



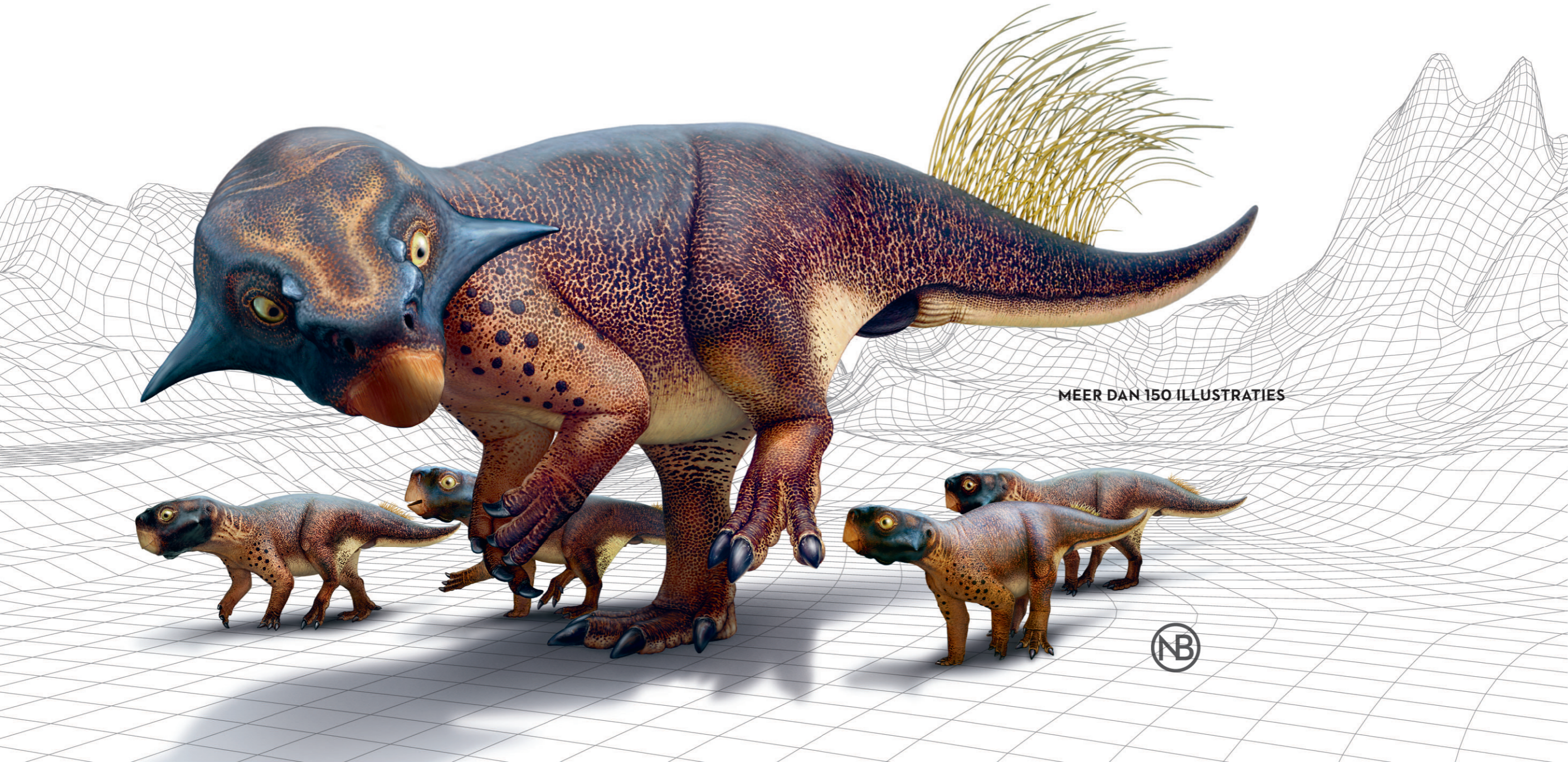
DINOSAURIËRS

MICHAEL J. BENTON

DINOSAURIËRS

HOE ZE ER WERKELIJK UITZAGEN

Met illustraties van **Bob Nicholls**



MEER DAN 150 ILLUSTRATIES



INHOUD

6 INLEIDING



28 SINOSAUROPTERYX

Een theropode uit het Vroege Krijt. De ontdekking van een gevederd exemplaar in 1996 veranderde ons beeld van de dinosauriërs voor eeuwig.



42 ANCHIORNIS

Een theropode uit het Vroege Krijt. De ontdekking van een gevederd exemplaar in 1996 veranderde ons beeld van de dinosauriërs voor eeuwig.



70 MICRORAPTOR

Aerodynamische dinosauriërs: deze theropode uit het Vroege Krijt had vier vleugels en lange veren die hielpen bij het zweven.



84 ARCHAEOPTERYX

De eerste vogel? Een theropode uit de Late Jura met slagpennen.



56 CAUDIPTERYX

Gevleugelde maar niet vliegende theropode dinosauriër uit het Vroege Krijt bedekt met donsachtige veren.



98 CONFUCIUSORNIS

Deze vogel uit het Vroege Krijt, gevonden in China, behoorde tot de eerste waarvan de kleuren werden bepaald.



114 EDMONTOSAURUS

Een hadrosauriër uit het Late Krijt die vooral in Noord-Amerika veel voorkwam.



154 PSITTACOSAURUS

Deze ceratopische dinosauriër uit het Vroege Krijt en zijn nesten komen zoveel in het fossielenbestand voor dat we een beeld hebben van hun kindertijd tot volwassenheid.



192 BOREALOPELTA

Een ankylosauriër uit het Vroege Krijt met roodbruine pantserplaten.



126 EOMAIA

Een klein zoogdier uit het Vroege Krijt met een vacht.



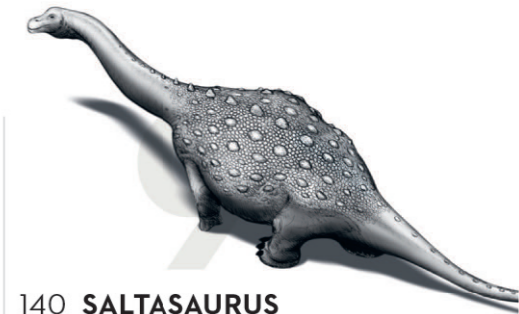
168 KULINDADROMEUS

Een dinosauriër uit de Midden- tot Late Jura waarvan de huid was bedekt met zowel protoveren als schubben, wat inzicht geeft in de evolutie van veren.



206 ANUROGNATHUS

Een pterosauriër uit de Midden- tot Late Jura met een ongebruikelijk korte staart die tijdens de jacht grote manoeuvreerbaarheid verleende.



140 SALTASAURUS

Deze sauropode uit het Late Krijt was de eerste die gefossiliseerd bewijs van een huidpantser liet zien.



178 STENOPTERYGIUS

Een ichtyosauriër uit de Vroege Jura die slim omgekeerde schaduwwerking gebruikte om zich voor zijn prooi te camoufleren.



220 TUPANDACTYLUS

Een *Pterodactylus*-achtige pterosauriër uit het Vroege Krijt met een opvallende en kleurrijke schedelkam.

234 VERDER LEZEN
236 TREFWOORDENREGISTER
239 BRONVERMELDING ILLUSTRATIES

INLEIDING



Een pterosaur uit de Late Jura, *Anurognathus*, was een zeer manoeuvreerbaar insectenetend vliegend reptiel.

Enge reptielen of reusachtige donsballen?

Het monster komt alsmat dichter bij de vluchtende jeep, de aarde beeft terwijl zijn poten met donderende stappen neerkomen; het pakt het buitentoilet tussen zijn kaken op, grijpt de nerveuze advocaat en schrokt die in één keer op. Zo ontmoeten we *Tyrannosaurus rex* in Steven Spielbergs film *Jurassic Park* (1993). Hij is werkelijk angstwekkend om te zien: een en al glimmende, schubachtige huid, klauwen en tanden. Dat beeld van de dinosaurus is zo wijdverspreid dat we ons vaak niet afvragen hoe we weten dat ze er zo uitzagen. Maar we weten nu dat ze er helemaal niet zo uitzagen.

Natuurlijk hebben we sommige dingen juist. Vlees kan met enig vertrouwen worden toegevoegd aan de botten omdat spieren sporen op het bot achterlaten en, in elk geval, alle tetrapoden (vierpotige dieren) vrijwel dezelfde spieren hebben; lang voordat iemand ooit aan dinosauriërs had gedacht, was het anatomen al opgevallen dat mensen en paarden, kippen en kikkers alle dezelfde spieren hebben in hun armen, benen en kaken. Die kunnen zich verschillend ontwikkelen afhankelijk van of een dier een snelle renner is of een vlieger, of zwakke of sterke kaken heeft, maar hun kader van spieren en beenderen is fundamenteel hetzelfde. Bepaald gedrag, zoals rennen en voeden, kan worden vastgesteld uit eenvoudige, logische waarnemingen. Carnivoren hebben bijvoorbeeld

tanden zo scherp als steakmessen, terwijl herbivoren stompe, soms plugvormige tanden bezitten. Sommige dinosauriërs liepen op vier poten, en hun voor- en achterpoten hebben vergelijkbare lengten, terwijl andere tweebeinig waren, en dus met veel langere achterpoten. En daaronder zijn er die, zoals *T. rex*, zulke grappige kleine armpjes hebben dat die zeker niet voor voortbeweging werden gebruikt.

Maar hoe zit het met de huid? De *Jurassic Park*-dinosauriërs hebben een reptielachtige, geschubde huid. In 1993 was dat prima, maar nu niet meer. We weten niet veel over de huid van *T. rex* maar we weten dat tyrannosauroiden veren hadden. Allereerst werd in 2004 de kleine tyrannosauroid *Dilong* uit China beschreven met veren. Destijds was het onduidelijk of alle tyrannosaurussen veren hadden, of alleen de kleintjes – de monsters zoals *T. rex*, zo werd beweerd, konden volledig geschubd zijn. Maar toen werd in 2012 een andere Chinese tyrannosaurus, *Yutyrannus*, beschreven, ook met veren, en dit was een reus, ongeveer 9 meter lang, gemakkelijk binnen het omvangbereik van *T. rex*, met een lengte van 9 tot 12 meter.

Ondanks dat bewijs toonden de filmmakers tegen de tijd dat de twee *Jurassic World*-vervolgfilms in 2015 en 2020 in première gingen nog steeds een geschubde *T. rex*. Dat is jammer, want de hele *Jurassic Park*-reeks werd verondersteld wetenschappelijk accuraat te zijn. Maar, zoals een van de producers zei: 'We wilden dat de dinosauriërs er vreeswekkend uitzagen, en dat betekende grote tanden en een geschubde huid. Een gevederde *T. rex* zou hebben geleken op een uit de krachten gegroeide kip.' Dus in zekere zin luidt het antwoord dat de dinosauriërs er zo uitzagen als we willen dat ze eruitzien, en terugbladeren door een verzameling dinosauriërboeken laat ons zien hoe hun uiterlijk door de jaren heen is veranderd. Is dat dan allemaal mode?

De dinosauriër afbeelden: hagedisachtig of zoogdierachtig?

De eerste dinosauriërs die werden ontdekt en een naam kregen, werden gevonden in Engeland. Dat waren een vleeseter uit de Jura, *Megalosaurus*, die in 1824 een naam kreeg, een planteneter uit het Krijt, *Iguanodon*, in 1825 benoemd, en de gepantserde *Hylaeosaurus* uit het Krijt, benoemd in 1833. In de jaren twintig en dertig van de negentiende eeuw worstelden wetenschappers met het begrijpen van wat die kolossale dieren konden zijn geweest. Sommigen zagen ze als reusachtige hagedissen: één reconstructie van *Iguanodon* gaf die weer met een lengte van zo'n 60 meter, veel meer dan de ware lengte van 6 tot 8 meter, en met een onevenredig lange staart. Anderen dachten dat die beesten mysterieuze – en kolossale – krokodillensoorten waren, maar het feit dat vele daarvan, zoals *Iguanodon* en *Hylaeosaurus*, herbivoren waren



Een vroege kijk op de dinosauriër, een van de eerste pogingen ooit om een beeld van die oerbeesten te geven. 'Lizard', geïllustreerde voorplaat in George Fleming Richardson's *Sketches in Prose and Verse containing visits to the Mantellian Museum, descriptive of that collection*, gepubliceerd in 1838.

veroorzaakte enige problemen voor die hypothese. Ten slotte besepte in 1842 de briljante, maar omstreden, bioloog Richard Owen dat die reusachtige botten niet afkomstig waren van bovenmaatse hagedissen of krokodillen, maar van iets volslagen anders: een onbekende taxonomische groep. Vaststellend dat ze vier of meer wervelschijven in hun heupgebied hadden, in tegenstelling tot de twee wervelschijven bij de moderne reptielen, en vanwege hun enorme formaat noemde hij die familie de *Dinosauria*: 'angstaanjagend grote reptielen'.

In veel opzichten was Owen een kenmerkende vertegenwoordiger van de victoriaanse gegoede stand; in zijn foto's ziet hij er sober en onverbiddelijk uit. Hij was een vriend van prins Albert, zijn interesse delend in het uitbreiden van de rol van wetenschap bij publieke aangelegenheden en in de groei van het Britse Rijk, en hij werd aangesteld als wetenschapstutor voor de kinderen van koningin Victoria. In 1851 werd er op initiatief van prins

Albert de Grote Tentoonstelling georganiseerd die de technologische en wetenschappelijke kracht van de economie van Groot-Britannië en het keizerrijk moest etaleren. Die werd gehuisvest in een enorm glazen huis met stalen geraamte dat een groot deel van Hyde Park bedekte. Nadat de tentoonstelling was afgelopen, werd de enorme kas ontmanteld en herbouwd in een zuidelijke Londense randgemeente die werd hernoemd tot Crystal Palace, ter ere van de structuur. Owen werd uitgenodigd om te helpen bij het inrichten van de nieuwe bezoekersattractie, en hij kwam op het idee om in de tuinen oude landschappen te bouwen. Hij wilde de mensen alle nieuwe ontdekkingen door Britse geologen en paleontologen tonen – en natuurlijk de minerale rijkdom van de Britse eilanden, vooral de steenkool en het ijzer dat de industriële revolutie voortstuwde, maar in de context van wat dit liet zien over de oude aarde. Hij reconstrueerde een moeras uit het

Volgende pagina's: Imposant levensgroot model van de theropode (vleesetende) dinosauriër *Megalosaurus*, door Benjamin Waterhouse Hawkins. In 1853 gebouwd uit baksteen, staal en beton toont het de visie van Richard Owen van dinosauriërs als warmbloedige, neushoornachtige reptielen.





Uitzicht op de verhuisde Crystal Palace-tentoonstelling met in de voorgrond Richard Owens fantastische dinosauriërreconstructies, door de Londense drukker George Baxter.

Carboon, de oorsprong van de Britse rijke steenkoolafzettingen die werd bevolkt door grote amfibieën en libellen zo groot als zeemeeuwen.

Bij het reconstrueren van dinosauriërs beredeneerde Owen, en toevallig terecht, dat ze warmbloedig waren geweest. Dat was in de jaren vijftig van de achttiende eeuw een schokkend idee, want dinosauriërs werden gezien als reusachtige reptielen, en daarom koudbloedig en langzaam bewegend, zoals de enorm slome krokodillen. Maar Owen zag hun succes als de 'regerende reptielen' van het Mesozoïcum en daarom, zo redeneerde hij, moeten ze warmbloedig zijn geweest, en hij gaf ze weer als zoogdieren. Zijn *Iguanodon* lijkt op een neushoorn, met een massief lichaam ondersteund door vier ledematen, en een enorm hoofd en een gehoornde neus. *Megalosaurus* werd getoond als een roofdier van nijlpaardformaat, en *Hylaeosaurus* was een gepantserde kolos.

Als hij had gewacht op meer volledige skeletten, dan had Owen het goed kunnen hebben. Hij was een talentvolle vergelijkend anatoom, wat inhoudt dat hij de details van skeletten en spieren van vele levende dieren begreep en die kon koppelen aan uitgestorven vormen. Inderdaad ontving hij jarenlang overleden dieren van de Londense diertuin, die hij ontleedde waarna hij in detail hun anatomie beschreef. Owens visie op de dinosauriërs was revolutionair en die modellen blijven een testament voor de reikwijdte van de kennis in die tijd.

Complete dinosauriërskeletten werden vanaf 1855 in de Verenigde Staten gevonden en die toonden aan dat veel van de bekende soorten tweebeinig waren, waaronder *Iguanodon* en *Megalosaurus*. Een van die min of meer complete skeletten was *Hadrosaurus*, uit het Krijt van New Jersey. Toen Joseph Leidy (1823-1891) in 1858 de naam *Hadrosaurus*



toekende, beseftte hij dat dit 7 meter lange dier tweebenig moet zijn geweest: de achterpoten hadden tweemaal de lengte van de armen. Die achterpoten moesten het lichaam dus rechtop hebben geheesen en het dier had op enkel de achterpoten rondgerend. Misschien dat het, als het zich laag bij de bodem voedde, kon hurken en ook de armen voor lopen kon gebruiken. Toen het skelet in 1868 werd tentoongesteld aan de Philadelphia Academy of Natural Sciences, was dat het eerste museumpreparaat van een dinosauriër, en die stond rechtop. En het verschilde nogal van de geschubde neushoorns ontsproten uit Owens verbeelding!

Dit zette de toon voor een stroom van nieuwe dinosauriërontdekkingen in Noord-Amerika, van 1865 tot 1900, een periode die soms de grote dinosauriërkoorts of de *Bone Wars* (bottenoorlogen) wordt genoemd. Er waren met name twee paleontologen die met elkaar concurreerden om als eerste de beste exemplaren te vinden en die een naam te geven. Edward Drinker Cope (1840-1897) was verbonden aan het instituut in Philadelphia, en hij was zeer beïnvloed door Leidy en zijn *Hadrosaurus*. Door studie verkreeg hij zijn paleontologische kennis, hij maakte een rondreis langs Europese musea en gebruikte zijn familiefortuin voor de financiering van expedities naar het Amerikaanse Westen, waar spoorarbeiders de grote botten van mastodonten en andere grote zoogdieren opgroeven, en ook die van dinosauriërs uit de Jura en het Krijt. Zijn rivaal was Othniel Charles Marsh (1831-1899), een hoogleraar aan de Yale-universiteit, waar zijn vermogende oom George Peabody in 1866 het Peabody Museum oprichtte. Cope en Marsh beschikten over financiën en ambitie, en hun veldmedewerkers vulden grote kisten met botten die per trein naar de oostkust werden vervoerd. Ze openden de kisten, de technici maakten de botten schoon en Cope en Marsh zouden met grote snelheid beschrijvingen van de nieuwe beesten neerpennen, daarbij namen eraan toekennend. Dankzij hen hebben we *Allosaurus*, *Brontosaurus*, *Stegosaurus*, *Triceratops* en tientallen andere klassieke Amerikaanse dinosauriërs.

De destijds invloedrijkste dinosauriërschilder was Charles Knight (1874-1953), die zijn diensten verleende aan musea en uitgevers. Hij begon dinosauriërscènes te schilderen in het laatste decennium van de negentiende eeuw, in de laatste jaren van Cope en Marsh, en hij gebruikte hun ontdekkingen als basis voor zijn kunst, naast het verkrijgen van inspiratie uit de dinosauriërgalerijen van het American Museum of Natural History in New York. Hij bracht ook veel tijd door met het bestuderen van dieren in de dierentuin en stelde vast hoe hun ledematen en spieren bewogen. Hij paste die kennis toe in zijn dinosauriërschilderijen die levensecht leken. Knight werd al snel aangenomen om kleurige muurschilderingen te maken van dinosauriërs en andere uitgestorven dieren, zoals die in leven waren, en zijn schilderijen waren zeer invloedrijk, wereldwijd gereproduceerd in boeken en populaire tijdschriften zoals *National Geographic*.

Links:
Een reconstructie van het skelet van *Hadrosaurus foulkii* in het United States National Museum (nu het Arts and Industries Building), 1880, gebaseerd op het origineel in de Philadelphia Academy of Natural Sciences.

Volgende pagina's:
Leaping Laelaps, Charles Knight, 1897. Knights zorgvuldige bestudering van de anatomie en het gedrag van levende dieren bracht levendigheid in zijn schetsen van uitgestorven soorten.



Revolutie in dinosauriërhouding

Een enkele afbeelding – een eenvoudige potloodtekening gemaakt in 1969 – kan de eer worden toegekend dat die een revolutie van ons beeld van de dinosauriërs heeft veroorzaakt. Tot dan toe had men dinosauriërs gezien als onhandig, log en traag, maar na die tekening gingen kunstenaars ze weergeven als gebalanceerd en slank – en snel.

De tekening toont *Deinonychus*, een middelgrote roofdier uit het Vroege Krijt die bekend was dankzij verscheidene complete skeletten die in de jaren zestig waren opgegraven in Montana. John Ostrom (1928-2005) had de opgravingen geleid en in 1969 publiceerde hij een prachtig en gedetailleerd anatomisch onderzoek van het dier. Ostrom beseftte dat *Deinonychus* een zeer ongewone dinosauriër was – hij was tenger en gebouwd op snelheid. Hij had krachtige lange armen, nogal verschillend van de korte voorpootjes van *Tyrannosaurus* en vele andere grote vleeseters, en de voeten hadden een zeer onverwachte knipmesaanpassing: de klauw op de tweede teen was enorm groot en sikkelvormig. Als het dier liep of rende, zo veronderstelde Ostrom, moet het de klauw omhoog hebben gehouden, want anders zou die afslijten. Hij liet zien hoe de teenkootjes ervoor zorgden dat de klauw kon worden teruggetrokken en dan omlaag kon zwiepen langs een boog van 180 graden.

Ostrom nam aan dat *Deinonychus* op één voet balanceerde, waarbij hij misschien de lange armen gebruikte om die houding stabiel te maken en de sikkelklauw om de flank van de prooi open te scheuren. Hij stelde zelfs vast dat de meest waarschijnlijke prooi, de herbivore *Tenontosaurus*, tienmaal groter was dan *Deinonychus*, en dus moest het lenige roofdier speciale technieken hebben ontwikkeld om de prooi te verzwakken en te doden. Zoals wolven in de Canadese winter een enorme kariboe lastigvallen en in de heupspieren bijten, kon wellicht *Deinonychus*, alleen of in een groep jagend, een enorme herbivore verslaan dankzij sluwheid in plaats van brute kracht.

Dat soort balans en intelligentie werd bij een dinosauriër niet verwacht. Sterker nog, Ostrom beseftte dat *Deinonychus* een nauwe verwant was van vogels. In elk aspect van het skelet leek dat op *Archaeopteryx* – tenger lichaam, krachtige achterpoten, lange armen en sterke handen, lange benige staart en een spitse snuit met kleine, gekromde tanden langs de kaakrand. Dat is wat victoriaanse anatomen zoals Thomas Huxley (1825-1895) precies een eeuw eerder hadden beweerd.

Huxley was een grote aanhanger van Charles Darwins evolutietheorie en hij beweerde dat *Archaeopteryx*, die in 1861 was gevonden, gewoon een kleine dinosauriër in vogelkledij was. Daarna werden de paleontologen zenuwachtig, en ze konden niet begrijpen hoe een gevederde vogel zoals *Archaeopteryx* direct kon evolueren uit een therapode (vleesetende) dinosauriër. Vogels, zo zeiden ze, moeten zijn voortgekomen uit

veel vroegere, nogal obscure voorouders die meer dan 50 miljoen ouder waren dan *Archaeopteryx*, in het Trias.

Ostrom zette alles weer recht. *Deinonychus* was duidelijk erg vogelachtig en zelfs als hij de lange, pezige armen gebruikte om een prooi te grijpen in plaats van om te vliegen, droomde Ostrom ervan dat het dier wellicht bedekt was met veren. Hij zei dat niet, want hij was een voorzichtige wetenschapper, maar hij zag nog tijdens zijn leven dat zijn ideeën in 1996 werden bevestigd door de eerste meldingen van een gevederde dinosauriër, *Sinosauropteryx*.

De tekening uit 1969 van *Deinonychus* was echter niet gemaakt door Ostrom, maar door zijn student Bob Bakker (geboren in 1945). Bakker was, en is, een beeldentormer, en als student kon hij nauwelijks zijn artistieke en interpretatieve vaardigheden onderdrukken. De potloodschets heeft de voordelen van eenvoudigheid en helderheid van uitvoering. Hier is een dinosauriër met haast. De kangoeroehouding van *Hadrosaurus* en andere tweebeenen verlatend, is het skelet gebalanceerd. Natuurlijk moet dat waar zijn. Als een tweebeener sta je of rechtop zoals mensen dat doen of je balanceert de voor- en de achterkant van het lichaam boven de ledematen. Vogels hebben korte staarten en dus wordt het gewicht van het lichaam verdeeld door ongeveer de helft van de romp voor en de helft achter de knieën te hebben. Dinosauriërs, met hun lange staarten, moesten vergelijkbaar met een soort wip balanceren, met hoofd en romp naar voren en heupen en staart naar achteren. Wanneer ze renden, zoals hier, hielden ze de ruggengraat min of meer horizontaal.

Bob Bakkers revolutionaire schets uit 1969 van *Deinonychus*, gebaseerd op een skelet gevonden door John Ostrom, met zijn sikkelachtige klauw en superieure balans – een schepsel gebouwd voor snelheid.

