

# Dannelsen af de danske sandstensreservoarer

Den danske undergrund er rig på geotermiske reservoirtypologier, og det kan vi blandt andet takke jordskorpens indsykning for.

Stiller man sig på den midtjyske hede og graver et meget dybt hul i jorden, vil man opdage, at Danmark i det store og hele er et stort bassin fyldt med millioner af års sedimentaflejringer af forskellig art. Modsat vores mere grundfjeldsforankrede naboer i Norge og Sverige, er Danmark lidt groft sagt én stor sandkasse. Det skyldes flere ting, men især at der i en stor del af det område, der i dag er dansk, men også polsk og nordtysk, er sket en indsykning i jordskorpen, som har tilladt alle de tilkomne sedimenter at blive begravet og med tiden opnå stenstruktur.

De steder, hvor jorden ikke har været udsat for indsykning i samme grad, er mange af sedimenterne blevet ført videre eller eroderede. Danmarks indsykning har så at sige givet sedimenterne plads til at indtage landet og med tiden blive begravet og omformet til sten af nytilkomne sedimenters vægt. Hvilken type sten, de er blevet til, afhænger af, hvilke sedimenter, der er tale om, og det afhænger igen af omverdens tilstand på det tidspunkt. Har der været dybt hav, vil der typisk blive aflejret meget mudder og silt, som ved begravelse bliver til muddersten. Var der en saltvandsø, som med tiden blev inddampet af Solen, blev der aflejret et lag

med salt. Var der et flodleje eller en kyststrækning, vil der typisk blive aflejret sand. Det danske område har undervejs op i tiden været udsat for det hele og mere til. Derfor er undergrunden netop en afspejling af fortidens geologiske hændelser og forandringer.

## De otte sandsten

Særligt aflejringen af sand fra kyster, havbund og flodlejer er interessant for geotermi, da sandsten er en porøs bjergart. Det vil sige, at den på grund af sine relativt store korn har tilsvarende store porerum, som vand kan strømme igennem. Er sandstenen blevet tilstrækkeligt dybt begravet, vil vandet være varmt, da temperaturen i jordskorpen stiger med dybden. Dog må sandstenen heller ikke være for dybt begravet, for så vil den ofte være for kompakt og sammentrykt, så vandet ikke kan strømme igennem. Blandt andet derfor har geologerne fundet ud af, at sandstenslag der ligger i cirka 800 til 3000 meters dybde er bedst egnede som geotermiske reservoarer. Der findes otte geologiske enheder i vores undergrund, der helt eller delvist opfylder det krav:

1. Bunter Sandsten Formationen
2. Skagerrak Formationen
3. Gassum Formationen
4. Haldager Sand Formationen
5. Frederikshavn Formationen
6. Flyvbjerg Formationen
7. Nedre kretassisk enhed
8. Nedre jurassisk enhed

På figuren kan du se cirka hvornår og hvor i landet de er aflejret. Tykkelsen på hver enhed er et udtryk for hvor lang en periode, den er aflejret over.

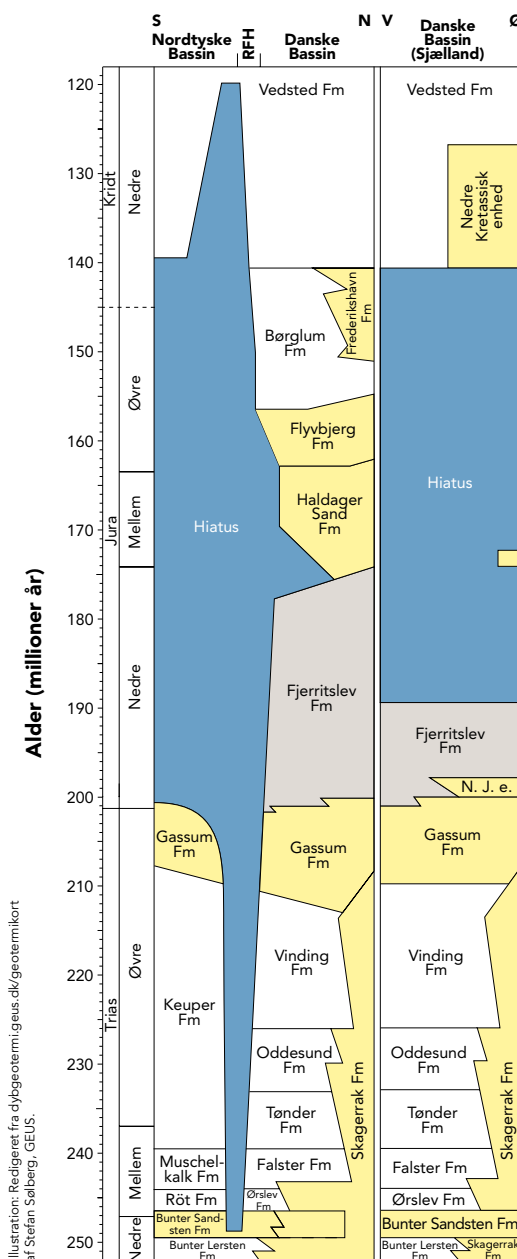


Illustration: Redigeret fra dybgeotermi.geus.dk/geotermikort af Stefan Sølborg, GEUS.



Lithostratigrafisk inddeling af den danske undergrund med fokus på aflejringsperioder for de otte geologiske enheder, som er særligt vigtige ved geotermisk energiudvinding. Fordelingen af enhederne viser, hvornår og hvor de cirka er aflejret, og skal altså ikke forstås som tykkelse på lagene. Til venstre vises tidsenhederne nedefter i millioner år. Den midterste del af figuren skal illustrere et tværsnit fra syd mod nord i Jylland og højre side fra øst til vest under Sjælland.

Fm = Formation

RFH = Ringkøbing-Fyn Højderyggen

Hiatus = Tidsperiode uden sedimentafsætning eller hvor sedimenterne er eroderet væk.

N.j.e. = Nedre jurassisk enhed

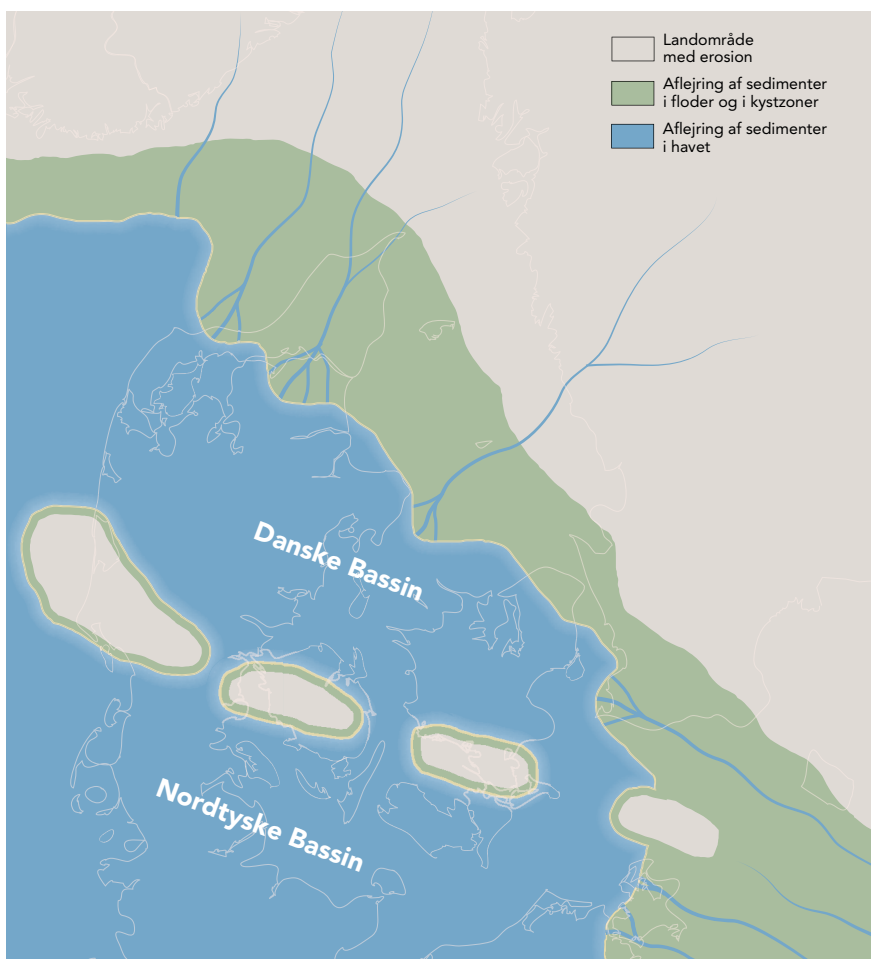


Illustration: Stefan Sølborg, GEUS.

## GASSUM FORMATIONEN OPSTÅR

Gassum Formationens sedimenter er aflejret for omkring 200 millioner år siden i Øvre Trias over en periode på godt 10 millioner år.

Dengang var kontinenterne stadig samlet i en stor landmasse, og gentagne svingninger i havniveau gennem perioden havde stor indflydelse på fordelingen af land og hav.

Det palæogeografiske kort til venstre viser derfor kun et øjebliksbillede af, hvordan det danske område kan have set ud dengang. I perioder med meget højt havniveau var de markerede øer henover det højtliggende grundfjeldsområde, vi i dag kalder Ringkøbing-Fyn Højderyggen, sandsynligvis oversvømmede, og havet har strakt sig længere mod nord og øst.

Når havniveauet var lavt, rykkede floderne til tider frem, og afsatte sedimenter i flodlejer og fjorde. Gassum Formationen består altså af sand fra forskellige aflejringsmiljøer, og derfor kan formationen se forskellig ud på forskellige steder i landet.

## Gassum er bedst til geotermi

Ud af de otte er den geologiske viden størst om Gassum Formationen, og sandsten fra den udnyttes allerede til geotermisk indvinding i Thisted og Sønderborg. På grund af sin store udbredelse under Danmark kombineret med generelt god vandgennemstrømning og andre gode takter, vurderes Gassum Formationen til at være den bedst egnede formation til geotermi i Danmark. I områder hvor den ikke er til stede i det rigtige dybdeinterval, eller hvor reservoiregenskabene er mindre gode, kan andre sandstensenheder dog være mere oplagte. Ved det geotermiske anlæg på Amager bruger man for eksempel Bunter Sandsten Formationen.

Gassum Formationen er generelt mellem 30 og 150 meter tyk og domineres af sandsten, men indeholder også ler- og siltsten og nogle steder tynde

kullag. Sedimenterne i Gassum Formationen blev aflejret for omkring 200 millioner år siden over en periode på omkring ti millioner år. I det tidsrum var klodens landområder samlet i ét kæmpestort kontinent ved navn Pangæa.

Som det ses på kortet herover, var hovedparten af det danske område dengang et lavvandet havområde, hvortil floder fra det højtliggende skandinaviske grundfjeldsområde transportererede store mængder af sand. Noget af sandet blev afsat i flodkanaler og fjorde, men det meste blev aflejret i havet som kystsand. I perioder med faldende havniveau rykkede kysten og de bagvedliggende floder ud i de centrale dele af bassinerne. Derfor blev der med tiden aflejret sand over et meget stort område, som i dag er blevet til tilsvarende store reservoirer af sandsten. 9

## NØGLEBEGREBER

**Sediment:** En løs masse af individuelle, usammenhængende partikler. Ved forskellige processer kan partiklerne blive kittet sammen, hvorefter de udgør en sedimentær bjergart. Sedimenter dannes blandt andet ved forvitring og erosion af bjerge, hvorefter det nedbrudte materiale transporteres videre mod lavereliggende områder af vind, vand eller is for til sidst at blive aflejret i floder, søer, havet med mere.

**Aflejring:** Når sedimenterne efter en kortere eller længere rejse med vand, is, eller vind ender deres transport og bringes i hvile på en flodbund, havbund etc. Fordi sedimenterne med tiden synker sammen og der typisk vil fortsætte med at komme nye sedimenter til, vil der efterhånden bygge sig et lag af sediment op. Begraves de dybt nok, kan de for eksempel ende som sandsten, muddersten, siltsten og så videre.

**Formation:** Et udtryk der bruges om lag af bjergarter, der adskiller sig fra dem ovenover og nedenunder ved at have ensartede egenskaber som kornstørrelse, farve, mineralsammensætning med mere.