

PHYSIOLOGISCHES INSTITUT DER
UNIVERSITÄT AMSTERDAM.

KLEINE BEITRÄGE ZUR VERGLEICHENDEN PHYSIOLOGIE.

III. EINIGE PHYSIOLOGISCHE BEOBSACHTUNGEN UND VERSUCHE AN ZWEI PROECHIDNIDAE

VON

Prof. Dr. G. VAN RIJNBERK.

(Mit 8 Abbildungen im Text).

Physiologisches Institut der Universität Amsterdam.

Kleine Beiträge zur vergleichenden Physiologie.

III. Einige physiologische Beobachtungen und Versuche an zwei Proechidnidae¹⁾

VON

PROF. DR. G. VAN RIJNBERK.

(Mit 8 Abbildungen im Text).

Infolge eines glücklichen Zufalls besitzt der Zoologische Garten der hiesigen K. Zoologischen Gesellschaft „Natura Artis Magistra“ seit einiger Zeit zwei Exemplare von *Zaglossus*; einen *Zaglossus Bruynii nigroaculeata* Rotsch. und einen *Zaglossus Bruynii* Peters et Doria. Diese seltenen Tiere leben hier seit zwei Jahren in bestem Wohlbefinden und leiden dem Anschein nach nicht infolge ihrer Gefangenschaft.

Dank dem liebenswürdigen Entgegenkommen des Herrn Dr. C. Kerbert, Direktors der K. Zoologischen Gesellschaft, war es mir möglich an diesen Tieren einige einfache Beobachtungen und Versuche zu machen, die nicht an und für sich, wohl aber wegen der ausserordentlichen Seltenheit des Studienobjektes einiges Interesse darbieten werden.

Ich will mich hier nicht weiter mit der Morphologie und Biologie der beiden Versuchstiere beschäftigen; in dieser Hinsicht verweise ich auf die Studien, welche Dr. Kerbert an den beiden Exemplaren vorgenommen hat²⁾. Ich beschränke mich auf die Angabe, dass ihr Körper kurz und dick, mit kurzer, aber widerstehenden Stacheln bedeckt ist; die Extremitäten sind kurz, stark und zum Ausgraben geeignet, die Schnauze rüsselförmig, nicht biegsam bis zum Ende hin, Nasenlöcher und Mund sehr klein. Im ganzen haben sie Aehnlichkeit mit Igel, sind aber viel grösser.

Meine Beobachtungen und Experimente betrafen die Körpertemperatur und die Atembewegungen; auch habe ich einige Elektro-Kardiogramme aufgenommen und einige Reflexe untersucht³⁾.

A. KÖRPERTEMPERATUR.

Zwei Tatsachen lassen sich leicht konstatieren, auch bei wenigen Untersuchungen; dass die mit einem in die Kloakenmündung eingeführten Quecksilber-thermometer gemessene Temperatur der Kloake, verhältnismässig niedrig ist und dass sie sehr schwankt. Die beim *Zaglossus Bruynii nigroaculeata* — den ich von nun an der Kürze halber „den grossen“ nennen werde — gemessenen niedrigsten und höchsten Temperaturen waren 26.8 und 32.2° C.;

1) Für die beiden ersten Mitteilungen, siehe *Folia Neurobiologica*. Vol. V. Haarlem, 1911.

2) Siehe Dr. C. Kerbert »*Zaglossus*«, »Eine vorläufige Mitteilung« im *Zool. Anz.* 1913 Bd. XLII, N^o. 4 und: »*Zaglossus*«. *Bijdr. t. d. Dierkunde*. Afl. 19, 1913.

3) Bei allen Beobachtungen und Versuchen bin ich vom Inspector des Zoologischen Gartens, Herrn Portielje, freundlichst unterstützt worden, wofür ich ihm hier gerne meinen herzlichen Dank ausspreche.

beim *Zaglossus Bruynii* — den ich aus demselben Grunde „den kleinen“ nennen werde — waren sie 26 bzw. 30.7° C. Auch bei *Zaglossus* ist zu konstatieren, dass die nach Einschiebung des Thermometers tief im Rektum gemessene Temperatur, höher ist als die wenige Centimeter von aussen her gemessene. Dieser Unterschied beträgt zuweilen fast 2 Grad. So z. B. fand ich die Temperatur des kleinen am 13 Januar 1912 unmittelbar unter dem Sphinkter gleich 27° C.; als ich aber die Kugel des Thermometers tiefer, bis 3 cm vom Orificium entfernt, einführte, fand ich, dass sie 28° C. betrug.

Beim grossen konstatierte ich am selben Tage in der Kloake in geringer Entfernung vom Sphinkter, eine Temperatur von 27.2° C.; als ich das Thermometer um ca 4 cm weiter schob, stieg sie auf 29° C. Ein noch grösserer Unterschied ergab sich am 4^{en} Jan. als die Kloakaltemperatur 26.8—28.3, die Rectaltemperatur dagegen 29.1° C. gefunden ward.

Da die Echidniden Nachttiere sind, konnte es von Interesse sein zu untersuchen, ob eventuell ein tägliches oder nächtliches Temperatur-Maximum vorhanden sei. Deshalb wurden zu verschiedenen Tages- und Nachtstunden thermometrische Bestimmungen ausgeführt. Einmal wurden die Bestimmungen alle 3 Stunden gemacht, von 10 Uhr vormittags bis 1 Uhr in der folgenden Nacht. Ein anderes Mal wurden Bestimmungen alle 3 Stunden von 1 Uhr nachts bis 7 Uhr morgens vorgenommen, und ausserdem noch Bestimmungen zu verschiedenen Tagesstunden.

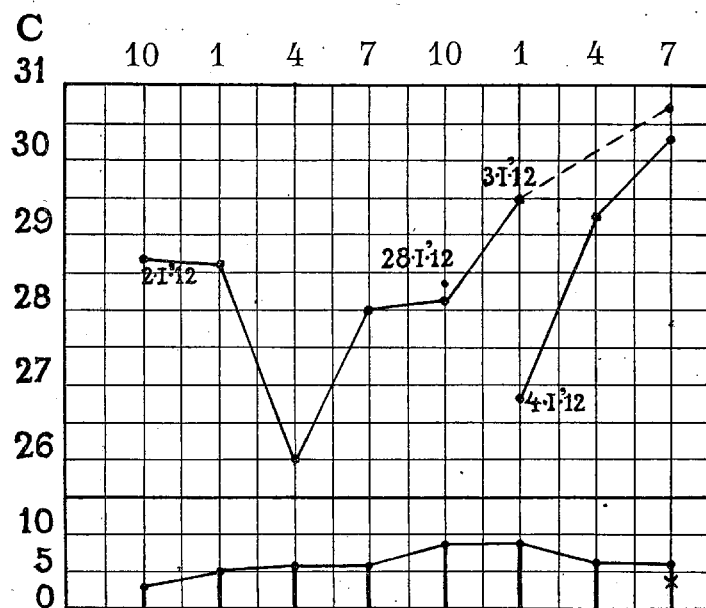


Fig. 1. Grosser Zaglossus.

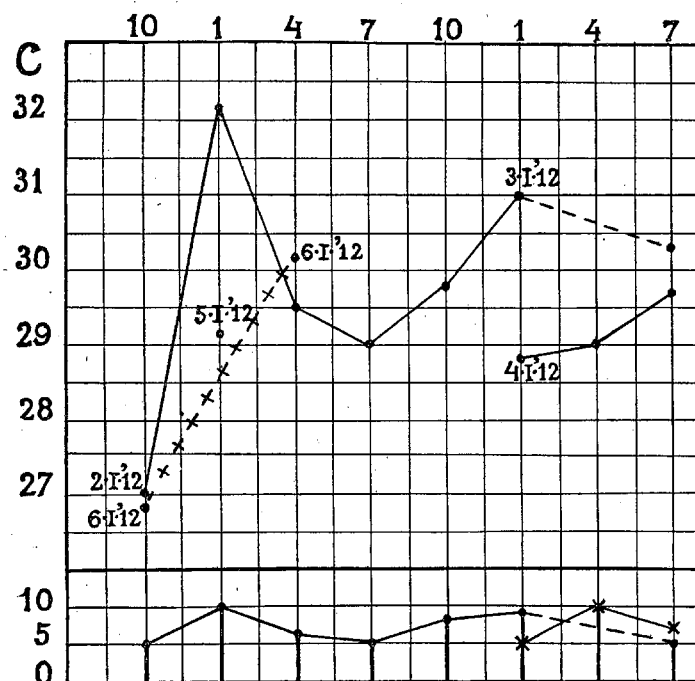


Fig. 2. Kleiner Zaglossus.

In der oberen Hälfte der Abbildungen bedeuten die Ordinate die gefundene Körper-Temperatur in Centigraden, die Abzisse, die Zeit der Beobachtung von 3 bis 3 Stunden.

In der unteren Hälfte bedeuten die Ordinate die Atemzüge pro l', die Abzisse, die Zeit, wie in der oberen Hälfte.

Die Beobachtungen umfassen verschiedenen Perioden: vom 2en Januar 1912, morgens 10 Uhr, bis am 3en Januar 7 Uhr morgens; vom 4en Januar morgens 1 Uhr nach Mitternacht, bis am selben Tage morgens 7 Uhr, und schliesslich für den kleinen, noch einige Beobachtungen am 6en Januar von morgens 10 bis Nachmittags 4 Uhr.

Die Resultate dieser Bestimmungen gebe ich in Gestalt von zwei graphischen Linien (siehe Fig. I und II) wieder. Aus der Prüfung dieser Kurven ergibt sich, dass es nicht möglich ist irgend eine augenfällige Periodizität im Verlauf der Körpertemperatur festzustellen. Auch existiert keine augenfällige Beziehung zwischen der Temperatur des Tieres und der der Umgebung, wie sich aus der Vergleichung der diesbezüglichen Kurven in den erwähnten Figuren ergibt.

B. ATEMBEWEGUNGEN.

Auch bei oberflächlicher Untersuchung zeigt sich, dass die Atembewegungen einen abdominalen Charakter haben. Ihre Frequenz ist gering und sie sind gewöhnlich ziemlich un-

regelmässig. Hinsichtlich der Frequenz habe ich folgendes bemerkt: Beim kleinen wurden zu verschiedenen Tagesstunden, während das Tier bald schlief, bald wach war, die folgenden Frequenzen pro Minute gefunden: 5, 6, 7, 9, 10. Die Dauer der einzelnen Atemzüge variierte oft beträchtlich. Bei einer Reihe von 9 Respirationen fand ich, dass die Dauer der einzelnen Atemzüge 9 bzw. 8, 5, 7, 9, 9, 8, 7 und 8 Sekunden betrug. In einem Falle fand ich, dass die Dauer des ganzen Atmungszyklus 11 Sekunden betrug, die auf folgende Weise sich verteilten: Inspiration 5", Expiration 2", Atmungspause 2". Auch bei diesen Tieren wird die allgemeine Regel bestätigt, dass die Inspiration länger dauert als die Expiration, dagegen kürzer ist als Expiration und die Pause zusammengenommen.

Beim grossen wurden ähnliche Bedingungen gefunden. Die beobachteten Frequenzen waren 3, 4, 5, 7, 8, 10 Atmungen in der Minute. Was die Dauer der einzelnen Atemzüge betrifft, so betrug sie bei einer Reihe von 8 Atmungen bzw.: 22, 20, 15, 15, 16, 9, 13, 14 Sekunden. Einmal versuchte ich die Dauer der einzelnen Atmungsphasen zu bestimmen, aber dies gelang nicht wegen der grossen Unregelmässigkeit der Bewegungen selbst. Es fand sich bei dieser Gelegenheit, dass die Dauer der gesamten Atmungszyklen in diesem Falle ungefähr 7" betrug.

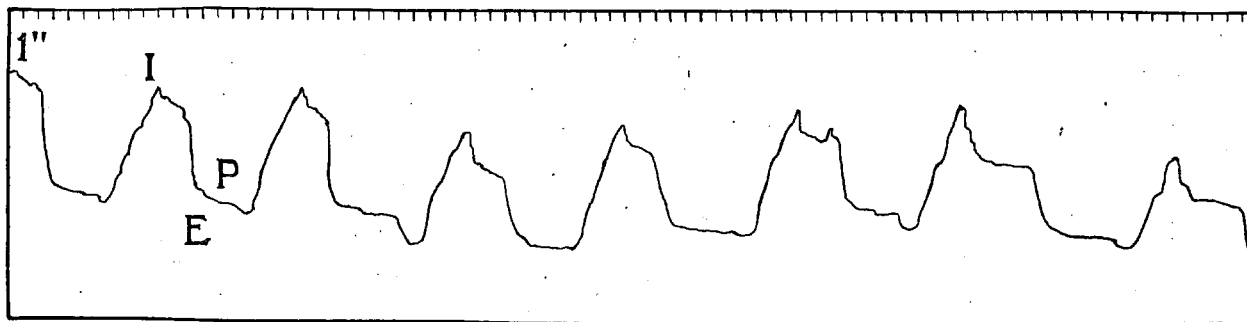


Fig. 3. Atemkurve des kleinen Zaglossus. Zeit = 1". I = Einatmung; E = Ausatmung; P = Pause.

Ich habe auch einige graphische Aufzeichnungen der Atembewegungen aufgenommen, indem ich die Verschiebungen eines an einer der Weichen befindlichen Hautstachels übertrug

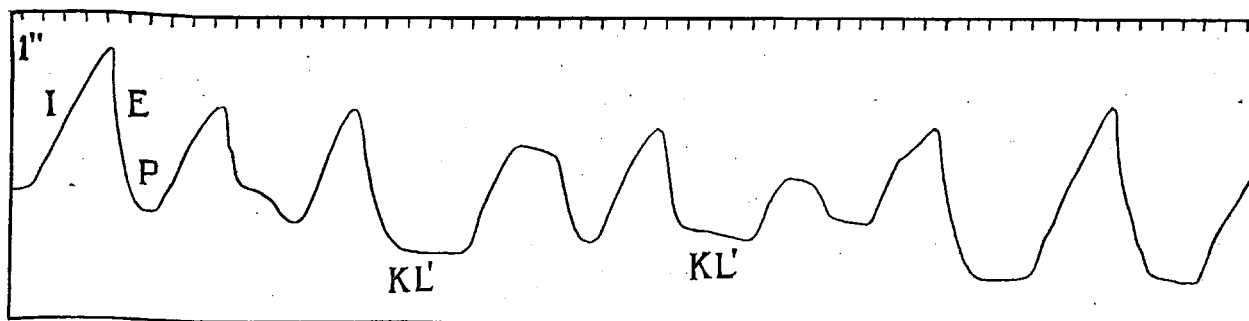


Fig. 4. Atmungskurve des grossen Zaglossus. Zeit = 1". I = Einatmung; E = Ausatmung; P = Pause. Bei KL' wird stark mit den Händen geklatscht.

(siehe die Figuren 3, 4 und 5). Eine Prüfung dieser Kurven bestätigt, was ich schon oben bemerkt habe. Da übrigens die Registriermethode notwendigerweise eine sehr grobe war (sie bestand in einem Schreibhebel und einem am Stachel befestigten Seidenfaden), eignen sich die erhaltenen Kurven nicht für eine eingehende Analyse.

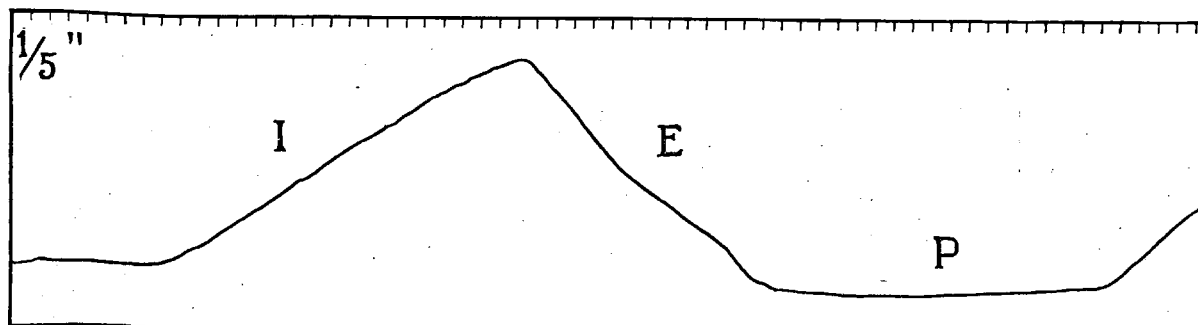


Fig. 5. Ein Atemzyklus des grossen Zaglossus Zeit = 1/5". Die Buchstaben I, E, P. wie in den Abbildungen 3 und 4.

C. HERZ.

Es ist mir auf keine Weise gelungen den Puls des Herzens oder einer peripheren Arterie zu registrieren oder auch nur zu fühlen, woran einerseits die Dicke der Haut Schuld war, andererseits — ich möchte es mit einem anthropomorphen Ausdruck bezeichnen — der unglaubliche Eigensinn der Tiere, die sich jeder Berührung widersetzen und hartnäckigen Widerstand leisteten, indem sie die Extremitäten zurückzogen und sich wie ein Knäuel zusammenballten. Endlich nahm ich meine Zuflucht zur elektrischen Methode, um wenigstens eine Andeutung der Herzfrequenz zu erhalten.

Zu diesem Zwecke brachte ich zwei mit einer 0,7 proz. Na Cl. Lösung durchtränkte

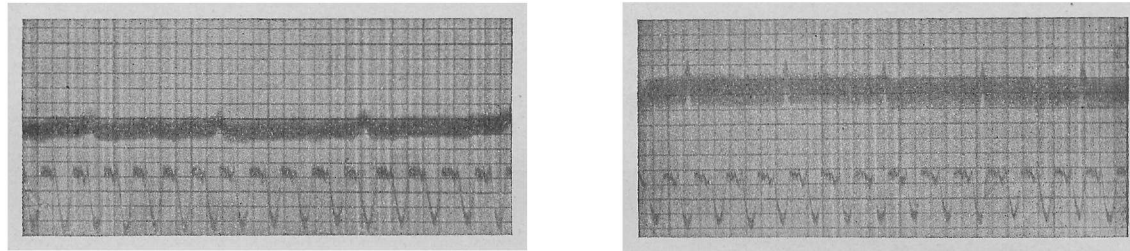


Fig. 6. Elektrokardiogramm des grossen *Zaglossus*. Zeit = $1/5''$. Fig. 7. Elektrokardiogramm des kleinen *Zaglossus*. Zeit = $1/5''$.

Baumwolltampons an einer hinteren und an der gegenüberliegenden vorderen Extremität an, und brachte sie in Berührung mit zwei Zinkplatten, indem ich auf diese Weise zwei oberflächliche Elektroden erhielt. Diese Elektroden wurden mit einem sehr empfindlichen Einthovenschem Saiten-Galvanometer, Modell Wertheim Salomonson, in Verbindung gebracht. Trotz der sehr primitiven Verhältnisse und obgleich die Tiere kaum einen Augenblick ruhig blieben, wurden einige verwendbare Registrierungen aufgenommen, bei denen je zwei Erhebungen, wie er scheint, gut zu erkennen, wenn auch nicht sehr hoch sind. Die eine kann als die Einthoven'sche R., die andere vielleicht als T. aufgefasst werden. Was die Herzfrequenz anbelangt, so wurde sie als 78 in der Minute beim grossen und 100 in der Minute beim kleinen gefunden. (Vergl. die Fig. 6, 7).

D. REFLEXE.

Die von mir untersuchten zwei Exemplare von *Zaglossus* erwiesen sich im allgemeinen als träge Tiere. Am Tage schliefen sie und zeigten, wenn sie aufwachten, eine eigensinnige Tendenz sich zusammenzukauern, wobei sie mit bemerkenswerter unermüdlicher Hartnäckigkeit jedem Versuch, sie in eine andere Lage zu bringen, Widerstand leisteten. Ich konnte nicht wahrnehmen, dass sie in der Zeit, während welcher ich sie beobachtet habe, irgend etwas „gelernt“ hätten. Dies schliesst aber nicht aus, dass sie zahlreiche Reflexreaktionen darbieten, die charakteristisch und gut zu studieren sind. Ich habe die Wirkungen verschiedener Arten von Reizen bei ihnen angewendet und studiert.

1. Optische Reize. Der kleine war blind, anscheinend infolge eines beiderseitigen Kataraktes und reagierte in keiner Weise auf optische Reize. Der grosse dagegen reagierte sehr gut. Wenn er Nachts wach war und in seinem Käfig auf und ab ging, zeigte er, wenn das Auge plötzlich beleuchtet wurde, in ganz augenfälliger Weise den Pupillarreflex, auf den Schliessen der Augenlider folgte, wenn das Licht stark war. Im Halbdunkel blieb er sofort stehen und kauerte sich zusammen, wenn vor ihm eine plötzliche Bewegung gemacht wurde. Uebrigens scheint der Gesichtssinn keine grosse Bedeutung für das Herumgehen zu haben, weil wenigstens der kleine ganz sicher in seinem Käfig herumging, ohne sich an den darin befindlichen Hindernissen, wie Gefässen, Sträuchern etc. zu stossen.

2. Akustische Reize. Ein starkes Geräusch, das in der Nähe eines *Zaglossus* verursacht wurde, bewirkte gewöhnlich, dass er sofort darauf reagierte, indem er stehen blieb, wenn er sich bewegte, und auch sich zusammenkauerte. Während der Experimente mit Registrierung der Atembewegungen erzeugte ich wiederholt ein kurzes Geräusch, und in den

Kurven bemerkt man deutlich, dass das Tier darauf reagiert hat, so bei KL, in der Fig. 4. Es lässt sich jedoch schwer sagen, ob es sich um einen reinen Atemreflex handelt oder um Bewegungen des Körpers. Ich gewann den Eindruck, dass infolge leichter Geräusche wie auch nach Kratzen am Holz der Kiste, in der die Tiere sich während der erwähnten Registrierungen befanden, ein ausschliesslich respiratorischer Reflex eintrat, der in einem Stillstand der Atmung bestand.

3. Mechanische Reize. Ich habe eine Reihe von mechanischen Reizungen ausgeführt. Sogenannte tiefe Reflexe konnte ich nicht wahrnehmen. Dagegen waren die Hautreflexe zahlreich und beträchtlich; ich habe sie namentlich bei Tage studiert, wenn das Tier wach gehalten wurde und zusammengekauert, unbeweglich, sich nach vorwärts geneigt hielt, wie dies auf Fig. 8 ersichtlich.

a) Leichte Berührung der Haare. Im allgemeinen bemerkte ich Gesamtbewegungen und Bewegungen der Stacheln. Wenn die Reize sich auf die Mittellinie des Körpers richteten, waren die Reaktionen am Kopfe gewöhnlich unbedeutend; der Kopf wurde meistens noch etwas mehr unter den Leib hin gewendet und gleichzeitig richteten drei Reihen von Stacheln sich etwas in die Höhe um die Stelle herum, wo der Reiz einwirkte. Wenn letzterer in der Mittellinie des Körpers in gleicher Höhe mit den Schultern angebracht wurde, richteten sich zwei oder drei Reihen Stacheln vor der gereizten Stelle in die Höhe, wahrscheinlich weil sich eine Hautfalte nicht an der gereizten Stelle, sondern etwas weiter kranialwärts bildete. Wurden die Reize auf die Mittellinie des Körpers im Niveau der Extremitäten am Becken gerichtet, so wurden gewöhnlich keine sehr schätzenswerten Reaktionen wahrgenommen; bisweilen richteten sich einige Stacheln in der Nähe der gereizten Stelle in die Höhe. Wirkten die Reize auf die Mittellinie des Schwanzes ein, so zeigte sich meistens keine Wirkung.

b) Leichte Berührungen, die an den Haaren der Haut der Seitengegenden des Körpers vorgenommen wurden, bewirkten, wenn sie auf ein Vorderbein einwirkten, dass die Stacheln in der Nähe der gereizten Stelle sich sofort kräftig erhoben, wobei häufig gleichzeitig eine Drehbewegung der Körpers erfolgte, infolge welcher die gereizte Stelle sich verschob und unter den Leib gebracht wurde. Wenn die Haare auf der Haut des Hinterbeins leicht berührt wurden, wurde dieses Bein meistens teilweise unter den Leib zurückgezogen. Wurde die Haut einer der Flanken auf dieselbe Weise gereizt, so trat meistens als Wirkung ein, die Bildung einiger Hautfalten in der Nähe der gereizten Stelle, mit oder ohne Aufrichten der Stacheln. Wenn die Haut auf einer der beider Seiten des Schwanzes auf dieselbe Weise gereizt wurde, bemerkte ich stets, dass die Hinterbeine und der Schwanz teilweise zurückgezogen wurden in dem Sinne, dass die gereizte Stelle teilweise unter dem Leib verschwand.

c) Ziemlich starke Berührungen eines Stachels. Diese Reize wurden vor allem auf die Mittellinie des Körpers ausgeübt. Auf dem Kopfe führt diese Reizung zu einer ausgeprägten Beugung des Kopfes nach dem Bauche hin, infolge welcher die Schnauze immer mehr unter den Bauch gesteckt wird. Ausserdem richten sich einige unmittelbar hinter der gereizten Stelle befindliche Stacheln in die Höhe. Zwischen den Schultern übt dieser Reiz dieselbe Wirkung aus wie die einfache Berührung, nur eine stärkere; ferner scheint es, dass auch

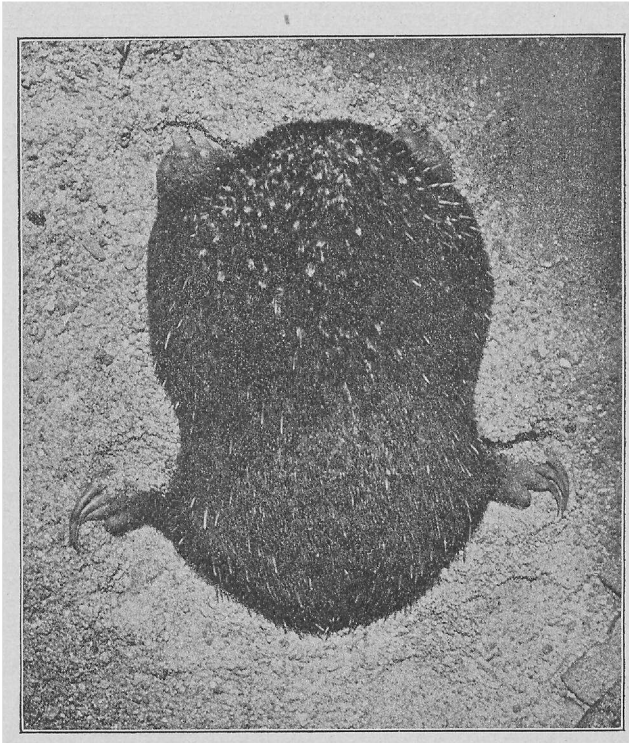


Fig. 8. Fotografie des kleinen Zaglossus, von oben genommen; die gewöhnliche „Hockstellung“ des Tieres. Der Kopf ist in der Abbildung oben, zum grössten Teil unter den Bauch gedreht. Der Schwanz ist ganz unsichtbar. Die Vorderpfoten sind zum Teil unter dem Sand verborgen, die Hinterpfoten fast ganz sichtbar.

die Haut hinter der gereizten Stelle eine Falte bildet. In der Mitte des Rumpfes zeigt sich die Wirkung, dass die Stacheln in einer ungefähr eine Spanne breiten Hautzone sich aufrichten. Liegt der gereizte Stachel ganz genau in der Mittellinie des Körpers, so ist die Wirkung beiderseitig, wenn nicht, einseitig. Dies gilt auch für die Wirkungen der Reizung von Stacheln, die sich auf dem Kopfe befinden. Ferner ist bemerkenswert, dass die Wirkung der Reizungen viel augenfälliger ist, wenn in der Seitenzone des Körpers befindliche Stacheln berührt werden, als wenn genau in der Medianlinie befindliche Stacheln gereizt werden. Auf dem Schwanz sind keine Stacheln in der Medianlinie vorhanden; sie sind an den Seiten vertreten und schräg gegen die Medianlinie gewendet. Reizung der in der Nähe der Mittellinie befindlichen Stacheln hat die Wirkung, dass die beiden Hinterbeine und der Schwanz selbst eine Retraktionsbewegung unter den Körper ausführen, ohne jedoch ganz zu verschwinden. Diese Wirkung ist also eine beiderseitige; nur wenn der Reiz sehr leicht war, trat bisweilen eine einseitige Wirkung ein, d. h. eine solche, die auf das Bein der gereizten Seite beschränkt war.

d) Dann habe ich auch seitlich stehende Stacheln gereizt. Hier zeigt sich ganz deutlich, dass die Reaktionen augenfälliger sind als auf der Mittellinie. Wirkte der Reiz auf die Seite des Halses ein, so bemerkte ich, dass der Kopf sich nach der gereizten Seite hin bog und in ähnlicher Weise das Vorderbein derselben Seite, so dass die gereizte Stelle sich nun zwischen dem Kopf und dem unteren Vorderbein befand. Wirkte derselbe Reiz auf eine der Flanken des Tieres ein, so begann die Bewegung des Zusammenkauerns. Schon bei Einwirken eines leichten Reizes auf den Schwanz wurde das Hinterbein derselben Seite zurückgezogen und der Schwanz begann eine Biegung nach dem Bauche hin, die bezweckte den Schwanz selbst unter dem Leibe zu verbergen,

e) Leichtes Streifen der Haut mit einem Strohalm. Die Wirkung dieser Art von Reizung an den Stellen, wo die bisher beschriebenen Reize einwirkten, war nicht unähnlich der mit den letzteren Reizen erhaltenen Wirkung. Wurde die blosse Haut der Vorder- und Hinterfüsse gereizt, so sah ich meistens, dass die betreffenden Füsse unter den Leib zurückgezogen wurden; wenigstens teilweise, denn ich sah nie, dass diese Bewegung vollständig ausgeführt wurde.

Zusammenfassend kann ich sagen, dass die Reflexreaktion nach den beschriebenen Reizungen entweder defensiven Charakter hat, Aufrichten der Stacheln, oder schützenden Charakter, das Zusammenkauern des Körpers und das Zurückziehen der Extremitäten. Zu bemerken ist jedoch, dass, obwohl augenfällig die Tendenz zum Zusammenkauern vorhanden ist, diese Bewegung nie so weit geht, dass der Körper wie eine Kugel erscheint, wie dies beim Igel der Fall ist. Auch nach den stärksten Reizungen habe ich nie gesehen, dass es einem der *Echidniden* durch seine fruchtlosen Versuche sich zusammenzurollen, gelang wirklich die Gestalt einer Kugel anzunehmen. Ihre Abwehrreflexe sind in dieser Hinsicht viel weniger vollkommen als die des Igels. Nur Kopf und Schnauze werden stets genau gebogen und unter dem Bauch versteckt.

f) Um die Reflexe des Kopfes zu studieren, die von den Stellen aus hervorgerufen werden können, die nicht zugänglich waren, wenn das Tier sich am Bauch zusammenkrümmte, wurde es mit Gewalt zwischen den Knien eines Wärters in halb aufrechter Stellung gehalten. Unter diesen Verhältnissen liess sich folgendes feststellen; wurde die Stirn des Tieres berührt, so wurde die Haut in starke Runzeln gelegt, so dass die Stacheln gegen die Mittellinie hin konvergierten, während der Kopf stark gegen den Bauch hingebogen wurde. Berührte ich die Haut unter dem Kinn, so trat auch diese letztere Wirkung ein; der Kopf wurde stark gegen die Brust gepresst. Auch nur leichte Berührungen des Mundes verursachten meistens eine rasche Rückwärtsbewegung des Kopfes.

Von den Reflexen der Schleimhäute kann ich nur sagen, dass, wenn ich die Hornhaut berührte, der Augenlidreflex eintrat, und wenn ich den Eingang der Kloake reizte, dies eine starke Vorwölbung des Sphinkters verursachte.

E. GESICHTSSINN.

Wie ich schon bemerkte, war einer der *Echidniden*, der kleine, offenbar blind infolge eines beiderseitigen Katarakts. Jede ophthalmologische Untersuchung, um die Lichtbrechung etc. festzustellen, war also unmöglich. Der andere, der grosse, war wegen seiner Muskelkraft und seines hartnäckigen Widerstandes ein sehr schwieriges Objekt für derartige Untersuchungen, insofern als trotz wiederholter Versuche weiter nichts mit Sicherheit festgestellt werden konnte, als dass bei der sciaskopischen Untersuchung der Schatten sich in entgegengesetzter Richtung zum projizierten Strahl im vertikalen, *nicht* im horizontalen Meridian bewegte.