

Aus dem Pathologischen Institut Duisburg (Leiter: Prof. Dr. W. EICKHOFF).

Über das Verhalten von Schilddrüsen während des Winters bei Hasen und Wildkaninchen.

Von
W. EICKHOFF.

Mit 13 Textabbildungen.

(*Ein eingegangen am 27. September 1951.*)

I. Einleitung.

Vor einigen Jahren wurde in systematischen Untersuchungen das jahrescyclische Verhalten der Wildkaninchenschilddrüse festzulegen versucht. Wir kamen dabei zu dem Resultat, daß es keine Winter- bzw. Sommerschilddrüse gibt in dem Sinne, daß jene ein aktives, diese ein inaktives Bild böte. Wir fanden vielmehr, daß das ganze Jahr hindurch die Wildkaninchenschilddrüse mindestens in 50% der Fälle aktiv war. Eine auffallende Steigerung der Aktivierung im Winter, die sich in einer verwertbaren Kurve hätte darstellen lassen, konnte nicht entdeckt werden. Allerdings wurde damals in Erwägung gezogen, ob die Ergebnisse nicht durch die verschiedene Art der Erlegung (Schuß, Frettchen) hätten beeinflußt sein können. Es stellte sich nämlich heraus, daß Wildkaninchen ein sehr labiles vegetatives Nervensystem aufwiesen, das schon auf kleine Reize ansprach und die Schilddrüse beeinflußte. Diese Überlegungen führten jetzt zu einer Wiederholung der Untersuchungen an Wildkaninchen, die gleichzeitig auch auf Hasen ausgedehnt wurden. Es handelt sich aber hierbei nicht um vollständige jahrescyclische Untersuchungen über 12 Monate, sondern lediglich um Teilausschnitte während der Jagdsaison der Monate Oktober bis Januar 1951. Es wurde also praktisch nur die Winterschilddrüse von Hasen und Wildkaninchen untersucht. Da es sich bei Wildkaninchen um eine Wiederholung handelt, interessieren zunächst einmal die neuen Befunde an Hasenschilddrüsen. Zuvor aber noch eine kurze Bemerkung über Material und Untersuchungsmethoden.

II. Art des Materials und Untersuchungsmethoden.

Sämtliche Schilddrüsen stammen von Hasen und Kaninchen, die geschossen (nicht frettiert) wurden, entweder auf Drückjagden oder Kesseltreiben. Dabei konnte aber nicht festgelegt werden, ob nach dem Schuß noch eine Hetze stattgefunden oder ob die Tiere sofort tot waren. Nach der Streckenzählung wurde das Geschlecht des Stückes festgestellt, das Alter geschätzt und offensichtliche Jungtiere ausgeschieden. Als

Alterskennzeichen, die natürlich nur sehr grob sind, galt der allgemeine Aspekt, das Gewicht und die Einreißfähigkeit der Löffel, d. h. also ihre Gewebsfestigkeit. Dann wurde die Luftröhre oberhalb des Kehlkopfes und vor ihrem Eintritt in das Jugulum abgeschnitten, mit Faden und Nummer versehen und lebendfrisch in 4% Formalin eingelegt. Nach der Fixation wurden die Schilddrüsen herauspräpariert, in Celloidin eingebettet, wie gewöhnlich geschnitten und nach Hämatoxylin-Eosin gefärbt, und zwar beide Hälften, so daß nach Möglichkeit immer größte Übersichtsschnitte entstanden. Freilich gelang dies nicht immer aus Gründen mechanischer Zerstörung des grobanatomischen Präparates (Hund, Schuß).

Die mikroskopische Beurteilung des Schilddrüsenbildes geschah getrennt nach dem Zustand des Epithels und dem Verhalten des Kolloids. Wie schon in früheren Untersuchungen unterschieden wir aus praktischen Gründen 4 Zustandsbilder des Epithels: 1. Das flache endothiale (0), 2. das kubische (+), 3. das cylindrische (++) 4. das hochcylindrische (+++) Epithel. Desgleichen unterschieden wir 4 Qualitäten des Kolloids, nämlich 1. das dichte basophile (+++), 2. das dünnflüssige vacuolige (++) 3. das vereinzelt vorkommende (+) Kolloid und 4. den völligen Kolloidschwund. Zweifellos ist diese Einteilung in etwa willkürlich, und man hätte weitere feinere Unterteilungen machen können. Doch hat sich diese Einteilung schon früher bewährt.

Da Hasen und Wildkaninchen nicht sämtlich in einem Revier geschossen wurden, haben wir die Untersuchungen betreffs des Schilddrüsenzustandsbildes für die einzelnen Reviere getrennt durchgeführt und sie im Verlauf der 4 Monate dauernden Saison untereinander jeweils monatlich verglichen. Wir haben dabei weiter unterteilt in männliche und weibliche Tiere und getrennt auch nach diesen Merkmalen untersucht.

Insgesamt kamen 450 Tiere zur Untersuchung, davon waren 100 Kaninchen, der Rest Hasen. Die Geschlechterverteilung des angefallenen Materials war ungefähr gleich zu nennen, da die Rammel nur mit 10 Exemplaren die Anzahl der Häsinnen übertrafen. Aus Raumersparnis können nicht sämtliche Einzelergebnisse für die verschiedenen Reviere und noch getrennt nach den Geschlechtern wiedergegeben werden. Es muß genügen, die Resultate in Sammelkurven darzustellen, wobei betont werden soll, daß sich im einzelnen bei Vergleich der monatlichen Kurven in den jeweiligen Revieren sowohl für Rammel als auch Häsinnen die gleichen Verhältnisse ergaben. Irgendwelche Unterschiede nach dem Herkunftsbiotop (Feld, Moor oder Wald) ließen sich sowohl für das Epithel als auch für das Kolloid an den Schilddrüsen nicht feststellen.

Bei den histologischen Studien an Winterschilddrüsen von Rammern wurden die Epithelverhältnisse der Tiere entsprechend obigen Schemas klassifiziert und in eine Tabelle eingetragen. Im ganzen fanden sich im Monat Oktober 30 Rammmer. Der Einfachheit halber wurde diese Zahl gleich 100 gesetzt, dann die Anzahl der Epitheltypen prozentual berechnet und schließlich diese Zahl in das Ordinatensystem eingetragen. Der gleiche Vorgang wiederholte sich in den nachfolgenden Monaten. Bei der Klassifizierung des Kolloids wurde im gleichen Verfahren vorgegangen. Hierdurch erhielt man Kurven, die anschauliche und schnelle Orientierung über Epithel- und Kolloidverhältnisse zulassen.

III. Epithelverhältnisse in Winterschilddrüsen von Hasen.

Wenden wir uns nun den Resultaten zu, die sich, wie schon oben dargelegt, nur auf das Gesamtmaterial beziehen können. Die sich ergebenden Kurven für die einzelnen Epitheltypen lassen nicht nur den jeweiligen Stand, sondern auch den Entwicklungsgang während der Untersuchungszeit erkennen. Abb. 1 zeigt an männlichen Hasenschilddrüsen neben dem prozentualen Verhältnis der einzelnen Epitheltypen auch gleichzeitig den jeweils vorherrschenden Epitheltyp oder Monatstyp der Schilddrüsen. Wir sehen, daß im Monat Oktober Schilddrüsen mit kubischem Epithel weit überwiegen, die übrigen Epithelarten gleichmäßig vertreten sind. Im November verschwindet das hochzylindrische Epithel völlig. Das zylindrische und kubische nimmt etwa gleichmäßig ab, das endothelartige steigt erheblich an, so daß es anteilmäßig an erster Stelle liegt. Es sind also die endothelartigen Ruheschilddrüsen von hier ab bestimmt und als Monatstypen zu bezeichnen. Das kubische Epithel kommt diesem Typ im Dezember nochmal nahe, um aber im Januar wieder eindeutig hinter dem herrschenden Ruhebild als Monatstyp zurückzustehen. Für das zylindrische Epithel verzeichnen wir im November und Dezember ein gleich niedriges Vorkommen mit leichtem Anstieg im Januar. Das hochzylindrische Epithel tritt überhaupt nicht wieder auf.

In Abb. 2 ist das Epithelverhalten in weiblichen Hasenschilddrüsen graphisch dargestellt. Wir sehen, daß diese Kurven nur wenig von denen der Rammmer abweichen. Das endothelartige Ruhebild stellt den vorherrschenden Monatstyp dar mit Ausnahme des Januars. Hier schneidet sich die Kurve mit dem des kubischen Epithels. Diese übernimmt hier die Führung nachdem sie ansteigend vorher immer parallel gelaufen ist. Während der ganzen Untersuchungsperiode ist das hochzylindrische Epithel am häufigsten im Oktober, um dann, genau wie bei den Rammern, völlig in den nächsten Monaten zu verschwinden. Anfangs- und Endvorkommen des cylindrischen Epithels ist gleich mit nur einer geringen Steigerung zwischendurch im November.

Nach dieser getrennten Darstellung für beide Geschlechter wurden dann die Zahlen für Ramlerner und Häsinnen nach derselben Methode in einer Kurve zusammengefaßt. Das Resultat zeigt Abb. 3. Von Oktober bis Januar liegen die Kurven für endothelialartige Ruheschilddrüsen und kubisches Epithel abwechselnd an der Spitze, sie stellen also jeweils die Monatstypen dar. Das hochzylindrische Epithel verschwindet im November völlig, das zylindrische geht langsam abfallend ebenfalls zurück, um im Januar leicht anzusteigen. Im ganzen gesehen ist aber das Verhalten der beiden letztgenannten Epithelarten zurückgehend und weit unter dem Vorkommen der beiden anderen, das flache und kubische Epithel darstellenden Kurven.

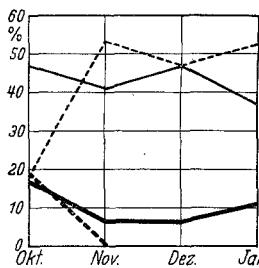


Abb. 1.

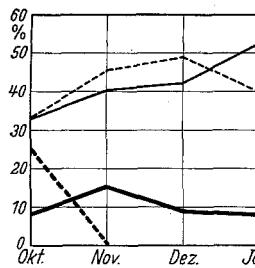


Abb. 2.

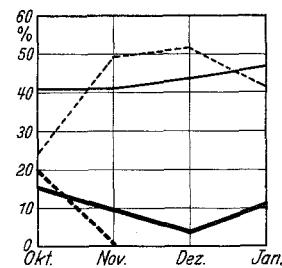


Abb. 3.

Abb. 1. Verhalten des Epithels bei männlichen Hasen.

Abb. 2. Verhalten des Epithels bei weiblichen Hasen.

Abb. 3. Verhalten des Epithels bei männlichen und weiblichen Hasen.

----- Endothelialartig; ——— kubisch; —— zylindrisch; - - - - hochzylindrisch.

Damit wäre das Verhalten des Epithels für weibliche und männliche Hasen einzeln und in der Gesamtschau eindeutig charakterisiert. Es ergibt sich weder ein beherrschendes Vorkommen der hohen Epithelformen im Anfang, Verlauf und Ende der Untersuchungszeit, noch ein steigendes Auftreten überhaupt. Das Gegenteil ist eindeutig der Fall, nämlich die Zunahme des niedrigen Epithels im Verlauf von Spätherbst und Winter. Das aber bedeutet eine zunehmende Ruhigstellung.

IV. Die Kolloidverhältnisse an Winterschilddrüsen von Hasen.

Nach der Festlegung des mikroskopischen Bildes des Schilddrüsenepithels wurde in der oben geschilderten Weise das Verhalten des Kolloids geprüft, und zwar ebenfalls zunächst getrennt nach Revieren und Geschlechtern. Die Wiedergabe soll sich auf die wichtigsten Sammelkurven beschränken.

Zunächst die Wiedergabe der Kolloidverhältnisse bei Ramlern (Abb. 4). Wir erkennen mit einem Blick, daß das dichte basophile Kolloid, schon weitaus vorherrschend im Oktober, ständig im Laufe des Winters steigend zunimmt. Die anderen Kolloidkurven nehmen mit leichten Schwankungen laufend ab. Wichtig erscheint hier nur in

diesem Zusammenhang, daß völlige Kolloidfreiheit am häufigsten kommt im Oktober, was sich sehr gut mit der hochzylindrischen Epithelkurve deckt, die zu diesem Zeitpunkt ihren Gipfel hat.

Konstanter noch als die Rammler verhalten sich hinsichtlich des Kolloids die Häsinnen. Abb. 5 zeigt das dichte basophile Kolloid weitaus in Führung im Oktober, wobei sich diese Verhältnisse steil steigend im Verlauf der anderen Monate noch stabilisieren. Das dünnflüssige Kolloid kommt im November häufiger vor als im Oktober wird dann aber kontinuierlich weniger. Kolloidfreiheit hat ihren Höchst-

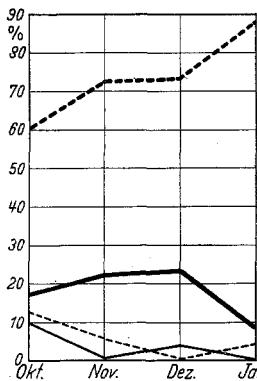


Abb. 4.

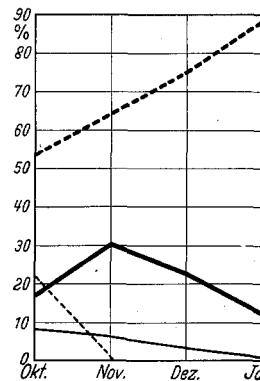


Abb. 5.

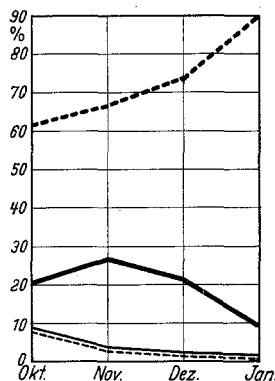


Abb. 6.

Abb. 4. Verhalten des Kolloids bei männlichen Hasen.

Abb. 5. Verhalten des Kolloids bei weiblichen Hasen.

Abb. 6. Verhalten des Kolloids bei männlichen und weiblichen Hasen.

----- Kolloidfrei; ————— vereinzelt Kolloid; ————— dünnflüssiges, vacuoliges Kolloid;
- - - - - dichtes basophiles Kolloid.

stand im Oktober, um in den späteren Monaten dann nicht mehr vorzukommen. Dies deckt sich wiederum wie schon vorhin sehr gut mit der Kurve des hochzylindrischen Epithels. Auch der Befund vereinzelt Kolloid nimmt in der Berichtszeit dauernd ab.

Ähnlich wie für das Epithel wurden nun die nach Geschlecht getrennt angelegten Kurven in einer einzigen zusammengefaßt (Abb. 6). Die sich ergebenden Bilder sind so eindeutig, daß kaum Worte darüber zu verlieren sind. Es erweist sich klar der überwiegende Anteil des basophilen Kolloids in Winterschilddrüsen von Hasen, der ausgangs des Herbstes bereits dominiert, um dann noch laufend größer zu werden. Die zunehmende Stapelung von Kolloid ist ein überzeugender Beweis abnehmender Aktivität der Schilddrüsen während des Winters.

V. Zusammenfassung der Befunde an Hasenschilddrüsen.

Die vorausgehende Wiedergabe von Befunden und Kurven war notwendig, um zu zeigen, wie die Verhältnisse für Epithel und Kolloid

bei beiden Geschlechtern im einzelnen liegen. Andererseits aber waren sie unerlässlich, weil sie als Bausteine der jetzt zu bringenden entscheidenden Kurve zu gelten haben, deren Zustandekommen anders kaum nachzuprüfen und zu verstehen wäre. Wir gingen von dem unwidersprochenen Grundsatz aus, daß eine Ruheschilddrüse sich im mikroskopischen Bilde als eine mit flachem endothelartigem Epithel ausgekleidete Drüse dem Beschauer darbietet, wobei die Follikel mit dichtem Kolloid gefüllt sind. Es folgt daraus, daß alle von diesem histomorphologischen Zustandsbild abweichenden Befunde als mit einer Aktivierung in Zusammenhang stehend angesehen werden müssen. Dies kann mit guten Gründen von dem keinerlei sonstigen Einflüssen (Domestikation, Vorbehandlung usw.) unterworfenen Hasenmaterial angenommen werden. Faßt man nun alle genannten von dem Ruhebild abweichenden Befunde zusammen und trägt man die gewonnenen Zahlen entsprechend dem geschilderten Verfahren in das Ordinatensystem ein, so erhält man die in Abb. 7 wiedergegebene Kurve. Diese läßt sofort den prozentualen Anteil aller angefallenen Schilddrüsen erkennen, die als aktiviert zu gelten haben. Der Verlauf der Kurve gibt die Schilddrüsenaktivierungsrate für Winterhasen wieder. Man sieht, daß die Aktivierungsrate mit zunehmendem Winter eindeutig sinkt, von 60 auf 35 %. Dieser Befund der Abnahme der Aktivierungsrate von Hasenschilddrüsen während des Winters ist zweifelsfrei und wichtig genug, um festgehalten zu werden. Weiter unten wird noch eingehend darauf zurückzukommen sein.

VI. Befunde an Schilddrüsen von Wildkaninchen.

Nachdem die Befunde an Hasenschilddrüsen ausführlich wiedergegeben wurden, kann auf die Wiedergabe der Details bei den Schilddrüsenuntersuchungen an Wildkaninchen verzichtet werden. Dies um so mehr, als es sich hier noch dazu um eine Wiederholung von Untersuchungen handelt, die in aller Ausführlichkeit schon mal beschrieben worden sind. Es soll daher nur die letzte und wesentliche Kurve wiedergegeben werden, deren Synthese analog der entsprechenden graphischen Darstellung von Hasen geschah. Die Abb. 8 zeigt die winterliche Aktivierungsrate von Schilddrüsen der Wildkaninchen in Zusammenfassung aller detaillierten Befunde. Es fällt zunächst auf, daß die Aktivierungsrate der Wildkaninchen bedeutend höher liegt als die für Hasen. Abgesehen davon findet sich oben insofern eine Übereinstimmung mit Abb. 7 als im ganzen gesehen auch hier die Aktivierungsrate

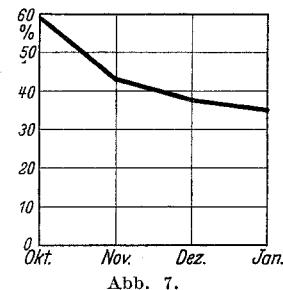


Abb. 7.
Schilddrüsen-Aktivierungsrate für Winterhasen.

ganz eindeutig mit zunehmendem Winter sinkt. Dies deckt sich durchaus mit den früheren jahrescyclischen Untersuchungen, die dadurch erneut ihre Bestätigung finden. Konnte damals wegen der verschiedenen Gewinnungsart des Materials (Schuß, Frettchen) diese Kurve nur mit Vorsicht gedeutet werden, so ist nach dem jetzigen Befund die Aussage mit Bestimmtheit zu machen, daß sich keine vermehrte Aktivierung der Schilddrüsen von Wildkaninchen im Winter findet. Das Gegenteil ist vielmehr der Fall nämlich eine unverkennbare Senkung der Aktivierungsrate. Diese fällt aber nicht unter die früher schon in allen Monaten des

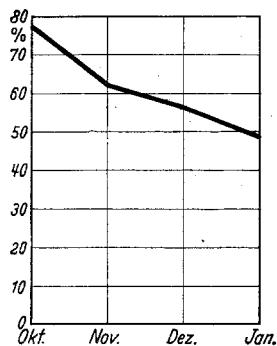


Abb. 8.

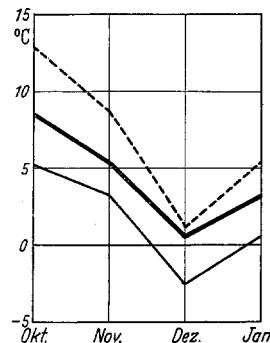


Abb. 9.

Abb. 8. Winterliche Aktivierungsrate für Wildkaninchen.

Abb. 9. Temperaturkurven für den Monatsdurchschnitt.

— mittlerer Durchschnittswert; — minimaler Durchschnittswert;

----- maximaler Durchschnittswert.

Jahres beobachteten 50 %. Die weitere Auswertung der Befunde soll, da es sich um gleichsinnige an Hasenschilddrüsen handelt, gemeinsam geschehen. Zuvor jedoch noch einige andere Bemerkungen.

VII. Wetterverhältnisse.

Systematische Untersuchungen über die Schilddrüsen in der vorliegenden Art wären unvollständig, würde nicht gleichzeitig über die äußereren Begleitumstände berichtet.

Dazu gehört einmal die Angabe über die geographische Lage der Reviere, aus denen das Wild stammt. Es handelt sich ausschließlich um solche des Emslandes, über deren Charakter einschließlich der Vegetation ausführlich 1949 berichtet wurde, weswegen eine Wiederholung sich erübrigkt. Wesentlich erscheint aber, die Wetterverhältnisse anzugeben, die ja erheblich in unseren Breiten variieren können. Da eine Beziehung des Schilddrüsenbildes in erster Linie zu den Temperaturen zu bestehen scheint, weniger zu der Niederschlagsmenge bzw. dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft oder der Sonnenscheindauer wurden auch jetzt wieder von den nächsten meteorologischen Stationen der Umgebung

die Angaben über die Temperaturen der Berichtszeit eingeholt. Aus diesen Angaben wurden die maximalen, mittleren und minimalen Durchschnittswerte berechnet und in Form graphischer Kurven aufgezeichnet. Den Verlauf dieser Kurven zeigt Abb. 9. Wenn auch allgemein die Tatsache des Absinkens der Außentemperaturen im Winter bekannt sein dürfte, so wurde es doch als notwendig erachtet, die genauen Werte wiederzugeben, weil die Kurve nicht nur das prinzipielle Absinken, sondern auch den Grad des Absinkens verrät, der von Bedeutung sein könnte. Wir sehen, daß die Kurve fällt, und zwar bis unter den Gefrierpunkt. Im Januar beginnt sie dann leicht wieder zu steigen. Die Parallelität der Temperaturkurve mit der der Aktivierungsrate ist offensichtlich und wurde noch enger, wenn man sich die Einzelkurven der Epithel- und Kolloidverhältnisse ansieht. Man kann kaum umhin, infolge des gleichsinnigen Verlaufes der in Frage stehenden Kurven eine ziemlich enge Beziehung, um nicht zu sagen Abhängigkeit, anzunehmen. Es ist jedenfalls auffallend, daß sich schon bei geringer Umkehr des Abfalles der Temperaturkurve im Januar eine, wenn auch geringe, Umkehr der Kurven für das Epithel der Schilddrüsen erkennen läßt. Daraus scheint sich, auch nach Erfahrung der vorausgegangenen Untersuchungen zu ergeben, ein wie feines Reagens die Schilddrüse auf äußere Einflüsse darstellt. Wie dem auch sei, wir müssen als markantes Ergebnis festhalten: Das Sinken der Temperaturkurve im Winter ist begleitet vom Sinken der Aktivierungsrate der Schilddrüsen von Hasen und Wildkaninchen.

VIII. Kritik der histologischen Befunde.

Es dürfte nicht schwer fallen, aus den bisherigen Untersuchungsbefunden bindende Schlüsse zu ziehen. Drei Tatsachen stechen bei der Wiedergabe der Kurven in die Augen: 1. das Absinken der Aktivierungsrate der Schilddrüsen von Hasen und Wildkaninchen mit fortschreitendem Winter. 2. Das Absinken der Temperaturkurve für den gleichen Zeitraum und 3. die Parallelität der beiden Kurven.

In den früheren jahrescyclischen Untersuchungen an Wildkaninchen waren schon die gleichen Ergebnisse erzielt worden, wie sie jetzt für den Winter festgelegt werden konnten. Damals wurde sehr vorsichtig geäußert, daß die Ergebnisse den theoretischen Überlegungen durchaus standhalten könnten. Die Verfechter des Vorkommens einer aktivierten Winterschilddrüse begründen dieses Bild mit der physiologischen Notwendigkeit der Aufrechterhaltung der Körpertemperaturen bei sinkender Außentemperatur. Die Konstanz der Körperwärme soll durch vermehrte Oxydation gewährleistet werden. Diese würde aber gesteuert von der Schilddrüse, die, um den gesteigerten Anforderungen gerecht

werden zu können, vermehrt tätig sei, sich also aktivieren müsse. Danach wäre also eine Aktivierung der Schilddrüse ein physiologisches Erfordernis.

Diese Argumentation ist zunächst bestechend. Es ist bekannt und soll auch nicht ohne weiteres bestritten werden, daß die Schilddrüse mit Körperwärme und Oxydationen einerseits und damit mit den klimatischen Temperaturverhältnissen andererseits in enger Beziehung steht. Wir wissen, daß nach Schilddrüsenexstirpation die Körperwärme sinkt und im Experiment sich bei plötzlichem scharfem Temperaturwechsel Veränderungen an der Schilddrüse im Sinne einer deutlichen Aktivierung zeigen (WATZKA). Allein es ist nicht zu vergessen, daß die Körperwärme nach Schilddrüsenexstirpation nicht unter das Existenzminimum fällt, d. h. die Oxydationen doch noch so weit erhalten werden können, daß das Fortleben gewährleistet wird. Weiter ist zu den Kälteversuchen zu sagen, daß es sich dabei um eine andere Species, um Spatzen, gehandelt hat und daß die unphysiologische plötzliche Experimentalkälte schlecht mit dem normalen Ablauf langsamer klimatischer Temperaturwechsel wenigstens in unseren geographischen Breiten verglichen werden kann. Tritt bei plötzlichem experimentellem Temperaturwechsel eine Schilddrüsenreaktion ein, so kann dies lediglich eine Kurzschluß- oder Aushilfsreaktion bedeuten, die nicht unbedingt beweisend ist für die Tätigkeit der Schilddrüsen bei physiologischem Temperaturwechsel. Außerdem wissen wir, daß auch Spatzen psychisch traumatische Reaktionen zeigen können, die sicherlich die Schilddrüse nicht unbeeinflußt lassen werden. Bei der histologischen Beurteilung des Schilddrüsenbildes müssen, falls es sich um freilebende Tiere handelt, die psychisch traumatischen Reaktionsmöglichkeiten beachtet werden. Wir wissen, daß der Mensch für das nichtdomestizierte Tier in den meisten Fällen ein erhebliches Schreckmoment bedeutet, besonders, wenn es sich um vegetativ labile Arten handelt. Diese Erkenntnisse zwingen zu reservierter Beurteilung der Schilddrüsenbilder und zur Nachkontrolle von Befunden aus einer Zeit, in der diese Reaktionsmöglichkeiten noch nicht bekannt waren und daher auch unberücksichtigt blieben. Was nun das jetzt vorliegende Schilddrüsenmaterial von Hasen und Wildkaninchen angeht, so ist dieser psychisch traumatische Faktor zu vernachlässigen, da sämtliche Tiere geschossen wurden, also eine wesentliche Reaktionszeit in den allermeisten Fällen bis zum Tod nicht zur Verfügung gestanden haben dürfte. Außerdem spricht die zunehmende und histologisch nachzuweisende Aktivierungsabnahme gegen die Auswirkungsmöglichkeit eines solchen Traumas. Abgesehen von diesen Einwänden gibt es aber noch andere Gründe, die die Allgemeingültigkeit der Argumentation recht fraglich erscheinen lassen, daß im Winter eine vermehrte aktivierte Schilddrüse vorliegen müsse.

IX. Gewichtsbestimmungen an Hasen und Wildkaninchen.

Auf Grund theoretischer Überlegungen wurde praktisch den Dingen nachgegangen. Den Anstoß zu diesen Untersuchungen gab die Frage nach der Herkunft der Energien für die angeblich gesteigerten Oxydationen während des Winters. Normalerweise gibt es für die Verbrennung 2 Energiequellen: eine exogene und eine endogene. Die exogene stellt die Nahrung, in diesem Falle die Vegetation dar, die endogene die Körperreserven. Hieraus ergab sich von selbst die Notwendigkeit einer Nachprüfung und Kontrolle im Rahmen des Möglichen. Dies konnte sich nur auf die Kontrolle des Körpergewichtes des anfallenden Wildes beziehen. Eine Untersuchung der Qualität der winterlichen Nahrung kam aus naheliegenden Gründen nicht in Betracht. Bezuglich ihrer Quantität bedarf es wohl keiner besonderen Prüfung, da es als ausgemacht gelten kann, daß das Nahrungangebot im Winter erheblich geringer als im Sommer ist.

Nach MÜLLER-USING ist bis heute noch nie das Gewicht einer Hasen- und Kaninchensstrecke geprüft worden, so daß keine Vergleichsmöglichkeiten bestanden. Bisher wurden nur Gewichte von Einzel'exemplaren als interessant angesehen und dann bekanntgemacht, wenn sie durch besondere Größe auffielen. Wir haben auch nicht unterlassen, mehrfach erfahrene alte Jäger und Förster nach ihrer Meinung und Beobachtung zu fragen, wann die Hasen bzw. Kaninchen schwerer seien, im Beginn oder am Ende der Jagdsaison, d. h. im Oktober oder Januar. Keiner der Befragten äußerte sich zugunsten einer Gewichtsabnahme in der fraglichen Zeit, die meisten für das Gegenteil, wenige für eine Gewichtskonstanz. Um so mehr war Veranlassung zu einer exakten Prüfung dieser Frage. Wir haben unter Mitnahme einer genau arbeitenden Küchenwaage direkt an Ort und Stelle im Revier das Gewicht jedes der 450 frisch erlegten Stücke festgestellt und notiert. Es wurden dann für jeden Monat, genau wie für die Schilddrüsen, die Zahlen getrennt nach Revieren und Geschlechtern verglichen. Dies war hier besonders zu beachten, weil ja bekannt ist, daß Waldhasen schwerer sind als Feldhasen. Es stellte sich auch heraus, daß Hasen aus dem Moor gewichtsmäßig dem Waldhasen sich angleichen. Es erübrigts sich, hier im einzelnen die Zahlen wiederzugeben. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß durch Beachtung dieser Einzelheiten kein Zahlenbild entsteht, das den wahren Verhältnissen nicht entspricht. Die berechneten Durchschnittswerte zeigen im Prinzip gleichlaufende Tendenz, wenn auch die

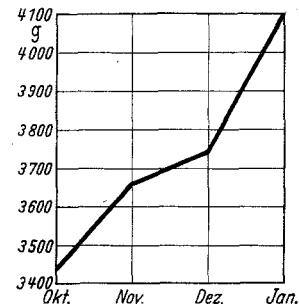


Abb. 10.
Durchschnittsgewichte
für Winterhasen.

absoluten Werte differieren. Die zusammengefaßten Durchschnittswerte sämtlicher erfaßten Gewichte finden sich in Abb. 10 für Hasen, in Abb. 11 für Kaninchen graphisch dargestellt. Aus der Hasenkurve ist zu lesen, daß das Durchschnittsgewicht kontinuierlich ansteigt, und zwar im Endergebnis etwa um 650 g, eine Zahl, die außerhalb der Fehlergrenze liegt. Für Kaninchen zeigt sich eine weniger konstante Gewichtskurve, entsprechend der höheren Aktivierungsrate ihrer Schilddrüsen überhaupt, sowie des äußerst labilen Gleichgewichts, der „nervösen“ Konstitution oder vegetativen Stigmatisation. Immerhin ist bei Ver-

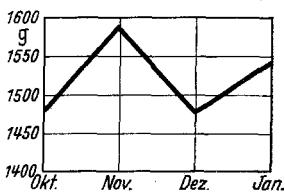


Abb. 11.
Durchschnittsgewichte
für Wildkaninchen.

gleich der Ausgangs- und der Endwerte eine leichte Erhöhung der letzteren festzustellen etwa um 60 g. Hierbei ist zwar zuzugeben, daß die Gewichtsvermehrung im Bereich der Fehlergrenze liegt. Doch für unsere Zwecke und Betrachtungen genügt es schon, wenn die Gewichtskurve wenigstens nicht absinkt. Das, so scheint es, ist wesentlich.

X. Kritik der Zahlen.

Die Erfahrung an der Jagdbeute, die bisher auf Grund von Schätzungen eine Gewichtssteigerung im Verlaufe des Winters annahm, hat sich also auf Grund exakter Messungen bestätigt. Der außerordentlichen Wichtigkeit der Frage wegen sollen noch Zahlenangaben im einzelnen folgen. Gesamtzahl der geschossenen Tiere im Monat Oktober (z) 54, Höchstgewicht (h) 4012 g, Niedrigstgewicht (n) 2052,5 g, Durchschnittsgewicht (d) 3437 g. Für den Monat November z 76, h 4290 g, n 2522 g, d 3648,5 g; für Dezember z 163, h 4290 g, n 2200 g, d 3743 g; für Januar z 64, h 4425 g, n 2975 g, d 4098 g. Für Kaninchen entsprechend im Oktober z 12, h 1650 g, n 1000 g, d 1478 g; im November z 36, h 1975 g, n 1025 g, d 1585 g; im Dezember z 17, h 1605 g, n 1235 g, d 1484 g; im Januar z 34, h 1850 g, n 1260 g, d 1538 g. Wie man sieht, steigen die Gewichtszahlen im Laufe des Winters an, d. h. die Tiere werden schwerer.

Als wesentlichen Einwand gegen die Richtigkeit und Brauchbarkeit dieser Zahlen, vor allen Dingen der Durchschnittsgewichte, könnte die Tatsache angeführt werden, daß es sich bei den Tieren im Beginn der Saison in der Hauptsache um noch nicht ausgewachsene Tiere handelt. Die Zunahme der Körpergewichte im Laufe des Winters wäre also keine in unserem Sinne echte, d. h. saisonbedingte von ausgewachsenen Tieren, sondern eine physiologisch wachstumsbedingte von Jungtieren. Es ist zuzugeben, daß eine exakte Ausmerzung dieses Fehlers nicht möglich war, da es keine genauen Merkmale für eine Altersbestimmung an Hasen und Wildkaninchen gibt. Es wurde der Fehler kleinzuhalten

versucht, indem 1. Tiere mit augenscheinlich niedrigem Gewicht von vornherein ausgeschieden wurden und 2. auch solche nicht in Frage kamen, deren leichte Einreißbarkeit der Löffel für eine zu große Jugend sprach. Trotzdem sind noch immer einige Exemplare unter 3000 g dazwischen. Daß bei diesem Vorgehen die größten Fehler, die zu sehr täuschen und das Ergebnis hätten entscheidend färben können, ausgeschaltet wurden, beweist noch der folgende Vergleich. Nach MÜLLER-USINGS' Schätzungen setzt sich der Anteil einer Hasenstrecke aus 75—80% Jung- und 25—20% Alttieren zusammen. Wenn wegen „der zu vermutenden größeren Erfahrung und Flüchtigkeit älterer Tiere“ (MÜLLER-USING) hauptsächlich Junghasen, d. h. noch nicht einjährige Tiere zur Strecke kommen, so muß man annehmen, daß gerade in den späteren Monaten diese Tiere weniger anfallen, da sie ja bereits im Anfang dezimiert sein dürften. Die Zahlen aus Tabelle I können aber keinerlei Gesetzmäßigkeit beanspruchen.

Tabelle 1. *Gewichtsverhältnisse.*

Monat	Hasen	Gewichte		
		unter 3000 g	bis 3500 g	über 4098 g
Oktober	54	6 (11%)	16 (30%)	1 (2%)
November	76	2 (3%)	23 (30%)	11 (4%)
Dezember	163	6 (4%)	68 (41%)	15 (9%)
Januar	64	1 (2%)	12 (19%)	9 (14%)

Man muß annehmen, daß bei normalem Wachstum Tiere aus der 3. Rubrik in die 4. und aus der 4. in die 5. aufrücken. Die Zahlen zeigen aber deutlich, daß nicht sehr viele Tiere diesen Prozeß durchmachen, d. h. also, daß das physiologische Wachstum kaum sehr erheblich gewesen sein kann. Man muß weiter annehmen, daß das Wachstum nicht sprunghaft vorstatten geht, sondern nur die Tiere aus der 4. Rubrik in die letzte aufrücken, die schon als Alttiere gelten können. Denn Klima und Nahrungsverhältnisse sind im Winter kaum so günstig, daß sie sommerliches Wachstum gestatten würden. Betrachten wir das Problem von der anderen Seite aus, von den Alttieren her gesehen. Man wird nicht umhin können, die Tiere mit Höchstgewicht als Alttiere anzusehen. Vergleicht man also die Spitzengewichte der einzelnen Monate, so ergibt sich auch hier eine eindeutige Gewichtszunahme, und zwar von 4012 g auf 4425 g. Weiter sehen wir, daß das Durchschnittsgewicht des Januar das Höchstgewicht des Oktober übersteigt. Auch dieser Befund spricht für unsere Annahme einer echten Gewichtssteigerung während des Winters. Andererseits wäre wohl kaum zu verstehen, wenn bei winterlicher Nahrungsverminderung und angeblich gesteigerter Schilddrüsentätigkeit (Aktivierung durch Kälte) noch vermehrtes Körperwachstum und Gewichtszunahme eintreten würde.

Vermindertes Nahrungsangebot verträgt sich in unserer Vorstellung kaum mit gesteigerten Oxydationen und gleichzeitigem Körperwachstum und Gewichtszunahme. Diese Kritik der Zahlen am „Modell“ des Hasen gilt in analoger Weise auch für die Kaninchen. Sie erschien notwendig wegen der grundsätzlichen Bedeutung des Resultates der Gewichtszunahme der untersuchten Species während des Winters. Nach diesen Ausführungen kann es kaum begründete Zweifel geben an der Rechtmäßigkeit der Auffassung, daß die Gewichtszunahme von Hasen und Wildkaninchen während des Winters eine saisonmäßig bedingte ist, die sowohl bei Jung- wie Altieren gleichermaßen statt hat. Die Beweisführung kann nach der Natur der verwickelten biologischen Dinge keine exakt mathematische sein, ist aber in so hohem Maß wahrscheinlich, daß sie als bindend angesehen werden kann.

XI. Auswertung der Befunde.

Wiederholen wir kurz die Ergebnisse unserer Untersuchungen. Es hat sich gezeigt, daß es keine Winterschilddrüse bei Hasen und Wildkaninchen im Sinne einer vermehrten Aktivierung gibt. Wir sahen im Gegenteil, daß die Aktivierungsrate mit zunehmendem Winter abnimmt. Die Kurve der sinkenden Aktivierungsrate kann man in Parallelle setzen mit der für die Durchschnittstemperatur; die ebenfalls fällt. Gegenüber diesen fallenden Kurven ist ganz eindeutig festzuhalten, daß die Gewichtskurven sowohl der Höchst- als auch Durchschnittsgewichte für die gleiche Berichtszeit steigen.

Nach den bisherigen Anschauungen über den Zustand der Winterschilddrüse und der Funktion der Schilddrüse überhaupt vertragen sich diese Resultate nicht miteinander. Allein die Widersprüche sind nur scheinbarer Natur. Gehen wir von den histologischen Befunden aus. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß die Schilddrüse sich im Laufe des Winters zunehmend ruhiger stellt, weniger aktiv wird. Wir fassen dies als eine Sparmaßnahme des Organismus auf, der sich dem erheblich verschmälerten Nahrungsangebot in der Natur anpaßt. Würde die Schilddrüse sich bei dem herabgesetzten Nahrungsangebot noch aktivieren, so wäre eine langsame aber sichere Erschöpfung unausbleiblich. Die Natur würde sich selbst vernichten.

Man muß anerkennen, daß die Schilddrüse oxydationsregulierende Funktionen hat. Die klinischen und experimentellen Befunde lassen hierüber gar keinen Zweifel. Die Frage ist eben, inwieweit Oxydationen ohne Mithilfe der Schilddrüse automatisch (oder kompensatorisch ?) im Organismus vor sich gehen können. Umgekehrt ist natürlich zu erwägen, ob die Oxydationsregulierung so geringe Schilddrüsenanforderungen stellt, daß dies sich histologisch nicht bemerkbar machen würde. Das ist eben deshalb unwahrscheinlich, weil das histo-morphologische Bild

keineswegs gleichbleibt, sich vielmehr eindeutig in Richtung vermehrter Ruhe umwandelt.

Wie man hinter die Ausschließlichkeit der Oxydationsregulierung durch die Schilddrüse ein Fragezeichen setzen muß, so ist nach diesen Untersuchungen kaum ein Zweifel berechtigt, ob die Oxydationen allein verantwortlich sind für die Aufrechterhaltung der Körperwärme den schwankenden Außentemperaturen gegenüber. Gewiß stammt die Körperwärme aus der Verbrennung. Würden aber im Winter lediglich die Oxydationen als Mittel zur Temperaturkonstanz herangezogen, so müßten diese wohl erheblich gesteigert werden, d. h. es wäre ein vermehrter Energieverbrauch da. Die exogene Energiequelle, die Nahrung würde zweifellos hierzu nicht ausreichend sein. Die endogenen Energiequellen, die Körperdepots, müßten also in Anspruch genommen werden. Das aber würde eine Gewichtsabnahme bedeuten, die in fortschreitendem Maße die Widerstandskraft schwächen würde. Unsere Befunde weisen eindeutig keine Gewichtsabnahme, sondern eine Zunahme auf. Diese Gewichtszunahme ist ein wichtiges Beweisstück dafür, daß das Schilddrüsenbild histo-morphologisch richtig gelesen und beurteilt wurde.

Das histo-morphologische und das funktionelle Verhalten der Tiere decken sich durchaus. Die Schilddrüse stellt sich ruhig bzw. wird immer inaktiver und das Körpergewicht nimmt zu. Damit ist die Frage der Konstanz der Körperwärme gegenüber der sinkenden Außentemperatur noch offen. Zwei Dinge sind es, die hier unterstützend eingreifen. Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Wild für den Winter ein anderes Kleid anlegt, einen dickeren Pelz. Das ist jedem geläufig und braucht nicht weiter erörtert zu werden. Darauf beruht die verschiedene Bewertung durch den Pelzhandel, der der besseren Qualität wegen sich vorzüglich des Winterpelzes annimmt. Ein anderer Befund aber ist nicht so bekannt und wir kamen erst darauf, als wir regelmäßig von Woche zu Woche je ein Stück Wild abzogen. Es zeigte sich, daß Hase wie Wildkaninchen erst im Laufe des Winters ein Fettpolster entwickeln. Wir betonen im Laufe des Winters, also bei Beginn der Kälte, nicht vorher. Das Fettpolster befand sich vorzüglich subcutan am Rücken und vor allen Dingen im Lager der Nieren, die ganz eingebettet werden können. Diese Befunde geben zu denken.

Es überrascht zunächst der Zeitpunkt der Anlegung der Fettpolster. Verständlicher will uns das Verhalten anderer Tiere, z. B. des Dachses erscheinen, der vor dem Winter sich ein Fettpolster anfrißt, um dann im Winterschlaf davon zu zehren. Die Anlage des Fettpolsters bei einsetzendem Kaltwetter kann aber nur den Sinn haben, sich auf diese Weise vor der Kälte zu schützen. Es handelt sich um dieselbe Zweck-einrichtung wie die Anlage des Winterpelzes. Winterpelz und Fettpolster sind gegenseitig sich ergänzende und unterstützende Maßnahmen,

die der Wärmeretention und Isolierung dienen. Wir glauben daher nicht, daß die Aufrechterhaltung der Körperwärme eine Funktion gesteigerter Schilddrüsentätigkeit und, in Abhängigkeit davon, gesteigerter Oxydationen darstellt. Das wäre zu verschwenderisch und würde wie schon oben dargelegt, den eigenen Bestand gefährden. Die *Konstanz der Körperwärme im Winter* ist also im wesentlichen *keine Leistung vermehrter endokriner und Stoffwechselvorgänge, sondern Folge ökonomischer Schutzeinrichtungen*, der Anlage des Winterpelzes und der Fettpolster. Die Wärmekonstanz ist keine Oxydations- sondern eine Isolationsfolge.

Bei Berücksichtigung aller Untersuchungsbefunde kommt man zwangsläufig zu diesem Ergebnis. Es muß allerdings hervorgehoben werden, daß die Resultate nicht verallgemeinert werden können und nur in regional bedingtem Rahmen für Hasen und Wildkaninchen Anspruch auf Richtigkeit haben können. Es kann nichts darüber ausgesagt werden, wie in anderen Klimaten, d. h. bei anderen Vegetationsverhältnissen und höheren bis zu extremen Kältegraden Schilddrüsen und Tiere sich verhalten werden.

Einem Gedanken soll jedoch noch Raum gegeben werden. Wir sahen, daß die Schilddrüsen im Winter inaktiver werden. Wir haben uns daran gewöhnen müssen, nicht zuletzt infolge der Erfahrungen mit Thyreostatica, daß das histologische Schilddrüsenbild nicht immer Ausdruck einer bestimmten Funktion zu sein braucht. Die Frage kann noch nicht als entschieden gelten, ob nun sämtliche Funktionen nach entsprechenden Thiouracilgaben ruhen und nun nichts mehr in der Schilddrüse vor sich geht. Wir wissen, daß die Thyroxinsynthese blockiert ist. Ist das aber wirklich die einzige Funktion der Schilddrüse? Die Morphologie gibt uns darüber keine weitere Auskunft mehr. Hier müssen wirksamere Untersuchungsmethoden angewandt werden. Unsere Befunde, die Anlage der Fettpolster bei einsetzender Kälte geben uns hinreichenden Verdacht von Verschiebungen in intermediären Stoffwechselvorgängen, an denen die Schilddrüse in irgendeiner Form beteiligt sein könnte. In diesem Zusammenhang sei auf das von BÜRGER erwähnte Thermotyrrin A und B hingewiesen.

XII. Nebenbefunde.

Bei der Durchuntersuchung der Präparate fanden sich häufig mit homogenen Massen gefüllte kleinere und größere Cysten. Diese waren meist am Rande des Organs entwickelt, reichten aber oft zwischen die Follikel. Diese Bildungen wurden zunächst für Kolloidkröpfe gehalten. An einigen dieser Cysten fiel auf, daß sie mit hohem Cylinderepithel ausgekleidet waren. Auch waren diese Cystenbildungen fast immer mit Epithelkörperchengebwebe anatomisch eng verbunden. Diese letzten beiden Befunde erregten den Verdacht, daß keine echten Kolloidaladenome

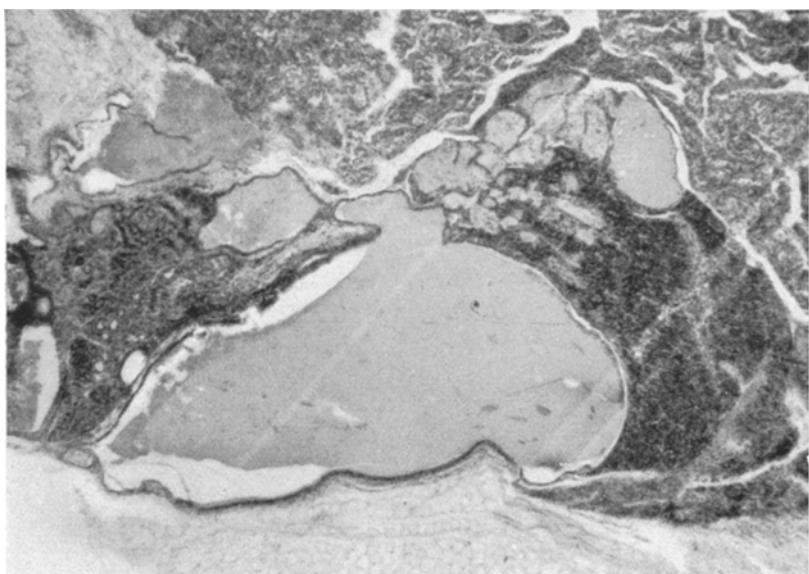


Abb. 12. Cystischer Ultimobranchialkörper. Angelagert an Schilddrüsenfollikel und Nebenschilddrüse.



Abb. 13. Flimmerepithel in cystischem Ultimobranchialkörper (Vergr. von Abb. 12).

vorlagen, sondern entwicklungsgeschichtliche Überbleibsel (Abb. 13). WATZKA bestätigte diesen Verdacht und wies auf seine Untersuchungen an zahlreichen Species von Fischen über Säugetiere zum Menschen hin, bei denen diese Bildungen gefunden wurden. Es handelt sich nicht um Kolloidaladenome des Schilddrüsengewebes sondern um Reste des sog. Ultimobranchialkörpers. In den genannten Untersuchungen fehlen diesbezügliche Angaben von Hasen, was Veranlassung gab, diese Befunde besonders zu erwähnen. Das Vorkommen von klein- und großcystisch umgewandelten, teils von niedrigem, teils hochcylindrischem Epithel ausgekleideten Ultimobranchialkörperresten war bei Hasen sehr häufig, in 17% der Fälle. Bei Kaninchen waren diese Befunde nur in 10% der Fälle anzutreffen.

Zusammenfassung.

Untersuchungen an Winterhasen und -kaninchen ergaben eine zunehmende Inaktivierung ihrer Schilddrüsen bei sinkenden Außentemperaturen. Gewichtskontrollen zeigten im Laufe des Winters eine Gewichtszunahme, die keine wachstumsbedingte, sondern eine saisonbedingte ist. Die Konstanz der Körpertemperaturen erfolgt nicht durch Schilddrüsenaktivierung und Oxydationssteigerung, sondern durch verbesserte Isolationsmaßnahmen, Anlage des Winterpelzes und eines Fettpolsters. Es wird vermutet, daß die Schilddrüse an intermediären Stoffwechselverschiebungen Anteil hat. Im histologischen Bild fallen bei Hasen häufiger als bei Wildkaninchen cystisch umgewandelte Reste des Ultimobranchialkörpers auf.

Literatur.

EICKHOFF: Schilddrüse und Basedow. Stuttgart: Georg Thieme 1949. — Verh. dtsch. Ges. inn. Med. **57**, 74 (1951). — MÜLLER-USING: Grundlagen moderner Jagdwirtschaft. Hamburg-Blankenese: Krögers Verlagsanstalt 1949. — WATZKA: Z. mikrosk.-anat. Forsch. **36**, 67 (1934); **51**, 73 (1942). — Forschng u. Fortsch. **14** (1938).

Prof. Dr. med. W. EICKHOFF, Bethesda-Krankenhaus, Duisburg,
Pathologisches Institut.