

Vergleichende Anatomie der Spechtzunge

VON

Dr. Adolf Leiber,

Freiburg i. B.

==== Mit 6 Tafeln und 13 Figuren im Text. ====

(Aus dem Zoologischen Institut in Würzburg.)



STUTTGART.

E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele).

1907.

↔ Alle Rechte vorbehalten. ↔

Meinem verehrten Lehrer und lieben Freund

August Pauly

Doktor der Philosophie

Professor der angewandten Zoologie an der Universität München

in Dankbarkeit zugeeignet

Inhalt.

	Seite
I. Einleitung. Material und Technik	1
II. Zunge. Gestalt, Skelett, Integument, Tastkörper, Schleimdrüsen	4
III. Muskulatur. Nerven des Zungenapparats	22
IV. Vergleichende Anatomie der Zunge	36
V. Mechanismus des Apparats	53
VI. Phylogenetische Bemerkungen	59
VII. Historisches. Schluß	66

I.

Extrem entwickelte Organe, d. h. solche, die sich in einer bestimmten Richtung weit von dem Typus entfernt haben, der ihrem Bau zu Grunde liegt, und in Folge davon eine aberrante Gestalt angenommen haben, besitzen einen besonderen Reiz zur Untersuchung. Wenn dieser vielleicht auch ursprünglich nur im Ungewohnten der Erscheinung besteht, so sind es doch zwei tiefer liegende Umstände, welche das Studium solcher Organe wissenschaftlich wertvoll machen. Denn gerade diese extremen Bildungen lassen erstens die engen Beziehungen zwischen Organismus und Umgebung deutlich erkennen, indem sie uns bis ins einzelne den notwendigen Zusammenhang zwischen dem von außen bedingten Bedürfnis und dem Bau des Organs zeigen, und zweitens geben sie durch die Möglichkeit ihrer Entstehung einen Einblick in Quantität und Grenzen des Vermögens des Organismus, sich äußeren Bedingungen entsprechend zu gestalten. Beides bringt uns der Erkenntnis des Organischen näher.

Die Klasse der Vögel besitzt bekanntlich neben einer großen Einförmigkeit im allgemeinen Bau, die wohl aus den überall gleichartigen Bedingungen des Luftlebens entspringt, einen überaus großen Reichtum an einseitig angepaßten Organen, die sich oft in der extremsten und sonderbarsten Weise ausgebildet haben.

Auch die Zunge gehört dazu, die zwar bei den Vögeln meist ein Organ von untergeordneter Wichtigkeit ist, aber bei manchen dadurch, daß sie nicht nur bei der Verarbeitung, sondern auch beim Erwerb der Nahrung in Anspruch genommen wird, eine besondere Bedeutung gewinnt und eine abweichende Ausbildung erfährt. Es sei nur an die Pinselzunge der Kolibris erinnert oder an die Zunge mancher *Tenuirostres* (Gadow 13), die weit vorstreckbar und zu einem wirklichen Saugrüssel geworden ist, den wir seiner Funktion nach mit dem der Schmetterlinge vergleichen können, und auch die Zunge der Spechte ist, bekanntlich in ganz anderer Weise, zu einem Organ geworden, das in erster Linie dem Erwerb der Nahrung dient.

Ein Vergleich dieser unter physiologisch ähnlichen Bedingungen extrem entwickelten Zungenformen böte viel Interessantes; wir träfen bei ähnlicher Gestalt und ähnlicher Funktion einen recht verschiedenen anatomischen Bau an, könnten dabei aber doch oft eine Gleichartigkeit der technischen Mittel feststellen.

Im folgenden wollen wir uns auf die Untersuchung der Spechtzunge beschränken, und an ihr studieren, in welcher Weise dieses Organ sich den durch die Lebensweise gegebenen Bedingungen gemäß ausgebildet hat. Wir werden uns aber nicht damit begnügen, den typischen Bau dieses Organs kennen gelernt zu haben, sondern wir wollen die Untersuchung auf alle uns zugänglichen Arten ausdehnen; nicht nur um dadurch die Morpho-

logie des Apparats möglichst vollständig kennen zu lernen, sondern auch um innerhalb einer Familie die Beziehungen zwischen Physiologie und Morphologie festzustellen, die wir eben für die fernerstehenden Gruppen Specht, Kolibri und Tenuirostres angedeutet haben. Wir werden auch in diesen engeren Grenzen finden, daß verschiedene Lebensweise morphologisch nahestehende Arten in ihrer äußeren Erscheinung voneinander trennt, gleichartige Lebensumstände dagegen sich fernerstehende ähnlich werden lassen.

Es ist natürlich, daß die Zunge der Spechte schon oft in den verschiedensten Richtungen untersucht worden ist und wir finden auch in allen Zeiten Arbeiten über ihren Bau und ihre Gebrauchsweise; trotzdem glaube ich, daß eine ausführliche anatomische Beschreibung, die diesen merkwürdigen organischen Apparat erklärt, nicht wertlos ist, zumal da die letzte Spezialarbeit über die Spechtzunge von V. A. Huber schon 1821 erschien, sich nur auf den Grünspecht bezieht, und dazu noch recht knapp gefaßt ist. Daß aber in den folgenden Ausführungen Bekanntes wiederholt werden mußte und nicht überall früher Festgestelltes von neuen Befunden streng geschieden werden konnte, leuchtet ein.

Einen Überblick über die historische Entwicklung der Untersuchungen über die Spechtzunge werde ich an den Schluß dieser Arbeit stellen.

Wegen der Schwierigkeit, die exotischen Arten zu erhalten, beschränkte ich mich von vornherein auf die europäischen Piciden. Daß dadurch die Kenntnis des Zungenapparats dieser Familie nur sehr unvollständig bleiben mußte, war ich mir bewußt. Immerhin stellen die europäischen Spechte Vertreter zu den wichtigsten Gruppen und nur die der Picummen, deren Zungenbau, wie es scheint, noch ganz unbekannt ist, aber manchen Aufschluß über die Stellung dieser Unterfamilie geben würde, fehlt.

Meine Untersuchungen bezogen sich also auf *Dendrocopus* major, minor, medius, leuconotus (aus Siebenbürgen) mit der Varietät *lilfordi*, die ich aus Bosnien und aus der Herzegowina erhielt; *Dryocopus* martius; *Apternus* tridactylus (aus Norwegen, der Schweiz und Ungarn); *Gecinus* canus und *viridis*; *Iynx* torquilla.

Schon die Beschaffung dieser Arten, besonders der in Deutschland nicht einheimischen, war nicht leicht, doch erhielt ich im Lauf einiger Monate auch die selteneren. Für die bereitwillige Hilfe, die mir dabei von mancher Seite zuteil wurde, danke ich auch an dieser Stelle aufrichtig.

Die technische Arbeit bestand naturgemäß hauptsächlich im Präparieren mit Messer und Schere. Wegen der Kleinheit des Objekts geschah dies meistens unter dem Braus-Drünerschen binokularen Präpariermikroskop von Zeiß, bei 10facher Vergr. Das Präparat lag dabei unter schwachem Alkohol, worin es in irgend einem Stadium der Präparation beliebig lang unberührt aufbewahrt werden konnte. In jedem wichtigen Stadium wurde mit Hilfe des Zirkels eine genaue Zeichnung in einer geeigneten Vergrößerung angefertigt, und erst weiter präpariert, wenn diese fertig ausgeführt war; so entstanden Serien von Zeichnungen, die für jedes Objekt ein möglichst zuverlässiges Protokoll über den Gang und die Befunde der Präparation bilden. Da diese aber zu sehr verschiedenen Zeiten angefertigt wurden, so konnte dabei kein einheitlicher Plan für die Veröffentlichung zu Grund gelegt werden, und ich bin daher jetzt gezwungen, manchmal mehrere Zeichnungen wiederzugeben,

die bei einer geeigneten Anfertigung des Präparats in eine hätten vereinigt werden können: ich vermied es aber, mit Ausnahme von Fig. 25, wo es sich, wie mir scheint, einwandfrei machen ließ, Zeichnungen nachträglich zu kombinieren, ohne daß eine Kontrolle am Objekt möglich war.

Im Laufe der Zeit erwies sich für die Präparation im allgemeinen der folgende Gang als zweckmäßig:

Der Vogel wurde abgebalgt und dabei auf Verbindungen der Zungenmuskulatur mit der Körperhaut geachtet. Hierbei mußte der *musc. cleido-thyreoideus* an seiner Insertion an der Halshaut durchschnitten werden. Darauf wurden Bauchhöhle und Brusthöhle durch einen seitlich an der Carina entlang geführten Schnitt geöffnet und die beiden Körperwände sorgfältig auf die Seite gezogen, um den thorakalen Teil der Zungenmuskulatur, hauptsächlich also die Syrinxmuskulatur, sichtbar zu machen. Dieses Präparat eignet sich bei allen Vögeln zur Demonstration der Syrinx- und Zungenmuskulatur in toto, weil sie dabei von den Insertionen im Innern des Thorax bis zu jenen am Unterkiefer zu übersehen ist. Da in halber Höhe des Halses der *musc. cleido-thyreoideus* schon durchtrennt war, und der an der Trachea entlang laufende Teil der Zungenmuskulatur dort nichts Besonderes zeigt, so konnte nun an dieser Stelle Trachea, Oesophagus und Wirbelsäule durchschnitten und so der Kopf zur Präparation der Zungenmuskulatur im engeren Sinn abgetrennt werden. Ihr unterer Teil in der Syrinxgegend wurde später für sich behandelt. Nachdem der Verlauf der Hörner und die Muskelinsertionen am Schädel festgestellt waren, wurden die Hörner freigelegt, der Unterkiefer exartikuliert, und der Oesophagus dicht hinter der Larynx durchschnitten; dadurch wurde der Unterkiefer mit der Trachea und der gesamten Zungenmuskulatur frei. Die weitere Präparation geschah nun von der Ventralseite her. Die Schleimdrüsen wurden zur Seite gelegt und dann nach und nach in die Tiefe gegangen, dabei die Muskulatur vom Unterkiefer abpräpariert und dieser entfernt. Sodann wurde die Muskulatur an der Trachea untersucht und zwar im wesentlichen von der Dorsalseite her, und endlich das Innere des Zungenschlauchs durch einen Längsschnitt freigelegt, der ventral geführt wurde, um die dorsal verlaufenden Nervenstränge mit den sie begleitenden Blutgefäßen zu schonen.

Da man bei dieser Art der Präparation die im Zungenschlauch liegenden Teile nur im ausgebreiteten Zustand zu sehen bekam, wurden außerdem Querschnittserien angefertigt. Zu diesem Zweck wurde an einem frischen Exemplar die Zunge mit Larynx herauspräpariert; vor dem Kehlkopf darf man sie nicht abschneiden, da sonst die im Zungenschlauch liegenden basalen Teile der Hörner diesen durch ihre Elastizität nach den Seiten auseinanderzerren. Die Zunge wurde dann in Zenkerscher Flüssigkeit fixiert, durch Salpetersäure in Alkohol entkalkt, mit Boraxkarmin oder einer Hämateinlösung gefärbt und in Paraffin eingebettet. Zungen des Buntspechts wurden vollständig in Serien von 45 μ zerlegt, vom Grünspecht nur einzelne Abschnitte, da hier die Schnitte auf lange Strecken keine wesentlichen Verschiedenheiten zeigen. Es erwies sich als vorteilhaft, einmal zur Schonung des Mikrotommessers, dann auch, weil sich die Schnitte auf diese Weise sorgfältiger behandeln ließen, durch die harte Hornspitze die Schnitte aus freier Hand mit dem Rasiermesser zu machen: man erhielt dadurch zwar keine vollständigen Serien von gleicher Schnittdicke, aber einzelne

manchmal gerade durch ihre größere Dicke brauchbare und instruktive Schnitte; auch konnten diese nicht in der gewöhnlichen Weise aufgeklebt, sondern mußten einzeln behandelt werden.

Mikroskopische Totalpräparate wurden von nicht entkalkten Zungenspitzen angefertigt. Diese lassen in Kanadabalsam nicht nur die feinere Struktur des Hornepithels erkennen, sondern sind durchsichtig genug, um das os entoglossum in situ zu zeigen.

II.

Die freie Zunge der Spechte entspricht bekanntlich morphologisch nicht der Zunge der andern Vögel, worauf schon Mery (34) aufmerksam gemacht hat. Trotzdem werden wir im folgenden den im Schnabel sichtbaren freien Teil des Zungenapparats kurzweg „Zunge“ nennen; denn dieses ist kein morphologischer, sondern ein physiologischer Begriff, der das bei der Nahrungsaufnahme tätige Organ bedeutet und nicht durch anatomische Verhältnisse bestimmt wird. Dagegen bezeichnen wir mit dem Wort „Zungenapparat“ die geordnete Gesamtheit der anatomischen Elemente, welche durch ihr Zusammenwirken die Funktionen der Zunge ermöglichen. Das ist also in erster Linie ein anatomischer Begriff. Wenn wir vom Zungenapparat reden, müssen wir dies mit den vergleichend-anatomischen Bezeichnungen tun.

Zunächst wollen wir nun die äußere Erscheinung der Zunge betrachten und können uns dabei kurz fassen, da diese schon vielfach beschrieben worden ist. Genauere Angaben über ihre Gestalt und die Unterschiede bei einzelnen Arten hat Naumann (36) gegeben; auch bei Giebel-Nitzsch (18) finden wir einige beachtenswerte Angaben über das Äußere der Zunge und Lucas (26, 27, 28) studierte die amerikanischen Arten daraufhin eingehend. Es ist nicht möglich, und wohl auch überflüssig, die große Menge der übrigen Literatur anzuführen, in der man sich über das Äußere der Spechtzunge unterrichten kann.

Ohne eine umständliche Beschreibung zu versuchen, verweise ich auf die Zeichnungen, insbesondere auf Tab. III, Fig. 31 und 34, Tab. IV, Fig. 36, welche die allgemeine Gestalt der Zunge wohl am deutlichsten erkennen lassen. Wir wissen, daß sich die Zunge der Spechte vor andern Vogelzungen dadurch auszeichnet, daß sie weit vorgestreckt werden kann und auch sonst sehr beweglich ist. Nur ihre kurze, fest verhornte, nadelfeine Spitze, die fast bei allen Arten starre Widerhaken trägt, ist anatomisch mit der Zunge der übrigen Vögel zu vergleichen, im übrigen ist die Zunge weich und entspricht Teilen, die sonst in der Mundhaut verborgen liegen.

Diese abweichende Bildung hat ihre Ursache bekanntlich darin, daß der Specht seine Zunge als wichtiges Organ benützt seine Nahrung aufzusuchen und zu ergreifen. Sie ist daher sowohl als Tastorgan ausgebildet, gewissermaßen als Fühler, der die Umgebung um den Schnabel herum abzusuchen vermag, als auch zum Festhalten der Nahrung befähigt. Daß die Zunge der Spechte ein feines Sinnesorgan ist, wurde schon früh beobachtet und wir finden in der Literatur mehrfach Berichte von Experimenten, die sich darauf beziehen. Es ist auch anzunehmen, daß in der Tat der Specht mit seiner Zunge tastend die unter der Rinde in ihren Gängen befindlichen Käferlarven von Ungenießbarem unterscheiden kann. Über den Bau dieses wahrscheinlich sehr empfindlichen Sinnesorgans werden wir später einiges zu sagen haben.

Zum Erfassen und Festhalten der durch Tasten entdeckten oder auch sonst gefundenen Insekten wird die dünne und spitze Zunge vor allem dadurch brauchbar gemacht, daß sie mit einem zähen, sehr klebrigen Schleim überzogen wird, der in zwei mächtigen am Unterschnabel liegenden Drüsen bereitet wird. Kleine Erhebungen, die bei den einzelnen Arten verschieden angeordnet sind, und die wohl auch die Tastfunktion unterstützen, machen die Zungenoberfläche rauh und daher zum Festhalten der gefangenen Tiere noch geeigneter. Außerdem aber ist es wohl zweifellos, daß auch die feine und sehr harte Spitze zum Aufspießen einzelner weicher und kleinerer Insekten, vor allem also der Larven von Holzkäfern, dient. Ich besaß einen zahmen Buntspecht, welcher vorgehaltene Mehlwürmer freilich am liebsten mit dem Schnabel packte; konnte er sie aber so nicht erreichen, so schoß er seine Zunge danach und war imstande, damit die doch ziemlich hart gepanzerten Larven zu durchbohren. Auch Prinz Ludwig Ferdinand (29, berichtet pag. 4 von ähnlichen Beobachtungen.

Die Art und Weise des Gebrauchs der Zunge ist nun bei den einzelnen Spechten verschieden, damit auch die Gestalt der Zunge, und wie wir später sehen werden, ihr anatomischer Bau. Das hängt mit der Lebensweise der Arten aufs engste zusammen. Nach dieser können wir unsere Spechte in zwei größere Gruppen einteilen, die übrigens, wie gleich bemerkt werden soll, mit den systematischen nicht zusammenfallen. Die einen, deren Typus die Buntspechte darstellen, sind fast ausschließlich Kletterer und finden ihre Nahrung durch Aufhacken der Insektengänge in den Bäumen; die andern ernähren sich vorzugsweise von den am Boden lebenden Ameisen, sind nebenbei auch Kletterer, wie der Grün- und Grauspecht, oder sind es, wie der Wendehals, in nicht höherem Maß, als der Baumläufer oder der Kleiber. Die erste Gruppe ist in vorzüglicher Weise dem Kletterleben angepaßt, und auch die Gestalt der Zunge hängt mittelbar damit zusammen; die Zunge ist zwar weit vorstreckbar, doch nicht über die Grenze einer gewissen Festigkeit, die es möglich macht, die Insekten zu durchbohren. Auch ist an den Zungen dieser Gruppe die Hornspitze besonders fein und lang und mit einer großen Zahl von Widerhaken besetzt, um die aufgespießte Beute festzuhalten. Wenn Marshall (32 pag. 13) es mit Recht als eine falsche Angabe Geßners bezeichnet, der Wendehals durchsteche mit seiner Zunge die Ameisen, da dabei jede Ameise einzeln aufgespießt werden müßte, so ist er doch im Irrtum, wenn er daraus ohne weiteres schließt, daß die Spechte überhaupt nicht ihre Zunge in dieser Weise gebrauchten; für diejenigen Arten, welche, wie die Buntspechte, vorwiegend von kleinen Larven der Holzkäfer leben, die in der Tat einzeln gefangen werden müssen, weil sie unter der Rinde zerstreut liegen, ist es zum mindesten sehr wahrscheinlich, zumal da, wie erwähnt, die Buntspechte mit ihrer Zunge derartige Tiere wirklich zu durchbohren vermögen.

Die andere Gruppe der Spechte lebt, solange es irgend möglich ist, fast ausschließlich von Ameisen, die sie, wie es scheint, sogar bei Frost in ihren Winterquartieren aufzufinden wissen.¹ Bei diesen hat die Zunge analog mit andern ausschließlich ameisenfressenden Tieren (z. B. Ameisenbär, Ameisenbeutler, Ameisenigel) das höchste Maß ihrer Ausstreck-

¹ Grünspechte, die im Dezember und Januar bei Frost geschossen waren, hatten ausschließlich Ameisen, und zwar in großer Menge im Magen. Dagegen bestand der Mageninhalt von Grauspechten in dieser Jahreszeit vorwiegend aus Käfern und Käferlarven, die im Mulm überwintern.

barkeit erreicht, ist wurmartig beweglich geworden und wird im Gegensatz zu der der Buntspechte wohl ausschließlich als Leimrute verwendet, was uns für die Wendehälse sehr schön und richtig Gessner (17) mitteilt: „Sie strecken ihre Zungen, wie die Fischer ihre Angelschnür, herfür, darüber die Ameisen gehen, wo aber jetzt viel darauf sind, ziehen sie die Zungen an sich, und fressen sie, sagt Oppianus“ (pag. 554). Weil bei dieser Art der Verwendung der Zunge die hornige Spitze beim Fangen nicht mehr so sehr wie bei den Buntspechten in Betracht kommt, so ist sie meist relativ kürzer und die Widerhaken sind weniger zahlreich; beim Wendehals hat sie zwar annähernd dieselbe Länge wie beim Buntspecht, aber sie ist gänzlich unbewehrt.

Eine Zwischenform zwischen Bunt- und Grünspecht bildet, was die Gestalt der Zunge betrifft, der Schwarzspecht, und das ist auch aus seiner Lebensweise leicht zu erklären, denn er ist einerseits der kräftigste Hacker unter unsern Spechten, andererseits aber geht er vorzugsweise den tief im Holz lebenden Baumameisen nach. Seine Zunge steht etwa in der Mitte zwischen denen der übrigen. Die relative Länge der Hornspitze und die Zahl der Widerhaken dürfte sogar bei ihm noch geringer sein, als beim Grünspecht. Eine besondere Stelle nimmt auch in dieser Beziehung *tridactylus* ein. Während nämlich die Zunge der übrigen Spechte fast den ganzen Innenraum des Schnabels ausfüllt, also mit der Spitze nur wenige Millimeter hinter der Schnabelspitze liegt, ist die Zunge des Dreizehenspechtes, wie schon Naumann (36) beschreibt, ganz besonders kurz, nämlich nach meiner Messung 18 mm lang und nach Naumann nur $\frac{1}{2}$ Zoll über die Schnabelspitze hinaus ausstreckbar; das bedeutet aber bei ihrer Kürze immerhin eine ganz beträchtliche Verlängerung.

Die relativen Zungenlängen lassen sich wohl am besten dadurch vergleichen, daß man das Verhältnis zwischen Schnabellänge und Länge des Zungenbeins einschließlich der Hörner feststellt; wir finden dabei, daß bei den Buntspechten das Zungenbein etwa $2\frac{1}{2}$ mal, beim Schwarzspecht annähernd 3mal, beim Grünspecht 4mal und beim Wendehals sogar mehr als 5mal so lang ist als der Oberschnabel.

Nach diesem kurzen Hinweis auf die äußere Gestalt der Zunge und ihre Verwendung wollen wir nun untersuchen, in welcher Weise der Apparat gebaut ist, der bei ihrem Gebrauch tätig ist. Zunächst wollen wir dabei das Skelett behandeln, dann die äußere Umhüllung und endlich die Muskulatur und die Nerven der Zunge.

Vergleichen wir das Zungenbein des Spechtes (Tab. III, Fig. 25) mit dem typischen der Vögel, wie wir es etwa bei *Certhia* (Tab. V, Fig. 52) vor uns haben, so finden wir zwar die bekannten Teile wieder: einen zentralen Zungenbeinkörper, dem sich vorn das os entoglossum¹ und hinten die beiden in zwei Abschnitte gegliederten Hörner ansetzen; nur fehlt das sonst bei den Vögeln vorkommende, die hintere Fortsetzung des Zungenbeinkörpers bildende unpaare Urohyle spurlos. Diese Teile aber sind hier in eigentümlicher, durch

¹ Das Manuskript, welches im Jahr 1904 geschrieben wurde, enthält hier die Bemerkung „das aus den Resten der Hyoidbögen besteht.“ Nach neueren Untersuchungen von Kallius, Beiträge zur Entwicklung der Zunge. II. Teil. Vögel (*Anas boschas* L. und *Passer domesticus* L). Anatomische Hefte, 85 86 Heft (28. Bd., 1905, p. 309—586) war ich veranlaßt, den Passus in der Korrektur zu streichen, da durch die zitierte Abhandlung die früheren Ansichten über die Herkunft des os entoglossum angefochten werden. Die Bezeichnung „os entoglossum“ aufzugeben und auf einen andern Skeletteil zu übertragen, kann ich mich hierbei nicht entschließen, da diese die genannte Frage offen läßt, rein morphologisch aber den Teil des Zungenskeletts der Vögel bezeichnet, der in der Regel die freie Zunge stützt. Diese Bemerkung möge auch für spätere diesbezügliche Stellen vorliegender Abhandlung gelten.

den ganz abweichenden Gebrauch der Zunge bedingter Weise umgestaltet. Alle Abschnitte, mit Ausnahme des os entoglossum, sind nämlich stark verlängert und dabei äußerst dünn geworden, so daß das ganze Zungenbein aus langen dünnen Stäben von annähernd gleicher Stärke zusammengesetzt erscheint.

Die Knochenmasse ist elastisch und wird infolge der geringen Dicke äußerst biegsam, so daß schon in dieser Beziehung das Zungenbein der Spechte etwas Fremdartiges hat; dazu kommt noch, daß die Bewegung in Gelenken fast ganz aufgegeben ist und die Biegsamkeit und Elastizität der Knochen zu einer ganz eigenartigen Bewegungsweise benutzt wird. Schon Blumenbach (5) macht darauf aufmerksam. Er merkt bei der Beschreibung des Zungenbeins der Spechte pag. 339 an: „Ein schönes Beispiel zum Erweis des großen Anteils, den schon die bloße Federkraft an der Vollziehung mancher Funktionen der tierischen Ökonomie hat,“ und denkt dabei insbesondere an die mehrfach gebogenen Zungenbeinhörner des Grünspechts, die er mit einer Uhrfeder vergleicht. Ob nun die Wirkung dieser Elastizität, wie wohl Blumenbach und auch noch spätere Autoren annahmen, im Mechanismus des Zungenapparats eine aktive ist, etwa so, daß durch das Herausziehen der Zunge die Feder gespannt wird, und infolge der Tendenz, die ursprüngliche Kurve wieder anzunehmen, beim Erschlaffen des vorziehenden Muskels die Zunge automatisch zurückzieht, möchte ich bei der Schwäche der Feder bezweifeln und auch die dem Vorstrecker äquivalente Stärke des rückziehenden Muskels spricht schon anatomisch dagegen; jedenfalls aber erleichtert das Bestreben des Knochens die Krümmung der Ruhelage anzunehmen, das Zurückgleiten des komplizierten Apparates in diese und ergänzt so die Tätigkeit der Muskulatur. Wichtiger aber als diese aktive Äußerung der Elastizität ist die passive Biegsamkeit des Zungenbeins, die eine beliebige Krümmung seiner Abschnitte und dadurch die wurmartigen Bewegungen der Zunge möglich macht. So kommt ein merkwürdiges Verhältnis zwischen Muskel und Knochen zustande, nämlich, daß zwischen Ursprung und Insertion eines Muskels kein Gelenk zu liegen braucht, und der Muskel nicht die einzelnen Abschnitte des Skeletts hebelartig gegeneinander bewegt, sondern durch seine Kontraktion eine gleichmäßige Einkrümmung des ganzen Skelettstabes nach der Seite des Muskels verursacht. Diese Art der Bewegung erinnert uns an die Chorda dorsalis, die in ähnlicher Weise durch Kontraktion der Seitenmuskulatur gebogen wird. Wie sehr sich die Knochen des Zungenbeins biegen lassen, zeigte sich an zwei Grünspechten, deren im Tode weit heraushängende Zungen durch den Jäger förmlich zusammengeknittert in den Schlund gestoßen waren, und die bei der Präparation an den geknickten Stellen zwar eine Zerrung des Knochens, aber keinen Bruch erkennen ließen.

Gehen wir nun zur Betrachtung der einzelnen Abschnitte des Zungenbeins über, so ist über den Zungenbeinkörper nur wenig zu sagen. Er ist bei allen Arten ein langer, dünner, gerader Stab, welcher den größten Teil der Zunge stützt und vorn den Gelenkkopf trägt, an dem das os entoglossum artikuliert, hinten die Gelenkflächen für die beiden Zungenbeinhörner. Je länger das ganze Zungenbein ist, desto länger ist im allgemeinen auch der Körper; er ist aber nicht, wie danach zu erwarten wäre, beim Wendehals, sondern beim Grünspecht am längsten, während bei jenem die Hörner relativ noch länger sind als bei diesem. Bei der amerikanischen Gattung *Sphyrapicus* aber, deren Zungenbein überhaupt nicht länger ist als das vieler Passeres, verhält sich der Zungenbeinkörper zu den

Hörnern fast genau so, wie bei *Sitta* oder *Certhia* (Tab. V, Fig. 52 und 53). Vgl. dazu Tab. III, Fig. 3 bei Lucas (26).

Der Querschnitt des Zungenbeinkörpers ist, wie mikroskopische Schnitte zeigen, nicht ganz kreisförmig, sondern stellt entweder ein auf der Ecke stehendes Quadrat mit konvex gekrümmten Seiten dar, wie beim Grünspecht, oder einen Rhombus, dessen kürzere Diagonale vertikal steht, wie bei den Buntspechten. Bei diesen ist der Zungenbeinkörper also dorso-ventral etwas zusammengedrückt, Unterschiede, die sich leicht auf die Lebensweise der verschiedenen Spechte zurückführen lassen. Der Grünspecht braucht zu den wurmartigen Bewegungen seiner Zunge einen allseitig möglichst gleichmäßig beweglichen Zungenbeinkörper; der Buntspecht dagegen, welcher die Zunge auf seine Beute schießt, ein Zungenbein, das dem Abbiegen einen gewissen Widerstand entgegengesetzt und deshalb flacher geworden und mit einem Degen oder Dolch zu vergleichen ist. Die Kanten des Körpers sind bei allen Formen abgerundet (Tab. VI, Fig. 54 und 56).

Vorn an den Zungenbeinkörper fügt sich das os entoglossum an. Es ist im Gegensatz zu den übrigen Teilen des Zungenbeins sehr klein und erscheint nur als eine kurze feine Spitze des Zungenbeins. Da es gar keine selbständige Bedeutung mehr hat, so ist auch sein Gelenk funktionslos geworden, es ist überhaupt als ein durchaus rudimentär gewordener Abschnitt des Zungenbeins anzusehen, der seine ursprüngliche Funktion, den seitlichen und auf- und abwärts gerichteten Bewegungen der Zunge als Stütze zu dienen, vollständig aufgegeben und diese an den außerordentlich verlängerten, stabförmigen und sehr biegsamen Zungenbeinkörper abgetreten hat. Vergleichend anatomisch aber finden wir in ihm die Spuren aller Teile des komplizierten typischen os entoglossum der Vögel, wie wir es z. B. bei den Passeres kennen. Bei diesen Vögeln (Tab. V, Fig. 52) sind die vorderen Reste der beiden Hyoidbögen, welche zusammen das os entoglossum bilden, bis auf die quere Verbindung, die die Gelenkpfanne für den Kopf des Zungenbeinkörpers trägt, meist noch vollständig getrennt. Die vordersten feinen Enden laufen dicht nebeneinander her, lassen aber vor dem Gelenk einen dreieckigen Zwischenraum zwischen sich frei. Vom Gelenk nach rückwärts und etwas aufwärts sind zwei divergierende Spitzen gerichtet, welche die Stützen der wie die Widerhaken einer Pfeilspitze nach hinten gerichteten Teile der Zunge bilden und den musc. hypoglossi recti zur Insertion dienen. Die vom Gelenk nach vorwärts laufenden Spitzen des os entoglossum tragen ventral eine sich nach vorn verlierende, hinten in der Höhe des dreieckigen Spalts plötzlich abbrechende kielartige Leiste, an der die Sehne des musc. cerato-glossus inseriert.

Alle diese Teile sind am os entoglossum der Spechte als rudimentäre und auch sonst modifizierte Bildungen mikroskopisch zu erkennen. Die nach vorn gerichteten Teile sind zwar vollständig verwachsen, lassen aber auf Schnitten (Tab. VI, Fig. 61) durch eine tiefe dorsale und eine kleine und seichte ventrale Einbuchtung ihren paarigen Ursprung noch deutlich erkennen. Verfolgt man die Schnitte von der Spitze nach rückwärts, so wird die ventrale Einbuchtung immer tiefer, die sie einschließenden Ränder sind die Spuren der ventralen Leisten bei *Certhia*, und schließlich kommen wir auch auf die Insertionen der musc. cerato-glossi inferiores (Fig. 60), die allein den cerato-glossi der übrigen Vögel homolog sind, wie später gezeigt werden soll. Auf diesem Schnitt ist aber auch die ventrale Bucht

nach oben durchgebrochen, wir finden jetzt auf eine gewisse Strecke das os entoglossum aus zwei getrennten Teilen bestehend, bis diese kurz vor dem Gelenk durch eine dorsale Spange wieder verbunden werden. In seinem hinteren Teil ist das os entoglossum also dem dreieckigen Zwischenraum bei *Certhia* entsprechend nicht vollständig verwachsen; es wird dort durch ein vorwärts und aufwärts gerichtetes Foramen durchbohrt, das, wie wir später sehen werden, dem nervus hypoglossus zum Durchtritt dient und deshalb als Foramen nervi hypoglossi bezeichnet werden soll. Auch Fig. 1 und 4, die das os entoglossum des Schwarzspechts und des Wendehalses in situ darstellen, lassen dieses Foramen deutlich erkennen. Auf noch weiter rückwärts liegenden Schnitten kommen wir nun in die Symphyse zwischen Zungenbeinkörper und os entoglossum, wobei wir medial den Gelenkkopf des Zungenbeinkörpers treffen, der von den Anschnitten der hinteren Enden des os entoglossum flankiert ist (Fig. 59), und schließlich (Fig. 58) zeigen uns die hintersten durch das os entoglossum geführten Schnitte, daß dieses jederseits in einer aufwärts und rückwärts gerichteten Spitze endigt, die aber so wenig hervortritt, daß sie noch im Bereich des Gelenkes liegt. Diese Spitze dürfte den ganz rudimentär gewordenen hinteren Fortsetzungen des os entoglossum entsprechen, die eben dadurch verschwanden, daß die selbständige Bewegung dieses Zungenbeinabschnitts aufgegeben wurde und infolgedessen die musc. hypoglossi spurlos, die diesen zum Ansatz dienenden Teile des Skeletts bis auf diesen winzigen, nur noch mikroskopisch nachweisbaren Rest sich rückbildeten. Aus allem aber dürfen wir schließen, daß das os entoglossum der Spechte aus einer Form hervorgegangen ist, die wir bei *Sitta* und *Certhia* noch in ihrer ursprünglichen Ausbildung vor uns haben.

Am hinteren Ende des Zungenbeinkörpers sind die beiden Hörner eingelenkt, die wie bei den übrigen Vögeln aus zwei Gliedern bestehen. Gerade die Zungenbeinhörner verlängern sich bei manchen Spechten enorm, denn von ihrer Länge hängt bekanntlich die Vorstreckbarkeit der Zunge ab. Wesentlich das obere Hornglied ist es, welches die relative Länge der Zungenbeinhörner ausmacht, während das basale zwar auch die gewöhnliche Größe überschreitet, aber doch immer zum Zungenbeinkörper annähernd im selben Verhältnis steht. Die Hörner sind nicht bei allen Arten rund. Wie bei den Buntspechten der Zungenbeinkörper sich etwas abgeflacht zeigte, so sind es auch ihre Hörner und zwar noch viel mehr, so daß sie schon bei der Betrachtung mit bloßem Auge uhrfederartig flach erscheinen. Beim Grünspecht dagegen scheinen sie einen runden Querschnitt zu besitzen.

Da, wie gesagt, von der Hornlänge die gesamte Zungenbeinlänge wesentlich abhängt, und diese mit der Ausstreckbarkeit der Zunge unmittelbar zusammenhängt, so treffen wir hier bei den einzelnen Specharten große Verschiedenheiten an, die uns alle Übergänge von der typischen Ausbildung, die wir bei den Singvögeln vor uns haben, bis zu den extremen und ganz absonderlichen Formen derjenigen Spechte zeigen, die die Zunge am weitesten vorstrecken können. Bei der amerikanischen Gattung *Sphyrapicus* (26, 28, 40) reichen die Hörner nicht weiter rückwärts als bei vielen Singvögeln, und wenn wir beispielsweise einen Eichelhäher oder einen Baumläufer betrachten, bei denen die Hörner ziemlich hoch am Hinterkopf endigen und mit den Enden konvergieren, so haben wir keinen weiten Weg bis zum Verhalten des Buntspechts, bei dem die Hörner sich auf der Höhe des Scheitels treffen, dann nebeneinander herlaufen und medial zwischen den Augen-

höhlen endigen (Textfig. 1). Ähnliche Verhältnisse wie *major* zeigen auch andere Arten; von Amerikanern sei nach Shufeldt (40) die Gattung *Melanerpes* genannt. Unter den europäischen Arten steht in dieser Beziehung *minor* dem großen Buntspecht am nächsten; die Hörner sind bei dieser Art vielleicht noch ein wenig länger; beim *Dreizehenspecht* dagegen sind sie noch wesentlich länger; ihre Enden erreichen hier den First des Schnabels (Textfig. 2). Die Hörner liegen in ihrem ganzen Verlauf dem Schädel dicht an; am Hinterkopf und auf dem Scheitel gleiten sie in einer sehr seichten Furche des Schädeldachs. Sie vereinigen sich kurz ehe sie die Höhe des Scheitels erreichen und laufen dann bei allen eben genannten Formen vollkommen symmetrisch nach vorn.

Während nun so bei *tridactylus* die Hörner bis zur Schnabelwurzel in der Mittellinie des Schädels bleiben, finden wir bei *medius* und *leuconotus*, daß sie, obwohl sie nicht wesentlich länger sind, etwa von der Scheitelhöhe ab nach rechts abweichen und rechts vom First an der obern Schnabelfläche endigen (Textfig. 3). Die Ursache für dieses Abweichen aus der Mittellinie finden wir in einem kleinen Höcker, der medial auf den Frontalia aufsitzt und für das Vorrücken der Hörner ein Hindernis bildet. Schon Joh. Wolf (46) kennt

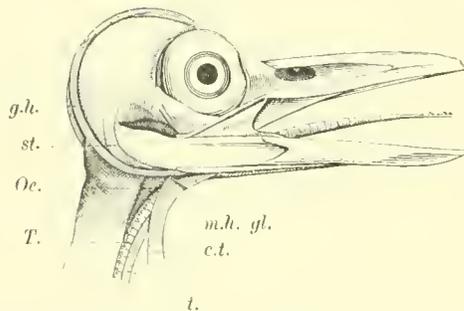


Fig. 1. *Deudrocopus major* (sehr altes Tier). Abgebalgter Kopf von rechts. *c.t.* musc. cleido-thyreoides. *g.h.* musc. genio-hyoideus (Zungenbeinhörner). *gl.* gland. sublinguales. *m.h.* musc. mylo-hyoideus post. *st.* am Schädel entspringendes Bündel desselben. *t.* musc. trachealis. *Oe.* Oesophagus. *T.* Trachea. Nat. Gr.

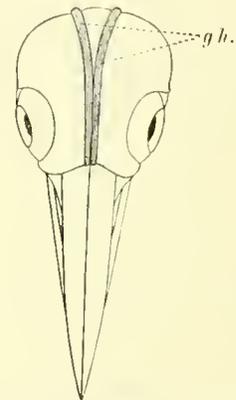


Fig. 2. *Apternus tridactylus*. Abgebalgter Kopf von oben. *g.h.* musc. genio-hyoideus (Zungenbeinhörner). Nat. Gr.

denselben und H. Magnus (30) beschreibt ihn, wie mir scheint nach Untersuchungen am Grünspecht und bezeichnet ihn als Tuberculum. Ich will das kleine Gebilde, das uns später noch weiter interessieren wird, Stirnhöcker nennen. Dieser ist, wie uns schon die Lage der Hörner bei *tridactylus* sagt, nicht bei allen Arten vorhanden; ist er es aber, so müssen die Hornenden ihm nach der Seite ausweichen. Das geschieht bei allen eigentlichen Spechten, die bis jetzt darauf hin untersucht sind, nach rechts, wenigstens in der Regel. Ausnahmen kommen aber, wie auch ältere Autoren angeben (33 Bd. IIB pag. 230; 18 pag. 24¹), so häufig vor, daß die Rechtslage der Hörner wohl nicht als eine spezifische Eigenschaft betrachtet werden kann. Unter 23 Spechten mit asymmetrisch liegenden Zungenbeinhörnern fand ich 2, und zwar einen Grün- und einen Schwarzspecht, bei denen die

¹ Hier ist ein Druckfehler zu verbessern und Zeile 10 von unten „linken“ statt „rechten“ zu schreiben. Man wird dadurch stutzig und fragt sich, ob nicht drei Zeilen weiter unten dasselbe Versehen geschehen sei.

Hörner nach links liefen. Situs inversus der Eingeweide war dabei nicht vorhanden. Beim Wendehals scheint der Verlauf der Hörner noch weniger normiert zu sein, denn von drei Exemplaren hatten zwei die Hörner auf der linken, einer auf der rechten Seite. Hier scheint auch nach älteren Beobachtungen die Abweichung nach links Regel zu sein.

Es ist interessant, die funktionelle Bedeutung des Stirnhöckers durch die Spechtreihe zu verfolgen. Ursprünglich trat er wohl zur Festigung des Schädels auf, gewissermaßen als Strebe, um die Schläge des hackenden Schnabels aufzunehmen; diese Funktion kommt am deutlichsten bei *major* zum Ausdruck, wo der Stirnhöcker ziemlich kräftig entwickelt ist und mit dem Zungenapparat in keinerlei Zusammenhang steht. Spechte, die niemals hackten (*Lynx*), haben keinen Stirnhöcker, und ebenso können wir annehmen, daß er wieder verschwindet, wenn er aus irgend welchen Gründen unnötig geworden ist; so besitzen ihn *minor* und *tridactylus* nicht, worauf wir später bei der phylogenetischen Betrachtung der Gruppe zurückkommen werden.

Verlängern sich nun die Hörner, so laufen sie an einer Seite des Stirnhöckers entlang nach vorn, und dieser, der ursprünglich lediglich eine statische Funktion hatte, tritt

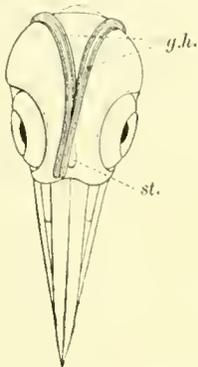


Fig. 3. *Dendrocopus medius*. Abgebalgter Kopf von oben. *g.h.* musc. genio-hyoideus. *St.* Stirnhöcker. Nat. Gr.

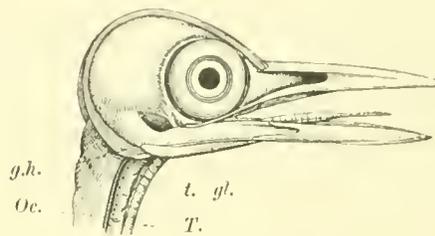


Fig. 4. *Dendrocopus medius*. Abgebalgter Kopf von rechts. Bezeichnungen wie Textfig. 1. Nat. Gr.

zu dem Zungenapparat in der Weise in unmittelbare Beziehung, daß er zu einer Führungsleiste für die asymmetrisch verlaufenden Hörner wird. Dabei kann er als Strebe gegen den Schnabel ganz unnötig werden, wie bei den Grünspechten, bei denen der Schnabel zugleich mit der Verlängerung der Zunge so viel schwächer geworden ist, daß auch ein unverstrebter Schädel seine schwächeren Schläge aushalten könnte, und trotzdem erreicht der Stirnhöcker hier in seiner Entwicklung den Höhepunkt, wohl deswegen, weil er bei den Grünspechten für die sichere Führung des langen, in drei Dimensionen gebogenen Zungenbeinhorns von einer gewissen Wichtigkeit ist. Dies gräbt sich tief in ihn ein, so daß er zum steilen Rand einer tiefen Furche wird, was bei älteren Grünspechten besonders deutlich ist. Die Beobachtung, daß sich diese Furche und die sie medial begrenzende Führungsleiste in den ersten Lebensmonaten des Vogels bedeutend vergrößert und verstärkt, spricht für die unmittelbare Beziehung des Stirnhöckers zur Funktion des Zungenapparates. Wir haben also hier ein vielleicht unscheinbares, aber doch deutliches Beispiel von Funktionswechsel vor uns: ein Organ wird in seiner ursprünglichen Bedeutung überflüssig, wird aber dann zu

andern Zwecken beansprucht und ausgebildet. Wo, wie bei *Iynx*, der Stirnhöcker von Anfang an fehlt, bildet sich auch keine Führungsleiste aus. Daß der Stirnhöcker für phylogenetische Betrachtungen einen gewissen Wert hat, werden wir später sehen.

Wir haben gesehen, daß bei *tridactylus*, *medius* und *leuconotus* die Hörner, die dem Schädel überall dicht anliegen, bis zur Schnabelwurzel reichen. Damit ist aber bekanntlich die Möglichkeit ihrer Verlängerung noch nicht erschöpft, denn in zwei Richtungen können sie noch weiter verlängert werden, erstens durch weiteres Vordringen ihrer Enden und zweitens dadurch, daß sich ihre mittleren Teile in den Hals hinabsenken. Beides ist beim Grünspecht und verwandten Amerikanern (*Colaptes* 40) der Fall. Das erste Mittel zur weiteren Verlängerung des Zungenbeins scheint das bevorzugte zu sein und die Bildung der vom Grünspecht her bekannten Hornschlingen erst dann zu beginnen, wenn den vorrückenden Hornenden ein endgültiger Widerstand entgegengesetzt wird. Dies zeigt der Grauspecht, bei dem, wie wir sehen werden, die Hornenden fast ebenso weit nach vorn reichen, wie beim Grünspecht, Halsschlingen aber noch kaum vorhanden sind. Dies zeigt ferner die postembryonale Entwicklung des Grünspechts, bei dem in den ersten Monaten seines Lebens zuerst die Hornenden nach vorn wachsen und dann erst die mittleren Teile sich hinabsenken. Endlich zeigen dies noch andere Arten (*Dryobates*), bei denen die Hörner ebenfalls in einer sehr merkwürdigen Weise weit vordringen, sich im übrigen aber von denen der bis jetzt behandelten Buntspechte nicht unterscheiden.

Sind die Hornenden bis zur Schnabelwurzel gelangt, bis wohin wir sie bei den einzelnen Arten verfolgt haben, so hängt bei den Formen mit noch längerem Zungenbein der Weg, den die vorrückenden Hörner einschlagen, von der Gestalt des Schnabels ab. Wie bekannt ist, finden sie bei einigen Arten den Weg in den Oberschnabel und gelangen dort in die Hohlräume des os intermaxillare. Dies ist beim Specht deshalb möglich, weil die Intermaxillarköhle nach hinten nicht geschlossen ist, so daß die neben dem Nasenloch nach vorn vordringenden Hörner erst am vorderen Ende der Intermaxillarköhle auf Knochen stoßen, die ihrem Vordringen ein Ziel setzen. Das eigentliche Nasenloch aber ist am Zungenapparat der Spechte ganz unbeteiligt, die Hörner dringen nicht in das Nasenloch ein, wobei sie in die Nasenhöhle kämen, und das ist möglich, weil der äußere Naseneingang nicht den ganzen Raum, sondern nur die obere Hälfte des am Skelett kurzweg Nasenloch genannten Foramens einnimmt. Die untere Hälfte aber ist von der Kopfhaut überzogen, die mit Borstenfedern besetzt ist, und nach vorn in die Hornbedeckung des Schnabels übergeht; und darunter können die vom Schädel herkommenden Hörner, die ja nur von der Kopfhaut bedeckt sind, in die Intermaxillarköhle gelangen. Nimmt man aber an, die Hörner von *medius* sollten weiter vorrücken, und betrachtet man den Schnabel dieses Spechts, so erscheint es unmöglich, daß die Hornenden auf dem eben beschriebenen Weg in den Oberschnabel eindringen; denn durch den breit ausgebildeten dreikantigen Schnabelfirst, der für alle Buntspechte charakteristisch ist, werden die Nasenlöcher stark nach der Seite verschoben und nahezu vertikal gestellt. Die Hornenden, welche von oben herkommen, stoßen also auf das Schnabdach und können nicht von der Seite her eindringen (Textfig. 3 und 4). Der Schnabel des Schwarzspechtes, der im allgemeinen die charakteristischen Eigenschaften des Buntspechtschnabels besitzt, würde ein solches Eindringen wohl erlauben, da der dreikantige Schnabelfirst im Verhältnis zu der großen Gesamtbreite des Ober-

schnabels schmal geworden ist und das Nasenloch sich daher nicht wie bei *medius* fast rein seitlich, sondern schräg nach oben öffnet. Die Hörner, die relativ etwas länger sind als bei *medius*, aber auch noch an der Schnabelwurzel endigen, nehmen offenbar den Weg, der sie bei weiterer Verlängerung in den Oberschnabel führen würde (Textfig. 5). Beim Grün- und Grauspecht endlich hat der Schnabel die starren und derben Kanten des Schnabels der eigentlichen Hackspechte verloren und ist schlanker und leicht gebogen worden, da er vor allem dazu dienen soll, in die Ameisenhäufen einzudringen und diese zu durchwühlen. Obwohl man diesen Schnabel in allen Einzelheiten von dem Buntspechtschnabel ableiten kann, so hat er doch wesentlich eine andere Gestalt, die für die Grün- oder Ameisenspechte charakteristisch ist. Die Nasenlöcher öffnen sich nach oben; die Zungenbeinhörner sind durch den Stirnhöcker abgelenkt auf sie gerichtet und finden den Weg in die Weichteile des Oberschnabels, d. h. des os intermaxillare. Dasselbe Verhalten zeigen die amerikanischen Verwandten der Grünspechte (*Colaptes*).

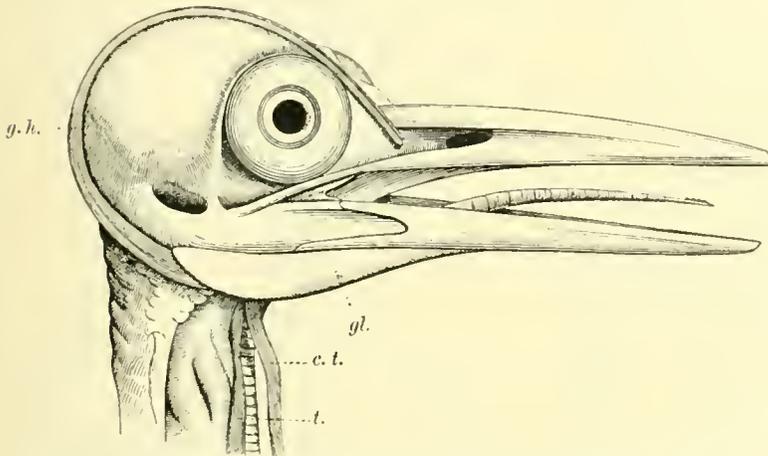


Fig. 5. *Dryocopus martius*. Abgebalgter Kopf von rechts. Schnabel geöffnet. In der Iris vor der Pupille ein Pigmentfleck¹. Bezeichnung wie in Textfig. 1. Nat. Gr.

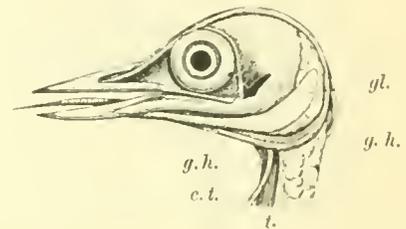


Fig. 6. *Iynx torquilla*. Abgebalgter Kopf von links. *c. t.* musc. cleido-thyroideus. *g. h.* musc. genio-hyoideus (Zungenbeinhörner). *gl.* gland. sublingualis. *t.* musc. trachealis. Nat. Gr.

Auch der Wendehals hat einen Schnabel, dessen Nasenöffnungen nach oben gerichtet sind, so daß die Hörner auf ähnliche Weise wie beim Grünspecht in die Intermaxillarhöhle eindringen können (Textfig. 6), obwohl dies bei der Kürze des Schnabels nur wenig ausmacht. Der Schnabel des Wendehalses, der gar keine Kanten besitzt, wird wohl nicht aus dem Schnabel des Buntspechtes abzuleiten sein, sondern eher eine viel weniger als der Spechtschnabel differenzierte Form des ursprünglichen Schnabels der Pico-Passeres (Fürbringer) sein.

Daß die Schnäbel der Ameisenspechte und des Wendehalses, auch des Schwarzspechtes, gerade so gebaut sind, daß die verlängerungsbedürftigen Hörner in den Oberschnabel einzudringen vermögen, müssen wir als einen Zufall betrachten; denn wenn auch das Bedürfnis zur Verlängerung der Zunge und der Bau des Schnabels auf die Lebensweise zurückzuführen ist, so werden sich vielleicht gerade deswegen Fälle denken lassen, bei denen

¹ Vergl. Swenander, Gust., Über die Iris des Schwarzspechts u. des Grünspechts. Zool. Anz. Bd. XXI. 1898. P. 333—334.

der Schnabel ein Eindringen der Hörner nicht ermöglicht. Wir haben ja schon gesehen, daß dies bei *medius* der Fall wäre, und in der Tat finden wir es bei der amerikanischen Gattung *Dryobates*, die einen ganz ähnlichen Schnabel wie *medius* besitzt. Hier ist nun eine andere Weise erfunden, die Hornenden unterzubringen: sie senken sich von der Augenhöhle abwärts und laufen um den Bulbus herum. Bei *Dryobates villosus*, wo sie am längsten sind, endigen sie in der Nähe der Ohröffnung. Ich gebe hier Fig. 1 und 2 von Malherbe (31 Vol. I pag. XXVIII) wieder (Textfig. 7 und 8), welche diese Verhältnisse an *Dryobates villosus* zeigen, und mache besonders auf die große Ähnlichkeit des Schnabels dieses Spechts mit dem Schnabel von *medius* aufmerksam.

Beim Grün- und Grauspecht, sowie beim Wendehals haben die Hornenden den äußerst möglichen Punkt, nämlich die Schnabelspitze erreicht. Eine weitere Verlängerung der Hörner kann nun noch dadurch bewirkt werden, daß sich ihre mittleren Teile in den

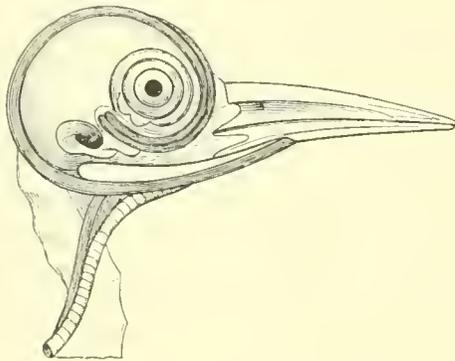


Fig. 7. *Dryobates villosus*. Verlauf der Zungenbeinhörner. Ansicht von rechts (aus Malherbe).

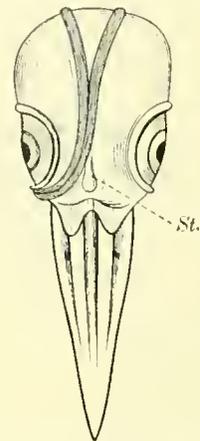


Fig. 8. *Dryobates villosus*. Dorsale Ansicht des abgebalgten Kopfes. St. Stirnhöcker (aus Malherbe).

Hals hinabsenken. Bei *canus* sehen wir hier nur den Anfang dazu, indem die Hörner ihren engen Anschluß an den basalen Teil des Schädels aufgegeben haben. Bei *viridis* aber, dessen Zungenbein von der Spitze des os entoglossum bis zu den Enden der Hörner 23 cm mißt, bilden die Hörner weite Schlingen, die fast bis auf die Schultern reichen, so daß ein vielfach gebogener Verlauf der Hörner zustande kommt: von ihrem Beginn am Zungenbeinkörper laufen sie erst ein kurzes Stück horizontal im Zungenschlauch, dann wenden sie sich weit abwärts, biegen sich dorsalwärts um und steigen zum Hinterkopf hinauf, wo die Hörner beider Seiten zusammentreffen, um gemeinsam erst in der Medianlinie des Scheitels, dann rechts am Stirnhöcker vorbei zum Nasenloch hinab und den horizontalen Oberschnabel nach vorn zu verlaufen, in welchem sie, nur durch den Gaumen getrennt, räumlich ganz nahe bei der Zungenspitze enden (Textfig. 13. A. pag. 55). Diese vielfachen und verschieden gerichteten Biegungen der Zungenbeinhörner des Grünspechtes meinte Aldrovandi (4 pag. 838) wohl, wenn er sagt: „super totum capitis verticem ceu in glomum convolvi observavimus (sc. Pici linguam), adeo ut cum exeritur, tamquam e multis involucris in longum admodum extendatur.“

Ähnliche Halsschlingen wie der Grünspecht besitzt der Wendehals. Sein Zungenbein ist im Verhältnis zur Größe des Schädels das längste.

Interessant wäre eine Untersuchung über die embryonale Entwicklung des Zungenbeinhornes. Aber noch nach dem Verlassen des Eies lassen sich bei jungen Grünspechten wichtige Stadien in der Ausbildung der Hörner erkennen und es zeigt sich, daß die Halsschlingen sich erst dann zu senken beginnen, wenn die Spitze der Hörner in den Oberschnabel eingedrungen ist. Im Laufe des Jahres erhielt ich Spechte verschiedenen Alters,

Fig. 9. *Gecinus viridis juv.* (im Juni aus dem Nest gefallen). Abgebalgter Kopf von der rechten Seite. Der Oberschnabel ist teilweise aufgebrochen, um die Enden der Zungenbeinhörner zu zeigen. Die Hörner liegen dem Schädel überall noch dicht an. Die Schleimdrüsen (*gl.*) sind noch klein. *c.t.* musc. cleido-thyreoideus. *g.h.* musc. genio-hyoideus. *t.* musc. trachealis. *t.h.* musc. tracheo-hyoideus. *Oe.* Oesophagus. *T.* Trachea. Die Pupille erscheint nicht kreisrund, sondern durch Pigmentanhäufung am Irisrand unregelmäßig begrenzt.¹ Nat. Gr.

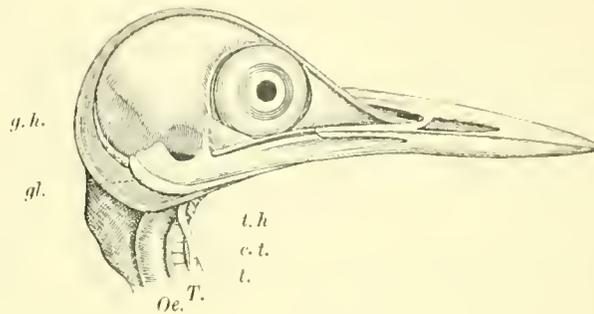
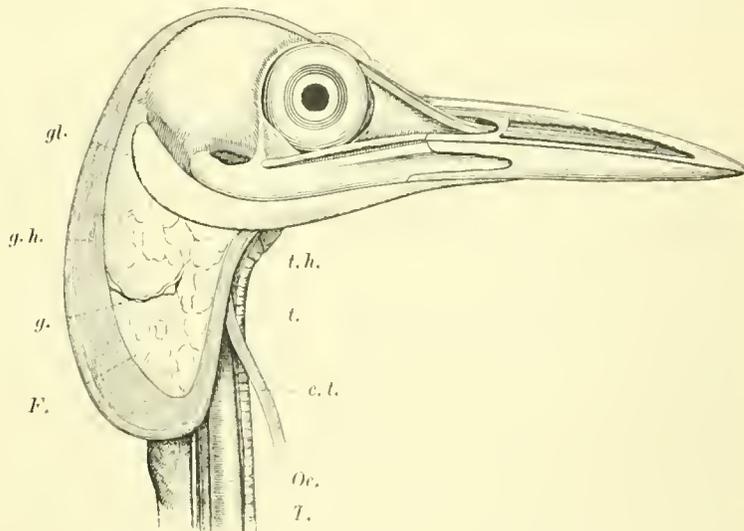


Fig. 10. *Gecinus viridis.* Ausgewachsenes Exemplar. Abgebalgter Kopf von rechts. Oberschnabel aufgebrochen, um die Enden der Zungenbeinhörner zu zeigen. *g.* Ast des nerv. glosso-pharyngeus, der in den musc. genio-hyoideus eintritt. *F.* Binde- und Fettgewebe der Hornschlinge. Übrige Bezeichnungen wie in Textfig. 9. Nat. Gr.



die eine zusammenhängende Reihe des Wachstums des ganzen Vogels darstellen, in der besonders das Wachstum der Zungenbeinhörner auffällt. Die beistehenden beiden Figuren 9 und 10 sind aus dieser Reihe entnommen. Fig. 9 ist nach einem eben flüggen, vielleicht aus dem Nest gefallenen Vogel gezeichnet, den ich im Juni erhielt; der Schnabel ist nur 4 cm lang, die Hörner liegen ventral dem Schädel nach Art der Buntspechte noch ziemlich dicht an, dringen rechts in die Intermaxillarhöhle ein, endigen aber schon sehr bald, ungefähr in der Mitte zwischen Schnabelwurzel und -spitze. Bei einem alten Specht (Textfig. 10), dessen Schnabellänge über 5 cm beträgt, sind die Hornenden so weit nach vorn gerückt,

¹ Vergl. Swenander l. c.

daß ihre Entfernung von der Schnabelspitze $\frac{2}{3}$ der gesamten Schnabellänge beträgt, die Halsschlingen haben sich gebildet und weit hinabgesenkt. Ein Zwischenstadium zeigt Fig. 23 auf Tab. III; dieser Specht wurde im Oktober geschossen, sein Schnabel ist 4,7 cm lang, die Hornenden haben ihre äußerste Lage noch nicht erreicht und die Halsschlingen sind noch nicht so groß wie bei Textfig. 10. Daß die angegebenen Figuren nicht zufällige individuelle Verschiedenheiten darstellen, ergibt sich aus einer Zusammenstellung der Schnabellängen einiger Jungspechte, welche eine auffallende Gleichheit bei gleichaltrigen Individuen in den ersten Lebensmonaten zeigt.

Gecinus viridis juv.

vom Monat	Schnabellänge
Juni	4,0 cm
„	4,3 „
September	4,5 „
Oktober	4,6 „
„	4,7 „
„	4,7 „
„	5,0 „
Dezember	5,3 „

Da der alte Specht von Fig. 10 zweifellos mehrjährig war und eine Schnabellänge von 5,2 cm hatte, so ergibt sich aus obiger Tabelle, daß die Spechte zwischen Oktober und Dezember ihres ersten Jahres ausgewachsen sind. Die in der Tabelle angeführten Spechte waren (mit Ausnahme des letzten) vor allem am Kopfgefieder mit Sicherheit als Jungspechte zu erkennen.

Die späte postembryonale Entwicklung des Zungenbeins der Grünspechte führt uns innerhalb derselben Art ein wahrscheinliches Bild der stammesgeschichtlichen Entwicklung des extremen Zustands vor Augen, dessen vorbereitende Stadien die andern besprochenen Spechtarten nebeneinander zeigen. Von größerem Interesse scheint uns dabei der Umstand, daß die ungewöhnliche Verlängerung des Zungenbeins nicht allein im embryonalen, sondern größtenteils im freien Leben des Vogels stattfindet. Dies dürfen wir wohl als Hinweis darauf betrachten, daß die Grünspechte stammesgeschichtlich noch sehr junge Formen sind; dann aber auch als deutliches Zeichen dafür, daß der Erwerb des langen Zungenbeins durch die Art und Weise der Nahrungsaufnahme bedingt wird, da wir ja noch bei jedem jungen Grünspecht sehen können, daß die Zunge sich verlängert, wenn er selbständig zu fressen anfängt. Sollte das Experiment zeigen, und das halte ich für sehr wahrscheinlich, daß ein junger Grünspecht, den man am normalen Gebrauch der Zunge verhindert, trotzdem ein vollständig ausgebildetes Zungenbein erhält, so wäre das noch kein Argument gegen das eben Gesagte; denn die postembryonale Entwicklung des Zungenbeins kann schon Erwerb der Art geworden sein, gerade wie eine alte Saatkrähe ihre Gesichtsfedern zwischen Schnabel und Auge verliert, auch wenn sie ihr Leben lang keine Gelegenheit hatte, im Boden zu wühlen.

Die Hörner laufen, wie erwähnt, von ihrer Muskulatur umgeben auf dem Schädel in einer sehr flachen Rinne, die bei den Grünspechten in ihrem vorderen asymmetrischen Abschnitt infolge der mächtigen Entwicklung des Stirnhöckers zu einer tiefen Furche wird. Sie sind rings von derbem Bindegewebe umgeben, das von der Schädelhaut abzuleiten ist und das einen festen Kanal bildet, in welchem die Hörner, soweit sie über den Schädel laufen, sicher gleiten können. Die Fascie der die Hörner umgebenden Muskulatur geht am Ende der Hörner in ein sehr zartes Band über, das sich bei allen Spechten, bei denen die Hörner nicht in den Oberschnabel eindringen, innen an der Kopfhaut an einer Stelle festsetzt, die genau dem Ende der Hörner entspricht, wenn sie sich in der Ruhelage befinden. Wird die Zunge ausgestreckt und gleiten dabei die Hornenden um den Schädel herum, so wird dieses Band, vielleicht nur scheinbar, ausgedehnt und zieht sich beim Zurückziehen der Zunge wieder vollständig zusammen, was man an frischgeschossenen Spechten bei geeigneter Präparation beobachten kann. Daß es beim Zurückziehen der Zunge eine automatische Bedeutung habe, scheint mir bei seiner Zartheit und Schwäche ausgeschlossen; vielleicht dürfen wir sogar mit Huber (22) annehmen, daß die Elastizität des Bandes nur scheinbar ist und auf einer Täuschung beruht; indem nämlich die Hörner auf dem Schädel nach rückwärts gleiten, werden sie aus der an der Kopfhaut festgehefteten Fascie herausgezogen und die leere Fascie macht den Eindruck eines sich spannenden Bandes; wenn sie umgekehrt in ihre Ruhelage zurückgleiten, so scheint sich das Band zusammenzuziehen. Auf jeden Fall hat, ob wir Huber zustimmen oder nicht, diese Einrichtung keinen wesentlichen Anteil am Mechanismus des Zungenapparats.

Auf der Ventralseite des Schädels sind die Hörner von lockerem Binde- und Fettgewebe umgeben, das ihnen hier freiere Bewegung als auf dem Cranium gestattet; das ist insbesondere bei den Grünspechten für den Mechanismus von Wichtigkeit, wie später erläutert werden soll. Unter dem Kehlkopf treten die Hörner in einen von der Mundhaut abzuleitenden Schlauch ein, der die im Schnabel freiliegende eigentliche Zunge bildet und die basalen Teile der Hörner, sowie den Zungenbeinkörper beherbergt und nach vorn in die kleine feste Hornspitze übergeht, welche das os entoglossum umgibt. Die Wand dieses Schlauchs ist nicht nur kautschukartig dehnbar, sondern in der Ruhe auch seiner ganzen Länge nach, besonders in der hintern Hälfte, in zahlreiche Querrunzeln gelegt, so daß er um ein beträchtliches Maß verlängert werden kann. Außerdem stülpt er sich in der Ruhe an seiner Basis unter den Kehlkopf ein, so daß das hintere Stück der Zunge nach Art des Penis der Schlangen in einer Duplikatur liegt, die beim Ausstrecken der Zunge ausgezogen wird. Am deutlichsten zeigt sich das beim Grünspecht, dessen Zunge von allen Spechten am beweglichsten ist und am weitesten ausgestreckt werden kann. Prinz Ludwig Ferdinand (29) nennt diese Duplikatur Scheide, wohl mit Rücksicht auf die Zungenscheide der Schlangen und Eidechsen; Huber (22) bezeichnet mit vagina den ganzen Schlauch, der die freie Zunge bildet, und erwähnt nichts von der basalen Duplikatur. Ich werde im folgenden den ganzen Schlauch, der die freie Zunge umgibt, einschließlich der basalen Duplikatur, Zungenschlauch nennen; denn die Hubersche Bezeichnung Scheide hat vergleichend-anatomisch keine Berechtigung und könnte zu einer Verwechslung mit demjenigen Zungenabschnitt führen, den Prinz Ludwig Ferdinand mit Recht so genannt hat.

Der Zungenschlauch hat einen bei den einzelnen Arten wenig verschiedenen runden

Querschnitt, mit einer seichten Einbuchtung auf der Ventralseite (Tab. VI, Fig. 54—56). Dorsal und seitlich ist er mit winzigen, rückwärts gerichteten Stacheln besetzt, welche spezifisch charakteristisch angeordnet sind, was Lucas (26) für nordamerikanische Arten genauer beschrieben hat. Das für alle Spechte Typische ist dabei, daß die Stacheln sich auf einen vordern Raum beschränken, während sie weiter hinten fehlen.

Nach vorn zu verjüngt sich der Zungenschlauch etwas und liegt, wie auch Querschnitte (Tab. VI, Fig. 58) zeigen, am Übergang zu der Hornspitze den inneren Geweben so fest an, daß er auch beim frischen Objekt ohne Zerreißen von diesen nicht abpräparieren ist. Im übrigen aber liegt zwischen der Muskulatur des Zungenschlauchs und seiner Unterhaut ein zartes sulziges Gewebe, das alle Zwischenräume erfüllt, so daß die einzelnen Teile des Apparats sich leicht gegeneinander verschieben können. Der Schlauch wird nach vorn allmählich derber und dickhäutiger, geht aber doch an der Symphyse zwischen Zungenbeinkörper und os entoglossum ziemlich unvermittelt in die verhornte Zungenspitze über.

Diese Hornspitze, die ebenfalls einen den Spechten eigentümlichen kleinen Apparat bildet, bietet mancherlei Interesse. Vergleichend-anatomisch ist sie, wie bereits Mery (34) festgestellt hat, dem Teil des Zungenapparats der übrigen Vögel gleichzusetzen, welcher dort als freie Zunge erscheint; denn sowohl dieser, als die Hornspitze der Spechtzunge werden vom os entoglossum gestützt. Der Körper des Zungenbeins aber, welcher bei den meisten Vögeln ein kurzes gedrunenes Stück darstellt und in der Mundschleimhaut verborgen liegt, ist bei den Spechten stark nach vorn verlängert und hat sozusagen den ihn umgebenden Teil der Mundschleimhaut mit sich in die Länge gezogen. Die Erinnerung an den ursprünglichen Zustand finden wir bei den Spechten auch darin ausgedrückt, daß nur die kurze Spitze verhornt ist, während der den Zungenbeinkörper umgebende Zungenschlauch zwar den Schleimhautcharakter der Hauptsache nach verloren hat, immerhin aber noch weichhäutig ist. Diese morphologischen Umstände können uns aber nicht veranlassen, den Ausdruck „Zunge“ für den gesamten im Schnabel freiliegenden Teil des Zungenapparates zu vermeiden, wie es ältere Autoren für nötig hielten.

Die Hornspitze zeigt innerhalb der Gruppe mancherlei Verschiedenheiten. Bei allen Arten ist sie schmal, umgibt das os entoglossum ziemlich eng und ist daher ventral gewölbt, dorsal eben oder besitzt sogar eine flache Rinne. Ihr Querschnitt bildet daher ungefähr ein stumpfes gleichschenkliges Dreieck, dessen Basis dorsal liegt und dessen Ecken abgerundet sind (Tab. VI, Fig. 61 und 62). Der hornige Abschnitt der Zunge ist ungefähr doppelt so lang als das ihn stützende os entoglossum und endet mit einer nadelfeinen, etwas abgerundeten Spitze, in deren Achse ein vom os entoglossum ausgehender, von Blutkapillaren durchzogener Kanal verläuft. Beim Wendehals ist die Oberfläche der Zungenspitze ganz glatt, so daß sie pfriemförmig ist. Bei den übrigen Spechten ist sie mit zweierlei hornigen Gebilden besetzt. Am auffälligsten sind die Widerhaken. Sie entspringen an den seitlichen Kanten der Zungenspitze, sind ziemlich stark und widerstandsfähig und nach hinten etwas aufwärts gerichtet. Außerdem findet man bei genauer Betrachtung ventralwärts an den Seitenflächen der Hornspitze einen dichten Besatz von feinen, nach der Seite und etwas vorwärts gerichteten Borsten, die immer etwas kürzer als die Widerhaken bleiben, aber doch bei manchen Arten, wie beim großen Buntspecht, eine ansehnliche Länge erreichen; bei

ändern sind sie nur sehr kurz, aber immer vorhanden, wenigstens bei den europäischen Spechten.

Auf Tafel I sind die Zungenspitzen einiger Spechtarten bei starker Vergrößerung abgebildet. Fig. 4 zeigt die glatte Zunge des Wendehalses; Fig. 3 das vorderste Ende der Zunge des dreizehigen Spechtes. Die hier dargestellten Verhältnisse finden sich in wenig verschiedener Weise bei allen Buntspechten; bei *tridactylus* dürfte die Zahl der Widerhaken, die Dichtigkeit und Länge der Borsten und die Feinheit der Spitze das höchste Maß erreichen. Beim Schwarz- und Grünspecht (Fig. 1 und 2) finden wir die Hornspitze weniger lang und nicht so fein endigend, mit bedeutend weniger Widerhaken und kürzeren Borsten besetzt. Ganz besonders der Schwarzspecht zeichnet sich durch eine breitere, kurze und viel weniger spitzwinklige Zungenspitze aus, an der nur ein paar fest anliegende Widerhaken stehen. Es ist leicht erklärlich, daß bei diesen beiden Arten, die, wie wir wissen, die Zunge beim Insektenfang ganz anders verwenden, als die Buntspechte, die Widerhaken sich nicht so massenhaft ausgebildet haben, wie bei diesen, die beim Erfassen der Nahrung fast nur die Hornspitze verwenden.

Es wäre interessant, zu untersuchen, wie die Widerhaken und Borsten entstehen. Dies wird aber kaum anders als embryologisch durchzuführen sein; man müßte feststellen, in welcher Weise sich die Hornschichten der Zungenspitze bilden. Lucas gibt an (26 pag. 37), daß bei ganz jungen Nestlingen die Widerhaken fehlen und meint, daß der selbständige Nahrungserwerb ihre auffallend rasche Bildung veranlaßt. Bei einem eben flüggen Grünspecht und einem wenig älteren Schwarzspecht fand ich die Verhältnisse im wesentlichen wie bei den Alten. Die Bildung der Haken muß also sehr rasch vor sich gehen, wenn die Lucasschen Angaben auch für unsere Spechte stimmen, was aber als wahrscheinlich angenommen werden kann. Eine mikroskopische Untersuchung der Struktur der Hornspitze dürfte dieses Verhalten einigermaßen erklären; wir finden, am deutlichsten in Fig. 2, die die Zunge eines Grünspechts darstellt, daß die Hornschichten sich nicht parallel mit der Oberfläche gebildet haben, sondern daß sie sich von hinten nach vorn dachartig decken, was wohl durch das früheste noch embryonale Wachstum der Zungenspitze verursacht wird; so kommt es, daß die Schichten mit der definitiven Oberfläche einen mit dem Scheitel nach hinten gerichteten spitzen Winkel bilden, und es läßt sich leicht denken, daß eben ausgeschlüpfte Junge zwar noch eine glatte Zungenoberfläche haben, daß aber später, wenn der Vogel sein Futter selbständig zu suchen und zu fangen beginnt, die Widerhaken passiv gebildet werden, vielleicht ganz ohne innere Wachstumserscheinungen, indem die Hornspitze beim Gebrauch in der Richtung der Schichten gewissermaßen zerschlossen wird.

Warum der Wendehals keine Widerhaken besitzt, erfahren wir ebenfalls aus einer mikroskopischen Betrachtung seiner Zunge; denn hier finden wir das Hornepithel parallel zur Oberfläche geschichtet. So wenig Sicheres uns nun diese Befunde sagen, das läßt sich daraus erkennen, daß die Zungenspitze bei den Spechten und dem Wendehals typisch verschieden gebildet ist und auch der Umstand etwa, daß ganz junge Spechte eine glatte Zunge haben, diese dem Wendehals phylogenetisch nicht näher bringt; denn die mikroskopische Struktur beweist, daß bei jenen die Widerhaken schon embryonal angelegt sind.

Interessant ist, daß die Pinselzunge von *Certhia* in ihrer Struktur eine gewisse Ähnlichkeit mit der Spechtzunge hat. Sie ist bekanntlich ebenfalls weit vorstreckbar und unter-

stützt den Schnabel dabei, kleine Insekten aus den Rindenritzen herauszuholen. Bei dieser Zunge sind aber die vorwärts und seitlich gerichteten Borsten viel stärker entwickelt, als die Widerhaken, die nur klein sind und in der hintern Hälfte der hornigen Zunge stehen. Das Vorderende der Zunge wird durch die Borsten in einen bürstenartigen Pinsel verwandelt, der zum Auflecken der Insekten dient. Bei *Sphyrapicus* findet ein ähnliches Überwiegen der Borsten über die Widerhaken statt. Nach Lucas (28 pag. 1012) besitzt *Sphyrapicus* überhaupt keine Widerhaken und die Borsten machen die Zunge einem Kaminbesen ähnlich. Die Ähnlichkeit der Zungenspitze von *Certhia* mit der der Spechte ist für die Erkenntnis der Stammesgeschichte wohl bedeutungslos.

Daß die Spechtzunge ein sehr feines Tastorgan ist, hat Prinz Ludwig Ferdinand (29) histologisch nachgewiesen. Er fand in der ganzen Zunge, in der Hornspitze aber besonders reichlich angehäuft, Tastkörperchen, deren Bau und Anordnung er genau untersucht hat. Sie liegen zum Teil im Unterhautbindegewebe des Zungenschlauchs und der Hornspitze, zum Teil, besonders in der Zungenspitze, mehr in der Tiefe. Auf Schnittserien kann man beobachten, daß die ersten nach vorn an Zahl ab-, die andern zunehmen und in der Zungenspitze fast allein in überraschend großer Menge vorhanden sind. Aus Prinz Ludwig Ferdinands Fig. 4 scheint hervorzugehen, daß im Bereich des os entoglossum die am Zungenrücken liegenden Tastkörperchen größer sind als die übrigen. Auch auf meinen der angeführten Figur entsprechenden Präparaten finde ich dasselbe. Bei etwas weiter rückwärts geführten Schnitten zeigen sich die großen Tastkörperchen immer zahlreicher auch lateral und ventral. Es sind die im Unterhautbindegewebe liegenden, im Gegensatz zu den in den tieferen zarteren Geweben liegenden kleinen Körpern. Je weiter man in der Zunge rückwärts geht, desto zahlreicher werden die großen Herbstschen Körperchen und treten in der Region des Zungenbeinkörpers auch in der Tiefe auf. Die großen und kleinen Körperchen scheinen zwei Gruppen zu bilden, doch kann ich nicht mit Sicherheit sagen, ob diese Gruppen streng nach der Größe der Körperchen zu scheiden sind. Der wesentliche Unterschied der beiden Gruppen besteht in der Innervation; die in der Unterhaut liegenden Tastkörperchen und wahrscheinlich überhaupt alle Tastkörperchen im Bereich des Zungenbeinkörpers, werden nämlich vom nerv. glossopharyngeus, alle übrigen, wesentlich also die zahlreichen kleinen Tastkörperchen der Zungenspitze, vom nerv. hypoglossus innerviert, ein Verhalten, das wir später bei Besprechung der Nervatur genauer verfolgen werden. Wie Prinz Ludwig Ferdinand gezeigt hat, sind die meisten Tastkörperchen parallel der Zungenachse orientiert, wohl weil sie in dieser Richtung am meisten in Anspruch genommen werden. Einzelne haben aber auch andere Achsenstellungen, um auch von anderer Richtung kommende Tasteindrücke aufnehmen zu können. Man geht wohl nicht fehl, wenn man annimmt, daß die Oberflächenstruktur der Zunge neben andern Funktionen einen Bestandteil dieses feinen Tastapparats darstellt. Die groben und ziemlich starren Widerhaken werden zwar hauptsächlich dem Nahrungserwerb dienen; die feineren, nach vorwärts gerichteten Borsten aber, die mit Ausnahme der ebenen Dorsalfläche zwischen den Widerhaken die ganze Hornspitze dicht besetzen, kann man wohl mit Recht als eine Einrichtung bezeichnen, die die Tasteindrücke den Herbstschen Körperchen zu übermitteln hat. Ein exakter Nachweis dieser Vermutung wird sich freilich nur schwer führen lassen.

Als Organe, die bei den Spechten noch mehr als bei andern Vögeln in enger Beziehung zum Zungenapparat stehen, und die mit diesem eine außerordentliche Entwicklung erfahren haben, mögen die Schleimdrüsen kurz erwähnt werden. Die durch ihre Größe auffallenden Organe liegen oberflächlich zwischen den beiden Unterkieferästen und bedecken fast ganz die dort befindlichen Teile der Zungenmuskulatur.

Diese von Gadow (14 pag. 663) als glandulae sublinguales, von älteren Autoren, z. B. Huber (22) meist als glandulae submaxillares bezeichneten Drüsen sind höchst wahrscheinlich aus Drüsenwülsten abzuleiten, wie wir sie bei Singvögeln, z. B. *Certhia*, zu mehreren Paaren in der Schleimhaut des Unterschnabels neben der Zunge herlaufen sehen. Auch bei den Spechten ist das stark entwickelte und sofort in die Augen fallende Paar der Schleimdrüsen, wie schon Meckel wußte (vergl. das unten angeführte Zitat), nicht das einzige, sondern wir finden, wie uns Fig. 5 (Tab. I) zeigt, medial davon mindestens noch ein Paar ähnlich gestalteter, aber viel kleinerer Drüsen, die von den großen bedeckt werden.

Die Schleimdrüsen sondern ein zähes, klebriges Sekret ab, das die Oberfläche der Zunge überzieht und diese so zum Insektenfang sehr geeignet macht und stehen nicht nur in dieser physiologischen Weise, sondern auch anatomisch mit dem Zungenapparat in enger Verbindung, indem ein Teil der Zungenmuskulatur in einer Weise, die später näher beschrieben werden soll, an sie herantritt, um die voluminösen Organe in ihrer Lage festzuhalten und diese bei den Bewegungen der Zunge und bei der Schleimabsonderung zweckentsprechend zu regeln.

Die Größe der Drüsen ist bei den einzelnen Arten sehr verschieden und hängt mit der Längenentwicklung des gesamten Zungenapparates in der Weise zusammen, daß die Arten mit den längsten Zungen auch die größten Schleimdrüsen besitzen.

Beschreibungen dieser Organe haben schon die älteren Autoren gegeben. Mery (34 pag. 87) erwähnt sie wohl zuerst. Wolf (45 und 46) geht auf ihre äußere Erscheinung und auf die Unterschiede bei den einzelnen Spechtarten ein, und die Beschreibung in Meckels vergleichender Anatomie (33 Bd. IV pag. 465 f.) ist so ausführlich und enthält so viele Einzelheiten, daß ich sie hier folgen lassen werde, und zwar nicht nur deshalb, weil sie sich auf genauere Untersuchungen gründet, als sie mir möglich waren, und die beste ist, die bis jetzt vorliegt, sondern vor allem, weil es wohl von Interesse sein dürfte, die nun fast hundert Jahre alten Ergebnisse anatomischer Untersuchungen mit den modernen Hilfsmitteln und Kenntnissen zu prüfen und zu ergänzen. Meckels Beschreibung lautet:

„Die Speicheldrüsen sind besonders bei den spechtartigen Vögeln stark entwickelt. Doch bieten auch hier die verschiedenen Arten bedeutende Verschiedenheiten dar. Bei *Picus viridis* z. B. sind sie bedeutend größer als bei *varius* und nur auf jene paßt die von Cuvier gegebene Beschreibung.

Eine Zungendrüse schien mir in beiden zu fehlen. Dagegen sind die vordere und hintere Unterkieferdrüse sehr groß. Beide sind fest, wenig gelappt, länglich, stoßen von vorn nach hinten dicht aneinander und liegen dicht an der innern Fläche des Unterkiefers. Sie unterscheiden sich bei erwachsenen Vögeln leicht durch ihre Farbe und ganze Beschaffenheit, die vordere ist rot, weich und sondert eine dünne Flüssigkeit ab, die hintere dagegen ist weiß, hart und sondert eine klebrige Flüssigkeit ab, welche die Zunge überzieht.

Ihre Ausführgänge öffnen sich unten vor der Zunge in die Mundhöhle. Außerdem finden sich, getrennt von ihnen, an der untern Fläche der Mundhöhle mehrere einzelne, längliche, blinde Säcke, die vielleicht besonders oder allein die vordere Unterkieferdrüse darstellen.

Bei *Picus viridis* ist die hintere besonders stark entwickelt und reicht über den Unterkieferwinkel weg bis hoch oben zum Hinterhaupte, bei *P. varius* dagegen ist sie verhältnismäßig weit kleiner, nur so groß als die vordere und erreicht bei weitem nicht einmal das hintere Ende des Unterkiefers.

In der Jugend verhält es sich bei *Picus viridis* ähnlich, allein man kann hier in dieser Periode die beiden Drüsen nicht deutlich unterscheiden.

Verhältnismäßig weit größer als bei den eigentlichen Spechten sind die Speicheldrüsen wie der Zungenapparat bei *Iynx*, wo ich alles wenigstens doppelt so groß als bei *Picus viridis* fand.“

Die letzte Bemerkung überrascht vielleicht; legt man ihr aber das Längenverhältnis von Zungenbein zum Schnabel zu Grund, so dürfte sie wohl nicht übertrieben sein.

Von der merkwürdigen Vereinigung zweier Drüsen, die nach Meckel noch dazu verschiedenartige Sekrete produzieren, spricht auch Cuvier an der Stelle, auf welche Meckel in obigem Zitat hinweist; er sagt (10 Bd. III pag. 222):

„La glande, qui sépare l'humeur qui enduit la langue des pics est très-considérable. Elle déborde en dessous la mâchoire inférieure, et se porte jusqu'à l'occiput; les grains qui la composent sont gros, blancs, et remplis d'une humeur très-gluante de même couleur, qui se décharge dans la bouche par un seul canal percé sous la pointe de la langue. Cette glande est contiguë en avant à une autre glande de couleur rouge; qui s'étend jusqu'à la symphise des branches de la mâchoire.“

Diesen Angaben über die Schleimdrüsen ist nichts weiter hinzuzufügen, als daß sie mit mehreren Ausführgängen in die Mundhöhle münden (Marshall 32 pag. 13), die, wie Fig. 5 (Tab. I) erkennen läßt, hintereinander liegen und zwar die hinterste in der Nähe der Zungenwurzel, die vordersten nahe dem Winkel der Unterkieferäste; bis zur Spitze der Zunge, wie Cuvier meint, wird sich aber wohl keiner dieser Kanäle erstrecken.

Die Größe dieser Drüsen bei einigen Arten und ihre Lage zeigen die Textfiguren 1, 4, 5, 6, 9, 10. Auch in den Figuren 18, 19 (Tab. II), 24 (Tab. III), 37, 38 (Tab. IV) sind die Schleimdrüsen von *tridactylus*, *viridis* und *torquilla* gezeichnet.

III.

Gehen wir nun zum Studium der Muskulatur über, so empfiehlt es sich, die zahlreichen Zungenmuskeln in Gruppen zu gliedern, die, zunächst nur auf äußere Merkmale gegründet, die Übersicht erleichtern sollen.

Wir können zwanglos drei solcher Gruppen aufstellen. Die erste umfaßt die Muskulzüge, welche das Zungenbein mit Schädel und Unterkiefer verbinden, enthält also im wesentlichen seine Aufwärts- und Vorwärtszieher; die zweite besteht aus den Muskeln, die

im allgemeinen in der Richtung vom Thorax zum Zungenbein verlaufen, die also der Hauptsache nach die Antagonisten der ersten Gruppe sind; die dritte endlich wird von den Muskeln gebildet, die dem Zungenbein allein angehören und seine einzelnen Teile gegeneinander bewegen.

Die Spechtarten zeigen, wie schon aus der äußeren Gestalt und der Gebrauchsweise der Zunge zu schließen ist, im Bau ihrer Muskulatur manche Verschiedenheiten. Wir wählen daher als Typus den großen Buntspecht und beschreiben an diesem Muskulatur und den mit ihr in enger Beziehung stehenden Nervenverlauf in der Zunge. Daraus lassen sich dann die abweichenden Verhältnisse der übrigen Arten leicht ableiten.

ERSTE GRUPPE.

1. *Musculus mylo-hyoideus posterior* (*mylo-thyroideus* Huber). Am abgebalgten Kopf sieht man im hintern Teil des Raumes zwischen den Unterkieferästen eine breite Muskelplatte, die seitlich zum Teil durch die Schleimdrüsen verdeckt ist und sich über die gesamte Muskulatur der Kehlgegend legt (Tab. 1, Fig. 5 m.p.). Sie wird durch die beiden *musc. mylo-hyoidei posteriores* gebildet, welche mit nach vorwärts und medial gerichteten Fasern in der Medianlinie breit zusammenstoßen und ohne eine nachweisbare *linea tendinea* ineinander übergehen. Bei genauerer Betrachtung findet man, daß jeder *mylo-hyoideus post.* sich aus zwei getrennt entspringenden Bündeln zusammensetzt, die sich aber sehr bald zu der vollständig einheitlichen Muskelplatte vereinigen. Das vordere der beiden Bündel kommt vom hintern Ende des Unterkiefers, das andere ursprünglich von der Schädelbasis, ist aber bei *major* (Textfig. 1 st.) zum Teil bis hinter die Ohröffnung hinaufgerückt. Wir erkennen in diesen beiden Ursprüngen des *musc. mylo-hyoideus post.* des Spechts die beiden Portionen *serpi-* und *stylo-hyoideus*, die nach Gadow (13 pag. 66 und 67) den *mylo-hyoideus post.* bei den *Tenuirostres* bilden, nur sind sie hier viel weniger deutlich zu unterscheiden.

Während sich bei den *Tenuirostres* aus dem *musc. stylo-hyoideus* der Hauptrückzieher der Zunge entwickelt hat, finden wir bei den Spechten gar keinen Zusammenhang dieser Muskeln mit dem Zungenbein mehr, wohl aber einen Hinweis darauf, daß früher ein solcher bestand. Öffnen wir nämlich die mediale Naht zwischen den beiden *musc. mylo-hyoidei post.* und schlagen diese zur Seite, wodurch die tiefer liegende Muskulatur sichtbar wird (Fig. 6), so finden wir jederseits ein äußerst zartes Muskelband (st.), welches, wie wir später nachweisen werden, zur hintern Portion des *musc. mylo-hyoideus post.* gehört, aber ohne Zusammenhang mit dem übrigen Muskel für sich nach vorn läuft, den *musc. genio-hyoideus ventral* überkreuzt, und zwischen diesem und dem Zungenbeinhorn in der Richtung gegen den Zungenbeinkörper in die Tiefe verschwindet. Es erreicht diesen aber nicht, sondern beginnt schon auf dem *musc. genio-hyoideus* sich zu zerfasern und verliert sich später ganz. Dieser Muskelstrang ist sehr zart und bei der Präparation leicht zu übersehen, ist aber bei allen Arten in verschiedener Stärke vorhanden. Wir dürfen ihn wohl als eine entschieden rudimentäre Portion des *musc. mylo-hyoideus post.* ansprechen, die ursprünglich am Zungenbein inserierte. Sie möge als *portio interna* dieses Muskels bezeichnet werden,

und hat vielleicht noch eine Bedeutung für die Führung des zwischen Unterkiefer und Zungenbeinhorn liegenden Abschnittes des *musc. genio-hyoideus*. In Fig. 6 sehen wir ferner, daß die Hauptmasse des *musc. mylo-hyoideus post.* mit einer starken Sehne entspringt, von der seine Fasern fächerförmig ausstrahlen (s. m.). Die Aufgabe dieses Muskels ist vor allem durch seine Kontraktion den Kehlkopf nach oben zu pressen. Wie sich daraus noch andere Funktionen ableiten, werden wir später sehen.

Außerdem ist aber der Muskel zu den Schleimdrüsen in Beziehung getreten, indem einige seiner Fasern sich mit dem hintern Ende derselben verbinden und zu Aufhängern der Drüsen werden. Beim Buntspecht ist dies wegen der geringen Größe der Drüsen nicht gut zu sehen, dafür beim Grünspecht um so deutlicher (Tab. III, Fig. 24).

Endlich scheinen Fasern des *musc. mylo-hyoideus post.* mit der Kopfhaut in Verbindung zu treten.

2. *Musculi mylo-hyoidei anteriores* sind bei *Dendrocopus major* zwar vorhanden, aber so schwach ausgebildet, daß ich sie lieber an *Apternus tridactylus* (Tab. II, Fig. 18 und 19) beschreibe, wo sie besser zu sehen sind. Sie kommen allen Spechten als mehr oder weniger unscheinbare Muskeln zu, und liegen ganz im vordern Winkel der Unterkieferäste. Sie entspringen an deren Innenwand dorsal vom *musc. genio-hyoideus*. Ihre vordersten Fasern gehen in die der andern Seite unmittelbar über, so daß dieser Teil des *mylo-hyoideus ant.* wie ein einziger im Unterkieferwinkel quer ausgespannter kleiner Muskel erscheint. Die weiter hinten gelegenen Fasern erreichen sich nicht mehr und verlieren sich zum Teil im Bindegewebe der Mundhaut, ein beträchtlicher Teil davon aber strahlt auf die basalen Teile der großen Schleimdrüsen aus, und ist höchst wahrscheinlich für die Funktion dieser Organe von Bedeutung. Auch das vordere quere Bündel steht wohl im Dienst der Schleimdrüsen, indem es ihre Mündungskanäle, die sich dort in der Mundhaut befinden, durch seine Kontraktion nach oben an die Zunge anpreßt. Für die enge Beziehung zwischen Schleimdrüsenapparat und *musc. mylo-hyoideus ant.* spricht auch der Umstand, daß dieser Muskel gerade bei den Arten mit langer Zunge und großen Schleimdrüsen besser als bei den andern entwickelt ist. Huber (22) kannte auch diesen Muskel, erkannte ihn aber nicht als *mylo-hyoideus*, sondern beschrieb ihn von den Zungenmuskeln getrennt in dem Abschnitt „De glandula submaxillari“ pag. 16.

3. Die *Musculi genio-hyoidei* gehören als Vorzieher des Zungenbeins zu den wichtigsten Muskeln des Apparates. (Tab. I, Fig. 5; Tab. III, Fig. 26 und 31; Tab. V, Fig. 46 und 47 u. a.) Sie entspringen bekanntlich bei den Vögeln allgemein an der Innenseite der Unterkieferäste, und zwar ventral vom *musc. mylo-hyoideus ant.*, laufen dann dorsal über den *mylo-hyoideus post.* weg den Zungenbeinhörnern zu, an deren aboralem Ende sie inserieren. Durch ihre Kontraktion wird das ganze Zungenbein nach vorn geschoben, und von der Größe ihrer Kontraktionsfähigkeit, also wesentlich von ihrer Länge, hängt die Vorstreckbarkeit der Zunge ab. Das Bedürfnis, die Zunge weiter ausstrecken zu können, kann nur durch Verlängerung der *musc. genio-hyoidei* befriedigt werden, und diese hat unmittelbar die Verlängerung, erst der Hörner (vergl. z. B. die Trochiliden), dann des ganzen Zungenskeletts zur Folge. Eine andere Lösung der Aufgabe scheint nach den gegebenen morphologischen

Bedingungen nicht möglich, und in der Tat zeigt sich auch bei den Vögeln überall mit der Tendenz, die Zunge weiter auszustrecken, zugleich Verlängerung der Hörner.

Bei den *Picidae* drückt sich diese Verlängerung auch darin aus, daß der Ursprung des Muskels so weit wie möglich nach vorn in den Unterkieferwinkel gerückt ist. Von da läuft er dann als gleichmäßig breites, ziemlich starkes Muskelband gerade nach hinten, verschwindet dann unter dem *musc. mylo-hyoideus post.* und erreicht, noch von diesem bedeckt, bei zurückgezogener Zunge das Zungenbeinhorn etwa da, wo die beiden Abschnitte desselben aneinanderstoßen (Fig. 6). Von da ab verlaufen seine Fasern am Horn entlang, diesem parallel und inserieren an einem kurzen Stück an dessen Ende. Sie umgeben das Zungenbeinhorn von seiner innern Krümmung her und zwar bilden sie bei *major* gleich anfangs eine Rinne, die auf der konvexen Seite des Horns durch Bindegewebe geschlossen wird, und später umhüllen die Muskelfasern das Horn ganz und bilden einen rings geschlossenen Schlauch (Tab. II, Fig. 15). Der innere Zwischenraum zwischen *genio-hyoideus* und Horn mit dessen eigener Muskulatur (*musc. cerato-glossi*) ist von einem schlüpfrigen Gewebe erfüllt, das ein fast reibungsloses Gleiten des Horns in dem vom *genio-hyoideus* gebildeten Schlauch gestattet. Entfernt man die Insertionsstelle, indem man etwa das Endstück des Horns abschneidet, so läßt sich das Horn wie ein Degen aus der Scheide aus dem *musc. genio-hyoideus* herausziehen. Ähnliches findet beim Ausstrecken der Zunge statt, indem dabei das Horn aus der vorderen Öffnung des sich verkürzenden Muskelschlauchs herausgleitet.

4. Zur ersten Gruppe der Zungenmuskeln gehört nun noch ein Muskelpaar, das ich mit Huber *musculi genio-thyreoides* nennen will. Sie entspringen an der Innenfläche der Unterkieferäste dorsal vom *musc. genio-hyoideus*, der Ursprung dehnt sich aber am Unterkiefer entlang noch weiter nach hinten aus. Ihre nicht sehr dicht gelagerten Fasern sind mit der Ventralfläche der Mundhaut fest verbunden, bilden deren Längsmuskulatur und gehen auch noch auf die ventrale Außenfläche des Oesophagus über. So weit stellen sie also eine speziell dem Darmkanal zugehörige Muskulatur dar, die vom Zungenapparat unabhängig ist. Ein innerstes Bündel aber, das am weitesten vorn entspringt und genau dorsal vom *musc. genio-hyoideus* verläuft, besteht aus dichter gedrängten Fasern, die ein stärkeres Muskelband bilden, und geht nicht auf den Oesophagus über, sondern inseriert bei *major* dicht hinter der Larynx auf der Dorsalseite der Trachea an deren ersten Ringen, wobei die Muskeln beider Seiten in der Medianlinie aufeinandertreffen (Tab. I, Fig. 8). Da bei *major* der Verlauf dieses Muskels nicht klar zu zeichnen ist, verweise ich auf die Figuren 31—34 (Tab. III), die ihn an *viridis* deutlicher zeigen. In Fig. 31 und 34 ist dabei das innere an der Luftröhre inserierende Bündel (*g. t.*) vom übrigen Muskel frei präpariert. Auf die verschiedenen Insertionsweisen an der Luftröhre werde ich bei Behandlung der einzelnen Arten zu sprechen kommen. Bei allen aber hat dieses Bündel des *musc. genio-thyreoides* die Aufgabe, den Kehlkopf mit dem gesamten Zungenapparat nach vorn zu ziehen. Auch dieser Muskel ist im allgemeinen bei den Arten mit weit vorstreckbarer Zunge besser entwickelt als bei den andern, weshalb er gerade bei *viridis* so gut zu erkennen ist. Seine Antagonisten werden wir in der zweiten Gruppe der Zungenmuskeln finden, zu deren Besprechung wir jetzt übergehen.

ZWEITE GRUPPE.

5. Musculi cleido-thyreoidei (omo-thyreoidei Huber). Sie entspringen etwa in der Mitte der clavicula, richten sich von da kopfwärts, wobei sie sich unterwegs an einer Stelle dicht mit der Halshaut verbinden, dann aber wieder frei auf den Kehlkopf zulaufen. Ihre Insertionen am Schildknorpel findet man in den Fig. 7 und 8 (Tab. I). Man sieht dabei, daß sich bei *major* der Muskel in einen dorsalen, lateralen und ventralen Kopf spaltet. Der dorsale Kopf (c. d.) inseriert am Hinterrande der Larynx dorsal von dem an der Trachea inserierenden Bündel des musc. genio-thyreoideus (Fig. 8). Die beiden andern Köpfe laufen ventral um den musc. genio-thyreoideus herum und dann inseriert der laterale Kopf am Seitenrand des Schildknorpels, der ventrale medial auf dessen Fläche, wobei die Fasern der Muskeln beider Seiten zusammenstoßen (Fig. 7 c. l. und c. v.). Die Bedeutung der musc. cleido-thyreoidei, die den von Gadow (13 pag. 68) beschriebenen musc. tracheo-sternales homolog sind, ist nach ihrem Verlauf klar: sie sind Rückzieher der Larynx und somit des gesamten Zungenapparats, also die Antagonisten der musc. genio-thyreoidei.

6. Bei den Spechten wirken den Vorziehern der Zunge die musculi tracheo-hyoidei (tracheo-glossi Huber) entgegen. Sie haben sich, wie ihr Partner genio-hyoideus mächtig in die Länge entwickelt und die Art, wie die verlängerten Muskeln in dem gegebenen Raum untergebracht sind, bietet mancherlei Interessantes. Bei allen *Picidae* inserieren sie ganz vorn an der Dorsalseite des langgestreckten Zungenbeinkörpers (Tab. II, Fig. 14; Tab. III, Fig. 25; Tab. VI, Fig. 57) und laufen von da innerhalb des Zungenschlauches zwischen dessen Innenfläche und der eigenen Muskulatur des Zungenbeins rückwärts. Sie legen sich lateral um das Zungenbein, wie am besten Querschnitte durch den mittlern Teil der Zunge zeigen (Tab. VI, Fig. 54 und 56), und treten dann unter dem Schildknorpel dorsal von den Hörnern aus dem Zungenschlauch aus. Der Querschnitt Fig. 55 zeigt ihre Lage im basalen Teil des Zungenschlauchs, ihren Austritt sehen wir in Fig. 6 und 7 (Tab. I). Durch die ganze Länge des Zungenschlauches ist ihre dorsale Kante durch zähes Bindegewebe mit dessen Innenfläche verbunden, während, wie schon gesagt, alle übrigen Zwischenräume eine sulzige Masse ausfüllt. Durch diese Verbindung wird wohl bewirkt, daß beim Zurückziehen der Zunge der ausgestreckte Schlauch wieder in seine regelmäßigen und zahlreichen Querfalten gelegt wird.

Nach ihrem Austritt aus dem Zungenschlauch laufen die musc. tracheo-hyoidei ventral unter dem Schildknorpel nach rückwärts und wenden sich dann dicht hinter der Larynx auf die Dorsalseite der Trachea, ihrem Ursprung zu, der bei den primitivsten Arten, so auch bei *major*, wenige Trachealringe hinter der Larynx auf der Dorsalseite der Luftröhre liegt. Wie wir aber in Fig. 8 erkennen, entspringen die Fasern nicht genau in der Mittellinie, sondern die Muskeln zerschlitzen sich in mehrere Bündel, die sich wechselseitig durchflechten und sich jenseits der Mittellinie festsetzen, so daß der rechte tracheo-hyoideus links, der linke rechts von der Medianen entspringt (vgl. auch Fig. 17, Tab. II). Diese Einrichtung, die aus dem Bedürfnis entstanden sein mag, den Muskeln eine breitere Ansatzfläche zu bieten, enthält in sich die Möglichkeit zu der merkwürdigen Verlagerung des Ur-

sprungs des Rückziehers, die wir bei den meisten Spechten finden, und die den Höhepunkt ihrer Ausbildung bei den Grünspechten erreicht. Bei *major* also sehen wir sich drei bis sechs Bündel von nicht ganz gleichmäßiger Stärke durchflechten, und kurz danach, noch auf der Dorsalseite der Trachea an dieser sich breit festsetzen.

Der Verlauf dieses in seiner ganzen Länge annähernd gleichstarken bandartigen *musc. tracheo-hyoideus* ist also bei *major* recht einfach: vom Ursprung an der Luftröhre diese umgreifend, fast in gerader Linie zur Zungenspitze. Indem diese durch Kontraktion des Muskels dem Vorderende der Trachea, der Larynx, genähert wird, wird die Zunge zurückgezogen.

7. *Musculi tracheales* (*omo-vaginales* Huber). Die Luftröhre durch ihre ganze Länge begleitet ein Muskelpaar, das ihr bandartig flach aufliegt und durch ein umhüllendes Bindegewebe an sie angepreßt wird. In der Kehlkopfgegend endet es in etwas komplizierter Weise zwischen den dort verlaufenden Muskelzügen; nach abwärts findet es seine Insertionen teils an den Bronchen, teils setzt es sich als Homologon der bei den Singvögeln bekannten *musc. sterno-tracheales* in der Richtung auf den Schultergürtel fort. Joh. Müller bezeichnet diese Muskeln (35 pag. 332 ff.) schlechtweg als Seitenmuskeln der Trachea; da sie hauptsächlich bei den Bewegungen der Luftröhre in Betracht kommen, sollen sie *musc. tracheales* genannt werden. Betrachten wir zuerst ihre Endigungen am Kehlkopf (Fig. 6, 7, Tab. I). Hierbei möge vorläufig außer acht gelassen werden, daß in Fig. 6 durch einen dünnen Faserstrang, der an der Luftröhre vom rechten zum linken *musc. trachealis* hinüberzieht, die Symmetrie und Klarheit des Bildes gestört wird. Solche scheinbar anomale Stränge finden wir beim *musc. trachealis* sehr häufig. Die beiderseits etwas ventral an der Trachea heraufkommenden Muskeln teilen sich kurz vor ihrer Insertion bei *major* in drei Köpfe, die wir am besten in Fig. 7 erkennen. Zuerst fällt uns bei der Präparation ein Bündel auf, das ich *caput ventrale* nennen will, und welches dicht neben dem der andern Seite herläuft und sich schließlich mit ihm zu einem unpaaren Stück vereinigt t.v.). Dieses liegt als ventralster Teil der ganzen Kehlkopfmuskulatur dicht über dem *musc. mylo-hyoideus post.* und nimmt seine Richtung auf das Hinterende des Zungenschlauchs zu. Ehe es jedoch diesen erreicht, geht es in ein festes, aber dünnes Bindegewebe ohne Muskelfasern über, das sich mit dem Zungenschlauch verbindet. Diese oberflächliche unpaare Endigung der *musc. tracheales* wurde von Huber als einzige beschrieben. Die beiden andern Köpfe inserieren am Schildknorpel, und zwar je ein Bündel, das sich an derselben Stelle wie das *caput ventrale* von dem einheitlichen Muskel absondert, aber mehr dorsal gelegene Fasern enthält, und das wir *caput medium* (t.m.) nennen wollen, nach kurzem Verlauf etwa in der Mitte des Schildknorpels in der Medianlinie an derselben Stelle wie der ventrale Kopf des *musc. cleido-thyreoideus*, und endlich bleibt als Rest des Muskels jederseits ein *caput laterale* übrig t.l.). Dieses umgreift den aus dem Zungenschlauch kommenden und sich nach der Dorsalseite der Luftröhre wendenden *musc. tracheo-hyoideus lateral*, und inseriert ebenfalls unmittelbar hinter dem ventralen Kopf des *musc. cleido-thyreoideus*, so daß sich an dieser Stelle die Fasern der drei Muskeln unter sich und mit denen der andern Seite teilweise durchkreuzen.

Am untern Ende teilen sich die *musc. tracheales*, wie schon angedeutet, in zwei Portionen. Ein Teil der Fasern setzt sich nämlich, wie die Fig. 35a und b (Tab. III) zeigen, in einen Muskelzug fort, der dem *musc. sterno-trachealis* der Singvögel homolog ist. Dieser Strang, die *portio sternalis* des *musc. trachealis*, verläßt die Luftröhre an ihrem untern Abschnitt, nach L. Wunderlich (47 pag. 64) an ihrem achten Ring, doch zeigen unsere Figuren, daß sich diese Abzweigung über eine größere Anzahl von Ringen erstreckt. Ein Teil der Stränge der *portio sternalis* hat ihren unmittelbaren Übergang in den *musc. trachealis* aufgegeben und inseriert an den Ringen der Trachea; die äußersten Fasern aber bilden keine Insertion. Die Masse der Fasern, welche inserieren und welche es nicht tun, ist bei den einzelnen Arten verschieden. Bei *viridis*, nach dem unsere Figuren gezeichnet sind, inserieren die meisten und nur wenige setzen sich unmittelbar in den *musc. trachealis* fort, während bei *major* nur etwa die Hälfte der Fasern inseriert, die andere mehr nach außen gelegene Hälfte dagegen ohne Unterbrechung von der Trachea dem Schultergürtel zu verläuft. Die *portio sternalis* spannt sich frei durch die Brusthöhle und inseriert bei den Spechten mit Ausnahme des Wendehalses nicht, wie sonst bei den Vögeln, irgendwo am vordern Rand des Sternums, sondern hat ihre Insertion auf die etwas weiter kaudalwärts liegende erste Thorakalrippe verlegt, offenbar um den Muskel dadurch zu verlängern. Eine zweite Insertion des *musc. trachealis* bildet die *portio bronchialis*. Die tiefer gelegenen Fasern dieses Muskels laufen nämlich nach der Abzweigung der *portio sternalis* an der Trachea weiter herab, und zwar sowohl dorsal als ventral von den Fasern der *portio sternalis*, so daß wir wohl ein *caput dorsale* und *ventrale* unterscheiden könnten. Unterhalb der Insertionsstelle der *portio sternalis* kommen aber die Bündel wieder zusammen und inserieren gemeinsam lateral an den Bronchen und zwar am obern Rand des ersten Ringes. Fig. 35a zeigt den schwächeren ventralen, Fig. 35b den stärkeren dorsalen Teil der *portio bronchialis* (br), und auf beiden ist ein Teil der lateralen Insertion zu sehen.

Ihrer Funktion nach scheinen die *musc. tracheales* hauptsächlich der Stimmbildung zu dienen. Ihre untersten Abschnitte, die *portiones bronchiales* und *sternales*, stehen unzweifelhaft zum Stimmapparat in unmittelbarer Beziehung (L. Wunderlich 47 pag. 64), und auch die an der Luftröhre entlang laufenden Teile gehören dazu, denn durch ihre Kontraktion wird diese verkürzt, während sie durch Kontraktion der *portiones sternales* wieder in die Länge gezogen wird, wenn der Kehlkopf fixiert ist. Durch verschiedene Länge der Luftröhre, die das Ansatzrohr der Syrinxpfeife darstellt, sind jedenfalls verschiedene hohe Töne hervorzurufen, und man darf vielleicht annehmen, daß durch abwechselnde rhythmische Kontraktionen des trachealen Teils und der *portio sternalis* des *musc. trachealis* das Lachen des Spechts bewirkt wird. Daneben dürften die *musc. tracheales* aber auch, wenn ihre bronchiale Insertion durch die *portiones sternales* fixiert ist, mit den *musc. cleido-thyreoides* zusammen als Senker des Kehlkopfs dienen. Die Endigungen am Kehlkopf gehören wohl mit Ausnahme des *caput medium*, das im allgemeinen die vordere Insertion des *musc. trachealis* darstellt, ausschließlich zum Zungenapparat. Das *caput ventrale*, das zwar nicht, wie Huber (22 pag. 15) sagt, unmittelbar an der Basis des Zungenschlauchs inseriert, aber durch ein festes Bindegewebe mit ihm verbunden ist, vermittelt wohl beim Rückziehen der Zunge die Einstülpung des basalen Abschnitts des Zungenschlauchs und das *caput laterale*, das den *musc. tracheo-hyoideus* wie eine Schlinge umgreift, aber nicht bei allen Arten vor-

handen ist, dürfte für die Führung dieses Muskels eine Bedeutung haben. So hat der *musc. trachealis*, den wir uns ursprünglich als einen Rückzieher und Senker des Kehlkopfs vorstellen können, mannigfache Funktionen übernommen, die durch einen Vergleich mit andern Vögeln noch an Interesse gewinnen werden.

DRITTE GRUPPE.

Es bleiben nun noch die Muskeln zu besprechen übrig, welche die einzelnen Abschnitte des Zungenbeins gegeneinander bewegen. Dies sind bei den Spechten nur die *musc. cerato-glossi*, welche in zwei Paaren, nicht wie bei den übrigen Vögeln als ein Muskel-paar vorhanden sind.

Legt man durch einen ventralen Längsschnitt durch den Zungenschlauch den Zungenbeinkörper frei, so sieht man ihn von vier starken Sehnen umgeben, zwei ventralen und zwei dorsalen (Tab. II, Fig. 15; Tab. IV, Fig. 41). Diese gehören den vier *musc. cerato-glossi* an.

8. Die ventral laufenden *musculi cerato-glossi inferiores* (Huber) entspringen am oberen Glied des Zungenbeinhorns ihrer Seite etwa da, wo es sich um den Hinterkopf herumbiegt, mit langen dünnen Fasern, die bald in eine Sehne übergehen. An diese Sehne setzen sich in ihrem weitem Verlauf kurze Muskelfasern fiederartig an, die vom basalen Teil des obern und vom ganzen untern Hornglied auf dessen Lateralseite entspringen. Von dem Gelenk zwischen Zungenbeinhorn und Zungenbeinkörper ab laufen die Sehnen frei und, wie Querschnitte durch den Zungenschlauch zeigen (Tab. VI, Fig. 56—58), ganz ohne noch Muskelfasern zu enthalten, der Ventralseite des Zungenbeinkörpers dicht aufliegend nach vorn, und inserieren ventral am *os entoglossum* zu beiden Seiten von dessen ventraler Furche (Tab. VI, Fig. 60 c.i.).

9. Die *musculi cerato-glossi superiores* (Huber) (Tab. II, Fig. 15) entspringen an der Medialseite des untern Gliedes der Zungenbeinhörner ebenfalls zuerst mit längern, dann mit ganz kurzen fiedrigen Fasern und bilden sehr bald eine Sehne, die mit der entsprechenden der andern Seite zusammen den Zungenbeinkörper dorsal bedeckt und zu beiden Seiten am hintersten obern Ende des *os entoglossum* inseriert.

In dem Querschnitt Fig. 58, der durch den hintersten Teil des *os entoglossum* gelegt ist, ist rechts die Insertion des *musc. cerato-glossus sup.* getroffen (c.s.), während hier die *inferiores* noch als freie Sehnen verlaufen (c.i.). Deren Insertionen finden wir erst beträchtlich weiter vorn im Querschnitt Fig. 60. Über die Lageverhältnisse der *musc. cerato-glossi* zueinander und zum Zungenbein geben am besten Querschnitte durch die Mitte des Zungenschlauchs Aufschluß (Fig. 56). Dieser Schnitt, sowie das Präparat Fig. 15 zeigen uns noch den bemerkenswerten Unterschied des *musc. cerato-glossus superior* vom *inferior*, daß auch den ganzen Zungenbeinkörper entlang Muskelfasern vom Skelett zu seiner Sehne laufen, und zwar sind diese ihrer Richtung nach als eine vom Zungenbeinhorn auf den Körper übergreifende Ausdehnung der Muskelinsertionen aufzufassen. Der *musc. cerato-glossus sup.* besteht also aus einer schmalen bandartigen Sehne, welche an der Zungen-

spitze inseriert, in ihrer ganzen Länge durch kurze Muskelfiedern und an ihrem aboralen Ende durch ein längeres Bündel mit dem Skelett verbunden ist.

Diese eigentümliche Anordnung der Muskulatur hängt, wie schon früher erwähnt, mit der außerordentlichen Biegsamkeit des Zungenbeins zusammen. Durch eine geringe Verkürzung der seitlich verlaufenden Sehne kann der elastische Knochenstab, den der Zungenbeinkörper und die durch den *musc. genio-hyoideus* in den Zungenschlauch vorgeschobenen Teile der Hörner bilden, gebogen werden. Dazu ist ein nur kurzer, aber zur Überwindung des Biegungswiderstandes sehr starker Muskel, also ein Muskel von großem Querschnitt nötig, und daher die kurzen, aber über den ganzen verfügbaren Raum ausgedehten fiederartigen Muskelfasern. Die langen Muskelfasern am hintern Ende der Sehne werden dagegen in der gewöhnlichen Weise wirken, indem sie durch ihre Kontraktion den gerade bleibenden Zungenbeinkörper im Gelenk zwischen Körper und Hörnern bewegen; denn die longitudinalen Fasern sind zu schwach, den Biegungswiderstand zu überwinden. Betrachten wir nun den weiter hinten am Horn entspringenden *musc. cerato-glossus inferior*, dessen Sehne am Zungenbeinkörper frei von Muskulatur ist, so finden wir, daß seine Einrichtung dieselbe ist; denn der „Querschnitt“ des Fiedermuskels, d. i. die Länge der Strecke, an welcher die kurzen Fiederstränge zwischen Skelett und Sehne verlaufen, ist derselbe wie beim *superior*, nur ist alles weiter nach hinten verschoben. Da auch der *inferior* am Hinterende in longitudinale Fasern übergeht, so ist seine Wirkung der des *superior* wesentlich gleich. Die longitudinalen Fasern der *musc. cerato-glossi* werden wohl hauptsächlich bei zurückgezogener oder wenig gestreckter Zunge eine geringe Hin- und Herbewegung bewirken, der fiedrige Teil derselben dagegen in Tätigkeit treten, wenn die Zunge ausgestreckt ist. Da die vier *cerato-glossi* das Zungenbein allseitig umgeben, so ist durch verschiedene Kontraktion der einzelnen die mannigfachste Bewegung der Zunge möglich.

Die hier für *major* gegebene Beschreibung der *musc. cerato-glossi* gilt in genau gleicher Weise für seine näheren Verwandten *minor*, *medius*, *leuconotus*, *martius* und *tridactylus*, und die aus äußern Gründen nach einem Präparat der Schwarzspechtzunge gezeichnete Fig. 15 läßt sich bis auf die Größe unmittelbar auf alle diese Arten beziehen. Die Grünspechte und der Wendehals dagegen zeigen morphologisch eine etwas andere Ausbildung der *musc. cerato-glossi*. Wir werden darauf später eingehen.

Da das *os entoglossum* bei den Spechten seine Bedeutung als selbständiger Knochen verloren hat, so fehlt auch eine Muskulatur, die es selbständig bewegt; denn wenn auch die *musc. cerato-glossi* noch ihre ursprüngliche Insertion am *os entoglossum* besitzen, so bewegen sie doch nicht dieses für sich, sondern den ganzen Zungenbeinkörper, der eben bei den Spechten das *os entoglossum*, d. i. den Knochen, der in der freien Zunge liegt, funktionell vertritt. Es fehlen demgemäß die *musc. hypoglossi* und zwar so vollständig, daß auch keine Rudimente davon, weder durch Präparieren, noch mikroskopisch auf Schnitten nachzuweisen sind.

Außerdem fehlt den Spechten naturgemäß ein *musc. genio-glossus*, der unter die erste Gruppe der Zungenmuskeln zu rechnen wäre.

Im Anschluß an die an *Dendrocopus major* durchgeführte Beschreibung der typischen Zungenmuskulatur der Piciden möge einiges über den Nervenverlauf in der Spechtzunge folgen, der bei allen Arten im wesentlichen derselbe ist, dagegen in einigen Verhältnissen von andern Vogelgruppen abweicht, und wie alle Teile des Organs, eigentümliche Anpassung an den abweichenden Gebrauch der Zunge erkennen läßt.

An der Innervierung des Zungenapparats beteiligen sich der nervus hypoglossus und glossopharyngeus, zu denen sich Fasern des vagus und des ersten Cervicalnerven gesellen, ein Ast des nerv. facialis und der Unterkieferast des trigeminus.

Hypoglossus, glossopharyngeus und facialis treten an den gewöhnlichen Stellen aus dem Schädel aus; der zur Zungenmuskulatur führende schwache Ast des trigeminus verläßt den Unterkiefer auf dessen Innenseite ziemlich weit vorn durch ein feines Loch.

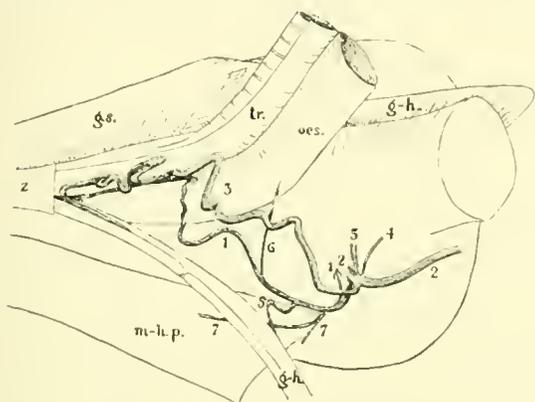


Fig. 11. *Dryocopus martius*. Kopf von unten. Die Zungennerven der linken Seite sind von ihrem Austritt aus dem Schädel bis zum Eintritt in die Muskulatur freigelegt. 1 nerv. glossopharyngeus, 2 vagus, 3 hypoglossus, 4 erster Cervicalnerv, 5 Zweig des glosso-pharyngeus, der in den musc. genio-hyoideus eintritt, 6 Zweig des glosso-pharyngeus, der zum Oesophagus führt, 7 Ast des facialis. *g-h.* musc. genio-hyoideus, *m-h.p.* musc. mylo-hyoideus post. (zurückgeschlagen), *g.s.* Schleimdrüse, *oes.* Oesophagus, *tr.* Trachea, *z.* Zungenbasis. Vergr. $1\frac{1}{2}$:1.

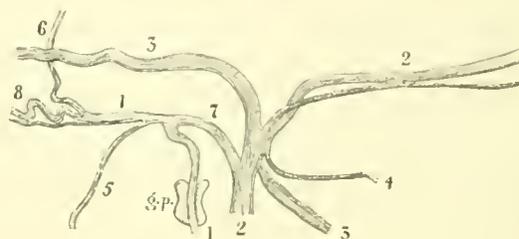


Fig. 12. *Dryocopus martius*. Geflecht der Zungennerven nach dem Austritt aus dem Schädel, in eine Ebene ausgebreitet. 7 Verbindung zwischen vagus und glosso-pharyngeus, 8 der in den Zungenschlauch führende Ast des glosso-pharyngeus, *g.p.* Ganglion petrosum. Übrige Bezeichnungen wie Textfig. 11. Vergr. 3:1.

1. Die beiden Stämme des nerv. hypoglossus sind beim Austritt aus dem Schädel sehr schwach (Textfig. 11 und 12), jedenfalls treten zum sog. hypoglossus noch Fasern des nerv. vagus und wohl auch des ersten Cervicalnerven hinzu, mit denen die beiden hypoglossus-Stämme alsbald in Verbindung treten. Dieses Geflecht verlassen zwei annähernd gleich starke Nerven, von denen der eine als vagus (2), abwärts zieht, der andere der nervus hypoglossus (3) ist. Dieser läuft nun der ventralen Oberfläche zu und erscheint nach Entfernung des musc. mylo-hyoideus post. zwischen Schildknorpel und basalem Teil des Zungenbeinhorns, wo er durch seine vielfachen mäandrischen Windungen auffällt (Tab. II, Fig. 12; Tab. III, Fig. 33). Diese bilden individuell etwas verschiedene Figuren, und sind sogar beim selben Tier beiderseits nicht gleich angeordnet (Fig. 12); die letzte Schlinge aber ist bei allen Arten konstant: der Nerv läuft bei zurückgezogener Zunge bis zur Basis des Zungenschlauchs vorwärts, biegt dann lateralwärts um und läuft an der Medialseite des Horns ein gutes Stück wieder zurück, um endlich ungefähr in der Mitte

des basalen Hornabschnittes mit einer scharfen Biegung nach vorn zwischen Zungenbeinhorn und *musc. cerato-glossus inf.* zu verschwinden. An dieser Stelle geht ein Zweig ab, der nach hinten in die *musc. cerato-glossi* ausstrahlt (Fig. 14). Den weiteren Verlauf des *nerv. hypoglossus* sehen wir auf derselben Figur, bei der der rechte *musc. cerato-glossus inf.* etwas abgehoben ist: der Nerv zieht nun gerade gestreckt auf der Ventralseite des Horns nach vorn, geht dann auf die Unterseite des Zungenbeinkörpers über, wo die Nerven beider Seiten dicht nebeneinander in gleicher Stärke bis zum *os entoglossum* zu verfolgen sind. (Vergl. auch die Querschnitte Tab. VI, Fig. 54—58, die am besten über die Topographie der Zungennerven orientieren.)

Beim Ausstrecken der Zunge werden die Schlingen des *nerv. hypoglossus* in die Länge gezogen, so daß dieser bei maximal gestreckter Zunge fast gerade verläuft, ungefähr wie wir ihn bei den übrigen Vögeln kennen. Die beiden *nervi hypoglossi* treten dann, wie in Fig. 32 (Tab. III) zu sehen ist, nebeneinander ventral in den Zungenschlauch ein, weil die Stelle, an welcher sie auf die Hörner übergehen, weit in diesen hineingerückt ist. Wird die Zunge wieder zurückgezogen, so legen sich die Nerven, wie man sich an einem frisch getöteten Tier überzeugen kann, wieder sicher und genau in die ursprünglichen Schlingen, was jedenfalls durch Spannungsdifferenzen in der Struktur der Nervenscheiden bewirkt wird.

Von diesem Hauptstamm des *nerv. hypoglossus* gehen nun außer dem eben erwähnten Zweig in die *musc. cerato-glossi* in der Kehlgegend Äste in die Zungenmuskulatur ab, und zwar wesentlich in die zweite Gruppe. Bei *Gecinus viridis* sehen wir einen stärkeren Ast in diese Muskelgruppe ziehen (Fig. 32 la.), der wohl den *ramus laryngeus* darstellen dürfte (vergl. Gadow 14 pag. 390), während der von hier nach vorn verlaufende übrige, der Masse nach beim Specht weitaus stärkere Teil als *ramus lingualis* bezeichnet werden könnte. Bei *Dryocopus martius* ist der *ramus laryngeus* in selbständig entspringende schwächere Äste aufgelöst und daher in seinem Verlauf übersichtlicher zu verfolgen. Diese Äste versorgen, wie Fig. 12 (Tab. II) zeigt, die *musc. tracheales*, *tracheo-hyoidei* und *cleido-thyreoidei*, in deren Achse sie zu verfolgen sind (vgl. Fig. 32 und 33 t.h.). Der Nervenast des *musc. trachealis* durchzieht den Muskel bis zur *Syrinx* und verzweigt sich dort in die *portiones bronchiales* und *sternales* dieses Muskels.

Der *ramus laryngeus* enthält wohl nur motorische Elemente. Ganz anders aber der *ramus lingualis*. Wie erwähnt, werden zwar von ihm aus die *musc. cerato-glossi* innerviert; aber das sind auch die einzigen Muskeln, die der Nerv mit einem verhältnismäßig schwachen Zweig versorgt. Denn zum Unterschied von den übrigen Vögeln innerviert nicht der *nerv. hypoglossus* den beim Specht so mächtig entwickelten *musc. genio-hyoideus*, sondern, wie wir gleich sehen werden, der *nerv. glossopharyngeus*; und ein *musc. hypoglossus*, der in den Bereich des *nerv. hypoglossus* gehört, fehlt den Spechten, so daß für ihn kein Muskel mehr übrig bleibt. Trotzdem zieht die Hauptmasse des *nerv. hypoglossus* bis zur Zungenspitze; er innerviert dort die Mehrzahl der von Prinz Ludwig Ferdinand (29) untersuchten Herbstschen Körperchen, ist also bei der Funktion der Spechtzunge ein sehr wichtiger sensibler Nerv. Sein Verlauf in der Zungenspitze ist auf Querschnitten festzustellen: die beiden Nerven, die dicht nebeneinander an der Ventralseite des Zungenbeinkörpers hinliefen (Tab. VI, Fig. 55—58), anastomosieren in der Gegend der Symphyse zwischen Zungenbeinkörper und *os entoglossum*, treten vereint durch das Foramen des *os*

entoglossum (Fig. 59 und 60) und erscheinen dann weiter vorn in dessen dorsaler Mulde wieder als zwei getrennte Nerven (Fig. 61), die sich nun, wie noch weiter vorn geführte Schnitte lehren, vielfach verästeln (Fig. 62), um in den dort zahlreich liegenden kleineren Tastkörperchen zu endigen.

Bei den *Passeres* konstatieren wir in der Zungenspitze einen ähnlichen Verlauf des nerv. hypoglossus wie bei den Spechten. Auf Querschnitten durch die Zunge von *Turdus* findet man die beiden ziemlich schwachen, aber immerhin deutlich erkennbaren Nerven ventral vom Zungenbeinkörper und sieht, wie sie in der Gegend des os entoglossum in mehrere Äste geteilt endigen. Zum Unterschied vom Specht bleiben sie aber hier durchaus ventral von dem paarigen os entoglossum. Größere Ähnlichkeit mit den Spechten besitzen die *Certhiiden*, die ihnen in so vielen morphologischen Beziehungen auffallend nahe stehen. Die beiden nervi hypoglossi laufen, wie Schnitte durch die Zunge von *Sitta* zeigen, in der Gegend des Zungenbeinkörpers ventral von diesem und dem sich ihm dicht anlegenden musc. hypoglossus rectus, treten dann, am os entoglossum angelangt, dicht vor dem Gelenk dieses Zungenbeinabschnitts in den freien Raum zwischen den beiden Komponenten des os entoglossum, der dem Foramen bei den Spechten entspricht, und vereinigen sich dort eine kurze Strecke weit, also an einer der Vereinigung der hypoglossi bei den Spechten ganz homologen Stelle. Darauf verzweigen sie sich und enden wohl in den auch hier recht zahlreichen Tastkörperchen, wobei ihre Hauptäste noch eine geraume Strecke weit zwischen den sich nähernden Teilen des os entoglossum verlaufen, so daß sie, wenn diese sich mit ihrem untern Rand vereinigen würden, wie beim Specht in eine dorsale Furche zu liegen kämen. Inwieweit wir diese auffallende Ähnlichkeit, die geradezu eine frühere Stufe darzustellen scheint, für phylogenetische Betrachtungen verwerten können und wie weit sie als eine Konvergenz zu betrachten ist, davon soll später die Rede sein.

2. Der nervus glossopharyngeus, der vorderste Nerv der Vagus-Gruppe, bildet gleich nach dem Austritt aus dem Schädel ein Ganglion und wird darauf durch eine Kommissur vom vagus her verstärkt, die vor der Vereinigung von hypoglossus und vagus von diesem abzweigt und stärker ist, als der Stamm des glossopharyngeus. Durch sie erhält der sensible glossopharyngeus offenbar die zahlreichen motorischen Elemente, die er zur Versorgung der Muskulatur nötig hat (Textfig. 12, 7). Bald nach seiner Vereinigung mit dem Vagusast sendet er einen starken Zweig zum Zungenbeinhorn, welcher dieses in seinem oberen Abschnitt etwa da, wo es am Hinterkopf hinaufläuft, erreicht, und der besonders beim Grünspecht gut zu erkennen ist, wo er die Halschlinge des Horns, nur von Fettgewebe umgeben, quer durchzieht, und durch Entfernung des Fettes leicht zu isolieren ist (Tab. III, Fig. 23, g und Textfig. 10). Es ist der motorische Ast des glossopharyngeus, den wir nachher weiter verfolgen wollen. Der Rest ist, wenigstens soweit er dem Zungenapparat angehört, sensibel; ein kleiner Seitenzweig, der in den musc. cleido-thyreoides abgeht (Tab. II, Fig. 13), dürfte wohl auch sensibel sein, da dieser Muskel außerdem durch den nerv. hypoglossus innerviert wird (ich bemerke, daß Fig. 12 und 13 vom selben Tier stammen). Im allgemeinen verläuft der sensible Ast des nerv. glossopharyngeus bis zum Eingang in den Zungenschlauch parallel mit dem hypoglossus und dorsal von diesem und gibt bis dahin außer einem nach dem Oesophagus verlaufenden Ast, der nicht zum Zungenapparat gehört und uns hier nicht interessiert, und der kleinen, bei *martius* beobachteten Abzweigung in

den *musc. cleido-thyreoides*, keine weiteren Äste ab, erhält aber dann als sensibler Nerv des Zungenschlauchs große Bedeutung. Die *nerv. glossopharyngei* beider Seiten treten (Fig. 14) dicht nebeneinander, nur durch ein mediales Blutgefäß getrennt, dorsal vom Zungenbein in diesen ein, laufen an dessen dorsaler Innenfläche hin und verzweigen sich bald vielfach. Ihre Endästchen sind bis in den basalen Teil der hornigen Zungenspitze zu verfolgen, sie durchziehen das subcutane Bindegewebe des Zungenschlauchs und der Zungenspitze und treten wohl mit den hier zerstreut liegenden größeren Tastkörperchen in Verbindung. Im Querschnitt Tab. VI, Fig. 55, der durch den basalen Teil des Zungenschlauchs gelegt ist, finden wir dorsal rechts und links von den Schnitten des in der Mittellinie liegenden Blutgefäßes die noch unverzweigten *nervi glossopharyngei*. Im Schnitt Fig. 56 sind sie an derselben Stelle noch deutlich zu erkennen, doch besteht der linke *glossopharyngeus* schon aus zwei Zweigen und im vorderen Teil des Zungenschlauchs (Fig. 58) finden wir überall zwischen den Herbstschen Körperchen Querschnitte durch die zahlreichen Endäste des *glossopharyngeus*.

Da der *nerv. glossopharyngeus* wie der *hypoglossus* bis zur Zungenspitze reicht, so muß er wie dieser bei zurückgezogener Zunge geschlängelt sein. Weil er aber nicht am Skelett entlang, sondern in der Unterhaut des Zungenschlauchs selbst verläuft, so sind seine Windungen innerhalb des Zungenschlauchs am stärksten, dafür ist sein Verlauf in der Kehlgend, wo der *hypoglossus* sich in Schlingen legt, gestreckter.

Wir haben nun noch den motorischen Ast dieses Nerven zu verfolgen. Nachdem dieser das Zungenbeinhorn erreicht hat, gabelt er sich in zwei Zweige, die beide in den *musc. genio-hyoideus* eindringen, und zwar läuft der eine nach rückwärts bis zum Ende des Zungenbeinorns, wo der Muskel inseriert, der andere läuft nach vorn und innerviert die in der Kehlg- und Schnabelgend liegenden Fasern des *musc. genio-hyoideus*. Von diesem vorderen Ast gehen, wie in Fig. 12 ersichtlich ist, Abzweigungen (*g'*) in den *musc. genio-thyreoides*, welche die nahe Verwandtschaft dieses, wie es scheint, den Spechten eigentümlichen Muskels mit dem *genio-hyoideus* dokumentieren. Bei den Spechten ist also der *nerv. glossopharyngeus* kraft der vom *vagus* erhaltenen Fasern ein wichtiger motorischer Nerv, da er dem *hypoglossus* die Innervierung des Vorziehers der Zunge abgenommen hat, der gerade bei den Spechten eine weitaus größere Bedeutung hat als bei allen andern Vögeln.¹ Der *nerv. hypoglossus* dagegen, dessen Bedeutung als Tastnerv bei den meisten andern Vögeln gewiß nicht sehr groß ist, unterstützt den *glossopharyngeus* in dieser Beziehung wesentlich, indem die in seinem Bereich liegenden sensiblen Endorgane bei den Spechten außerordentlich zahlreich werden. Wir sehen, wie die aberrante Funktion des Organs auf alle anatomischen Verhältnisse ihren Einfluß ausübt.

3. Der Ast des *nervus facialis*, welcher an der Innervation der Zungenmuskulatur beteiligt ist, tritt etwas abseits von den vorigen Nerven in der Ohrgend aus dem Schädel aus, etwa da, wo der vom Schädel entspringende Teil des *musc. mylo-hyoideus post.* ansitzt (Textfig. 11, 7.). Er verläuft in der oberflächlichen Portion dieses Muskels nach vorn und gibt, wie in Fig. 32 Tab. III zu sehen ist, einen Ast nach dessen tiefer gelegener Portion (*st.*)

¹ E. Kallius. l. c. pag. 469--470 hat unterdessen auch für *Anas boschas* L. nachgewiesen, daß der *musc. genio-hyoideus* vom *nerv. glosso-pharyngeus* und nicht vom *hypoglossus* innerviert wird, sodaß es sehr nahe liegt, dies als ein der Vogelklasse gemeinsames Verhalten zu betrachten.

ab, wodurch diese als ein dem *musc. mylo-hyoideus* zugehöriger Muskelstrang erkannt wird, was übrigens auch eine Vergleichung mit der Anatomie der übrigen Vögel bestätigt.

4. Der nun noch übrig bleibende *musc. mylo-hyoideus anterior* endlich wird vom *nervus trigeminus* aus versorgt (Fig. 30, Tab. III). Ein Ast des *ramus tertius* tritt etwa in der Mitte des Unterkiefers auf dessen Innenseite dicht ventral vom *musc. genio-thyreoideus* aus, läuft zwischen *musc. genio-hyoideus* und Unterkieferwand nach unten und gabelt sich. Ein Zweig, und zwar der laterale, geht nach vorn an die ventrale Schnabelhaut, der andere läuft etwas mehr medial, mit diesem parallel am lateralen Rand der Schleimdrüse entlang zum *musc. mylo-hyoideus ant.*, in welchem er ganz vorn an der Symphyse des Unterkiefers endigt. Auch hier bestätigt die Prüfung der Innervation die übrige anatomische Diagnose: der unscheinbare, ausschließlich im Dienst der Schleimdrüsen stehende Muskel ist, weil er zwischen den Unterkieferästen liegt und vom *nerv. trigeminus* versorgt wird, vergleichend-anatomisch als *musc. mylo-hyoideus anterior* anzusprechen, und gewiß auch phylogenetisch als Rudiment desselben aufzufassen.

In der folgenden Tabelle sind die eben beschriebenen Verhältnisse zusammengefaßt.

Nervus	motorisch	sensibel
1. hypoglossus a) ramus laryngeus	<i>musc. cleido-thyreoideus</i> „ <i>trachealis</i> mit <i>Syrinx-musculatur</i> „ <i>tracheo-hyoideus</i>	
b) ramus lingualis	<i>musc. cerato-glossus inf.</i> „ <i>cerato-glossus sup.</i>	tiefere liegende, kleinere Tastkörperchen, besonders in der Zungenspitze.
2. glossopharyngeus	<i>musc. genio-hyoideus</i> „ <i>genio-thyreoideus</i>	[<i>musc. cleido-thyreoideus</i> ?] größere Tastkörperchen, hauptsächlich der Unterhaut der Zunge; in der Mehrzahl i. Zungenschlauch.
3. facialis	<i>musc. mylo-hyoideus post.</i>	
4. trigemini ram. tertius	<i>musc. mylo-hyoideus ant.</i>	

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die früher eingeführte Einteilung der Zungenmuskulatur in drei Gruppen sich nicht nur auf äußere Merkmale gründet. Vor allem ist zu beachten, daß die Muskeln der zweiten Gruppe (Muskeln zwischen Thorax und Zungenbein) sich als sehr nah verwandt erweisen, indem sie sämtlich von einem Ast des *nerv. hypoglossus* innerviert werden. Auch die dritte Gruppe (Muskeln des Zungenbeins), die freilich bloß aus zwei Muskelpaaren besteht, wird von einem Ast des *nerv. hypoglossus* versorgt. Die erste Gruppe (Unterkiefer — Zungenbein) dagegen erweist sich als eine künstliche, indem die Innervation von drei von einander unabhängigen Nervenstämmen aus erfolgt; dabei zeigen sich aber die *musc. genio-hyoidei* und *genio-thyreoidei* als eng zusam-

menghörig, während die beiden *musc. mylo-hyoidei* unter sich und von den übrigen weit getrennt stehen. Man könnte dadurch auf die vielleicht etwas kühne Annahme kommen, daß diese beiden Muskeln, die ja auch sonst oft in keiner sehr engen Verbindung mit dem Zungenbein stehen, diesem ursprünglich nicht angehören, sondern vielleicht als Muskeln der Mundhaut bei einigen Vogelgruppen erst sekundär mit dem Hyoid in Verbindung getreten sind. Nichtsdestoweniger gehören sie funktionell auch ursprünglich zum Zungenapparat, da sie auch ohne Zusammenhang mit dem Zungenbein durch ihre Kontraktionen die Lage der Zunge im Schnabel beeinflussen.

IV.

Im folgenden Abschnitt sollen die Verschiedenheiten in der Zungenmuskulatur der einzelnen Spechtarten behandelt und dabei der Versuch gemacht werden, sie funktionell zu erklären. Ich werde dabei die Muskeln in der früher gewählten Reihenfolge abhandeln und bei jedem Muskel die Spechtarten besprechen, soweit sie von *major* abweichen. Daran anschließend soll auf entsprechende Verhältnisse bei andern Vögeln hingewiesen werden, die die komplizierten bei den Spechten zum Teil erläutern und erklären, zum Teil vielleicht auch auf stammesgeschichtliche Momente hindeuten. Dabei werden wir naturgemäß am häufigsten Beziehungen zu den *Passeres* finden und unter diesen treffen wir die meisten Ähnlichkeiten bei den *Certhiiden* an.

1. Der *Musculus mylo-hyoideus posterior* (vergl. pag. 23—24) zeigt innerhalb der Spechtgruppe nur wenig Verschiedenheiten. Überall ist er im wesentlichen ein breiter, oberflächlich liegender Muskel, der sich in der hinteren Hälfte des Unterkieferwinkels ausspannt und durch seine Kontraktion Zunge und Kehlkopf nach oben drückt. Er vertritt also der Hauptsache nach funktionell den *mylo-hyoideus anterior* vieler anderer Vögel, bei denen der *posterior* zum Teil als Rückzieher der Zunge funktioniert. Bei diesen besteht er meist aus zwei deutlich getrennten Portionen (*serpi-* und *stylo-hyoideus* Gadow), von denen die eine als oberflächlicher Muskel die Platte des *anterior* nach hinten fortsetzt (Tab. IV, Fig. 44; Tab. V, Fig. 46), die andere in die Tiefe geht und am Zungenbeinkörper inseriert (Tab. V, Fig. 48, 50, 51). Diese Portion ist dann wohl immer ein mehr oder weniger wichtiger Rückzieher der Zunge. Ich fand das so bei *Gallus*, *Meleagris*, *Columba*, *Anser*¹, *Buteo*, *Corvus*, *Sitta*, *Certhia*, also in den verschiedensten Vogelgruppen. Man darf wohl mit Gadow (13 pag. 68) annehmen, daß *serpi-* und *stylo-hyoideus* sich aus einem ursprünglich einheitlichen Muskel, und zwar dem oberflächlichen *serpi-hyoideus*, differenziert haben, indem einzelne Fasern des *mylo-hyoideus post.* eine Insertion am Zungenbeinkörper gefunden haben. Bei *Certhia* und *Sitta* ist der innige Zusammenhang beider Muskeln sehr deutlich, der *stylo-hyoideus* ist lediglich ein stärkeres Bündel des *serpi-hyoideus*. Bei andern Vögeln dagegen (*Corvus*, *Buteo*), erscheint der *stylo-hyoideus* ganz selbständig. Übrigens wechseln die Ursprünge der beiden Muskeln je nach der nötigen Lage des Rückziehers, so daß z. B. bei *Corvus* dieser noch am Unterkiefer entspringt, während der dem *serpi-hyoideus* der *Tenuirostres* entsprechende oberflächliche Muskel an der Schädelbasis ansitzt.

¹ Bei *Anser* inseriert die oberflächliche Portion des *musc. mylo-hyoideus post.* ventral am Urohyle.

Diese Vertauschung der Ursprünge beider Muskeln ist wohl ein weiterer Hinweis auf ihre gemeinsame Entstehung.

Je beweglicher die Zunge wird, desto länger wird die tiefer liegende Portion des mylo-hyoideus post. = stylo-hyoideus Gadow, wenn sie einmal Rückzieher geworden ist und diese Funktion nicht sekundär wieder aufgibt, und es ist interessant, wie den Spechten fernstehende Vogelformen, die die Zunge weiter als die übrigen ausstrecken, diesen Muskel mächtig entwickeln und den Zungenbeinhörnern gleichlaufend am Hinterkopf hinauf verlängern (vergl. Gadow 13, Tab. XVI, Fig. 1), wozu wohl schon *Certhia* und *Sitta* hinneigen. Am mächtigsten in dieser Beziehung entwickelt finden wir den mylo-hyoideus post. bei den *Trochilidae* (13, Tab. XVI, Fig. 5), wo er mit den Zungenbeinhörnern bis zur Schnabelwurzel reicht. Hier findet eine Konvergenz mit den Spechten statt; der Zungenapparat baut sich aber auf andern anatomischen Grundlagen auf, wie auch ein Vergleich beider Skelette lehrt (Parker 38, Tab. XXII, Fig. 7).

Bei den Spechten ist der Rückzieher aus einer ganz andern Muskelgruppe hervorgegangen, nämlich aus jenen Muskeln, die das Zungenbein mit dem Schultergürtel verbinden, wogegen das dem musc. stylo-hyoideus Gadow entsprechende Muskelbündel, die portio interna des musc. mylo-hyoideus post., ganz rudimentär geworden ist. Daß es aber überhaupt vorhanden ist, läßt vielleicht auf eine frühere Verbindung mit dem Zungenbeinkörper schließen. Am stärksten schien mir die portio interna bei *martius* entwickelt; hier konnte ich sie in der Tiefe neben dem caput ventrale des musc. trachealis bis zu dessen Ende verfolgen. Auch bei *canus* und *viridis* ist sie etwas stärker als bei *major*, während ich sie bei *Iynx* überhaupt nicht nachweisen konnte; es ist ja auch leicht denkbar, daß dieser Muskel funktionslos wird und ganz verschwindet. Der mylo-hyoideus post. ist bei den Spechten nicht nur Aufwärtsdrücker des Kehlkopfs, sondern er hat als oberflächlichster, breit sich ausspannender Muskel außerdem die Aufgabe, den komplizierten Zungenapparat in seiner Lage zusammenzuhalten. Das kommt besonders deutlich beim *Grau-* und *Grünspecht* zum Ausdruck, wo der Muskel sich nach hinten beträchtlich ausbreitet und stark von Bindegewebe durchzogen, wie eine muskulöse Haut den ganzen vorderen Schenkel der Halsschlinge der Zungenbeinhörner überdeckt und so den frei herabhängenden Hornschlingen einen Halt bietet. Vermutlich unterstützt dieser Teil des mylo-hyoideus post. auch das Herausgleiten der Hörner beim Ausstrecken der Zunge, indem er durch seine Kontraktion die Halsschlinge verkürzt.

Ein Teil des mylo-hyoideus post. tritt ferner, wie schon pag. 24 erwähnt, auch in den Dienst des Schleimapparats, was natürlich bei den Arten mit großen Schleindrüsen wie bei *viridis* am deutlichsten zu sehen ist.

2. Musculus mylo-hyoideus anterior (vergl. pag. 24). Auch dieser Muskel zeigt wie der posterior innerhalb der Spechtgruppe wenig Verschiedenheiten, während er von dem entsprechenden Muskel der übrigen Vögel stark abweicht. Dort ist der mylo-hyoideus ant. der hauptsächlichste Aufwärtsdrücker des Kehlkopfs (Tab. IV, Fig. 44; Tab. V, Fig. 46, 50), hier hat, wie erwähnt, der posterior diese Aufgabe übernommen und der anterior ist zu den Schleindrüsen in Beziehung getreten, steht also mit dem Zungenapparat nicht mehr unmittelbar in Verbindung. Immerhin läßt er sich vergleichend-anatomisch un-

zweifelhaft als mylo-hyoideus ant. bezeichnen, vermöge seiner Innervation und seiner Lage zwischen den Unterkieferästen oberhalb der musc. genio-hyoidei. Er besitzt bei den einzelnen Arten bei wesentlich gleicher Gestaltung relativ verschiedene Größe, die von der Ausbildung der Schleimdrüsen abhängt. Bei *major* und *minor* ist er daher kaum aufzufinden, auch bei *martius*, *medius* und *leuconotus* ist er noch sehr schwach, bei *tridactylus* (Tab. II, Fig. 18, 19) dagegen wird er deutlich, bei *canus* und *viridis* (Tab. III, Fig. 24) sind besonders die auf die Glandulae ausstrahlenden Fasern gut zu erkennen, und *Iynx* (Tab. IV, Fig. 37, 38) endlich besitzt einen mylo-hyoideus ant., der ohne Schwierigkeit mit dem anderer Vögel zu vergleichen ist. Aber auch hier dürfte er nichts anderes als ein Drüsenmuskel sein.

3. Musculus genio-hyoideus (vergl. pag. 24—25), ein durch die ganze Vogelklasse ziemlich konstanter Muskel. Wie er auch im einzelnen gestaltet sein mag, entspringt er irgendwo am Unterkiefer und läuft zum aboralen Ende der Zungenbeinhörner, wo er inseriert. Von seiner Länge hängt die Ausstreckbarkeit der Zunge ab, und damit er sich bei größerer Beanspruchung seiner Kontraktionsfähigkeit verlängern kann, müssen die Zungenbeinhörner wachsen. So finden wir von den Verhältnissen bei *Gallus* und *Meleagris*, wo bei relativ kurzen Hörnern der genio-hyoideus ganz hinten am Unterkiefer entspringt, also nur eine ganz geringe Vorwärtsbewegung der Zunge möglich ist, bis zu den *Kolibris*, bei denen die Zungenbeinhörner und mit ihnen der genio-hyoideus bis zur Schnabelwurzel reichen, und den *Spechten*, bei denen sie sogar noch weiter gehen können, alle Übergänge.

Nach vorn ist der Verlängerung des genio-hyoideus bald eine Grenze gesetzt; bei den Spechten finden wir den Ursprung so weit als möglich nach vorn gerückt, bis nahe der Symphyse des Unterkiefers. Dagegen ist die Verlängerung der Hörner fast unbegrenzt, indem sie um den Schädel herum und bei manchen Arten sogar in den Oberschnabel hineinwachsen. Das einzelne darüber ist schon in dem Abschnitt über das Skelett besprochen. Hier möge nur noch einmal die Länge der Hörner für die europäischen Arten angegeben werden.

Art.	Ende der Hörner.
<i>major</i>	auf der Höhe des Scheitels.
<i>minor</i>	medial zwischen den Augenhöhlen.
<i>martius</i>	asymmetrisch hinter dem einen Nasenloch an der Schnabelwurzel.
<i>medius</i> und <i>leuconotus</i>	asymmetrisch an der Schnabelwurzel, an die obere Fläche des Schnabels anstoßend.
<i>tridactylus</i>	medial an der Schnabelwurzel.
<i>canus</i> und <i>viridis</i>	asymmetrisch im Oberschnabel nahe der Spitze (Halsschlingen).
<i>torquilla</i>	asymmetrisch im Oberschnabel (Halsschlingen).

Bei den *Spechten* ist der genio-hyoideus jederseits einfach, während er bei manchen Singvögeln, so bei *Turdus* und *Corvus* (Tab. V, Fig. 48 g. h.) aus zwei mehr oder weniger

getrennten und verschieden starken Bündeln besteht. Gadow (13) beschreibt pag. 67 den Verlauf dieser beiden Portionen des genio-hyoideus für die *Tenuirostres*, die wohl im allgemeinen auch auf *Corvus* (Fig. 48) paßt. Bei den Dünnschnäblern *Certhia* und *Sitta* aber konnte ich nur einen Muskel finden, der in seinem Verlauf der von Gadow beschriebenen medialen Portion des genio-hyoideus entspricht. Ich bemerke, daß, wie schon früher beschrieben, der Muskel das Zungenbeinhorn zwar vollständig wie eine Scheide umgibt, daß aber seine Fasern dem Horn genau parallel laufen. Gadows Ausdruck „surrounding“ (13 pag. 67) und „von den Muskeln unwickelte Zungenbeinhörner“ (14 pag. 314) erwecken leicht die Vorstellung, als ob die Muskelfasern das Zungenbeinhorn spiraling umgäben, was auch in seiner Fig. 6 (13 Tab. XVI für *Prosthemadera* zum Ausdruck zu kommen scheint. Es wäre dies vielleicht eine weitere Möglichkeit der Verlängerung des genio-hyoideus, von der aber bei den Spechten und den andern mir durch eigene Präparation bekannten Vögeln kein Gebrauch gemacht ist.

Ein kleiner Unterschied im Verlauf des genio-hyoideus bei den Spechten ist der, daß bei *Grau-* und *Grünspecht* der Muskel, wenn er das Horn erreicht hat, erst eine gute Strecke weit bis zur Stelle x in Fig. 25 (Tab. III) auf der Innenseite desselben hinläuft und nur von Bindegewebe an ihm festgehalten wird, ehe er es vollständig wie ein Schlauch umgibt, während er bei *major* und den übrigen Arten sofort eine Rinne bildet, die das Horn von der Innenseite her umgibt, und sich dann allmählich zum vollständigen Schlauch schließt. Die Stelle x liegt etwa da, wo das Horn, nachdem es die Halsschlinge gebildet hat, sich wieder an den Schädel anlegt und die, man könnte geometrisch sagen, sehnenartige Lage des Muskels in der Halsschlinge ist wohl dadurch bedingt, daß beim Ausstrecken der Zunge die Kurve auf diese Weise mit dem geringsten Kraftaufwand gestreckt wird, während eine Muskelkontraktion an den Seiten oder gar auf der äußeren Biegung der Kurve mit unnötigem Kraftverbrauch verbunden wäre. Bei den Arten aber, wie *major*, bei denen das Horn dem Schädel überall anliegt und es ohne Änderung der Kurve gleitet, sind die mechanischen Verhältnisse andere. Aus denselben Gründen wird es sich erklären lassen, daß bei *major* und den ihm entsprechenden Arten der genio-hyoideus am ganzen Horn entlang von ziemlich gleicher Stärke ist, während er bei *canus* und *viridis* in der Halsschlinge zu einem breiten, in der inneren Krümmung der Kurve liegenden Bande wird (Tab. III, Fig. 23, 25, 31, 34). Ferner hängt es wohl mit der Mechanik der Halsschlingen zusammen, daß die Hörner, die sonst uhrfederartig flach sind, bei *Grau-* und *Grünspecht* nahezu drehbar sind; denn dadurch wird die allseitige Biegung der Hornschlingen möglich, die bei den Bewegungen des Halses erforderlich ist.

4. *Musc. genio-thyreoideus* (vergl. pag. 25). Dieser Muskel scheint nur den Spechten eigentümlich zu sein. Gadow (14) führt ihn nicht unter den Zungenmuskeln auf; er wurde zuerst und vielleicht allein von Huber (22) beschrieben. Vielleicht ist er aus der Muskulatur der Mundhaut hervorgegangen, wird aber vom genio-hyoideus aus durch den nerv. glossopharyngeus innerviert (Tab. II, Fig. 12) und ist daher vielleicht als ein Derivat des genio-hyoideus aufzufassen. Schließlich könnte man die Frage stellen, ob wir nicht hier den allerdings sehr stark umgebildeten *mus. genio-glossus* vor uns haben. Etwas einigermaßen Bestimmtes über die vergleichend-anatomische Stellung dieses Muskels zu sagen ist

mir nicht möglich. Sein Verlauf ist in dem allgemeinen Abschnitt über die Muskulatur beschrieben und es mögen hier nur einige Verschiedenheiten der Insertionsweise in der Kehlgegend angeführt sein. Sein Ursprung am Unterkiefer dorsal vom genio-hyoideus ist bei allen Specharten wesentlich derselbe.

Man kann die verschiedenen Insertionen bei den einzelnen Arten aus der Insertionsweise bei *major* ableiten. Hier inseriert das zum Zungenapparat gehörige Bündel des Muskels dicht hinter der Larynx an der Dorsalseite der Trachea (Tab. I, Fig. 8), und zwar geht er zwischen dem dorsalen und den beiden ventralen Köpfen des am Hinterrand der Larynx und am Schildknorpel inserierenden *musc. cleido-thyreoideus* durch. Ebenso ist es bei *minor*. Bei *martius* läuft der Muskel durchaus dorsal vom *cleido-thyreoideus*, da diesem, sowie auch *canus* und *viridis* die dorsale Insertion am Hinterrand der Larynx fehlt. Er hat zwei Köpfe. Der eine mediale entspricht, wie in Fig. 16 (Tab. II) zu sehen ist, der Insertion bei *major*, nur ist seine Insertion um 2—3 Trachealringe weiter nach hinten gerückt und liegt dicht vor dem Ursprung des *musc. tracheo-hyoideus*; der andere umgreift, wie die rechte Seite der Figur zeigt, lateral den *musc. tracheo-hyoideus* und inseriert dicht hinter dessen Ursprung, was links durch Abheben der Muskeln voneinander deutlicher gemacht ist.

Tridactylus verhält sich genau wie *major*, wie Fig. 20 zeigt.

Bei *canus* und *viridis* dagegen ist wieder eine etwas andere Insertionsweise zu konstatieren, indem sich hier der Muskel wie bei *martius* in zwei Köpfe spaltet, wovon der eine, hier aber aus den lateralen Fasern gebildet, ähnlich wie bei *martius* an der Dorsalseite der Trachea vor den Spiralwindungen des *tracheo-hyoideus*, der andere lateral am Schildknorpel inseriert (Tab. III, Fig. 31, 34 g. t.).

Auch *Iynx* hat eine eigene Insertionsweise, die der von *viridis* am nächsten steht (Tab. IV, Fig. 36). Zum Teil nämlich inseriert der *genio-thyreoideus* ebenfalls am Schildknorpel und ein lateraler Kopf läuft auf die Dorsalseite der Luftröhre; er inseriert aber nicht dort, sondern vereinigt sich mit seinem Partner von der andern Seite und strahlt dorsal in die Fascie des *musc. tracheo-hyoideus* aus, indem er diesen an seinem Ursprung teilweise bedeckt. Zu bemerken ist noch, daß diese Köpfe hier dorsal über den *musc. cleido-thyreoideus* verlaufen, trotzdem dieser bei *Iynx* am Hinterrand der Larynx inseriert.

Bei allen Arten aber haben diese Insertionen wesentlich denselben Zweck, die Kehlkopfggend zu fassen, denn durch die Kontraktion des *genio-thyreoideus* soll diese der Schnabelspitze genähert werden.

Wenn wir uns nun fragen, wo wir bei den übrigen Vögeln das physiologische Analogon dieses Muskels — des Vorziehers des gesamten, in sich unverändert bleibenden Zungenapparates — zu suchen hätten, so müssen wir bei dem gewöhnlich gedrungenen Bau des Apparates den *musc. genio-hyoideus* für diese Funktion in Anspruch nehmen. Denken wir uns diesen etwa bei *Corvus* (Tab. V, Fig. 47 g. h.) sich kontrahieren, so wird wohl zuerst der ganze Apparat mit dem Kehlkopf nach vorn gezogen werden, und nur, wenn die Rückzieher des Kehlkopfs, die den *cleido-thyreoidei* der Spechte entsprechen, zugleich in Tätigkeit treten und diesen fixieren, wird sich die Zunge unabhängig von der Larynx vorwärts bewegen. Bei den Spechten aber ist bei dem eigentümlichen Mechanismus des Apparats, bei dem innerhalb der Zunge alles auf möglichst leichtes Gleiten eingerichtet ist, der Widerstand des Zungen-

schlauchs und die Reibung zwischen genio-hyoideus und Zungenbeinhörnern viel zu gering, als daß der vordere Teil des genio-hyoideus für sich allein den Apparat mit Kehlkopf vorziehen könnte; kontrahiert er sich allein, so wird im wesentlichen das Zungenbein unabhängig von der Larynx vorwärts gleiten und der Zungenschlauch gestreckt werden; zum Vorziehen der Larynx aber braucht der genio-hyoideus die Unterstützung des hier als besonderer, bei den übrigen Vögeln nicht vorkommender Muskel entwickelten genio-thyreoides. Wir werden sehen, daß bei voller Tätigkeit der Zunge, wobei zuerst der ganze Apparat durch den genio-thyreoides so weit wie möglich nach vorn gelegt wird, dieser Muskel durch seine Kontraktion, wenn ich mich so ausdrücken darf, von der Länge des genio-hyoideus etwas subtrahiert, da diese sich um das Maß der Kontraktion des genio-thyreoides wirkungslos verkürzen muß, ehe er angreifen kann, um die Zunge herauszuschieben. Fig. 31 (Tab. III) ist wohl geeignet, sich das Verhalten klar zu machen.

5. *Musculus cleido-thyreoides* vergl. pag. 26. Allgemein Senker der Larynx und somit Rückzieher des gesamten Zungenapparats. Ursprünglich entspringt dieser Muskel am Schultergürtel und inseriert irgendwo am Zungenbein; sehr häufig aber geht seine Insertion teilweise auf den Schildknorpel über und so findet sie auch bei den Spechten am Kehlkopf statt und zwar ausschließlich. Der ursprüngliche Zustand, wobei der Muskel frei durch den Hals verläuft, liegt z. B. noch bei *Apteryx* vor (14 pag. 308). Auch bei andern Vögeln ist er anzutreffen, so fand ich ihn in der Hauptmasse als breites bandartiges durch den ganzen Verlauf gleichmäßig starkes Muskelpaar bei *Tetrao urogallus*, der bekanntlich den Zungenapparat enorm weit in den Hals hinab zu senken vermag, so daß auch bei weit geöffnetem Schnabel kaum noch die Zungenspitze zu sehen ist. Hier ist die große Länge des Muskels im kontrahierten Zustand über 30 cm erforderlich, um die beträchtliche Lageveränderung des Kehlkopfs auszuführen. Sollen aber, wie bei den meisten Vögeln und auch den Spechten, nur geringere Verschiebungen stattfinden, so wird der Muskel entsprechend kürzer und das wird dadurch bewirkt, daß er sich in seinem Verlauf an einer entsprechenden Stelle mit der Halshaut verbindet, so daß er von dieser neuen Insertion bis zum Kehlkopf die erforderliche Länge erreicht. Die so abgeschnittene untere Portion bleibt aber in der Regel erhalten und dient zur Fixierung der Insertionsstelle an der Halshaut. So verhalten sich mit vielen andern Vögeln auch die Spechte und auf diese Weise nähert sich hier die obere Portion des cleido-thyreoides in ihrer Länge ihrem Antagonisten genio-thyreoides.

Der Ursprung des Muskels ist bei allen Spechten im engeren Sinn wie bei *major* etwa in der Mitte jedes Astes der Furcula; bei *lynx* dagegen vorn im Winkel nahe der Symphyse der Furcula, ein Unterschied, der von keiner weiteren Bedeutung ist, denn der Ursprung variiert bei den nächst verwandten Arten und ist z. B. bei *Certhia* und *Sitta* wieder an einer den Spechten genau entsprechenden Stelle.

Etwas mehr variieren die Insertionen an der Larynx, die wir oben schon bei Besprechung des musc. genio-thyreoides berücksichtigen mußten. Drei Köpfe, wie bei *major*, besitzt der Muskel bei *minor*, *medius*, *leuconotus* und *tridactylus*, und diese inserieren auch *major* entsprechend; dagegen fehlt dem *Schwarzspecht* der dorsale am Hinter- rand der Larynx inserierende Kopf und beim *Grau-* und *Grünspecht* besitzt der Muskel

zwei Köpfe, die beide, von *major* etwas verschieden, am Schildknorpel inserieren, indem auch der ventrale Kopf mehr seitlich inseriert (Tab. III, Fig. 25 und 33 c.t.). Beim *Wendehals* andererseits fehlen die beiden ventralen Köpfe und der ganze, übrigens verhältnismäßig sehr schwache Muskel inseriert dorsal am Hinterrand der Larynx (Tab. IV, Fig. 36).

Bei den meisten andern Vögeln steht dieser Muskel mit dem Zungenbein direkt in Verbindung. So inseriert er z. B. bei *Corvus* ausschließlich am Zungenbein und zwar am Körper und basalen Teil der Hörner und geht mit dem Kehlkopf keine Verbindung ein (Tab. V, Fig. 49 cl. h.). Näher stehen in dieser Beziehung den Spechten wieder die *Certhiiden*, bei denen (Tab. V, Fig. 51 c.t.) der größte Teil des Muskels seitlich am Schildknorpel inseriert (1), ein anderer schwächerer dorsaler Teil aber sich davon abzweigt und an der Basis des Horns und dem dieser zunächst liegenden Abschnitt des Zungenbeinkörpers inseriert (2).

Wir erklären uns diese Verschiedenheiten wieder durch den Gebrauch der Zunge. Wo die Zunge, wie bei *Corvus*, gegen die Larynx nur wenig oder vielleicht gar nicht verschoben wird, und das Zungenbein und zwar das Urohyale durch Bindegewebe mit dem Kehlkopf fest verbunden ist, kann der cleido-hyoideus seine ursprüngliche Insertion am Zungenskelett beibehalten; er ist dann der Hauptantagonist des genio-hyoideus und bringt das ganze Zungensystem, das dieser vorwärts gezogen hat, wieder in seine ursprüngliche Lage. Bei solchen Vögeln ist der tracheo-hyoideus nur von untergeordneter Bedeutung, wie auch aus seiner geringen Stärke und Länge zu schließen ist (Fig. 49). Soll aber die Zunge weiter ausgestreckt werden — und *Certhia* kann bekanntlich ihre Zunge recht weit vorstrecken —, so muß, um den Kehlkopf zu fixieren, wenigstens ein Teil des cleido-hyoideus daran inserieren, und schließlich wird jede Verbindung mit dem Zungenbeinkörper aufgegeben und der dem cleido-hyoideus homologe Muskel zu einem cleido-thyreoideus, wenn beim Vorstrecken der Zunge eine so gewaltige Verschiebung des Skeletts stattfindet, wie bei den Picidae. Hier ist der cleido-thyreoideus auch nicht mehr Antagonist des genio-hyoideus, sondern des neu aufgetretenen genio-thyreoideus, der die Funktion des genio-hyoideus von *Corvus* übernommen hat.

6. Der *Musculus tracheo-hyoideus* (vergl. pag. 26) erfährt als Rückzieher der Zunge bei den Spechten gegenüber den übrigen Vögeln, wo er gewöhnlich kurz, oft ganz unbedeutend ist, mannigfache Veränderungen, die eine Folge der großen Beweglichkeit der Zunge sind. Ursprung an der Luftröhre und Insertion am Zungenbeinkörper sind zwar denen vieler anderer Vögel homolog, doch führt die Art und Weise, wie der Muskel seine für die Funktion notwendige Länge erreicht, zu interessanten anatomischen Verhältnissen.

Es ist bekannt, daß er bei den Grünspechten eine ganz ungewöhnliche Länge erreicht und hier auf die merkwürdige Art untergebracht ist, daß er sich mehrmals um die Luftröhre wickelt. Zuletzt wurden diese Verhältnisse von Huber (22) untersucht, dessen etwas fehlerhafte Angaben bis heute noch nicht berichtigt sind. Die auf den ersten Blick sehr kompliziert erscheinenden Verhältnisse beim Grünspecht erklären sich, wenn wir die übrigen Arten damit vergleichen, die, wie es scheint, bisher noch nicht berücksichtigt worden sind. Wir gehen bei dieser Untersuchung wieder vom großen Buntspecht aus. Hier entspringt der tracheo-hyoideus auf der Dorsalseite der Trachea, und zwar ist die An-

satzstelle des linken Muskels von der Medianlinie nach rechts, die des rechten nach links verlegt, wobei die beiden Muskeln sich mit mehreren Bündeln durchflechten (Tab. I, Fig. 8). Wenn wir uns erinnern, daß bei den Vögeln die tracheo-hyoidei gewöhnlich seitlich an der Luftröhre entspringen (z. B. bei *Certhia* und *Sitta*), so müssen wir uns das Geflecht bei *major* so zustande gekommen denken, daß die Ansatzstellen dorsalwärts gerückt, dann zuerst zusammengestoßen sind und sich schließlich bündelweise durchdrungen haben. Einen in dieser Beziehung etwas einfacheren Zustand als bei *major* konstatieren wir beim *Wendehals* (Tab. IV, Fig. 36, 39 t. h.), bei dem der rechte tracheo-hyoideus ungeteilt in der dorsalen Mittellinie der Trachea inseriert und hier mit einem Teil des linken, der sich ebenso verhält, zusammenstößt. Die vordere Hälfte des linken tracheo-hyoideus freilich überschreitet die Mittellinie und inseriert rechts davon, vom rechten tracheo-hyoideus bedeckt. Man kann dies als den Beginn einer Durchflechtung betrachten. Ähnlich wie bei *major* liegen die Verhältnisse bei *minor*, nur sind sie insofern einfacher, als sich nicht 3—6 Bündel wie bei *major* durchflechten, sondern sich der rechte tracheo-hyoideus in nur zwei Bündel teilt, zwischen denen der ganze linke durchzieht (Tab. I, Fig. 9, t. h.).

Da *major* und *minor* die relativ kürzesten Zungen unter den hier behandelten Spechten und mit Ausnahme von *Sphyrapicus*, dessen Anatomie in dieser Beziehung wohl manchen interessanten Aufschluß geben dürfte, vielleicht unter den Spechten überhaupt besitzen, so fragt es sich, wie die notwendige Verlängerung des tracheo-hyoideus bei den Arten durchgeführt wird, die die Zunge weiter ausstrecken, als der große Buntspecht. Hier wäre zunächst denkbar, daß der Ursprung an der Trachea hinabrückt, und in der Tat hat sich der Wendehals dieses Mittels bedient; mit welchen Folgen, werden wir sehen. Die übrigen Spechtarten gründen die Verlängerung des Muskels auf die bei *major* und *minor* eingeleitete Durchflechtung, indem ihnen dadurch die Möglichkeit gegeben ist, ihre Insertionen um die Luftröhre herum zu verschieben. Während also die tracheo-hyoidei, wie wir gesehen haben, bei *major* und *minor* sofort nach der Durchflechtung noch auf der Dorsalseite der Trachea inserieren, liegen bei *marlius*, wie Fig. 17 (Tab. II) erkennen läßt, die Insertionspunkte fast schon rein lateral; bei *medius* und *leuconotus* erscheinen sie schon auf der Ventralseite der Trachea (Tab. I, Fig. 11 t. h.), wenn auch, wie wir in Fig. 10 sehen, ihre hintersten Fasern noch dorsal inserieren, und bei *tridactylus* stoßen die Köpfe der Muskeln ventral wieder zusammen (Tab. II, Fig. 21 t. h.). Damit scheint aber dem Weiterücken der Ansatzpunkte der tracheo-hyoidei eine Grenze gesetzt. Denn nähmen wir bei einer weiteren Verlängerung der Zunge hier eine neue Durchflechtung der Muskeln an und ließen das erste dorsale Geflecht bestehen, so käme eine so komplizierte Anordnung der Muskulatur zustande, daß eine zweckmäßige Aktion derselben erschwert oder unmöglich gemacht würde. Trotzdem können wir, glaube ich, die Spiralwindungen des tracheo-hyoideus bei *canus* und *viridis* als eine weitere Durchführung des bei den eben genannten Spechtarten begonnenen Prinzips auffassen. Schon bei *tridactylus* (Fig. 20, Tab. II) sehen wir, daß die Zahl der sich durchflechtenden Stränge bedeutend reduziert ist: es sind jederseits nur noch zwei, und davon ist der eine sehr schwach. Denn schon bei *tridactylus* dürfte ein Geflecht von mehreren Strängen hinderlich sein. Wir dürfen also wohl annehmen, daß beim Weiterücken der Insertionsstellen die hinderlichen Stränge schwinden, d. h. die Muskeln in einen einheitlichen Strang zusammengefaßt werden; dabei fällt auf, daß beim rechten Muskel,

dessen Windungen beim Grünspecht vor die des linken zu liegen kommen, das hintere, beim linken dagegen das vordere Bündel rudimentär wird. Wenn wir uns bei *tridactylus* die zwei schwachen Bündel wegdenken, so haben wir schon eine einfache Überkreuzung der Muskeln, wie sie bei *canus* und *viridis* in mehrfacher Wiederholung vorliegt. Nach jeder halben Windung würden die Muskeln wieder aufeinander treffen, sich darauf teilweise durchflechten und die letzte Durchflechtung würde aufgelöst werden. Wenn nun auch die Möglichkeit offen bleibt, daß sich bei den Vorstadien von *canus* und *viridis* die Muskeln nie durchflochten, sondern von Anfang an überkreuzt haben, so sprechen doch die Insertionen der musc. tracheo-hyoidei bei diesen Arten für die eben ausgeführte Annahme (Tab. III, Fig. 27 und 28). Die Muskeln inserieren nämlich nur teilweise unabhängig voneinander; ein großer Teil des einen Muskels steht mit dem andern in enger Beziehung, ganz besonders bei *canus*, und zwar in zweierlei Weise. Ein Teil der Fasern des einen Muskels durchdringt den andern und inseriert, vom andern Muskel bedeckt, an der Trachea — ein Verhalten, das an den großen Buntspecht erinnert (in den Figuren sind diese feinen Verhältnisse nicht darzustellen), andere Fasern der beiden Muskeln gehen gegenseitig ineinander über, so daß bei oberflächlicher Betrachtung der Eindruck erweckt wird, daß wir nur einen Muskel vor uns hätten; daraus erklärt sich, daß Huber das Vorhandensein von nur einem „tracheo-glossus“ betont; er hat die Insertionen an der Trachea abpräpariert, ohne sie zu erkennen, was leicht möglich ist, da die derbe Fascie des Muskels, die ihn an der Trachea festhält, ebenfalls durchtrennt werden muß, und dabei an der Insertion die zarten Muskelfasern leicht übersehen werden können.

Die mehrfachen Spiralwindungen des tracheo-hyoideus bei *canus* und *viridis* sind nun so angeordnet, daß die beiden Muskeln sich dabei möglichst wenig im Wege stehen. An *viridis* möge das erläutert werden. Fig. 29a (Tab. III) stellt die Spiralwindungen eines sehr jungen Grünspechts von der Dorsalseite, Fig. 29b von der Ventralseite dar. Da die Muskeln bei diesem Exemplar noch schwach und schmal sind, so lassen sie Lücken zwischen ihren Windungen frei und sind deshalb leichter als bei älteren Tieren in ihrem Verlauf zu verfolgen. Der rechte tracheo-hyoideus ist in diesen Figuren blau gezeichnet. Wir sehen, daß dieser zu unterst, der linke darüber liegt. Der rechte Muskel macht drei dicht hintereinander gesetzte Windungen,¹ der linke dagegen überkreuzt mit seiner ziemlich gestreckten ersten Spirale die beiden ersten Windungen des rechten und legt seine zweite und dritte Windung hinter diesen; auf diese Weise überdecken sich die beiden Muskeln möglichst wenig und die Reibung ist deshalb so gering wie möglich. Da bei *viridis* jeder Muskel nach seinem Austritt aus dem Zungenschlauch, der, wie erwähnt, ventral stattfindet, drei volle Windungen macht, so liegt auch die Insertionsstelle an der Ventralseite der Trachea. Bei *canus*, bei dem der ganze Zungenapparat etwas kürzer ist als bei *viridis*, und die Zunge weniger ausstreckbar, machen die tracheo-hyoidei nur $1\frac{1}{2}$ Windungen; ihre Insertionen liegen also dorsal. Dabei fällt auf, daß dieselben bei beiden Arten nicht in der Mittellinie liegen, sondern nach der Seite und zwar dem linken Muskel entgegengerückt; scheinbar sind also die beiden tracheo-hyoidei asymmetrisch; in Wirklichkeit aber sind sie funktionell sym-

¹ Gadow (14) spricht pag. 310 von 4 Windungen beim Grünspecht, eine Angabe, die sich vielleicht aus der fehlerhaften Fig. 10, Tab. II bei Huber (22) erklärt.

metrisch, d. h. sie sind gleich lang und gerade deshalb rückt die Insertion dem linken entgegen, denn seine Spirale, die den rechten bedeckt, hat den größeren Durchmesser.

Eine embryologische Untersuchung der Anlage dieses merkwürdigen Spiralmuskels des Grünspechts wäre gewiß lohnend, weil sie wohl manchen Aufschluß über die phylogenetische Entstehung dieser Einrichtung geben würde. Nach Abschluß der Entwicklung scheint der Muskel mit Ausnahme seiner Stärke durchaus fertig gebildet zu sein; junge Vögel besitzen nicht etwa eine geringere Zahl von Windungen. Fig. 25 stammt von einem eben ausgeflogenen Vogel und zeigt im wesentlichen dieselben Verhältnisse wie bei den ältesten; überhaupt ist, soweit ich es feststellen konnte, die Anordnung und Zahl der Spiralen innerhalb der Art ganz konstant, was bei einem so extremen und von so vielen Umständen abhängigen Mechanismus nicht gerade mit Bestimmtheit zu erwarten wäre.

Die anfangs scheinbar komplizierte und umständliche Anordnung des tracheo-hyoideus bei den eigentlichen Spechten wurde schließlich — bei *canus* und *viridis* — so vollkommen ausgebildet, daß sie auf keine großen mechanischen Schwierigkeiten stößt und sich in der gleichen Weise noch öfters wiederholen ließe; das Problem ist also hier auf einem zuerst aussichtslos erscheinenden Weg vollkommen gelöst. Anders beim *Wendehals*, der die scheinbar einfachere Lösung fand, die Insertionen der tracheo-hyoidei an der Trachea hinabzurücken, und die Muskeln dadurch zu verlängern. Allein dieser Modus erfordert eine unzweckmäßige Abänderung an einem andern Organ. Denn da die Luftröhre in der Regel beweglich und ihre Ringe gegeneinander verschiebbar sind, so verlöre der Muskel, wenn er nach unten rückt, seinen festen Ansatzpunkt, wenn dieser nicht auf irgend eine Art wieder neu geschaffen würde. Dies wird erreicht, indem der Schildknorpel, der sonst das feste Widerlager bildet, gewissermaßen dadurch verlängert wird, daß sich zwischen ihn und den Ursprung der tracheo-hyoidei ein neuer, dem Wendehals eigener Knorpel einschaltet, welcher aus einer Verschmelzung der vorderen Trachealringe hervorgeht, und dadurch den vor dem Ursprung der tracheo-hyoidei liegenden Teil der Trachea versteift. An der Bildung dieses Knorpels, der in Fig. 42 und 43 (Tab. IV) gezeichnet ist, beteiligen sich nun nicht die ganzen Ringe, wodurch ein allseitig festwandiges Rohr entstehen würde, sondern nur Teile derselben in der Art, daß der Knorpel einen breiten, schräg geschnittenen Ring darstellt, der nahe hinter dem Schildknorpel ventral beginnt und mit seinem dorsalen Teil vor den Ursprung des *musc. tracheo-hyoideus* zu liegen kommt. Genauer gesagt beginnt die Verschmelzung der Ringe mit dem ventralen Teil des 5. Rings und nimmt die Ventralseite der Trachea bis zum 18. Ring ein, wobei der Knorpel allmählich breiter wird und in zwei Spangen die Trachea seitlich umgreift, welche ebenfalls dem 18. Ring entsprechend sich zu einer dorsalen Platte vereinigen, die nach hinten immer schmaler wird und beim 23. Ring, von dem ab die Luftröhre wieder ihre gewöhnliche Gestalt hat, endigt. Unterhalb dieses Punktes, also erst hinter dem 23. Ring, liegt dann der Ursprung der *musc. tracheo-hyoidei*, während beim Grau- und Grünspecht, bei denen durch die Wicklung des Muskels die Insertion ebenfalls etwas nach hinten verschoben werden muß, diese beim 13. und den folgenden Ringen gefunden wird. Die Teile der 23 ersten Ringe, welche nicht an der knorpeligen Verschmelzung beteiligt sind, haben ihre gewöhnliche Struktur und scheinen von dem Knorpel abgegliedert zu sein, so daß die Luftröhre wenigstens noch einigermaßen ihre Beweglichkeit behält. Außerdem sind die ersten 18 Tracheenringe dorsal nicht geschlossen, sondern

klaffen. Diese Eigenschaft besitzen zwar bei vielen Vögeln die ersten paar Ringe, aber beim Wendehals sind es ungewöhnlich viele, worauf schon Stannius (41 pag. 318 Anm. 3) hinweist.¹ Es ist mir unerklärlich, daß er bei dieser Gelegenheit nichts von der auffallenden Verknorpelung der Luftröhre berichtet. Der Wendehals besitzt also einen von der Larynx weit nach rückwärts ziehenden dorsalen Schlitz in der Luftröhre, der durch eine ziemlich breite Membran geschlossen ist, die eine namhafte Erweiterung des Durchmessers der Luftröhre gestattet. Vermutlich steht diese Einrichtung mit der Stimmbildung in Zusammenhang; sie sei deshalb hier nur beiläufig erwähnt.

Vergleichen wir nun den *musc. tracheo-hyoideus* des Wendehalses mit dem der eigentlichen Spechte, so wird uns die Anordnung bei jenem als die weitaus weniger günstige erscheinen; denn während bei den Spechten im engeren Sinn kein Hindernis bestehen dürfte, den *musc. tracheo-hyoideus* um das vielfache des Umfangs der Luftröhre zu verlängern, kann der Wendehals nur mit ihrer Länge arbeiten und auch hier steht ihm nur ein relativ kurzes Stück zur Verfügung; denn eine auf eine längere Strecke versteifte Trachea würde die Beweglichkeit des Halses beeinträchtigen. Allerdings besitzt ja der Wendehals unter den europäischen und vielleicht unter allen Spechten die relativ längste Zunge. Aber es muß fraglich erscheinen, ob die mechanische Einrichtung seiner Luftröhre in größere Verhältnisse übertragbar wäre und vielleicht könnte es sich daraus erklären, daß der Mannigfaltigkeit und großen Zahl von Formen bei den eigentlichen Spechten diese enge Gruppe von wenigen nah verwandten kleinen Arten gegenübersteht, der infolge von der ihr eigenen Ausbildung des *musc. tracheo-hyoideus* die Möglichkeit einer reichen Entfaltung abgeschnitten worden ist.

Über den übrigen Verlauf der *musc. tracheo-hyoidei* bei den Piciden ist zu dem, was früher über *major* gesagt ist, nichts hinzuzufügen, er ist bei allen Arten im wesentlichen derselbe. Überall inseriert er ganz vorn am Zungenbeinkörper und überall ist, soweit er im Zungenschlauch verläuft, seine dorsale Kante durch Bindegewebe mit dessen Innenfläche verbunden, wodurch die Zusammenfaltung des Schlauchs beim Rückziehen der Zunge geregelt wird.

Bemerken möchte ich noch, daß man die *tracheo-hyoidei* in der Regel (wenn die Zunge sich in der Ruhelage befindet) in zurückgezogenem, aber schlaffem Zustand antrifft, wodurch der wellige Verlauf zustande kommt, von dem Huber (22 pag. 14: „*multis plicis instructus*“) spricht; dieser hat aber keinen andern Grund als den Mangel an Tonus.

Über das Verhältnis des *tracheo-hyoideus* der Spechte zu dem der übrigen Vögel wollen wir uns orientieren, wenn der *musc. trachealis* besprochen ist, zu dessen Untersuchung wir nunmehr übergehen.

7. *Musculus trachealis* (vergl. pag. 27--29). Wie früher gesagt wurde, steht dieses Muskelpaar, das ursprünglich wohl als durchaus zum Zungenapparat gehörig betrachtet werden darf, nur noch teilweise in dessen Dienst, zum andern Teil liefert es die Muskeln des Stimmapparats.

¹ Für *Gecinus viridis* stimmen die Angaben von Stannius nicht, denn bei diesem sind nur die drei ersten Ringe oben offen.

Bei den eigentlichen Spechten ist der Verlauf im wesentlichen so, wie er für *major* beschrieben wurde. Unterschiede finden sich an den oralen Insertionen, indem nämlich bei *martius*, *canus* und *viridis*, den Spechten mit den längsten Zungen, das caput laterale fehlt Tab. II, Fig. 13; Tab. III, Fig. 33, t. Das ist eine Rückbildung; denn das caput laterale ist, wie wir gleich sehen werden, den Pico-Passeres eigen — wir finden es bei den Singvögeln in einer Weise, die sein Vorkommen bei den Buntspechten erklärt. Bei *martius*, *canus* und *viridis* aber dürfte es sich rückgebildet haben, weil der musc. tracheo-hyoideus, den es umgreift, mit der Verlängerung der Zunge eine freiere Bewegung beanspruchte.

Am aboralen Ende des musc. trachealis ist die portio bronchialis bei allen Spechten im engern Sinn wesentlich dieselbe und inseriert am obern Rand des ersten Bronchialrings; die portio sternalis bildet bei *major* und wohl auch bei *minor* mit etwa der Hälfte ihrer Fasern die unmittelbare Fortsetzung des trachealen Teils des Muskels und nur die innere Hälfte findet eine Insertion an den Tracheenringen; bei den andern Spechten aber, mit Ausnahme des Wendehalses (Tab. III, Fig. 35 a und b), inseriert der größte Teil an der Luftröhre und nur wenige äußerste Fasern gehen unmittelbar in den trachealen Teil des Muskels über, so daß wir hier von einem wirklichen musc. sterno-trachealis reden könnten. Bei allen entspringt dieser an der ersten Thorakalrippe.

Während nun bei den Spechten im engern Sinn der musc. trachealis wesentlich Stimm-muskel geworden ist, und nur mit seinen oralen Enden mit dem Zungenapparat in funktioneller Beziehung steht, zeigt ein Blick auf Fig. 38 (Tab. IV), daß bei *Lynx* umgekehrt seine Hauptmasse dem Zungenapparat angehört. Er ist hier im Gegensatz zu dem sehr schwach ausgebildeten musc. cleido-thyreoideus mächtig entwickelt und ersetzt diesen fast vollständig in seiner Funktion.

Seine portio sternalis, die fast allein die Fortsetzung des gesamten musc. trachealis bildet, entspringt bei *Lynx* nicht an der ersten Rippe, sondern an der ungefähr parallel davor liegenden spina externa des Brustbeins, was wohl als ein ursprünglicherer Zustand aufgefaßt werden darf. Von hier läuft er der Trachea zu und fast ohne mit ihrem basalen Teil sich zu verbinden, an dem nur wenige Fasern inserieren (Fig. 38, i) läuft der starke Muskel dann die Trachea hinauf. Dabei vereinigen sich die beiden musc. tracheales ventral so eng, daß Faserbündel von einem Muskel in den andern übergehen und in ihrem medialen Teil gar nicht mehr zu entscheiden ist, welche Bündel dem rechten und welche dem linken trachealis angehören. Die so vereinigten musc. tracheales hüllen die Luftröhre ventral und an den Seiten vollständig ein und lassen nur dorsal einen schmalen Längsstreifen frei, dem entlang der Oesophagus dicht aufliegt.

Am oberen Ende der musc. tracheales können wir wieder die Homologa der drei Köpfe konstatieren. Diese inserieren hier aber nicht am Schildknorpel, wie bei den eigentlichen Spechten, sondern dahinter an den paar ersten Ringen, welche zwischen diesem und dem Trachealknorpel liegen. Ohne weiteres ist in den Fig. 37, 39, 40 (Tab. IV) das caput laterale (t.l.) zu erkennen, welches aus den am meisten dorsal verlaufenden Fasern des musc. trachealis hervorgeht, den musc. tracheo-hyoideus dorsal umgreift und sich dann ventral an den eben bezeichneten Tracheenringen inseriert; dabei überkreuzen sich, wie in Fig. 40 zu sehen ist, die Muskeln beider Seiten und der linke deckt den rechten. Der Rest des musc. trachealis, welcher dicht neben dem entsprechenden Teil der andern Seite zwischen den

beiden *musc. tracheo-hyoidei* nach vorn läuft (Fig. 37, 40 t. m.), enthält die Homologa des *caput medium* und *ventrale*. Seine Hauptmasse inseriert nämlich in der ventralen Mittellinie dicht vor dem *caput laterale*, also genau dem *caput medium* bei *major* entsprechend; einige Fasern aber inserieren nicht, sondern setzen sich in ein Bindegewebe fort, das nach vorn der Zungenwurzel zu verläuft, und diese dürfen wir als ein recht schwach entwickeltes *caput ventrale* auffassen, welches mit dem von *major* noch das gemeinsam hat, daß die Fasern beider Seiten sich zu einer unpaaren Endigung vereinigen.

Die *portio bronchialis* des *musc. trachealis* ist bei *Iynx* im Verhältnis zu der sonstigen außerordentlichen Stärke des Muskels ungemein schwach und stellt nur, wie Fig. 38 zeigt, einen ganz verschwindend kleinen Teil des Muskels dar, der, wie es scheint, nicht einmal die Bronchen erreicht, sondern am untern Rand des letzten Trachealrings inseriert.

Einen ähnlichen gemeinschaftlichen Verlauf der beiden *musc. tracheales* der Ventralseite der Trachea entlang wie bei *Iynx* findet man auch bei verschiedenen andern Vögeln. Bei *Corvus frugilegus* (Tab. V, Fig. 46, 47, 48) sehen wir, wie in einer zarten Bindegewebehaut (der gemeinschaftlichen Fascie der beiden *musc. tracheales*) diagonale Fasern vom rechten *musc. trachealis* zum linken ziehen und bei *Buteo* (Tab. IV, Fig. 44, 45), ähnlich auch bei *Anser*, spannt sich zwischen den beiden *musc. tracheales* über die ventrale Fläche der Luftröhre eine dünne Fascie aus, in welcher Längsfasern verlaufen, die also die paarigen *musc. tracheales* gewissermaßen zu einem unpaaren Muskelsystem vereinigen. Wir erinnern uns, daß wir bei den Spechten im engern Sinn (Tab. I, Fig. 6; Tab. II, Fig. 21) beobachteten, daß von einem *trachealis* zum andern manchmal dünne Muskelbündel in unregelmäßiger Weise hinüberliefen, und das ist wohl eine Erinnerung daran, daß auch hier ursprünglich die jetzt getrennten *musc. tracheales* in einem intimeren Zusammenhang standen.

Der *musc. trachealis* und die an ihn angrenzenden Teile der Zungenmuskulatur bieten nun phylogenetisch mancherlei Interesse; das größte wohl dadurch, daß aus seinem aboralen Ende die Singmuskulatur der Passeres sich entwickelt hat. Wir wollen diesen Muskel daher etwas eingehender vergleichend betrachten.

Die ursprünglichsten Verhältnisse habe ich unter den Vögeln bei *Buteo* gefunden. Wir konstatieren hier zunächst einen *musc. sterno-thyreoideus*, welcher am Vorderrand des Sternums entspringt, zum basalen Teil der Trachea hinüberzieht, und ohne hier zu inserieren, an der Seite der Luftröhre entlang läuft und endlich am Schildknorpel inseriert. An der Insertionsstelle entspringt als Fortsetzung des *musc. sterno-thyreoideus* nach vorn ein *musc. thyreo-hyoideus* (Tab. IV, Fig. 45) so unmittelbar, daß die Grenze (n.) zwischen beiden nur bei aufmerksamerer Beobachtung zu sehen ist. Der *musc. thyreo-hyoideus* endet dorsal und lateral am Zungenbeinkörper.

Diese Beziehungen des *musc. sterno-thyreoideus* und *thyreo-hyoideus* zueinander scheinen sehr alte zu sein, denn wir finden sie in derselben Weise nicht nur bei den Vögeln, sondern auch bei den Säugern, also allen Wirbeltieren, die einen Schildknorpel besitzen; es dürfte wohl kein Zweifel sein, daß beide Muskeln zusammen früher einen einheitlichen Brust-Zungenbeinmuskel darstellten und sich später durch Insertion am Schildknorpel voneinander abgliederten. Auch beim Menschen stehen *musc. sterno-hyoideus* und *thyreo-hyoideus* bekanntlich in diesem einfachen Verhältnis, das, wie aus den Angaben Gegenbaurs (15 pag. 386) hervorgeht, insofern noch primitiver ist und mit großer Bestimmtheit auf den

ursprünglich einheitlichen Zustand beider Muskeln schließen läßt, als der *musc. thyreo-hyoideus* in der Regel noch laterale Fasern des *musc. sterno-thyreoideus* aufnimmt.

Die Beschreibung des *musc. sterno-thyreoideus* von *Buteo* ist nun noch dahin zu ergänzen, daß der kräftige Muskel, wie oben schon angedeutet, soweit er an der Seite der Trachea verläuft, dorsal und ventral von einer spärlich mit Muskelfasern durchzogenen Fascie begleitet wird, welche sich zwischen den Muskeln beider Seiten ausspannt und so fast die ganze Trachea einhüllt. Diese Fascie ist dem *musc. sterno-thyreoideus* unzweifelhaft zuzurechnen. Ihre dorsalen und ventralen Partien vereinigen sich da, wo der Hauptmuskel die Trachea in ihrem basalen Teil verläßt, um zum Sternum zu ziehen, gehen auf die Bronchen über und inserieren rein lateral an deren viertem und fünftem Ring. Der *musc. sterno-thyreoideus* hat also hier eine den Spechten im wesentlichen entsprechende *portio bronchialis*. Ein eigentlicher *musc. sterno-trachealis* ist aber noch nicht vorhanden und die Befestigung an der Luftröhre beschränkt sich darauf, daß seine Fascie ihn so fest umschließt, daß er wohl immerhin durch seine Kontraktion die Trachea zu verkürzen vermag, wobei ihn die bronchiale Insertion noch unterstützt.

Gehen wir von hier zu den Piciden über, so kommen wir, was die Syrinxmuskulatur betrifft, eine Stufe weiter, indem hier der *musc. sterno-thyreoideus* am unteren Teil der Trachea zu inserieren beginnt. Wir haben gesehen, wie diese Insertion bei den einzelnen Arten verschieden weit vorgeschritten ist und wie der Grün- und der Schwarzspecht schon einen fast selbständigen *musc. sterno-trachealis* besitzen. Überall aber ist der Zusammenhang dieses Abschnitts mit dem trachealen Teil des Muskels zweifellos, denn überall gehen wenigstens einige Fasern ohne Insertion an der Trachea von einem Abschnitt zum andern über. Überhaupt scheinen die Picidae, was die Syrinxmuskulatur betrifft, etwa auf einer Stufe zu stehen, wie sie Joh. Müller (35 pag. 355) für *Arundinicola* beschrieben und auf Tab. V, Fig. 4 abgebildet hat.

Die bei *Buteo* dorsal und ventral an der Trachea hinlaufenden, von Muskelfasern durchzogenen Fascien haben sich bei den Spechten zu wirklichen Muskeln verdichtet, die die Fortsetzung der dorsalsten und ventralsten Bündel des *musc. trachealis* bilden und an den Stellen, wo die *Portio sternalis* an der Trachea inseriert, deutlich zu isolieren sind. Sie vereinigen sich, wie bei *Buteo*, unterhalb dieser Insertionsstelle zu einem rein lateralen Muskel, der, wie beschrieben, am ersten Bronchialring inseriert.

Mit Bezug auf die Insertionsstelle des bei höherer Differenzierung der Syrinxmuskulatur von den trachealen Muskeln völlig unabhängigen *musc. sterno-trachealis* dürfen wir vielleicht den dorsalen Teil der *portio bronchialis* des *musc. trachealis* der Spechte mit den *musc. tracheo-bronchiales dorsales*, den ventralen Teil mit dem *tracheo-bronchialis ventralis* und dem *tracheo-bronchialis obliquus* von *Corvus* (Häcker 19) vergleichen.

Joh. Müller erwähnt nichts von dieser wichtigen Spaltung des *musc. trachealis* in ein dorsales und ein ventrales Bündel, die man wohl auch bei den primitiveren Passeres finden dürfte, und auch in der Abhandlung von Wunderlich (47 pag. 64) habe ich in der Beschreibung des unteren Kehlkopfs der Spechte nichts darüber gefunden. Dagegen möge wiederholt sein, daß ich nicht wie Wunderlich einen *musc. tracheo-bronchialis* konstatieren konnte, indem die Fasern des *musc. trachealis* in keiner Weise an den untersten Trachealringen, sondern erst an den Bronchen inserieren. Der von Wunderlich beschriebene Zu-

stand läge den Passeres wesentlich näher, weil mit einem *musc. tracheo-bronchialis* schon die Muskelgruppe abgegliedert wäre, die später speziell zur eigentlichen *Syrinx*-Muskulatur wird. Näher auf die Beziehungen zwischen Zungen- und Stimmuskulatur einzugehen, ist hier nicht am Platz.

Der mächtig entwickelte *musc. tracheo-hyoideus* läßt bei den Spechten ohne weiteres keine morphologischen Beziehungen zum *musc. trachealis* erkennen, doch läßt schon die Innervation durch denselben Ast des *nerv. hypoglossus* auf eine nahe Verwandtschaft schließen. Untersuchen wir die entsprechenden Muskeln bei andern Vögeln, so stellen sich nicht nur sehr enge Beziehungen zwischen beiden Muskeln heraus, sondern es erklären sich auch zum Teil die komplizierten Insertionen derselben in der Kehlgend.

Wir sahen vorhin, daß bei *Buteo* der Brust-Zungenbeinmuskel sich durch eine einfache Insertion am Schildknorpel in einen *musc. sterno-thyreoideus* und einen *musc. thyreo-hyoideus* gegliedert hat. Ähnliches beobachten wir bei *Corvus*, doch kommen wir hier den Spechten schon einen Schritt näher. Wie uns die Fig. 48 und 49 (Tab. V) zeigen, besitzen hier sowohl der *musc. tracheo-thyreoideus*, als der *thyreo-hyoideus* am Schildknorpel je zwei Köpfe, die sich bei der Insertion durchkreuzen. Es beginnt also hier schon eine weitergehende Trennung beider Muskeln, indem der *thyreo-hyoideus* seinen Ursprung hinter die Insertion des *tracheo-thyreoideus* verlegt, indem er durch diesen hindurchwächst. Die Ursache dieses Verhaltens scheint die Verlängerung des *thyreo-hyoideus* zu sein. Es sei bei dieser Gelegenheit bemerkt, daß man wohl keinen wesentlichen Unterschied zwischen einem *thyreo-* und einem *tracheo-hyoideus* machen darf; denn beide Muskeln sind wohl morphologisch identisch; der *tracheo-hyoideus* stellt nur einen länger gewordenen *thyreo-hyoideus* dar, der seinen Ursprung auf die Trachea zurückverlegt hat. Wird das Zungenbein gegen die Larynx so wenig verschoben, wie bei *Buteo* und *Corvus*, bei dem der *thyreo-hyoideus* vielleicht gar nicht Rückzieher ist, sondern mit der am Zungenbeinkörper inserierenden Portion des *musc. mylo-hyoideus posterior* zusammen nur untergeordnete Bewegungen der Zunge ausführt, so braucht dieser Muskel nur kurz zu sein. Sowie aber die Zunge vom Kehlkopf unabhängig ausstreckbar wird, so kann der entsprechende Muskel als Rückzieher beansprucht werden, und muß dann seinen Ursprung weiter zurückverlegen. Bei *Corvus* also liegt der Fall vor, daß beide Muskeln sich voneinander zu sondern beginnen, und wir könnten schon aus Fig. 49 mit Leichtigkeit die Fig. 31 (Tab. III) ableiten, die ein Präparat des Grünspechts wiedergibt; wir müssen uns dabei freilich den *musc. genio-thyreoideus* entfernt denken, der die in Betracht kommende Stelle teilweise zudeckt.

Bei den *Certhiiden*, die, wie wir wissen, eine sehr bewegliche Zunge haben, verhalten sich die hier behandelten Muskeln den Spechten noch viel ähnlicher als bei *Corvus*, und ich möchte sie, weil fast alle bei den Spechten vorliegenden Einzelheiten daraus abzuleiten sind, hier genauer beschreiben.

Der *musc. trachealis* kommt bei *Sitta* und *Certhia* (Tab. V, Fig. 51 t.), ähnlich wie bei den Spechten, seitlich an der Trachea herauf und gabelt sich wie bei *Corvus* vor seiner Insertion in zwei Köpfe, die aber deutlicher voneinander getrennt sind, als bei diesem. Der eine, der aus oberflächlich liegenden Fasern hervorgeht, inseriert lateral am Schildknorpel, der andere, mediale, aus den tieferen Fasern hervorgehende, läuft gegen das Urohiale zu und inseriert teilweise seitlich an dessen Hinterende, zum Teil wohl auch an den be-

nachbarten Partien des Schildknorpels. Der Muskel halt also Schildknorpel und Zungenbein zusammen, außerdem aber vermag sein lateraler Kopf gemeinschaftlich mit dem musc. cleido-thyreoides den Kehlkopf zu fixieren, wenn die Zunge vorgezogen wird, und der mediale bringt dann das Urohyale wieder in seine ursprüngliche Lage, wenn die Zunge wieder zurückgezogen wird.

Der musc. tracheo-hyoideus entspringt bei *Certhia* an der Seitenfläche der Trachea, vom musc. trachealis bedeckt, und zieht zwischen dessen lateralem und medialem Kopf nach vorn ventral über die Insertion des lateralen Kopfs weg. Einige Fasern des musc. trachealis gehen ohne Insertion direkt in ihn über, und erinnern an den ursprünglichen Zusammenhang beider Muskeln, außerdem erhält er auch, was aber hier nebensächlich ist, Zuwachs vom musc. cleido-hyoideus; dann geht er dorsal über die Basis der Zungenbeinhörner und inseriert seitlich, etwas ventral am Zungenbeinkörper in dessen Mitte, vor der Insertion des einen Kopfes des musc. cleido-hyoideus.

Durch geringe Verschiebungen, Aufgabe der direkten Verbindungen zwischen musc. trachealis und musc. cleido-hyoideus einer- und musc. tracheo-hyoideus andererseits, und indem wir das Zungenbein entsprechend verändern, leiten wir daraus die Verhältnisse der Spechte, zunächst von *major* ab.

Der Zungenbeinkörper wird zu einem langen Stab, der musc. tracheo-hyoideus behält im wesentlichen seine Insertion und rückt mit der Verlängerung nach vorn. Dann schwindet das Urohyale. Die Fasern des medialen Kopfs des musc. trachealis, die daran inseriert haben, treffen mit denen der andern Seite zusammen, verlieren ihren Insertionspunkt und suchen sich nun gemeinschaftlich als unpaares Stück an der Basis des neugebildeten Zungenschlauchs einen neuen: sie werden dadurch zum caput ventrale der Spechte. Jene Fasern aber, die neben dem Urohyale am Schildknorpel inseriert haben, behalten diese Insertion bei und stellen das caput medium der Spechte dar. Sie treffen ebenfalls dadurch, daß das Urohyale schwindet, in der Medianlinie zusammen. Das caput laterale von *Certhia* erleidet keine wesentlichen Veränderungen, und ist mit dem von *major* identisch. Es rückt nur seinen Insertionspunkt mehr auf die Mitte des Schildknorpels und wird so zu einer den musc. tracheo-hyoideus umgebenden Schlinge. Lassen wir nun diesen noch seinen Ursprung von der Seite der Luftröhre auf ihre Rückenfläche verlegen, so haben wir die Anatomie von *major* vollständig; wie sich daraus die anderen Spechte, insbesondere *canus* und *viridis*, entwickeln, haben wir gesehen.

8. und 9. Musculi cerato-glossi inferiores et superiores vergl. pag. 29-30. Wie pag. 30 gesagt, stimmen diese Muskeln bei den meisten hier untersuchten *Picidae* genau überein; nur *canus* und *viridis* sowie *Iynx* verhalten sich von den übrigen etwas abweichend. Diese Unterschiede beruhen darauf, daß die weiter ausstreckbare und beweglichere Zunge einen etwas ausgedehnteren Apparat zu ihren wurmartigen Bewegungen braucht. Bei *Iynx* (Tab. IV, Fig. 41) unterscheidet sich dieser nur dadurch von den übrigen (Tab. II, Fig. 15), daß der fiedrige Teil des cerato-glossus inferior sich nicht auf das Zungenbeinhorn beschränkt, von dem er schon ein relativ größeres Stück in Anspruch nimmt, sondern außerdem noch die hinteren $\frac{2}{3}$ des Zungenbeinkörpers einnimmt; das bedeutet eine Verstärkung des Querschnitts des Muskels und ermöglicht eine energischere Ab-

biegung der ausgestreckten Zunge. Im Zusammenhang damit enden die longitudinalen Fasern des *cerato-glossus inferior* weiter oben am Horn als bei den übrigen Spechten.

Canus und *viridis* weichen etwas mehr von den übrigen Spechten ab, doch ist auch hier das Prinzip des Apparats dasselbe. Der niedrige Teil des *cerato-glossus inferior* beginnt genau an der Grenze zwischen basalem und oberem Hornabschnitt (Tab. III, Fig. 25), und setzt sich ununterbrochen bis etwa in die Mitte des Zungenbeinkörpers fort, von wo ab die Sehne frei bis zum *os entoglossum* verläuft. Oberhalb der Grenze zwischen den beiden Hornabschnitten beginnen sofort sehr langgestreckte, mit dem Horn parallel laufende Longitudinalfasern, die im zweiten Viertel des obern Hornabschnittes inserieren; es findet also nicht, wie bei den andern, ein allmählicher Übergang der kurzen in die langen Fasern statt, sondern beide Abschnitte des Muskels sind hier deutlich getrennt. Die longitudinalen Fasern des *musc. cerato-glossus inferior* wurden von Huber (22) für einen selbständigen Muskel gehalten und als *musc. ceratoideus* beschrieben; es ist aber kein Zweifel, daß sie den Anfang des *musc. cerato-glossus inf.* darstellen. Der *musc. cerato-glossus superior*, dessen Ursprung, wie bei allen übrigen Piciden, auf den basalen Hornabschnitt beschränkt ist, verhält sich dem inferior entsprechend. Er entspringt mit seinen longitudinalen Fasern an der Grenze zwischen den beiden Hornabschnitten, wird bald teilweise sehnig und läuft frei bis zum Zungenbeinkörper. Am Gelenk zwischen Körper und Horn beginnt sein niedriger Teil, der die hinteren $\frac{2}{3}$ des Zungenbeinkörpers einnimmt. Dieser reicht also etwas weiter nach vorn, als der entsprechende Teil des inferior. Im vordersten Drittel des Zungenbeinkörpers läuft im Gegensatz zu den übrigen Spechten auch die Sehne des *musc. cerato-glossus superior* frei. Es ist klar, daß mit diesem eigentümlichen Apparat in der früher beschriebenen Weise eine große Beweglichkeit der ausgestreckten Zunge nach allen Richtungen ermöglicht wird, die der Verwendbarkeit analog gebrauchter rein muskulöser Zungen von Säugetieren (Ameisenbär) kaum nachsteht.

Der *musc. cerato-glossus inferior* ist mit dem *musc. cerato-glossus* der übrigen Vögel ohne weiteres zu identifizieren. Überall entspringt dieser Muskel, wie der inferior beim Specht, an der Lateralseite des Zungenbeinhorns, und zwar entweder nur am untern Abschnitt, wie bei *Sitta* (Tab. V, Fig. 53) und *Corvus* (Fig. 48 u. 49 c. g.), oder auch vom obern, wie z. B. bei der *Gans*. Er verläuft lateral und ventral am Zungenbeinkörper hin und geht in eine meist von Muskelfasern ganz freie Sehne über, welche an der Ventralseite des *os entoglossum* an einer Stelle inseriert, die, wie wir bei Besprechung des Skeletts pag. 8 gesehen haben, wenigstens bei den *Passeres* der Stelle, an welcher bei den Spechten der *musc. cerato-glossus inferior* inseriert, vergleichend-anatomisch gleichzusetzen ist. Auch dann, wenn, wie beim *Raben*, der *musc. cerato-glossus* bis zu seiner Insertion muskulös bleibt, ist er wenigstens auf seiner Außenseite sehnig.

Es fragt sich nun, als was wir den den Spechten eigentümlichen *musc. cerato-glossus superior* aufzufassen haben. Zunächst könnte man an eine Abspaltung vom inferior denken. Mancherlei anatomische Befunde sprechen aber dafür, daß wir hier den modifizierten *musc. cerato-hyoideus* vor uns haben. Vor allem ist zu beachten, daß den Spechten ein eigentlicher *musc. cerato-hyoideus* fehlt, dafür aber ein neuer, wie dieser dem Zungenbein allein angehöriger Muskel aufgetreten ist, wodurch allein schon die Vermutung begründet wird, daß dies der modifizierte *musc. cerato-hyoideus* sei. Ferner ist für

Übersicht

über die Zungenbeinmuskulatur der Picidae und von Sitta und Corvus zum Vergleich.

Zu Seite 53
(Schädel von *Alcedo*, 1°)

Musculus	major	minor	martius	medius et leucocornus	tridactylus	vitrifis et canis	torquilia	Sitta	Corvus
I Gruppe des <i>mylo-hydroideus</i> 1. <i>mylo-hydroideus</i> posterior a. oberflächl. Teil									
	her allen Spechten und Iynx oberfl. Muskel, Ursprung in der Umgehung des Unterkiefergelenks, teils am Schädel, z. T. Hautmuskel.								
b. tiefer Teil	schwach aber deutlich	ebenso	stärker als bei maj.; Haut in der Tiefe neben d. cap. ventr. d. musc. trach. her und endigt mit Haken.	noch etwas schwächer als bei major	wie major	etwas stärker als bei major, geht in die Tiefe und verliert sich i. Bindegewebe.	fehlt	Dem hint. Teil des m. mylo-hydroideus post. zugehörig als dickeres Bündel (selenk., inseriert am Zb.-Körper	musc. serratus oberflächl. Muskelplatte entspringt jeders. ad Schädelbasis; durchhaus getrennt v. folg
2. <i>mylo-hydroideus</i> anterior	ganz rudim.	rudim.	rudim.	rudim.	deutlich entwickelt aber schwach	nachweisbar hauptsächlich d. gland subling. zugehörig	am höchsten von allen Picidae entwickelt.	breite Muskelplatte	oberfl. breite Muskelplatte, die sich nach hinten in d. Fortsatz
3. <i>genio-hydroideus</i>	Urspr. Insect. vom a. Unterkiefer Spitze d. Zb.-Hornes.	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda
4. <i>genio-hydroideus</i> dors.	Urspr. Insect. Innenseite jedes Unterkiefer-Astes an d. Trachea dicht hinter d. Larynx	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	wie major (wie major)	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda
II. Gruppe des <i>ono-hydroideus</i> 5. <i>cleido-hydroideus</i>	Urspr. Insect. in der Mitte der <i>clavacula</i> Larynx o. Schilde. am Kopf medial	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	wie major	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda
Tracheo-hydroideus	Urspr. Insect. Trachea, dorsal, nach d. vorderen mehrerer Durschnungen	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	wie major	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda
7. Trachealis	Ins. a. d. Bronch. oberer Rand des 1. Bronchialrings	eubanda	eubanda	eubanda	eubanda	eubanda	eubanda	eubanda	eubanda
Ins. a. Kehlkopf capita	laterale mediale ventrale	laterale mediale ventrale	mediale ventrale	laterale mediale ventrale	laterale mediale ventrale	mediale ventrale	unterer Rand der Trommel, sehr starker Muskel	laterale mediale + ventrale	Schildknorpel am Ursprung des thyreo-hydroideus (als d. Spechte)
7a. <i>mylio sternalis</i>	Urspr. Insect. Ohne Insect. geht in den m. trachealis über	1. Thorakal-Rippe a. d. untersten Trach.-Ringen	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	spina extern. sterni eubanda	sternum unteres Ende der Trachea.	eubanda eubanda
III. Gruppe des <i>cervato-glossus</i> 8. <i>cervato-glossus</i> inferior	Urspr. Insect. am oberen u. untern Ende d. Zb.-Horns Ventralseite d. os entoglossum	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	fast der ganze Muskel	sellisternal. Muskel, d. Singschwabkutter	eubanda eubanda
9. <i>cervato-glossus</i> superior	Urspr. Insect. an der innern Seite des untern Theils des Zungenbeinhorns Fortsätze am Zungenkörper fast bis zum Vorderende mit langer Sehne dorsal am hintern Ende des os entoglossum	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda	eubanda eubanda
10. <i>hyoglossus</i>									

1. bei *Huteo* keine Insertion an der Trachea

fehlt den Picidae

vorhanden

vorhanden

die Beurteilung des *musc. cerato-glossus superior* von Wichtigkeit, daß sein Ursprung, wenn wir von den sekundären Insertionen seines niedrigen Teils am Zungenbeinkörper absehen, auf den unteren Abschnitt des Zungenbeinhorns beschränkt ist, und nie auf den obern übergreift, und weiter, daß der Ursprung immer auf der Medialseite des Horns liegt. Das stimmt mit dem *musc. cerato-hyoideus* der übrigen Vögel, den wir z. B. bei der *Gans* in seiner typischen Ausbildung vor uns haben. Er entspringt hier fast vom ganzen untern Stück des Zungenbeinhorns und inseriert an dem hier gut entwickelten Urohyale. Es sind keine großen Umwandlungen nötig, um beim Schwinden des Urohyale die Insertion auf die Dorsalseite des Zungenbeinkörpers und von da an die dorsale Basis des *os entoglossum* rücken zu lassen. Außerdem wissen wir, daß der *musc. cerato-hyoideus* sehr häufig seine Insertion am Urohyale aufgibt und dann meist mit einem Teil des *musc. mylo-hyoideus post.* zusammen mit dem entsprechenden Muskel der andern Seite in Verbindung tritt: so bei *Buteo* (Tab. IV, Fig. 45) und *Corvus* (Tab. V, Fig. 47 c. h.). Bei *Sitta* und *Certhia* (Tab. V, Fig. 51 und 53) sind die *musc. cerato-hyoidei* sehr schwach und verhalten sich ähnlich wie bei *Corvus*, doch treffen sie in der Mittellinie kaum zusammen und strahlen im Bindegewebe aus. Alle die angeführten Fälle, wo der *musc. cerato-hyoideus* das Urohyale verläßt, bieten freilich die Schwierigkeit, daß sich das freie Ende des Muskels dann immer ventralwärts zieht. Doch kann man sich denken, daß der Muskel, der bei den *Certhiiden* einen ganz rudimentären Eindruck macht, wenn er entsprechend beansprucht wird, eine neue Insertion am vorderen Teil des Zungenbeins findet und zum *cerato-glossus superior* wird. Das sicherste Argument dafür scheint mir aber der Ursprung an der Medialseite des basalen Hornglieds zu sein, der beim *musc. cerato-hyoideus* vieler, gerade den Spechten nächst verwandter Vögel (*Corvus*, *Sitta*), und dem *cerato-glossus superior* der Spechte auffallend gleichartig ist.

V.

Nachdem wir die den Zungenapparat zusammensetzenden Teile im einzelnen besprochen haben, wollen wir an einem Beispiel verfolgen, wie diese in ihrer Gesamtheit zusammenwirken, und wählen hierzu zweckmäßig die Zunge des Grünspechts, die uns als die komplizierteste die Mechanik des Apparats am vollkommensten studieren läßt. Wenn wir die Vorgänge beim Ausstrecken und beim Gebrauch der Zunge betrachten, so sind wir zur Darstellung derselben gezwungen, sie in aufeinander folgende Phasen aufzulösen, die in Wirklichkeit ineinander greifen oder sich sogar teilweise zeitlich decken. Prinzipiell wird dadurch die Mechanik nicht berührt, dagegen wird das Verhältnis der Komponenten des Apparats zueinander deutlich und wir werden imstande sein, die funktionelle Bedeutung der einzelnen Teile klarer zu beurteilen.

Zur Erläuterung der folgenden Ausführungen mögen die Figuren der Taf. III dienen. Hierbei möchte ich bemerken, daß das in Fig. 26 wiedergegebene Präparat nach einem Holzschnitt in der Ornithologie des Aldrovandi (4) angefertigt wurde. Dieser Holzschnitt enthält im wesentlichen dieselben Muskeln wie Fig. 26 und ist meines Erachtens bisher die richtigste anatomische Zeichnung des Zungenapparats der Spechte, wenn auch leider durch das Ungeschick des Holzschneiders und die Mangelhaftigkeit des Druckes das Bild unklar

und schwer verständlich geworden ist. Die jener Figur beigefügte Erklärung beweist, daß Aldrovandi die Zungenanatomie im allgemeinen richtig verstanden hat.

Ist ein Grünspecht im Begriff, seine Zunge auszustrecken, so verlegt er zunächst den ganzen Apparat so weit wie möglich nach vorn. Er tut das mit Hilfe der *musc. genio-thyreoides*, welche am Kehlkopf angreifen und diesen vorwärts ziehen. Da mit diesem das Zungenbein mit allem, was dazugehört, durch Bindegewebe und Muskulatur innig zusammenhängt, so wird dieses nach vorn mitgenommen, ohne sich in sich zu verändern; nur die Halsschlinge der Hörner wird ein wenig kürzer. Der *musc. genio-thyreoides* kann sich, wie Messungen ergaben, maximal um etwa 2 cm verkürzen. Um dieses Maß schiebt sich also alles vorwärts und tritt, was den Vorgang äußerlich erkennen läßt, die Zungenspitze aus dem Schnabel heraus, die in der Ruhelage ganz vorn in einer Furche des Unterschnabels zu finden war, in die sie gerade hineinpaßt. Um dasselbe Maß muß sich aber auch der *musc. genio-hyoideus* kontrahieren, ohne im wesentlichen aktiv an der Bewegung teilzunehmen, um seinen Tonus zu bewahren und im nächsten Moment in Tätigkeit treten zu können. Zugleich wird wohl auch die *portio sternalis* des *musc. trachealis* angespannt, um die Syrinxgegend festzuhalten, wenn die Luftröhre nach oben gezogen wird. Jetzt wird der Kehlkopf in seiner vorgeschobenen Lage fixiert durch die Antagonistenpaare *genio-thyreoides* und *cleido-thyreoides*, die sich die Wage halten, indem jener die Larynx vorn festhält, dieser aber verhindert, daß bei den folgenden Aktionen der Kehlkopf zu weit vorgezerrt würde. Mit der Fixierung der Larynx ist natürlich die *portio sternalis* des *musc. trachealis* wieder entlastet. Es sei hervorgehoben, daß außer den angeführten Muskeln bis jetzt noch keiner in Tätigkeit getreten ist, daß also auch der Rückzieher *tracheo-hyoideus* noch vollkommen in der Ruhelage ist, während sich sein Antagonist *genio-hyoideus*, freilich ohne selbständige Wirkung, schon etwas kontrahiert hat.

Ist nun der Kehlkopf in der vorgeschobenen Lage befestigt, so beginnt der Hauptakt des Ausstreckens, welches von jetzt ab wesentlich der *musc. genio-hyoideus* besorgt. Gadow (13, pag. 67 und 14, pag. 314) vergleicht diesen Muskel in seinem Verhältnis zum Zungenbein mit einer einen Stab frei umgebenden Spiralfeder, die nur an dessen hinterem Ende befestigt ist, und in der Tat ließe sich wohl kein treffenderer Vergleich finden, um die Funktion dieses Muskels klar zu machen; denn gerade hier kommt in Betracht, daß der Muskel sich in seiner ganzen Länge zusammenzieht, wie eine gestreckte Spiralfeder sich verkürzt, wenn wir seine lokomotorische Wirkung richtig verstehen wollen. Bleiben wir also zunächst bei dem Bild von der Spiralfeder und stellen wir uns die fischbeinartig elastischen Zungenbeinhörner in ihrem Verlauf vom Kehlkopf ab die Halsschlinge entlang, über den Schädel bis zur Spitze des Oberschnabels von einer solchen umgeben vor, die am Unterkiefer und am Ende der Hörner befestigt ist. Lassen wir nun die Spirale sich zusammenziehen, so ist das in unserm Fall nicht gleichbedeutend mit einer Annäherung ihrer Enden, wohl aber identisch mit einer Verkürzung des Wegs zwischen ihnen. Der weite Bogen, den die Spirale den Hals hinunter macht, wird verkleinert werden und sich schließlich an den Schädel nach Art der Buntspechte, oder wie wir es von einem jungen Grünspecht her kennen, anlegen. Da in dem sehr lockeren Gewebe des Halses der Widerstand viel geringer ist, als an den terminalen Teilen der Hörner, die fest von der Haut des Schädels

umgeben diesem dicht anliegen, so wird sich anfangs die Halsschlinge abflachen, ohne daß eine Verschiebung der Hörner auf dem Schädel stattfindet und erst bei weiterer Verkürzung der vergleichsweise angenommenen Spirale, wenn der Elastizitätswiderstand der Hörner größer wird, werden ihre Endpunkte wirklich gegeneinanderrücken, d. h. die Hörner werden um den Schädel herumgleiten und ihre Enden sich aus dem Oberschnabel zurückziehen. Während sich nun die Spirale so verkürzt, wird der als Achse in ihr liegende elastische Stab — das Zungenbeinhorn — aus ihrem vorderen Ende herausgetrieben, dadurch Zungenbeinkörper und os entoglossum vorgeschoben und der diese umgebende, vorher in viele kleine Querrunzeln zusammengefaltete Zungenschlauch ganz beträchtlich ausgedehnt. Seine basale

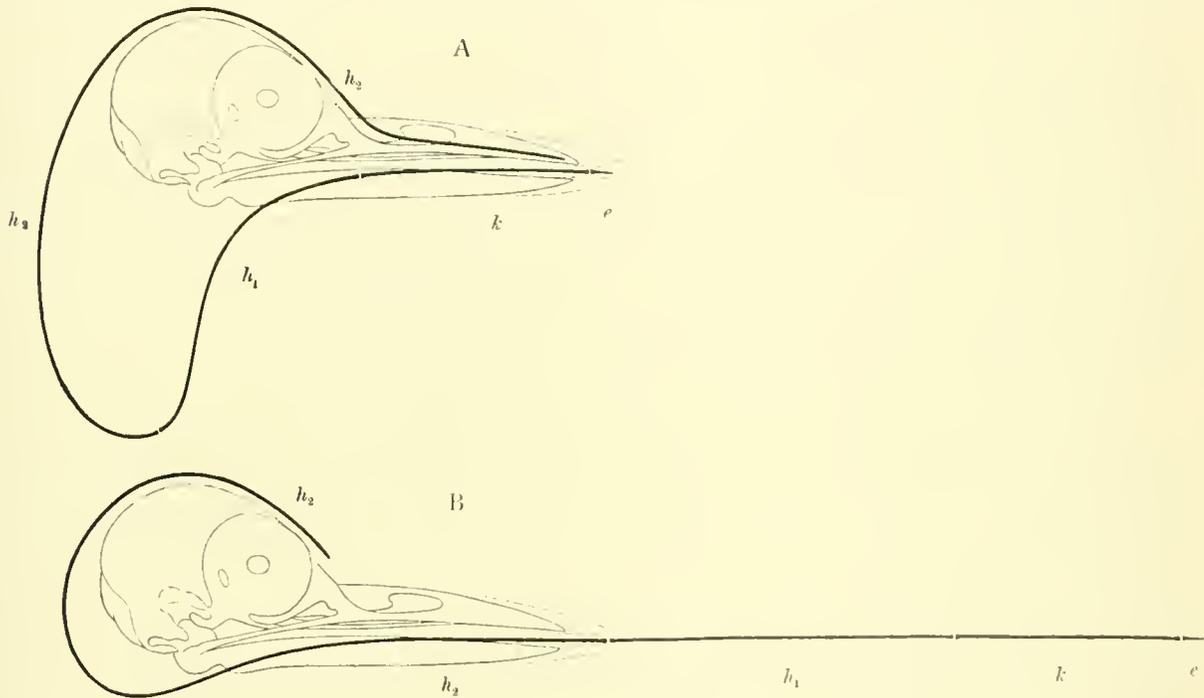


Fig. 13. Zungenskelett von *Geococcyx viridis*, etwas schematisiert. Umrisse des Schädels angedeutet; die gerissenen Konturen bezeichnen den Hornschnabel. A in der Ruhe, B maximal gestreckt. e os entoglossum, k Zungenbeinkörper, h 1 basales Glied, h 2 oberes Glied der Hörner. Nat. Gr.

Duplikatur, die „Scheide“ (Prinz Ludwig Ferdinand 29), wird hierbei ausgezogen, und dadurch das caput ventrale der musc. tracheales gedehnt. Das Maximalmaß dieser Ausdehnung hängt bekanntlich unmittelbar von der Länge der Hörner, ganz besonders von der Größe der Halsschlingen ab. Bei einem ausgewachsenen Grünspecht kann der Zungenschlauch um mehr als 8 cm verlängert werden, eine Verlängerung, die weit über das doppelte seiner ursprünglichen Länge beträgt. Hierzu kommen noch die 2 cm, um welche die Larynx durch die musc. genio-thyreoidei vorgezogen wurde, so daß die maximal gestreckte Zunge beim Grünspecht etwa 10 cm aus dem Schnabel herausragt (Textfig. 13A und B).

Den Vergleich des musc. genio-hyoideus mit einer das Zungenbeinhorn umgebenden Spirale müssen wir nun dahin berichtigen, daß der Muskel, wie wir schon früher gesehen haben, in der Halsschlinge der Hörner, weil seine Kraft dort in der Richtung der Radien

der Kurve angreifen soll, das Horn nicht umgibt, sondern mit seiner ganzen Masse in der innern Krümmung der Kurve liegt, und nur durch Bindegewebe mit dem Horn in Zusammenhang bleibt. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß der Muskel hier beträchtlich stärker ist, als an den dem Schädel anliegenden Teilen der Hörner, was ganz besonders die Ursache ist, daß die Kurve sich eher abflacht, als die Hörner um den Schädel herumgleiten.

Die Funktion des *musc. genio-hyoideus* unterstützend greift beim Ausstrecken der Zunge der *musc. mylo-hyoideus posterior* ein, welcher durch Kontraktion seines hinteren Teils, der wie eine häutige Hülle den vordern Schenkel der Halsschlinge umgibt, der Verkürzung derselben nachhilft, ihre Biegung regelt und damit für ein sicheres Eingleiten der Hörner in den Zungenschlauch sorgt.

Der schlaffe *musc. tracheo-hyoideus*, welcher, wie wir wissen, am Vorderende des Zungenbeinkörpers inseriert und durch Bindegewebe an der Innenfläche des Zungenschlauchs befestigt ist, wird beim Vorstrecken der Zunge mitgenommen und so passiv verlängert, wobei er naturgemäß seinen Durchmesser verringert. Die Anordnung seiner Spiralswindungen um die Trachea erleidet dabei keine Änderung, abgesehen davon, daß auch dort die Muskelbänder dünner werden. Während nun der Zungenschlauch so ausgestreckt wird, treten die vier *musc. cerato-glossi* in Tätigkeit, und zwar in ihrer ganzen Ausdehnung, vor allem aber mit ihrem niedrigen Teil. Es wurde früher schon ausgeführt, worauf der Mechanismus dieser Muskeln beruht, wir wissen, daß durch sie die Zunge zu ihren mannigfachen wurmartigen Bewegungen befähigt wird.

Daß vor dem Ausstrecken der Zunge und während desselben die *musc. mylo-hyoidei anteriores* und die den Schleimdrüsen angehörig Teile der *mylo-hyoidei posteriores* in Tätigkeit treten, um die Zunge mit dem klebrigen Sekret dieser Drüsen zu versorgen, und daß während des ganzen Aktes der zwischen den Unterkieferästen ausgespannte Teil des *musc. mylo-hyoideus posterior* auf die Lage der Larynx einwirkt, ist wohl überflüssig zu bemerken. Kurz sei außerdem noch an die beiden Hauptnervenpaare erinnert, deren mäandrische Windungen nach und nach gestreckt werden, und zwar wird der *nerv. hypoglossus*, dessen Windungen in der Ruhelage hauptsächlich in der Kehlgegend liegen, von den Hörnern in den Zungenschlauch hineingezogen, während der *nerv. glossopharyngeus* außerhalb desselben seine Lage im wesentlichen beibehält, seine im Zungenschlauch liegenden vielfachen Biegungen und Windungen dagegen mit diesem in die Länge gezogen werden (Tab. II, Fig. 12 und 14).

Das Zurückziehen der Zunge wird dadurch eingeleitet, daß der *musc. genio-hyoideus* erschlafft; es erfolgt zum Teil automatisch, indem die gestreckten elastischen Zungenbeinhörner die Tendenz haben, ihre ursprüngliche Krümmung wieder anzunehmen; auch wird der Zungenschlauch bei starker Spannung sich auf ein gewisses Maß selbständig verkürzen. Daß die Zunge tatsächlich automatisch ein Stück weit zurückgleiten kann, davon kann man sich an einem frisch getöteten Specht überzeugen. Die herausgezogene Zunge gleitet, namentlich wenn man die freie Beweglichkeit ihrer innern Teile durch Hin- und Herbewegen des Kopfes unterstützt, ein Stück weit in den Schnabel zurück. Diese Bewegung geschieht aber sehr langsam und wird durch das geringste Hindernis unterbrochen. Wir dürfen mit Bestimmtheit annehmen, daß das automatische Zurückgleiten auch beim lebenden Tier nicht energischer erfolgen kann, da es wesentlich auf der Elastizität des

Skeletts beruht, deren Kraft nur gering ist. Die früher häufig vertretene Vorstellung, als würden durch das Ausstrecken der Zunge die Halsschlingen wie starke Federn gespannt, die beim Nachlassen des *genio-hyoideus* die Zunge in den Schnabel zurückschnellen, können wir auf keinen Fall annehmen. Wir müssen im Gegenteil die Tendenz der Hörner, die Krümmung der Ruhelage anzunehmen, als ganz unwesentlich für das Zurückziehen der Zunge betrachten, ihre große Bedeutung aber darin finden, daß durch sie der Apparat sich wieder in seine ursprüngliche Lage zurechtlegt.

Das gerade für die Fangtätigkeit der Spechte notwendige Zurückschnellen der Zunge besorgt der *musc. tracheo-hyoideus*, der deshalb seinem Antagonisten *genio-hyoideus* an Stärke kaum nachsteht. Dieser Muskel vermag sich — wie auch der *genio-hyoideus* — sehr energisch zu kontrahieren. Seine Länge entspricht der des *genio-hyoideus*, so daß der *tracheo-hyoideus* befähigt ist, die Tätigkeit des Herausziehens vollständig wieder aufzuheben. Da sein Ursprung hinter der Larynx durch die *musc. genio-thyreoides* und *cleido-thyreoides* fixiert ist, so zieht er bei der Kontraktion durch seine Insertion vorn am Zungenbeinkörper diesen zurück, der Zungenschlauch wird dadurch zusammengeschoben, wobei durch die Verbindung der dorsalen Kante des darin verlaufenden Teils des *tracheo-hyoideus* mit seiner Innenfläche bewirkt wird, daß er sich in die zahlreichen kleinen Querfalten legt, ähnlich wie sich ein an ein ausgespanntes Gummiband angehängtes Tuch in kleine Fältchen legt, wenn jenes sich zusammenzieht. Zugleich hilft das durch das Ausstrecken der Zunge gedehnte *caput ventrale* des *musc. trachealis* durch seine Kontraktion der Einstülpung der Scheide des Zungenschlauchs nach.

Durch den *musc. tracheo-hyoideus* wird also das Zungenbein von seiner Spitze her wieder rückwärts geschoben. Dabei werden die langen Hörner in Halsraum und Schädelgegend fast rein automatisch wieder richtig untergebracht. Sowie nämlich der Zug des *musc. genio-hyoideus* nachläßt, und dadurch die Spannung der Hörner aufgehoben wird, suchen sie infolge ihrer Elastizität ihre frühere Krümmung wieder anzunehmen. Auch das elastische Band am Ende der Hörner wirkt hierbei vielleicht mit; es ist also so wenig wie die Elastizität des Skeletts für das Zurückziehen der freien Zunge von irgend einer Bedeutung, kommt vielleicht aber bei der Verpackung des Apparats in die Ruhelage in Betracht. Sind die Enden der Hörner wieder bis vorn in die Spitze des Oberschnabels gelangt, so beginnt beim weiteren Zurückziehen die Halsschlinge sich wieder mehr und mehr hinabzusenken, bis schließlich die ursprüngliche Lage wieder nahezu erreicht ist. Dabei regelt wohl der die Hörner umgebende Teil des *musc. mylo-hyoideus posterior* wieder den Vorgang.

Ist nun der *musc. tracheo-hyoideus* vollständig kontrahiert, so ist auch der Zungenschlauch wieder aufs äußerste verkürzt. Die *nerv. glossopharyngei* haben sich im Zungenschlauch, die *nerv. hypoglossi* dahinter zwischen Schildknorpel und Zungenbeinhörnern wieder genau in die ursprünglichen Mäanderschlingen gelegt — die Sicherheit, mit der das geschieht, hat beim Versuch an einem frisch geschossenen Exemplar etwas überraschendes — und der gesamte Zungenapparat ist zur Larynx wieder in sein ursprüngliches Verhältnis getreten. Die Zunge ist aber noch nicht vollständig zurückgezogen, denn die Larynx befindet sich noch in ihrer vorgeschobenen Lage. Die *musc. genio-thyreoides* haben also noch nachzulassen und den Kehlkopf dadurch den *cleido-thyreoides* zum Zurückziehen freizugeben, um den Zungenapparat wieder vollständig in die Ruhelage bringen zu lassen.

Jetzt treten einige der Zungenmuskeln beim Hinabschlingen der Beute — der zahlreichen Ameisen, die sich an der Leimrute gefangen haben — in Tätigkeit und voran wohl hauptsächlich der *musc. mylo-hyoideus posterior*, der *cleido-thyreoides* und der *genio-thyreoides*, dieser mit seinen sämtlichen Fasern, nicht allein mit denen, die in der Kehlgegend inserieren, sondern auch mit den lateralen, welche auf dem Oesophagus ausstrahlen; in zweiter Linie werden die obern Köpfe der *musc. tracheales* bei den Schlingbewegungen beteiligt sein, und unter diesen hauptsächlich das *caput ventrale*, welches an der Basis des Zungenschlauchs angreift. Aber auch die *musc. cerato-glossi* finden wir hierbei wieder an der Arbeit; diesmal jedoch in ganz anderer Weise als bei ausgestreckter Zunge. Ihre fiederigen Abschnitte sind ausgeschaltet, indem dieser Teil des Muskels schlaff bleibt; aber ihre schwächeren longitudinalen Fasern bewirken mit Hilfe der langen Sehnen die kleinen Hin- und Her-, Auf- und Abwärtsbewegungen der zurückgezogenen Zunge, welche beim Verschlingen der Nahrung auszuführen sind, und zwar in der Weise, daß sich der Zungenbeinkörper, ohne gebogen zu werden, im Gelenk gegen die Hörner bewegt. Hierbei wirken also die *cerato-glossi* denen der andern Vögel analog, mit dem Unterschied, daß hier die freie Zunge nicht nur den Bereich des *os entoglossum*, sondern auch des Zungenbeinkörpers umfaßt und infolge davon das Gelenk, in welchem sie sich bewegt, vom Vorderende des Zungenbeinkörpers nach dessen Hinterende verlegt ist.

Die Aktion der Zunge, die wir hier am Grünspecht verfolgt haben, ist bei den übrigen Spechten im wesentlichen dieselbe. Bei den meisten ist sie dadurch einfacher, daß die Halsschlingen fehlen. Hier beginnt naturgemäß mit dem ersten Vorwärtsziehen das Herumgleiten der Hörner um den Schädel. Auch bei ganz jungen Grünspechten, bei denen, wie wir früher gesehen haben, die Hörner dicht am Schädel anliegen, müssen die Hörner gleich zu Anfang des Ausstreckens um den Schädel gleiten. Bei einem jungen Grünspecht, bei dem die Hornenden gerade ins Nasenloch reichten, rückten diese bis hinter die Augenhöhlen, wenn man die Zunge aus dem Schnabel zog. Ob bei einem erwachsenen Grünspecht, bei dem die Hörner bekanntlich nahe der Schnabelspitze endigen, diese ebensoweit nach hinten zu ziehen sind, möchte ich bezweifeln; bei den Versuchen bei alten Spechten die Zunge herauszuziehen, zogen sie sich, ohne daß man besondere Gewalt anwandte, nur bis zur Schnabelwurzel zurück.

Das Ausstrecken und Zurückziehen der Zunge, dessen einzelne Phasen sich natürlich in mannigfaltiger Weise kombinieren lassen, kann äußerst schnell aufeinanderfolgen, indem sich Vorstreckler und Rückzieher energisch kontrahieren und die übrige Muskulatur entsprechend rasch reagiert. Einen Grünspecht konnte ich leider nie dabei beobachten, doch besaß ich einen zahmen Buntspecht, welcher auf den ihm vorgehaltenen Bissen die Zunge wiederholt so rasch vorschnellte, daß die einzelnen Bewegungen nicht zu verfolgen waren. Diese raschen Bewegungen dürften wohl hauptsächlich den Buntspechten eigen sein.

Zum Schluß möchte ich bemerken, daß die vorstehende Beschreibung sich nicht allein hypothetisch auf den anatomischen Bau der Spechtzunge gründet, sondern auch auf unmittelbare Anschauung. An einem frischen abgebalgten Grünspecht, bei dem die oberflächlichen Schichten des *musc. mylo-hyoideus post.* sowie die Schleimdrüsen entfernt sind, können wir die Bewegungen der einzelnen Teile des Zungenapparats dadurch beobachten, daß wir die Zunge an der Spitze mit der Pinzette fassen und langsam herausziehen. Wir

sehen dann, wie sich zuerst die Hornschlingen verkürzen und erst spät auch das Herumgleiten der Hörner um den Schädel beginnt. Während die Zunge in die Länge gezogen wird, rückt die Larynx allmählich nach vorn; bei unserm Versuch natürlich durch den Zug an der Zungenspitze. Auch können wir die Zunge wieder sorgfältig zurückschieben und dabei die entsprechenden Veränderungen beobachten.

VI.

Lucas (26, 27, 28) kommt nach seinen Untersuchungen an amerikanischen Spechten zu dem Ergebnis, daß die Zunge der Vögel systematisch nicht verwertbar sei. Dieses Organ, dessen Bau unmittelbar von der Lebensweise abhängt, könne bei nahe verwandten Arten, die verschiedene Lebensgewohnheiten haben, sehr verschieden gestaltet sein, infolge ähnlicher Lebensweise umgekehrt bei sich fernstehenden Arten eine ähnliche Ausbildung erfahren haben. Innerhalb des Bereiches der Lucasschen Untersuchungen sind wir mit seiner Bemerkung im allgemeinen einverstanden; sie erstrecken sich nämlich nur auf die äußere Erscheinung der Zunge, auf ihre Länge, Oberflächenbeschaffenheit u. s. w., und diese Eigenschaften tragen als spezielle Anpassungen erfahrungsgemäß und anerkanntermaßen zur Erkenntnis des phylogenetischen Zusammenhangs der Tiere nichts bei. Ja, wir können noch weiter gehen; denn auch die Anatomie des Organs stellt bis zu einem gewissen Grad eine Reaktion auf die Außenwelt dar und ist als solche zur Feststellung phylogenetischer Zusammenhänge unbrauchbar.

Wissen wir doch, daß unter dem Einfluß gleicher Lebensweise an phylogenetisch voneinander mehr oder weniger unabhängigen Punkten des Systems physiologisch gleichartige Organe entstehen können, wodurch die sogenannten Konvergenzerscheinungen zustande kommen. Sind die morphologischen Grundlagen konvergenter Organe verschieden, so beweist die vergleichende Anatomie deren Unabhängigkeit voneinander; sind sie aber, und das kommt gewiß häufig vor, gleich, so ist auch hier die Möglichkeit von Konvergenz nicht auszuschließen; denn es ist klar, daß auf gleicher morphologischer Grundlage beruhende gleiche Umgestaltungen unter dem Einfluß gleicher äußerer Bedingungen ganz unabhängig voneinander, sogar auf verschiedenen Wegen, zustande kommen können. In diesem Falle werden Organe entstehen, welche den Anschein erwecken, als könnten sie nur durch unmittelbare Vererbung einander gleich sein, und welche uns zu phylogenetisch falschen Schlüssen verleiten könnten, wenn nicht die Anatomie der übrigen Organe ein Korrektiv darbietet. Da nun die Möglichkeit konvergenter Übereinstimmung zweier phylogenetisch entfernter Organismen unbegrenzt ist, indem sich die Konvergenz nicht auf ein einzelnes Organ zu beschränken braucht, so kann man streng genommen nie von der Größe morphologischer Ähnlichkeit auf den Grad der Verwandtschaft schließen, und nur in Bezug auf die Verwandtschaft negative Befunde lassen sich für die Bestimmung der phylogenetischen Stellung zweier Tiere zueinander mit Sicherheit verwerten, während positive phylogenetische Beziehungen, d. h. Abstammung in gerader Linie, in der Regel nur hypothetisch aufgestellt werden können.

Der wesentliche Unterschied zwischen systematischer und phylogenetischer Betrachtungsweise tritt hier scharf hervor; denn Systematik gründet sich auf morphologische Ähn-

lichkeit oder Unähnlichkeit, und kann es nicht anders. Morphologische Ähnlichkeit aber gibt nur unvollkommen Aufschluß über den phylogenetischen Zusammenhang. Auch das scheinbar natürlichste System kann daher keineswegs ein untrügliches Bild des wirklichen phylogenetischen Zusammenhangs geben.

Wenn wir nun dazu übergehen, von den hier entwickelten Gesichtspunkten aus die aus den früheren Untersuchungen gewonnenen anatomischen Befunde zu betrachten, so sei zunächst daran erinnert, daß im Abschnitt IV mehrfach auf die große Ähnlichkeit im Bau der Zunge der *Picidae* mit der der *Certhiidae* hingewiesen wurde. Wir fanden so nahe Beziehungen in der technischen Konstruktion beider Apparate zueinander, daß wir in vielen Punkten geradenwegs die kompliziertere Anatomie der Spechtzunge aus den einfacheren Verhältnissen ableiten und verstehen konnten, die wir bei den in dieser Beziehung weniger extrem, aber in derselben Richtung entwickelten Gattungen *Sitta* und *Certhia* vorfanden. Die Übereinstimmung ging oft überraschend weit in Einzelheiten hinein, und zwar immer so, daß der durch die beiden *Certhiidae* vertretene Typus als der ältere erschien, der dem extremen der Spechte tatsächlich einmal vorhergegangen sein muß. So stellt eine Pinselzunge, wie die von *Certhia*, durch den Besitz zarter vorwärts gerichteter Borsten und hier freilich noch kleiner, nach hinten gerichteter Widerhaken, eine Form dar, aus der sich ohne Schwierigkeit die Zunge des *Buntspechts* ableiten läßt, und in der Tat scheint *Sphyrapicus* nach der Beschreibung von Lucas (26 pag. 37 und 28 pag. 1012) eine Zunge zu besitzen, welche diese beiden Typen morphologisch verbindet. Von der inneren Anatomie erinnere ich an den musc. trachealis von *Certhia*, dessen Insertion in der Kehlgegend einerseits in ihren Beziehungen zur allgemeinen Anatomie der Vögel leicht zu verstehen war, andererseits alle Einzelheiten der drei Insertionen des entsprechenden Muskels beim *Buntspecht* andeutungsweise besaß und damit durch ein lebendes Beispiel deutlich illustrierte, auf welche Weise die drei Köpfe des Muskels sich gebildet und angeordnet haben. Auch vermochten wir dadurch, daß wir bei *Certhia* das Verhältnis des musc. trachealis zum musc. tracheo-hyoideus untersuchten, die Stellung des musc. tracheo-hyoideus im System der Zungenmuskeln beim *Specht* zu bestimmen. Ferner fanden wir bei den *Certhiiden* eine hohe Entwicklung der Tastnervatur in der Zungenspitze und zwar bis in kleinste anatomische Einzelheiten in derselben Richtung, wie sie bei den *Spechten* zu noch höherer Ausbildung weitergeführt wurde.

Wir fragten damals nicht, ob diese vergleichend-anatomischen Befunde auf eine nähere Verwandtschaft der beiden Familien hinwiesen, wir verwendeten sie nur, um die Anatomie der Spechtzunge durch andere anatomische Beispiele verstehen und ihr Zustandekommen uns erklären zu können. Erwägt man nun die große morphologische Ähnlichkeit beider Zungen und den Umstand, daß in allen angeführten Beziehungen die der *Certhiiden* einen weniger weit entwickelten Zustand darstellt, als die der Spechte, so könnte man in der Tat geneigt sein, engere phylogenetische Beziehungen zwischen den beiden Familien zu vermuten, wenn uns nicht, abgesehen von der übrigen Anatomie, ein Teil der Zungenmuskulatur selbst darauf hinwiese, daß die beiden Zungenapparate sich durchaus unabhängig voneinander aus dem indifferenten Zustand heraus entwickelt haben, den wir hypothetisch für die Zunge der Pico-Passeres (Fürbringer) annehmen, — und das ist die Syrinxmuskulatur. Die *Certhiiden* besitzen bekanntlich eine hoch entwickelte Syrinx; wir können

daher mit großer Wahrscheinlichkeit, wenn auch nicht mit absoluter Sicherheit sagen, daß sie mit vielen anderen Familien von Formen abstammen, die schon eine Singmuskulatur besaßen. Da alle anderen Familien der Singvögel eine Zunge besitzen, die sich nicht in der von *Certhia* eingeschlagenen Richtung entwickelt hat, so muß auch die gemeinsame Stammform eine einfache Zunge besessen haben. Die Spechte mit ihrer ganz primitiven Syrinx haben sich zweifellos unterhalb des Ausgangspunktes aller Oscines abgezweigt. Bei den Certhiiden muß sich also entweder die Syrinx oder die Zunge unabhängig von den gleich gebauten Organen anderer Familien entwickelt haben. Die Morphologie stellt bekanntlich die Certhiiden mit den Singvögeln zusammen, während die Lebensweise eine selbständige Entwicklung ihrer Zunge wohl erklärlich macht. Ob nun Syrinx oder Zunge von *Certhia* eine selbständige Bildung ist, eines dieser beiden Organe gibt uns ein Beispiel hoher Konvergenz auf morphologisch durchaus gleichen Grundlagen. Wie hier eine solche zwischen zwei ferner stehenden Familien herzustellen ist, so werden wir auch im engeren Verbands der Familie der *Picidae* zwischen den einzelnen Arten ähnliche Konvergenzen erwarten, auf Grund deren wir gezwungen sind, die Arten öfter nebeneinander als hintereinander anzuordnen.

Wenn wir nun versuchen, eine solche Ordnung herzustellen, so sei zunächst bemerkt, daß hierfür auch die äußere Gestalt der Zunge, besonders ihre Länge, ein gewisses Hilfsmittel ist; denn wir werden im allgemeinen annehmen dürfen, daß die Formen mit langen Zungen die relativ extremsten, also jüngsten sind, nur müssen wir uns davor hüten, daraus auf die Abhängigkeit zweier Arten voneinander zu schließen.

In den Abschnitten über die Anatomie der Zunge wurde *major* als Typus der Spechte gewählt und die Anatomie der übrigen von ihm abgeleitet. Wir stellen ihn auch jetzt wenigstens von allen in dieser Arbeit behandelten europäischen Spechten als die am wenigsten entwickelte Form an die tiefste Stelle. Seine Zunge ist von allen hier behandelten Formen relativ die kürzeste, ihre Muskulatur im allgemeinen die verhältnismäßig einfachste, auch weist der Umstand, daß sein *musc. trachealis* noch die ursprünglichen drei Köpfe besitzt, die er mit manchen *Passeres* (*Certhia*) gemeinsam hat, auf seine tiefe Stellung hin.

Minor stimmt in allen wesentlichen Punkten mit *major* überein; vielleicht dürfte seine Zunge verhältnismäßig etwas länger sein. Wir stellen ihn also etwas über *major*, in dessen unmittelbare Nähe; genauer wollen wir ihm gleich nachher seinen Platz anweisen.

Auch *martius* unterscheidet sich wenig von *major*. Seine längere Zunge aber kennzeichnet ihn als eine weiter entwickelte Form. Die Hörner reichen weiter nach vorn und auch der *tracheo-hyoideus* muß infolgedessen länger sein. Trotzdem unterscheidet sich dieser Muskel wenig von dem des großen Buntspechts; die Art seiner Durchflechtung ist dieselbe, nur liegen seine Insertionen mehr an den Seiten der Trachea. Auch im übrigen zeigt *martius* keine wesentlichen Unterschiede von *major*, nur besitzt er eine ihm allein zukommende Insertionsweise des *musc. genio-thyreoideus*. Abgesehen von diesem wohl unwichtigen Unterschied können wir also seine Zungenmuskulatur durch Verlängerung der Zunge aus der von *major* ableiten. Die übrigen Verschiedenheiten des Baues von *martius* dem großen Buntspecht gegenüber sind wohl im wesentlichen auf eine noch mehr gesteigerte Kletter- und Hacktätigkeit zurückzuführen, und wir können daher den Schwarzspecht in gerader Linie über den großen Buntspecht an eine seiner Zungenlänge entsprechende Stelle

setzen. Dies jedoch nur zum Ausdruck dafür, daß *martius* in seiner Geschichte eine *major*-artige Stufe durchlaufen habe, nicht aber, um mit Bestimmtheit zu behaupten, er habe sich aus *major* selber entwickelt.

Von den dem großen Buntspecht ähnlichen Spechten bleiben nun noch *leuconotus*, *medius* und *tridactylus* übrig. Diese drei Arten zeigen untereinander große Ähnlichkeit, wenn auch *tridactylus* durch einige Merkmale den übrigen ferner steht (die Dreizehigkeit trennt ihn von den andern phylogenetisch nicht weit; ist doch bei allen Spechten die innere Hinterzehe mehr oder weniger kümmerlich ausgebildet). *Leuconotus* und *medius* stimmen in ihrem Zungenbau so vollständig überein, daß sie in dieser Beziehung fast gar nicht zu unterscheiden sind; überhaupt scheiden nur einige äußere Merkmale, z. B. die Größe, diese Arten voneinander. Wir behandeln sie zusammen. Es fragt sich nun, welche Stellung sie zu den übrigen Spechten und im besonderen zu dem ihnen ähnlichen *tridactylus* einnehmen. Die relative Zungenlänge steht der von *martius* nach; die Zungenmuskulatur hat im allgemeinen große Ähnlichkeit mit der von *major*; aber der musc. tracheo-hyoideus dieser drei Arten hat sich anders entwickelt als bei *martius*. Die Insertionen an der Trachea sind noch weiter herumgerückt als bei diesem und die Durchflechtungen der musc. tracheo-hyoidei sind im Begriff, einfacher zu werden und streben eine einfache Überkreuzung an. Die drei Arten können also nicht auf der Verbindungslinie *major-martius* liegen; sie können aber auch nicht über *martius* liegen, dagegen spricht außer der relativ kürzeren Zunge ihr ganzer Bau, der sie durchaus als Buntspechte kennzeichnet. Sie sind also auf Seitenzweige zu stellen, und zwar *medius* und *leuconotus* auf einen Zweig, der von *major* herkommt. *Tridactylus* dürfte nun, trotzdem die Art der Ausbildung seines Zungenapparates mit der der beiden anderen fast genau übereinstimmt, doch von diesen zu trennen sein. Wir erinnern uns nämlich, daß *tridactylus* keinen Stirnhöcker hat, der bei den andern beiden die Veranlassung ist, daß die Hörner nach rechts abweichen, während sie bei ihm genau medial bis zum Schnabelfirst verlaufen. Man könnte nun annehmen, daß *tridactylus* zwar aus *major* hervorgegangen sei, im Laufe seiner Geschichte aber den Stirnhöcker, den *major* als eine funktionelle Erwerbung besitzt, wieder verloren habe, indem der Widerstand des Schädels weniger beansprucht worden sei, weil *tridactylus* das starke Hacken aufgegeben habe. Er wäre dann neben *medius* und *leuconotus* zu stellen. In der Tat ist *tridactylus*, was sowohl aus seinem Schnabelbau als auch aus Magenuntersuchungen zu schließen ist, ein schwacher Hacker, der, abgesehen von vegetabilischer Nahrung, kranke Nadelholzstämme angeht und die zahlreichen Käferlarven fängt, die unter der leicht loszulösenden Rinde solcher Bäume zu finden sind. Genau dasselbe ist aber bei *medius* und *leuconotus* der Fall, und diese besitzen den Stirnhöcker noch. Einfacher ist die Annahme, daß der Dreizehenspecht sich aus einer Form entwickelt habe, die *major* im wesentlichen entspricht, aber keinen Stirnhöcker hat, und eine solche Form ist *minor*.

Wie früher ausgeführt wurde, dürfte *major* den Stirnhöcker als Verstärkung des Vorderschädels gegen die Schläge des Schnabels beim Hacken erworben haben. Der kleine Buntspecht bedarf einer solchen Verstärkung des Schädels nicht, da seine Schläge bedeutend schwächer sind und außerdem der kleine Schädel infolge seiner stärkeren Wölbung relativ widerstandsfähiger ist als der größere und daher flacher gewölbte von *major*. Er hat also den Stirnhöcker verloren, oder was einfacher und wahrscheinlicher anzunehmen ist, er hat

ihn nie besessen und sich neben *major* direkt aus den Urformen entwickelt, die keine Hacker waren und daher auch keinen Stirnhöcker hatten. *Minor* und *major* stehen also auf selbständigen Ästen gleicher Ordnung. Und höher hinauf in den Bereich des Astes von *minor* ist *tridactylus* zu stellen.

Es ist nun noch die Stellung des *Grün-* und *Grauspechts* einerseits und des *Wendehalses* andererseits zu besprechen, zwei Gattungen, welche die äußersten Extreme in der Entwicklung der Spechte darstellen, indem bei beiden die Zungenlänge das höchste Maß erreicht hat. Daß sie phylogenetisch trotzdem sehr fern voneinander stehen, ist nach ihrem ganzen anatomischen Bau klar und es ist interessant, zu verfolgen, wie beide zu den extremen Formen geworden sind. Vergleichen wir den anatomischen Bau ihrer Zunge, so finden wir freilich manche auffallende Ähnlichkeit in ihrer Konstruktion. Die *musc. ceratoglossi* sind bei beiden Gattungen über das bei allen übrigen Spechten eingehaltene Maß verstärkt; die Zungenbeinhörner bilden bei beiden, nachdem ihre Spitze den äußerst möglichen Punkt erreicht hat, in den Hals sich hinabsenkende Schlingen; bei beiden zeigen sie den merkwürdigen asymmetrischen Verlauf auf dem Schädel und das einseitige Eindringen in den Oberschnabel, und der Verlauf des *musc. genio-hyoideus* an den Hörnern ist bei beiden derselbe. Alle diese Übereinstimmungen sind aber streng genommen physiologische und können als solche Konvergenzen sein.

Die Zungenspitze dagegen enthält ein morphologisches und zwar im oben angeführten Sinn negatives Merkmal, das allein schon *Iynx* von allen eigentlichen Spechten trennen dürfte. Eine physiologische Erscheinung freilich ist es, daß die Zungenspitze glatt ist. Auch *martius* und *viridis* streben diesen Zustand an, wie aus einem Vergleich mit der Zungenspitze von *major* hervorgeht; denn sie brauchen bei ihrer Art des Nahrungserwerbs keine so scharf bewehrte Zunge wie der große Buntspecht, fast so wenig wie der Wendehals. Betrachtet man aber den feineren Bau der Zungenspitze des Wendehalses und der der Spechte, so findet man, wie schon gesagt wurde und Tab. I, Fig. 1, 2 und 4 dargestellt ist, daß bei diesen das Hornepithel der Zungenspitze aus einzelnen Lamellen besteht, die in einem Winkel zur Achse liegen und deren äußere Enden in die Widerhaken übergehen. Beim Wendehals dagegen ist das Hornepithel parallel zur Zungenachse geschichtet, was schon morphologisch das Fehlen der Widerhaken erklärt und uns beweist, daß der Wendehals nie solche besessen hat, wenigstens nicht in der Weise der übrigen Spechte. Das ist ein phylogenetisch negatives Merkmal, welches uns veranlaßt, den Wendehals abseits von allen übrigen Spechten zu stellen. Ein zweites liefert der *musc. tracheo-hyoideus*. Die Art und Weise, wie sich dieser Muskel verlängert hat, beweist uns mit Bestimmtheit, daß der Wendehals ganz unabhängig von den übrigen Spechten zu einer langzungigen Form geworden ist.

Diese beiden Tatsachen dürften an sich wohl genügen, Marshall's Ansicht (32 pag. 48), der Wendehals sei eine aus den Spechten hervorgegangene Form, die sich das Klettern abgewöhnt habe, zu widerlegen und ihn mit Fürbringer (11 pag. 1397 und 12 pag. 243—244) als eine Gattung aufzufassen, die vor den übrigen eine eigene Richtung der Entwicklung einschlug. Der Mangel eines Stirnhöckers weist im Verein mit den übrigen negativen Merkmalen auf die frühe Abzweigung des Wendehalses hin, wenn er auch, für sich allein betrachtet, als eine Rückbildungserscheinung aufgefaßt werden könnte.

Andrerseits stimmen wir auch darin mit Fürbringer überein, den Wendehals als einen echten Piciden anzusprechen. Gerade die nahen Beziehungen seiner Zungenmuskulatur zu der von *major* lassen darauf schließen. Fürbringer (II pag. 1397) nennt die Wendehäse mit Recht den „in der Hauptsache tiefsten und am wenigsten spezialisierten Typus“ der Piciden. Daß er sich dabei im einzelnen sehr hoch differenziert hat, zeigt sein Zungenapparat, welcher sich unter dem Einfluß einer Lebensweise, die mit der des Grünspechts vieles Gemeinsame hat, wie dieser, aber völlig unabhängig von ihm, am höchsten von allen Piciden entwickelt hat.

Was *Grau-* und *Grünspecht* betrifft, so sind sie wohl von den Buntspechten abzuleiten. Ihre Zungenmuskulatur stimmt im wesentlichen mit diesen überein und wie wir die ihnen eigenen Spiralwindungen der *musc. tracheo-hyoideus* aus der Insertionsweise dieses Muskels bei den Buntspechten hervorgegangen denken, wurde im Abschnitt IV ausgeführt. Die beiden Arten haben sich dadurch wesentlich verändert, daß sie eine andere Lebensweise annahmen; sie sind keine so kräftigen Hacker mehr, wie die Buntspechte; ihr Schnabel ist infolgedessen schwächer geworden; dafür wurde er leicht gebogen, um besser in die Erde eindringen zu können, um den Ameisen, von deren Fang diese Spechte nun hauptsächlich leben, nachzugehen.¹ Der Ameisenfang bedingte auch, wie beim Wendehals, die Verlängerung der Zunge. Das Verhalten des Stirnhöckers, das ebenfalls auf einen direkten Zusammenhang der Grünspechte mit den Buntspechten hinweist, wurde pag. 11 behandelt.

Aus welcher der Buntspechtformen sich nun *viridis* entwickelt haben mag, ist nicht zu sagen möglich, vor allem deswegen nicht, weil der Untersuchung zu wenige von den zahlreichen grünspecht-ähnlichen Arten zu Grunde liegen. Am meisten weisen in der Tendenz der Entwicklung ihrer Zunge *medius* und *leuconotus* in die Richtung auf *viridis*, doch verbieten uns andere Eigenschaften — uns liegt der Schnabelbau am nächsten — einen unmittelbaren Zusammenhang anzunehmen; dagegen ist hier einmal der Stirnhöcker, der dem Grünspecht zukommt, ein Merkmal, das wir wohl als phylogenetisch positiv in Anspruch nehmen können, indem es darauf hinweist, daß die Grünspechte sich von den übrigen abgezweigt haben mögen, nachdem die Spechte schon kräftige Hacker geworden waren; denn wir haben gesehen, daß die Grünspechte den Stirnhöcker als Verstärkung des Schädels nicht mehr brauchen, seinen Besitz aber bei der Verlängerung der Hörner in anderer Weise ausgenutzt haben.

Im beigefügten Schema sind die Resultate der vorstehenden Betrachtungen zusammengestellt.

Die Zeilen bezeichnen, von unten nach oben sich folgend, die Endpunkte der Zungenbeinhörner am Schädel und damit die Länge der Zunge. Die Kolonnen geben einige der übrigen charakteristischen Merkmale des Zungenapparats an. Von links nach rechts steigt die Tendenz des *musc. tracheo-hyoideus*, die Luftröhre zu umwachsen. In der Richtung der Verbindungslinie wurde im Schema versucht, dies Verhältnis zur jeweiligen Stammform auszudrücken. Auf diese Weise ordnen sich die Arten, an die ihnen entsprechende Stelle ein-

¹ Ich habe keinen einzigen Grünspecht erhalten, an dessen Schnabel nicht bis zur Wurzel herauf Erdreste hingen (vergl. 43 pag. 510).

Enden der Zungenbeinhörner	Ohne Stirnhöcker		Mit Stirnhöcker	
	Einfache Insertion des musc. tracheo-hyoideus	Durchflochtene Insertion des musculus tracheo-hyoideus	Durchflochtene Insertion des musculus tracheo-hyoideus	Spiralwindungen des musc. tracheo-hyoideus
Im Oberschnabel	<i>torquilla</i>			<i>viridis</i> <i>cauus</i>
Dicht hinter dem Nasenloch			<i>martius</i>	
An der Schnabelwurzel		<i>tridactylus</i>		<i>leuconotus</i> <i>medius</i>
Auf der Höhe des Scheitels		<i>minor</i>	<i>major</i>	
Am Hinterkopf				

getragen, zu den natürlichen Gruppen und lassen in der Stellung zueinander ihre phylogenetischen Beziehungen einigermaßen erkennen.

Zum Schluß möge noch bemerkt werden, daß eine entsprechende Untersuchung der Zungenmuskulatur der *Picumnen*, die leider durch die Seltenheit des Materials erschwert ist, nicht nur interessante Hinweise auf die Stammesgeschichte der Spechte bieten, sondern vor allem noch manchen Aufschluß über die technische Entwicklung eines so merkwürdigen organischen Apparates geben würde, wie es die Zunge der Spechte ist.

VII.

Es bleibt nun noch übrig, einiges über die Arbeiten früherer Autoren zu berichten, die sich mit demselben Thema wie wir in der vorstehenden Arbeit beschäftigt haben; dabei wird es uns nichts Unerwartetes sein, daß wir außer Arbeiten jüngerer Zeit, des vergangenen Jahrhunderts etwa, welche wir bei unsern Studien unmittelbar berücksichtigten, durch alle Zeiten naturgeschichtlicher Betätigung Werke und Abhandlungen finden, in denen der Zungenapparat der Spechte in irgend einer Weise erwähnt oder selbst zum Gegenstand genauerer Ausführungen gemacht ist. Denn ein durch Gestalt und Betragen so auffallender Vogel wie der Specht, der zu jeder Zeit eine große Volkstümlichkeit besessen und Anlaß zu mancherlei Sagen gegeben hat, mußte auch zu wissenschaftlicher Untersuchung reizen, um so mehr, als er nicht, wie viele andere Märchenvögel, schwer oder gar nicht zu erhalten war, und dabei mußte gerade die von dem gewöhnlichen Habitus abweichende und in einer besonderen Weise benützte Zunge als ein Objekt interessanter Studien auffallen. Und diese erstrecken sich schon in den älteren Arbeiten nach verschiedenen Richtungen. Man beschränkte sich nicht auf bloß beschreibend-anatomische Untersuchungen mit Messer und Schere. Die Zunge, in der man nicht nur ein Organ der Verarbeitung, sondern auch des Erwerbs der Nahrung erkannte, wurde in Gestalt und Konstruktion zur Lebensweise des Spechts in Beziehung gesetzt und die Art und Weise ihres Gebrauchs mit in den Bereich der Studien gezogen; dabei wurde sie auch im Zusammenhang mit den übrigen Organen, die in ihrer Ausbildung den Specht als Kletterer und Hacker kennzeichnen, biologisch betrachtet. Auch mit ähnlich gebildeten Organen fernstehender Tiere wurde sie verglichen, wobei besonders häufig an die Zunge des Chamaeleons erinnert wurde. Endlich wurde der Mechanismus des Apparats auf Grund der anatomischen Befunde physikalisch zu erklären versucht.

Es seien nun aus der großen Zahl der Arbeiten die wichtigsten und interessantesten in historischer Folge angeführt.

Aristoteles kennt die Familie der Spechte recht genau und unterscheidet verschiedene Gattungen, in denen wir nach seinen Beschreibungen die Grünspechte (VIII. 3. p. 593a 8¹), den Schwarzspecht und zwei Arten der Buntspechte erkennen (IX. 9. p. 614b. 7 ff.), die wohl *medius* und *major* (oder *lilfordi*) sind. Auch der Wendehals ist ihm bekannt, und für diesen führt er als charakteristische Merkmale den Kletterfuß und die 4 Zoll weit vorstreckbare Zunge an; „*ὁμοίαν τοῖς ὄφειν*“ nennt er sie (II. 12. p. 504a. 14).

¹ Zitate nach der akad. Ausg. (2).

Wenn man gesehen hat, wie der Buntspecht (und wie dieser wohl auch der Wendchals) ganz nach Art der Schlangen „züngeln“ kann, um seine Beute zu betasten, so wird man den Vergleich weniger auf die Gestalt der Zunge, als auf die eigentümliche Art ihres Gebrauchs beziehen und ihn ganz treffend finden.

Auch über die Zunge der eigentlichen Spechte finden wir bei Aristoteles eine Angabe. Die Stelle (IX. 9. p. 614a. 35) mag hier folgen:

„Κόπει δὲ ἰὰς ὄρνθς [ὁ ὄρνθοζολάπιης] σκολήκων καὶ σκευῶν ἔρεκεν, ἰν' ἐξίωσιν. ἀναλέγειαι γὰρ ἐξελεθότιας αὐτοὺς ἢ γλώτιη· πλατεῖαν δ' ἔχει καὶ μεγάλην.“

Der Name *ὄρνθοζολάπιης* faßt, wie aus seinen folgenden Angaben hervorgeht, den Schwarz- und die Buntspechte zusammen. Unklar ist bei der Kennzeichnung der Zunge das Epitheton *πλατεῖαν*, das nicht nur in der akademischen Ausgabe des Aristoteles, sondern, wie es scheint, in allen dieser zugrund gelegten Handschriften steht. Dieses Wort ist in keiner geeigneten Weise zu übersetzen, und wenn auch Schneider (1) den Versuch gemacht hat, es beizubehalten und zu erklären, so erscheint dieser doch recht gezwungen. Eher dürfte man vermuten, daß ein alter Schreibfehler die Ursache der Unklarheit ist. Wie mir Herr Professor Boll in Würzburg, dem ich für sein freundliches Entgegenkommen herzlich danke, vom philologischen Standpunkte aus bestätigt, könnte dieses *πλατεῖαν* handschriftlich sehr wohl aus *παχειαν* entstanden sein²; und dieses Wort, das „dick“ oder „fleischig“ bedeutet, dürfte in den Sinn der Stelle wohl passen. Denn die beiden die Zunge bezeichnenden Epitheta erklären, wie der Zusammenhang des Textes in obigem Zitat ergibt, die Befähigung der Spechtzunge zum Insektenfang. Sie bezeichnen Eigenschaften, die die Spechte vor andern Vögeln auszeichnen, die nicht mit der Zunge Holzwürmer fangen können. Und in diesem Zusammenhang paßt *παχειαν*, das wir mit „fleischig“ übersetzen, sehr gut, da in der Tat die Spechtzunge im Gegensatz zu der harten, verhornten Zunge der meisten übrigen Vögel durch ihre Dehnbarkeit und Beweglichkeit einen muskulösen Eindruck macht.

Nach langer wissenschaftlicher Ruhe finden wir im Mittelalter bei Albertus Magnus (3) die ersten Angaben über die Beschaffenheit der Spechtzunge, indem er in seinem *Opus de Animalibus* Lib. II cap. 6 bei der Besprechung der verschiedenen Arten der Vogelzungen von Vögeln spricht, die eine „compositam linguam“ besitzen, „retro ex carne et ante ex cornu acutissimo sicut picus niger, qui infigit linguam in lignum et pungendo extrahit vermes sive teredines ligni ad cibum.“ Also auch Albertus nennt die Spechtzunge fleischig. Interessant ist, daß schon dieser Autor wie viele seiner Nachfolger die wohl schwerlich auf eigener Beobachtung beruhende, aber wahrscheinlich doch richtige Bemerkung macht, daß die Spechte instande sind, Käferlarven mit der Zunge aufzuspießen. Weiter sagt Albertus nichts über die Zunge der Spechte; nur in Lib. XXIII berichtet er, die Spechte könnten sprechen, was ihm aber bereits Aldrovandi (4) als eine Verwechslung mit *Pica* nachweist.

Die erste auf eigene Untersuchung gegründete Bemerkung über die Spechtzunge, die nicht nur die äußere Erscheinung betrifft, finden wir bei Konrad Gessner. In seinem *Vogelbuch* stehen unter den „Vögeln, welcher Namen am Buchstaben S anheben“, beim

¹ Bd. IV, p. 70: „at picorum genus latam linguam non habet, sed potius longam . . . nisi forte linguae formam spectavit Philosophus, dum contracta et veluti collecta maior et latior in gutture intus apparet.“

² Huber (22 pag. 6) zitiert *παχειαν*, vermag es aber nicht zu erklären. Wie er zu dieser Lesart gekommen ist, weiß ich nicht, da ich sie in keiner Ausgabe des Aristoteles und in keinem älteren Zitat fand.

Specht freilich zuerst einige Angaben über seine Zunge, die aus den älteren Werken kritiklos abgeschrieben sind, darunter auch die Bezeichnung „breit“ aus Aristoteles. Beim Schwarzspecht aber bemerkt Gessner (17): „Seine Zung, als in allen Spechten gleich, ist langlecht, hart, und rauch zu äußerst“ (pag. 480). Beim Buntspecht (*Picus varius ex albo et nigro*) erzählt er, daß er eine Zeit lang einen solchen gefangen gehalten habe. „Ich hab etwan darinn wargenommen, daß ihre Zung durch den Nacken gestreckt, gegen der Stirn gewickelt, zwysfach war: dann im schlund wirdt sie bald zertheilt, und durch die Hauptsteytelu, welche sie gar nahe bloß berühren, werden beyde theil für sich gewickelt, und gehen in der mitten zwischen den Augen widerumb zusammen, und kommen daselbst fast unter das Bein der Hauptsteytelu (d. h. sie liegen dort so dicht am Schädel, daß sie fast in ihn einzudringen scheinen). So die Zung herzu gezogen ist, folgen die zween zertheilten theil hernach. Ich vermein aber, daß die Zung in andern Spechten auch also zertheilt und geordnet sey“ (pag. 481).

Im Gegensatz zu den Werken des Albertus und Gessner erscheint die Ornithologie des Aldrovandi (1599) als ein echt wissenschaftliches Buch. Aldrovandi macht in seinem Werke nicht nur einen strengen Unterschied zwischen sagenhaften Überlieferungen und solchen, die ihm biologisch möglich erscheinen, sondern seine Ausführungen beruhen größtenteils auf eigenen Untersuchungen, die in Anbetracht der Zeit, aus welcher sie stammen, oft staunenswert genau und richtig sind. In dem großen Abschnitt über die Spechte wird auch die Anatomie der Zunge nach eigener Anschauung behandelt, und die dazu gegebene Figur (4 pag. 838) gehört, wenn man von der mangelhaften Reproduktion absieht, zu den genauesten und besten anatomischen Zeichnungen der Spechtzunge, die existieren. Der Text dazu ist bei Aldrovandi freilich sehr knapp und beschränkt sich auf eine kurze Figurenerklärung, so daß man nicht erkennen kann, wie weit er das sauber hergestellte Präparat auch richtig verstand; jedenfalls aber kannte er den Verlauf der *musc. genio-hyoidei* genau, unterschied diese von den Zungenbeinhörnern, welche in den Zungenschlauch eindringen, kannte die Spiralwindungen der *musc. tracheo-hyoidei*, die er aber, wie es scheint, an der Basis des Zungenschlauchs endigen läßt, die *musc. cleido-thyroidei*, wenigstens in ihrem oberen Teil. Daß er sich über die Bedeutung dieser Muskeln klar war, wird man wohl nicht annehmen können. Es hat mir eine besondere Freude gemacht, nach der anatomischen Figur des Aldrovandi ein Präparat herzustellen, das zeigte, wie genau diese Zeichnung ist (Tab. III, Fig. 26). Auch die Zunge des Wendehalses hat Aldrovandi gekannt und den Verlauf ihrer Hörner beschrieben (Cap. XLII, pag. 865).

Im Lauf des 17. Jahrhunderts entstanden im unmittelbaren Anschluß an das Werk des Aldrovandi Arbeiten, welche die Anatomie zwar ausführlicher behandelten, dafür aber, was Strenge und Gewissenhaftigkeit der Beobachtung betrifft, diesen bei weitem nicht erreichten. Willoughby (1676) spricht in seiner Ornithologie Lib. II cap. 5 von der Zunge des Schwarzspechtes und Wendehalses und teilt seine Kenntnisse über die Zungenmuskulatur des Grünspechtes mit (pag. 93), die sehr unklar sind. Seine Zeichnungen sind teils nach denen des Aldrovandi hergestellt, teils verweist er auf die anatomische Figur in dessen Ornithologie. Dabei ist aber anzuerkennen, daß er selbst präpariert hat und seine Beschreibung des Verlaufs der Zungenbeinhörner ist kurz und deutlich. Oliger Jacobaeus (1680) dagegen gibt eine phantastische Figur, die sich bei genauer Betrachtung als eine Mißgeburt aus zweien des Aldrovandi herausstellt, und dazu den völlig mißverstandenen

Text seines Gewährsmannes, ohne diesen zu nennen. Koyter wieder, in der Anatomie des Gerardus Blasius (1681) ist ebenfalls zweifellos von Aldrovandi beeinflusst, legt aber seiner Beschreibung der Anatomie der Spechtzunge eigene Studien zugrunde, und gibt eine relativ gute Beschreibung des Zungenbeins, an dem er nur das *os entoglossum* als selbständigen Teil übersehen hat. Der Verlauf und die Funktion des *musc. genio-hyoideus* scheint ihm klar gewesen zu sein, und seine kurze Darstellung, wie sich beim Vorstrecken der Zunge die Hörner im Zungenschlauch aneinanderlegen und so als hintere Fortsetzung des Zungenbeinkörpers zur Achse der Zunge werden, ist gut. Dagegen hat er den Rückzieher nicht erkannt, was vielleicht daran liegt, daß er, wie aus der Beschreibung der Hörner hervorgeht, nicht einen Grünspecht, sondern einen Buntspecht präparierte, bei dem der *musc. tracheo-hyoideus* nicht eben leicht zu finden ist. Er meinte, der Rückzieher laufe wie der Vorzieher die Hörner entlang und inseriere bei ihren Enden.

Während bis hierher die anatomischen Befunde rein beschreibend dargestellt wurden, finden wir in den Werken des A. Borelli, *De motu animalium*, das im Anfang des 18. Jahrhunderts erschien, und besonders der beiden Perrault, *Oeuvres de Physique* (1721), wie schon die Titel besagen, Gedanken entwickelt, die den Mechanismus des Organischen zu ergründen versuchen. Über den Bau der Spechtzunge sind zwar beide Autoren nur mangelhaft unterrichtet, und daher sind ihre Ausführungen falsch. Die Bedeutung ihrer Arbeiten liegt deshalb nicht in dem Ergebnis, wohl aber in der Richtung ihrer Studien. Borelli macht z. B. darauf aufmerksam, daß der *musc. tracheo-hyoideus*, dessen Spiralwindungen er kannte, und der *musc. genio-hyoideus*, eine so komplizierte Lage annehmen müßten, weil sie gezwungen seien, ihre Länge in dem gegebenen Raum des Kopfes und Halses unterzubringen, eine Bemerkung, die für seine Zeit einen großen wissenschaftlichen Fortschritt bedeutet. Die Perrault, deren vierbändiges Werk ein durchaus physikalisches ist und sich hauptsächlich zur Aufgabe macht, den Bau und die Äußerungen der organischen Welt nach physikalischen Gesetzen zu erklären, vergleichen Bd. III cap. 6 „*Du mouvement des parties qui servent à prendre la nourriture*“, den Vorzieher der Spechtzunge mit dem Riemen, an dem man die Wagenschlagfenster in die Höhe zieht, „*car le cordon qui étant attaché au bas du chassis de la glace la fait monter quand on tire, a une action pareille à celle des muscles, par lesquels cette langue est remuée.*“ Das ist ein ganz passender Vergleich, wenn auch im übrigen die Erklärung des Mechanismus durchaus falsch ist. Überhaupt scheinen die Perrault zu den ersten zu gehören, die die organischen Einrichtungen mit technischen Apparaten vergleichen.

Dieselbe Absicht, wie Borelli und Perrault verfolgt, von diesen angeregt, Mery (1709) in seinem Aufsatz „*sur les mouvemens de la langue du Piver*“. Er will, wie er zu Anfang sagt, zur Erklärung der Bewegungen der Zunge eine genauere Darstellung ihrer Anatomie geben, als seine Vorgänger, und diese ist ihm auch vorzüglich gelungen. Die in klarer Form geschriebene Arbeit enthält eine gute und genaue Beschreibung des Zungenbeins und seiner Lage am Schädel, der *musc. genio-hyoidei*, *tracheo-hyoidei* mit den Spiralwindungen und der vier *cerato-glossi*, und erklärt die Wirkungsweise des Apparats, den diese Teile zusammensetzen. Auch erwähnt Mery zum erstenmal die Schleimdrüsen, deren Bedeutung er richtig erkennt. Dazu kommen einige Zeichnungen, die im Gegensatz zu denen der anderen Autoren jener Zeit verständlich und im wesentlichen richtig sind.

Einen Rückschritt gegen diese gute Arbeit bedeutet die Veröffentlichung R. Wallers (1716), *A Description of that curious Natural Machine, the Wood-Peckers Tongue*, die sich gegen Koyter, Perrault, Borelli und auch Mery wendet, diesen letzten gar nicht verstanden hat, und dafür eine falsche und verwirrte, durch unverständliche Figuren illustrierte Beschreibung der Anatomie enthält. Darauf brauchen wir nicht weiter einzugehen. Trotzdem führe ich die Arbeit hier an, weil sie ihren Platz in der Geschichte unseres Themas verdient. Denn in der Einleitung wird hier zum erstenmal der Vogel in seinen Beziehungen zur Umgebung als eine Gesamtheit zweckmäßig eingerichteter Organe betrachtet: „all which are wisely contrived and adapted, either for catching the Food and Sustenance of the Individual, or continuing the Species“. Und als eines dieser Organe, nicht als etwas Selbständiges, vom übrigen Unabhängiges, wird die Zunge behandelt.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts beginnt eine neue Art der literarischen Tätigkeit auf naturwissenschaftlichem Gebiet. Wie nämlich Albertus und Gessner die Kenntnisse des Mittelalters sammelten, so erscheinen jetzt Naturgeschichten, welche die Arbeiten der neuern Zeit zusammenfassen, und unter diesen ist besonders die *Histoire naturelle des Buffon* (1787) zu nennen, welche den Anfang einer Reihe von Werken bildet, die auf Gebieten verschiedenen Umfangs den wesentlichen Inhalt des Wissens ihrer Zeit zusammenstellen. In dem ausführlichen Kapitel über den Specht gibt uns Buffon eine gute Beschreibung der Zunge.

Aber auch zu einem bedeutenden wissenschaftlichen Fortschritt war die Zoologie in jener Zeit herangereift: das ist die vergleichend-anatomische Betrachtungsweise, deren Begründung mit dem Namen Cuvier eng verbunden ist. Hier mögen nur die *Leçons d'anatomie comparée* dieses Gelehrten (1799/1805), das *System der vergleichenden Anatomie* von J. F. Meckel (1821/31) und das *Handbuch der vergleichenden Anatomie* von J. F. Blumenbach (1805) erwähnt werden, da sie auch für unser Thema historische Bedeutung haben; denn hier wird zum erstenmal ein Vergleich der Spechtzunge mit den entsprechenden Organen anderer Vögel systematisch durchgeführt. Was davon für uns im einzelnen in Betracht kommt, ist im Text der vorstehenden Arbeit zitiert.

Daneben fehlt es natürlich nicht an Spezialarbeiten über die Spechtzunge. Joh. Wolf (1800 und 1805) ist der erste, der alle ihm erreichbaren Arten untersucht, und die Unterschiede zwischen ihnen feststellt, während früher oft dadurch Verwirrung und Mißverständnisse entstanden, daß die Autoren verschiedene Arten präparierten und nicht daran dachten, daß dabei auch ein einzelnes Organ verschieden gebaut sein könne. Von Blumenbach, der ein großes Interesse für die Konstruktion der Spechtzunge hatte, angeregt, verfaßte V. A. Huber 1821 eine Dissertation *De lingua et osse hyoideo Pici viridis*, welche die genaueste Beschreibung der Anatomie und des Mechanismus dieses Organs enthält, die wir besitzen. Huber kannte im wesentlichen alle Muskeln, die diesen komplizierten Bewegungsapparat zusammensetzen, und suchte sowohl ihre vergleichend-anatomische, als ihre physiologische Bedeutung zu erklären. Auch heute noch gründet sich die Beschreibung der Spechtzunge in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs auf die Hubersche, und wir können uns unmittelbar auf sie beziehen. Die von Huber eingeführten Bezeichnungen für die Muskeln sind in der vorstehenden Arbeit nach Möglichkeit beibehalten worden.

In Einzelheiten, meist aber nur in solchen, die die äußere Gestalt und das Skelett betreffen, wurde die Kenntnis der Spechtzunge im Lauf des vergangenen Jahrhunderts durch Giebel-Nitzsch (1858), Hugo Magnus (1871), J. Lindahl (1879), F. A. Lucas (1895 und 1897), R. W. Shufeldt (1900) und andere Autoren erweitert, von denen Prinz Ludwig Ferdinand von Bayern (1884) besonders erwähnt sei, welcher die Nervenendigungen in der Zunge nach Bau und Anordnung untersuchte und so die Tastfunktion dieses Organs, die ihr schon lange vorher zugesprochen war, histologisch erklärte.

Eine einheitliche Darstellung des Zungenapparats der Spechte aber ist nach Huber nicht mehr gegeben worden, und so dürften die Studien, aus denen die vorstehende Arbeit entstanden ist, nicht überflüssig gewesen sein. Daß daran noch vieles zu berichtigen und zu erweitern ist, sowohl in der anatomischen Darstellung, als in den theoretischen Betrachtungen, die sich darauf gründen, dessen bin ich mir bewußt. Ich sage aber mit Willoughby:

Verum haec aliis curiosius examinanda et expendenda relinquimus.

Freiburg i. B., 25. Juli 1906.

Literatur-Verzeichnis.

1. Aristoteles. Hist. anim. ed. Schneider. Leipzig 1811.
2. — id. ed. Bekker. Berlin 1831.
3. Albertus Magnus. Opus de animalibus. Mantuae 1479.
4. Aldrovandus. Ornithol. Libri XII. Bononiae 1599—1603.
5. Blumenbach, J. F. Handb. d. vergl. Anat. Göttingen 1805. p. 338—339.
6. Boeckmann, Fr. Über den Schädel v. *Picus viridis*. Cab. Journ. f. Ornith. 25. Jahrg. 1877. p. 215.
7. Borelli, A. De motu animalium. 1734. p. 198.
8. Buffon. Histoire naturelle. T. XIII. Oiseaux. Deux-Ponts. 1787. p. 22—23.
9. Chaine, J. Sur la „gaine de la langue“ des Pics. C. R. Soc. Biol. T. 57. Paris 1904. p. 109—110
(Kurze Notiz über die Zungenscheide).
10. Cuvier, G. Leçons d'anatomie comparée. Paris 1799—1805.
11. Fürbringer, M. Untersuchungen zur Morph. u. Syst. d. Vögel. Jena u. Amsterdam 1888.
12. — Einige Bemerkungen über die Stellung von *Stringops* und den event. Herd der Entstehung der Papageien, sowie über den syst. Platz von *lynx*. Journ. f. Ornith. 37. Jahrg. 1889. p. 236—245.
13. Gadow, H. On the suctorial apparatus of the *Tenuirostres*. Proc. Zool. Soc. 1883. p. 62—69.
14. — in Bronns Klassen u. Ordnungen. Bd. VI. Abtl. 4 Vögel. Leipzig 1891.
15. Gegenbaur, A. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. VII. Aufl. 1903.
16. Gerardus Blasius. Anatomie animalium. 1681. p. 164.
17. Geßner, Konrad. Vogelbuch. Frankfurt a. M. 1600.
18. Giebel-Nitzsch. Die Zunge d. Vögel u. ihr Gerüst. Z. f. d. ges. Naturw. Bd. XI. 1858. p. 19—51.
19. Haecker, V. Der Gesang der Vögel; seine anat. u. biol. Grundlagen. Jena 1900.
20. Hire, de la. Explication mécanique d. mouvement de la langue du Pivert. Mém. Acad. R. d. Sc. 1666—1699. T. IX. Paris 1730. p. 155—156 (Ref. über Borelli u. Perrault).
21. Hoffmann, M. De *Pico viridi*. Ephem. nat. cur. Cent. IX u. X. 1722. p. 452 (kurze u. unbedeut. Beschreibung der Zunge).
22. Huber, V. A. De lingua et osse hyoideo *Pici viridis*. Stuttgart 1821.
23. Huxley, Th. H. On the classification of Birds and on the Taxonomic Value of the Modifications of certain of the Cranial Bones observable in that Class. Proc. Zool. Soc. London 1867. p. 415—472.
24. Jacobaeus Oliger. Linguae *Pici Martii* structura mirabilis. Barth. Act. Hafn. Vol. 5. 1680. p. 249—251.
25. Lindahl, Josua. Some new points in the construction of the tongues of Woodpeckers. Amer. Naturalist Vol. 13. 1879. p. 43—44.
26. Lucas, F. A. The tongues of Woodpeckers. U. S. Dept. of Agric. Divis. of Ornith. and Mammal. Bull. No. 7. Washington 1895. p. 35—39.
27. — Woodpeckers Tongues. The Auk. Vol. 13. 1896. p. 109—114.
28. — The tongues of birds Report of the U. S. Nat. Mus. for 1895. Washington 1897. p. 1001—1019.
29. Ludwig Ferdinand, kgl. Prinz v. Bayern. Über Endorgane der sensiblen Nerven in der Zunge der Spechte. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. München. Bd. XIV. 1884 (Sep.-Abdr.).

30. Magnus, Hugo. Untersuchungen über der Bau des knöchernen Vogelkopfes. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. XXI. p. 1 ff.
31. Malherbe, Alf. Monographie des Pucidées. 2 Bde. Text, 2 Bde. Tafeln. Metz 1861/62.
32. Marshall, W. Die Spechte. Leipzig 1889.
33. Meckel, J. F. Syst. d. vergl. Anatomie. Halle 1821/31. Bd. II B. p. 229—230; Bd. IV. p. 465—472.
34. Mery, Jean. Observations sur les mouvemens de la langue du Piver. Mém. Acad. Sc. Paris 1709. p. 85—91.
35. Müller, Joh. Über die bisher unbekanntenen typischen Verschiedenheiten der Stimmorgane der Passerinen. Abh. Acad. Berl. a. d. Jahre 1845. Berlin 1847. p. 321—391.
36. Naumann. Naturgesch. der Vögel Deutschlands, 5. Teil. Leipzig 1826. p. 246—372.
37. Parker, W. K. On the Morphol. of the skull in the Woodpeckers and Wrynecks. Trans. Linn. Soc. London. 2. Ser. Vol. 1. Zool. Part I. 1879.
38. — On the structure of the Birds Skull. Ebenda.
39. Perrault, C. et P. Oeuvres de Physique. Paris 1721. p. 399—401.
40. Shufeldt, R. W. On the Osteology of the Woodpeckers. Proceed. Amer. Philos. Soc. Philad. Vol. 40. 1900. p. 578—622.
41. v. Siebold u. Stannius. Lehrbuch d. vergl. Anatomie. 2. Teil. Wirbeltiere v. Stannius. Berlin 1846. p. 318.
42. Valentinus, Ch. B. Anatome Pici majoris nigri. Ephem. Acad. Nat. Cur. Cent. VII u. VIII. 1719. p. 335 (Bericht über einen Schwarzspecht; verweist auf Waller).
43. Waller, Rich. Description of that curious Natural Machine, the Wood-Peckers Tongue. Philos. Trans. Vol. XXIX for the years 1714/16. London 1717. p. 509—522.
44. Willoughby. Ornithologia 1676. p. 91 u. 93.
45. Wolf, Joh. Bemerk. über d. Zunge d. Grünspechts etc. Voigts Magaz. Bd. 2. 1801. p. 468—474.
46. — Fernere Bemerk. über d. Schleimdrüse d. Spechtsköpfe. Voigts Magaz. Bd. 9. 1805. p. 224—229.
47. Wunderlich, L. Beiträge z. vergl. Anatomie u. Entwicklungsgesch. d. untern Kehlkopfs d. Vögel. Nov. Act. Ac. Leop.-Car. Bd. 48. Halle 1886. p. 1—80.

Erklärung der Figuren.

Durchgehende Bezeichnungen.

<i>c. g.</i>	m. cerato-glossus.	<i>m. a.</i>	m. mylo-hyoideus anterior.
<i>c. i.</i>	m. cerato-glossus inferior.	<i>m. p.</i>	m. mylo-hyoideus posterior.
<i>c. s.</i>	m. cerato-glossus superior.	<i>o. e.</i>	os entoglossum.
<i>c. t.</i>	m. cleido-thyreoideus.	<i>T.</i>	Trachea.
<i>g.</i>	nerv. glossopharyngeus.	<i>t.</i>	m. trachealis.
<i>g. h.</i>	m. genio-hyoideus.	<i>t. h.</i>	m. tracheo-hyoideus.
<i>gl.</i>	gland. sublingualis.	<i>u.</i>	Urohyale.
<i>g. t.</i>	m. genio-thyreoideus	<i>Z.</i>	Zunge od. Zungenschlauch.
<i>h.</i>	nerv. hypoglossus.	<i>zh.</i>	Zungenbeinhörner.
<i>L.</i>	Larynx.	<i>zk.</i>	Zungenbeinkörper.
<i>la.</i>	ramus laryngeus hypoglossi.		

Rechts und links vom Beschauer, sonst dexter und sinister.

Tafel I.

- Fig. 1. *Dryocopus martius*. Totalpräparat der Zungenspitze (im Canadabalsam durchsichtig geworden). *f. h.* foramen nervi hypoglossi. Vergr. 12:1.
- Fig. 2. *Gecinus viridis*. Totalpräparat der Zungenspitze. Vergr. 12:1.
- Fig. 3. *Apternus tridactylus*. Vorderstes Ende der Zungenspitze. Widerhaken und Borsten deutlich zu erkennen. Vergr. ca. 50:1.
- Fig. 4. *Iynx torquilla*. Totalpräparat der Zungenspitze. *f. h.* foramen nervi hypoglossi. Vergr. 12:1.
- Fig. 5. *Dendrocopus major*. Unterkiefer exartikuliert. Ventrale Ansicht der oberflächlichen Zungenmuskulatur. Die Hörner sind in eine Ebene ausgebreitet. *gl.* kleinere, tiefer liegende Schleimdrüse. *a.* Ausführungsgänge der großen Schleimdrüse. Nat. Gr.
- Fig. 6. Teil desselben Präparats stärker vergrößert. Die Schleimdrüsen sind entfernt; Musc. mylo-hyoideus post. in der Mittellinie zertrennt und nach den Seiten auseinandergeschlagen. *t. v.* ventraler Kopf des musc. trachealis, *t. l.* lateraler Kopf desselben, *v.* zartes Muskelbündel, das von einem musc. trachealis zu dem der andern Seite führt. *s. m.* Sehne des musc. mylo-hyoideus post., *st.* tiefer liegende Portion des musc. mylo-hyoideus post., die sich im Bindegewebe zwischen musc. genio-hyoideus und Zungenbeinhorn verliert (portio interna). *Z. s.* Zungenscheide. *B.* Mundboden. Vergr. 3:1.
- Fig. 7. *Dendrocopus major*. Muskulatur am Schildknorpel. Links in situ, rechts etwas ausgebreitet. *t. v.*, *t. l.*, *t. m.* ventraler, lateraler und medialer Kopf des musc. trachealis. *c. l.* lateraler Kopf des musc. cleido-thyreoideus. *c. v.* ventraler Kopf desselben. Vergr. 3:1.
- Fig. 8. *Dendrocopus major*. Dorsale Ansicht der Muskelinsertionen am Kehlkopf. *c. d.* dorsaler Kopf des musc. cleido-thyreoideus. *t. l.* lateraler Kopf des musc. trachealis. Vergr. 3:1.
- Fig. 9. *Dendrocopus minor*. Larynx und orales Ende der Trachea, dorsal. Vergr. 3:1.
- Fig. 10. *Dendrocopus medius*. Dasselbe. Vergr. 3:1.

Fig. 11. *Dendrocopus medius*. Dasselbe Präparat wie Fig. 10 von der Ventralseite. Muskelinsertionen am Schilddrüsenschilddrüsenknorpel. Rechts annähernd in situ, links ausgebreitet und zum Teil durchschnitten. *c.r.* ventraler Kopf des *musc. cleido-thyreoides*, *t.v.* ventraler Kopf des *musc. trachealis*, links abgeschnitten. *t.m.* medialer Kopf desselben. *t.l.* lateraler Kopf desselben, links abgeschnitten. *t.d.* *musc. tracheo-hyoideus dexter*. *t.s.* *musc. tracheo-hyoideus sinister*. Vergr. 3:1.

Tafel II.

- Fig. 12. *Dryocopus martius*. Zungenmuskulatur in der Kehlgegend ventral. Die oberflächlichen Muskeln, *mylo-hyoidei post.* sind entfernt. Nervenpräparat. Rechts annähernd in situ, links etwas ausgebreitet. *nerv. glossopharyngeus* ist rechts weggelassen, links sind die Abzweigungen des *nerv. hypoglossus* in die *musc. trachealis*, *tracheo-hyoideus* und *cleido-thyreoides* sichtbar, die zusammen den *ramus laryngeus* darstellen. *g'* Ast des *glossopharyngeus*, der am Hinterkopf in den *musc. genio-hyoideus* eindringt und sich in der Figur auch in den *musc. genio-thyreoides* verzweigt. Die Zunge ist zurückgezogen; gewundener Verlauf des *nerv. hypoglossus*, gestreckter Verlauf des *glossopharyngeus*. Vergr. 2:1.
- Fig. 13. Dasselbe Präparat nach Entfernung des *nerv. hypoglossus* (links bei † abgeschnitten). Muskulatur etwas mehr ausgebreitet, beiderseits ist der Eintritt eines Astes des *glossopharyngeus* in den *musc. cleido-thyreoides* sichtbar. *t.v.* ventraler Kopf des *musc. trachealis*. *t.m.* medialer Kopf desselben. Vergr. 2:1.
- Fig. 14. Dasselbe Exemplar. Zungenschlauch von der Larynx abgeschnitten, durch einen ventralen Längsschnitt geöffnet und ausgebreitet. Zungenskelett mit der ihm zugehörigen Muskulatur und Nervatur herausgehoben und auf die Seite gelegt. Ventrale Ansicht. *musc. cerato-glossus inf.* rechts in situ, links ist die Sehne beiseite gezogen, um den *nerv. hypoglossus* freizulegen. Dieser läuft auf der Ventralseite des Zungenbeinkörpers gerade nach vorn bis zum *os entoglossum*. Der *nerv. glossopharyngeus* läuft an der Dorsalwand des Zungenschlauchs gewunden nach vorn und verzweigt sich. *h'* Ast des *nerv. hypoglossus*, der die *musc. cerato-glossi* versorgt. Vergr. 2:1.
- Fig. 15. *Dryocopus martius*. Zungenbein mit den *musc. cerato-glossi* isoliert. Dorsale Ansicht. Die Hörner sind in eine Ebene umgeklappt. Links ist der *musc. genio-hyoideus* an seiner Insertion vom Unterkiefer getrennt, rechts ist er vom Zungenbeinhorn abpräpariert und entfernt. Die Sehnen der *cerato-glossi* sind rechts vom Skelett abgezogen. *a.* Gelenk zwischen den beiden Hornabschnitten. Nat. Gr.
- Fig. 16. *Dryocopus martius*. Muskelinsertionen hinter dem Kehlkopf. Dorsal. Rechts annähernd in situ, links abgehoben. *g.t.* *musc. genio-thyreoides* mit zwei Köpfen. Vergr. 3:1.
- Fig. 17. Dasselbe Präparat. Links sind *musc. genio-thyreoides* und *tracheo-hyoideus* an den Insertionen abpräpariert und entfernt. *musc. trachealis* abgehoben. Rechts sind die Insertionen des *musc. genio-thyreoides* gelöst und der Muskel auf die Seite geschlagen, um die Insertionen des rechten *tracheo-hyoideus* zu zeigen. Vergr. 3:1.
- Fig. 18. *Apternus tridactylus*. Ventrale Ansicht der Zungenmuskulatur. Präparat wie Fig. 5. *Gland. sublingualis sinistra* nach der Seite gelegt um die Fasern des *musc. mylo-hyoideus ant.* zu zeigen. Nat. Gr.
- Fig. 19. Dasselbe Präparat. Gegend des Unterkieferwinkels. Vergr. 2:1.
- Fig. 20. *Apternus tridactylus*. Kehlgegend dorsal. Links ist *musc. cleido-thyreoides* bei † abgeschnitten und entfernt. *musc. trachealis dexter* ist nicht sichtbar. *c.d.* dorsaler Kopf des *musc. cleido-thyreoides*. *e.l.* lateraler Kopf desselben. *t.l.* lateraler Kopf des *musc. trachealis*. Vergr. 3:1.
- Fig. 21. Dasselbe Präparat in ventraler Ansicht. *musc. trachealis* ist links etwas abgehoben. *e.l.*, *c.r.* lateraler und ventraler Kopf des *musc. cleido-thyreoides*, *t.v.*, *t.m.*, *t.l.* ventraler, medialer und lateraler Kopf des *musc. trachealis*. *st.* sehr schwache tiefliegende Portion des *musc. mylo-hyoideus post.* *r.* Verbindungsstrang zwischen den beiden *musc. tracheales*. *t.d.* *tracheo-hyoideus dexter*, *t.s.* *tracheo-hyoideus sinister*. Vergr. 3:1.

Tafel III.

- Fig. 22. *Gecinus viridis*. Abgebalgter Kopf in Dorsalansicht. Der Schnabel ist rechts aufgebrochen, um den Verlauf der Hörner zu zeigen. *S.* Stirnhöcker. Nat. Gr.
- Fig. 23. *Gecinus viridis* juv. (im Oktober geschossen). Abgebalgter Kopf. Die Zungenbeinhörner endigen im Oberschnabel bei *x*, wie später bei der Präparation festgestellt wurde. *g.* Ast des nerv. glossopharyngeus, der in den musc. genio-hyoideus eintritt. *a.* Fettgewebe. *Oe.* Oesophagus. Nat. Gr. (Vergl. Fig. 9 u. 10 pag. 15.)
- Fig. 24. *Gecinus viridis*. Abgebalgter Kopf von unten. gland. subling. dextra zur Seite gelegt. *m.g.* der zur Schleimdrüse gehörige Teil des musc. mylo-hyoideus post. Nat. Gr.
- Fig. 25. *Gecinus viridis* juv. (Juni). Zungenschlauch und Kehlkopfgegend ventral. Der Zungenschlauch ist durch einen ventralen Längsschnitt geöffnet und ausgebreitet. Das Zungenbein mit seiner Muskulatur ist herausgehoben und auf die Seite gelegt. Links sind die Sehnen der musc. cerato-glossi vom Zungenbein abgezogen, um ihre Muskulatur zu zeigen. Rechts ist der musc. genio-hyoideus bei seiner Insertion vom Unterkiefer abgeschnitten und am Zungenbeinhorn belassen. Links ist er vom Horn abpräpariert. Die Hörner sind zum Teil noch knorpelig (blau). Von *x* ab bis zur Spitze umgibt der genio-hyoideus das Zungenbein vollständig. Die Figur ist aus drei Originalzeichnungen kombiniert. Vergr. $1\frac{1}{2} : 1$.
- Fig. 26. *Gecinus viridis* juv. (Ende Juni). Abgebalgter Kopf seitlich von unten gesehen. Die Zunge ist mäßig gestreckt, die Hornenden sind aus dem Oberschnabel herausgezogen und vom Schädel abgehoben. Die musc. tracheales sind unterhalb der Spiralwindungen der tracheo-hyoidei abgeschnitten, die Schleimdrüsen entfernt. *Oe.* Oesophagus. Die Figur enthält mit Ausnahme des musc. mylo-hyoideus ant. alle in der Figur des Aldrovandi (4 pag. 838) gezeichneten Muskeln in annähernd derselben Lage. Nat. Gr.
- Fig. 27. *Gecinus canus*. Larynx und Anfang der Trachea dorsal. Insertion der musc. tracheo-hyoidei und der genio-thyreoidei. Die tracheo-hyoidei sind von der Trachea abgewickelt und daneben in ihren natürlichen Windungen wieder aufgerollt *t.s.* linker, *t.d.* rechter tracheo-hyoideus. musc. tracheales unterhalb der Insertion der tracheo-hyoidei abgeschnitten. Nat. Gr.
- Fig. 28. Entsprechendes Präparat von *Gecinus viridis*. Ventrale Ansicht des Schildknorpels und des Anfangs der Trachea. musc. tracheo-hyoidei und tracheales wie in Figur 27 behandelt. *t.s.* linker, *t.d.* rechter musc. tracheo-hyoideus. *c.t.* Insertion des musc. cleido-thyreoideus. *t.m.* medialer Kopf des musc. trachealis. Nat. Gr.
- Fig. 29. *Gecinus viridis* juv. Spiralwindungen der musc. tracheo-hyoidei. *a.* dorsal, *b.* ventral. tracheo-hyoideus dexter in beiden Figuren blau, sinister rot. *i.* Insertionen. Nat. Gr.
- Fig. 30. *Gecinus viridis*. Vorderes Ende des Unterschnabels ventral. Links in situ, rechts Schleimdrüse nach links gelegt, musc. genio-hyoideus herausgezogen. Innervation des musc. mylo-hyoideus ant. durch einen Zweig des ram. tertius trigemini (*n.m.*). *n.h.* anderer Zweig des trigeminus, der in die Schnabelhaut geht. *g.* Ast des nerv. glossopharyngeus, der aus dem musc. genio-hyoideus in den musc. genio-thyreoideus übertritt. Vergr. $2 : 1$.
- Fig. 31. *Gecinus viridis*. Seitliche Ansicht der Zungenmuskulatur. Unterkiefer exartikuliert und mit dem Zungenapparat vom Schädel abgelöst. Linker Unterkieferast abgeschnitten. musc. genio-thyreoideus an der Insertion vom Unterkiefer gelöst und nach unten geschlagen. musc. cleido-thyreoideus wenig abgehoben, sonst alles in natürl. Lage. Zunge ungefähr zur Hälfte gestreckt. Nat. Gr.
- Fig. 32. *Gecinus viridis*. Muskulatur in der Kehlgend ventral. Unterkiefer exartikuliert. Rechts Schleimdrüse entfernt, links zur Seite geschlagen. musc. mylo-hyoideus post. median durchtrennt und auf die Seite geschlagen; die übrigen Muskeln links in situ, rechts ausgebreitet. Zunge maximal gestreckt. Die nerv. hypoglossi treten daher ohne mäandrische Windungen in den Zungenschlauch ein. *st.* tiefliegende Portion des musc. mylo-hyoideus post. *g.* Ast des nerv. glossopharyngeus, welcher den musc. genio-hyoideus und mylo-thyreoideus innerviert; seine Eintrittsstelle, die hier bis an das Unterkiefergelenk vorgezogen ist, liegt bei zurückgezogener Zunge im hintern Teil der

Hornschlinge (vergl. Fig. 23 *g*). *g'* Zweig des glossopharyngeus, vom musc. genio-hyoideus in den mylo-thyreoideus übertretend. *la.* ramus laryngeus des hypoglossus, der in den musc. trachealis und cleido-thyreoideus eintritt und im musc. tracheo-hyoideus erscheint. *f.* Ast des nerv. facialis, der in die oberflächliche, und von da aus in die tiefe Portion des musc. mylo-hyoideus eintritt. Vergr. 2 : 1.

- Fig. 33. *Gecinus viridis*. Zunge zur Hälfte gestreckt. Muskulatur der Kehlgend ventral. Schleimdrüse und mylo-hyoideus post. entfernt. Links ist das Zungenbeinhorn abgeschnitten und mit dem genio-hyoideus entfernt. Rechts ist es nach außen gebogen. Die übrigen Muskeln rechts in situ, links ausgebreitet. nerv. hypoglossus links entfernt; sein ram. laryngeus (*la.*) beim Eintritt in den cleido-thyreoideus abgeschnitten. Vergr. 2 : 1.
- Fig. 34. *Gecinus viridis*. Dasselbe Präparat wie Figur 31, dorsale Ansicht. Unterkiefer entfernt. Die Zungenbeinhörner in eine Ebene geklappt. Zunge zur Hälfte gestreckt. Nat. Gr.
- Fig. 35. *Gecinus viridis*. Muskulatur am aboralen Teil der Trachea (Syrinx). *a* ventrale, *b* dorsale Ansicht. Bei beiden Figuren portio sternalis des musc. trachealis sinister in situ, dexter abgezogen. *p.s.* portio sternalis des musc. trachealis. *i.* Bündel der portio sternalis, die an der Trachea inserieren. *br.* bronchiale Insertionen, des musc. trachealis. Vergr. 2 : 1.

Tafel IV.

- Fig. 36. *Iynx torquilla*. Muskulatur der Kehlgend und freie Zunge dorsal. Unterschnabel abpräpariert. *t.l.* lateraler Kopf des musc. trachealis. Vergr. 2 : 1.
- Fig. 37. *Iynx torquilla*. Unterschnabel und Anfang der Luftröhre mit Zungenmuskulatur ventral. Links ist die Schleimdrüse herausgelegt. *t.l.* lateraler Kopf des musc. trachealis, *t.m.* medialer + ventraler Kopf desselben. Die musc. tracheales beider Seiten sind nicht scharf zu trennen. Vergr. 2 : 1.
- Fig. 38. *Iynx torquilla*. Kopf mit der ganzen Trachea ventral. Links ist die Schleimdrüse zur Seite gelegt, sonst alles in situ. Die Bronchen sind an den Lungen abgeschnitten, die portio sternalis des musc. trachealis (*p.s.*) an ihrem Ursprung vom Sternum gelöst. *i.* Bündel der portio sternalis, die an der Trachea inserieren. *br.* bronchiale Insertion des trachealis. Die Stärke des trachealis und Schwäche des cleido-thyreoideus im Vergleich zu den Spechten fällt auf. Nat. Gr.
- Fig. 39. *Iynx torquilla*. Insertionen an der Trachea unterhalb des Kehlkopfes. Die Muskeln sind etwas zur Seite gezogen. *t.l.* lateraler Kopf des musc. trachealis, *t.m.* medialer + ventraler Kopf desselben. *sp.* dorsaler Spalt der Luftröhre. Vergr. 3 : 1.
- Fig. 40. Dasselbe Präparat ventral. Dieselben Bezeichnungen. *tr.* Trachealknorpel. Vergr. 3 : 1.
- Fig. 41. *Iynx torquilla*. Zungenbein mit seiner Muskulatur isoliert. Links ist musc. genio-hyoideus abpräpariert und die Sehnen der musc. cerato-glossi abgezogen. Vergr. 2 : 1.
- Fig. 42. *Iynx torquilla*. Seitlich-ventrale Ansicht des Kehlkopfes und des obern Teils der Luftröhre. Die Muskeln sind bis auf die Insertionen der tracheales, den Ursprung der musc. tracheo-hyoidei und einen unten an der Trachea liegenden Teil der musc. tracheales entfernt. *tr.* Trachealknorpel. Vergr. 2 : 1.
- Fig. 43. Dasselbe Präparat dorsal. musc. tracheo-hyoideus ist am Ursprung zurückgeschlagen und abgeschnitten; alle übrigen Muskeln entfernt. *sp.* dorsaler Spalt der Luftröhre. *tr.* Trachealknorpel. Vergr. 2 : 1.
- Fig. 44. *Buteo vulgaris*. Unterkiefer mit oberflächlicher Zungenmuskulatur ventral in situ. *m.p.* musc. mylo-hyoideus post., oberflächliche Portion (= serpi-hyoideus), *st.* tiefliegende Portion des mylo-hyoideus post., welche an der Basis der Zungenbeinhörner inseriert (= stylo-hyoideus); dieser Muskel ist bei *Buteo* der Hauptrückzieher der Zunge. *F.* von Muskelfasern durchzogene Fascie zwischen den beiden musc. tracheales. Nat. Gr.
- Fig. 45. Dasselbe Präparat. musc. mylo-hyoideus ant. medial getrennt und auf die Seite gelegt. Oberflächliche Portion des mylo-hyoideus post. bis auf ihren Ursprung am Unterkiefergelenk entfernt.

st. tiefer liegende Portion desselben, *musc. cerato-hyoideus (c.h.)* links zurückgeschlagen, rechts in situ. *h.o.* *musc. hypoglossus obliquus*, *n.* weiße Naht an der Grenze zwischen dem *musc. omothyreoideus (= trachealis der Spechte)* und *thyreo-hyoideus (= tracheo-hyoideus der Spechte)*. Nat. Gr.

Tafel V.

- Fig. 46. *Corvus frugilegus*. Unterkiefer mit oberflächlicher Zungenmuskulatur ventral; in situ. *m.p.* oberflächliche Portion des *musc. mylo-hyoideus post. (= serpi-hyoideus)*, *st.* tiefliegende Portion des *mylo-hyoideus (= stylo-hyoideus)*, Hauptrückzieher der Zunge. *F.* von Muskelfasern durchzogene Fascie zwischen den beiden *musc. tracheales*. Der *musc. genio-hyoideus* entspringt vom Unterkiefer in zwei Bündeln. Nat. Gr.
- Fig. 47. Dasselbe Präparat. Der *musc. mylo-hyoideus ant.* und die oberflächliche Portion des *mylo-hyoideus post.* sind rechts ganz entfernt, links zurückgeklappt. Der Mundboden (*B*) ist rechts entfernt, sodaß die Hälfte der Zunge sichtbar ist. *c.h.* *musc. cerato-hyoidei*, die in der Medianlinie gegenseitig an einander und nicht am Urohyale inserieren. *u.* Urohyale. Übrige Bezeichnungen wie Figur 46. Nat. Gr.
- Fig. 48. Dasselbe Exemplar. Zungenbein mit Trachea aus dem Unterschnabel herauspräpariert. Die hornige Hülle der Zunge ist ventral entfernt. *musc. cerato-hyoidei (c.h.)* an ihrer Insertion von einander getrennt. Zungenbeinhörner seitlich etwas auseinander gebogen. *st.* tieferliegende Portion des *musc. mylo-hyoideus post. (stylo-hyoideus)*, welche am Zungenbeinkörper inseriert. *t.h.* *musc. thyreo-hyoideus*, dem *tracheo-hyoideus* der Spechte homolog. *cl.h.* *musc. cleido-hyoideus*, dem *cleido-thyreoideus* der Spechte homolog. *musc. genio-hyoideus (g.h.)* deutlich aus zwei Bündeln bestehend. Links ist der *genio-hyoideus* abpräpariert. *h.o.* *musc. hypoglossus obliquus*, *h.r.* *musc. hypoglossus rectus*. *F.* mit Muskelfasern durchsetzte Fascie zwischen den beiden *musc. tracheales*. *u.* Urohyale. Nat. Gr.
- Fig. 49. Dasselbe Präparat von der Seite gesehen. Kehlkopf und Zungenbein etwas gegeneinander verdreht und weiter als normal von einander entfernt. Die Hornscheide der Zunge und sämtliche Muskeln der rechten Seite mit Ausnahme des *thyreo-hyoideus dexter* entfernt. *musc. hypoglossus* ganz entfernt. *st.* tieferliegende Portion des *mylo-hyoideus post.* *cl.h.* *musc. cleido-hyoideus*, inseriert an der Basis der Hörner und am Zungenbeinkörper. Insertionen des *musc. trachealis* und *thyreo-hyoideus* am Schildknorpel. Nat. Gr.
- Fig. 50. *Certhia familiaris*. Ganzer abgebalgter Kopf mit Zungenmuskulatur ventral. *musc. mylo-hyoideus ant.* in der medialen Längsnaht aufgetrennt, der rechte Teil entfernt. *mylo-hyoideus post.* in der medialen Naht durchtrennt, der rechte Teil zur Seite geschlagen. Mundhaut entfernt, sodaß die Zunge sichtbar wird. *c.h.* der sehr schwache *musc. cerato-hyoideus*, der ohne das Urohyale zu erreichen, im Bindegewebe ausläuft. *st.* die tiefliegende Portion des *mylo-hyoideus post. (stylo-hyoideus)*, welche am Zungenbeinkörper inseriert. *h.o.* *musc. hypoglossus obliquus*. Vergr. 4 : 1.
- Fig. 51. Teil desselben Präparats. Die Zunge ist aus dem Unterkiefer herauspräpariert. *t.u.* Insertion des *musc. trachealis* am Urohyale. *c.t.1* der am Schildknorpel inserierende Kopf des *musc. cleido-thyreoideus*. *c.t.2* der an der Basis des Zungenbeinhorns inserierende Kopf desselben. Übrige Bezeichnungen wie in Fig. 50. Vergr. 8 : 1.
- Fig. 52. *Certhia familiaris*. Von Muskulatur befreites Zungenbein. Ventrale Ansicht. Vergr. 4 : 1.
- Fig. 53. *Sitta caesia*. Zungenbein mit *musc. cerato-glossi* und *cerato-hyoidei*. *g.h.* Insertionen der *musc. genio-hyoidei* an der Spitze der Hörner. Ventrale Ansicht. Vergr. 4 : 1.

Tafel VI.

- Fig. 54. *Gecinus viridis*. Querschnitt durch den mittleren Teil der Zunge. *bl.* Blutgefäße des Zungenschlauchs. *bl.1.* Blutgefäße der *musc. tracheo-hyoidei*. *g.1.* Äste der *nerv. glossopharyngei* in den *musc. tracheo-hyoidei*. Der gewundene Verlauf der *glossopharyngei (g)* kommt auf dem Schnitt

dadurch zum Ausdruck, daß die entsprechenden Querschnitte nicht in derselben Höhe liegen. Dicke Epidermis mit stachelartigen Oberflächenbildungen, zartes Unterhautbindegewebe mit zahlreichen Blutkapillaren. Vergr. ca. 36 : 1.

Fig. 55—62. Aus einer Querschnittserie durch die Zunge von *Dendrocopus major*. Bezeichnungen wie bei Fig. 54. Vergr. ca. 36 : 1.

Fig. 55. Basis der Zunge. Schnitt durch den oralen Teil der basalen Hörnglieder.

Fig. 56. Schnitt durch die Mitte des Zungenbeinkörpers. Sehnen der *musc. cerato-glossi inf.* frei von Muskulatur. Die *nerv. glossopharyngei* beginnen sich zu verzweigen.

Fig. 57. Schnitt durch den vordern Teil des Zungenbeinkörpers an der Insertion der *musc. tracheo-hyoidei*. Diese inserieren sich mit dünnen Sehnen an der dorsalen Kante des hier dreikantigen Zungenbeinkörpers. *h.k.* Herbstsche Körperchen. Die Epidermis ist wesentlich dicker als auf den vorigen Schnitten.

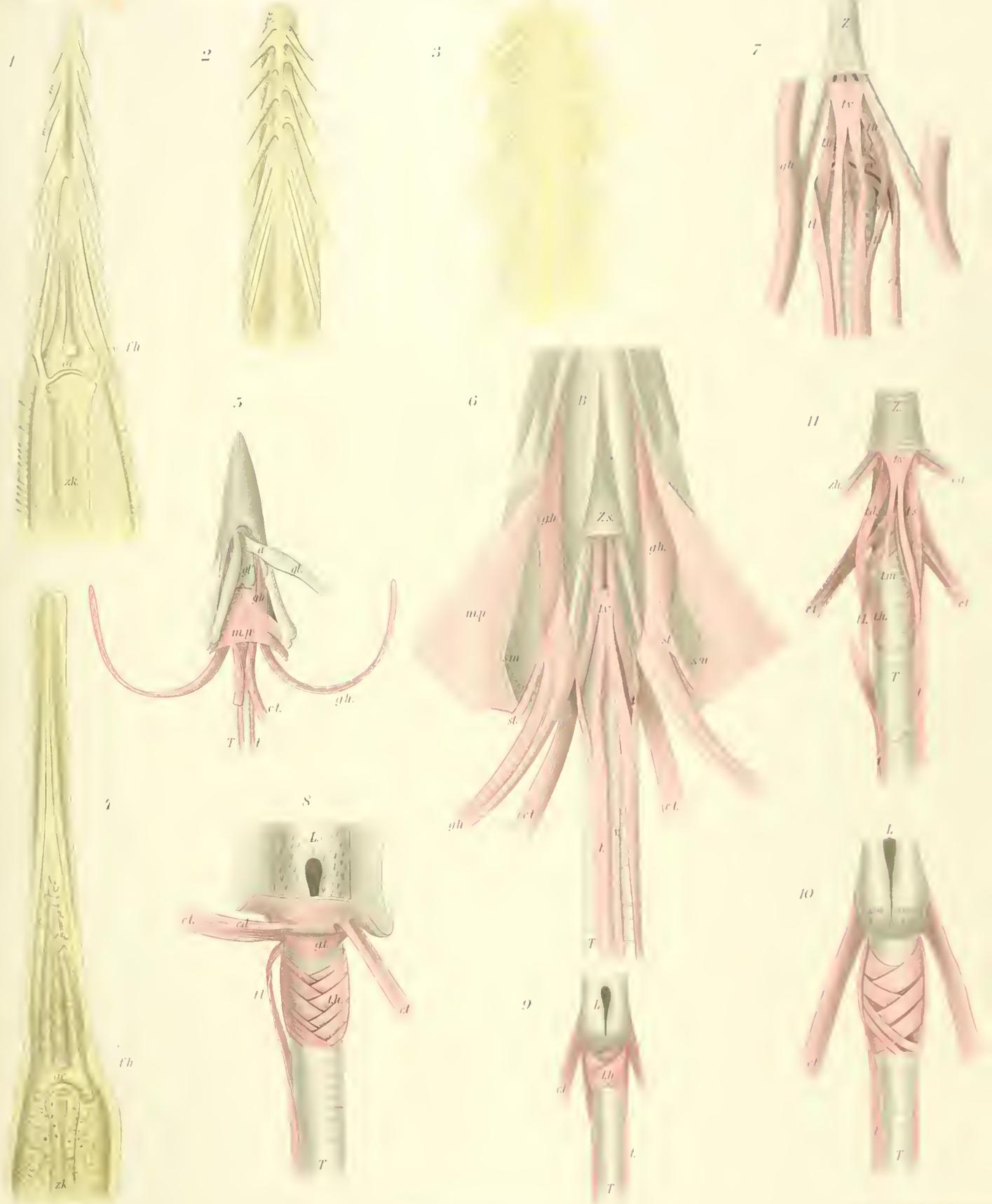
Fig. 58. Schnitt dicht hinter der Symphyse zwischen Zungenbeinkörper und *os entoglossum*. *o.e.* das hinterste Ende des *os entoglossum*. Dies ist links nicht getroffen, dafür ist noch ein wenig von der Muskulatur des *cerato-glossus* zu sehen. *e.s.* die dort inserierende Sehne des *musc. cerato-glossus sup.* *t.h.* Insertionssehne der *musc. tracheo-hyoidei*. Übrige Bezeichnungen wie vorher. Im ganzen Querschnitt zerstreut Schnitte durch Zweige des *nerv. glossopharyngeus* und durch Tastkörperchen.

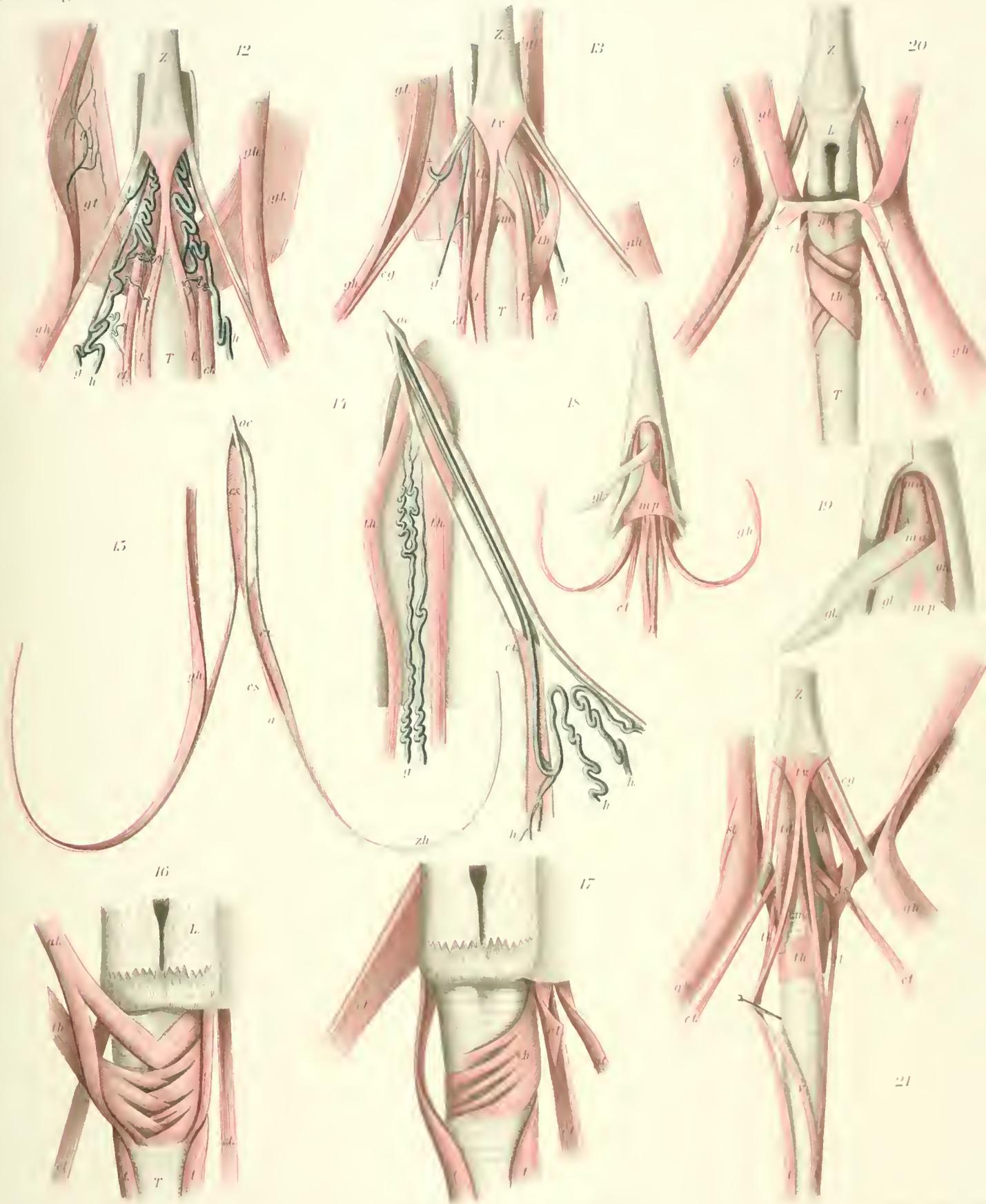
Fig. 59. Schnitt durch die Symphyse zwischen Zungenbeinkörper und *os entoglossum*. Dieser Querschnitt, wie auch die folgenden sind der Gestalt des *os entoglossum* entsprechend dorsal flach mit einer seichten Einsenkung, ventral konvex. In der Mitte liegt der sanduhrförmige Schnitt des Zungenbeinkörpers, in dessen Ausbuchtungen die nach hinten gerichteten Enden des *os entoglossum* hineinpassen, welche die Gelenkpfanne bilden. *e.s.* Insertionen des *cerato-glossi sup.* *e.i.* Sehnen der *cerato-glossi inf.*, dicht hinter der Insertion getroffen. *nerv. glossopharyngeus* nur noch in kleinen Schnitten nachweisbar. Die *nerv. hypoglossi (h.)* sind miteinander verschmolzen. Einzelne Tastkörperchen.

Fig. 60. Schnitt durch die Zungenspitze in der Gegend des Foramen *nerv. hypoglossi*. *e.i.* Insertionen der *cerato-glossi inf.* Einzelne Querschnitte durch den *nerv. glossopharyngeus*. Vereinzelt Tastkörperchen. *h.* Kreisförmiger Querschnitt durch die noch vereinigten *nerv. hypoglossi*, die sich aber durch eine diametrale Furche als paariges Gebilde erkennen lassen.

Fig. 61. Querschnitt ungefähr durch die Mitte des *os entoglossum*. In der dorsalen Einbuchtung desselben liegen jetzt die *nerv. hypoglossi*, die sich schon verzweigt haben. Größere Tastkörperchen in der Unterhaut, kleinere in der Tiefe. Die Epidermis ist stark verhornt, wie auch auf dem nächsten Querschnitt.

Fig. 62. Querschnitt durch den vordern Teil des *os entoglossum*. In der Mitte das *os entoglossum*, umgeben von zahlreichen Querschnitten durch die Verzweigungen der *nerv. hypoglossi* und von zahlreichen Tastkörperchen. Vom *nerv. glossopharyngeus* sind keine Spuren mehr nachzuweisen. Nach außen ist der Schnitt durch die dicke Hornschicht begrenzt, die sich nur in ihrem innern Drittel mit Karmin gefärbt hat.

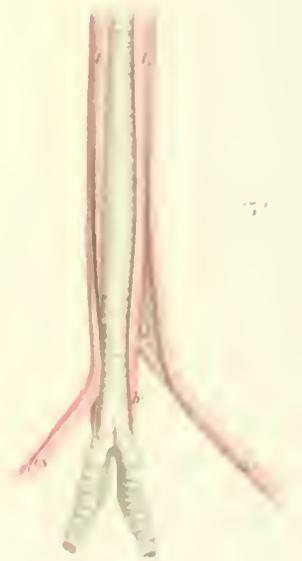
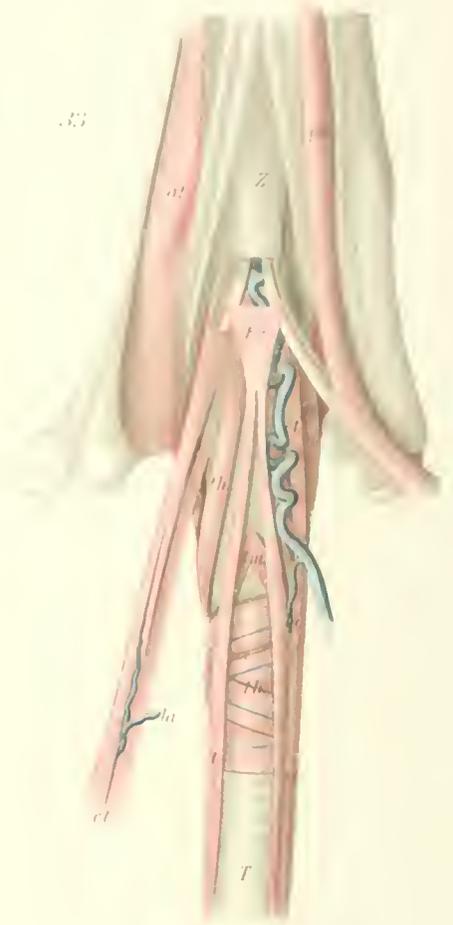




◆
Foldout
Here
◆ ◆
◆

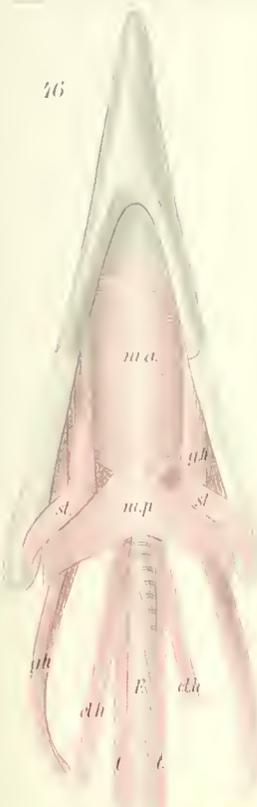


33



34

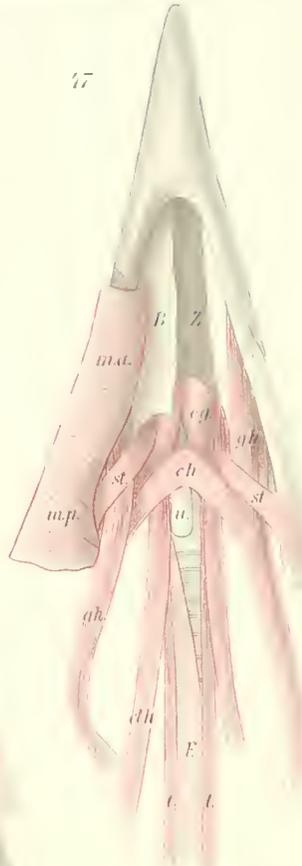
46



50



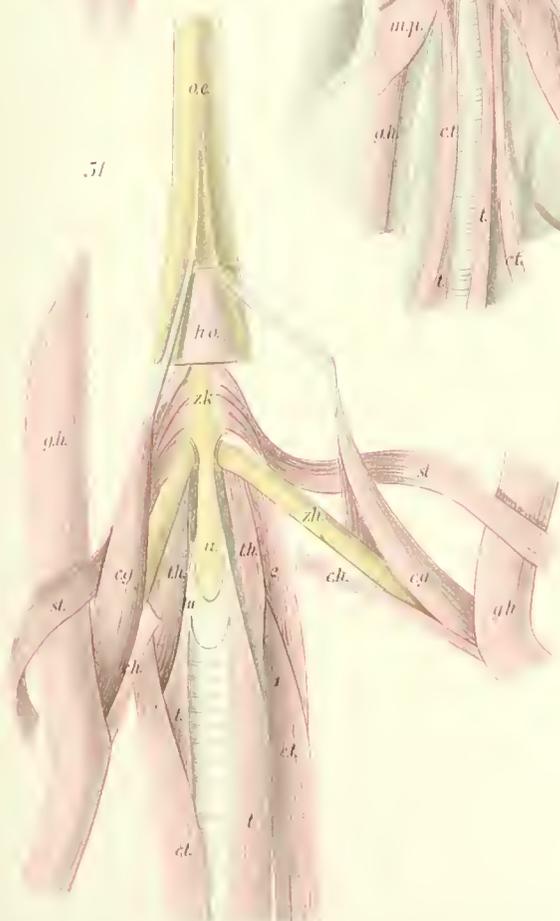
47



53



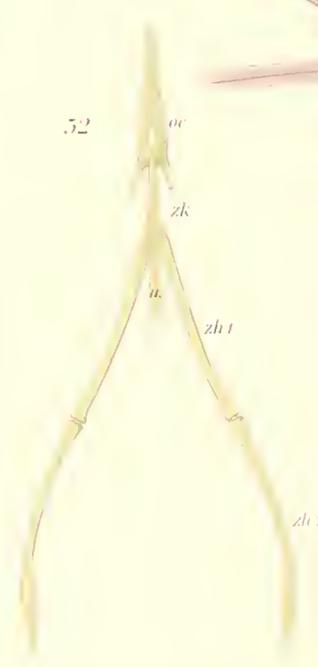
51



49



52



48

