



Illustration: Lykke Sandial, Geoviden



#### TÆT PÅ T. REX

Dinosaurernes tidsalder varede så længe, at *Tyrannosaurus rex* rent tidsmæssigt levede tættere på os mennesker end på de første dinosaurerarter fra Trias. Den berømte *T. rex* levede nemlig fra omkring 68 til 66 millioner år siden og var dermed en af de sidste dinosaurarter, der udviklede sig, inden masseudryddelsen gjorde det af med dem alle sammen.

Foto: A.E. Anderson, Wikimedia Commons

Se et af verdens flotteste skeletter af en *T. rex* på Statens Naturhistoriske Museums udstilling *Dinosaurernes konge* i København.

19. JUNI 2020 –  
28. MARTS 2021

# DINOSAURER PÅ BORNHOLM



Mindst otte forskellige slags dinosaurer er indtil videre fundet i Danmark – alle på Bornholm. Hvis der findes flere, bliver det højst sandsynligt også der, og det skyldes klippeøens helt specielle geologiske udvikling. Den har nemlig blotlagt de skatte, som er dybt begravet i resten af landet.

Mange danskere forbinder nok Bornholm med sommerferie, Krølle Bølle-is og røgede sild. Men hvad med dinosaurer? Det er nok lidt færre. Men faktisk er de fascinerende fortidsdyr lige så særegne for Bornholm som en omgang 'Sol over Gudhjem'. Du kan gå en tur på stranden på Bornholm og i bogstavelig forstand falde over et forstenet fodspor fra en langhalset sauropod. Eller du kan sidde på en skrænt og nyde udsigten over Østersøen og pludselig få øje på en tand fra en frygtindgydende dromaeosaur. En lang række dinosaurarter har nemlig levet i bedste velgående på den lille klippeø.

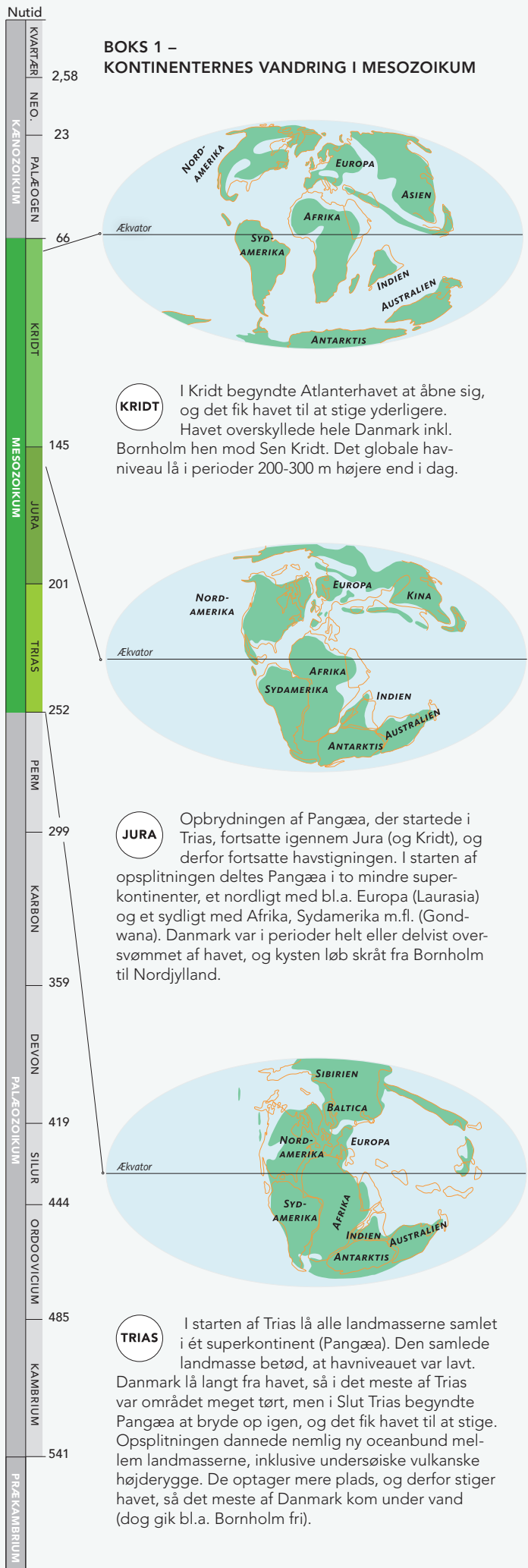
Der har givetvis også været dinosaurer i resten af Danmark, men dem kan man ikke på samme måde finde fossiler fra. Det fortæller lektor i geologi Arne Thorshøj Nielsen fra Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning på Københavns Universitet, som blandt andet underviser i Danmarks geologiske udvikling.

"I dag er Bornholm det eneste sted i Danmark, hvor vi har adgang til lag, hvor der kunne være dinosaurer. I resten af landet ligger de lag dybt begravet."

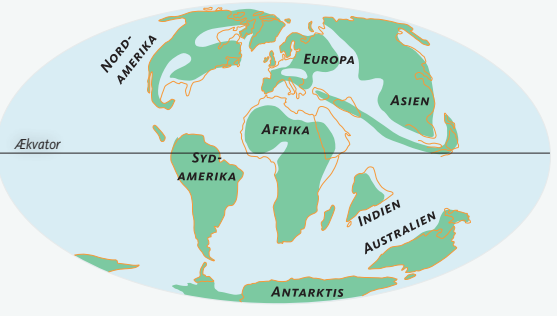
## Dinosaurernes tidsalder

De geologiske lag, der kan indeholde rester af dinosaurer, er Trias, Jura og Kridt, som blev aflejret i tidsperioderne af samme navn, under én hat kaldet Mesozoikum. Trias- og Juralag kan kun ses på Bornholm, hvor de er blottet flere steder, særligt i skrænter på den sydlige del af øen, forklarer Arne Thorshøj Nielsen.

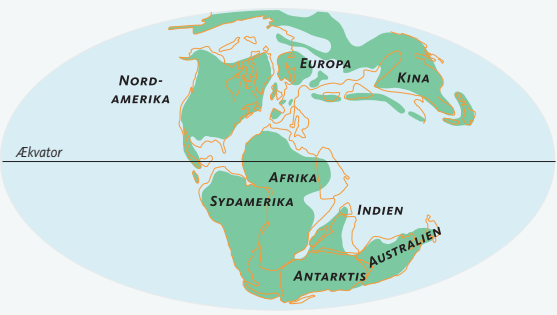
&gt;



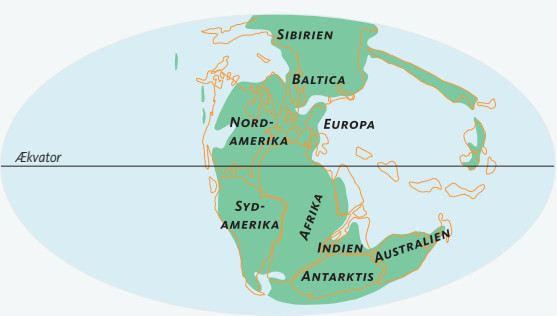
**BOKS 1 – KONTINENTERNES VANDRING I MESOZOIKUM**



**KRIDT** I Kridt begyndte Atlanterhavet at åbne sig, og det fik havet til at stige yderligere. Havet overskyldede hele Danmark inkl. Bornholm hen mod Sen Kridt. Det globale havniveau lå i perioder 200-300 m højere end i dag.



**JURA** Opbrydningen af Pangæa, der startede i Trias, fortsatte igennem Jura (og Kridt), og derfor fortsatte havstigningen. I starten af opsplittningen deltes Pangæa i to mindre superkontinenter, et nordligt med bl.a. Europa (Laurasia) og et sydligt med Afrika, Sydamerika m.fl. (Gondwana). Danmark var i perioder helt eller delvist oversvømmet af havet, og kysten løb skråt fra Bornholm til Nordjylland.



**TRIAS** I starten af Trias lå alle landmasserne samlet i ét superkontinent (Pangæa). Den samlede landmasse betød, at havniveauet var lavt. Danmark lå langt fra havet, så i det meste af Trias var området meget tørt, men i Slut Trias begyndte Pangæa at bryde op igen, og det fik havet til at stige. Opsplittningen dannede nemlig ny oceanbund mellem landmasserne, inklusive undersøiske vulkanske højderygge. De optager mere plads, og derfor stiger havet, så det meste af Danmark kom under vand (dog gik bl.a. Bornholm fri).

”Kridtlag er blottet flere steder i Danmark, for eksempel Møns og Stevns Klint, men de indeholder ikke dinosaurfossiler, da Danmark i den periode var dækket af hav.”

Mesozoikum var dinosaurernes tidsalder, og de opstod formentlig omkring midten af Trias og udviklede sig så til den dominerende dyregruppe i Jura og Kridt, indtil de mødte deres endeligt ved Kridttidens afslutning. Trias var den første tidsperiode i Mesozoikum, og den startede for 252 millioner år siden. Fra 201 millioner år siden og frem til 145 millioner år siden hed tidsperioden Jura, og derefter kommer Kridttiden, der endte brat for 66 millioner år siden. Dinosaurerne nåede altså at eksistere i næsten 200 millioner år. Ret imponerende, når man tænker på, at moderne mennesker kun har eksisteret 200.000 til 300.000 år.

**Vulkaner løftede os op**

I Mesozoikum var der selvfølgelig ikke noget, der hed hverken Bornholm endsize Danmark. Vores lille kongerige var i første del af Mesozoikum blot en navnløs del af det store superkontinent Pangæa, hvor alle kontinenter var samlet til ét. (Se Boks 1.) Da Pangæa begyndte at splitte op i slutningen af Trias for omkring 200 millioner år siden, begyndte havet at stige.

”Havet steg ad Pommern til i både Jura og Kridt, og derfor blev Danmark i Kridt til et dybt hav,” fortæller Arne Thors-høj Nielsen.

I Jura, altså den midterste tidsperiode i Mesozoikum, oplevede det danske område dog en landhævning over nogle millioner år, som for en tid reddede landet fra de stigende vandmasser. (Se Figur 1.) Der opstod nemlig en hel masse vulkaner i Nordsøen, samt i Skåne, af alle steder. Den vulkanske aktivitet og deraf følgende opvarmning løftede jordskorpen, så størstedelen af nutidens Danmark blev løftet fri af havet. Herunder Bornholm.

”Der lå cirka 100 meget aktive vulkaner i Skåne, og du kan se tydelige rester af flere af dem i dag. De dinosaurer, der er fundet rester fra på Bornholm, har givetvis haft lidt af en udsigt. Selvom det jo også har buldret lidt indimellem,” siger han.

Efter nogle millioner års buldren mistede vulkanerne dog pusten, og jordskorpen i det danske område kølede langsomt af. Det betød, at landet begyndte at synke sammen igen og simpelthen sank i havet hen mod den sidste tidsperiode i Mesozoikum, Kridt. I den sene del af Kridttiden var Danmark således totalt dækket af vand, og derfor finder man ikke fossiler fra dinosaurer, der levede på land.

”Derfor er Trias og Jura helt sikkert lagene at kigge på her i Danmark, hvis man vil gøre dinosaurfund, for her var meget af Danmark landjord, og så har der kunnet leve dinosaurer. På Bornholm er der dog kun enkelte små steder med Trias, så Jura er klart det bedste bud,” lyder anbefalingen fra Arne Thorshøj Nielsen. (Se s. 14-15 for nærmere placering af Trias- og Juralagene på Bornholm.)

**Bornholm fik taget toppen**

Grunden til Bornholms unikke status som Danmarks





## MØD EKSPERTEN

**Navn:** Arne Thorshøj Nielsen

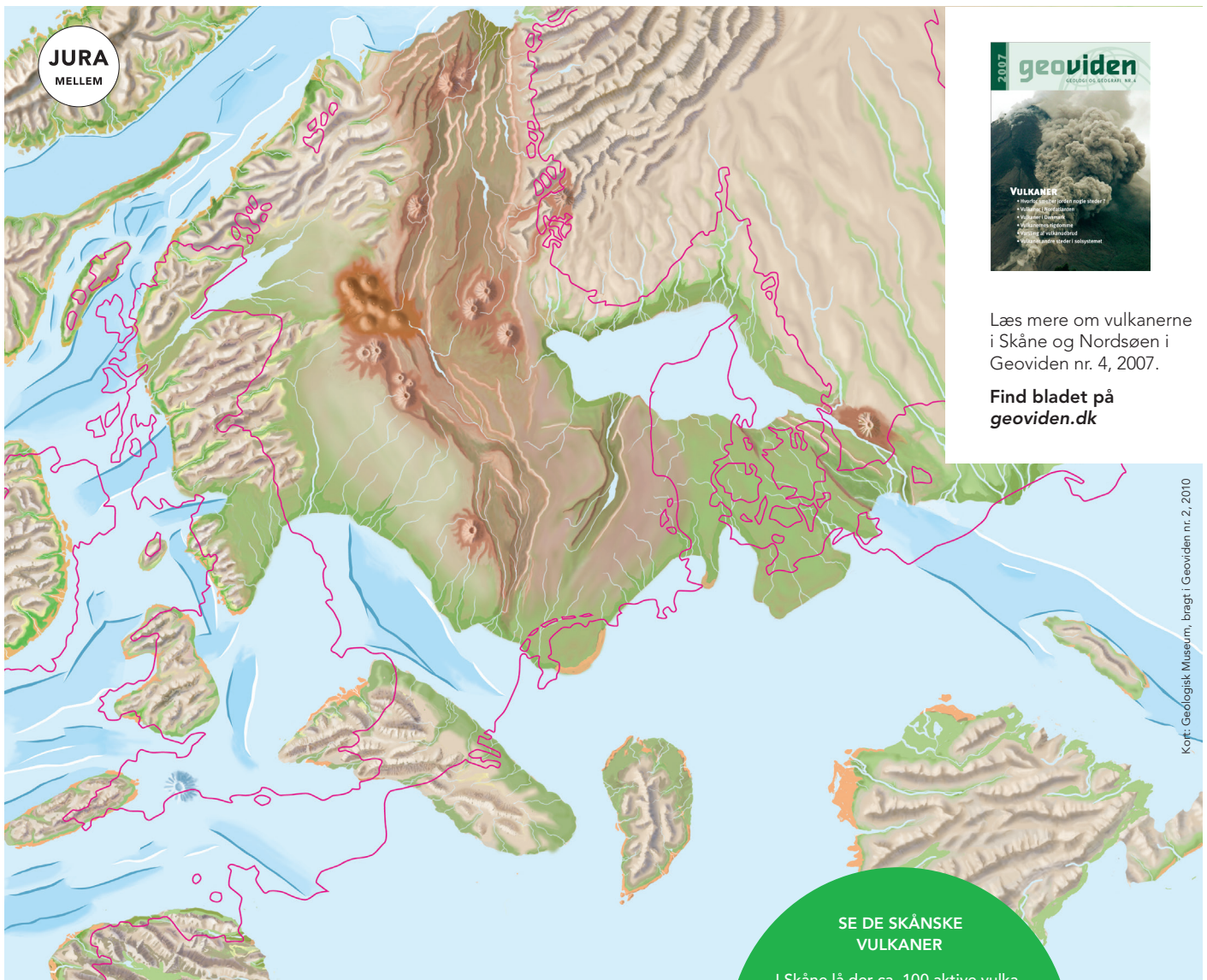
**Stilling/arbejdsplads:** Lektor, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet

**Uddannelse:** Dr.scient. i palæontologi, Københavns Universitet

**Arbejder med:** Fossile trilobitter og tidlige led dyr fra Kambrium og Ordovicium. Jeg bruger disse fossiler til at datere lagene, men min hovedinteresse er udredning af ændringer i havniveauet i de nævnte tidsperioder. Derudover arbejder jeg med rekonstruktion af fortidens geografi, særligt i Skandinavien, og udviklingen af det allertidligste dyreliv i tidlig Kambrium.

**Færdiggør sætningen: "Forskning i fortiden er vigtig, fordi ..."**

... det kan lære os om tidligere tiders dyre- og planteliv, Jordens historie og dens geologiske udvikling. Det giver bl.a. et bredere perspektiv, når nutidens miljøændringer skal evalueres: Hvor meget er menneskeskabt? Vores samfund er også dybt afhængigt af råstoffer – geologisk viden er fundamental for deres tilvejebringelse.



**Figur 1** I Mellem Jura opstod der stor vulkansk aktivitet i Nordsøen og i Skåne (vist som kegleformede forhøjninger), som hævede landet imellem sig, herunder meget af Danmark. Kortet her er dermed et øjeblicsbillede fra Mellem Jura, hvor et bælte mellem Skåne og Nordsøen lå over havniveau, mens den nordlige halvdel af Jylland var kommet under vand fra det stigende havniveau i kombination med indsinking i undergrunden i det område.

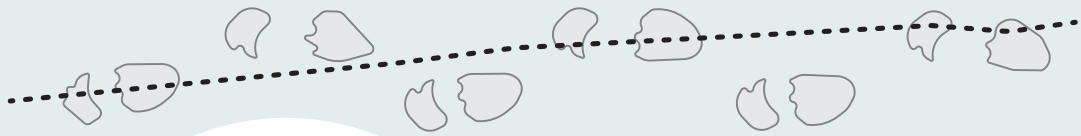
### SE DE SKÅNSKE VULKANER

I Skåne lå der ca. 100 aktive vulkaner, og man kan stadig se rester fra flere af dem. Især vulkanruinen Gällabjär er et besøg værd, den ligger ved Röstångå midtvejs mellem Helsingborg og Kristiansstad og hæver sig 50 m op over terrænet. Også vulkanen Rallate ses der rester af i Söderåsen Nationalpark.



Læs mere om vulkanerne i Skåne og Nordsøen i Geoviden nr. 4, 2007.

Find bladet på [geoviden.dk](http://geoviden.dk)



### BOKS 2 – DINOSAURSPOR I SKRÆNTEN

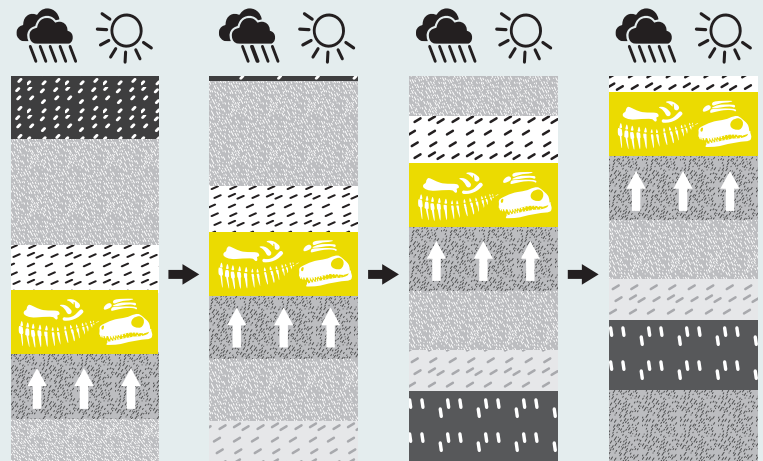
Det er ikke sådan, at dinosaurfossilerne ligefrem flyder rundt på jordoverfladen på Bornholm. De vil nærmere kunne findes i de skrænter, hvor de gamle Trias-, Jura- og Kridtlag er blottet. Sådan et findes f.eks. her ved Arnager (foto), nærmere bestemt skrænten ved Homandshald, hvor Rabekke Formationen (Tidlig Kridt) er synlig.

Her er ikke deciderede fossiler, men derimod **tværsnit af fodaftryk** fra langhalsede sauropoder. De ses som mørke fordybninger i det lange, lyse lag af sand (udvalgte forstørret). I Tidlig Kridt var området her en stor, sumpet flodslette, hvor de store dinosaurer har gået rundt og afsat dybe spor i mudderet, som efterfølgende er blevet fyldt ud af det sorte, lerede sand. Det er nemmest at se sporene efter f.eks. en storm, hvor skrænten er blevet 'vasket ren'. Lignende tværsnit af sauropodspor er også fundet i en skrænt ved Sose Bugt.

Orienteringen og rækkefølgen på sporene i skrænten viser, at spormageren formentlig har været på vej i retning mod nutidens Rønne. Profilet øverst viser, hvordan forskerne tolker, at dinosauren eller dinosaurerne har gået (stiplet linje svarer til den blottede skrænt).



Underlaget har været så vådt og sumpet, at siderne i toppen af sporet her er begyndt at flyde sammen igen.



### BOKS 3 – EROSION

Hvis de tektoniske kræfter pludselig rører på sig i et område og løfter en del af undergrunden op, så bliver bjergarterne udsat for et virvar af påvirkninger, der langsomt nedbryder (eroderer) de øverste lag. Det kan være regn, frost, vind, borende planterødder og bagende sol.

Bjergarterne på overfladen eroderes væk til mindre partikler af grus, sandkorn og ler, der spredes af vinden eller skylles ud i havet via floder. Ældre og ældre lag kan derved blive blottet, og derfor kan man være heldig at se nogle af de lag, der ellers ville være dybt begravet. For eksempel Trias-, Jura- og Kridt-lagene i de bornholmske skrænter og råstofgrave som illustreret her tv.

Hvis erosionen fortsætter, når man til sidst grundfjeldet, som man kan se på den nordlige del af Bornholm, hvor klipper af granit og gnejs mange steder ligger blottet.

Illustration: Lykke Sandal, Geovidien

dinosaurer med sine blottede Mesozoikumlag er opløftning. (Se Boks 2.) Bornholm er ganske enkelt blevet hævet op fra undergrunden sammen med Sverige og Norge.

Opløftning af land fra den trykge undergrund betyder, at landet pludselig udsættes for elementernes rasen og begynder at blive nedbrudt. En proces, der også kaldes erosion. (Se Boks 3.) Det betyder, at de hævede områder – både grundfjeld og det overliggende sand, grus og ler, hvoraf de ældre lag er blevet mast sammen til sten – simpelthen er blevet hævlet af.

“Derfor er de yngste lag, man finder på Bornholm (under de allerøverste jordlag fra sidste istid, red.) cirka 85 millioner år gamle. Det vil sige lag, der blev aflejret 19 mio. år før det store meteornedslag, der udryddede dinosaurerne sammen med tre fjerdedele af alle arter,” fortæller Arne Thorshøj Nielsen.

“Opløftet begyndte lige så stille i Tidlig Kridt, men accelererede faktisk i, hvad jeg kalder nyere geologisk tid, altså inden for de seneste få millioner år.”

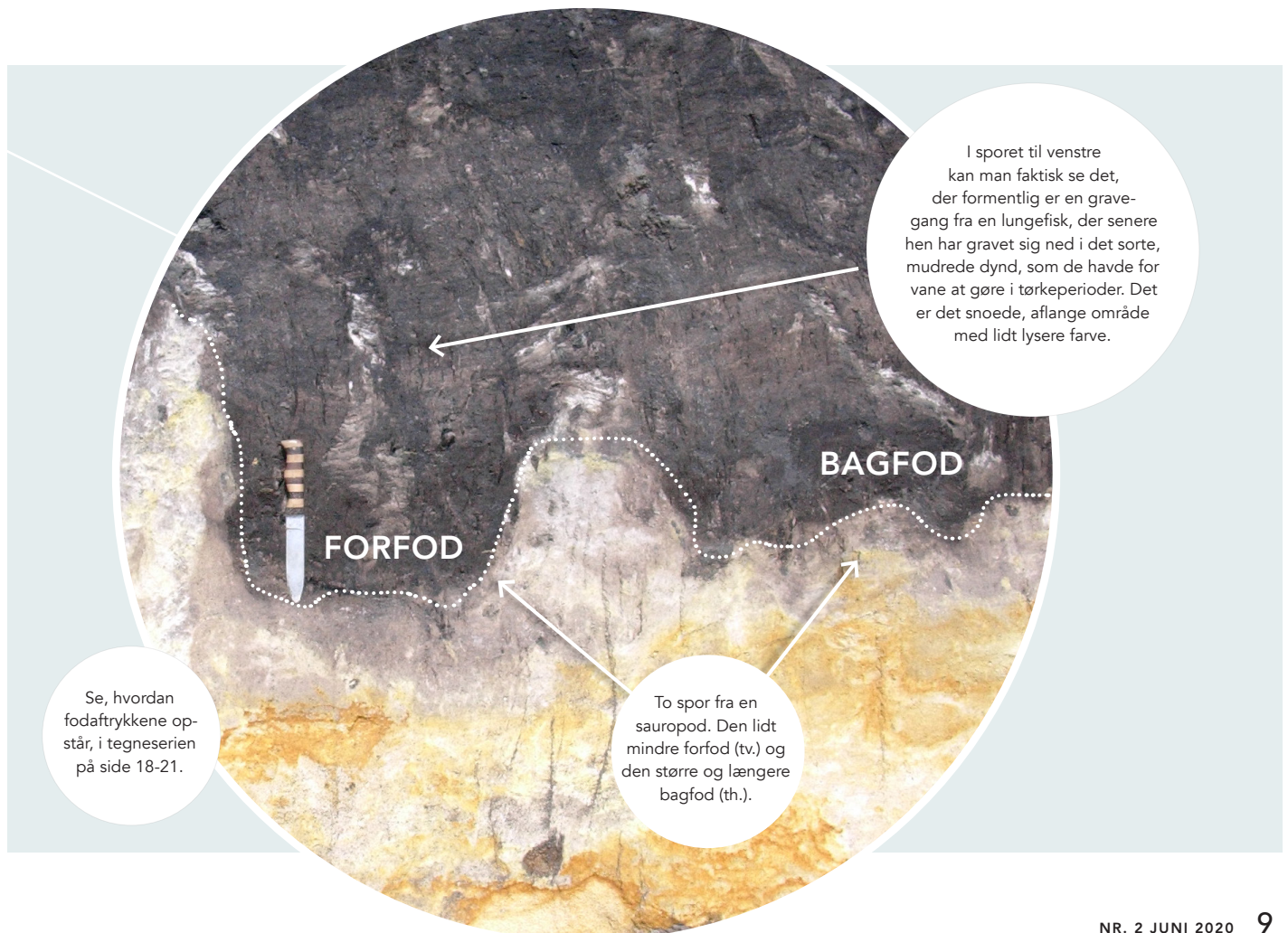
Alle de dinosaurer, der er fundet rester af på Bornholm, har altså levet i lykkelig uvidenhed om deres egen og deres artsfællers forestående undergang. Alt det materiale, der er aflejret i de seneste 85 millioner år i resten af Danmark, er simpelthen blevet skrælet af Bornholm. Af samme grund er det også det eneste sted i landet, man kan se klipper.

“Hvis du sammenligner Bornholm med for eksempel Sønderjylland, som ikke er blevet opløftet, og hvor der derfor ikke er >



#### HVAD ER GRUNDFJELD EGENTLIG?

**Grundfjeldet** er det urgamle underlag, som alle yngre lag hviler på. Det er dannet kilometerdybt under fortidens bjergkæder, hvor tryk og temperatur var så høje, at stenmasserne smeltede og/eller blev kraftigt deformeret og derved omdannet til gnejs og granit. I takt med, at bjergene efterfølgende blev slidt ned, hævede undergrunden sig, og grundfjeldet kom til sidst til at ligge i den nuværende overflade på Bornholm. Det bornholmske grundfjeld er knap 1,5 mia. år gammelt. Mange steder på især det nordlige Bornholm titter grundfjeldet op af græsset, som her, eller står som stejle klipper.



I sporet til venstre kan man faktisk se det, der formentlig er en gravegang fra en lungefisk, der senere hen har gravet sig ned i det sorte, mudrede dynd, som de havde for vane at gøre i tørkeperioder. Det er det snoede, aflange område med lidt lysere farve.

Se, hvordan fodaftrykene opstår, i tegneserien på side 18-21.

To spor fra en sauropod. Den lidt mindre forfod (tv.) og den større og længere bagfod (th.).

# AFRIKA SATTE SKUB I OPLØFT I TORNQUIST ZONEN

Figur 3

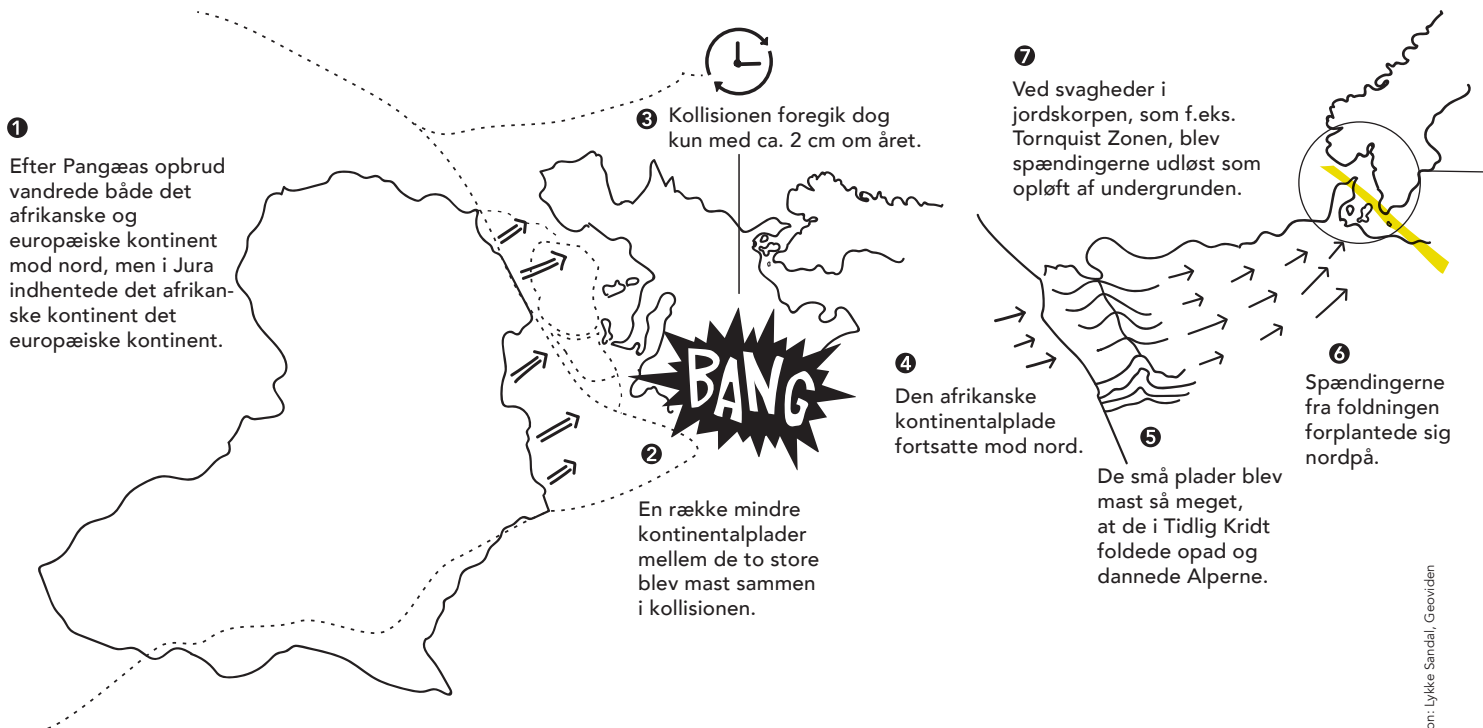


Illustration: Lykke Sandal, Geoviden

sket samme erosion, så er der en forskel på op til flere kilometer af geologiske lag. De lag mangler altså på Bornholm.”

## Tornquist Zonen

Grunden til denne forskelsbehandling i hævnning er en stor brudzone kaldet Tornquist Zonen (se Figur 3), der løber fra Skagerrak over Nordjylland henover Kattegat-Skåne og Bornholm og videre mod sydøst hele vejen til Sortehavet.

Tornquist Zonen er en såkaldt deformationszone, som er en svaghed i jordskorpen. Alt efter hvordan resten af skorpen bevæger sig, kan undergrunden i sådan en zone synke ind, opløftes eller brydes og forskubbes langs forkastninger. Sådan en svaghedszone opstod på tværs af nutidens Danmark for omkring 300 mio. år siden i Sen Karbon/Tidlig Perm, altså længe før, der var noget, der hed dinosaurer. Siden da var zonen faktisk det meste af tiden præget af indsynkning. Den indsynkning begyndte dog at slå bak, efter at der i Sen Trias begyndte at komme skub på sagerne sydfra. Her begyndte superkontinentet Pangæa nemlig at bryde op i mindre stykker, hvoraf både den unge eurasiske og afrikanske kontinentalplade langsomt begyndte at bevæge sig nordpå. Det foregik med nogle få centimeter om året, men dog med en lille forskel i hastighed, så Afrika i løbet af Juratiden begyndte at indhente Europa. Dengang lå der flere små kontinentalplader mellem Europa og Afrika, og da Afrika fortsatte sin færd nordpå, begyndte de små plader at blive mast sammen mellem de to store landmasser. I løbet af Kridt blev presset på de små plader så stort, at de begyndte at folde sig opad og danne det, vi i dag kalder Alperne.

Al den skubben og masen forplantede sig også i undergrunden på det europæiske kontinent som voldsomme spændinger.

”Ved svage steder i skorpen kunne spændingen udløses som blandt andet landhævninger, og det er det, der er sket i

Tornquist Zonen,” forklarer Arne Thorshøj Nielsen. Bevægelsen i den store svaghedszone på tværs af Danmarks undergrund gik altså nu fra indsynkning til opløft. I starten (Kridt) var opløftet ikke så udtalt, men det er siden accelereret, og derfor er lagene over Kridt i det område siden da blevet eroderet væk.

## Skub-op-isen Bornholm

Opløftet i Tornquist Zonen foregik ikke helt jævnt over det hele, da den store brudzone også var gennemskåret af mange små, individuelle brudzoner på kryds og tværs. For eksempel i den del omkring nutidens Bornholm.

Skubbet fra Alpefoldningen sydfra betød, at en del af de blokke, der lå mellem de små brudzoner, blev mast opad som en skub-op-is, mens nogle blev skubbet nedad. Dem, der blev skubbet op, kaldes også for horste. Det er netop sådan en opskubbet blok, der i dag stikker op af Østersøen og kaldes Bornholm.

## Utilgængelige jyske dinosaurer

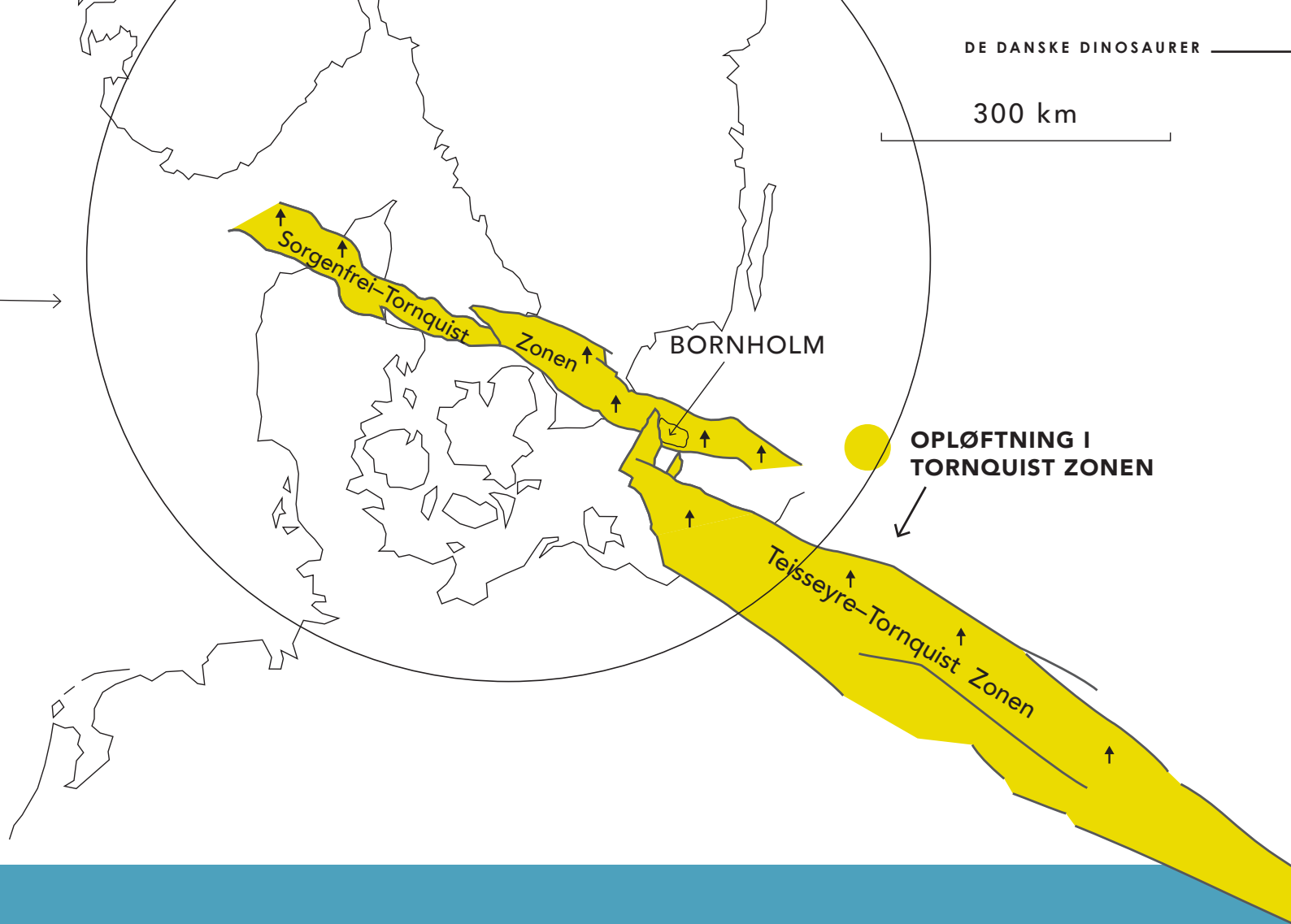
Man kan så spørge sig selv, hvorfor vi ikke støder på dinosaur-tænder og forstenede fodspor i for eksempel Nordjylland, som også ligger i Tornquist Zonen, og som derfor også blev løftet op og fik de øvre lag hævlet af.

Rent faktisk er der også store områder, hvor aflejringer fra Kridttiden ligger helt oppe ved overfladen. Det kan man se på kortet over undergrundens lag under de øverste istidsaflejringer, kaldet et Prækvartærkort. (Se Figur 4.)

Desværre for dinosaurentusiastene var hele Danmark som nævnt dækket af dybt hav i langt størstedelen af Kridttiden. Så >



300 km



#### HAVLEVENDE REPTILER

Dinosaurerne levede kun på landjorden, men havet i Mesozoikum var skam også fuldt af spændende livsformer. Blandt andet den store Mosasaur, man har fundet tænder fra i kridtet i Møns og Stevns Klint.

Mosasauren var ikke en dinosaur, men tilhører gruppen af skæløgler, også kaldet Squamater, som også indbefatter de nulevende slanger, firben og varaner.

De største mosasaurer kunne blive næsten 18 m lange og levede også i det danske havområde!





man vil ikke finde nogle dinosaurrester i Kridtlagene, men derimod muligvis hjætænder og andre fossiler fra datidens havdyr. Skulle man være insisterende og grave sig vej gennem Kridtlagene ned til lagene aflejret i Juratiden, er historien næsten den samme. I den periode var Bornholm og dele af det sydlige Danmark landjord, mens Nordjylland beklageligvis også dengang var dækket af hav, om end der var mere lavvandet end i Kridt. (Se Figur 1.)

Først i lagene fra Trias kan man i teorien gøre sig håb om at finde rester af dinosaurer i Nordjylland, men her er vi kommet så dybt ned i jorden, at det ikke lader sig gøre uden at grave halvdelen af Jylland op samtidig. For det sydlige Danmark er der heller ikke håb for fossiljægerne, for her ligger alle tre Mesozoikum-lag begravet under tykke lag sedimenter, der nogle steder er flere hundrede meter tykke.

### Svenske dinosaurer i Danmark

Vi kan dog være glade for, at vi overhovedet har dinosaurfossiler i undergrunden, for det er ikke alle forundt. Opløftningen af Skandinavien nord for den store brudzone har nemlig gjort, at man ikke kan finde fossiler nord for Skåne, fortæller Arne Thorshøj Nielsen:

”Der har opløftningen medført, at det hele er blevet høvlet af helt ned til grundfjeldet, som ligger blotlagt mange steder. Næsten alle rester af de dinosaurer, der givetvis har været masser af i Trias-, Jura- og Kridttidens Sverige, er derfor også nedbrudt og forsvundet sammen med de bjergarter, de lå i,” forklarer han.

”Faktisk er de fleste af dem formentlig skyllet med floderne ud i havet, som i lange perioder dækkede meget af det danske område. Derfor kan man egentlig godt sige, at alle de svenske dinosaurer nu ligger i småstykker spredt rundt i Danmarks dybe undergrund. Medmindre de er blevet totalt nedbrudt under transporten selvfølgelig, men det er da meget sjovt at tænke på.”•



### DINOSAURSKELLETTER I DANMARK?

Der er sandsynligvis ikke overvældende gode chancer for at finde hele skeletter fra bornholmske dinosaurer. Fordi Juratidens Bornholm var præget af store sumpede områder med relativt surt vand, er mange af de knogler, der engang har været, formentlig blevet opløst. Der er dog fundet et enkelt stykke af en knogle, så det er ikke umuligt.

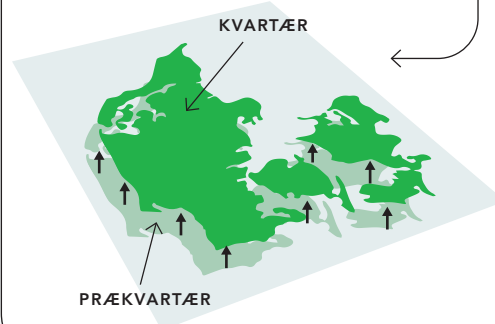
Foto: Greg Goebel, Museum of the Rockies



Det her kort er egentlig for hardcore geologer, men du kan også få noget ud af det, hvis du vil nogle lag dybere i at forstå, hvor man kan finde dinosaurer.

### UNDER ISTIDSLAGENE

På kortet th. er Danmark befriet for det allerøverste jordlag, som består af materiale ført hen over landet af gletsjerfremstød i istiderne. Det lag kaldes Kvartærlaget, fordi perioden med skiftende istider (fra 2,58 mio. år siden til nu) hedder Kvartær. Alle lag under Kvartærlaget kaldes tilsammen Prækvartæret, og kortet th. er den allerøverste skive af Prækvartæret. Nogle steder kan man allerede her se lagene fra dinosaurtiden (Trias, Jura og Kridt), andre steder ligger de dybere nede.



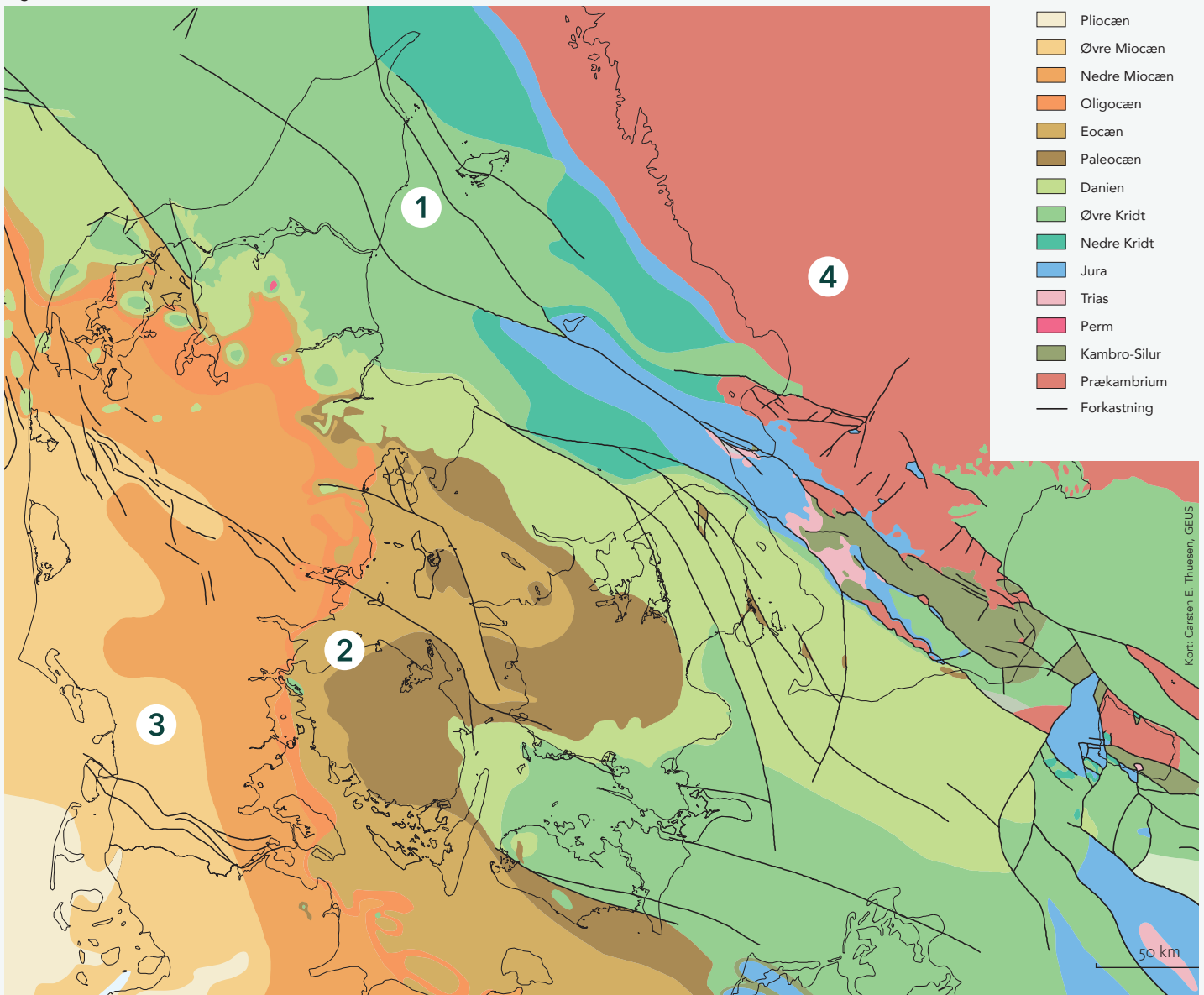
### ① OPLØFTNING

Det grønne bånd, der løber hen over Danmark fra Nordjylland til Bornholm (og videre mod sydøst), er lag fra Kridttiden. Båndet falder sammen med det område, der blev opløftet i Tornquist Zonen, fordi det netop er det opløftede, der har eroderet alle de nyere lag, der er blevet aflejret siden Kridt, væk.

### ② INDSYKNING

I det sydvestlige Danmark er lagene lige under istidsaflejringerne yngre (gule, brune farver), fordi de ikke er blevet løftet op og derfor ikke er blevet eroderet væk. Faktisk er de sunket ind, så lagene fra Kridt og fremefter er blevet ekstra tykke her.

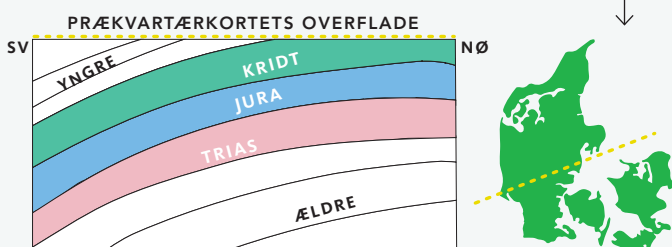
Figur 4



**③ HÆLDNING MED SYDVEST**

Mange steder findes lagene fra Trias, Jura og Kridt altså stadig under de yngre brune og gule lag på kortet, men man skal bare forestille sig, at de ligger længere nede. Havde man skåret et endnu tykkere lag af Danmark end blot istidslaget, så kunne man også have set de grøn-blå Mesozoikumlag i f.eks. Sønderjylland.

Man skal altså forestille sig, at kortet bare er et tværsnit af en undergrund, hvor lagene tilter skråt nedad fra nordøst mod sydvest som på skitsen herunder (forsimplet).



**④ UFORSTYRRET ORDEN**

I Sverige (nord for Skåne) er der sket så meget opløft og erosion, at det faktisk er grundfjeld fra Prækambrium, der ligger lige under istidslagene. Jo længere mod sydvest man kommer fra Sverige, des mindre har opløftet været, så der ligger de yngre lag stadig i mere eller mindre uforstyrret orden under istidslaget.

**OPSUMMERING**

Det springende punkt i figuren er, at selvom lagene fra Kridt ligger lige under istidsaflejringerne i andre steder af Danmark end på Bornholm, så var de alle sammen under vand, da dinosaurerne levede. Derfor finder man ikke dinosaurrester i lagene her, selvom de faktisk ligger lige ved overfladen. Både Jura- og Triaslagene er for dybt begravet til, at man vil kunne finde noget der på egen hånd.