

DIE NEUE BREHM-BÜCHEREI

283

Rückbildungs- erscheinungen im Tierreich

2., unveränderte Auflage
Nachdruck der 1. Auflage von 1961

Dr. Dr. Ingo Krumbiegel



Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 283

Westarp Wissenschaften · Hohenwarsleben · 2011

Mit 39 Abbildungen und 1 Tafel

Umschlagbild:
Erläuterung im Text

2., unveränderte Auflage
Nachdruck der 1. Auflage von 1961

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere die der
fotomechanischen Vervielfältigung oder Übernahme
in elektronische Medien, auch auszugsweise.

© 2011 Westarp Wissenschaften-
Verlagsgesellschaft mbH, Hohenwarsleben
<http://www.westarp.de>

Gesamtherstellung: Westarp, Hohenwarsleben

Inhaltsverzeichnis

Der „Blinddarm“ und andere menschliche Restorgane	4
Eigenarten der Rudimente	9
Wiedergeburt von Rudimenten	16
Blinde Tiere	20
Rückbildungen bei Wirbellosen	31
Rückbildungen der Wirbeltiere	46
Biologie der Rudimente	64
Schrifttum	80
Namen- und Sachwortverzeichnis	82

Vorwort

Im vorliegenden Buch wird der Versuch gemacht, ein ausgedehntes neues Forschungsgebiet gemeinverständlich darzustellen: die Probleme der Rudimentation.

Der Begriff „Rudimentation“ (Rückbildung) wurde früher so gut wie ausschließlich auf Organe bezogen, die im Laufe der Stammesgeschichte teils entbehrlich, teils funktionslos wurden.

Eine erweiterte Auffassung vergleicht indessen diese Organe bzw. ihre verbliebenen Reste mit Fällen, in denen ein Organ von vornherein unterentwickelt angelegt wurde oder durch irgendwelche Schädigungen Einbuße erlitt. Auch Eigenschaften aus der Funktion der Organe (Physiologie), der Verhaltensforschung (Tierpsychologie) u. a. m. sind in diesen erweiterten Begriff der Rudimentationsforschung einzubeziehen.

Auch die stammesgeschichtlichen Auswirkungen, die Umstellung auf neue Funktionen der betreffenden Organe werden behandelt, das ganze erweiterte Gebiet der Kunde um die Rudimente und was damit zusammenhängt wird hier besprochen.

Dr. Dr. Ingo K r u m b i e g e l

Hannover, Dezember 1960

Der „Blinddarm“ und andere menschliche Restorgane

Wenn beinahe alltäglich in jedem Krankenhaus auch mindestens ein „Blinddarm“ operiert wird, wenn jeder soundsovielte Mensch in der rechten unteren Bauchgegend eine Narbe trägt, dann ist ein Organ daran schuld, das trotz seiner Kleinheit zu den volkstümlichsten von allen gehört. Wenn Kinder Magenschmerzen haben, denkt jede Mutter – gar nicht zu Unrecht – auch an den „Blinddarm“. Ihm gilt der tastende Griff des Arztes bei jeder Störung im Leibe. Der „Blinddarm“ endet als finger- oder wurmförmiger Anhang nahe der Grenze zwischen Dünn- und Dickdarm als „Sackgasse“. Im eigentlichen Blinddarm (Intestinum caecum) stauen sich vorübergehend die Verdauungsgemische und der Nahrungsbrei. Längst ist alles durch Gallenflüssigkeit, das Sekret der Bauchspeicheldrüse (Pankreas) und andere Absonderungen chemisch erschlossen. Düninflüssig und vorbereitet, enthält die Masse keine festen Brocken mehr, welchen der Darm bei der Weiterbeförderung Widerstände entgegenzusetzen würde. An seinem unteren Ende indessen verengert sich der Blinddarm zu dem Wurmfortsatz (Appendix vermiformis; appendix = Anhang, vermis = der Wurm), der meist fälschlich als „Blinddarm“ bezeichnet wird. Keineswegs weist dieses Gebilde bis zu seinem Ende eine innere lichte Weite auf. Die Wände sind vielmehr in vielseitiger Weise verkrümmt, ungleichmäßig eingeengt, ja die Lichtung ist oft genug durch Bindegewebe oder Verklebungen der inneren Schleimhaut verwachsen. In solchen Winkeln kann es zu Stauungen kommen. Gewebspartikelchen können zerfallen und entzündliche Verklebungen einen Teil des Ganges verlegen. Dahinter können sich die normalen Darmbazillen, sogar der allgegenwärtige Coli-Bazillus, geradezu hemmungslos vermehren. Ein Eiterherd kann die Folge sein. Reizungen der Umgebung können längere Zeit unbeachtet bleiben oder überhaupt nicht bemerkt werden, bis eines Tages durch Änderung der Widerstandskraft der Gewebe, starke Bewegungen oder dergleichen, der Reiz auf die Umgebung ausstrahlt und sich bemerkbar macht: Die Blinddarm-entzündung ist da.

Die herkömmliche Ansicht vieler Patienten, daß ein Kirschkern oder Ähnliches verschluckt worden sei und in den Blinddarm „hineinrutschte“, ist freilich unrichtig. Noch Darwin glaubte, daß kleine, harte Körper die Entzündung bewirken könnten, was sicher nicht in Frage kommt. Dagegen sind Würmer, namentlich Madenwürmer, gelegentlich im Wurmfortsatz festgestellt worden. Ob sie aber an der Entzündung beteiligt sind, steht nicht fest. Die letzten Gründe der Appendicitis (so nennt der Mediziner diese Krankheit) sind noch unbekannt und wohl auch von Fall zu Fall verschieden. Operation, am besten im Frühstadium, wenn nur ein leiser Schmerz und ein stechendes

Gefühl unter dem tastenden Finger des Arztes auftreten, ist das beste Mittel. Dann ist keinerlei Gefahr vorhanden, daß etwa chronische Entzündung und Verklebungen mit der Umgebung die Arbeit des Chirurgen erschweren und riskant machen.

Was ist es für ein Organ, das derartig viele Gefahrenquellen in sich birgt? Einst spielte die „Zweckmäßigkeit“ in der Naturwissenschaft eine bedeutende Rolle. Hermann Löns (1866–1914) hat ihr in seiner Geschichte vom „Zweckmäßigen Meier“ ein lustiges Denkmal gesetzt. Für den Sucher nach Zweckmäßigkeiten, die in reicher Fülle in Schutzfärbungen und vielen anderen Erscheinungen sich darbieten, ist der „Blinddarm“, wie wir ihn kurz nennen wollen, ein völliger Außenseiter. Man hat ihn sogar als unnötig, ja gefährlich ansehen wollen, wie z. B. auch die Rachenmandeln und manche anderen Teile unseres Körpers. Nach solcher Auffassung könnte jeder Mensch bei passender Gelegenheit seinen Organismus sanieren, indem er Mandeln, „Blinddarm“ usw. wegschneiden ließe. Allerdings behaupten manche Kliniker jetzt, daß der Blinddarm wegen Häufung bestimmter lymphatischer Elemente doch irgendwelche Funktion haben müsse, wenn auch der Ausdruck „Darmtonzillen“ (Tonsillae = Mandeln) übertrieben sein mag.

Wie dem auch sei, auf jeden Fall ist jener wurmartige Fortsatz entbehrlich. Noch nie hat ein am Blinddarm operierter Mensch irgendwelche Ausfallerscheinungen gezeigt. Das Gebilde besteht, wie der übrige Darm, aus den regulären Schleimhaut- und Muskelschichten. Verfestigende Längsstreifen entsprechen denen des Dickdarms. Es handelt sich also um eine Art zwergenhafter Fortsetzung, und der Verlauf der Längsbänder zeigt, daß das Gebilde irgendwie verkürzt worden ist. Wenn wir einen kühnen Vergleich gebrauchen wollen, dann können wir das Ringelschwänzchen des Hausschweins anführen. Auch dieses ist im Vergleich zum Schwanz des wilden Vorfahren verkleinert, schwächer geworden und spiralig eingerollt. Derartige Drehungen findet man des öfteren am Blinddarm. Er hat also eine „Vergangenheit“. Sein Bau läßt darauf schließen, daß er früher einmal länger und stärker gewesen ist und erst später zum entarteten, entbehrlichen Rest herabsank. Verstehen können wir eine solche Entwicklung und den gegenwärtigen Zustand unseres Blinddarms erst, wenn wir einen Blick auf die Anatomie anderer Säugetiere werfen. Zunächst haben alle Affenarten einen durchaus ähnlichen Wurmfortsatz wie der Mensch. Von dieser Tatsache macht auch der langarmige Gibbon (*Hylobates*) aus Südasien keine Ausnahme. Ungeklärt ist, warum gerade bei ihm in der Gefangenschaft die Blinddarmentzündung zu einem besonders häufigen Leiden zählt.

Gehen wir weiter in der Erdgeschichte zurück, so kommen wir schließlich zu mehr oder weniger gemeinsamen Vorfahren der verschiedenen Säugetier-

ordnungen der Jetztzeit. Was wir z. B. als Raubtiere, Huftiere, Affenartige usw. kennen, war noch nicht scharf getrennt. Die einstigen Urformen sind uns natürlich nur unvollkommen erhalten und hauptsächlich nach Hartteilen, Knochen und Zähnen bekannt, während über die Weichteile nur selten Klarheit zu schaffen ist. Bei vielen Wiederkäuern treffen wir auf geradezu gewaltige Blindschläuche am Anfang des Dickdarms: Wiederkäuer haben ja mit der chemischen Erschließung schwer verdaulicher, nur ungenügend vorgekauter Verdauungsmassen eine enorme Verdauungsarbeit zu bewältigen.

Auch beim Ausnehmen eines Kaninchens oder Hasen finden wir einen ansehnlichen Blindsack, ebenso bei der Wasserratte (*Arvicola amphibius*), der Bisamratte (*Ondatra zibethica*) usw. Beim Wildkaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) ist der Blinddarm sogar etwas länger als der Körper, beim Hauskaninchen bleibt er etwas dahinter zurück. Erwähnt sei noch, daß beim Greifstachler (*Coëndou*) aus Nordamerika, einem Verwandten der bodenbewohnenden Stachelschweine, der Blindsack einige Male spiralig um seine Achse gedreht ist. Auch das letzte Ende läuft zugespitzt aus. Ein Wurmfortsatz hingegen mit plötzlicher Verengerung wie beim Menschen fehlt allgemein. Bei den vorgenannten Säugetieren ist der Blinddarm sichtlich noch in Funktion. Beim Menschen ist er durch Änderung der Ernährung und der Umweltbedingungen entbehrlich geworden. Das Entfallen einer geregelten Funktion hat das Organ „arbeitslos“ gemacht. Es sank herab zu einem wurmförmigen Anhängsel.

Als Charles Darwin (1809–1882) im Jahre 1859 sein epochemachendes Werk „Die Entstehung der Arten“ schrieb, wies er die unaufhörliche Veränderung im Bau der Organismen nach. Mit dauernden Neuanpassungen wurden bestimmte Organe überflüssig und büßten ihre einstige Größe ein. In der „Abstammung des Menschen“ (1871) wurden diese Ideen auch auf den menschlichen Körper übertragen. Die tierische Herkunft wurde damals klar und unwiderleglich dargelegt. Dabei waren auch die unscheinbaren rückgebildeten Organe, von denen der Blinddarm eines ist, ein wesentliches Beweisstück. Die menschlichen Rückbildungen verwandte Darwin, um sich ein Bild von den tierischen Vorfahren zu machen, die mit einem Haarkleid ausgestattet gewesen sein müssen. Die Ohren waren spitz und beweglich, der Leib war mit langem Schwanz versehen. „Das Eingeweide wies ein viel größeres Diverticel in seinem Blinddarm auf als heutzutage.“

Als Beweis einstigen Kletterlebens führte Darwin die Fußsohle des menschlichen Säuglings an, der sie so gegeneinander gekehrt hält, als ob er noch einen Ast dazwischen fassen möchte. Diese Schlußfolgerung war in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts noch außerordentlich kühn: Die Biologie arbeitete damals weder ökologisch noch physiologisch oder psycholo-

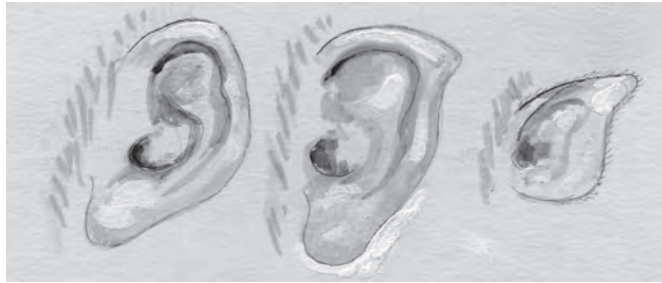


Abb. 1. Rudimente an der menschlichen Ohrmuschel. Links: Ohr durchschnittlicher Form mit Darwinschem Knoten; Mitte: Seltener Form mit starker Affenspitze; Rechts: Ohr des Hutaffen (*Macaca sinica*) zum Vergleich.

gisch, sondern befaßte sich in erster Linie mit der Systematik oder mit musealen Gegenständen, in Spiritus oder präpariert, aber nicht mit der Beobachtung eines lebenden Säuglings! Die Ohrspitze des Menschen ist in die menschliche Anatomie als Tuberculum darwini oder D a r w i n scher Höcker eingegangen: Sie ist das letzte Überbleibsel der einstigen spitzen Ohrform niederer Affen und bildet bei manchen Menschen richtige Zipfel (Abb. 1): Jahrtausende hindurch hat man das menschliche Antlitz studiert, den Kopf modelliert, Jahrtausende haben Ärzte dem Ohrenkranken zu helfen gesucht – aber die Ohrspitze, eine oft kleine Unebenheit am oberen Ohrrand, wurde nicht bemerkt. Erwähnen wir noch die schwächlichen Ohrmuskeln des Menschen, der seine Ohren fast nie mehr bewegen kann, während die Bewegung der Ohren bei Affen zum Mienenspiel gehört. Doch können bei manchen Menschen Willenskraft und intensive Übung die Ohrbewegungen wieder erzeugen. Schließlich ist auch die Nickhaut unseres Auges eine Rückbildung, die keine funktionelle Bedeutung mehr hat, während sie bei bestimmten Huftieren mit hörbarem, wischendem Geräusch in Abständen wie unser Lidschlag die Hornhaut des Auges reinigt und befeuchtet.

Daß auch monströse Fälle von Schwanzbildung beim Menschen vorkommen, soll uns in einem anderen Kapitel beschäftigen, und zwar deshalb, weil dieser Fall eine Ausnahme ist. – Dagegen ist das Haarkleid des Menschen allgemein rückgebildet, wobei rassenmäßige Unterschiede vorkommen. So sind die Ureinwohner Japans, die Ainus, äußerst stark behaart, während bestimmte australische Stämme so gut wie haarlos sind. D a r w i n konnte aber zeigen, daß die Reste des menschlichen Haarkleides genau demjenigen der Menschenaffen entsprechen. Am Oberarm weist die Haarrichtung, wenn wir den Arm abwärts hängen lassen, nach unten. Am Unterarm hingegen weisen die Haare an der Streckseite nach oben. Der Orang Utan (*Pongo*



Abb. 2. Orang Utan (*Pongo pygmaeus*) zur Demonstration der Haarrichtung der Arme (Oberarm abwärts, Unterarm aufwärts). Bei Regen werden die Arme über das Genick gelegt, und alle Haare weisen als „Regenschirm“ abwärts. Diese Haarrichtung hat auch der menschliche Arm beibehalten.

pygmaeus) (Abb. 2) pflegt bei den oft tagelangen Regengüssen im Urwald seiner indonesischen Heimat in den Astgabeln zu hocken und dabei die Arme schützend als Regendach im Genick zu verschränken. In dieser Stellung weisen alle Haare abwärts und lassen das Regenwasser wie an den Spitzen eines Schirmes ablaufen. Die bis 40 cm langen Haare des Unterarmes dienen also als natürliches Regendach.

Keiner der Tausende und aber Tausende von Ärzten hat diese Dinge, die Ohrmuschel, die Fußsohle, die Haarrichtung je unter diesem Gesichtspunkt gesehen; erst vor 100 Jahren erfolgte die stammesgeschichtliche Deutung. Sie hat auch dem Zahnarzt gewisse Perspektiven beschert. Daß der letzte Backzahn des Oberkiefers, der sogenannte Weisheitszahn, verspätet durchbricht, ist seit alters her bekannt. Erst durch ausgedehnte Vergleiche mit anderen Säugetieren, auch Haustieren, wissen wir, daß das menschliche Gebiß in Rückbildung, genauer gesagt Verkürzung begriffen ist. Diese erfolgt in dem Maße, in dem der Gehirnteil die Schnauzenpartie des Schädels überwiegt. So haben auch nicht mehr alle Menschen den Weisheitszahn, oft erscheint er erst, wenn der Mensch „weise“ ist, d. h. um das Alter der Schulentlassung und später, ja sein Erscheinen hat schon Greisen Zahnschmerzen bereitet.

Eine Verkürzung der Zahnreihe und des Kiefers, die sich durch derartige Unbeständigkeit des hintersten Zahnes dokumentiert, finden wir auch beim Schwein. Das Wildschwein (*Sus scrofa*) hat ein gerades langes Profil, das Hausschwein hingegen ein kurzes gewölbtes: eine Folge der Haustierwerdung (Domestikation), welche zur Veränderung des ganzen Schädels führt. Beim Hund finden wir im Gegensatz zu Fuchs (*Canis vulpes*) oder Wolf (*Canis lupus*) ebenfalls die kurze Schnauze: Man denke an Extremformen, z. B. den Mops oder die Bulldogge. Dieser Zustand ist dem des Menschen durchaus in Parallele zu setzen. Der Mensch ist demnach sein „eigenes Haustier“. Auch seine oberen Eckzähne sind schwächlich und keine lange, spitze Waffe mehr wie bei Katzen, aber auch Pavianen und Makakenaffen.

Der vergleichende Anatom Robert Wiedersheim hat s. Z. in einer bedeutsamen Schrift „Der Bau des Menschen als Zeugnis seiner Vergangenheit“ mehr als 90 rückgebildete Eigenschaften zusammengestellt, denen nur etwa 15 progressive (vorwärtsweisende) gegenüberstehen. Um unsern kleinen Überblick über die Anatomie des Menschen zu vollenden, sei darauf hingewiesen, daß unsere 5. Zehe keinen Gebrauchswert mehr hat und daß die verkümmerten Steißwirbel letzte erkennbare Grenzen von Schwanzwirbeln enthalten. Der menschliche Fuß stellt eine Spezialisierung dar, wie sie im Vogelreich der zweizehige Strauß (*Struthio*) erreicht hat.

Eigenarten der Rudimente

Als Darwin sich mit dem Abstammungsgedanken und den rückgebildeten Organen auseinandersetzte, betrat er nicht völlig neues Land. Bis ins Altertum reichen die Ideen einer Abstammung von andersartigen Wesen zurück. Aber erst Jean Pierre de Monet, Ritter von la Marquie, in die Geschichte eingegangen als Jean Lamarck (1744–1829), entwickelte die konsequente Evolutionsidee und betonte die Wichtigkeit der rudimentären Organe, deren degenerierten Zustand er als direkte Folge des dauernden Nichtgebrauchs ansah.

Leider muß man sagen, daß die Bezeichnung „rudimentäre“ Organe denkbar unglücklich war. Es mag sein, daß der Beginn mit „R“ für die rückgebildeten Teile auch an folgendem Irrtum schuld ist. Selbst in Biologenkreisen ist mindestens im Unterbewußtsein die Vorstellung lebendig, daß „Rudiment“ soviel wie Überrest oder Überbleibsel bedeutet. Gerade das Gegenteil ist der Fall! Das Wort hängt mit rudis (= roh) zusammen. „Rudis“ ist eine Speise, die noch roh, ungekocht ist, „rudis“ ist ein seiner Bearbeitung durch den Bildhauer noch harrender Marmorblock. Als „rudimenta adolescentiae“ (Rudimente der Jugend) werden nicht etwa Reste einstiger Jugendkraft be-

teile haben (Abb. 10). Hier liegen Beziehungen zwischen Gebrauch und Entwicklung im L a m a r c k schen Sinne auf der Hand.

Tiefsee und Höhlengewässer sind die Vorkommensgebiete sogenannter blinder Fische. Um es gleich vorwegzunehmen: Die völlige Augenlosigkeit, die wir bei Krebstieren, Weichtieren, Insekten usw. so oft finden, gibt es bei keinem einzigen Fisch, überhaupt bei keinem Wirbeltier. Allgemein finden wir Sehnerven wenigstens in Fasern erkennbar, Linsen und Glaskörper sowie Netzhaut, nur eben mehr oder weniger defekt oder stark verkleinert. Mitunter ist auch einer der Teile so rudimentiert, daß sein Zustand auch die Funktion der übrigen entscheidend beeinflussen muß.

Amblyopsis (= der Blindäugige) *spelaeus* heißt ein Fisch aus der uns schon bekannten nordamerikanischen Mammothöhle, *Stygicola dentata* (von styx = Unterwelt) ein Höhlenfisch von der Insel Kuba, *Caecobarbus* (caecus oder coecus = blind) ein karpfenartiger Fisch vom Kongo, *Typhlonus* (typhlos, griech. = blind) und *Anoptichthys* sind weitere blinde Fische (Abb. 11). Der Letztgenannte ist dadurch besonders bemerkenswert, daß er zu den Neu-

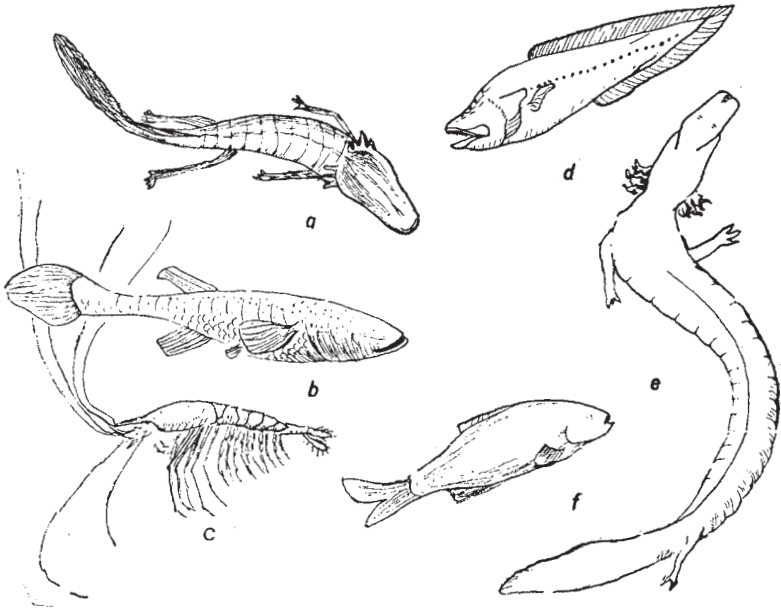


Abb. 11. Blinde Höhlentiere: a) *Typhlomolge rathburni*, b) *Amblyopsis spelaeus*, c) *Troglcharis schmidti*, d) *Lucifuga dentata*, e) *Proteus anguineus*, f) *Anoptichthys jordani*.

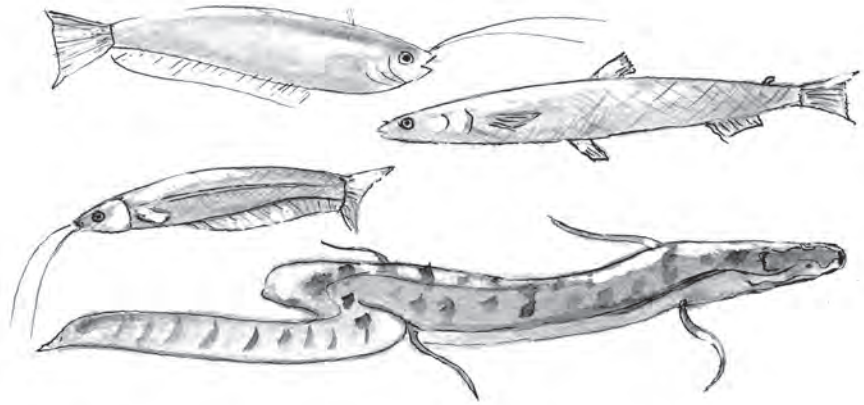


Abb. 22. Flossenrudimentation. Von oben nach unten: *Cryptopterus macrocephalus* mit atavistischer Vermehrung der rudimentären Rückenflosse von 1 auf 2 Strahlen. *Scepelosaurus hoedti*; *Cryptopterus bicirrhis*; *Lepidosiren paradoxus*.

Auch die schon eingangs genannten Neunaugen und die meisten Welse¹ (*Siluridae*) sind derart glatt und schlüpfrig, ebenfalls der Lungenfisch (*Lepidosiren*) aus Südamerika (Abb. 22). Etwas anders rudimentiert, aber ebenfalls weich und zart sind die Butterfische (*Pholididae*) (Abb. 21) und viele andere.

Flossen schwinden oft bei langsamen und trägen Bodentieren. Hier braucht weder schnelle Bewegung noch Gleichgewicht besonders berücksichtigt zu werden. Aber auch Annahme von länglich-schlangenartiger Form (Aal) bringt oft Einsparung von Flossen mit sich. Die hintere Rückenflosse kann besonders bei vielen Lachsfischen zur sogenannten Fettflosse werden. Offenbar ist hier ein Funktionswechsel erfolgt. – Manchmal ist eine Flosse, aber auch bis auf einen einzigen Flossenstrahl rudimentiert, und gerade diese winzigen Reste sind doppelt interessant. Oft ist sie auch weniger in der Größe rückgebildet als in der Zahl und Stärke der einzelnen Strahlen. Manche Welse haben die Rückenflosse bis auf ein oder wenige Strahlen rückgebildet. In einem Fall wurde unter einer größeren Anzahl von Exemplaren eine Atavisme gefunden: ein Exemplar von *Cryptopterus* (Abb. 22) mit noch 2 Strahlen anstelle eines einzigen (M e i n k e n).

Dem Besitz oder Fehlen einer Schwimmblase darf man nicht so hohen Wert beimessen. Das hängt manchmal von einer Rudimentation, im einzelnen aber von vielen ökologischen Faktoren ab. Auch weisen bei den Fischen die Geschlechter beträchtliche Unterschiede in der Körpergröße auf; manchmal wird der eine Partner sogar vom anderen halb angewachsen mit herum-

¹ vgl. M o h r , E. (1957): Der Wels. – Die Neue Brehm-Bücherei Nr. 209



Abb. 25. Weiche, zerschlissen wirkende Schwungfedern stummelflüglicher Vögel. Von links nach rechts: *Habroptila wallacei*, *Tinamus robustus*, *Gallirallus brachypterus* (2 Federn), *Pennula sandwichensis*. Krumbiegel phot.

federn rückt mehr nach der Mitte der Federfahne, während bei guten Fliegern eine schmale Vorderfläche von einer breiteren Hinterfläche getrennt ist. Hierdurch entsteht ein zum Durchschneiden der Luft beim Fliegen geeigneter, harter Vorderrand an der Schwungfeder. Bei den Vögeln mit rudimentärem Flügel bringt es die weiche Beschaffenheit der Federn mit sich, daß diese beiderseits des Schaftes gleichbreiten Federn und das Gefieder überhaupt immer etwas zerzaust aussehen (Abb. 25).

Schwungfedern, Brustmuskel und Armknochen sind nicht die einzigen Teile, an denen der Rückbildungsprozeß vor sich geht. Auch die Handwurzel- und Fingerknochen sind bei den Nichtfliegern verschmolzen. Die Armschwungfedern sitzen immer nur am ersteren der beiden Unterarmknochen Elle und Speiche (Ulna und Radius). Die Elle ist daher der stärkere der beiden Knochen. Legen wir in der Mitte der beiden Knochen einen Querschnitt, dann ist der Umfang entsprechend größer bei der Ulna. Bei den Nichtfliegern ist die Ulna zwar noch der etwas dickere der beiden Knochen, aber der Unterschied ist nicht mehr so gewichtig wie bei guten Fliegern. Beim Mauersegler (*Apus apus*) beträgt die Querschnittsfläche des Radius nur etwa 30% der Ulna, bei Nandu (*Rhea*) und Kasuar (*Casuarus*) ungefähr 78%. Im Querschnitt der Ulna findet der Radiusquerschnitt bei guten Fliegern

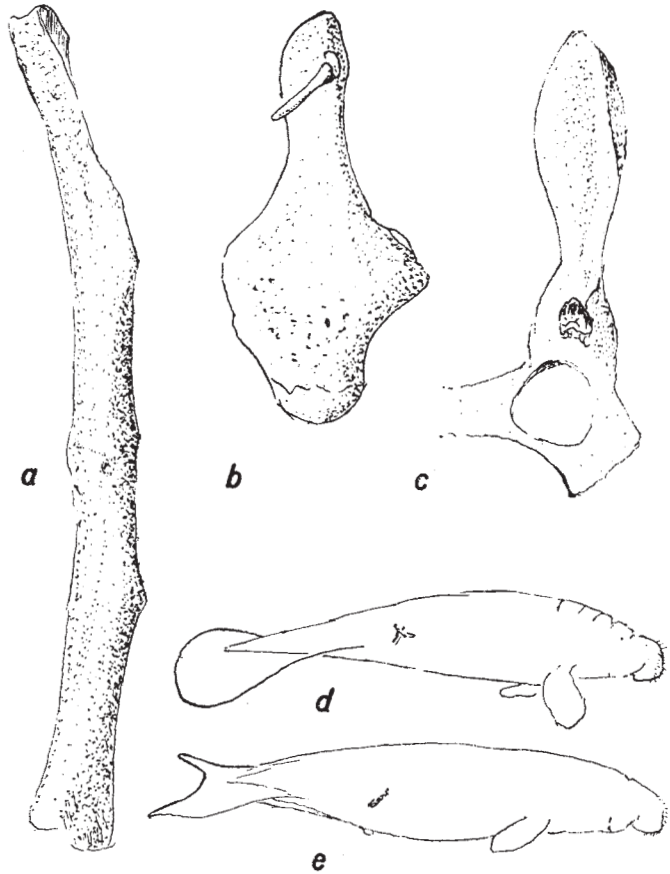
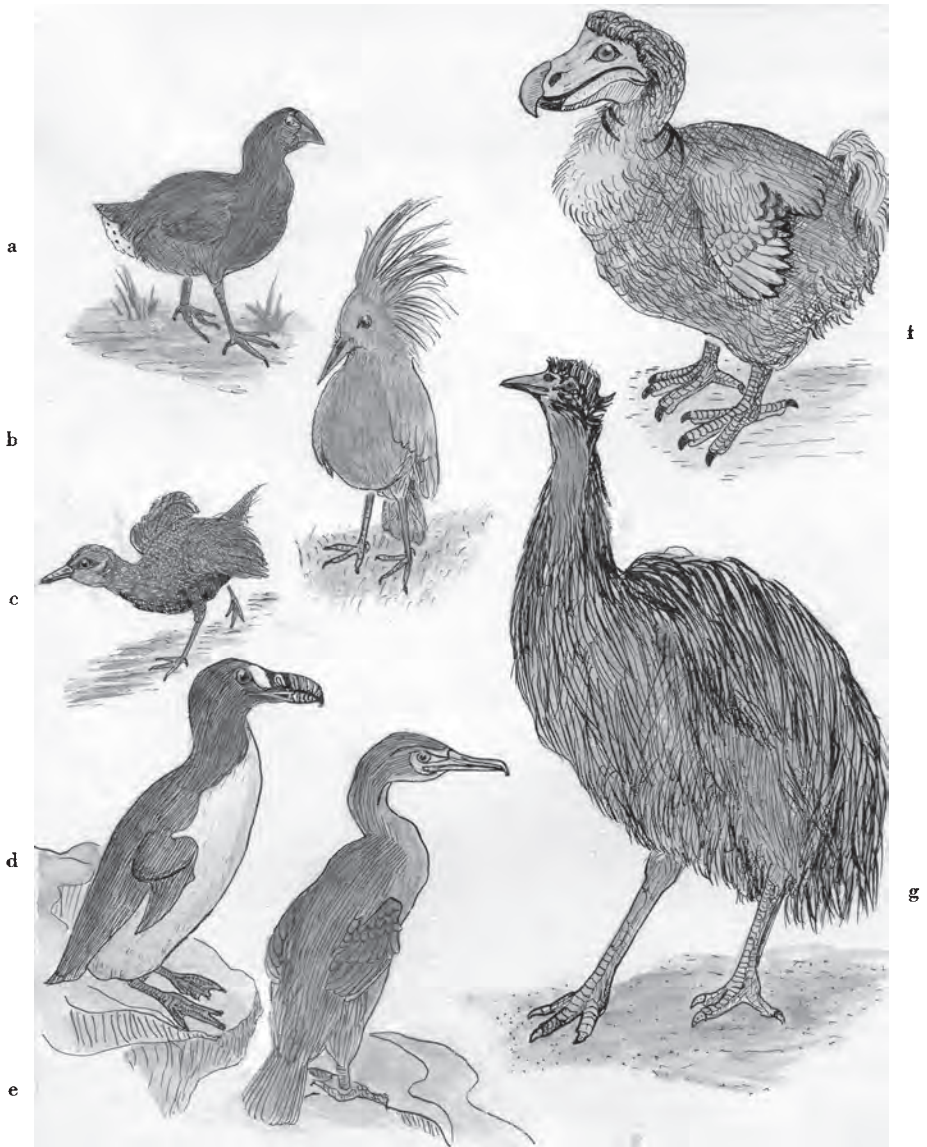


Abb. 31. Rückbildung von Becken und Hinterbeinen bei Sirenen: a) linke Beckenspange vom Dugong (*Halicore dugong*); b) linkes Becken und Oberschenkelrudiment vom Manati (*Manatus*); c) Becken mit noch voll erhaltener Gelenkpfanne bei *Eosiren* des Alttertiärs; d, e) Dugong und Manati mit eingezeichnetem Beckenrudiment.

zweihörnigen Uterus (*U. bicornis*) und schließlich den Uterus simplex. In seltenen Einzelfällen kann aber der letztere noch teilweise zweigeteilt sein, oder es findet sich eine doppelte Vagina als Atavisme. Beim Menschen hat ein solcher Fall des Auftauchens einer alten Anlage schon mehrfach diagnostische Irrtümer oder Meinungsverschiedenheiten der Ärzte zur Folge gehabt. Der bedeutende, vergleichende Anatom **Wiedersheim** hat in der Zeit der Auseinandersetzungen um die Abstammungslehre die Rudimentationen des



Flugunfähige Vögel: a *Notornis hochstetteri*, b *Rhinochetus jubatus* (Kagu), c *Ocydromus australis* (Wekaralle), d *Plautus impennis* (Riesenalk), e *Nannopterum harrisi* (Galapagos-Kormoran), f *Raphus cucullatus* (Dronte), g *Dromaius ater* (Schwarzer Emu). a lebt in einer kleinen, wiederentdeckten Kolonie, b, c, e sind stark bedroht, d, f, g sind ausgerottet.