

sätze —, zweitens aber die lokalisierte Variabilität (Labilität) einzelner Körperregionen, die bei Cladoceren ebenfalls nachweisbar vorhanden ist. Ihr Zusammenwirken ist die Grundlage, auf der sich die Artänderung vollzieht. Es ist unbestreitbar, dass wir es hier mit einer logisch geschlossenen Erklärung, die sich auf exakte Beobachtungen stützt, zu tun haben. Zwei Punkte in den Grundlagen der Woltereck'schen Annahmen können jedoch bestritten werden. Einmal könnten die Verfechter der Mutationslehre die nach Woltereck bestimmt gerichteten Blastovarianten, die erblichen, ultranormalen Abweichungen für die Mutation postulieren — ein Streit um Worte und Definitionen, der, wenn solche extreme erbliche Varianten wirklich vorhanden, von geringerer Bedeutung ist. Hypothetisch aber bleibt vorderhand noch der Versuch, sich das Entstehen solcher Varianten zu erklären, ein Versuch, bei dem sich Woltereck an seine, auf der Ferment-Antigenlehre basierenden Deutungen seiner Transmutationsexperimente an *Daphnia* anschließt. Doch sind hier, um die logische Gedankenkette zu schließen, Hypothesen unerlässlich und jeder ernsthafte Forscher ist sich ja von vornherein bewusst, dass Hypothesen nur Notbrücken sind, so lange ein komplexes Tatsachenmaterial fehlt. Eine große, schwere Arbeit wäre noch zu bewältigen, nämlich auf dem von Woltereck gezeichneten Weg experimentell Blastovarianten zu erzeugen, künstliche Selektion derselben zu versuchen, um auf diese Weise eine Rassenänderung zu erzielen. Inwieweit und ob ein solcher Untersuchungsplan, vor allem technisch, überhaupt möglich, muss die Zukunft lehren. Ein positiver Erfolg des Experimentes aber wäre nicht nur für das Problem der Cladocerenvariation, sondern für die gesamte Abstammungs- und Vererbungslehre von der größten Bedeutung.

### Beobachtungen über die Bewegungsart der Extremitäten bei Krokodilen.

Von Friedrich von Huene in Tübingen.

Mit 7 Figuren.

Obwohl nicht Zoologe, sondern Paläontologe, hat mich in Zusammenhang mit der Entstehungsgeschichte der Krokodile die Bewegungsart ihrer rezenten Vertreter interessiert. Da ich Literatur über diesen Gegenstand nicht zu finden wusste, wandte ich mich auf Herrn Prof. Blochmann's Rat an den Direktor des zoologischen Gartens in Frankfurt, Herrn Dr. Priemel, der mir in der liebenswürdigsten Weise gestattete, an den lebenden Krokodilen Beobachtungen anzustellen und mit ihnen zu experimentieren; dabei waren mir die Herren Menke und Schacht sowie ein Wärter in zuvorkommenster Weise behilflich und haben mich zu lebhaftem Dank verpflichtet.

Von den im Mai 1913 im Frankfurter zoologischen Garten vorhandenen zahlreichen schönen Krokodilen eigneten sich am meisten *Osteolemmus tetraspis*, *Crocodylus niloticus* und *Alligator mississippiensis* zu Beobachtungen. Bei langsamer Bewegung wird der Körper auf dem Boden schleifend vorgeschoben. Bei etwas rascherer, zielbewusster Gangart sowie beim Laufen wird der Körper durch die Extremitäten hochgehoben; Kopf, Körper und Schwanz mit Ausnahme von dessen Spitze werden dann etwa um die Länge des Unterschenkels über dem Boden getragen. Dabei bewegen sich die Extremitäten vollkommen frei und voneinander unabhängig, grundverschieden von der schlängelnd schiebenden Bewegung der Molche, in der Abwechslungsfolge des Vorsetzens einigermaßen ähnlich derjenigen hochbeiniger Säuger.

Bei der Hinterextremität bleibt das Knie in starkem Knick, der Oberschenkel ist aber im Hüftgelenk sehr beweglich. Der Fuß tritt mit der ganzen Sohle auf; besieht man sich aber die Abnützung der Epidermis an der Sohle, so zeigt sich, dass das Hauptgewicht des Körpers nicht mit dem Tarsus, sondern mit den Phalangen und dem Vorderende des Metatarsus auf den Boden drückt, mit anderen Worten, dass das Fußgelenk stets in starker Spannung bleibt. Die Besichtigung der Fußspuren in weichem Lehm ergibt dasselbe (Fig. 1). Beim gewöhnlichen Gehen wird die ganze Fußsohle abgedrückt, die Phalangen nur wenig tiefer als die Sohle; von Zehen drückt sich die unbekrallte vierte etwas leichter ein als die drei medialen bekrallten. Die Stellung des Fußes beim Gehen ist nicht auswärts, sondern vorwärts gerichtet, so dass die zweite Zehe ziemlich genau parallel der Körperachse steht, während die dritte und namentlich vierte stark seitwärts gebogen ist. Fußspuren in weichem Lehm sowohl vom Gehen als vom Springen zeigen die

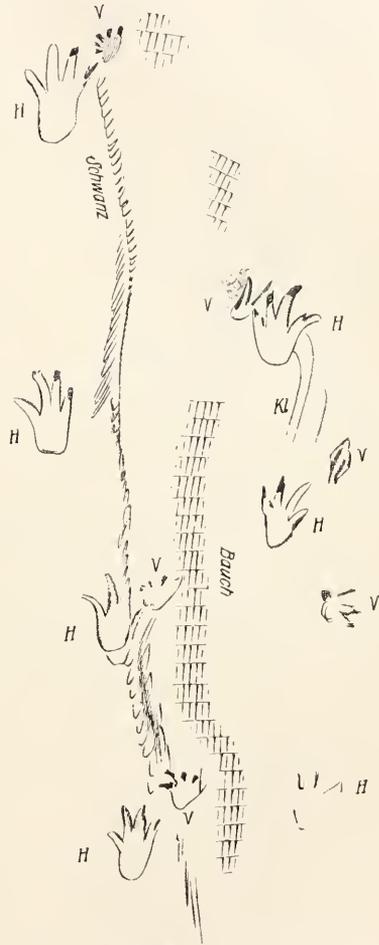


Fig. 1. *Osteolemmus tetraspis* Gehspur. H = Abdruck der Hinterextremität, V = Abdruck der Vorderextremität, Kl = Klauenspur.

nachgeschleifte Fährte der inneren Klauen, welche von einem Fußabdruck bis in den nächsten hinein einen stark nach außen gerichteten Bogen beschreiben; diese Tatsache zeigt, dass die Haupt-



Fig. 2.

*Osteolamus tetraspis*.  
Rechte Vorderextremität.

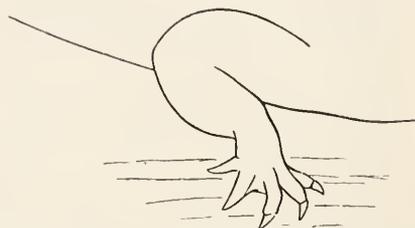


Fig. 3. *Alligator mississippiensis*. Rechte  
Vorderextremität.

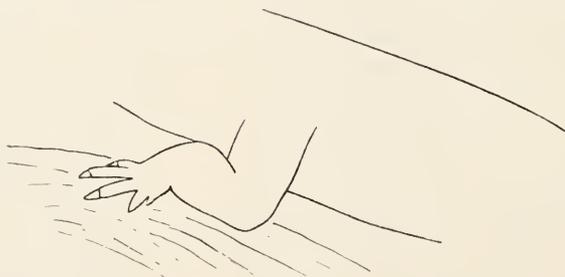


Fig. 4. *Crocodilus niloticus*. Linke Vorderextremität.

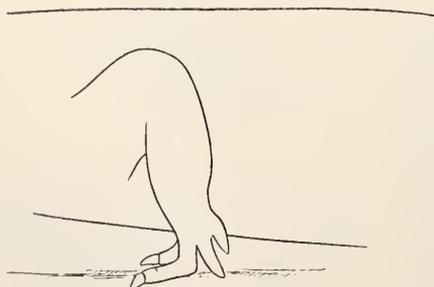


Fig. 5. *Osteolamus tetraspis*. Linke Vorder-  
extremität.

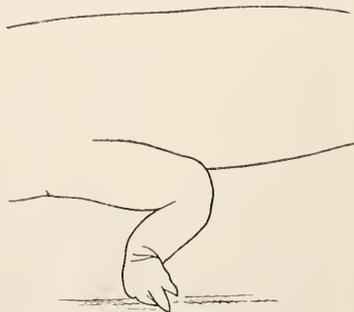


Fig. 6. *Crocodilus niloticus*. Linke  
Vorderextremität.

kraft und der Abstoß des Fußes an der inneren Seite geschieht. Beim Sprung wird die Hauptbewegung der Hinterextremität nicht im Knie, sondern im Fußgelenk ausgeführt, indem Metatarsus und Zehen abwärts schnellen und mit ihrem distalen Teil besonders

kräftig sich abstoßen. Diese Bewegung wird durch den verlängerten Calcaneus, an dessen Tuberculum die Sprunggelenke einen Hebelgriff finden, besonders begünstigt.

Besonders interessant war mir die Vorderextremität. Der Grund der Verlängerung der proximalen Carpalia war mir der Ausgangspunkt der Fragestellung. Bei Besichtigung der Tiere fiel mir sofort auf, dass die Vorderextremität vor dem Ellbogen noch zwei in Erscheinung tretende Gelenke besaß, nämlich zwischen Unterarm und Carpus einerseits und zwischen Metacarpus und den Phalangen andererseits. Zwischen Metacarpus und Carpus konnte ich Bewegungen nicht beobachten. Der Carpus dient also praktisch zur Verlängerung des Metacarpus. In Ruhelage ist das Carpalgelenk meist mehr oder weniger abgelenkt, mitunter aber auch genau in die Verlängerung des Unterarmes gestellt und dann sind nur die Finger rechtwinklig abgelenkt auf den Boden gestellt. Beim Gehen ist es die Regel, dass nur die Finger auf der Erde aufliegen und die Mittelhand hochgestellt ist und genau in der Achse des Unterarmes als dessen Verlängerung dient. Es ist also die Vorderextremität digitigrad, die Hinterextremität aber plantigrad. Auch die Hand wird in der Bewegung beim Auftreten in die Körperachse gestellt; der dritte und längste Finger steht dann ganz parallel der Körperachse. In Ruhelage werden dagegen Finger und Zehen häufig seitwärts gerichtet.

Das Körpergewicht scheint in der Hand mesaxonisch zu ruhen, denn im Gegensatz zum Fuß wird die Hand genau geradlinig (parallel der Körperachse) nach vorne gesetzt bei einem Schritt oder Sprung. Der vierte und fünfte Finger tragen bekanntlich keine Krallen und werden weniger kräftig auf den Boden gesetzt. Aus

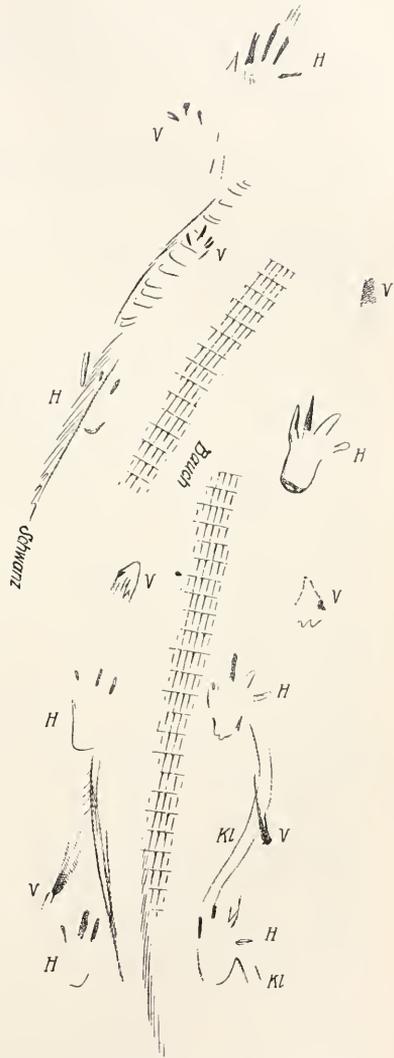


Fig. 7. *Osteolemus tetraspis*. Laufspur. Bezeichnungen wie in Fig. 1.

der Spur werden die Finger auf den Fingerrücken umgeklappt herausgezogen und mehrere Male habe ich die zur Faust zusammengezogenen Finger in dieser Weise mit ihrer Rückenseite auftreten und auch verharren gesehen, wobei der vierte und fünfte Finger weniger gekrümmt nur mitgeschleppt wird. Auch durch das Auftreten mit der Faust wird eine funktionelle Verlängerung des Armes bewirkt.

Sind die Krokodile in großer Eile, so machen sie Sprünge, indem sie mit allen vier Füßen zugleich sich in die Luft werfen und sich dann auf den Bauch fallen lassen. Mit der Vorderextremität werfen sie sich bei dieser Gelegenheit nur in die Höhe, einen Moment später setzt die Tätigkeit der Hinterextremitäten ein, diese schnellen das Tier zwar auch in die Höhe, aber zugleich auch vorwärts und da die schwerere Vorderhälfte des Körpers dann schon in der Höhe und noch in Aufwärtsbewegung ist, so wird der Mangel einer eigenen starken Vorwärtsbewegung der Vorderextremitäten nicht hemmend auf die Sprungbewegung der Hinterextremitäten wirken. Man kann die Mechanik des Krokodilsprunges nach meinen Beobachtungen mit einem vorne schweren Wurfspieß vergleichen, dessen Spitze in die Höhe gerichtet sein muss, bevor die Beschleunigung eintritt.

Aus diesen Beobachtungen scheint mir hervorzugehen, dass die Krokodile (die Beobachtungen beziehen sich hauptsächlich auf kurzschnauzige Formen) eigentlich (relativ) zu kurze Vorderextremitäten haben und sie auf die beschriebenen Arten funktionell zu verlängern streben. Die bedeutende Kürzung kann aber nur in der Stammesgeschichte seine Begründung finden. Aus Gründen, die ich anderen Ortes (Beiträge zur Geschichte der Archosaurier, Pal. u. Geol. Abhandl., Verlag G. Fischer) näher ausführe, nehme ich an, dass die Krokodile erst sekundär wieder zu völlig tetrapoder Lebensweise übergegangen sind und dass ihre Vorfahren vorübergehend bipede Lokomotion übten, wobei die Vorderextremitäten sich rasch verkürzt hatten. Nach dem Erfahrungssatz der Irreversibilität der Entwicklung konnte der gleiche Weg der Verlängerung bei der Rückkehr zur tetrapoden Lebensweise nicht eingeschlagen werden, sondern das physiologische Ziel der erneuten Verlängerung musste auf anatomisch anderem Wege erreicht werden. Das geschah durch Verlängerung der proximalen Carpalia. Wie bei den Anuren die proximalen Tarsalia zur Erreichung eines Sprunggliedes abnorm verlängert wurden, so hier die proximalen Carpalia. Der Fall liegt zwar nicht genau parallel. Aber dass eine besondere Funktion mit dieser Abnormität verbunden sein muss, war mir von vornherein sicher; es ist Verlängerung, stärkere Biegungsmöglichkeit und damit die Fähigkeit, sich höher empor zu schnellen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Huene Friedrich Freiherr von

Artikel/Article: [Beobachtungen u<sup>̂</sup>ber die Bewegungsart der Extremitäten bei Krokodilen. 468-472](#)