

Gamle alger viser vej til drikkevand

Geologer anvender 20 millioner år gamle, mikroskopiske alger til at finde nye forekomster af rent drikkevand.

Af Karen Dybkjær og Erik Skovbjerg Rasmussen

■ I store dele af Danmark er der mangel på rent drikkevand. Det skyldes, at en stor del af grundvandet i de øvre jordlag er forurenet som et resultat af tidligere tiders brug af forskellige miljøskadelige stoffer. Det er derfor nødvendigt at finde nye, uforurenede grundvandsmagasiner, hvis vi vil undgå at skulle til at rense vores drikkevand kemisk, f.eks. ved at tilsætte klor. I Midt- og Sønderjylland er det lykkedes geologerne at kortlægge flere nye, dybtliggende grundvandsmagasiner i jordlag, der er 15–23 millioner år gamle. Vi har brugt en kombination af forskellige metoder, der oprindeligt blev udviklet til at efterforske olie. En af metoderne er at anvende millioner år



Foto: Jens Møller

Rent drikkevand fra grundvand er en "selvfølge" i Danmark.

gamle cyster fra mikroskopiske alger kaldet *dinoflagellater* (se faktaboks) til at datere og kortlægge lagenes forløb i undergrunden.

Floddeltaer i Jylland

For 15–23 millioner år siden – i den tidlige og mellemste del af den tidsperiode geologerne kalder Miocæn – gik vestkysten

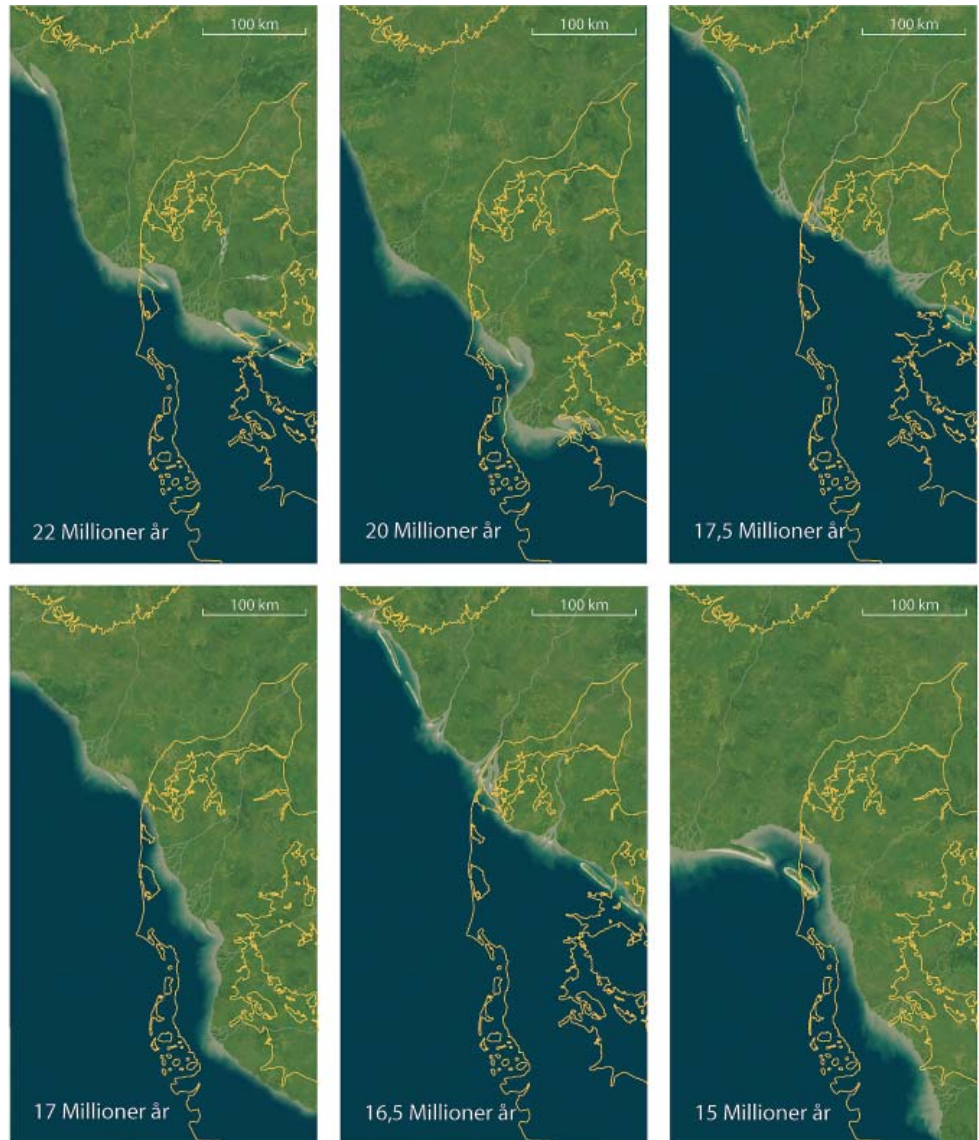
tværs gennem Jylland (figur 1). Kloden var også dengang udsat for store variationer i klimaet. I de kolde perioder blev en masse af vandet på jorden bundet som is ved polerne og derfor sank havet. Når havet sank, rykkede den daværende kystlinie i Jylland længere mod sydvest. Det område, der udgør Jylland i dag, var da gennemskåret af flodsystemer, der mandede ud i store deltaer. I varmere perioder smeltede isen ved polerne og havet steg. I disse perioder dækkede havet store dele af det nuværende Jylland.

Alt dette kan læses ud af den jyske undergrund, hvor vi i dag kan finde aflejringer fra mindst tre store floddeltaer. Disse deltaer har ligget forskellige steder

Figur 1. Kystliniens forløb for mellem 22 og 15 millioner år siden. Kystlinien rykkede frem og tilbage som følge af ændringer i klimaet og dermed i havniveauet.

For omkring 22 millioner år siden var der et stort delta i området omkring Billund. Et fald i havniveauet for omkring 20 millioner år siden medførte at kystlinien rykkede længere mod sydvest og der blev dannet et stort delta i området omkring Ribe. Et varmere klima medførte en stigning i havniveauet for ca. 17,5 millioner år siden, hvorved havet oversvømmede det midtjyske område. En ny kuldeperiode for ca. 17 millioner år siden, en varmeperiode for ca. 16 millioner år siden og endnu en kuldeperiode for ca. 15 millioner år siden medførte fornyet frem- og tilbagegrykning af kystlinien og dannelse af store deltaer i det midtjyske og sønderjyske område.

Land
Hav
Nuværende kystlinie



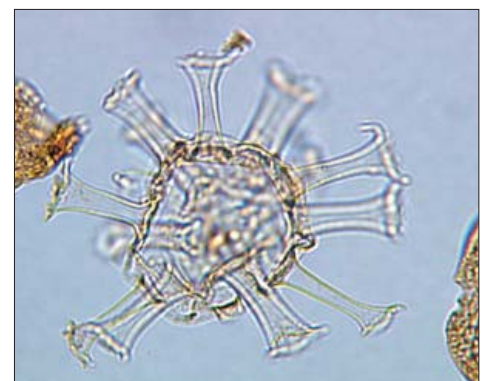
Grafik: Stefan Sølberg

i Jylland, og de stammer fra tre forskellige perioder, hvor havniveauet var lavt. Deltaerne har været af omtrent samme størrelse og form som det nuværende Nildelta, men var bevoget med mangroveskov ligesom det kendes fra det nutidige Mississippidelta. De gamle deltaaflejringer findes nu i op til 200 meters dybde, og de består af sand og grus. Disse deltaaflejringer er interessante, fordi de generelt udgør nogle rigtig gode grundvandsmagasiner. Imellem de sandede deltaaflejringer er der ler, der blev aflejret på havbunden i de varme perioder, hvor det meste af Jylland var dækket af hav. Disse lerlag virker nu som uigennemtrængelige barrierer, der forhindrer forure-

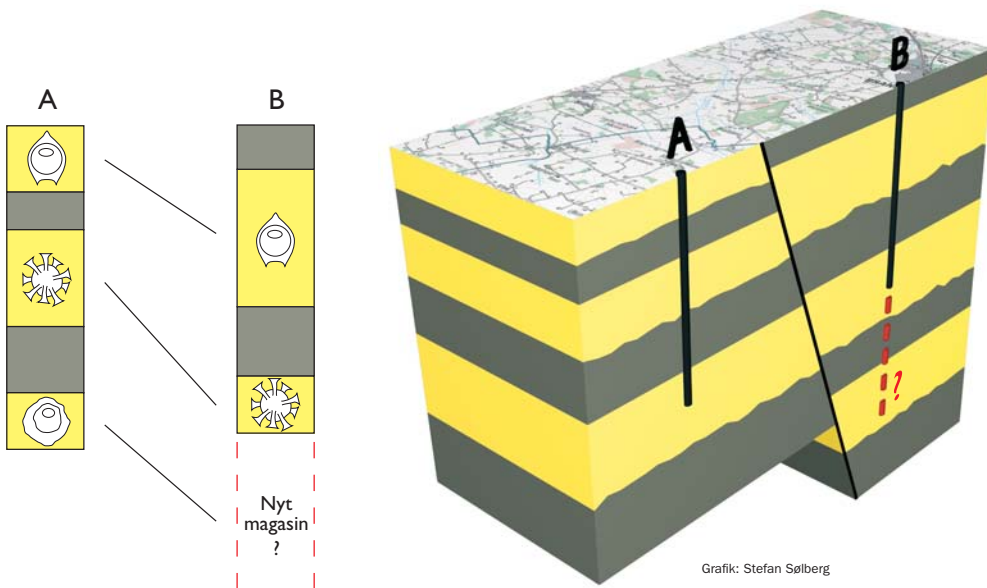
Spør efter gamle dinoflagellater

Dinoflagellater er en meget kompleks gruppe af éncellede, mikroskopiske alger (protister). De fleste arter lever i havvand, men der findes også dinoflagellater i ferskvand. De har to svingtråde (flageller), som gør, at de kan bevæge sig rundt i vandet, alt efter hvor forholdene er optimale. Som et led i deres livscyklus laver de hvilecyster, der synker ned på havbunden. Fra cysten spirer en ny, bevægelig dinoflagellat frem, når forholdene er gunstige. Cysten bliver tilbage på havbunden. Cysterne består af et meget modstandsdygtigt organisk stof kaldet "dinosporin" og bevares i sedimenterne gennem millioner af år. Man kan derfor finde dem i havbundsaflejringer, der er over 200 millioner år gamle! Dinoflagellatcyster bruges rutinemæssigt til at datere de geologiske lag i Nordsø-boringerne, når der bores efter olie og naturgas. På fotoet ses et eksempel på en dinoflagellat-cyste, der tilhører arten *Homotryblum tenuispinosum*.

Man kan finde dinoflagellatcyster i alle former for sediment (ler, sand, kalk) aflejret på havbunden. Cysterne er i gennemsnit ca. 100 µm (=1/10 mm) i diameter. Vi finder cysterne ved at opløse sedimenterne med stærke syrer (flussyre og saltsyre). Efter behandlingen med syre er der kun organiske partikler tilbage. De bliver oxideret og

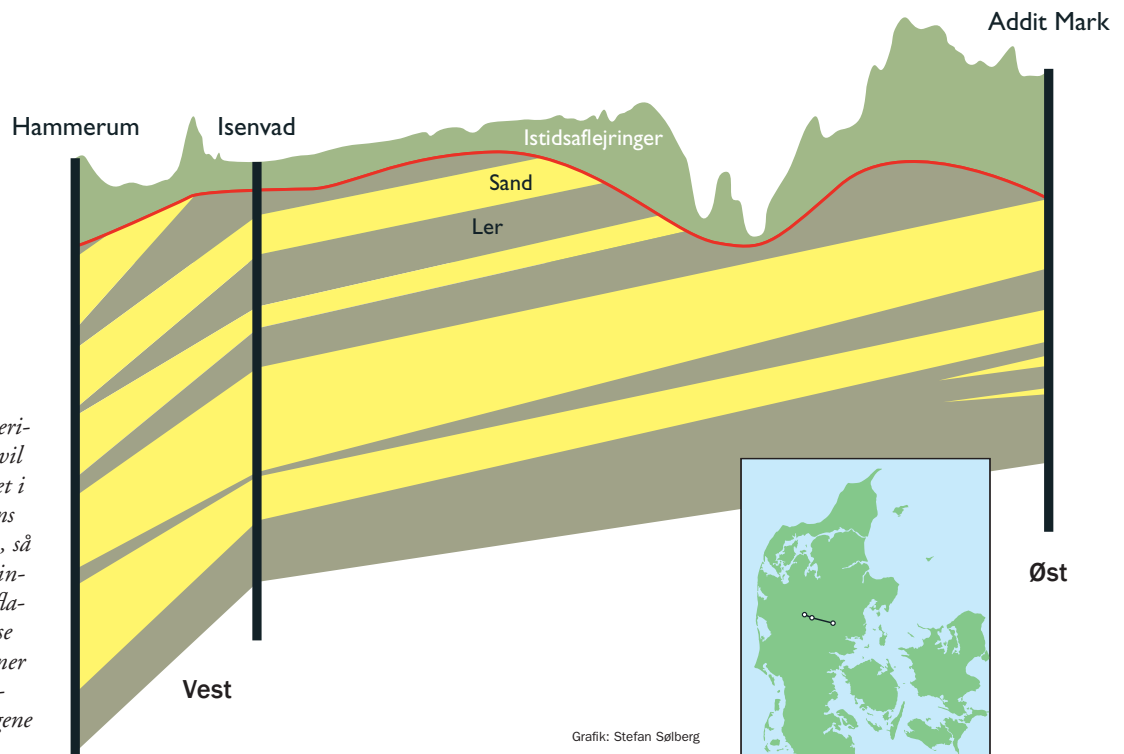


filtreret på filtre med meget små huller (20 µm). På den måde frasorteres alle de partikler, der er mindre end cysterne. Cysterne og de andre organiske partikler med omtrent samme størrelse bliver så rørt ud i en dråbe glycerin-gelatine og lagt på et glaspræparat. Herefter studeres de tilstedeværende dinoflagellatcyster i et lysmikroskop og bliver artsbestemt.



Figur 2. Et eksempel på en tredimensionel geologisk model baseret på informationer fra borerne A og B. Tre "begivenheder", uddøen af tre dinoflagellat arter, viser os, hvordan sandlagene i borerne hænger sammen. Resultaterne fra de to borer tyder på, at der i det område nær Brande, hvor boring B er boret, er yderligere et sandlag, og dermed et potentielt grundvandsmagasin, under de to som allerede kendes fra boring B.

Grafik: Stefan Sølberg



Figur 3. Lagene fra Miocæn-perioden hælder mod vest. Derfor vil sandlagene være dybest begravet i den vestlige del af Jylland, mens de i de østlige egne kommer op, så de ligger lige under istidsaflejringerne eller når helt op til overfladen. For at kunne beskytte disse potentielle grundvandsmagasiner mod forurening er det nødvendigt at kortlægge, hvor sandlagene kommer op nær overfladen.

Grafik: Stefan Sølberg



Foto: ESA

Nilens delta er et eksempel på et større nutidigt delta, der ligner dem, der engang var i Jylland.

net vand fra de øvre jordlag i at sive ned til de dybe grundvandsmagasiner.

Modelbygning med gamle alger

For at finde de gamle deltaer har vi opbygget en tredimensionel geologisk model, og det er i opbygningen af denne model, at dinoflagellat-cysterne er så vigtige. Når en dinoflagellat art

uddør eller en ny art opstår, er det en "begivenhed", som kan genfindes i jordlag af samme alder, fra sted til sted. En tilsvarende, verdenskendt, begivenhed er da dinosaurerne uddøde for ca. 65 millioner år siden – tilsyneladende på samme tid over hele jordkloden.

Gennem de seneste syv år har vi set på dinoflagellat-cyster i jordprøver fra vand-



Foto: Peter Warma-Moors

Miocæne aflejringer kan bl.a. ses i kystskrænten ved Hagenør mellem Fredericia og Kolding..

værksboringer, i kystskrænter og i grusgrave i Midt- og Sønderjylland. Vi har fundet en lang række begivenheder i jordlagene af Miocæn alder. Ved at forbinde den enkelte begivenhed, f.eks. uddøen af en bestemt art, fra boring til boring, får man et billede af, hvilke jordlag, der blev aflejret på samme tid (figur 2). Det gør det muligt at tegne et billede af, hvordan Jylland så ud på ét bestemt tidspunkt – f.eks. for 22 millioner år siden, som vist i figur 1. Her kan man se, hvor kystlinien lå, hvor der var floder, hvor der var deltaer og hvor der var laguner. Ved på den måde at arbejde sig op gennem tiden fra begyndelsen af Miocæn (for ca. 23 millioner år siden) til midt i Mellem Miocæn (for ca. 15 millioner år siden), har vi opbygget

den tredimensionelle model. Modellen har bl.a. bidraget til fundet af et nyt, stort grundvandsmagasin i området omkring Billund. Den har også ført til, at vi har kunnet rådgive flere vandværker i forbindelse med placeringen og dybden af nye vandværksboringer.

Beskyttelse af grundvandet

I den nærmeste fremtid vil vi fokusere mere på at beskytte de dybe grundvandsmagasiner mod forurening. Lagene fra Miocæn-perioden ligger lidt skråt (figur 3). Det betyder, at et sandlag, der i ét område ligger op til 200 m under jordoverfladen, et andet sted når helt op til overfladen, eller kun er dækket af et lag af aflejringerne fra istiden. Hvis man

ønsker at bruge grundvandet i sådan et sandlag til drikkevand, må man undgå, at der siver forurenede vand fra jordoverfladen ned i sandlaget. Det er derfor vigtigt, at vi får kortlagt de områder, hvor sandlaget når op i nærheden af overfladen, og f.eks. ikke tillader forurenende virksomheder i det område.

På længere sigt håber vi at få mulighed for at udvide vores arbejdsområde, bl.a. til Tyskland og Polen, hvor der også er store problemer med forurenede grundvandsmagasiner. Vores metoder kan også bruges i mange U-lande, hvor der ofte er store problemer med at skaffe lokalbefolkningen rent drikkevand. ■

Projektet er udført i et nært samarbejde med en lang række geologer ved de jyske amter.

Om forfatterne



Karen Dybkjær
E-mail: kd@geus.dk
Tlf.: 3814 2720



Erik Skovbjerg Rasmussen
E-mail: esr@geus.dk
Tlf.: 38142504

Begge er seniorforskere ved Danmarks og Grønlands geologiske Undersøgelse (GEUS), Geocenter København Øster Voldgade 10 1350 København K

Videre læsning:

Rasmussen, E.S., Dybkjær, K. & Piasecki, S., 2004: The Billund delta: a possible new giant aquifer in central and western Jutland. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 4, 21-24.

Rasmussen, E.S., Neogen. I bindet: Danmarks Geologi (G. Larsen, red.), Naturen i Danmark. Gyldendal 2006.