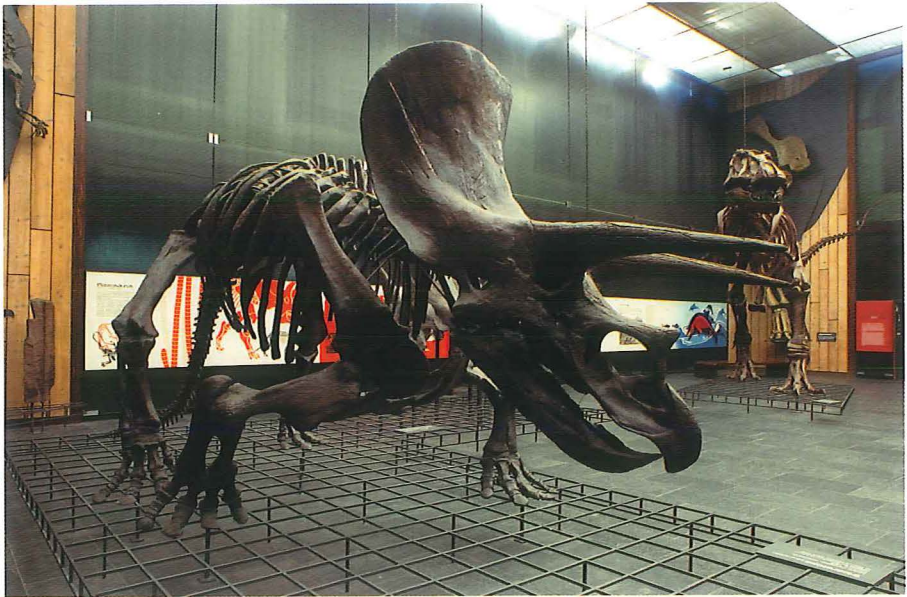


EN *TRICERATOPS* FÅR OPREJSNING

Jesper Milàn, Per Christiansen og Bernd Herkner

De seneste 25 år er der sket en sand revolution i vores forståelse af dinosaurerne som dyregruppe. Dels har mange nye og velbevarede fund gjort det muligt at rekonstruere dyrenes anatomi i større detalje end tidligere, men ligeså vigtigt er det, at forskerne er begyndt at se dinosaurerne i et nyt perspektiv. Op gennem det meste af 1900-tallet var det fremherskende dogme indenfor palæontologien, at dinosaurerne havde været store sløve koldblodede dyr, der vraltede langsomt omkring i sumpene med halen slæbende tungt hen ad jorden. Da man var overbevist om, at dinosaurerne var koldblodede krybdyr, blev selv de største dinosaurer stillet op på museerne med benene vinklet ud fra kroppen, ligesom hos moderne krybdyr. Det på trods af, at knoglerne i skelettet slet ikke passede anatomisk sammen i denne position. Denne opfattelse af dinosaurerne holdt sig helt op til begyndelsen af 1970'erne, hvor en ny generation af palæontologer

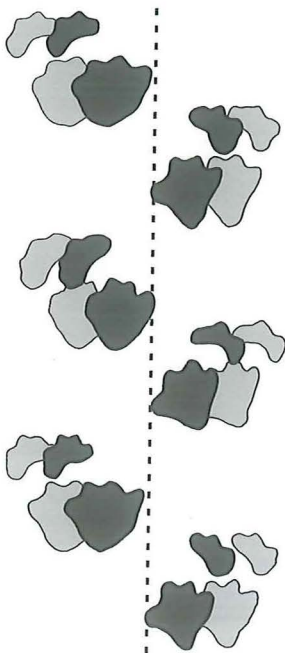


Figur 1. Triceratops-skelettet fra Senckenberg Naturhistorische Museum, Frankfurt mens det stadig var monteret i den gammeldags hjulbenede stilling. Bemærk, hvordan overarmens ledflade mod underarmen her peger direkte ud i luften. Foto: Bernd Herkner.

med uddannelsesmæssig baggrund i biologien begyndte at anvende den enorme viden, biologer i de forgangne årtier havde indsamlet om den moderne dyreverden. Og ét efter ét faldt de gamle postulater til jorden. Det hele var stort set baseret på folks dogmatiske ideer og ikke rodfæstet i komparative analyser af anatomi, funktion og økologi.

En anden vigtig og hidtil overset del af den nye viden stammer fra studiet af velbevarede fossile fodspor og sporserier. Netop fossile sporserier er særdeles vigtige, når det drejer sig om at tolke dinosaurernes gangmønster og adfærd. Det første der bliver klart, når man ser på en sporserie fra en dinosaur, er, at de ikke kan have været hjulbenede dyr. I alle kendte tilfælde er sporserierne lavet af dyr, der satte deres ben tæt ved hinanden i en smal sporserie, ligesom moderne pattedyr - i hvert fald de større former - og fugle gør det i dag. Der er aldrig fundet dinosaurspor, der viser dyr, der er gået med benene vidt adskilte og halen slæbende hen ad jorden. Dette kan så sammenholdes med den nye viden, man har fået udfra grundige biomekaniske analyser af skeletterne. De to forskningsfelter er rørende enige: Dinosaurerne har i deres funktion og måske også i aspekter af deres adfærd mindet langt mere om store pattedyr og i visse henseender sågar om fugle end om krybdyr.

Imidlertid stammer mange af de rekonstruktioner af dinosaurskeletter, man den dag i dag ser rundt omkring på de naturhistoriske museer, fra den tid, hvor man monterede dinosaurer som store krybdyr. Dette bevirker, at man stadig - ubevidst - sender det signal til publikum, at dinosaurerne var store klodsede dyr. Det strider ofte mod det, man kan læse om dem i bøgerne og også på museernes egne plancher. Heldigvis er man nu mange steder i fuld gang med - i bogstaveligste forstand - at rette op på monteringen af dinosaurerne, så de passer med det moderne syn på dem som aktive dyr. Indtil for nylig var et af stridspunkterne om de ceratopside



Figur 2. Sporserie fra en ceratopsid dinosaur; her markeret med mørkegråt. Sporene fra de brede bagfødder er sat ret tæt på sporseriens midterlinie, og altså har benstillingen været opret. De mindre aftryk fra forfødderne viser, at forbenene har været holdt mere spredt end bagbenene. Med lysegråt er markeret, hvordan sporserien skulle have set ud hvis dinosaureren havde gået i den gamle hjulbenede stilling.

dinosaurer virkelig havde haft en mere pattedyragtig lemmestilling, eller om de gamle ideer om krybdyragtige forlemmer måske i dette tilfælde var korrekte. Det var faktisk først i år 2000, at en stor analyse af zoologerne Gregory Paul og Per Christiansen endeligt satte tingene på plads.

Senckenberg Naturhistoriske Museum i Frankfurt am Main er et af de steder, hvor man har taget konsekvensen af den nye viden om dinosaurerne og ændret posituren på de opstillede skeletter. I deres dinosaurudstilling stod en *Triceratops* monteret i den klassiske hjulbenede stil (figur 1). Bagbenene var vidt spredte og stak nærmest skråt ud fra kroppen, og især forbenenes stilling var helt gal. Overarmsknoglen var monteret, så den stak næsten 90 grader ud fra kroppen, og igen dannede en vinkel på 90 grader med underarmen og forfoden. En sådan benstilling er umulig, hvis knoglerne skal passe sammen anatomisk. Resultatet bliver, at overarmens ledflade til underarmen kommer til, at pege lige ud i luften. Desuden ville en sådan ekstrem hjulbenet benstilling være en ufattelig dårlig tilpasning til at bære et så stort og kompakt dyr som en *Triceratops*. For at bære en sådan kropsvægt skal benene mere fungere som søjler og flyttes ind under kroppen, ligesom det er tilfældet hos vore dages store pattedyr som elefanter og næsehorn.

Der har imidlertid været en del tvivl om, hvorvidt *Triceratops* og andre ceratopsider overhovedet kunne rekonstrueres med lemmerne ind til kroppen, eller om de i virkeligheden burde monteres i en let skrævende stilling. Bagbenenes og bækkenets anatomi viser klart, at i hvert fald bagbenene har været holdt tæt ved kroppen. Dette har der været enighed om i de sidste 100 år. Uenigheden stod om forlemmernes stilling, for forbenenes anatomi er mere tvetydig. Det er helt klart, at benene ikke har kunnet fungere i den klassiske ekstremt hjulbenede stilling. Problemet er, at hvis de bliver rettet helt op og monteret inde under kroppen, som visse forskere har foreslået, så passer de ikke længere ind i skulderbladene.

Det skulle imidlertid vise sig, at problemet med at få forbenene hos ceratopsiderne sat sammen på en biomekanisk forsvarlig måde ikke kun lå i selve forbenet og skulderen, men også i den måde, man havde monteret ribbenene i brystkassen. Hos pattedyr går ribbenene nærmest lodret ned fra rygsøjlen, mens det har vist sig, at ribbenene hos dinosaurerne vendte mere bagud i den nederste del, ligesom hos fugle. Når ribbenene hos ceratopsiderne blev monteret på denne måde, blev brystkassen smallere fortil. Derved kom skulderbladets ledskål til at pege mere nedad, så forbenene kunne monteres tættere inde under kroppen. Dog stadig ikke lige så meget som hos andre firbenede dinosaurer og moderne store pattedyr, men absolut nok til at forbenene har kunnet fungere i et frem-og-tilbage plan og dermed bedre været i stand til at bære dyrets store vægt.

I tilfældet med ceratopsiderne er data fra kendte sporserier ikke helt så entydige som med hensyn til sporene fra andre dinosaurgrupper. Hvor man fra de andre dinosaurgrupper længe har kendt til talrige og velbevarede sporserier, var det først i 1995, at man i Colorado fandt en sporserie, der med nogen sikkerhed kunne henføres til en ceratopsid dinosaur. Sporserier, der stammer fra ceratopsider, viser, at bagbenene må have haft en lodret stilling og været placeret ret tæt sammen under kroppen, mens aftrykkene fra forbenene derimod er placeret længere fra sporseriens midterlinie (figur 2). Derved kan forbenene ikke have været placeret lige så tæt inde under kroppen, som det er tilfældet med bagbenene. Det er præcis den stilling, som de anatomiske analyser også peger på som den mest sandsynlige. Forskellige forskeres tidligere forslag om, at forbenene enten blev holdt i en bred krybdyragtig position eller var langt mere oprette og nærmest lignede lemmestillingen hos bøfler eller næsehorn, er altså begge forkerte. Tværtimod peger de anatomiske analyser på, at albuen ville have stukket ca. 30 grader ud fra kroppen - så kunne dyrene også bedre gå, uden at albuen ramte den store mave. Denne lemmestilling passer næsten præcis med det, man ser i sporserierne.

Så hvis *Triceratops* og de andre beslægtede ceratopsider skal monteres, så både anatomen og sporserierne passer med hinanden, skal bagbenene rettes op til næsten lodret stilling og flyttes ind under kroppen. Dog uden at være nær så



Figur 3. Da benene på den gamle model var støbt i et stykke, måtte de enkelte knogler saves fra hinanden. Foto: Bernd Herkner.

tæt på kroppens midtlinie, som man f.eks. ser det hos mange af de andre store dinosaurer som sauropoderne og store pattedyr i dag, ligesom der skal være en let bøjning i knæene. I forbenene skal albuen drejes omkring 25-30 grader ud fra kroppen, og albuen skal være kraftigt vinklet i forhold til underarmen, ligesom hos store pattedyr i dag. Selvom ceratopsiderne altså helt klart synes at have haft en mere bred forlemmestilling end store pattedyr og de fleste andre firbenede dinosaurer, er det dog langt mindre end de 70 - 90 grader, man så dem opstillet med i de gamle rekonstruktioner.

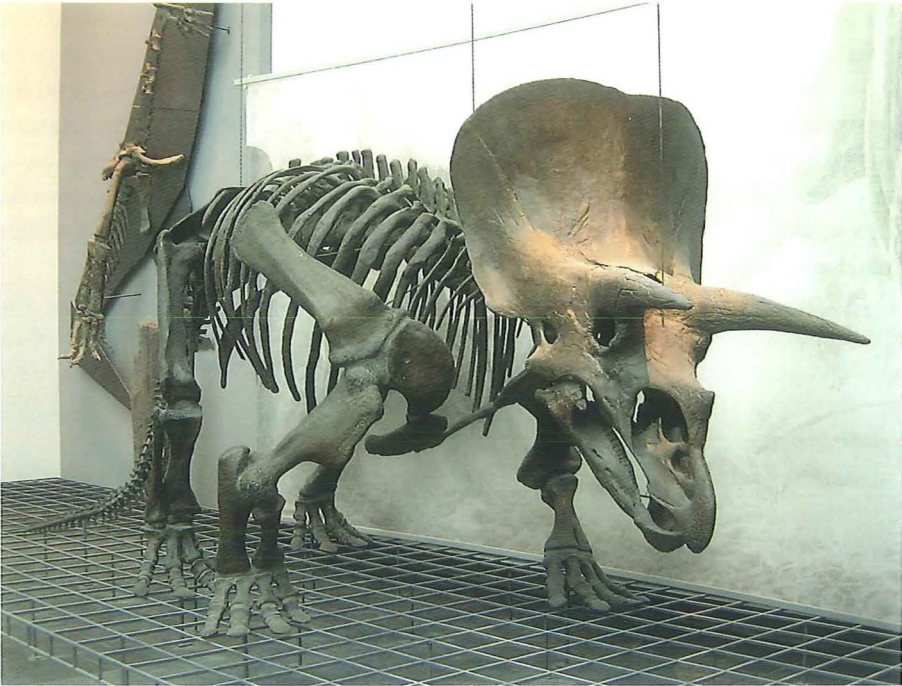
Det opstillede *Triceratops* skelet var fremstillet i 1890'erne, og benene var støbt som hele moduler, hvor de enkelte knogler var støbt sammen. Så for at skille knoglerne fra hinanden var det nødvendigt at save hver enkelt knogle fri fra de andre (figur 3). Dernæst skulle ledfladerne på de enkelte knogler rekonstrueres, da de dele jo var blevet ødelagt af savningen.

Efter at de enkelte knogler var blevet rekonstrueret, blev benene nu samlet i en betydelig mere opret stilling end tidligere (figur 4) og i overensstemmelse med de nye biomekaniske analyser af ceratopsidernes skeletter. Desuden blev føddernes placering i forhold til hinanden sammenlignet med data fra sporserier, så vinklen mellem for- og bagfod blev korrekt.

Det endelige resultat viste et dyr med en meget mere opret holdning end tidligere (figur 5). Bagbenene er placeret helt inde under dyret, og hvor forbenene før var



Figur 4. Efter at de bortsavede ledflader på knoglerne var blevet rekonstrueret, kunne de enkelte knogler nu igen samles, denne gang anatomisk rigtigt. Foto: Bernd Herkner.



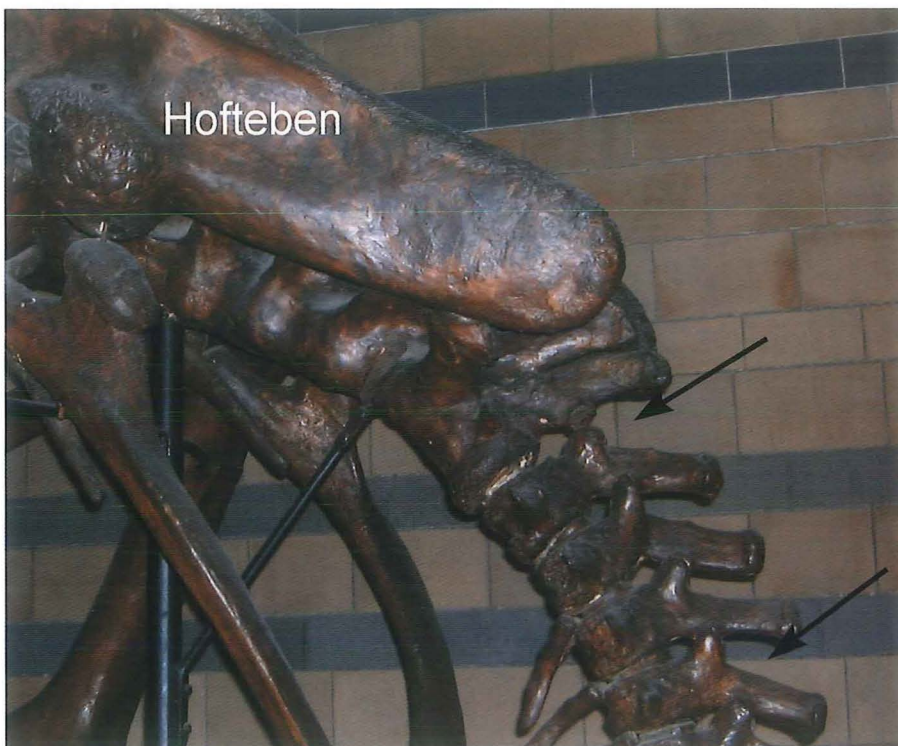
Figur 5. Sådan ser Triceratops-skelettet ud i dag, efter benstillingen er blevet rettet op. Bagbenene er nu helt lodrette og inde under kroppen, og forbenene er nu kun let vinklede ud fra kroppen. Foto: Bernd Herkner.

vinklet næsten 90 grader ud fra dyret, er de nu blevet rettet op så de kun er vinklet omkring 25 grader ud fra dyret. Derved er skelettet sat sammen på en måde, der passer både med knoglernes anatomi og de sporserier, man kender fra dyrene.

Det er ikke kun benstillingen, der er blevet rettet gevaldigt op hos ceratopsiderne. Også halen er blevet løftet fri af jorden og flugter nu med dyrets ryg på de nyeste rekonstruktioner. Det gamle syn på ceratopsider - og dinosaurer i det hele taget - dikterede jo, at de havde været typiske (om end store) krybdyr, og derfor blev de altid monteret med halerne slæbende hen ad jorden. At alle dinosaurerne, selv de allerstørste sauropoder, gik med halen løftet fri af jorden, er i dag et veletableret faktum både udfra anatomiske studier og udfra fossile sporserier. Af de tusinder af velbevarede dinosaursporserier, man i dag kender fra hele verden, er det kun ganske enkelte, der viser noget, der ligner aftryk af en hale. I disse tilfælde ser det mere ud som enkelte aftryk som skyldes en hale, der af og til er svunget ned og har rørt jorden. Altså ikke en lang sammenhængende fure som en permanent slæbende hale ville have efterladt. Halen hos ceratopsiderne er også meget kort

i forhold til de andre grupper af dinosaurer. Hvis man ser efter på de gamle opstillinger kan man se, at halehvirvlerne altid er blevet tvunget fra hinanden, for at halen kunne bøjes så meget nedad, at den kunne nå jorden (figur 6). Så indgroet var billedet af dinosaurerne som sløve krybdyr, at man på naturhistoriske museer verden over valgte direkte at forvride dyrenes haler så de kunne se 'rigtige' ud og slæbe hen ad jorden.

På de fleste seriøse museer i dag bliver dinosaurskeletterne nu rettet op og monteret, så de passer med virkeligheden, men blandt mere populære udstillinger og især de omrejsende dinosaurudstillinger ser man stadig nogle grelle eksempler på dinosaurrekonstruktioner, der i virkeligheden gør meget mere skade end gavn i deres forsøg på at formidle viden om dinosaurer til et bredt publikum.



Figur 6. Her ses det øverste af halen hos en Triceratops, hvor halen er blevet tvunget nedad i en næsten lodret stilling, så den kunne nå jorden. Bemærk, at halerodens hvirvler er vredet fra hinanden, så mellemrummet mellem hvirvlernes torntappe gaber i forhold til hinanden (pile). For at dyret skal være samlet rigtigt, skal torntappene være parallelle. Foto: Per Christiansen.