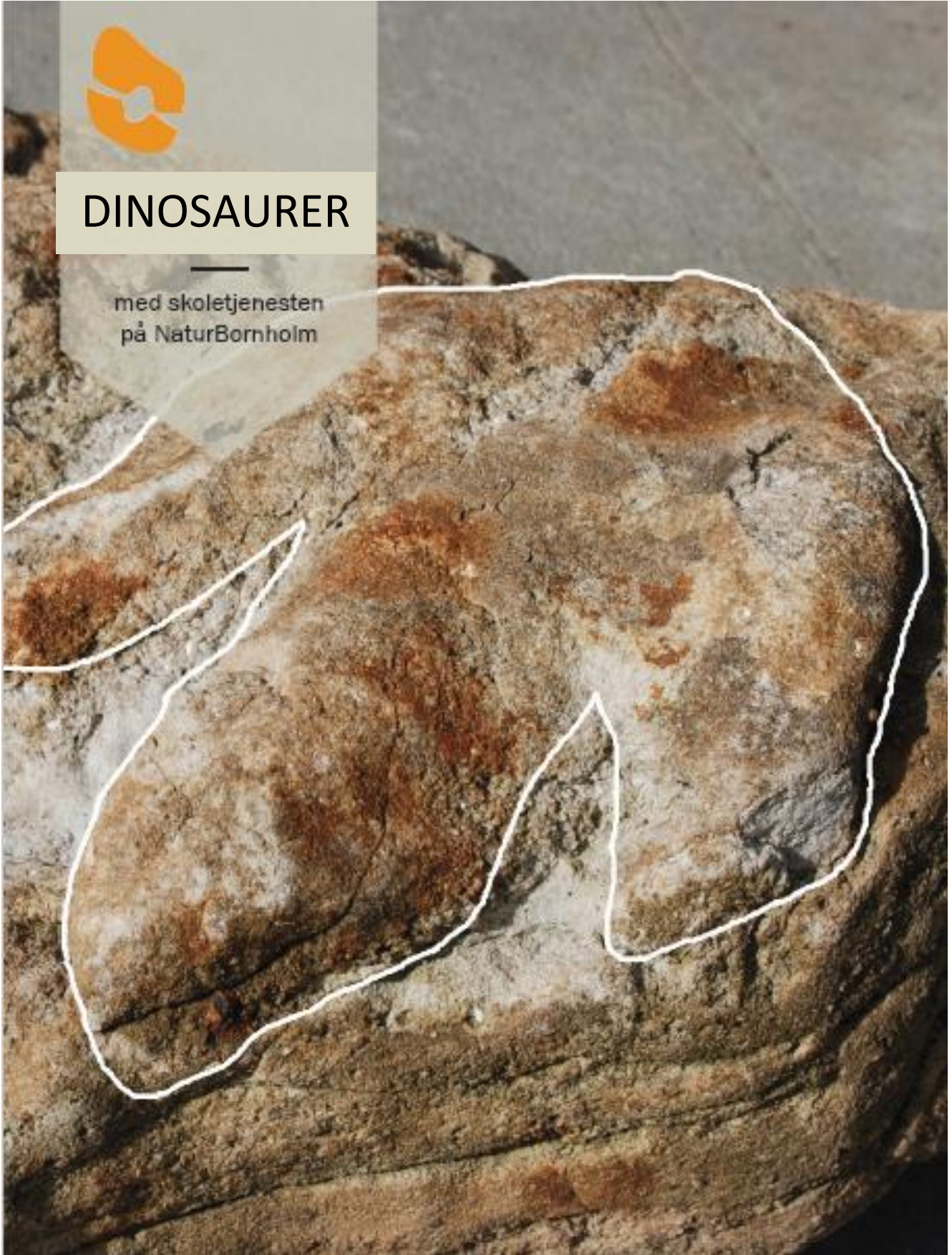




DINOSAURER

—
med skoletjenesten
på NaturBornholm



Indholdsfortegnelse

1. Forord	4
2. Dinosaurernes verden	4
Klima og plantevækst	4
Dyreliv	5
Kontinenterne i evig drift	6
3. Evolution	7
Klimaændringer, tilpasning og dyrenes udvikling.....	7
Krybdyrenes udvikling	8
Fra dinosaur til fugl	9
4. Dinosaurernes levevis og adfærd	11
Dinosaurer i alle størrelser	11
De lagde æg	13
Ensvarme og vekselvarme dinosaurer	13
De første hurtigløbere	13
Kost.....	14
Jagt og forsvar	14
Synlighed – kamuflage – neutralitet	15
Social intelligens	15
5. Hvordan ved vi det?	15
Fossiler afslører fortiden med et rigt dyreliv	15
Knogler og tænder fortæller om dyrets anatomi og fysiologi	15
Fodspor fortæller om dyrets adfærd.....	16
6. Danske fund	17
Tidsperioder og lokaliteter.....	17

Juratiden.....	18
<i>Stenonyx</i>	18
En ung langhals	18
Store planteædere og en theropod.....	19
Svaneøgler	21
Kridttiden.....	22
<i>Dromaeosauroides bornholmensis</i>	22
Sauropoder	24
Koprolit.....	25
<i>Stereognathus</i>	25
Multituberkulat	26
7. Litteratur	26



1. Forord

Bornholm er det eneste sted i Danmark, der lå over havets overflade på dinosaurernes tid. Derfor er det kun på Bornholm, man kan forvente at finde spor fra dinosaurer, som var landlevende dyr. Mange har søgt efter spor fra dinosaurer, men det var først i år 2000, det lykkedes at finde det første fossil. Siden er der gjort flere fund, og de vises frem i vores nye udstilling, der hedder "De danske dinosaurer". I udstillingen på NaturBornholm findes autentiske modeller af dinosaurer i naturlig størrelse, som har levet på Bornholm. Nogle er over 20 meter lange og andre er små som høns.

Udstillingen om de danske dinosaurer, bogen "Dinosaurerne var her" giver sammen med dette baggrundsmateriale en usædvanlig og inspirerende ramme for at lære om dyrs anatomi, adfærd og tilpasninger, livets udvikling og naturvidenskabelige arbejdsmetoder i natur/teknik- og biologiundervisningen. Baggrundsmaterialet kan bruges før eller efter et besøg på NaturBornholm.

2. Dinosaurernes verden

Dette afsnit fortæller om jordens klima, planter og dyreliv i Jordens middelalder kaldet Mesozoikum for 65-250 mio. år siden og om hvordan Bornholm så ud i dinosaurernes tid.

Klima og plantevækst

I Mesozoikum lå det område, der nu hedder Bornholm tættere på Ækvator og derfor var klimaet varmt og fugtigt. Gennemsnitstemperaturen i denne periode var – på grund af den øgede drivhuseffekt som følge af den øgede vulkanske aktivitet – cirka 10 grader højere, end den er i dag.

På grund af massiv vulkansk aktivitet, blev en masse CO₂ spyet ud i atmosfæren, og gav dermed gode betingelser for de grønne planter. Landskabet var dækket af en frodig plantevækst.

Plantevæksten var meget anderledes end i dag. Karsporeplanter som ulvefod, padderokker og bregner dominerede sammen med nøgenfrøede planter som nåletræer, ginkgotræer og koglepalmer. Bornholmske fossiler fra Juratiden og Kridttiden stammer netop fra padderokker, bregner, nåletræer, ginkgotræer og koglepalmer. Dækfrøede planter, som for eksempel løvtræer og blomsterplanter, der nu udgør 80 % af Jordens grønne planter, var endnu i deres spæde udvikling.



Det kan lyde mærkeligt at forskere er så urolige for mere CO₂ i atmosfæren i dag, når der har været meget mere CO₂ i luften tidligere. Men det er ikke niveauet der er problemet, det er den meget hurtige forandring med stigning i niveau, der er kritisk. Klimaforandringer er godt for nogle få arter, men for de fleste vil forandringerne være for store til at de kan nå at tilpasse sig. Det er med store klimaforandringer, mange arter uddør.

For 144-190 millioner år siden var det område, der nu hedder Bornholm en del af et kystnært landområde, der lå sydligere, der hvor nutidens middelhavsområde befinder sig i dag.



I juratiden for 170 mio. år siden var landskabet varmt og fugtigt. Der var en tropisk sumpskov med mange små søer, flodsletter og lavvandede laguner fyldt med liv, på kanten af et større hav.



I kridttiden for 140 mio. år siden var Bornholm et varmt lagunelandskab.

Dyreliv

På dinosaurernes tid var der et rigt dyreliv og ligesom nu, var der dyr i vandet, på land og i luften. Der var planteædere og rovdyr, men mange af dyrene var anderledes end dem, vi kender i dag. I havet levede muslinger, snegle, hajer, benfisk, svaneøgler, krokodiller og skildpadder. I luften fløj insekter og flyveøgler. På land levede dinosaurerne. På land var også pattedyrene. Men de var endnu små og nataktive. Dinosaurernes verden var altså et økosystem, komplet med store og små arter, planteædere, kødædere og altædende arter – præcis som økosystemet i dag.



- | | | | |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. Multituberkulat | 6. Sauropod - Ferganosaurus | 11. Haj - Hybodus | 16. Guldsmed |
| 2. Bregne | 7. Stegosaur - Huayangosaurus | 12. Fisk - Pycnodont | 17. Krokodille |
| 3. Bregne | 8. Rovdinosaur - Megalosaurus | 13. Musling - Neomiodon | 18. Skildpadde |
| 4. Koglepalme | 9. Rovdinosaur - Stenonyx | 14. Fisk - Lepidotes | 19. Dromaeosaurides bornholmensis |
| 5. Padderokke | 10. Snegl - Viviparus | 15. Primitiv fugl | 20. Korthalset svaneøgle |

Kontinenter i evig drift

Jordens kontinenter er i evig bevægelse. Hvor to kontinentplader støder sammen dannes bjerge. Hvor to kontinentplader bevæger sig væk fra hinanden, er der hyppigt vulkansk aktivitet. For 350 millioner år siden var Jordens kontinenter samlet som et stort superkontinent, Pangæa. I jura for 170 millioner år siden var Pangæa begyndt at dele sig op i to kontinenter – Laurasia mod nord og Gondwanaland mod syd.

Det nuværende Europa og Asien var et sammenhængende kontinent, Laurasia. I løbet af kridttiden bevægede kontinenterne sig, så de sidst i perioden så ud nogenlunde, som vi kender dem i nutiden. I dag bevæger Amerika sig væk fra Europa, mens Afrika nærmer sig.



350 mio. år

170 mio. år

nutid

Jordens kontinenter flytter sig

3. Evolution

Dette afsnit præsenterer vigtige træk i livets udvikling med fokus på krybdyrenes udvikling. Læsere får svar på nogle spørgsmål, f.eks. Er dinosaurer beslægtet med nutidens krybdyr? Hvad hedder dinosaurernes efterkommere? Hvilke dyr kunne overleve store naturkatastrofer?

Klimaændringer, tilpasning og dyrenes udvikling

Livets mangfoldighed er resultat af mange milliarders kamp om overlevelse. Dyr og planter varierer. Naturlige udvælgelser tilpasser livsformerne til eksisterende miljø. Nogle varianter, der er bedst tilpasset til omgivelserne, overlever. Livets udvikling er præget af tilfældigheder. Klimaændringer eller naturkatastrofer, for eksempel vulkanudbrud og meteoritnedslag rammer tilfældigt og fører til ændringer. Evolution foregår meget langsomt og sker i små skridt. Det kræver mange generationer før en ændring er synlig. Dyr, der ændres for at tilpasse sig nye måder at leve på overlever. De arter, der ikke ændrer sig uddør oftest. Derfor ser dyrene i dag anderledes ud end de dyr, der levede for millioner år siden. Kun få nulevende dyr har ikke ændret sig i millioner af år. Evolutionen ikke er noget, der foregik engang. Evolutionen foregår nu.

Dinosaurerne dominerede dyrelivet i 182 millioner år fra til 247 til 65 millioner år siden. Til sammenligning har mennesker kun eksisteret i ca. 200.000 år. For 65 millioner år siden forsvandt 75 % af Jordens dyrearter, da Jorden blev ramt af et kæmpe meteornedslag og der samtidig var en voldsom vulkansk aktivitet. I takt med de drastiske klima- og biotopændringer uddøde dinosaurerne og mange andre landdyr, men blandt de overlevende var krokodiller, skildpadder, fisk, insekter og små pattedyr. Massedøden var opstarten for de få overlevende små pattedyr, som udviklede sig til et væld af arter - heriblandt mennesket, og blev de dominerende på landjorden.

Før 65 mio. år siden var der **voldsomt vulkansk aktivitet** flere steder på Jorden. Store områder blev dækket af et tykt lag af lava og aske. Vulkanudbrud sendte enorme mængder svovl og CO₂ op i atmosfæren. Før 65 mio. år siden blev Yucatan-halvøen ramt af et kæmpe **meteornedslag**. Meteoren var stor nok til at medføre katastrofale følger for livet på Jorden. Enorme mængder af aske og slagger blev slynget op i atmosfæren. Syreregn, der bl. a. ødelægger planter, faldt fra den svovlfyldte atmosfære og sammen med støv og aske skyggede det for solen. Det førte til en global nedkøling og dramatiske ændringer i dyre og planteliv.



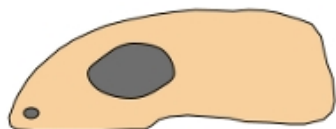
Krokodiller og skildpadder kan overleve de mest ekstreme omstændigheder ved at nedsætte deres stofskifte og dermed deres fødebehov drastisk. De kan undvære føde i flere måneder. Derfor kunne krokodiller og skildpadder overleve naturkatastrofer, der har påvirket klimaet.

De har været så fuldendte, at det ikke har været nødvendigt at ændre udseende gennem 250 mio. år. Man kalder dem levende fossiler.

Krybdyrenes udvikling

At fuglene er dinosaurernes efterkommere betyder ikke, at dinosaurerne slet ikke er beslægtet med krybdyrene. Dinosaurerne dominerede livet på landjorden i 185 millioner år, indtil de for 65 millioner år siden uddøde. Skildpadder og krokodiller er krybdyr, som levede på samme tid som dinosaurerne. De har overlevet til i dag. Blandt nulevende krybdyr er krokodiller dinosaurernes nærmeste slægtninge.

De tidligste krybdyr opdeles efter deres kranieopbygning i tre forskellige grupper:



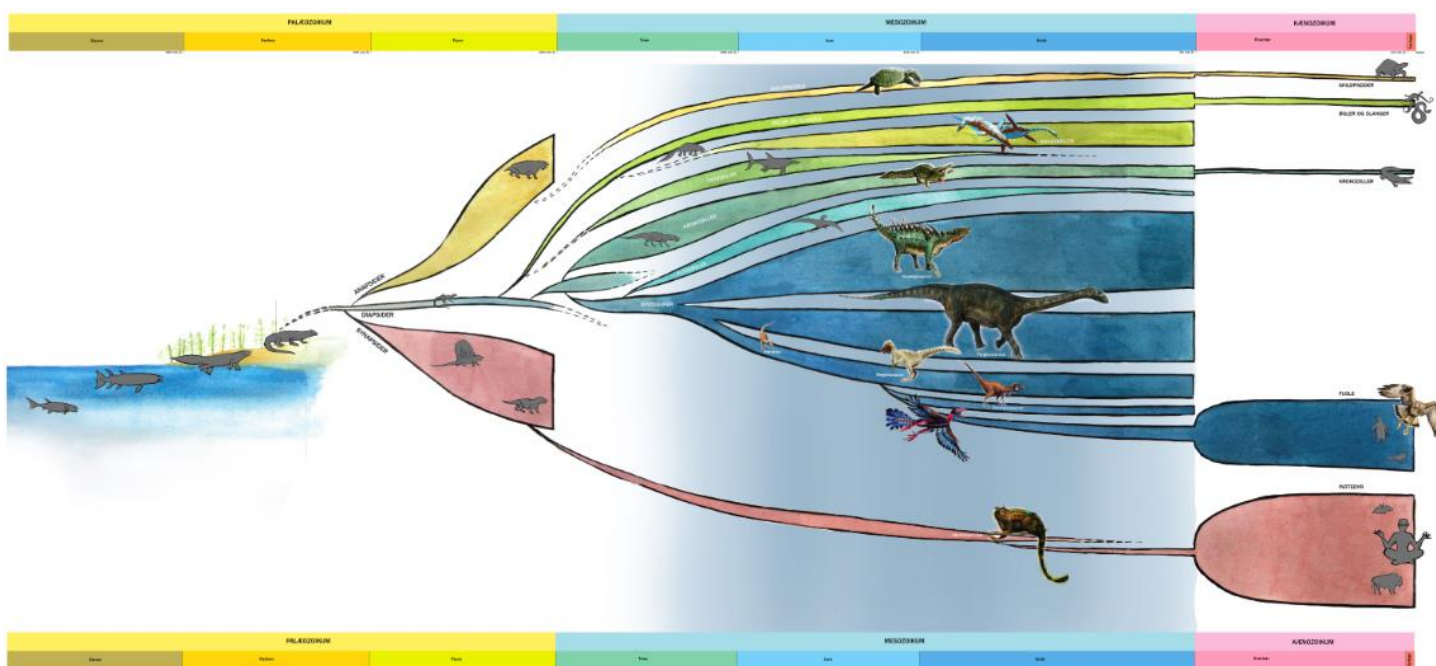
Anapsiderne, dem uden hul i kraniet, hvorfra skildpadderne udviklede sig.



Diapsiderne, dem med to huller i kraniet, som udviklede sig til svaneøgler, øgler, slanger, krokodiller og dinosaurer. Fra en gruppe af dinosaurer udvikledes fuglene.



Synapsiderne, dem med ét hul i kraniet, hvorfra pattedyrene senere udviklede sig.



Krybdyrenes stamtræ - Tykkelsen repræsenterer dyregruppernes størrelse.

Bemærk at dette IKKE er et komplet stamtræ, men de vigtigste træk i krybdyrene og deres efterkommeres udvikling.

Fra dinosaur til fugl

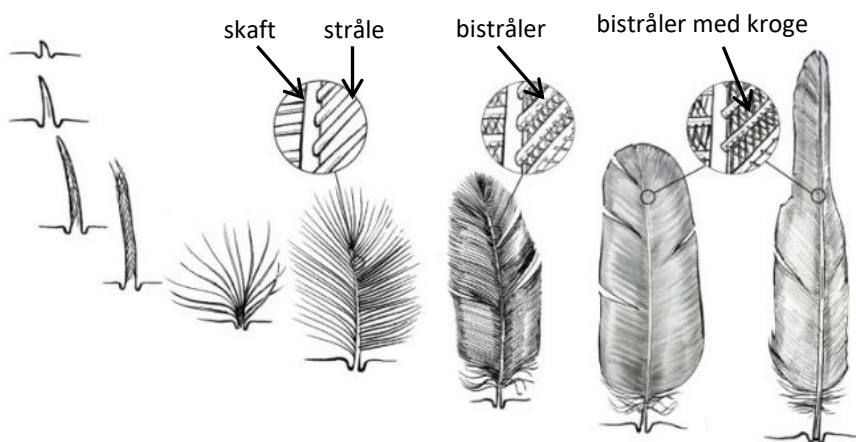
Dyr virker på samme måde, om de lever nu eller har levet i fortiden. For eksempel hvis man skal flyve, skal man bruge vinger, ligegyldig om man er en fugl, en flyveøgler eller et insekt.

Dyr der ændres for at tilpasse sig nye måder at leve på, overlever. Evolutionære ændringer i dyrenes anatomi sker i små skridt. Mange små ændringer i løbet af mange generationer med variation og naturlige udvælgelser kan skabe flyveegenskaber.

Gennem de seneste år har flere fund, bl.a. fra Kina, afsløret, at mange rovdinosaurer havde fjer. Deres fjer var primitive og hjalp dyret til at holde på kropsvarmen. Dinosaurerne kunne ikke flyve, men efterhånden blev fjerdragten mere farvestrålende. Farverne kunne bruges som signaler til at true eller imponere artsfæller, ligesom vi i dag kender det fra fuglenes verden.



Overgang fra dinosaurer til fugle



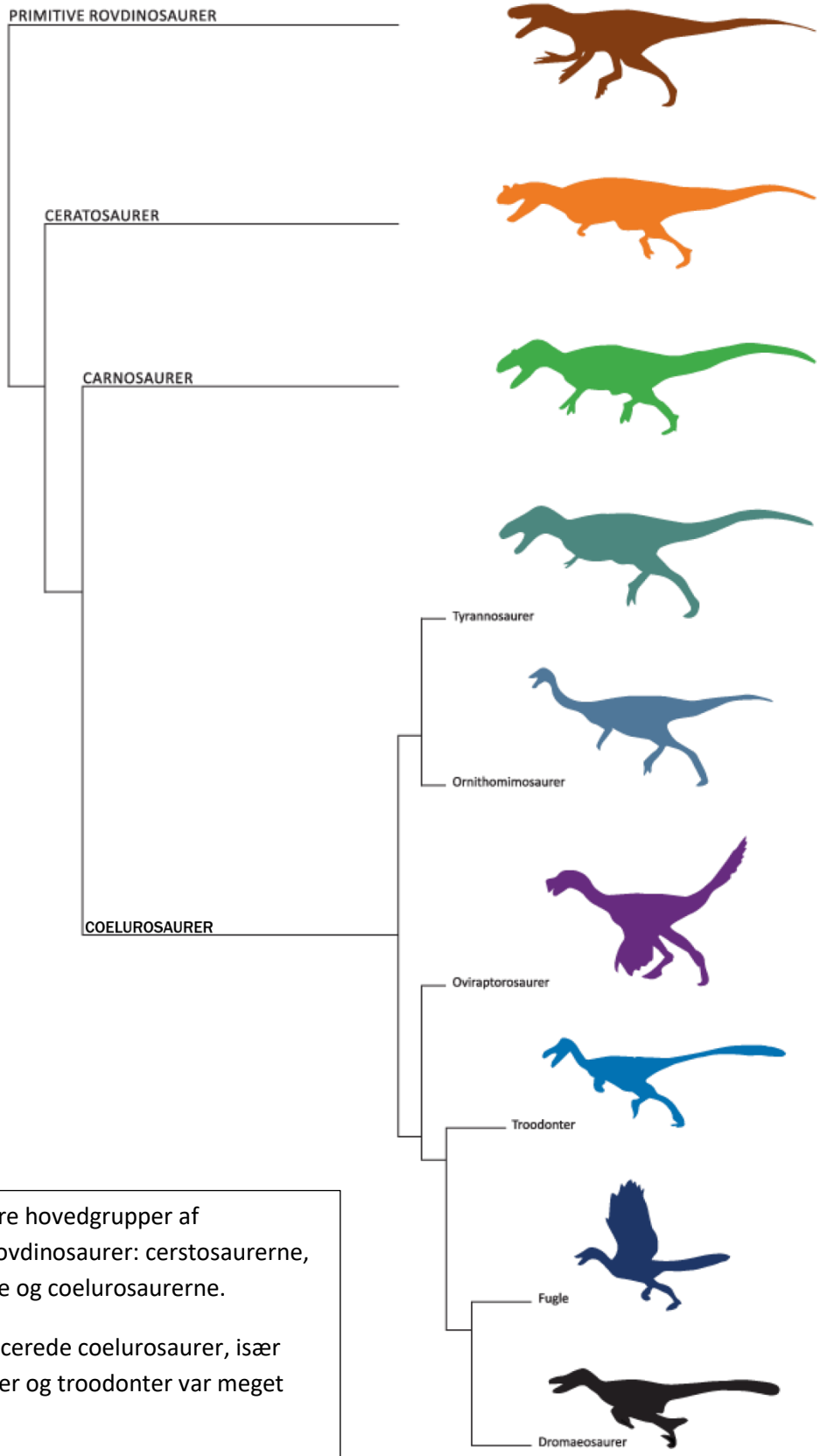
Fjerudvikling

De første fjer var luftfyldte udposninger. Senere fik fjerene flere stråler som en lille dusk. Efterhånden udvikledes fjer med skaft og sidestillede stråler, som derpå forgrenede sig med bi-stråler. Asymmetriske håndsvingfjer er en forudsætning for flyveevne.

Med de nye fund kan man se en direkte overgang fra dinosaurer til fugle.

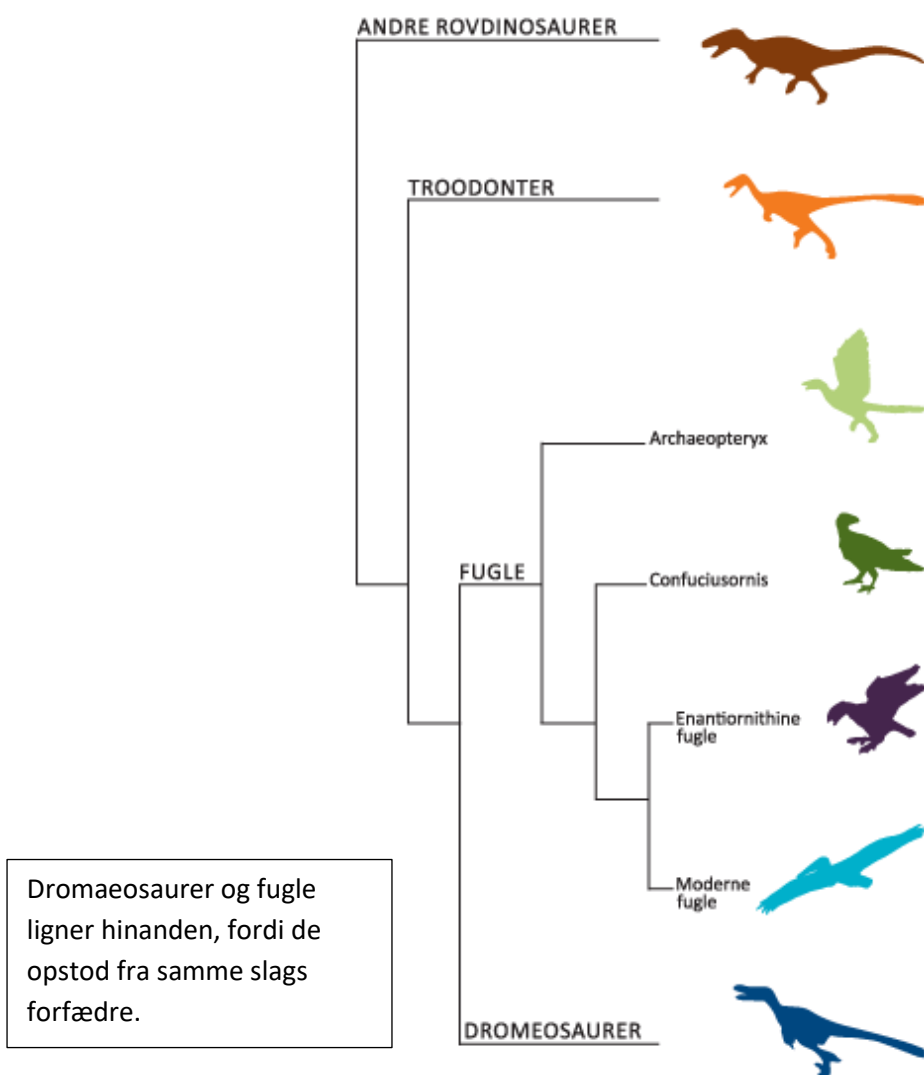
Fuglenes nærmeste slægtninge er Dromaeosaurer, en artsrig gruppe af fjerklædte rovdinosaurer. Der findes mange fælles karaktertræk i skelettet på fugle og de evolutionært set avancerede rovdinosaurer. For eksempel har Dromaeosaurer ligesom fugle, luftkanaler i kraniet og et brystben også kaldes ønskeben, der er delt i to. Dromaeosaurernes fødder minder meget om fuglefødder.

Efter at have domineret livet på landjorden i 182 millioner år forsvandt dinosaurerne for 65 millioner år siden. Men det var ikke dem alle, som uddøde. Nogle enkelte arter havde lagt grunden til fuglenes udvikling. Undersøgelser af DNA fra fugle har vist, at nutidens fugle er direkte efterkommere af fortidens dinosaurer.



Det er tre store hovedgrupper af avancerede rovdinosaurer: cerstosaurerne, carnosaurerne og coelurosaurerne.

De mest avancerede coelurosaurer, især dromaeosaurer og troodonter var meget fugleagtige.

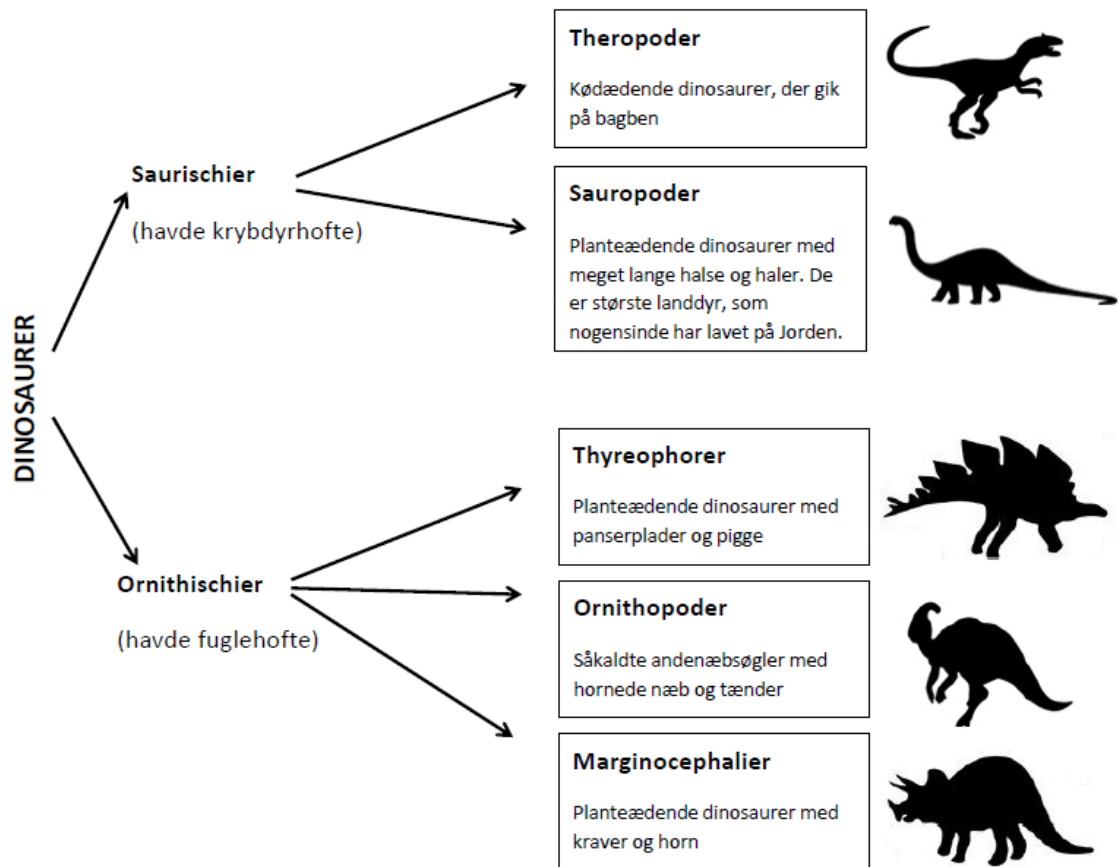
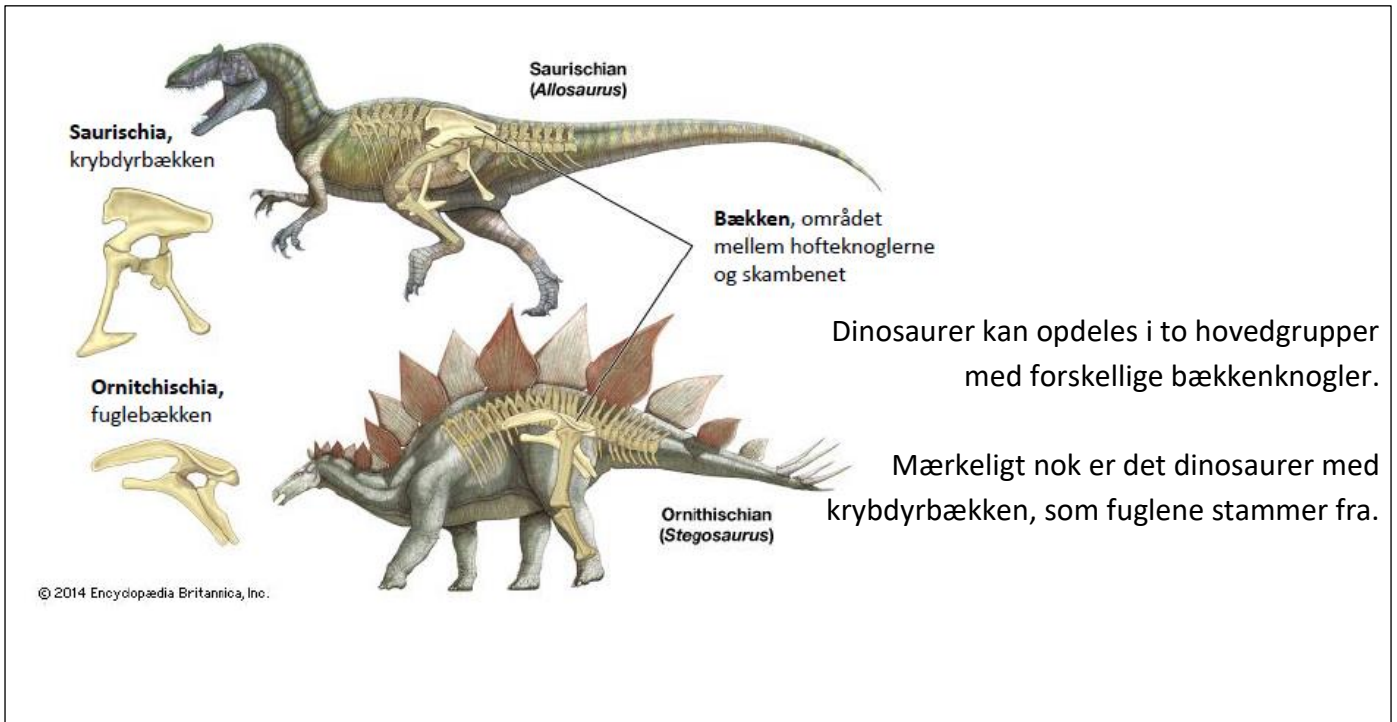


4. Dinosaurernes levevis og adfærd

Dette afsnit fortæller om dinosaurernes spændende liv. Læseren kan blive klogere på disse fortidsdyrs anatomi, adfærd, tilpasninger og slægtskab.

Dinosaurer i alle størrelser

De fleste tænker på store og frygtindgydende dyr, når de hører ordet dinosaurer. Det er heller ikke helt forkert. Mange dinosaurer blev meget store og er berømte for at have været enten giganter eller drabelige rovdyr. Men der findes lige så mange arter af små dinosaurer, som der gjorde af de kæmper, mange af os har hørt om.



Dinosaurernes hovedgrupper

De lagde æg

Dinosaurerne var krybdyr. Krybdyr lægger æg ligesom fugle. Nogle dinosaurer gravede reden ned og lod jordvarmen ruge æggene ud. Andre dinosaurer rugede på æggene i en rede. En nyklækket *Huayangosaurus* var 8 cm lang og vejede 100 g. Som voksen kunne den blive 4 m lang og veje 500 kg. Nogle utrolig store dinosaurer var som unger ganske små. Til gengæld voksede de hurtigt i mange år. En nyklækket *Ferganosaurus* var kun 20 cm lang og vejede 200 gram. Som voksen kunne den blive 20 m lang og veje 15.000 kg. *Ferganosaurus* kunne øge vægten med 2 kilo om dagen. Den voksede 100 gange sin egen længde fra den blev klækket ud af ægget til den blev en fuldvoksen. Til sammenligning vokser et menneske ca. 4 gange sin fødselslængde i nogle få år til voksent individ.

Ensvarme og vekselvarme dinosaurer

Mennesker og alle andre pattedyr har pels, der er små hår, som hjælper os med at holde varmen. Fugle har udviklet fjer. Fugles fjer og pattedyrs pels hjælper de ensvarme dyr til at holde på kropsvarmen. Det betyder, at når man finder fjer eller pelslignende strukturer hos uddøde dyr, så må formålet have været tilsvarende. Vekselvarme dyr bevæger sig langsommere når de er kolde. Til gengæld bruges de kun lidt energi på at varme kroppen op.

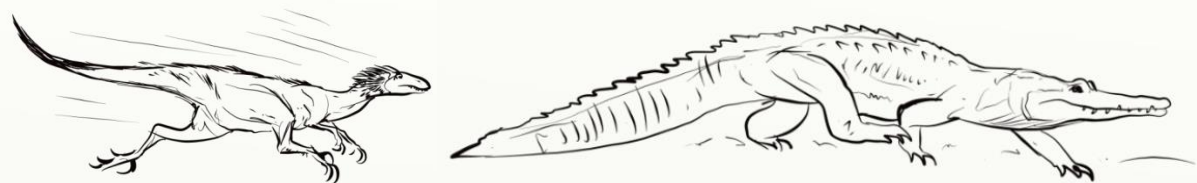
ensvarme dyr (pattedyr og fugle) holder en konstant kropstemperatur. De har højt stofskifte og bruger en del af deres energi til at producere varme. Kropstemperaturen hos **vekselvarme dyr**, f.eks. krokodiller og skildpadder, styres overvejende af omgivelsernes temperatur.

I mange år troede forskerne, at dinosaurer var vekselvarme dyr, ligesom de krybdyr der lever i dag. Men i de senere år har man fundet ud af, at dinosaurerne var delvist ensvarme. Mange dinosaurer havde en slags fjerdragt, som de kunne bruge til at holde sig varme med. Ensvarme dinosaurer kunne bevæge sig aktivt uanset den omgivende temperatur. Kødædere var farligere jægere, og planteædere blev bedre til selv at undslippe rovdyr. De fleste dinosaurer med fjer var kødædere.

De første hurtigløbere

Nogle dyr, som har længere og slankere ben, er gode til at løbe hurtigt. Andre dyr er gode til at skjule sig med camouflage, eller beskytte sig med skjold og pigge.

Dinosaurer havde benene inde under kroppen på en særlig måde, som de andre krybdyr ikke havde. Deres ben skrævede altså ikke ud til siden, som de gør hos de fleste krybdyr og padder – fx krokodiller og firben i dag. På den måde kunne dinosaurer gå mere oprejst, og derfor kunne de også løbe hurtigere fra fjender eller efter byttedyr. Det gav dinosaurerne en kæmpe fordel og gjorde dem til den mest dominerende dyregruppe i mange millioner år. Benenes placering var altså hemmeligheden bag dinosaurernes succes - sammen med fjerene.



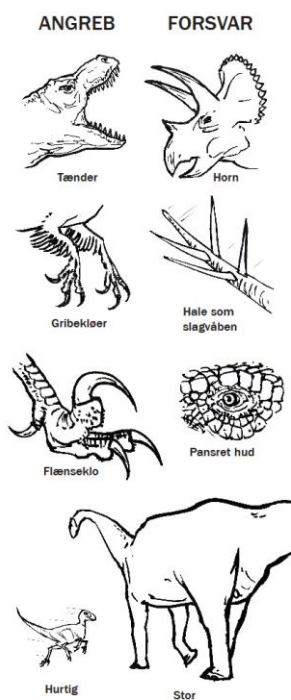
Kost

Selv om dyrelivet så meget anderledes ud i dinosaurernes tid, havde de faktisk mere tilfælles med nutidens dyr, end man skulle tro. Ligesom nutidens dyr spiste forskellige dinosaurer forskellig slags føde. Nogle var planteædere, mens andre spiste insekter, fisk og andre dinosaurer. Dyr tilpasses det, de spiser. For eksempel har planteædende dyr ofte flade tænder til at kværne stive plantematerialer med, ligesom menneskers kindtænder. Derimod er rovdyrs tænder oftest spidse og skarpe eller savtakkede som kunne bruges til at holde fast i byttet og til at skære gennem kød og knogler. De forstenede tænder fra et uddødt dyr, kan fortælle os, hvilken kost dyret spiste. De planteædende dinosaurer måtte bruge masser af tid på at æde. Der skulle mere end hundrede kilo planter pr. dag til at mætte en godt 10 meter lang og 10 tons tung sauropod som *Ferganosaurus*. Deres tænder var gode til at rive de grønne blade af træer og buske, men tænderne var ikke gode til at findele føden. Planteædende dinosaurer slugte føden uden at tygge. Mange dinosaurer havde kråser ligesom fugle og krokodiller. Kråsen er en muskelmave med sten som dinosaurerne havde slugt. Stenene hjælper til at findele føden, når musklerne trækker sig sammen.

Jagt og forsvar

Dyrenes kropsbygning viser, hvordan dyrene er tilpasset til at leve i naturen. Fortidens og nutidens rovdyr har meget til fælles. Lige som nutidens rovdyr havde rovdinosaurer en slank krop med lang hale og lange ben med dødbringende klør. Deres mave var lille og i kæberne havde den skarpe tænder. Rovdinosaurer kunne løbe hurtigt. I modsætning til nutidens rovdyr løb de på bagbenene og ikke på alle fire. Derfor så de anderledes ud end rovdyr i dag.

Planteædende dinosaurer måtte være på vagt for rovdinosaurer på jagt efter bytte. Nogle arter havde kropspanser med benplader og pigge samt slagvåben i form af en tung halekugle som gjorde et angreb besværlig for en sulten rovdinosaur. Sauropoder var ikke truede af rovdyr, fordi de var kæmpestore.



Huayangosaurus var en planteædende dinosaur, som med sin pansrede krop og spidse pigge havde et effektivt forsvar.

Megalosaurus og *Dromaeosaurus* hørte til en gruppe af rovdinosaurer med frygtindgydende tænder og klør. De var tilpasset til at jage, dræbe og flænse byttedyr.



Synlighed – camouflaje - neutralitet

Der er både fundet aftryk af skæl og af fjer på dinosaurhud. Farverne på dyrs skæl og fjer bruges enten til at være på vagt eller jagt, eller til at pynte sig. Når man er på jagt eller vagt, gælder det om at camouflere sig ved at ligne omgivelserne. Nogle dinosaurer gik i ét med omgivelserne. Deres mønster på kroppen holdt dem skjult. Tilsvarende camouflaje har mange af nutidens dyr, for eks. rådyr eller ugler. Nogle andre dinosaurer kunne have farvestrålende prydenstande for bedre at kunne tiltrække en mage eller true fjender. Store sauropoder havde ikke mange naturlige fjender og behøvede ikke at kamuflere sig, ligesom elefanter.

Social intelligens

Hvis dinosaurerne havde levet i dag, ville dinosaurerne blive betragtet som primitive hvad angår tænkning. Lidt klogere end krybdyr. Men man behøver jo også kun at være lidt klogere end de andre, der lever omkring en, for at være den klogeste. Og da dinosaurerne generelt var meget dygtige til at skaffe sig mad, undgå at blive spist og føde levedygtige afkom, så var der ikke noget evolutionært pres for at udvikle intelligens på det niveau, der findes i nutidens dyr. Dog udviklede disse dinosaurer en vis social intelligens. Det betød at de kunne jage i flok, så de mindre dinosaurer sammen kunne nedlægge et stort bytte.



5. Hvordan ved vi det?

Dette afsnit præsenterer palæontologi, læren om uddødt liv. Læsere får svar på nogle spørgsmål, f.eks. Hvad laver en palæontolog? Hvordan dannes et fossil? Hvad fortæller fossiler?

Fossiler afslører fortiden med et rigt dyreliv

Igennem jordens historie har der levet mange forskellige slags dyr. Langt de fleste af dem nu er uddøde. For at kunne vide noget om dyr, der har været døde i mange millioner år, må man kigge på, hvad der er bevaret fra dyret, og hvordan disse rester kan sammenlignes med andre fund og med nutidens dyr. Når et dyr dør, bliver det oftest spist af andre dyr, eller rådner og forsvinder. Nogle gange bliver knogler og tænder, afføring eller fodspor dækket af sand eller mudder, og på den måde kan de blive lavet om til en forstening. Processen kan tage mange millioner år.

Knogler og tænder fortæller om dyrets anatomi og fysiologi

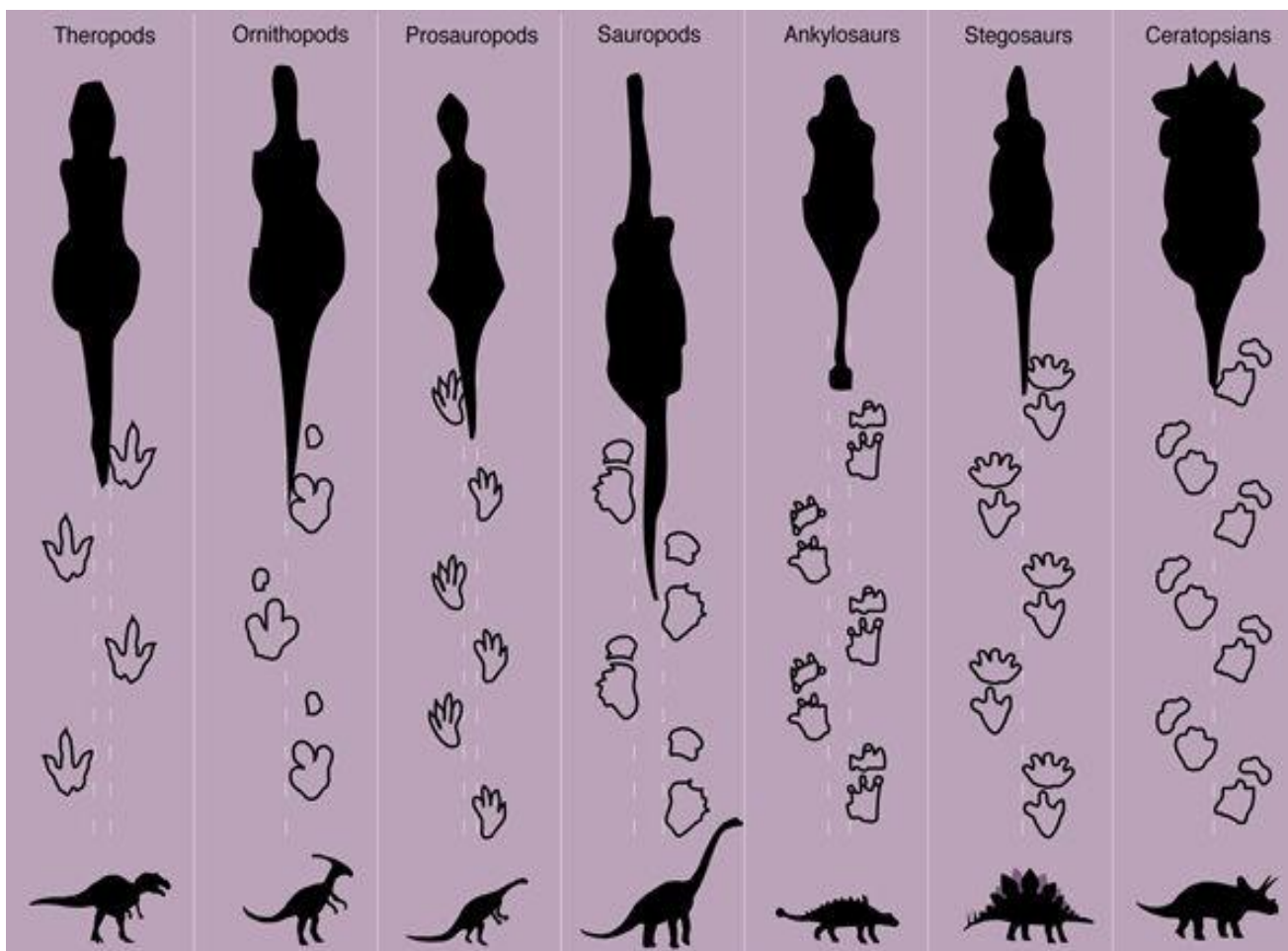
Rekonstruktionen af dyret ud fra de fossiler, der blev fundet, involverer dygtige fagpersoner med stor viden om kropsbygningen og fysiologien hos nulevende dyr. Muskler og bindevæv rekonstrueres ud fra knoglernes udformning og størrelse. Ved hjælp af en supercomputer og CT skanninger af kraniet kan forskere genskabe de lyde, som de mener, at dyret udsendte for millioner år siden. Farve og hud er oftest resultat af kvalificeret gæt. Mange gange gætter palæontologer på et dyrs udseende ud fra ganske få fossiler. Nogle gange skal de revidere deres opfattelse, når flere eller andre fossiler fra samme dyreart dukker op, så vi får mere viden.

Fodspor fortæller om dyrets adfærd

I løbet af sit liv efterlader et dyr nemt mange tusinde fodspor. Når dyret dør efterlades kun ét skelet. Skønt knogler er mere holdbare end fodspor, finder vi langt flere fodspor end knogler fra dinosaurerne.

Vores egne fodspor kan se forskellige ud, afhængig af om vi træder langsomt eller løber stærkt. Også dyrenes fodspor kan fortælle os, hvordan et dyr har bevæget sig. For eksempel skridtlængden kan fortælle, hvor langsomt eller hurtigt et dyr har bevæget sig. Jo længere afstanden er, jo hurtigere har dyret bevæget sig.

Fodspor kan også illustrere om dyret har gået på to eller fire ben, alene eller i flok. Nogle steder i verden er der bevaret sporserier fra jagtscener. Så finder man fodspor fra både byttedyr og rovdyr.



6. Danske fund

Dette afsnit præsenterer resultater af palæontologiske undersøgelser foretaget på Bornholm. Der er fundet fossiler – forstenede tænder, knogler, forstenede ekskrementer og aftryk fra dyrene i 190-140 millioner år gamle geologiske lag fra Jura og Kridt på Bornholm. Fossilerne bliver ofte fundet, hvor der er gravet efter råstoffer.

Der er fundet spor i form af tænder og fodspor fra dinosaurer 3 steder i Danmark, alle på Bornholm. Fra Bornholm kender vi nu 6 forskellige former af dinosaurer, som dominerede Jordens dyreliv gennem 185 millioner år i perioden fra 250 millioner til 65 millioner år siden.

Tidsperioder og lokaliteter

1 Vestkysten, 190 mio. år

- fodspor fra en *Stenonyx*
- overarmsknogle, bækkenknogle, hvirvellegeme (ryg- og halshvirvler), ribben og tænder fra svaneøgler

Vestkysten, 168 mio. år

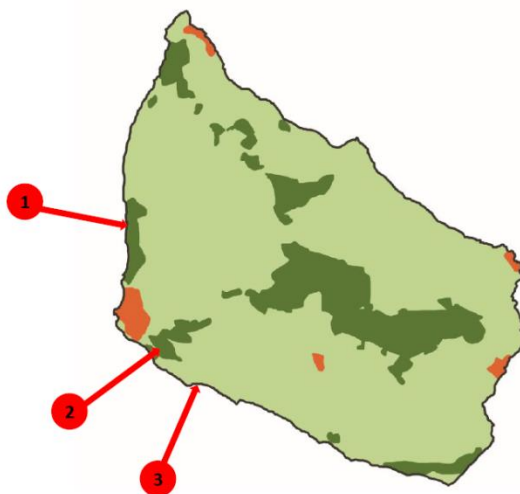
- fodspor fra sauropoder, for eks. *Ferganosaurus*
- fodspor fra en pansret dinosaur i Stegosaurus gruppen, for eks. *Huayangosaurus*
- fodspor fra en theropod, for eks. *Megalosaurus*

2 Sydkysten, 140 mio. år

- tænder fra en *Dromaeosauroides bornholmensis*
- tand fra en *Titanosaurus*
- koprolit fra en rovdinosaur, haj eller en skildpadde
- knogler fra krokodiller og skildpadder

3 Sydkysten, 144 mio. år

- tænder fra små fuglelignende theropoder på størrelse med høns
- fodspor-profil fra sauropoder
- tand fra et lille pattedyr, en *Multituberculat*
- fodspor fra en sauropod



Juratiden

Stenonyx

Ved Røgerierne i Hasle er der i 2015 fundet et forstenet fodspor i 190 mio. år gammel Haslesandsten fra en lille rovdinosaur – en *Stenonyx*. Fodsporet er på størrelse med en 2 krone og ud fra sporets størrelse kan man regne ud at den fuldvoksne *Stenonyx* ikke har været større end 15 cm i højden og 60 cm i længden. Fodsporet er fra dinosaurens højre fod. Den mindste danske dinosaur *Stenonyx* satte sporet for 190 millioner år siden, da den gik på lavt vand langs kysten for at finde føde, som for eksempel børsteorme og andre bløddyr.

Stenonyx er kun kendt fra fodspor. Den er beskrevet fra fund i Polen og nu fra Bornholm. Fodsporene er sat på kystnær havbund med periodevis tørlægning. Landdyr som dinosaurer kunne søge føde i lave vandpytter på stranden på samme måde som vadefugle gør i dag.



Stenonyx, model

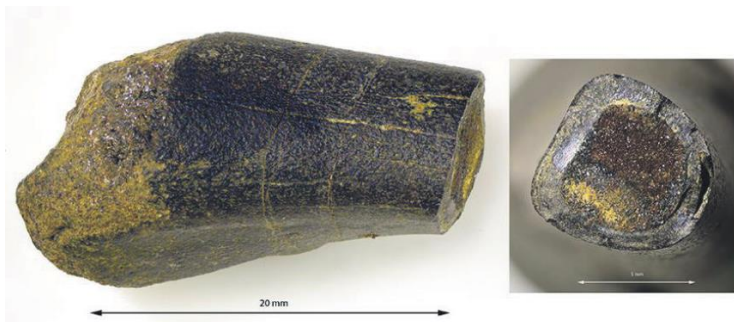


Stenonyx, forstenet fodsporafttryk



En ung langhals

I Hasle Klint i 190 mio. år gammel Haslesandsten er der fundet en 2,5 cm lang knoglestump fra en såkaldt sauropodomorf dinosaur – en dinosaur der tilhører sauropoder, en gruppe af langhalsede dinosaurer. Knoglen er et stykke af et lårben, der ikke har været længere end 10 – 15 cm i alt og stammer fra et meget lille ungt dyr, der var højst 2 m langt og 0,5 m højt. Det er første knoglefund af en dinosaur i Danmark.

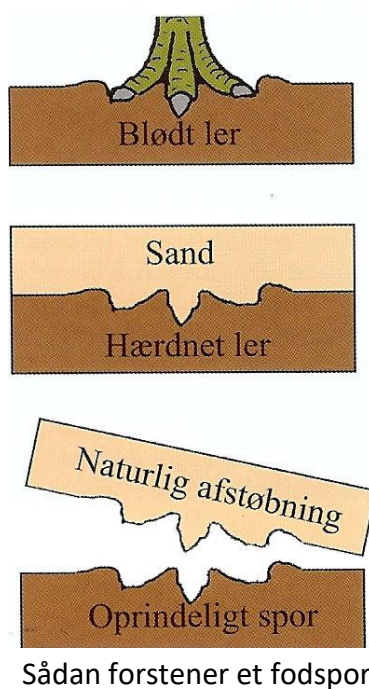


Knoglen fra en lille sauropodomorf dinosaur. Foto fra Geologisk Museum

Store planteædere og en therapod

På Bornholm er der også fundet fodspor fra store sauropoder, en mindre pansret dinosaur og en rovdinosaur i juratidens sandsten på kysten ved en lergrav i Sorhat. Dinosaurerne vandrede på en lerslette og efterlod tydelige fodspor i leret. Sporene blev dækket af sand, som med tiden hærdes og blev til sandsten.

167 mio. år senere begyndte man at grave efter ler til produktion af klinker. For at nå ned til leret blev sandstenen fjernet. Det er i disse sandsten, der er fundet spor efter dinosaurer: to planteædere – *Ferganosaurus* og *Huayangosaurus* og en kødæder *Megalosaurus*.



Der blev fundet spor fra en dinosaur i Sauropod gruppen, fra en dinosaur i Stegosaurus gruppen og fra en i Theropod gruppen. Det er umuligt at artsbestemme dem, men vi har valgt at bruge *Ferganosaurus*, *Huayangosaurus* og *Megalosaurus* til at repræsentere fodsporene.

Huayangosaurus - Den bedst beskyttede dinosaur fra Bornholm

En dinosaur i Stegosaurus gruppen *Huayangosaurus* var en planteædende dinosaur, som med sin pansrede krop, kraftfulde kæbe med skarpe tænder og spidse pigge havde et effektivt forsvar. Dyret har fået sit navn efter Huayang-provinsen i Kina. Her er fundet et komplet skelet af denne type dinosaur. Bornholm og Kina i juratiden var del af det fælles sammenhængende kontinent, Laurasia. Derfor mener vi, at *Huayangosaurus* er et godt bud på vores dinosaur.

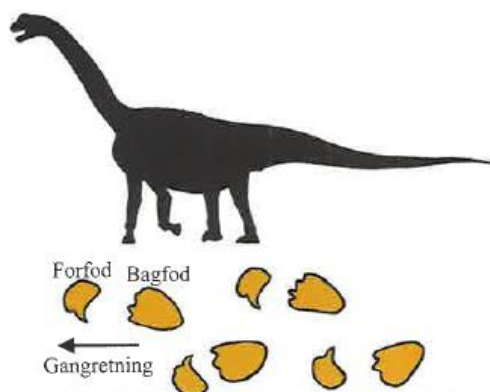


Ved at lave en afstøbning af sporet får man en form, som sporet så ud, da dinosauren satte det 168 mio. år siden. I formen kan ses lange furer dannet af dinosaurens fem korte tæer.

Det 25 cm lange fodspor, fundet i 2004, er fra bagfoden af en mindre pansret dinosaur. Arten kan ikke bestemmes, men det kunne være en *Huayangosaurus*.

Ferganosaurus - Den største dinosaur fra Bornholm

Ferganosaurus hører til gruppen af dinosaurer, som kaldes sauropoder. I denne gruppe af dinosaurer findes nogle af de allerstørste dyr, som har levet på landjorden. De kolossale dyr havde omkring 80 knogler i sin lange hale. Det var en fordel at være så stor. De kunne bedre holde varmen, nå højere op efter føde i trætoppene og være mere sikre.

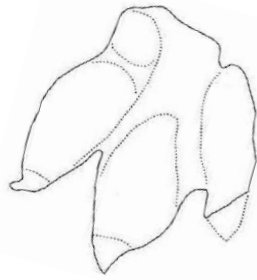


Det 70 cm lange fodspor, fundet i 2004, er fra bagfoden af en 20 meter lang sauropod. Arten kan ikke bestemmes, men det kunne være en *Ferganosaurus*.

Juratiden var tiden for de største planteædende dinosaurer, og de gigantiske dyr har gået rundt på Bornholm. Men de var ikke alene i den tropiske vegetation. Faren lurede i skyggerne, for de grådige tretåede rovdinosaurer har også sat deres fodspor.

Megalosaurus - Den stærkeste dinosaur fra Bornholm.

Navnet betyder den store øgle. *Megalosaurus* hører til den gruppe af dinosaurer, som kaldes theropoder. En rovdinosaur som *Megalosaurus* havde sine jagtmarker på Bornholm og hørte til en gruppe af rovdinosaurer med frygtindgydende tænder og kløer. De var tilpasset til at jage, dræbe og flænsede byttedyr. Man mener deres krop var dækket af forstadier til fjer, som en dunet kylling. Disse fjer har været med til at holde den rette temperatur hos *Megalosaurus*, de har dog ikke tjent som flyvefjer. NaturBornholm har valgt at følge udviklingen i videnskabens kendskab til fortidens dyr, og iklæde dette dyr primitive fjer.



Skitse af fodspor, hvor trædepuderne er indtegnet med stiplede linjer.

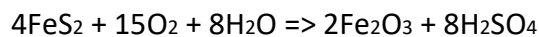


Fodsporet, fundet i 2010

Fodsporet er ca. 25 cm langt, og det betyder, at dyret har været ca. 1 m i hoftehøjde. Totallængden fra snude til halespids har nok været 3 m, og vægten et par hundrede kg. Arten kan ikke bestemmes, men det kunne være en *Megalosaurus*.

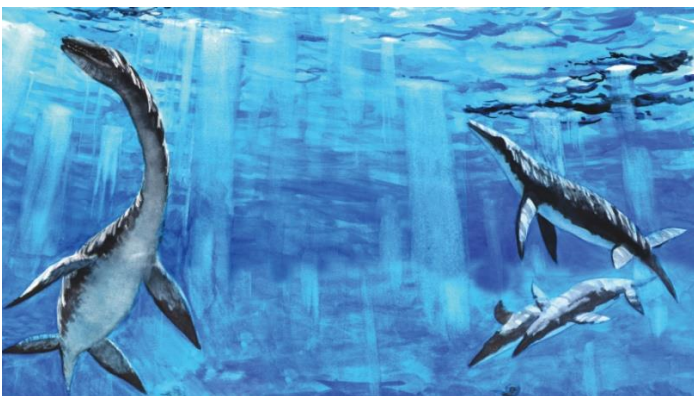
Årsagen til, at der kun blev fundet få knogler på Bornholm, er at knoglerne indeholder kalk, som er blevet opløst af surt vand med svovlsyre. Det sure miljø er forårsaget af mineralet pyrit.

Pyrit eller svovlkis er kemisk en jernsulfid FeS_2 . Pyritten forekommer mange steder i vore omgivelser, men på Bornholms vestkyst stammer det fra de mange lag af brunkul dannet ved iltfri og ufuldstændig omdannelse af begravede, døde rester af planter fra juratidens sumpskove. Luftens ilt og regnvandet går i forbindelse med pyritten, og der dannes rust og svovlsyre.



Svaneøgler

Der er også fundet fossile knogler og tænder af svaneøgler i Haslesandsten på Bornholm. Derfor ved vi, at der i Juratiden, for omkring 190 millioner år siden, levede forskellige arter af svaneøgler i havet omkring Bornholm. Svaneøglerne levede således på samme tid som dinosaurerne, der holdt til på landjorden. De forhistoriske kødædende krybdyr, dinosaurernes marine slægtninge, var meget forskellige. De deles i to grupper: de langhalsede svaneøgler, plesiosaureer, og de korthalsede svaneøgler, pliosaureer. Svaneøglerne kendes fra tidlig Jura (200 millioner år siden) til kridttidens afslutning for 65 millioner år siden.



Pliosaur

Man har fundet fossiler fra mere end 15 arter af svaneøgler på verdensplan. De fossiler der er fundet ved Bornholm er fra svaneøgler der blev mellem 2-6 meter lange. De små har vejet et par hundrede kilo, mens de store kunne veje flere tons.

Svaneøglerne var tilpasset livet i havet. Med deres strømlinede krop og lemmer der er omdannet til luffer, havde de et bevægelsesmønster, der ligner pingvinernes i vand. De har været hurtige og adrætte svømmere. Forskere diskuterer om svaneøglerne lagde æg på land – lige som havskildpadder vi kender fra i dag. Hvis de bevægede sig op på land, har de været sårbare og et let bytte for nogle af de rovdinosaurer, der dominerede på landjorden, på den anden side er æggene bedre beskyttet i sandet oppe på land. Svaneøglernes diæt har været forskellig alt efter hvilken art af svaneøgler der er tale om.

Den langhalsede plesiosaur havde et lille slangeagtigt hoved og den levede af mindre fisk og blæksprutter. Dens hals var lige så lang som hele dens krop. Den korthalsede pliosaur havde et mere krokodillelignende hoved og ernærede sig ved stort set alt den kunne få fat i. Den kunne blive op til 12 m lange og var et af de farligste havkrybdyr nogensinde.



Svaneøgler, Pliosaur, tand fundet på Bornholm

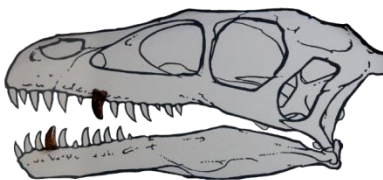


Svaneøgler, Plesiosaur, lårben fundet på Bornholm

Kridttiden

Dromaeosauroides bornholmensis

Det første danske spor efter dinosaurer var en tand, fundet i 2000 i Robbedale. 8 år senere blev der fundet endnu en tand. Tænderne stammer fra en lille kødædende dinosaur. Den har fået navnet *Dromaeosauroides bornholmensis*. Det betyder "den hurtigløbende øgle fra Bornholm". Ligesom nutidens rovdyr havde den en lang slank krop og lange ben.



Kranium model med to tænder



tand fundet i 2000 tand fundet i 2008 savtakker fra tandens bagerste skærerand

Tænderne er ca. 20 mm lange og det betyder, at dyrets totallængde fra snude til halespids nok har været 3 m, og vægten omkring 50 kg. Dromeosaurer har letgenkendelige tænder. De har ret tykke tænder med mejselagtige, flade savtakker.



Dromaeosauroiderne hørte til en gruppe af rovdinosaurer, som var udstyret med et effektivt våben - en usædvanlig stor slagteklo. De jagede i flok og nedlagde byttedyr, der var større end dem selv. Det krævede samarbejde, så dromaeosauroiderne må have været sociale og relativt intelligente.



Dromaeosauroides bornholmensis, model

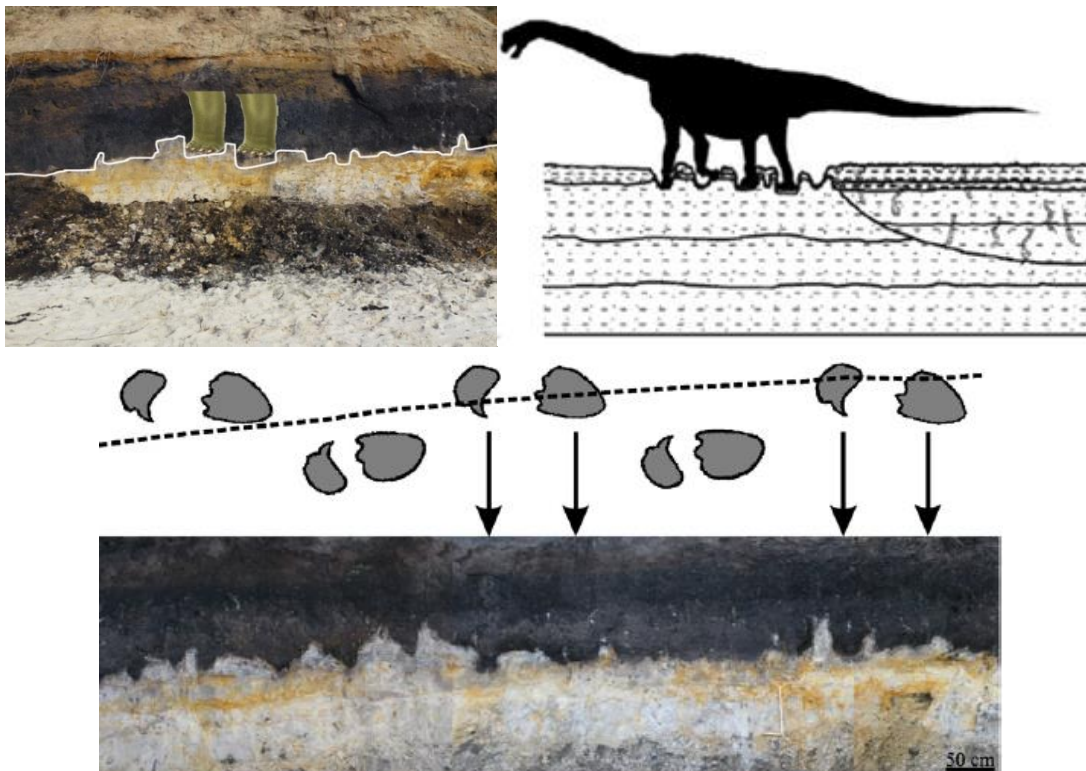
Dromaeosaurerne havde håragtige fjer på kroppen og store mere moderne fjer på armene, benene og halen. Nogle af arterne havde udviklet evnen til at flyve eller svæve.



Små dromeosaurer på størrelse med en solsort eller due, som *Microaptor* kunne flyve. De kunne måske fiske larver ud fra rådne træer, ligesom fugle gør i dag.

Sauropoder

På sydkysten, en kilometer øst for Arnager fandt man store dinosaurfodspor fra sauropoden, der er gået vestpå, mod Rønne. Efter vinterens eroderende storm kom en ejendommelig bugtet grænse til syne i klinten mellem de lyse og de mørke lag. Lagene af sand og mudder er aflejret i et sumpet kystnært miljø i begyndelsen af kridttiden for 144 millioner år siden.



Dinosaurfodspor fra sauropoden, fundet i 2007 i en kystklint ved Arnager.

Den bugtede linje er spor efter et dyr, der har gået i lyst sand. Efterfølgende er sporene blevet overskyldet og udfyldt af mørkt mudret ler fyldt med plantemateriale. Udgravningen afslørede, at der var tale om fodspor afsat af en stor langhalset dinosaur, en sauropod. Ud fra afstanden mellem de enkelte spor, deres størrelse og dybde, kunne forskerne fastslå, at det var en 10 tons tung dinosaur, der havde vandret i retning mod Rønne. I området er der også fundet adskillige tænder fra små rovdinosaurer og gravegange fra lungefisk.



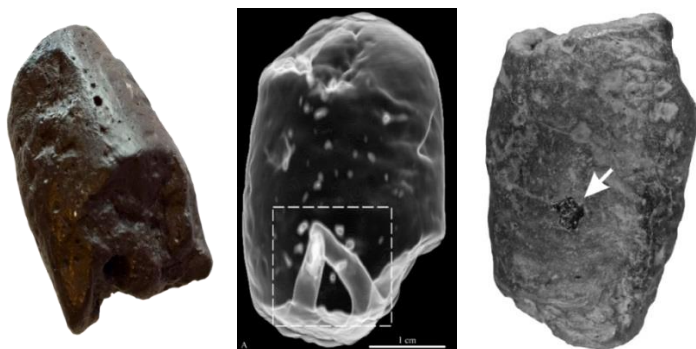
gravegange af lungefisk

Lungefisk har fra spiserøret en eller to udposninger, der fungerer som lunger. Lungefisk er fundet som forsteninger fra 400 millioner år tilbage i tiden. De levede i havet og i ferskvand. I dag findes 6 levende arter i Afrika, Sydamerika og Australien. De kan overleve udtørring af levestedet ved at grave en tunnel i mudderet.

Koprolit

Fossile ekskrementer, såkaldte koprolitter, indeholder detaljeret viden om dyrets kost. Da denne koprolit var frisklagt, kom en gødningsflue på besøg og lagde æg. Scanningsbilledet afslører gravegange fra fluens larver. Koprolitten fundet i Robbedale på Bornholm indeholder fiskeskæl, men ingen knogler. Derfor mener palæontologerne, at den stammer fra et dyr med højt stofskifte, sandsynligvis en rovdinosaur eller en skildpadde.

Det er første gang en koprolit er blevet CT-scannet. Det skyldes at en fossilinteressert tog den med til Grønland på vikarjob på et sygehus, med en CT-scanner. Lorten kom i, og derved blev gravegangene afsløret. Det viser at der allerede i tidlig kridttid 144 mio. år tilbage i tiden var insekter, der lagde æg inde i andre dyrs afføring.

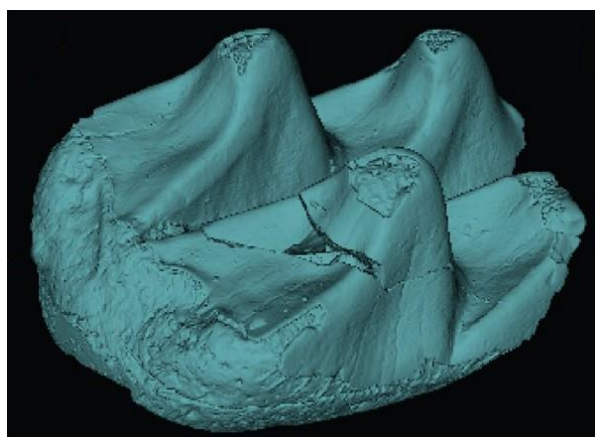


Koprolit model

Koprolitten med gravegange og fiskeskæl

Stereognathus - pattedyrenes forfader

Denne 190 millioner år gammel rokketand stammer fra en *Stereognathus* i familien Tritylodontidae. *Stereognathus* var et lille landdyr, der repræsenterer overgangsformen til pattedyrene. Tandens fundet i Hasle Sandsten på Bornholm er den første fund af *Stereognathus* i Norden, og ældste fund i verden.



10 mm



Rokketand med flere tandspidser fra *Stereognathus*

Tritylodontidae, rekonstruktion (www.palaeos.com)

Multituberkulat - det ældste kendte pattedyr i Skandinavien

En lille knudret tand fundet i kystklinten på Sydbornholm sad for 144 millioner år siden i gabet på et lille pattedyr, en Multituberkulat. Navnet betyder: "Dyret med de mange knuder på tænderne".

Multituberkulaten fra Bornholm er det ældste kendte pattedyr i Skandinavien.

Multituberkulater er en uddød gruppe af primitive pattedyr, som tilhører insektæderne.



Multituberkulat, model



Multituberkulat, tand fundet på Bornholm

7. Litteratur:

Geologisk set Bornholm, Geografforlaget, 1996

Geologiske naturperler, Bent Lindow og Johannes Krüger, Gyldendal 2011

Danekræ, Niels Bonde, Stig Andersen, Niels Hald, Sten Lennart Jakobsen, Gyldendal, 2008

Forstenede dinosaurfodspor, Jesper Milan, Natur på Bornholm, NaturBornholms Forlag, 2006

Endnu en bornholmsk dinotand, Jens Kofoed, Natur på Bornholm, BugBook Publishing, 2009

Ny dinosaurfodspor, Jesper Milan, Natur på Bornholm, BugBook Publishing, 2011

Dinosaurfodspor, Jesper Milan, Natur på Bornholm, BugBook Publishing, 2015

Rovdinosaurer fra Bornholm, Historien om tanden, Per Christiansen, Carlsen, 2003

Dinosaurerne i nyt lys, Per Christiansen, Gods Forlag 2003

I dinosaurernes verden, Tim Heines, 1999

Bogen om dinosaurerne, David Lambert, 1993

Dinosaur fra fødsel til død, Paul Barrett, 1999

Dinosaurerne var her. En bog om de danske dinosaurer, Hanna Piorska, Ulla Didriksen, 2018

www.367ture.dk

Bulletin 57, New Mexico Museum of Natural History & Science A Division of the Department of Cultural Affairs Vertebrate Coprolites, Adrian P. Hunt, Jesper Milan, Spencer G. Lucas and Justin A. Spielmann, 2012

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 267 (2008) 292–304

Dinosaur tracks and possible lungfish aestivation burrows in a shallow coastal lake; lowermost Cretaceous, Bornholm, Denmark, Finn Surlyk, Jesper Milàn, Nanna Noe-Nygaard, 2009
<http://www.skoven-i-skolen.dk/content/fjer>