

VOGELS MET TANDEN

DOOR

Dr. T. C. WINKLER.

(Vervolg en slot van blz. 65).

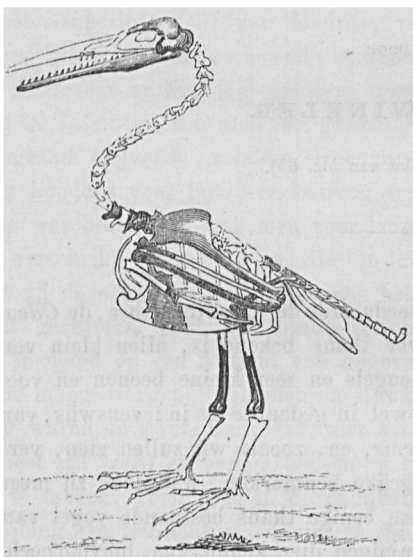
De fossiele vogels die tot de tweede orde der Odontornithes, de *Odontormae*, behooren, waren, zoover thans bekend is, allen klein van gestalte; zij hadden krachtige vleugels en zeer kleine beenen en voeten. Zij verschilden dus veel, zoowel in gedaante als in levenswijs, van den boven beschrevenen *Hesperornis*, en, zooals wij zullen zien, vertoonden zij onderscheidene belangrijke kenmerken, waardoor zij meer van de *Odontolcae* verschilden dan eenige thans bestaande vogel van een anderen onderscheiden is. Sommigen dier kenmerken, bij voorbeeld hun biconcave wervelen, verwijderden hen ver van alle hedendaagsche en uitgestorvene vogels, en wijzen onmiskenbaar terug tot een zeer lagen voorvader, zelfs lager dan de reptielen.

De beenderen van deze groep van vogels, die bewaard gebleven zijn, zijn allen min of meer van luchtholten voorzien of pneumatisch, en dit, in verband met hun kleinheid, is misschien de voornaamste reden waarom er zoo weinige ontdekt zijn. Het spreekt van zelf dat de holle beenderen van vliegende vogels, met lucht gevuld zijnde, veroorzaken dat het doode dier veel langer op het water drijft, dan het anders zou doen, en daardoor is het blootgesteld om door visschen of andere dieren vernietigd te worden. Daardoor dus wordt de kans dat er een geheel geraamte in de aarde begraven zal geraken,

zeer verminderd. Zulke teere beenderen vorderen bovendien een gunstigen samenloop van omstandigheden, zullen zij in goeden staat bewaard blijven. Gelukkig liet de bodem van de krijtzee, waarin de overblijfselen van deze vogels bedolven geraakten, in dit opzicht niets te wenschen over, daar in het fijne krijtbezinksel dikwijls zelfs de fijnste vaatindruxsels op de beenderen bewaard gebleven zijn.

Een zeer nauwkeurig onderzoek van deze bezinkfels, die thans de vlakten ten oosten van de Rocky Mountains vormen, geleid door Prof.

Fig. 9.

*Ichthyornis dispar* MARSH,

$\frac{1}{3}$ van de natuurlijke grootte.

De geschaduwde deelen zijn geteekend naar de overblijfselen van het type in Yale-College-museum. De deelen in omtrek zijn genomen naar andere voorwerpen van de zelfde soort, doch hoofdzakelijk naar het geraamte van een zeezwaluw.

vogels, en in levenswijs en gewoonten aan de genoemde vogels gelijk.

Wij willen nu eerst weér een vluchtig overzicht van het geraamte van den *Ichthyornis* geven, om daarna het oog te vestigen op zijn tanden, en eindelijk een blik werpen op zijn levenswijs, eveneens als wij ook met den *Hesperornis* gedaan hebben.

Marsh zelveu, heeft tot uitkomst gehad dat er vele overblijfselen gevonden zijn, vertegenwoordigende niet minder dan zeven en zeventig verschillende individuen van deze groep van Odontornithen. Al die overblijfselen worden in het museum van Yale College bewaard, en vormen het materiaal voor de volgende beschrijving. Het bestudeeren van deze fossiele overblijfselen heeft bewezen, dat zij tot twee wel bepaalde geslachten van vogels behooren, *Ichthyornis* en *Apatornis* geheeten; het eerste door onderscheidene soorten, en het laatste door slechts één enkele soort vertegenwoordigd. Allen waren kleine vogels, nauwelijks grooter dan een duif. Door hun krachtige vleugels en kleine beenen en voeten doen zij denken aan zeezwaluwen, *Sterna*: zeer waarschijnlijk waren zij water-

De schedel van den *Ichthyornis dispar* (fig. 9) was zeer groot in verhouding tot het overige van het geraamte. Het schedelgedeelte was zeer kort, doch het aangezichtsgedeelte des te meer ontwikkeld. De oogkuilen waren zeer groot, en dicht bij elkander gelegen. In 't algemeen kan men zeggen dat de schedel van den *Ichthyornis* veel gelijkt op dien van een hedendaagsche zeezwaluw. De beide takken van de onderkaak zijn bewaard gebleven, en zijn slechts in het voorste gedeelte door middel van kraakbeen met elkander vereenigd. Het tandendragende gedeelte van de onderkaak is zoo gelijk aan dat van sommige kleine mosasauride reptielen, dat, als men geen andere gedeelten van het geraamte daarnevens gevonden had, men zou meenen dat het onderkaken van zulk een reptiel waren.

De wervels van den *Ichthyornis*, vóór het lenden-heiligbeen gelegen, zijn allen los van elkander of niet geankyloseerd, en gelijken in hoofdzaak zeer veel op die van de zeezwaluw. De meesten hebben openingen, die duidelijk bewijzen dat zij pneumatisch waren. Daar niet alle wervelen gevonden zijn, kan men niet weten hoeveel er in de wervelkolom aanwezig waren, doch zeker waren er ten minste een of twee en twintig zonder de lenden-heiligbeens- en staartwervelen te rekenen.

De schoudergordel van den *Ichthyornis* is zoo volkomen gelijk aan dien van thans levende vogels, dat er geen spoor van een reptielachtige structuur in gevonden wordt, en hij ook niets heeft van de struisvogelachtige kenmerken, die wij bij den *Hesperornis* gevonden hebben. Het is duidelijk dat de *Ichthyornis* een zeer krachtige vlieger is geweest. Alle beenderen die den schoudergordel samenstellen, de schouderbladen, de ravenbekssleutelbeenderen, de voorste sleutelbeenderen of vorkbeenderen en het borstbeen, zijn zeer sterk ontwikkeld. Het borstbeen heeft een zeer grooten kam, zoodat er groote spieren aan gehecht moeten zijn geweest.

De arm- en handbeenderen zijn zeer sterk ontwikkeld. Het opperarmbeen heeft een zeer dikken radialen rand, en gelijkt in dit opzicht op het opperarmbeen van den *Pterodactylus*. Het spaakbeen en de ellepijp zijn beiden vrij dik en stevig, en gelijken in vorm veel op de zelfde beenderen van den reiger. De twee handwortelbeenderen kunnen vergeleken worden met de zelfde beenderen van den schollevaar, *Phalacrocorax carbo*; vooral is dit het geval met het gewrichtsuitende voor het middenhandsbeen. Dit laatste bestaat eigenlijk uit drie samengegroeide beenderen, die samen een kort en zeer

dik been vormen. Ook de beide kootjes van den middensten oft tweeden vinger zijn krachtig. Het eerste kootje van den derden vinger is onvolkomen bewaard gebleven.

Het bekken gelijk min of meer op dat van een reptiel; het is klein in verhouding tot den schoudergordel, en beantwoordt derhalve aan het verschil in grootte tusschen de vleugels en de pooten. Het lenden-heiligbeen schijnt uit tien samengegroeide wervelen te bestaan. De overige bekkenbeenderen van den *Ichthyornis* zijn stevig met elkander vergroeid. Het darmbeen is van voren min of meer rond, en het acetabulum is ver naar achteren geplaatst. Het zitbeen strekt zich verder dan het darmbeen naar achteren uit, en is van achteren niet met het darmbeen vereenigd. Het schaambeent heeft geen duidelijk voorste uitsteeksels, doch het achterste gedeelte is zeer lang en steekt vrij uit.

De staart van den *Ichthyornis* gelijk volkomen op dien van een thans levenden vogel, en verschilt dus zeer veel van dien van den *Archaeopteryx* en van den *Hesperornis*, de twee eenige andere mesozoische vogels, waarbij dit orgaan bewaard is gebleven. De staart van den *Ichthyornis* was betrekkelijk kort, en de laatste wervelen waren onderling verbeend. Waarschijnlijk bestond hij uit zeven wervelen, doch zeker is dit niet, daar het uiteinde verloren is gegaan.

De beenen en voeten van den *Ichthyornis* waren betrekkelijk klein en vertoonden niets bijzonders. Het dijbeen is een kort en vrij dun been, en zijn beide uiteinden vertoonen in hun gewrichtshoofden het gewone vogeltype. Het is een hol been met dunnen beenwand. Het zelfde kan men zeggen van het scheenbeen en van het kuitbeen; beiden geleken veel op de zelfde beenderen van de zeezwaluw. Ook het tarso-metatarsaalbeen of loopbeen vertoonde de grootste gelijkheid met dat zelfde been van de zeezwaluw.

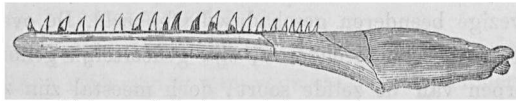
Slechts een enkel kootje, waarschijnlijk van den middensten of mischien van den buitensten teen, is bewaard gebleven, en gelijk volkomen op dat van een thans levenden vogel.

Nu moeten wij het merkwaardigste van den *Ichthyornis* bespreken, namelijk zijn tanden.

De tanden van den *Ichthyornis* waren in afzonderlijke tandkassen geplaatst, en verschilden dus veel van die van den *Hesperornis*. Allen zijn scherp en spits, min of meer samengedrukt, en zeer gebogen (zie fig. 10). De kroonen zijn met glazuur bekleed, en de voorste en achterste randen zijn scherp en glad, zonder inkervingen.

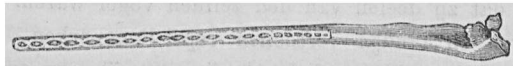
De tanden der bovenkaak schijnen grooter te zijn geweest dan die der onderkaak. Hunne kassen zitten dicht bij elkander, doch zijn evenwel duidelijk door een dun beenig tusschenschot van elkander gescheiden. Zij zijn eirond van omtrek, en zeer ondiep, ten gevolge van de plathheid van het been. Onzeker is het of de tusschenkaakbeenderen ook tanden bezaten, doch waarschijnlijk waren zij tandeloos, zooals bij den *Hesperornis*.

Fig. 10.

Linker onderkaak van *Ichthyornis dispar*.

De tandkassen der onderkaak waren eirond of elliptisch van gedaante, en verschillend van grootte naar de plaatsing. In 't algemeen zijn zij dieper en staan zij verder van elkander af dan die van de bovenkaak. In de rechter helft der onderkaak van den *Ichthyornis dispar* waren een en twintig tandkassen. De voorste bevindt zich zeer dicht bij de punt van den snavel, en bevatte een tamelijk grooten tand. De grootste tanden der onderkaak stonden juist achter het midden van dit been, en van hier af namen de tanden langzamerhand in grootte af. In de linker helft der onderkaak van het typische voorwerp ziet men nog acht tanden in de tandkassen gezeten, en naar dezen zijn de overigen in omtrek geteekend, zooals fig. 10 aantoont.

Fig. 11.

Linker onderkaak van *Ichthyornis dispar* MARSH.

De pulpaholte in de tanden van den *Ichthyornis* loopt tot in de basis van de kroon op. De wortel is platgedrukt en naar beneden en voren gericht, zit stevig in de tandkas, en vult die holte bijna of geheel op. De tandwisseling geschiedde vertikaal, zooals bij de krokodillen en dinosauren, en niet lateraal, zooals bij den *Hesperornis* en den *Mosasauros*. De jonge tanden staan zeer hellende, als zij boven de kaak te voorschijn komen, nadat de oude tanden uitgestooten zijn.

Laat ons nu nog eenige bijzonderheden van den *Ichthyornis* betreffende zijn lichaamsinrichting, levenswijs enz. bespreken. Door de voor-

gaande beschrijving van de overblijfselen van dezen vogel, gevoegd bij de boven staande restauratie, fig. 9, hebben wij reeds eenige kennis gekregen van de belangrijkste kenmerken, die deze merkwaardige mesozoïsche vogels van alle anderen, levenden zoowel als uitgestorvenen, onderscheidden. Het materiaal waarnaar deze restauratie gemaakt is, bestaat uit gedeelten van meer dan zeventig individuen. Geen enkel geheel geraamte heeft men gevonden, en dit is zeker te wijten aan de kleinheid en groote breekbaarheid van de beenderen van den *Ichthyornis*.

In onze restauratie van den *Ichthyornis dispar* zijn slechts de in Yale College aanwezige beenderen geschaduwd afgebeeld. De overige, in omtrek of schets afgebeelde beenderen, zijn gedeeltelijk genomen naar andere voorwerpen van de zelfde soort, doch meestal zijn zij geteekend naar het geraamte van een soort van zeezwaluw, de *Sterna regia* Gambel, die het meest geschikt scheen om het ontbrekende van het geraamte aan te vullen.

De anatoom, die het geraamte van den *Ichthyornis* beschouwt, wordt getroffen door de zeer vreemde bijeenvoeging van kenmerken, die het vertoont. De vleugelbeenderen zijn een onweersprekelijk bewijs dat de *Ichthyornis* een vogel was, die een zeer groot vliegvermogen bezat. De beenen en voeten gelijken volkomen op die van een hedendaagschen vogel. Als hij deze deelen alleen bestudeert, zal de anatoom niet aarzelen ze voor overblijfselen van een dier tot de klasse der vogels behorende, te verklaren, en zeker zou hij beweren dat zij tot een hedendaagsche type gebracht moesten worden. Doch als de kop tevens met de vleugels en pooten gevonden werd, zou hij bijna niet kunnen gelooven, dat zij deelen van den zelfden vogel waren.

De kaken en tanden vertoonen reptielkenmerken, die in hedendaagsche vogels geheel onbekend zijn, terwijl men ook van de basis van den schedel en van de hersenen het zelfde kan beweren. De biconcave wervels verwijderen den *Ichthyornis* nog verder van alle bekende hedendaagsche en uitgestorvene vogels, en als zij afzonderlijk doch nevens de kaken en tanden gevonden werden, zou elk anatoom tot het besluit komen, dat hij overblijfselen van een reptiel of zelfs van een visch voor oogen had.

Het geraamte van den *Ichthyornis* kan slechts in het licht van de hedendaagsche wetenschap verklaard worden, door te onderstellen dat sommige gedeelten zeer gespecialiseerd zijn geworden in de richting van hedendaagsche vogels, terwijl andere gedeelten afkomstig zijn,

doch met geringe veranderingen, van een reptielachtigen of zelfs nog lageren voorvader. In de vleugels is de samensmelting van de middenhandsbeenderen het meest kenschetsende hedendaagsche kenmerk, een bijzonderheid die bij alle thans levende vogels voorkomt. Doch bij de reptielen en bij den eenigen bekenden jura-vogel, bij den *Archaeopteryx*, zijn deze beenderen gescheiden. Het borstbeen van den *Ichthyornis* gelijkt zeer veel op dat van hedendaagsche een kam daarop bezittende vogels. Ook in den poot van den *Ichthyornis* is het samengestelde tarso-metatarsaalbeen of loopbeen een hedendaagsch kenmerk, dat thans levende vogels kenschetst.

Beschouwen wij nu den schedel van den *Ichthyornis*, dan vinden wij eene zonderlinge vermenging van vogel- en reptielkenmerken. De tanden zijn klaarblijkelijk een reptielkenmerk, en zulke tanden waren, vóór de ontdekking van den *Ichthyornis*, in de klasse der vogels volkomen onbekend. Hun wijze van inplanting in afzonderlijke tandkassen is een bijzonder kenmerk van reptielen, en werd zelfs niet bezeten door den *Hesperornis*, den tijdgenoot van den *Ichthyornis*. Ook het kleine verlengde merg wijst tot de reptielen terug. Andere bijzonderheden van den schedel, bij voorbeeld het éénknobbelige vierkante been of trommelbeen, *os quadrato-jugale*, ontmoet men slechts bij de meest reptielachtige vogels. De vereeniging van de onderkaken van voren door bandweefsel alleen, is kenschetsend in vele reptielen en wordt ook bij den *Hesperornis* aangetroffen, doch is in alle andere vogels onbekend. Bij de pelikanen en de wulp evenwel worden de takken der onderkaak eerst laat door ankylose vereenigd. De vorm van den schedel van *Ichthyornis* en de verbeening der meeste schedelnaden, zijn gelijk aan hetgeen men bij vele hedendaagsche vogels waarneemt.

De voortbewegingswerktuigen van den *Ichthyornis* zijn zoo gelijk aan die der typische vogels, dat zij niet tot de zelfde vragen als die van den *Hesperornis* aanleiding kunnen geven. Doch in de wervelen zien wij een primitieven vorm bewaard gebleven, en vinden daarin den sleutel ter verklaring van den oorsprong van een merkwaardig kenmerk van hedendaagsche vogels, dat tot heden onverklaard gebleven was. Terwijl alle bestaande vogels, en, zoover wij weten, ook alle uitgestorvene vormen met inbegrip van den *Hesperornis*, zadelvormige gewrichtsvlakten van de wervels bezitten, waren die van den *Ichthyornis* en van zijn bloedverwant, den *Apatornis*, biconcaaf. Deze vorm van wervels wordt gevonden in enkele hedendaagsche en in vele uitgestorvene rep-

tielen en bij de amphibieën, doch is vooral kenschetsend voor de vischen: de hoogere groepen hebben hem ongetwijfeld van deze laatsten geërfd. Dit kenmerk alleen wijst onmiskenbaar op de hooge oudheid van de klasse der vogels.

Zadelvormige gewrichtsvlakten der wervels zijn zekerlijk een van de meest in 't oog vallende trekken van het geraamte der hedendaagsche vogels. Deze vorm is zoo eigenaardig en zoo standvastig, dat hij door vele anatonen als het beste onderscheidende kenmerk voor de klasse der vogels beschouwd is geworden. In geen andere groep van bekende dieren ontmoeten wij zulk een zadelvormige gewrichtsvlakte der wervelen: slechts een geringe nadering tot dien vorm ziet men in de halswervelen der kangeroes. Niet slechts vertoonen de hals- en rugwervelen van alle bestaande vogels die structuur, maar alle thans bekende uitgestorvene vogels uit de tertiaire aardlagen doen het insgelijks. Als wij slechts deze fossiele vormen kenden, gevoegd bij de thans bestaande soorten, zou de oorsprong van dezen bijzonderen vorm der gewrichtsvlakte misschien een raadsel blijven. Doch gelukkig werpt een der wervels van den *Ichthyornis* zooveel licht op dit punt, dat de zaak zeer goed opgehelderd wordt.

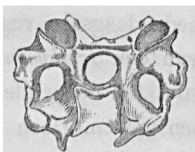
Wij hebben gezien dat de *Hesperornis* wervels had, gelijk aan die der thans levende vogels, terwijl die van den *Ichthyornis* holle gewrichtsvlakten hadden, of, zooals men het noemt, biconcaaf waren. Het groote verschil in den vorm van de gewrichtsvlakten der wervels van deze twee geslachten wordt aangetoond door de beide nevensstaande figuren 12

Fig. 12.



12de halswervel van *Ichthyornis dispar* MARSH, tweemaal ver-groot.

Fig. 13.



12de halswervel van *Hesperornis regalis* MARSH, verkleind.

en 13, die een karakteristieken halswervel van beide vormen voorstellen. Zooals uit den wervel van den *Ichthyornis* blijkt, is zijn gewrichtsvlakte kom-vormig, terwijl die van *Hesperornis* zadelvormig is, zooals bij onze tegenwoordige vogels. De afstand tusschen die twee typen wordt door dit gedeelte van het geraamte even groot gemaakt als die welke er bestaat

tusschen den *Ichthyornis* en den thans levenden vogel.

Voor den geleerde die de leer der ontwikkeling van den eenen vorm uit den anderen heeft aangenomen, voor den evolutionist die gelooft

dat de vogels allen genetisch na verwant zijn, is dit verschil in structuur op het eerste gezicht een onoverkomelijke moeielijkheid: tot heden kenden wij nog niet zulk een duidelijk voorbeeld van de verandering van den eenen vorm in den anderen. In den derden halswervel van den *Ichthyornis* betrappen wij de natuur als 't ware op het vormen van een nieuw type, door den eenen wervelvorm in een anderen te veranderen. Uit dit oogpunt gezien, wordt het verband tusschen deze ver uiteenlopende typen van structuur duidelijk, en begrijpen wij hoe de tegenwoordige vorm der vogelwervels uit biconcave vischwervels is ontstaan. In de voorste gewrichtsvlakte van dezen wervel van den *Ichthyornis* is de oppervlakte naar beneden en naar voren gericht, en helt onder een hoek van ongeveer 60° op de as van het lichaam van den wervel. Op de verticale doorsnede gezien, is zij matig convex, terwijl zij transversaal zeer concaaf is; zij vertoont dus een groote toenadering tot de zadelvormige gewrichtsvlakte. Geen van de overige bekende wervels van den *Ichthyornis* vertoont dit kenmerk.

Dit zoo uiterst gespecialiseerde kenmerk vertoont zich in de eerste bocht van den hals, en bevorderde grootelijks de beweging in een vertikaal vlak. Als wij nu weten dat de voornaamste beweging van den hals van een hedendaagschen vogel in een vertikaal vlak gebeurt, dan blijkt het in eens dat alles 't welk die beweging gemakkelijk maakt, een voordeel is, en dat die beweging zelve de strekking heeft om die wijziging voort te brengen. Met biconcave wervels is de buiging van den hals van den vogel in elke richting afhankelijk van de elasticiteit der banden die hen verbinden, daar de randen der komvormige holten niet over elkander heen strijken. Een toenemende beweging van den hals van den *Ichthyornis* in een vertikaal vlak moet ten gevolge hebben dat de boven- en de benedenrand van de komvormige holte over elkander heen strijken, en dat de zijranden ongedeerd blijven, en dit is het juist wat wij in den derden halswervel van dit vogelgeslacht zien. Deze verandering of wijziging der wervels zou natuurlijk dáár het eerst zich vertoonen, waar de hals de grootste bewegelijkheid had, dat is in de eerste halswervels, en zou zich langzamerhand tot de lagere gedeelten van den hals uitstrekken, ja zelfs tot aan het heiligbeen, als de zelfde buiging voortgezet werd. Achter den tweeden halswervel of waar de verticale beweging het grootst is, vinden wij in de hedendaagsche vogels zonder uitzondering die zadelvormige gewrichtsvlakten in de geheele reeks der halswervels.

Voor de rugwervels moet deze oorzaak minder werkzaam zijn geweest, daar de ribben en de doornsgewijze uitsteeksels de verticale beweging beperken en dus die wijziging tegen houden. Deze streek biedt ons derhalve, zooals te verwachten was, een krachtige bevestiging aan van de juistheid der bovenstaande verklaring, want hier vertoonen zich bij de hedendaagsche vogels, in de wervelenreeks vóór het lendenheiligbeen gelegen, de eenige ware uitzonderingen, die bekend zijn van die kenschetsende zadelvormige gewrichtsvlakte. In het geslacht *Strigops* en enkele andere landvogels, in de pingoëns, de zeezwaluwen en eenige andere watervogels vertoonen één of meer wervels in de rugstreek die zadelvormige gewrichtsvlakte niet, en zijn of opisthocoel of onvolkomen biconcaaf. In zulke gevallen moeten wij meestal, zoo niet altijd, een bewijs zien van een beperking van de verticale buiging. Daardoor kunnen de achterste rugwervels met hun doornsgewijze uitsteeksels als samensmelten, zooals in het geslacht *Strigops*, en het vermogen om zijwaarts te buigen verliezen, of verscheidene wervels kunnen samen verbeenen, zooals bij de valken en eenige andere roofvogels, voor welken een stijve rug een stellig voordeel is.

In de samenverbeende lenden-heiligbeenreeks van vele vogels vertoonen een of meer van de voorste wervelen ook die zadelvormige gewrichtsvlakte. Dit is evenwel geen geldige tegenwerping tegen de boven gegevene verklaring, daar dit eigenlijk rugwervels zijn, die langzamerhand met de echte heiligbeenswervels zijn samengesmolten.

In de staartwervels van hedendaagsche vogels is, in zekere mate, de oorspronkelijke biconcave structuur bewaard gebleven, en hier is de beweging in elke richting zeer beperkt. De staartwervels van deze vogels zijn, zelfs in de meest afwijkende vormen, wezenlijk de zelfden, en in de fossiele soorten schijnen ten minste de gewrichten den algemeenen regel te volgen. Bij den pauw en den *Geococcyx* vertoonen de staartwervels zekere neiging naar een procoelische vereeniging. Andere vormen vertoonen ook onbelangrijke wijzigingen van het normale type van de staartwervelsgewrichten, doch niet voldoende om een wezenlijke tegenspraak te vormen tegen de hier gegeven verklaring van den oorsprong van het onderscheidende kenmerk der vogels, de zadelvormige wervels.

Beschouwen wij de levenswijs en de gewoonten van den *Ichthyornis*, dan blijkt het dat er vele belangrijke zaken afgeleid kunnen worden zoowel uit zijn structuur, als uit de plaatsen waar zijn overblijfselen zijn

gevonden. De scherpe tanden van den *Ichthyornis* bewijzen zonder twijfel dat hij een vleeschetend dier was, terwijl zijn groot vliegvermogen, zijn lange snavel en kromme tanden aantoonen, dat hij zijn prooi levend ving. Waarschijnlijk bestond zijn voedsel uit visschen, daar overblijfselen van visschen in groote menigte, met die van den *Ichthyornis* vermengd, gevonden worden. Die fossielen komen voor in den bodem van de oude krijtzee, waarin ook de *Hesperornis* rondzwom. Beide vogels leefden waarschijnlijk in het water, zooals uit vele boven reeds beschrevene bijzonderheden van hun lichaamsinrichting blijkt, alsmede uit de omstandigheden waarin hunne overblijfselen in den zeebodem bedolven geraakt zijn. In vele opzichten geleek waarschijnlijk de *Ichthyornis* in zijn levenswijs op de hedendaagsche zeezwaluw: zijn krachtige vleugels en kleine pooten maken dit bijna zeker. Dat de *Ichthyornis* met vederen bedekt was, wordt duidelijk bewezen door de knobbeltjes, voor de inplanting van schachten op den voorarm dienende.

Behalve de *Ichthyornis* en zijn verwanten waren, zoo ver tegenwoordig bekend is, de eenige andere bewoners van de lucht die in de zelfde streken leefden, de tandelooze Pterodactylen. Zeker was de *Ichthyornis* een mededinger van deze groote vliegende draken, in het vervolgen en vangen van de visschen, die toenmaals in den tropischen oceaan van het krijttijdperk leefden.

Wij hebben nu de belangrijkste kenmerken, zoover die tegenwoordig bekend zijn, van de beide groepen van Odontornithen of vogels met tanden uit het krijttijdperk beschreven. Wij willen nu zien in welke betrekking die vogels tot elkander en tot de verwante leden van de klasse staan, en tevens onderzoeken of de bekende feiten eenig licht werpen op de belangrijke vraag van den oorsprong der vogels.

Vergelijken wij den *Hesperornis* met den *Ichthyornis*, als de typen van hunne respectieve orden, de *Odontolcae* en de *Odontotormae*, dan blijkt het dat het contrast in hunne voornaamste kenmerken even treffend als onverwacht is. De *Hesperornis* had tanden die in een onafgebroke tandgroeve ingeplant waren, 't welk een laag, algemeen voorkomend kenmerk is, doch daarbij bezat hij zadelvormige wervels. De *Ichthyornis* daarentegen had de primitieve biconcave wervels, doch tevens het zeer gespecialiseerde kenmerk van tanden die in afzonderlijke tandkassen gezeten waren. Betere voorbeelden dan dezen zouden er nauwelijks gevonden kunnen worden, van een feit dat door de

moderne wetenschap aan 't licht is gebracht, namelijk dit, dat een dier in zekere reeks van kenmerken een zeer groote ontwikkeling kan verkrijgen, en tevens andere, lagere, kenmerken van het voorouderlijke type kan behouden. Dit is een der grondwetten van de ontwikkelingsleer.

De meer oppervlakkige kenmerken, zooals de afwezigheid van vleugels en de krachtige zwempooten van den *Hesperornis*, vormen een treffend contrast met de krachtige vleugels en de zwakke pooten van den *Ichthyornis*.

Deze en andere boven reeds vermelde kenmerken verwijderen die twee vogels zoo ver van elkander, dat een meer nauwkeurige vergelijking hier niet noodig is.

Doch het zou zeer wenschelijk zijn, zoowel den *Ichthyornis* als den *Hesperornis* zorgvuldig te vergelijken met den *Archaeopteryx*, den nog ouderen mesozoïschen vogel. Jammer is het, dat zulks tegenwoordig niet kan geschieden, daar de twee eenige thans bekende geraamten van *Archaeopteryx* nog niet volledig beschreven zijn, en zij zelfs nog niet geschikt zijn om bestudeerd te worden, daar zij nog niet voldoende uit den hen insluitenden steen losgebeiteld zijn. Dat *Archaeopteryx* tot de Odontornithen behoort, is de vaste overtuiging van prof. MARSH, die hij verkregen heeft door het onderzoek van het wel bekende voorwerp, dat thans in het britsch museum bewaard wordt. Dat onderzoek deed hij in 1878, verscheidene jaren nadat die geleerde met de amerikaansche vormen van vogels met tanden bekend geworden was. De tanden die men op de zelfde steenplaat met dit specimen van *Archaeopteryx* ziet, en die door EVANS als daartoe behoorende verklaard zijn, gelijken, ofschoon zij onvolkomen bewaard zijn gebleven, zoo nauwkeurig op de tanden van den *Hesperornis*, dat prof. MARSH hen terstond voor vogeltanden en niet voor vischtanden kon verklaren. Sedert heeft men aangekondigd, dat het andere voorwerp van een *Archaeopteryx*, dat later in Beieren is gevonden en zich thans te Berlijn bevindt, ook tanden bezit, ofschoon er slechts twee zeer kleinen ontbloomt zijn.

De afzonderlijke of niet vereenigde middenhandsbeenderen, en vooral de lange staart van den *Archaeopteryx* verwijderen hem bovendien ver van de bekende amerikaansche geslachten van Odontornithen. Evenwel zal men waarschijnlijk toch vinden dat de *Archaeopteryx* biconcave wervels had, ongeveer gelijk aan die van den *Ichthyornis*.

De andere mesozoische vogels, die thans uit de krijtlagen van Amerika bekend zijn, en de enkelen die in Europa ontdekt zijn kunnen, hetzij sommigen, hetzij allen, tanden hebben gehad, doch hunne overblijfselen zijn te veel broksgewijs om dit punt of zelfs hun verwantschappen uit te maken.

Het is een merkwaardig feit dat de thans bekende krijtvogels, ongeveer twintig soorten, allen klaarblijkelijk watervogels waren, die natuurlijk het gemakkelijkst in zeebezinksels bewaard blijven, terwijl de *Archaeopteryx* uit den jurakalk, de eenige bekende vogel uit die vorming, een echte landvogel was.

De vogels die in jongere vormingen gevonden zijn behooren allen tot hedendaagsche typen en vertoonen dus slechts enkele bijzonderheden, die tot een vergelijking met de Odontornithen kunnen dienen. De thans levende vogels met reptiel-kenmerken behooren bijna allen tot de *Ratitae* of de groep der struisvogels. Deze laatsten zijn klaarblijkelijk de overgeblevenen van een zeer talrijke groep, die eens ver over verschillende deelen der aarde verspreid was, en het is zeker in de fossiele vormen van deze vogels waarin wij eens de tusschenvormen tusschen hen en de minder gespecialiseerde mesozoische vogels zullen kunnen aantreffen.

Op de tegenwoordige hoogte der wetenschap schijnt het gepast te zijn de Odontornithen als een onderklasse te beschouwen, en hen te verdeelen in drie orden, naar de onderstaande kenmerken. Deze orden zijn allen wel bepaald, doch staan niet allen even hoog. De *Archaeopteryx* is klaarblijkelijk verder verwijderd zoowel van den *Ichthyornis* als van den *Hesperornis*, dan deze twee geslachten van elkander. De vrije middenhandsbeenderen en de lange staart van den *Archaeopteryx* zijn zeer belangrijke kenmerken. GEGENBAUR en MORSE hebben echter aange-toond dat jonge vogels van thans bestaande soorten vrije middenhandsbeenderen hebben, en dat die toestand bij al die vogels tot op zekeren ouderdom bestaan blijft. Derhalve is dit kenmerk van minder gewicht dan de aanwezigheid van echte tanden, daar dezen in geen hedendaagsche vogelen, jong of oud, zijn gevonden. De lengte van den staart is misschien een kenmerk van meer gewicht, doch zelfs dit is in hedendaagsche vogels een veranderlijk kenmerk.

ONDERKLASSE, ODONTORNITHES MARSH (of *Aves dentatae*).

Orde: <i>Odontolcae</i> MARSH.	<i>Odontotormae</i> MARSH.	<i>Saururæ</i> HÆCKEL.
Geslacht: <i>Hesperornis</i> MARSH.	<i>Ichthyornis</i> MARSH.	<i>Archaeopteryx</i> VON MEYER.
Tanden in een tandgroeve.	Tanden in tandkassen.	Tanden in?
Onderkaken gescheiden.	Onderkaken gescheiden.	Onderkaken?
Wervels zadelvormig.	Wervels biconcaaf.	Wervels?
Vleugels rudimentair.	Vleugels groot.	Vleugels klein.
Middenhandsbeenderen ontbrekend.	Middenhandsbeenderen gekyloseerd.	Middenhandsbeenderen gescheiden.
Borstbeen zonder kam.	Borstbeen met kam.	Borstbeen?
Staat kort.	Staat kort.	Staat langer dan het lichaam.

Dat de drie oudste bekende vogels zoo veel van elkander verschillen, bewijst onmiskenbaar de hooge oudheid van de klasse der vogels. De *Archaeopteryx*, de *Hesperornis* en de *Ichthyornis* zijn alle drie echte vogels, maar de reptiel-kenmerken, die zij bezitten, wijzen terug tot een voorvader, die al hun kenmerken in meerdere of mindere mate bezat. Uit het trias zijn geen vogels bekend, en dus hebben wij geen kennis van den ontwikkelingstoestand van de klasse in dit tijdperk. Doch zonder twijfel zullen zulke vogels eens gevonden worden, en als wij naar de jura-zoogdieren en jura-reptielen, de naaste klassen boven en beneden de vogels, mogen oordeelen, zullen de vogelachtige vormen van dat tijdperk reeds vogels zijn, ofschoon nog met vele reptielkenmerken. Om de primaire vormen van het vogeltype te vinden, moeten wij zeker tot het palaeozoische tijdvak terug zien, en in de rijke landfauna van het permische tijdvak in Amerika mogen wij hopen overblijfselen zoowel van vogels als van zoogdieren te zullen vinden.

De geslachten *Archaeopteryx*, *Hesperornis* en *Ichthyornis* bezaten allen zekere algemeene kenmerken, die de anderen misten. Die kenmerken waren zonder twijfel in een vroegeren vorm vereenigd, en dit feit doet ons vermoeden hoe die meer primitieve vorm geweest moet zijn, en leert ons de voornaamste kenmerken van het voorouderlijke type kennen. Dat voorouderlijke type van de klasse der vogels zal de volgende kenmerken vertoond hebben:

1. Tanden in tandgroeven.
2. Biconcave wervels.
3. Middenhands- en handwortelbeenderen vrij.
4. Borstbeen met een kam.

5. Heiligbeen uit twee wervels samengesteld.
6. Bekkenbeenderen gescheiden.
7. Staart langer dan het lichaam.
8. Middervoets- en voetwortelbeenderen vrij.
9. Vier of meer teenen, voorwaarts gericht.
10. Rudimentaire of onvolkomen vederen.

Deze verschillende kenmerken kunnen bij een dier dat meer reptiel dan vogel was, samen aanwezig zijn geweest, maar zulk een vorm zou op weg geweest zijn om een vogel te worden eerder dan een voorvader van de Dinosauren of van de Pterodaetylen, daar vederen niet een kenmerk van deze groepen waren. Met deze uitzondering behooren alle boven opgesomde kenmerken tot het sauropside dier, waarvan zoowel de vogels als de bekende dinosauren zullen afgestamd zijn. Een wezenlijk kenmerk van dit voorouderlijke type zou een vrij vierkant been, *os quadrato-jugale*, zijn, daar dit een algemeen kenmerk van vogels is, en slechts gedeeltelijk in de thans bekende dinosauren is bewaard gebleven.

De vogels schijnen als een enkele tak van den oorspronkelijken stam ontstaan te zijn, die langzamerhand zijn reptiel-kenmerken verloor, naarmate het vogeltype zich meer ontwikkelde; en in de thans bestaande *Ratitae* hebben wij de overgeblevenen van die directe lijn. De rechtstreeksche afstammelingen van dien primitieven tak verkregen ongetwijfeld reeds vroeg vederen en warm bloed, doch, zooals wij boven reeds aangetoond hebben, zij verkregen nooit het vermogen van te vliegen. De vliegende vogels scheidden zich zekerlijk reeds vroeg van den vogelstam af, waarschijnlijk in het triastijdperk, daar wij in de daarboven liggende vormingen, in het juratijdperk, den *Archaeopteryx* met een onvolkomen vliegvermogen vinden.

Het vermogen van te vliegen ontstond waarschijnlijk bij de kleine, op boomen levende vormen van reptielachtige vogels. Hoe dit ontstaan kan zijn, wordt ons geleerd door het vliegen van den kalong, *Galeopithecus*; den vliëgenden eekhoorn, *Pteromys*; de vliegende hagedis, *Draco*; en de vliegende boomkikvorsch, *Rhacophorus*. Voor de eerste op boomen levende vogels, die van den eenen tak op den anderen sprongen, waren zelfs rudimentaire vederen aan de voorste ledematen een voordeel, daar zij behulpzaam waren om een sprong naar beneden langer of verder te maken, of de kracht van den val te breken. Naarmate de vederen in getal en grootte toenamen, werd het lichaam warmer,

en het bloed meer actief. Hoe meer vederen er kwamen, des te groo- ter werd het vliegvermogen, zooals wij dagelijks aan jonge vogels zien. Een grootere activiteit heeft een meer volkomene bloedsomloop ten ge- volge. Een echte vogel moet zonder twijfel warm bloed hebben doch behoeft niet noodzakelijk een dier met zoo heet bloed te zijn, als de tegenwoordig levende vogels.

De korte vleugels en de lange staart van den *Archaeopteryx* waren volkomen voldoende voor een korte vlucht van den eenen boom tot den anderen, en als zijn lichaam wezenlijk naakt was, zooals thans ondersteld wordt, dan mogen wij in dezen vorm uit het juratijdperk een belangwekkenden trap in de ontwikkeling van het vogeltype zien, voordat een volledige bevedering verkregen was. Of de *Archaeopteryx* tot den echten carinaten tak der vogels behoort, kan tegenwoordig niet bepaald worden, en het zelfde geldt van den *Ichthyornis*, maar de biconcave wervels van den laatsten doen met recht vermoeden, dat deze vorm een zeer vroege spruit van dien tak was. Waarschijn- lijk is het ook dat de *Hesperornis* van den hoofdstam der struisach- tige vogels afstamde, en dat hij geen afstammelingen heeft nagelaten.

Eindelijk: deze drie oude vogels, zoo grootelijks verschillend van elkander en van alle hedendaagsche vogels, bewijzen zonder tegenspraak het wonderbare onderscheid dat het vogeltype in het mesozoïsche tijd- vak vertoonde, en beloven een rijke belooning voor zijne moeite aan den geleerde, die de levensgeschiedenis van de verwante vormen zal be- studeeren, die in nog vroegere tijdvakken der aardgeschiedenis heb- ben bestaan.