

(Aus dem Zoologischen Institut der Jan-Kazimierz-Universität in Lwów.)

ÜBER DEN EINFLUSS DER SCHILDDRÜSENEXSTIRPATION AUF DIE ZAUNEIDECHSE.

(HEMMUNG DES HÄUTUNGSPROZESSES, VERÄNDERUNGEN IN DER
HAUT, IN DEN AUGEN UND IN DEN INNERSEKRETORISCHEN DRÜSEN,
WACHSTUMSHEMMUNG.)

Von

STEFAN DRZEWICKI,

Assistent des Zoolog. Institutes.

Mit 10 Textabbildungen.

(Eingegangen am 29. Juni 1928.)

Inhalt.	Seite
1. Einleitung	155
2. Material und Methoden	157
3. Auszug aus den Versuchsprotokollen	159
4. Morphologie der Häutung und Veränderungen in der Oberhaut schild- drüsenloser Eidechsen	166
5. Die Augenveränderungen und Wachstumshemmung	171
6. Die Veränderungen in der Nebenschilddrüse und in der Thymus	173
7. Zusammenfassung der Ergebnisse	174
8. Literaturverzeichnis	175

1. Einleitung.

Die Experimente von GUDERNATSCH, welcher durch Verfütterung von Schilddrüsensubstanz, die Metamorphose der Kaulquappen ganz bedeutend beschleunigte, brachten die Amphibienmetamorphose in Zusammenhang mit der Lehre von der inneren Sekretion. Man unterscheidet heute (HIRSCHLER, MAYERÓWNA, SLOWIKOWSKA u. a.) zwei verschiedene Zustände der Schilddrüse im Amphibienleben, einen untätigen Zustand vor der Metamorphose und einen tätigen, während und nach der Metamorphose.

HIRSCHLER hält es für wahrscheinlich, daß die innersekretorischen Drüsen für die Phylogenie der Wirbeltiere eine große Bedeutung gehabt haben und stellt sich dieselbe auf folgende Weise vor: Die landbewohnenden Wirbeltiere haben während ihrer Entwicklung aus wasserbewohnenden Formen wahrscheinlich ähnliche Umwandlungsprozesse in der Phylogenie durchgemacht wie es jetzt die Amphibien zur Zeit der Metamorphose durchmachen. Sie mußten sich an das Landleben

und das Verweilen in der Luftatmosphäre anpassen. Diese Anpassung beruht bei den Amphibien hauptsächlich auf der Umwandlung des Atmungsapparates und der Haut. Die Haut paßt sich den neuen Bedingungen an, indem die Teile, welche der äußeren Luft ausgesetzt sind, der Verhornung und Häutung anheimfallen. Nicht nur die metamorphosierten Amphibien, aber auch Reptilien, Vögel und Säuger besitzen ein verhorntes und periodisch sich ablösendes Hautepithel.

Wenn der ganze Metamorphoseprozeß, also auch die Umwandlung der Haut von der Tätigkeit der innersekretorischen Drüsen und von der Schilddrüsentätigkeit speziell abhängt, so hat auch die Schilddrüse in der Hautentwicklung höherer Wirbeltiere eine wichtige Rolle spielen müssen.

Diese Erwägungen sind der Ausgangspunkt für meine Experimente um festzustellen, ob der periodische Verhornungs- und Häutungsprozeß bei höheren Wirbeltieren von der Tätigkeit ihrer Schilddrüse abhängt.

Bevor ich aber zur Besprechung meiner Experimente übergehe, finde ich es nötig, einen Überblick auf die Erfahrungen anderer Autoren zu werfen, die sich mit der Physiologie des Häutungsprozesses befaßt haben. Die von RŮZIČKA an Tritonen ausgeführten Experimente zeigen, daß die hungernden Tiere sich öfter häuten, als die normal ernährten. Der Hunger spielt eine fördernde Rolle im Grundstoffwechsel und deswegen deutet der Autor die öftere Häutungserscheinung hungernder Tiere so, daß der Häutungsprozeß von der Intensität des Stoffwechsels abhängt. Die Häutung ist weiter nach diesem Autor eine Folgeerscheinung der Verhornung und die Verhornung ist ein morphologisch-metabolischer Prozeß, der im Plasma sich abspielt. SZRETTER bemerkt wieder bei hungernden Ringelnattern, bei denen er die Intensität des Stoffwechsels gemessen hat, eine beträchtliche Zunahme der Stickstoffausscheidung von der Zeit des Erbleichens der Bauchschuppen bis zum Moment des Hautabwerfens. Diese Tatsache zwingt ihn anzunehmen, daß zwischen der Häutung und dem Stoffwechsel eine Beziehung bestehen muß. Aus den Beobachtungen SZRETTERS erfahren wir weiter, daß der Verhornungs- und Häutungsprozeß kein kontinuierlicher ist, aber daß es Perioden gibt, in denen die Intensität des Stoffwechsels einer beträchtlichen Erhöhung unterliegt und daß diese Erscheinung mit den morphologischen Häutungsveränderungen zeitlich zusammenfällt. Beim metamorphosierenden Axolotl erzwingt HART häufige, ja wohl sich überstürzende Häutungsphasen durch Verfütterung von Schilddrüsen-substanz.

Es ist wohl bekannt, daß die Schilddrüse einen wesentlichen Einfluß auf den Gesamtstoffwechsel ausübt, auch der periodische Tätigkeitszustand derselben ist schon in manchen Fällen festgestellt worden, woraus zu schließen wäre, daß die periodisch erhöhte Tätigkeit der Schilddrüse auf die Häutung einen auslösenden Reiz ausübt.

Die Angaben von BIEDL und WEIL, die Experimente ASHERS und seiner Schüler sprechen für eine enge Beziehung zwischen dem Schilddrüsenzustande und der Stoffwechselintensität bei höheren Wirbeltieren. Gleiche Verhältnisse sind auch bei poikilothermen Tieren nachzuweisen. GAYDA hat bei Fröschen und bei Krötenlarven eine Herabsetzung der Stoffwechselintensität durch die Schilddrüsenexstirpation und eine Erhöhung derselben durch Schilddrüsenfütterung erzielt. Die Arbeiten von MAYERÓWNA und SŁOWIKOWSKA haben uns damit bekannt gemacht, daß die Schilddrüse während der Amphibienmetamorphose in Tätigkeit versetzt wird und sich vergrößert. In dieser Periode eben unterliegt die Stoffwechselintensität einer beträchtlichen Zunahme, deren der schnelle Umbau des Kaulquappenorganismus benötigt. Auf Grund des Kolloidzustandes unterscheidet SKŁOWER bei Fröschen eine Tätigkeitsperiode ihrer Schilddrüse im Sommer, welche mit einem intensiven Stoffwechsel zusammenfällt und eine untätige Winterperiode mit gleichzeitiger Herabsetzung der Stoffwechselintensität. Solche zyklische Schilddrüsenfunktion ist auch bei Säugern, die einen Winterschlaf durchmachen, von ADLER und SCHENK festgestellt worden.

Die Arbeiten von ZAWADOVSKY bringen zu dieser Frage neue und wertvolle Ergänzungen. Aus den letzten Untersuchungen folgt, daß nach einmaliger Zufuhr des Thyroxins eine Mauser bei Hühnern eintritt. Die Mauser der Vögel im Herbst stellt einen normalen Prozeß dar und beruht nach ZAWADOVSKYS Anschauung auf der Hypersekretion ihrer Schilddrüsen.

Die angeführten Beispiele erlauben uns anzunehmen, daß die periodische Häutungerscheinung bei höheren Wirbeltieren einem besonderen Tätigkeitszustande der Schilddrüse entsprechen muß, der durch periodische Stoffwechselerhöhung bei Ringelnattern (SZRETTER) festgestellt ist.

Wenn nun die Schilddrüse den Häutungsprozeß auslöst, so muß ihre Fortnahme und der dadurch veranlaßte Ausfall ihrer Tätigkeit, ein Ausbleiben der Häutungerscheinung zur Folge haben. Diese Voraussetzungen haben mich veranlaßt den Einfluß der Schilddrüsenexstirpation auf die Häutungerscheinung bei Eidechsen zu prüfen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. JAN HIRSCHLER, auf dessen Anregung diese Arbeit entstand, für die gütige Unterstützung und das meiner Arbeit stets bewiesene Interesse, meinen herzlichen Dank aussprechen zu dürfen.

2. Material und Methoden.

Zu meinen Untersuchungen habe ich Zauneidechsen (*Lacerta agilis* L.) verwendet, und zwar aus dem Grunde, weil bei ihnen der Häutungsprozeß periodisch auftritt und auf solche Weise vor sich geht, daß entweder die ganze verhornte Häutungsschicht auf einmal abgeworfen wird, oder stückweise in kurzer Zeit

sich ablöst, was die Beobachtung dieser Erscheinung erleichtert und auch deswegen, weil sich die Zaunidechsen in Gefangenschaft leicht züchten lassen. Zu jedem Experimente habe ich gut ernährte, gleichaltrige (gleicher Größe) Tiere ausgewählt, damit der Verlauf des Experimentes eindeutig ausfalle. Die Eidechsen wurden in mehreren hölzernen, mit Drahtnetzen und Glasfenstern versehenen Käfigen gezüchtet. Während der warmen Jahreszeit waren sie dem Sonnenlichte ausgesetzt, im Winter 1925/26 in einem auf 25—30° C erwärmten Terrarium gehalten. Ihre Nahrung bestand hauptsächlich aus rohem, in Stücke geschnittenem Rindfleisch und gekochten Hühnereiern, es wurde aber von Zeit zu Zeit für lebendiges Futter (Mehlkäfer, Heuschrecken, Fliegen) gesorgt. Jedes Terrarium enthielt eine Schale mit öfters gewechseltem Wasser. Es wurde auch mit Wasser bestrichen, um die nötige Grundfeuchtigkeit zu erhalten. Unter solchen Bedingungen gediehen die normalen Tiere ganz gut, sie häuteten sich 3—5mal während der warmen Jahreszeit (vom April bis Oktober).

Um den Einfluß der Schilddrüse auf den Häutungsprozeß zu untersuchen, wurde bei einem Teile der Tiere die Schilddrüse exstirpiert. Die Methode der Operation war folgende: Nach einer Narkotisierung der Eidechse mit Äther waren zwei Schnitte in der Halsgegend ausgeführt, die rechtwinklig zueinander verliefen, der eine längs der Halsfalte (Collare), der andere in oraler Richtung, in der Mittellinie. Dann wurden die Muskeln (*M. mylohyoidei* et *sternohyoidei*) durchgeschnitten und der Lymphraum neben der Trachea eröffnet, in dem die Schilddrüse, in einem zarten, bindegewebigen Sack verborgen liegt. Sie ist ein unpaariges Organ von dreieckiger Gestalt, das mit seinen zwei längsgezogenen Endteilen vermittels feiner Bindegewebsleisten auf der Schlundwand haftet. Eine verhältnismäßig große Arterie (*A. thyroidea*) mündet in die Schilddrüse in der ventral-caudalen Gegend auf der Verwachsungslinie zweier symmetrischer Lappen. Nach Freilegung und Fortnahme des Organs wurde die Haut zusammengenäht, die Nahtlinien wurden von außen mit einer warmen Mischung von Vasoline und Wachs bestrichen. Die operierten Tiere blieben 3—4 Tage in einem Kühlräume, dann kehrten sie in das Terrarium zurück. Einige Tiere gingen kurze Zeit nach der Operation infolge der Durchschneidung größerer Halsgefäße und infolge Narkoseschädigung zugrunde.

Im ersten Experimente habe ich zur Kontrolle die Eidechse „1 b.“ auf solche Weise operiert, daß nur die der Schilddrüse zugehörigen Blutgefäße durchgeschnitten wurden, die Drüse aber auf seiner Stelle liegen geblieben ist. Im dritten Experimente wurde zur Kontrolle die Schilddrüse aus dem Körper der Eidechsen „1 h.“ und „2 h.“ herausgenommen, in einer physiologischen Salzlösung in 3 Stücke zerteilt und dann in den Lymphraum neben der Trachea zurückgelegt.

Um die Wirkung der Schilddrüsenexstirpation auf den gesamten Stoffwechsel zu prüfen, habe ich im dritten Experimente alle Tiere jeden zweiten Tag gewogen. 1. Diagramm zeigt die Gewichtsverhältnisse bei den drei verschiedenen Serien des Experimentes, indem jede Kurve dem mittleren Gewichte einer Serie entspricht. Dabei muß bemerkt werden, daß der mittlere Wert der Gewichtsschwankungen einer Serie, den Gewichtsschwankungen einzelner Tiere entspricht und deswegen einen richtigen Verlauf der GewichtsZu- und Abnahme bei den beobachteten Eidechsen darstellt.

Im Juli 1926 wurde der Rest der operierten Tiere und die Kontrolle getötet und zu histologischen Untersuchungen in Sublimat oder Formalin konserviert, in 5%iger Salpetersäure entkalkt, in Paraffin eingebettet und in 5—10 μ dicke Schnitte zerlegt. Gefärbt wurde mit Hämalaun oder Eisenhämatoxylin, manchmal mit Safranin.

3. Auszug aus den Versuchsprotokollen.

1. Experiment. Zu diesem Versuche wurden ausgewachsene, im Juni 1924 gesammelte Zauneidechsen verwendet und nach der oben beschriebenen Operationsmethode operiert. Als Kontrolle dienten die unoperierten Tiere und eine operierte Kontrolle. Alle Tiere waren auf gleiche Weise gezüchtet, und zwar erhielten sie vom Juni bis 30. September 1924 Insekten und rohes Fleisch zu fressen und wurden vom 30. September bis 20. Februar 1925 in einem ungeheizten Zimmer gehalten. Vom 20. Februar bis 16. Oktober waren sie dem Sonnenlichte ausgesetzt und in dieser Zeit wurden sie mit Rindfleisch und Hühneriern, manchmal auch (vom 20. Juli bis 2. August und vom 4. September bis 2. Oktober) mit Heuschrecken im Überschuß ernährt. Den 16. Oktober wurden sie in ein erwärmtes Terrarium gebracht, wo sie bis zum 22. März 1926 geblieben sind und in dieser Zeit mit Rindfleisch und Eiern gefüttert wurden. Vom 22. März bis Juli 1926 in der Zimmertemperatur, auf dem Sonnenlichte gehalten und mit Rindfleisch und Hühneriern, seltener mit Insekten gefüttert. Die Häutungsdaten dieser Eidechsen sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1. 1. Experiment: Die Häutungsdaten. (Das Zeichen × bedeutet das Ende der Beobachtung beim entsprechenden Tiere.)

Unoperierte Kontrolle	Operierte Kontrolle	Schilddrüsen- lose Eidechsen	Tag der Operation	März 1925	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar 1926	Februar	März	April	Mai	Juni	
1 a				11.		27.	24.	25.	×											
2 a				12.		15.	24.		3.		30.					12.				
	1 b		6. IX. 1924	1.	×															
		1 c	4. VII. 1924			23.					20.				11.				15.	11.
		2 c	6. IX. 1924			14.					31.	20.	×							

Die schilddrüsenlosen Eidechsen:

Eidechse 1c.: Bei diesem Tiere wurde die Schilddrüse am 4. Juli 1924 exstipiert. Vor dem Winterschlaf trat keine Häutung ein, das Aussehen blieb normal. Im Frühling 1925 bemerkte man folgende Veränderungen: Die Haut hatte ihre Elastizität und den Glanz verloren, sie wurde rau und faltig. Man beobachtete häufige Tränenausscheidung, die Augenspalte verengerte sich und die Hornhaut überzog sich mit einer undurchsichtigen Membran, durch die das Tier erblindete. Am 23. Mai erfolgte die Häutung. Die neue Oberhaut sah glatt und glänzend aus. Mit dem Abwerfen der Hornhautdecke kehrte die Sehkraft zurück. Die Tränenausscheidung verringerte sich. Nach einer gewissen Zeit wiederholte sich der anormale Zustand. Am 4. Oktober wurde festgestellt, daß die Eidechse

wieder das Augenlicht verloren hatte. Das Futter fand sie infolge ihres Geruchsinnes. Am 19. Oktober erfolgte eine sehr intensive Tränenabscheidung. Am 20. Oktober fand wiederum die Häutung statt. Gleichzeitig öffneten sich die Augenlider und die Eidechse gewann die Sehkraft wieder. Die Haut wurde glänzender und elastischer. Dieselben pathologischen Veränderungen wiederholten sich nochmals, das Tier verlor das Augenlicht, um am 11. Februar 1926 nach der Häutung wieder den normalen Zustand zu erreichen. Am 22. März waren die Augen voll von Tränen und die Augenlider zusammengezogen (Abb. 2). Am 15. Mai, nach der Häutung, öffneten sich die Augenlider, die Augen wurden wieder klar, die Haut erschien glatt und glänzend. Seit dieser Zeit verbesserte sich der Zustand des Tieres immer mehr, nur die Augenspalten blieben noch immer ziemlich eng und man bemerkte die Tränenabscheidung. Am 11. Juni erfolgte abermals die Häutung, nach welcher das Tier ganz normales Aussehen erlangte und so bis zum 26. Juli 1926 ausharrte. An diesem Tage wurde die Eidechse getötet und konserviert.

Die histologischen Untersuchungen ergaben folgende Resultate: Die Eidechse besaß einen Rest der Schilddrüse in Form von 4 großen Follikeln, die mit Kolloid erfüllt waren. Daneben befand sich eine Menge des Drüsenepithels in Form von Nestern zwischen den Follikeln verteilt. Weder in der Ausbildung der Haut, noch in den Augen bemerkte ich irgendwelche Abnormitäten. Die Eidechse befand sich im Momente der Tötung kurz vor der Häutung. Auf den Querschnitten durch die Oberhaut (Abb. 3) sieht man deswegen zwei Häutungsschichten, von denen sich die ältere stellenweise schon ablöst, während die jüngere, normal ausgebildete, ihren Platz einnimmt.

Die Eidechse 2 c.: Bei diesem Tiere wurde am 6. September 1924 die Schilddrüse exstirpiert. Am 14. Mai 1925 häutete sich die Eidechse zum ersten Male nach dem Winterschlaf. Vor der Häutung war die Haut rau und faltig, nach der Häutung sah sie normal aus. Zwischen Mai und Oktober 1925 beobachtete man in der Haut dieser Eidechse ähnliche Veränderungen, wie bei der Eidechse 1 c. Am 31. Oktober erfolgte die Häutung, welche das normale Aussehen herbeiführte. Nachher wurde die Eidechse getötet und konserviert. Der auf Schnittpräparaten gefundene Rest der Schilddrüse bestand aus einer Mehrzahl von Follikeln, die mit Kolloid gefüllt waren.

Außerdem habe ich die Hemmung des Häutungsprozesses und ähnliche den oben beschriebenen Veränderungen in der Haut bei 4 anderen Eidechsen beobachtet, denen im Sommer 1924 die Schilddrüse exstirpiert wurde und die im Winter 1924 zugrunde gingen. Bei einer von ihnen, die während der Hautablösung operiert wurde, sistierte der Häutungsprozeß gänzlich.

2. Experiment. Zu diesem Experimente waren ganz junge, im Som-

mer 1924 geborene Zauneidechsen ausgewählt. Neben den schilddrüsenlosen Tieren wurde doppelte Kontrolle geführt, und zwar verwendete man unoperierte Eidechsen und solche, denen man die Bauchhöhle öffnete und nachher wieder zusammennähte, zwischen den letzten befand sich eine kastrierte Eidechse. Alle waren vom Anfang bis zum 2. Dezember mit Insekten und rohem Fleisch gefüttert. Vom 2. Dezember bis 20. Februar 1925 blieben sie in einem ungeheizten Zimmer. Vom 20. Februar bis zum Ende des Experimentes waren sie in Zimmertemperatur, auf dem Sonnenlichte gehalten und bekamen Insekten und rohes Fleisch als Futter. Die Häutungsdaten dieser Eidechsen sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2. 2. Experiment: Die Häutungsdaten.

Unoperierte Kontrolle	Operierte Kontrolle	Schilddrüsenlose Eidechsen	Tag der Operation	Februar 1925	März	April	Mai	Juni	Juli	August	
1 f	1 d		10. IX. 1924	26.		1.	9.	×			
	2 d		26. X. 1924			13.	11.	19.	3.	×	
	3 d		26. X. 1924			27.		9. 31.		×	
	4 d		26. X. 1924				1.	10.		6.	×
		1 e		7. IX. 1924		8.		2.	21.		×
		2 e		7. IX. 1924			×				
		3 e		13. X. 1924			×				
		4 e		13. X. 1924				24.	×		
		5 e		13. X. 1924					×		

Die schilddrüsenlosen Eidechsen:

Die Eidechse 1 e: Am 7. September 1924 wurde sie eines großen Teiles der Schilddrüse beraubt. Das Tier häutete sich am 8. März, 2. Mai und 21. Juni 1925. Am 23. Juli sah es sehr mager aus und wurde am 4. September in einem fortgeschrittenen kachektischen Zustande getötet. Auf den Paraffinschnitten sah man Schilddrüsenreste, die auf zwei Stellen geblieben waren. Das Schilddrüsenewebe zeigte (bei den Muskeln) Degenerationserscheinungen, die sich in einem sehr niedrigen Epithel und pyknotischen Kernen äußerte. Die Nebenschilddrüse (der postbranchiale Körper) enthielt mit Kolloid ausgefüllte Epithelbläschen. In der Thymusdrüse waren große, mit einer Flüssigkeit erfüllte Cysten sichtbar. Die Flüssigkeit tingierte sich mit sauren Farbstoffen.

Die Eidechse 2 e: Bei diesem Tier erfolgte am 7. September die Fortnahme der Schilddrüse. Am 11. März 1925 fand eine stellenweise sichtbare Ablösung des Hautepithels statt. In diesem Zustande verharrte die Eidechse bis zum 21. April. Am 22. April wurde sie getötet und konserviert. Auf den Serienschnitten aus der Halsgegend fand man einen kleinen Rest der Schilddrüse in Form von 3 unregelmäßig ausgebildeten, mit

Kolloid ausgefüllten Bläschen. Die Nebenschilddrüse enthielt große, mit Kolloid erfüllte, epitheliale Follikel.

Die Eidechse 3 e: Am 13. Oktober wurde die Schilddrüse exstirpiert. Am 8. April ist das Tier eingegangen. In der Fixierungsflüssigkeit löste sich das Hautepithel ab. Auf den Paraffinschnitten fand ich keine Schilddrüsenreste. Die Nebenschilddrüse enthielt kein Kolloid.

Die Eidechse 4 e: Am 13. Oktober 1924 wurde fast die ganze Schilddrüse entfernt. Am 11. März sah das Tier normal aus. Im April bemerkte ich Tränenabsonderung, später entstand eine weißliche Membran, welche die Hornhaut überdeckte und die Erblindung der Eidechse verursachte. Die Haut verlor den Glanz und wurde faltig. Am 24. Mai nach der Häutung gewann sie das normale Aussehen und die Sehkraft kehrte wieder.

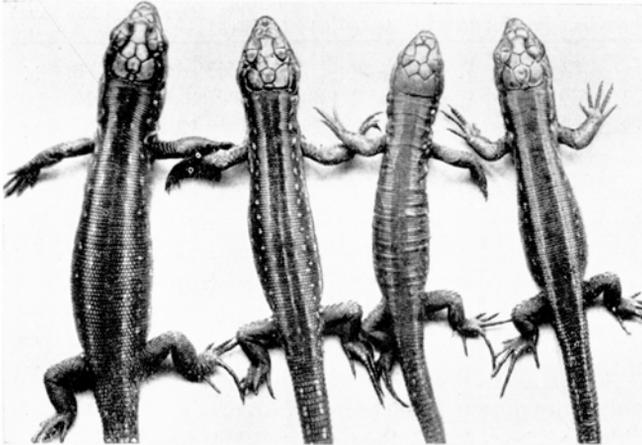


Abb. 1. Von links nach rechts: Eidechsen 3 d, 1 f, 5 e und 4 e. Natürliche Größe.

Auf den Serienschritten fanden sich Reste des Schilddrüsenwes. Die Nebenschilddrüse enthielt mit Kolloid ausgefüllte, große Epithelfollikel.

Die Eidechse 5 e: Am 13. Oktober 1924 fand die Exstirpation der ganzen Schilddrüse statt. Am 11. März, nach dem Winterschlaf sah das Tier noch normal aus. Erst im April 1925 erschienen sämtliche oben beschriebene Ausfallserscheinungen wie die Rauigkeit und Faltung der Haut, Tränenabsonderung, undurchsichtige Membran auf der Hornhaut. Am 29. Mai wurde diese Eidechse mit den Eidechsen 4 e, 1 f und 3 d zusammen fotografiert (Abb. 1) und dann getötet und konserviert. Die histologischen Untersuchungen bestätigten das gänzliche Fehlen der Schilddrüse. Der postbranchiale Körper enthielt epitheliale, mit Kolloid ausgefüllte Follikel (Abb. 9). In der Haut war eine beträchtliche Verdickung der lockeren Hornschicht sichtbar. Auf der Hornhaut sah man mehrschichtige Ablagerung des verhornten Epithels und die Wucherung des lebendigen Conjunctivalepithels.

3. Experiment. Ausgewachsene Weibchen von *Lacerta agilis*. Man teilte die Tiere in drei Serien, von denen eine die unoperierte Kontrolle darstellte, die zweite operierte Kontrolle, die dritte die schilddrüsenlosen Tiere enthielt. Alle Tiere waren auf gleiche Weise gezüchtet, und zwar waren sie vom 20. Juli 1925 bis 2. August und vom 4. September bis 2. Oktober 1925 mit Heuschrecken (im Überschuß) gefüttert und in der Zwischenzeit bekamen sie Rindfleisch und Hühnereier. Vom 16. Oktober bis 22. März 1926 blieben sie im geheizten Terrarium, vom 22. März bis Juli 1926 in der Zimmertemperatur, auf dem Sonnenlichte, die ganze Zeit mit rohem Rindfleisch und gekochten Hühnereiern, seltener mit lebendigem Futter ernährt. Vom 17. Juli bis 8. November 1925 wurden sie jeden zweiten Tag gewogen. Später fand die Wägung in größeren Zeitabständen statt. Die Häutungsdaten sind auf der Tabelle 3 veranschaulicht.

Tabelle 3. 3. Experiment: Die Häutungsdaten.

Unoperierte Kontrolle	Operierte Kontrolle	Schilddrüsenlose Eidechsen	Tag der Operation	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1926	1926	1926	1926	1926
				Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai
1 g				24.	10.									
2 g				14.	8.						10.	20.		1. ×
3 g				18.	12.							10.		1. ×
	1 h		15. VII. 1925	27.	16.		22.			×				10. ×
	2 h		15. VII. 1925	27.			21.	30.			12.	22.		1. ×
		1 i	15. VII. 1925	25.									×	
		2 i	17. VII. 1925	27.										×
		3 i	17. VII. 1925							×				×

Die operierte Kontrolle:

Eidechse 1 h: Am 15. Juli 1925 erfolgte gänzliche Exstirpation der Schilddrüse und Reimplantation derselben. Am 17. Juli 1925 wog das Tier 10,5 g, am 3. März 1926 14,5 g. Am 26. Juli 1926 wurde es getötet und konserviert. Auf den Paraffinschnitten waren große Komplexe des implantierten, gut erhaltenen Schilddrüsenorgans sichtbar. Das Drüsenepithel war ziemlich hoch, die Zellenkerne hell, die Bläschen mit Kolloid ausgefüllt. Die Nebenschilddrüse enthielt auch große, mit Kolloid ausgefüllte Epithelbläschen.

Eidechse 2 h: Am 15. Juli 1925 wurde die ganze Schilddrüse exstirpiert und sofort zurückimplantiert. Am 17. Juli 1925 wog das Tier 15,5 g, am 3. März 1926 17 g. Am 25. Juni 1926 ist es eingegangen und wurde in Formalin konserviert. Die histologischen Untersuchungen erwiesen die Anwesenheit großer Komplexe des implantierten und gut erhaltenen Schilddrüsenorgans.

Die schilddrüsenlosen Eidechsen:

Der Eidechse 1 i wurde am 15. Juli 1925 die ganze Schilddrüse extirpiert. Am 17. Juli wog das Tier 16 g. Am 25. Juli wurde eine normale Häutung beobachtet. Im Oktober begann häufige Tränenabscheidung, die Hornhaut überzog sich mit einer undurchsichtigen Membran. Am 12. Oktober war die Tränenabscheidung intensiver und am 20. Oktober trat die Blindheit ein. Doch trotz der Blindheit nahm das Tier selbst Nahrung auf. Mit der Zeit wurde die weißliche Membran, welche die Hornhaut überzog, immer dicker und trockener. Die Augen wurden in die Augenhöhlen tief eingezogen und von den Lidern überdeckt. Die Haut erschien rau und faltig. Am 3. März 1926 wog die Eidechse 11,5 g. Am 21. April ist sie eingegangen und wurde in Formalin konserviert. Die histologischen Untersuchungen bestätigten das gänzliche Fehlen der Schilddrüse. Die Nebenschilddrüse besaß mit Kolloid erfüllte Epithelbläschen. In der Thymusdrüse befanden sich große Cysten, die eine mit dem Plasmafärbstoff tingierbare Flüssigkeit enthielten.



Abb. 2. Links Eidechse 2 i, rechts 1 c. Photographiert den 23. April 1926. Etwas verkleinert.

Die lockere Hornschicht in der Oberhaut hatte an Umfang bedeutend zugenommen. Auf der Hornhaut waren mehrschichtige Ablagerungen des verhornten Conjunctivalepithels zu finden, auch die Zahl der lebendigen Epithelschichten in der Hornhaut hatte sich beträchtlich vermehrt.

Eidechse 2 i: Am 17. Juli 1925 wurde sie der ganzen Schilddrüse beraubt. An demselben Tage wog sie 12,5 g. Am 27. Juli häutete sie sich normal. Am 2. Dezember trat Tränenabscheidung auf. Die Haut wurde rau und faltig (Abb. 2). Die Hornhaut überdeckte sich mit einer undurchsichtigen Membran, die später austrocknete. Die Augen wurden tief eingezogen und von den Augenlidern überdeckt. Das Tier erblindete gänzlich. Am 3. März 1926 hatte es ein Gewicht von 10,5 g. Am 14. Juni wurde das Auge dieser Eidechse photographiert (Abb. 6) und das Tier selbst wurde getötet und konserviert. Auf den Schnittserien fanden sich keine Reste von dem Schilddrüsenewebe. Die Haut wurde dicker wegen eines übermäßigen Zuwachses der lockeren Hornschicht (Abb. 5). Die Hornhaut hatte an Schichtenzahl zugenommen und war mit mehrschichtigem verhornten Epithel überdeckt (Abb. 7).

Eidechse 3 i: Am 17. Juli 1925 wurde ein großer Teil der Schilddrüse

exstirpiert. An demselben Tage wog die Eidechse 11 g. Es war nach der Operation eine Verdickung und Rauigkeit der Haut zu bemerken, sonst fehlten andere Ausfallserscheinungen. Am 8. November wog sie 10,5 g. Am 10. Januar 1926 ist sie zugrunde gegangen. Die histologischen Untersuchungen bestätigten die Anwesenheit eines im Körper der Eidechse zurückgebliebenen Teiles der Schilddrüse. Die lockere Hornschicht in der Haut zeichnete sich durch einen beträchtlichen Zuwachs aus.

Die angeführten Experimente zeigen, daß von 10 Eidechsen, denen die Schilddrüse gänzlich oder teilweise exstirpiert wurde, 9 eine Hemmung des Häutungsprozesses erfahren haben. Bei 4 Eidechsen unterlag dieser Prozeß einer vollständigen Hemmung, 3 von ihnen (5 e, 1 i, 2 i) fehlte die Schilddrüse gänzlich, die 4. (3 i) besaß einen kleinen Rest dieses Organs, der im Körper zurückgelassen war. Fünf andere Eidechsen, denen die Schilddrüse nur teilweise exstirpiert wurde, häuteten sich in größeren Zeitabständen, oder später (1 c, 2 c, 4 e) als die Kontrolltiere. Bei der Eidechse 2 e dauerte dieser Prozeß längere Zeit, die Eidechse 3 e ging während der Häutung zugrunde. Die zehnte Eidechse 1 e besaß zwei zurückgelassene Bruchteile der Drüse, was ihr den normalen Verlauf der Häutung ermöglichte.

Als weitere Ausfallserscheinung schilddrüsenloser Eidechsen war die Rauigkeit und das Faltigwerden ihrer Haut zu beobachten, was der aus der Literatur bekannten „Alteration“ der Haut entspricht. Die Hemmung der Häutung und Alteration der Haut kamen als die ersten und in manchen Fällen (bei der unvollständigen Exstirpationen der Schilddrüse) auch als die einzigen Ausfallserscheinungen nach der Thyreoektomie zum Vorschein.

Bei fünf Eidechsen (1 c, 4 e, 5 e, 1 i und 2 i) traten nach der Schilddrüsenexstirpation Augenveränderungen auf. Die Hornhaut wurde von mehrschichtigen verhornten Conjunctivalepithel überzogen. Eine reichliche Tränenabsonderung ging diesem Prozesse voraus. Die letztgenannten Erscheinungen verschwanden während der Häutung bei den Eidechsen 1 c und 4 e, welche einen Rest eigener Schilddrüse im Körper besaßen.

Im Verlaufe der Kurven, welche die Gewichtsverhältnisse bei den Eidechsen des 3. Experimentes veranschaulichen, sind zwei plötzliche Erhebungen wahrzunehmen, die erste ist gegen den 20. Juli durch den Futterwechsel, die zweite gegen den 16. Oktober durch das Übersiedeln der Eidechsen in ein erwärmtes Terrarium und die dadurch verursachte reichlichere Nahrungsaufnahme herbeigeführt.

Die schilddrüsenlosen Tiere (volle Linie) nehmen in den ersten 4 Monaten nach der Operation an Gewicht zu und erreichen den 14%igen Zuwachs des ursprünglichen Gewichtes. Dies beweist, daß im Stoffwechsel der Tiere die assimilatorischen Prozesse ein Übergewicht be-

kommen, die dissymilatorischen dagegen eine Hemmung erfahren. Das Maximum der Gewichtszunahme erreichen die Tiere im Oktober und gleichzeitig erscheinen bei der Eidechse I i die Augenveränderungen. Vom Anfang November verlieren die schilddrüsenlosen Tiere an Gewicht, im März erreicht der Verlust 26% des ursprünglichen Gewichtes. Zugleich erscheint eine weitschreitende Abmagerung und endlich gehen die Eidechsen durch Kachexie zugrunde.

Die operierten Kontrolltiere (durchbrochene Linie — · — · — · —) erreichen im Oktober das Maximum der Gewichtszunahme, d. h. den 30%igen Zuwachs des ursprünglichen Gewichtes. Es ist anzunehmen, daß

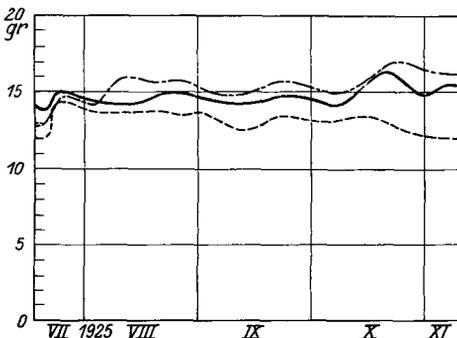


Diagramm 1. 3. Experiment: Gewichtsverhältnisse.
(Näheres im Text.)

ein so großer Zuwachs durch den angeregten Stoffwechsel veranlaßt wurde, worauf auch die mehrmaligen Häutungen dieser Tiere hinweisen.

Die unoperierten Kontrolltiere (punktierte Linie) zeichnen sich im Juli durch die größte, d. h. 20%ige Gewichtszunahme aus. Im Oktober gleicht sich das Gewicht der unoperierten Tiere mit ihrem Ursprungsgewicht aus.

4. Morphologie der Häutung und Veränderungen in der Oberhaut schilddrüsenloser Eidechsen.

Genauere Erfahrungen über die Strukturverhältnisse und Häutungsweise der Reptilienepidermis verdanken wir mehreren Autoren wie LEYDIG, KERBERT, MAURER, TÖLG, SCHMIDT und anderen, die sich damit besonders beschäftigt haben.

Man teilt die Epidermis der Reptilien in einige morphologisch und physiologisch differenzierte Schichten, welche, abgesehen von einzelnen Abweichungen in ihrer Ausbildung und Funktion, bei allen Reptilien zum Vorschein kommen.

Abb. 3 stellt einen Querschnitt durch die Rückenoberhaut der Eidechse I c dar. Die Eidechse befand sich eben im Häutungsstadium. Zur Bezeichnung der Oberhautschichten bediene ich mich der TÖLGSchen Terminologie, die von BATELLI stammt.

An der äußersten Begrenzung der Cutis findet man das basale Stratum germinativum der Oberhaut und oberhalb dieser Schicht eine zweite mit etwas abgeplatteten Zellenkernen. Beide Schichten bilden das Stratum profundum der Epidermis. Weiter nach außen liegt eine Schicht, die aus spindelförmigen Zellen gebildet ist, abgeplattete Zellenkerne

enthält und auf der Peripherie den Verhornungsprozeß aufweist. Es ist das Stratum intermedium, in welchem später die Ablösung der verhornten Oberhaut eintreten soll. Oberhalb dieser Schicht liegt das Stratum corneum relaxatum, aus verhornten übereinander liegenden Leisten zusammengesetzt. Die Leisten entstehen aus Reihen peripher verhornter Zellen, die stark abgeplattet sind und entweder keine oder nur stellenweise geschrumpfte Zellkerne enthalten. Die lockere Hornschicht unterscheidet sich sowohl in ihrem Bau als auch in bezug auf ihre chemischen Eigenschaften von dem darüber liegenden Stratum corneum compactum. Indem sich die erste intensiv mit sauren Farbstoffen färbt, nimmt das letzte diese Farbstoffe nicht auf. Im Gegenteil, die geschlossene Hornschicht färbt sich mit Eisenhämatoxylin und Safranin, die

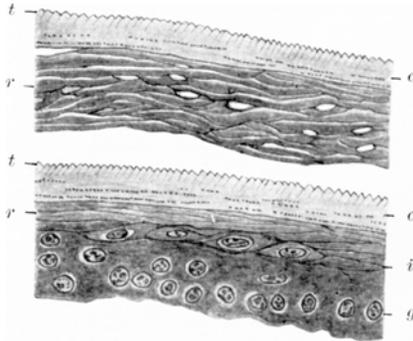


Abb. 3.

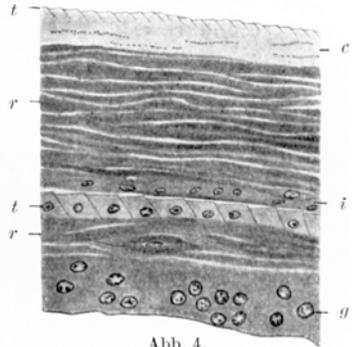


Abb. 4.

Abb. 3-5. Querschnitte durch die Rückenoberhaut. Vergrößerung 680 \times . Hämalaun und Thiazinrot. *g* stratum germanativum; *i* stratum intermedium; *r* stratum corneum relaxatum; *c* stratum corneum compactum; *t* stratum terminativum; *m* Melanophorenschicht. — Abb. 3. Eidechse 1 c im Häutungsstadium, zwei Epidermisgenerationen. Fix. in Sublimat. — Abb. 4. Eidechse 3 g, fünf Monate nach der letzten Häutung. Zwei Epidermisgenerationen. Fix. in Formalin.

lockere aber nicht. Das Stratum corneum compactum stellt eine fast homogene Schicht dar, in der man keine Zellkerne mehr findet. Die Oberhaut wird nach außen hin durch eine Schicht dachziegelartig sich übereinanderlegenden Scheibchen begrenzt, die auf dem Querschnitte eine sägeförmige Gestalt der Hautoberfläche verursachen. Die Scheibchen endigen mit ihren basalen Teilen in der geschlossenen Hornschicht. Sie sind verhornte und in der Horizontalachse gedrängte Zellen, deren Kerne sich mit gewöhnlichen Färbungsmethoden nicht mehr färben und welche das Stratum terminativum, oder die Grenzschicht der Oberhaut bilden. Die letztgenannte Schicht nimmt weder die sauren, noch die basophilen Farbstoffe auf. Die Grenzschicht entsteht aus ziemlich regelmäßigen kubischen Epithelzellen, welche im hellen Plasma rundliche Kerne besitzen (Abb. 4). Ihre Verhornung vollzieht sich auf einem anderen Wege als bei den früher erwähnten Hornschichten. Es kommt hier nämlich zu keiner peripheren Verhornung der Zellen, sondern der Zell-

inhalt wird durch eine körnige Substanz (Pareleidin) dicht ausgefüllt, infolge deren die ganze Schicht einer gleichmäßigen Keratinisation unterliegt.

Über diesem Komplex der Oberhautschichten sieht man auf der Abb. 3 eine ältere „Generation“ der Oberhaut, welche eben einer Ablösung unterliegt und aus denselben Elementen, daß heißt aus der lockeren und geschlossenen Hornschicht und der Grenzschicht zusammengesetzt ist. Dieselbe Ausbildungsweise erscheint auch in der Oberhaut der Eidechse 3 g, welche auf der Abb. 4 abgebildet ist, nur hier ist der Verhornungsprozeß der jüngeren Häutungsschicht noch nicht so weit fortgeschritten wie es auf Abb. 3 sichtbar ist.

Auf solche Weise äußert sich im Bau der Oberhaut eine periodenhafte Wiederkehr des Verhornungs- und Häutungsprozesses, die schon MAURER angedeutet hat als er über die Ruhepausen im Verhornungsprozesse sich aussprach und die BIEDERMAN bei den Reptilien in letzter Zeit bestätigte.

Der Begriff „Epidermisgeneration“ wurde von MAURER eingeführt und enthält außer einer klaren Bezeichnung der Gesamtheit eines periodisch entstehenden Schichtenkomplexes noch den Gedanken des Bestehens eines wirklichen genetischen Zusammenhanges zwischen den einzelnen Schichten und gewissen Zellen in der Basalschicht der Oberhaut. TÖLG dagegen widerspricht dieser Deutung des Verhornungsprozesses und behauptet, daß die Differenzierung einzelner Schichten nur von dem Grade ihrer Verhornung abhängt. Aber in bezug auf die eigentümliche Verhornungsweise der Grenzschicht muß man diesen Standpunkt ablehnen. SCHMIDT weist deutlich auf die Verschiedenheit der Vorgänge bei der Verhornung der Grenzschicht einerseits und der Verhornung anderer Hornschichten andererseits hin. In bezug auf die Häutungsweise bei den Eidechsen stimmen die Angaben aller Autoren überein, daß während der Häutung immer eine, aus verschiedenen ausgebildeten Schichten zusammengesetzte Epidermisgeneration abgeworfen wird und daß in dieser Zeit eine schon fertige neue Generation die Funktion der alten übernimmt, wie MAURER sagt: „Das Eigentümliche hier liegt in einer periodischen Heranbildung der Hornschichten, die sich von vornherein als etwas Abgeschlossenes anlegen und so gleichwertige Generationen einander fortwährend folgen lassen.“

Anders gestaltet sich der Keratinisationsprozeß in der Haut schildrüsenloser Eidechsen. Abb. 5 stellt einen Querschnitt durch die Rückenoberhaut der Eidechse 2 i (aus dem 3. Experimente) dar. Während einer 11 monatigen Zeitdauer (vom 27. Juli 1925 bis 14. Juni 1926) nach der letzten Häutung ist bei dieser Eidechse keine neue Epidermisgeneration entstanden, obgleich sich die Kontrolltiere mehrmals (3—5 mal) häuteten. Dennoch hat die lockere Hornschicht an Umfang vielfach zugenommen und erscheint im Vergleich mit der entsprechenden Hornschicht bei der Eidechse 1 c (Abb. 3), die sich vor einem Monate häutete, 3 mal so dick.

Sie ist auch dicker als diejenige Hornschicht bei der Kontrolleidechse 3 g (Abb. 4), die sich vor 5 Monaten gehäutet hatte.

Sämtliche histologischen Bilder aus der Oberhaut der Eidechsen, welche gänzlich der Schilddrüse beraubt wurden (5e, 1i, 2i), zeigen dieselben Verhältnisse wie das Fehlen der neuen Epidermisgeneration und eine übermäßige Umfangszunahme der lockeren Hornschicht. Daraus erkennt man, daß beim Fehlen der Schilddrüse der Verhornungsprozeß in der Oberhaut nicht eingestellt wird, sondern sich auf die Bildung der lockeren Hornschicht begrenzt. Es kommt in dem Falle zu keiner derartigen Verhornungsweise, welche die Entstehung der Grenzschicht realisieren könnte.

LEYDIGS Angaben über die Hautveränderungen bei den Blindschleichen, welche längere Zeit keine Häutung durchmachten und schließlich zugrunde gingen, stimmen mit den oben angeführten in so viel überein, daß bei den genannten Blindschleichen das Stratum lucidum, welches als erste Stufe der Oberhautverhornung betrachtet sein kann, auch einen ungewöhnlichen Zuwachs aufwies. LEYDIG erkennt weiter die Bedeutung des Stratum terminativum für den Häutungsprozeß an, durch die Annahme, daß die Grenzschicht, welche im ausgebildeten Zustande eine harte, homogene Decke bildet, das Abschilfern der oberhalb gelegenen Häutungsschicht erleichtert. Im Gegenteil führt das Fehlen dieser Schicht, wie unsere Experimente zeigen, die Unmöglichkeit einer Ablösung oberflächlicher verhornter Epidermisschichten herbei. Der Umstand, daß die Eidechsen 1i und 2i eine kurze Zeit nach der Schilddrüsenexstirpation sich gehäutet haben, ist so zu erklären, daß in ihrer Haut schon zur Zeit der Operation eine neue Epidermisgeneration samt der zugehörigen Grenzschicht ausgebildet war und infolgedessen eine normale Häutung stattfinden konnte.

Es bleibt noch zu prüfen, was für eine Rolle im Häutungsprozesse das Stratum intermedium (Abb. 4) spielen soll. Nicht wenige Autoren schreiben ihm eine große Bedeutung für den Prozeß zu. MAURER nennt es „äußere Häutungsschicht“ im Gegensatz zur „inneren Häutungsschicht“, d. i. der Grenzschicht. Er stellt aber selbst fest, daß diese Schicht bei der Zauneidechse der Verhornung auf gleiche Weise unterliegt, wie das oberhalb gelegene Stratum corneum relaxatum und daß

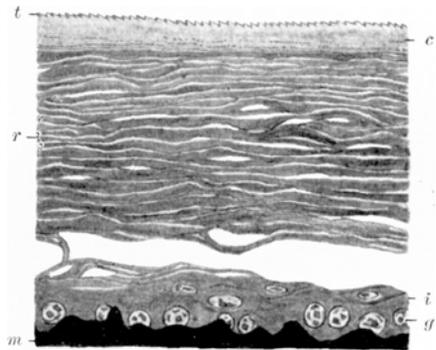


Abb. 5. Schilddrüsenlose Eidechse 2i, nach elfmonatiger Sistierung des Häutungsprozesses. Eine Epidermisgeneration. Fix. in Sublimat.

sie sich im Zusammenhange mit der alten Epidermisgeneration von der Haut ablöst. In MAURERS Abhandlung „Die Epidermis und ihre Abkömmlinge“, Taf. 7, Fig. 3, ist diese Schicht in der ältesten Epidermisgeneration nicht mehr nachzuweisen. Das Stratum intermedium hat bei den Gekoniden wirklich eine Bedeutung für den Häutungsprozeß, was von SCHMIDT deutlich gezeigt wurde, doch wollen wir uns hier mit dieser Schicht nicht näher beschäftigen, da ihre Rolle bei der Zauneidechse bis jetzt noch nicht genügend aufgeklärt ist.

Aus den Protokollen der Experimente erfahren wir die Veränderungen, d. i. die Rauigkeit und das Faltigwerden der Haut (Abb. 1 und 2) bei den schilddrüsenlosen Eidechsen. Ähnliche Erscheinungen stehen im Zusammenhange mit der Hypofunktion der Schilddrüse bei höheren Wirbeltieren und beim Menschen. BIEDL betrachtet die Hautveränderungen als allgemeine und charakteristische Zeichen bei der Hypothyreose. In der Literatur sind sie als eine „Alteration“ der Haut bezeichnet.

FISCHL erzielte durch die Zufuhr des Schilddrüsenextraktes das Verschwinden der Hautfaltungen beim hypothyreotischen Menschen und in der Therapeutik der Schilddrüsenkrankungen sind mehrere Heilungen solcher Fälle festgestellt.

Zwischen der Schilddrüsenfunktion und der Entwicklung der Horngebilde besteht ein enger Zusammenhang. Bei der Unterfunktion der Schilddrüse ist ein starker Haarausfall beim Menschen (BIEDL, FISCHL) und beim Schaf (SIMPSON) zu bemerken. Dabei zeichnet sich ein schilddrüsenloses Schaf durch die Faltung der Haut und durch den im Vergleich mit normalen Tieren um 75% verminderten Hörnerwuchs aus. Die Exstirpation der Schilddrüse bei Hühnern (ZAWADOVSKY) führt eine Verzögerung in der Ausbildung der Befiederung herbei.

Die Beziehungen verschiedener innersekretorischer Drüsen zueinander, besonders die, welche zwischen der Schilddrüse und Hypophyse existieren, erlauben hier ein Experiment anzureihen, das von GIUSTI und HOUSSAY ausgeführt wurde, und zwar die Exstirpation der Hypophyse bei Kröten. Die genannten Autoren haben festgestellt, daß bei den hypophysenlosen Tieren kurze Zeit nach der Operation eine Verdunkelung der Haut auftrat, welche durch einen gewaltigen Zuwachs der Hornschicht (Hyperkeratose) veranlaßt wurde.

Die Ergebnisse meiner Experimente stimmen mit den oben angeführten Ergebnissen anderer Autoren in so viel überein, daß sich auch bei der Eidechse eine Korrelation zwischen der Schilddrüsenfunktion und dem Zustande der Haut feststellen läßt.

Aus dem Protokoll des 1. Experimentes ersieht man, daß bei der hypothyreotischen Eidechse 1 c die Hautveränderungen immer nach einer längeren Sistierung des Häutungsprozesses zum Vorschein kamen und daß sie während der Häutung verschwanden. Die Eidechse 4 e zeigte

vor der Häutung dieselben Hautveränderungen, welche bei der Eidechse 5 e auf Abb. 1 zu erkennen sind, nach der Häutung bekam sie ein normales Aussehen.

Diese Beispiele weisen im Verein mit den histologischen Befunden darauf hin, daß durch eine längere Sistierung des Häutungsprozesses die verdickte Hornschicht eine Rauheit und Steifheit erlangt und als Folgeerscheinung das Faltigwerden der Haut auftritt. In wieweit außer den letztgenannten Faktoren noch andere Ursachen (wie z. B. der Verlust des fettigen Unterhautgewebes oder die Degeneration der elastischen Epithelfasern) für die Alteration der Haut in Frage kommen, habe ich auf meinem Materiale nicht feststellen können.

5. Die Augenveränderungen und Wachstumshemmung.

Bei fünf schilddrüsenlosen Eidechsen (1 c, 4 e, 5 e, 1 i und 2 i) traten in 3 bis 5 Monaten nach der Operation charakteristische Augenveränderungen hervor, und zwar konnte man reichlichen Augenfluß beobachten,



Abb. 6. Eidechse 2 i mit xerophthalmischen Veränderungen im Auge. 2 ×.

nach welchem sich die Hornhaut mit einer weißlichen, undurchsichtigen Membran überzog. Mit der Zeit wurde die Membran immer dicker und trockener. Am weitesten sind diese Veränderungen bei den Eidechsen 1 i und 2 i fortgeschritten. Die Tiere erblindeten in 3 bzw. 5 Monaten nach der Operation und lebten in diesem Zustande noch 6 Monate lang. Abb. 6 stellt die Eidechse 2 i mit künstlich geöffneten Lidern dar. Der mit einer weißlichen Hülle überdeckte Augapfel ist tief eingezogen. Auf den histologischen Präparaten erkennt man in der Hülle mehrschichtiges verhorntes Hornhaut- und Conjunctivalepithel. Zwischen den verhornten Schichten ist stellenweise lebendiges Epithel, welches aus dem Augwinkel (fornix conjunctivae) abstammt, zu finden (Abb. 7). Dieselben Verhältnisse kann man auch auf den Querschnitten durch die Hornhaut der Eidechse 1 i feststellen.

Auf Abb. 8, welche die normale Hornschicht einer gleichalterigen Eidechse darstellt, findet man keine Ablagerungen des verhornten Epithels. Das lebendige Hornhautepithel ist bei normalen Tieren viel dünner als das mehrschichtige lebendige Epithel der schilddrüsenlosen Eidechsen,

schließlich erscheint der bindegewebige Teil der Hornhaut bei den schilddrüsenlosen Tieren viel dicker als bei normalen Eidechsen.

Die beschriebenen Veränderungen stimmen mit den bei der Xerophthalmie auftretenden Erscheinungen überein. YOUDKIN und LAMBERT

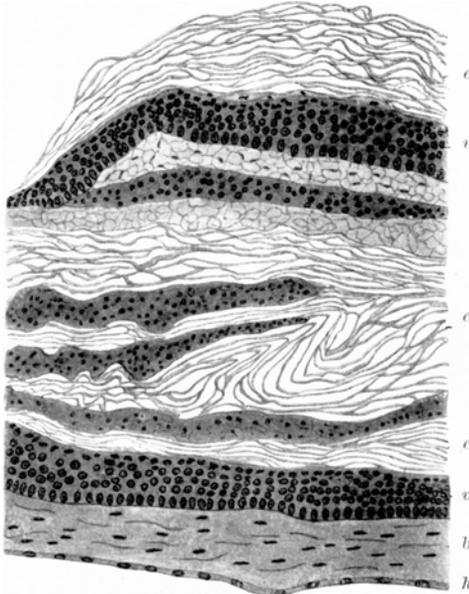


Abb. 7. Querschnitt durch die veränderte Hornhaut der Eidechse 21. Vergrößerung 140 \times . Fix. in Sublimat, gefärbt mit Hämalan und Thiazinrot. *h* hinteres Hornhautepithel; *b* Bindegewebe; *v* vorderes Hornhautepithel; *e* Ablagerungen des verhornten Epithels.

Literatur wird Xerophthalmie als Folge des Vitaminmangels betrachtet. Dafür sprechen die Beobachtungen bei Hühnern (GUERRERO), bei Ratten (HOLM, STEPHENSON und WAGNER) und beim Menschen (NARÓG).



Abb. 8. Querschnitt durch eine normale Hornhaut der Eidechse. Vergrößerung und Bezeichnung wie Abb. 7. Dieselbe Fixierung und Färbung.

Außer acht wurde aber nicht gelassen, daß gewisse Beziehungen zwischen Avitaminosen und den innersekretorischen Drüsen bestehen. ABDERHALDEN beweist solche zwischen dem Skorbut und der Schilddrüsenfunktion an Meerschweinchen. Ein Schilddrüsenextrakt, welches imstande ist die Kaulquappenmetamorphose zu fördern, wirkt laut TSEAMAN als Heilmittel gegen Polyneuritis bei Tauben. TSUJI gibt an, daß bei den Avitaminosen die Schilddrüse atrophiert. WAGNER und PARNAS haben das letzte auch bei einem Patienten beobachtet.

In den an Eidechsen ausgeführten Experimenten bleibt Xerophthalmie

betrachten den Zerfall der Tränendrüsen als erste Stufe der xerophthalmischen Augenveränderungen bei Ratten, damit steht wahrscheinlich in Verbindung der erwähnte Augenfluß bei Eidechsen. Bemerkenswert ist, daß bei der Eidechse 1 i die Augenveränderungen schon im Oktober 1925 auftraten, also in einer Zeit, wo noch das Tier eine Zunahme des Gewichtes aufwies. Ähnliche Resultate erhielt HAYASHI bei den Kaninchen, welche trotz der Xerophthalmie eine Wachstumszunahme zeigten.

Schon im Jahre 1886 sah FUHR bei Hunden nach der Schilddrüsenexstirpation Xerophthalmie auftreten. In der neueren

in Abhängigkeit von der Unterfunktion der Schilddrüse und nicht von dem Vitaminmangel aus dem Grunde, weil den Versuchstieren immer eine vollwertige Nahrung zugeführt wurde und weil kein Kontrolltier, auch nach zweijährigem Aufenthalt unter denselben Bedingungen, eine Spur der genannten Krankheit zeigte.

Das Verschwinden der verhornten Epitheldecke aus den Augen zweier hypothyreotischer Eidechsen (1 c und 4 e) zur Zeit ihrer Häutung spricht dafür, daß das Anhäufen von verhornten Epithelschichten durch das Ausbleiben der Häutung verursacht wird.

Auf Grund der Untersuchungen THOMAS, CRAMERS u. a. hält RAAB das Tryptophan für diesen Faktor, welcher für eindeutige Erscheinungen der Schilddrüsenhypofunktion und der Avitaminose verantwortlich zu machen ist. DHAR stellt fest, daß die Funktionen der Schilddrüsensekrete und des Vitamins „A“ sehr ähnlich sind.

Ebenso wie die Xerophthalmie, so ist auch das Wachstum der Tiere einerseits von dem Schilddrüsenzustande, andererseits von der Verabreichung des Vitamins „A“ (STEPHENSON und CLARK, GUERRERO und CONCEPTION) abhängig. Auch sind Wachstumstörungen als Folge der Schilddrüsenhypofunktion mehrmals beschrieben worden.

Abb. 1 zeigt vier junge Eidechsen, von denen zwei schilddrüsenlose (4 e und 5 e) sich im Verhältnis zu den Kontrolltieren durch einen geringeren Wuchs auszeichnen.

6. Die Veränderungen in der Nebenschilddrüse und in der Thymus.

Dicht neben der Trachea, caudal- und dorsalwärts von der Schilddrüse, liegt bei der Eidechse eine selbständige, gewöhnlich nur linksseitig ausgebildete Nebenschilddrüse, d. h. der postbranchiale Körper. In der nächsten Nähe von dieser verläuft eine nicht große Arterie.

Bei den systematischen, mikroskopischen Untersuchungen der Halsgegend bei den schilddrüsenlosen Eidechsen habe ich die Nebenschilddrüse angetroffen, die einen anormalen Zustand aufwies. Ich fand nämlich größere Epithelbläschen, die mit Kolloid ausgefüllt waren, was normal bei Eidechsen (nach Angaben von MAURER und KRAUSE) nicht vorkommen soll (Abb. 9).

WALTER beschreibt eine vikariierende Hypertrophie des Postbranchialkörpers nach Schilddrüsenexstirpation bei Tritonen. Diese Hypertrophie beruht auf einer Vergrößerung der Epithelbläschen und einer Ausbildung des Kolloids.

Dasselbe konnte ich im Postbranchialkörper bei 5 Eidechsen feststellen, von denen zwei (5 e und 1 i) gänzlich der Schilddrüse beraubt waren, zwei (1 e und 4 e) trotz der Exstirpation der Schilddrüse, kleine Reste von diesem Gewebe im Körper besaßen und endlich bei einer (1 h), die ihre eigene zurückimplantierte und gut erhaltene Schilddrüse im

Lymphraume hatte. Bei anderen operierten Tieren habe ich keine günstigen Bilder auf den Schnittpräparaten erhalten.

Sowohl die Lage der untersuchten Organe, wie auch ihr allgemeiner histologischer Bau zwingen zur Annahme, daß man es mit einer hypertrophischen Nebenschilddrüse und nicht mit einem zurückgebliebenen Teile der Schilddrüse zu tun hat.

SCHULTZE berichtete über Veränderungen in der Kaulquappenthymus, welche als Folge der Schilddrüsenexstirpation auftraten. Er fand nämlich im Thymusgewebe große Cysten, die mit einer Flüssigkeit ausgefüllt waren. Die Flüssigkeit tingierte sich schwach mit Eisenhämatoxylin.

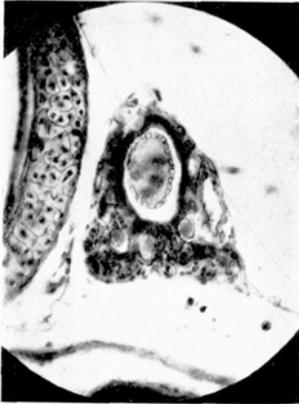


Abb. 9. Veränderter Postbranchialkörper der Eidechse 5 e. Mikrophot. Vergrößerung 150 \times .

Ähnliche große Cysten fand ich im Thymusgewebe zweier Eidechsen, von denen eine (1 i) gänzlich der Schilddrüse beraubt war, die andere (1 e) aber einen kleinen Rest der teilweise degenerierten Schilddrüse im Körper besaß.

Was die vikariierende Hypertrophie der Nebenschilddrüse anbetrifft, so hat diese wahrscheinlich keine größere Bedeutung für das Leben der Tiere, denn trotz einer solchen häuten sich die Eidechsen beim Fehlen der Schilddrüse nicht, verfallen in Xerophthalmie und gehen endlich im kachektischen Zustande zugrunde.

7. Zusammenfassung der Ergebnisse¹.

1. Der Voraussetzung gemäß wird ein Zusammenhang zwischen dem Häutungsprozeß und der Schilddrüsenfunktion bei Eidechsen festgestellt.

2. Das Fehlen der Schilddrüse bewirkt das Ausbleiben der Häutung, indem der periodische Verhornungsprozeß in ein kontinuierliches Stadium übergeht. Das Ausbleiben der Häutung wird dadurch erklärt, daß beim Fehlen der Schilddrüse der Verhornungsprozeß unvollkommen erscheint, es wird keine neue Epidermisgeneration und keine neue Grenzschicht gebildet und deswegen lösen sich die äußeren verhornten Schichten von der Haut nicht ab.

3. Gleichzeitig mit der Hemmung des Häutungsprozesses verliert die Haut ihren Glanz und wird rau und faltig. Diese Veränderungen sind durch den außerordentlichen Zuwachs der lockeren Hornschicht verursacht und verschwinden während der Häutung.

¹ Die Ergebnisse wurden schon in C. r. Soc. Biol. 95 (1926) und 97 (1927) veröffentlicht.

4. Als weitere Folge der Schilddrüsenexstirpation ist die Xerophthalmie bei Eidechsen zu betrachten. Die Xerophthalmie beruht hauptsächlich auf dem Überziehen der Hornhaut von einem verhornten, mehrschichtigen Conjunctivalepithel, welches sich nicht ablösen kann. Auch die Erscheinungen der Xerophthalmie verschwinden während der Häutung.

5. Das Fehlen der Schilddrüse wirkt auf junge Eidechsen wachstumshemmend.

6. Die Wegnahme der Schilddrüse kann zu einer vikariierenden Hypertrophie der Nebenschilddrüse (des postbranchialen Körpers) führen. Es kommt in diesem Falle in der Nebenschilddrüse zur Ausbildung großer mit Kolloid ausgefüllter Epithelfollikel.

7. Im Thymusgewebe der hypothyreotischen Eidechsen können große mit einer acidophilen Substanz erfüllte Cysten entstehen.

8. Literaturverzeichnis.

Aberhalden, E. und Wertheimer, E.: Weitere Beiträge von Nahrungsstoffen mit spezifischer Wirkung. 23. Mitt. Arch. f. Physiol. 198 (1923). — **Adler, L.:** Schilddrüse und Wärmeregulation. Arch. f. exper. Path. 86 (1920). — **Asher, L.:** Die Wirkungen des Schilddrüsenhormons (Ref.). Ther. Halbmonat. Jg. 34 (1920). — Beiträge zur Physiologie der Drüsen. 42. Mitt. (E. Ruchti). Biochem. Z. 105 (1920). — Beiträge zur Physiologie der Drüsen. 44. Mitt. (M. Duran). Ebenda 106 (1920). — **Biedermann, W.:** Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere. Erg. Biol. 1 (1926). — **Biedl, A.:** Innere Sekretion (1913). — **Christiani, H.:** Effets de la thyroïdectomie chez les lézards. C. r. Soc. Biol. 46 (1894). — Effets de la thyroïdectomie chez les Reptiles. Arch. de Physiol. 27 (1895). — **Dhar, N. R.:** Der Stoffwechsel bei Diabetes und die Ähnlichkeit der Funktionen innerer Sekrete mit denen der Vitamine. Chem. Zelle 13 (1926). — **Fischl, F.:** Klinischer Beitrag betreffend die Beziehung von Hypothyreose zu dystrophischen Veränderungen der Haut. Dermat. Z. 29 (1920). — **Fuhr, F.:** Die Exstirpation der Schilddrüse. Arch. exper. Path. 21 (1886). — **Gayda, T.:** Ricerche di calorimetria (Ref.). Arch. di Fisiol. 19 (1921). — Contributio allo studio della tiroide della *Rana* (Ref.). Ibid. 20 (1922). — **Giusti, L. et Houssay, B. A.:** Altérations cutanées chez les crapauds hypophysectomisés. C. r. Soc. Biol. 85 (1921). — Le rôle de l'hypophyse et du cerveau dans la production des altérations cutanées chez le crapaud. Ibid. 86 (1922). — **Gudernatsch, J. F.:** Feeding experiments on Tadpoles. 1. Arch. Entw. mechan. 35. (1913). — **Guerrero, L. E. and Conception, T.:** Xerophthalmia in fowls fed on polished rice and its clinical importance (Ref.). Philippine J. Sci. 17 (1920). — **Hayashi, Y.:** Experimentelle Studien über die Entstehung des Xerophthalmus bei Kaninchen (Ref.). Tohoku J. exper. Med. 3 (1922). — **Hirschler, J.:** Gruczoły wewnętrznego wydzielania, a rozwój rodowy zwierząt kręgowych. Przyroda i Techn. (1924). — **Holm, E.:** Beobachtungen über Xerophthalmie bei Ratten. Arch. Ophthalm. 111 (1923). — **Hart, C.:** Beiträge zur biol. Bedeutung der innersekretor. Organe. 1. Mitt. Arch. f. Physiol. 196 (1922). — **Kerbert, C.:** Über die Haut der Reptilien und anderer Wirbeltiere. Arch. mikrosk. Anat. 13 (1877). — **Krause, W.:** Die Entwicklung der Haut und ihrer Nebenorgane. Handb. d. vergl. u. exper. Entwicklung d. Wirbeltiere (O. Hertwig). Jena 1902. — **Krause, R.:** Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. 2. Berl. u. Lpz. 1922. — **Leydig, F.:** Über die äußeren Bedeckungen der Reptilien

und Amphibien. Arch. mikrosk. Anat. **9** (1873). — **Maurer, F.**: Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895. — Schilddrüse, Thymus und andere Schlundspaltenderivate bei der Eidechse. Morph. Jb. **27** (1899). — Hautdecke der Tiere. Handwörterb. d. Naturwiss. Jena 1914. — **Mayerówna, Z.**: Zachowanie się gruczołu tarczycowego płazów w okresie metamorfozy. Arch. Tow. Nauk. Dział **3**, T. 2. Lwów 1922. — **Naróg, F.**: Przyczynek do patologii suchości spojówek i rogówek, zmierzchowej ślepoty i rozmiękczenia rogówki. Polska Gaz. lek. Nr. 51, 52 (1926). — **Raah, W.**: Hormone und Stoffwechsel. Naturwiss. u. Landw. H. 10 (1926). — **Růzička, V.**: Beschleunigung der Häutung durch Hunger. Arch. Entw.-mechan. **42** (1917). — **Schenk, P.**: Über den Einfluß der Schilddrüse auf den Stoffwechsel. Arch. exper. Path. **89** (1922). — Über den Winterschlaf und seine Beeinflussung durch die Extrakte innersekretorischer Drüsen. Arch. f. Physiol. **197** (1922). — **Schmidt, W. J.**: Das Integument von *Voeltzkowia mira*. Z. Zool. **94** (1909). — Studien am Integument der Reptilien. Ebenda **101** (1912). — **Schultze, W.**: Weitere Untersuchungen über die Wirkung innersekretorischer Drüsensubstanzen auf die Morphogenie. 2. Arch. Entw.-mechan. **52** (1922). — **Seaman, E.**: The influence of an alcoholic extract of the thyroid gland upon polyneuritic pigeons and the metamorphosis of tadpoles (Ref.). Amer. J. Physiol. **52** (1920). — **Simpson, S.**: Effects of thyroidectomy on the cutaneous system in the Sheep and Goat. Quart. J. exper. Physiol. **14** (1924). — **Sklower, A.**: Das incretorische System im Lebenscyclus der Frösche. Z. vergl. Physiol. **2** (1925). — **Słowikowska, S.**: Badania doświadczalne nad znaczeniem gruczołu tarczycowego płazów dla ich własnej metamorfozy. Arch. Tow. Nauk. Dział **3**, T. 3. Lwów (1925). — **Stephenson, M. and Clark, A. B.**: A contribution to the study of keratomalacia among rats (Ref.). Biochem. J. **14** (1920). — **Szretter, R.**: O głodowej przemianie materji u węzów. Prace Zakł. Fizjol. Inst. im. Nenckiego T. **1**, Nr. 14 (1922). — **Tölg, F.**: Beiträge zur Kenntnis drüsenartiger Epidermoidalorgane der Eidechsen. Arb. zool. Inst. Wien **15** (1905). — **Tsuji, K.**: On the function of the thyroid gland with special reference to the effect of variation of diet upon it. 2. (Ref.). Acta Scholae med. Kioto **4** (1922). — **Viguiet, G.**: Modifications des parathyroides après thyroidectomie chez un lézard. C. r. Soc. Biol. **70** (1911). — **Wagner, R.**: Über experimentelle Xerophthalmie. Arch. exper. Path. **97** (1923). — **Wagner, R. and Parnas, J.**: Z. exper. Med. **25** (1921) (Ref.). — **Walter, F. K.**: Schilddrüse und Regeneration. Arch. Entw.-mechan. **31** (1911). — **Weil, A.**: Die innere Sekretion. Berlin 1921. — **Widmark, E.**: Über die Entdeckung der wirksamen Substanz der Schilddrüse (Ref.). Sv. Läkartidn. Jg. **17** (1920). — **Youdkin, A. M. and Lambert, R. A.**: Location of the earliest changes in experimental xerophthalmia of rats (Ref.). Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. **19** (1922). — **Lezions in the lacrimal glands of rats in experimental xerophthalmia (Ref.). Ibid.** — **Zawadovsky, B. M.**: Eine neue Gruppe der morphogenetischen Funktionen der Schilddrüse. Roux' Arch. **107** (1926). — **Zawadovsky, B. M. and Roehlin, M.**: Über den Einfluß der experimentellen Hyperthyreoidisierung auf verschiedene Vogelgattungen. Ebenda **109** (1927).
