69**, Nr. 3, S. 577. 1924. — *Aschner, B.*, Beziehungen der Drüsen mit innerer Sekretion zum weiblichen Genitale. Biologie und Pathologie des Weibes. Herausgeg. v. *Halban* und *Seitz*, Bd. I, S. 692. 1924. — *Bauer, Julius*,

Die konstitutionelle Disposition zu inneren Erkrankungen. 3. Aufl. Verlag: J. Springer, Berlin 1924. — *Benoit, J.*, Sur l'hypertrophie compensatrice après castration unilatérale, chez le coq domestique. Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. des sciences **180**, Nr. 22, S. 1690. 1925. — *Berberich, J.*, und *Rudolf Jaffé*, Die Hoden bei allgemeinen Erkrankungen (mit besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Zwischenzellen). Frankfurt. Zeitschr. f. Pathol. **27**, 395. 1922. — *Bertholet*, Über Atrophie des Hodens bei chronischem Alkoholismus. Zentralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat. **20**, 1062. 1909. — *Biedl, A., H. Peters* und *R. Hofstätter*, Versuche zur Isolierung der interstitiellen Drüse im Ovar mit besonderer Berücksichtigung röntgenisierte Ovarien. Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol. **88**. — *Borak, J.*, Diskussionsbemerkung zum Vortrage von *G. A. Wagner* und *Clara Schoenhof*. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. **34**. 1926. — *Darwin, Ch.*, Reise eines Naturforschers um die Welt. Deutsch von *Viktor Carus*, Stuttgart 1875, Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung. — *Eckstein, A.*, Einfluß qualitativer Unterernährung auf die Funktion der Keimdrüsen Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **201**, 16. 1923. — *Flaskamp, W.*, Zur Frage der Schädigung der Nachkommenchaft durch Röntgenstrahlen. Zentralbl. f. Gynäkol. 1927, Nr. 1. — *Fukui, N.*, On the action of heat rays upon the testicle: A histological, hygienic and endocrinological study. Acta scholae med., Kioto **6**, H. 2, S. 225. 1923. — *Guggisberg, H.*, Vegetations- und Wachstumsstörungen. Biologie und Pathologie des Weibes. Herausgeg. v. Halban und Seitz, Berlin u. Wien 1924. — *Guyenot, E.*, et *K. Ponse*, Nouveaux résultats concernant le déterminisme des caractères sexuels secondaires du crapaud (*Bufo vulgaris*). Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. **89**, Nr. 21. 1923. — *Hart, C.*, Der Einfluß abnormer Außentemperaturen auf Schilddrüse und Hoden. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **196**, 151. 1922. — *Hartmann, C. G.*, Observations on the functional compensatory hypertrophy of the opossum ovary. Americ. journ. of anat. **35**, Nr. 1. 1925. — *Hofstätter, R.*, Experimentelle Studie über die Einwirkung des Nikotins auf die Keimdrüsen und auf die Fortpflanzung. Virchows Arch. f. d. ges. Physiol. **244**, 183. 1923. — *Hofstätter, R.*, Über spontane und provozierte Ovulation und Menstruationswellenverschiebung. Arch. f. Gynäkol. **126**, 350. 1925. — *Holzknecht, G.*, und *F. Pordes*, Zur Erkenntnis des Wesens der Röntgenwirkung. Wien. klin. Wochenschr. 1925, Nr. 41. — *Kitahara, Y.*, Über die Entstehung der Zwischenzellen der Keimdrüsen des Menschen und der Säugetiere und deren physiologische Bedeutung. Zeitschr. f. wiss. Biol. Abt. D: Wilh. Roux' Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen **52/97**, 550. 1923. — *Klein, H. V.*, Verhandl. d. Ges. dtsch. Naturforsch. u. Ärzte, 89. Vers. zu Düsseldorf; Naturwissenschaften **3**, Nr. 10/11, S. 63. J. Springer, Berlin 1926. — *Klein, H. V.*, Die Wirkungsweise abgestufter Keimdrüsenschädigung. Fortschritte d. naturwissenschaftl. Forschung, herausgeg. von *Abderhalden* **12**, H. 4. 1927. — *Klein, H. V.*, Ungewöhnlicher Befund bei röntgenbestrahlten Kaninchenovarien. Strahlentherapie **25**, H. 3. 1927. — *Klein, H. V.*, Zur Definierung der Kastration und verwandter Begriffe. Anat. Anz. **63**. 1927. — *Kohn, A.*, Über den Bau des embryonalen Pferdeierstocks. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. **79**, 366. 1926. — *Kolmer, W.*, Über funktionelle Hodentransplantation beim Molch. Sitzungsber. d. Wien. Biol. Gesellsch., Sitzg. v. 10. XII. 1923. Ref. Wien. klin. Wochenschr. 1924, Nr. 11. — *Koppanyi, Th.*, Erhaltung der Spermatogenese im autophor transplantierten Urodelenhoden. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsmech. **102**, 707. 1924. — *Lichtenstern, R.*, Die Überpflanzung der männlichen Keimdrüse. Verlag: J. Springer, Wien 1924. — *Lipschütz, A.*, Reaction du testicule aux incisions ne touchant pas l'épididyme. Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. **90**, Nr. 4. 1924. — *Lipschütz, A.*, Beobachtungen zur Frage einseitiger Kastrations-

erscheinungen. Arch. f. Entwicklungsmech. **52**, H. 97. 1923. — *Lipschütz, A., Ch. Wagner und R. Tamm*, Sur l'hypertrophie des fragments ovariens dans la castration partielle. Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. **86**, Nr. 5, S. 240. 1922. — *Marshall, F. H. A., and W. A. Wood*, On the ovarian factor concerned in the occurrence of oestrus. Journ. of physiol. **58**, Nr. 1, S. 8, 74. 1923. — *Martius*, Ovarialbestrahlung und Nachkommenschaft. Zentralbl. f. Gynäkol. 1927, Nr. 1. — *Mey, R.*, Untersuchungen über das Vorkommen einer interstitiellen Eierstocksdrüse beim Rind im intra- und extrauterinen Leben. Arch. f. Gynäkol. **128**. 1926. — *Moore, C. R.*, Heat application and testicular degeneration; the fonction of the scrotum. Americ. journ. of anat. **34**, H. 2, S. 337. 1924. — *Moore, C. R.*, The behavior of the testis in transplantation, experimental cryptorchidism, vasectomy, scrotal insulation and heat application. Endocrinology **8**, Nr. 4, S. 493. 1924. — *Pézard, A.*, La loi du „tout ou rien“ et le gynandromorphisme chez les oiseaux. Journ. de physiol. et de pathol. gén. **20**, Nr. 2, S. 200. 1922. — *Pordes, F.*, Prinzipielle Fragen der biologischen Röntgenstrahlenwirkung. Jahresturkse f. ärztl. Fortbild. 1923. — *Pütter, A.*, Zur Physiologie der Lebensdauer. Naturwissenschaften **8**. 1920. — *Rössle, R.*, Wachstum und Altern. Ergebn. d. allg. Pathol. u. pathol. Anat., herausgeg. v. Lubarsch und Ostertag, **20**, II. Abt. München 1923. — *Retterer, Ed., et S. Voronoff*, Sur la greffe d'ovaires de chèvre ou de brebis. Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. **84**, Nr. 3, S. 104. 1921. — *Rubner, M.*, Über die Wichtigkeit der Lipoidstoffe und ihre Beziehungen zum Haushalt der Zelle. Klin. Wochenschr. **4**, Nr. 39. — *Sand, Kn.*, Transplantation der Keimdrüsen bei Wirbeltieren. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie **14**. 1926. Berlin, J. Springer. — *Schinz, H. R. und Slotopolsky*, Bemerkungen über Entwicklung und Pathologie des Hodens. Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **253**. 1924. — *Shustrov, N. M., S. G. Karpova und J. V. Tikhomirov*, Die Aufbewahrung von Hoden zu Zwecken der Transplantation bei Kaninchen und Hunden. Journ. of pathol. a. bacteriol. **28**, Nr. 4, S. 651. 1925. — *Steinach, E., und H. Kun*, Antagonistische Wirkungen der Keimdrüsenhormone. Biologia generalis **2**, H. 7/8. 1926. — *Steinach, E.*, Biological methods against the process of old age. Med. journ. a. record Jan.- u. Febr.-Heft 1927. New York. — *Stieve, H.*, Der Einfluß höherer Außentemperatur auf die Keimdrüsen der Hausmaus. Anat. Anz. **57**, Ergänzungsh., S. 38. 1923. — *Stieve, H.*, Kastration durch Hitze mit nachfolgender Wucherung des Keimeiphels. Zeitschr. f. mikroskop.-anat. Forsch. **1**, 191. 1924. — *Stieve, H.*, Das Schwangerschaftswachstum und die Geburtserweiterung der menschlichen Scheide. Zeitschr. f. mikroskop.-anat. Forsch. **3**, H. 3. 1925. — *Stieve, H.*, Unfruchtbarkeit als Folge unnatürlicher Lebensweise. Grenzfragen d. Nerven- u. Seelenlebens 1926. — *Takahashi, N.*, Hodenatrophie nach Exstirpation des abdominalen Grenzstranges. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **196**. 1922. — *Tendeloo, N. Ph.*, Krankheitsforschung, Leipzig: Verlag S. Hirzel 1925. — *Wagner, K., und A. Loepfer*, Über einen weiteren Fall von Eunuchoidismus beim Kaninchen bei normaler Spermogenese. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **198**. 1923. — *Wagner, G. A., und Clara Schoenhof*, Experimentelle und histologische Untersuchungen zum Studium des Wirkungsmechanismus kleinstrer Röntgendosen auf die weibliche Keimdrüse des Menschen. Strahlentherapie **22**. 1926. — *Wiesner, B. P.*, Die Funktionsfähigkeit autophor transplantiert Ovarien bei Ratten. Arch. f. mikroskop. Anat. u. Entwicklungsmech. **99**. 1923. — *Wilhelm, O.*, Über Reaktivierung seniler Ganglienzellen. Biologia generalis **2**, 3. 1926. — *Zondek, B., und E. Wolff*, Über Züchtung von menschlichem Ovarialgewebe in vitro. Zentralbl. f. Gynäkol. 1924, Nr. 40. — *Zondek, B., und E. Wolff*, Transplantation konservierter menschlicher Ovarien. Zentralbl. f. Gynäkol. 1924, Nr. 40.

(Aus der chirurgischen Abteilung, leitender Arzt *W. Rosanow*, und dem pathologisch-anatomischen Institut, Prosektor Prof. *A. Abrikossoff*, des Botkinkrankenhauses in Moskau.)

Zur Frage des Hermaphroditismus.

Von

Dr. G. Schapiro.

Mit 10 Textabbildungen.

(*Eingegangen am 30. Mai 1927.*)

Unter Hermaphroditismus verstehen wir die Anwesenheit von mehr oder weniger ausgesprochenen Merkmalen des anderen Geschlechts in den äußereren und inneren Geschlechtsorganen. Der Hermaphroditismus ist in der Natur keine seltene Erscheinung. Bei Pflanzen und niederen Tieren trifft man Arten, wo der Hermaphroditismus derartig entwickelt ist, daß die zweigeschlechtliche Befruchtung, wie die Selbstbefruchtung möglich ist. Zu solch einer „funktionellen“ Entwicklung des Hermaphroditismus kommt es bei höheren Tieren und Menschen nicht, so daß hier nicht von einer „Entwicklung beider Geschlechter“ in einem Organismus, sondern nur von einer „Vermischung der entgegengesetzten Geschlechtsmerkmale“ (*Pick*) die Rede sein kann.

Die zahlreichen in der Literatur veröffentlichten Fälle von Hermaphroditismus zeigen, daß es Individuen mit einer männlichen und einer weiblichen Geschlechtsdrüse gibt, es werden aber auch Geschlechtsdrüsen angetroffen, die sog. Ovotestes, die gleichzeitig Bestandteile des Hodens und des Eierstockes enthalten und schließlich gibt es Zwitterbildung der Ausführungsgänge und der äußeren Geschlechtsteile. In der Literatur findet man ausführliche Beschreibungen der verschiedensten Fälle von Hermaphroditismus, auch sind diesbezügliche umfangreiche Monographien erschienen, trotzdem ist die Frage des Hermaphroditismus noch in mancher Beziehung unklar, auch gibt es noch keine Klassifikation, die die Mehrzahl der Forscher befriedigen könnte.

Klebs (1878) unterscheidet den Hermaphroditismus verus und den Pseudohermaphroditismus, je nachdem, ob gleichzeitig männliche und weibliche Geschlechtsdrüsen vorhanden sind, oder ob nur die äußeren Geschlechtsorgane und die Ausführungsgänge nicht mit der Geschlechtsdrüse übereinstimmen. Den Hermaphroditismus verus teilt er, je nach der Lokalisation der Geschlechtsdrüsen ein in Hermaphroditismus verus bilateralis, unilateralis und lateralis; den Pseudohermaphroditismus femininus oder masculinus teilt er ein in completus, internus