



GEOTERMI- varme fra jordens indre

**Internationale erfaringer, økonomiske forhold og udfordringer
for geotermisk varmeproduktion i Danmark**

Maj 2010

Geotermi – varme fra jordens indre

Internationale erfaringer, økonomiske forhold og udfordringer
for geotermisk varmeproduktion i Danmark

Maj 2010

Denne redegørelse om internationale erfaringer, økonomiske forhold og udfordringer for udnyttelse af geotermisk varmeproduktion i Danmark er udarbejdet af Energistyrelsen.

Redegørelsen udgives i forlængelse af rapporten ”Geotermi – varme fra jordens indre – status og muligheder i Danmark” fra oktober 2009. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) har i forbindelse med den første redegørelse udarbejdet rapporten ”Vurdering af det geotermiske potentiale i Danmark”, rapport 2009/59, september 2009.

Rapporterne giver samlet en vurdering af mulighederne for indpasning af geotermi i Danmark, de praktiske forhold herfor, potentielle udfordringer samt relevante erfaringer i forhold hertil. Denne redegørelse belyser de økonomiske forhold for typiske geotermiske projekter samt generelle udfordringer for geotermi.

Indholdsfortegnelse

1. Det globale potentiale for geotermi _____	3
Den aktuelle geotermiske globale energiproduktion _____	4
Anvendelse af geotermisk energi _____	5
2. Økonomiske forhold _____	7
Anlægsøkonomi _____	7
Varmepris _____	8
Støtte til geotermi i Danmark _____	10
Offentlig støtte til de første geotermianlæg i Danmark _____	11
3. Internationale erfaringer _____	12
Tyskland _____	12
Frankrig _____	14
Problemstillinger for den franske ordning _____	16
Sverige _____	16
Australien _____	17
Udfordringer i udlandet _____	19
4. Potentielle udfordringer i Danmark _____	20
4.1. Adgang til ressourcen _____	20
4.2. Drift _____	20
4.3. Tilgængelig information, vidensudvikling og netværk _____	21
Undergrundsdata _____	21
Vidensnetværk og organisationer _____	22
4.4. Standardprocedurer og standardvilkår _____	23
4.5. Forventninger og markedsprisudvikling _____	23
Dårlige erfaringer – manglende investeringsvilje _____	24
4.6. Risici _____	24
4.7. Lovgivning og sagsbehandling _____	24
Konklusion _____	26
Litteraturliste _____	27

1. Det globale potentiale for geotermi

Geotermisk energiproduktion fra varmt vand i undergrunden fungerer allerede nu som en kommerciel vedvarende energiteknologi i forskellige verdensdele til elektricitets- og varmeproduktion, og vil i fremtiden udgøre en stadig større andel af den samlede energiproduktion i takt med udfasningen af fossile brændsler.

Det mest sandsynlige potentiale for den globale geotermiske ressource er af det Internationale Energi Agentur (IEA) vurderet til 205.000 PJ per år, hvilket svarer til omkring 40 procent af det samlede globale energiforbrug for 2006 (492.000 PJ). Heraf udgør elektricitetsproduktion fra geotermiske kilder 65.000 PJ per år, mens varmeproduktionen udgør de resterende 140.000 PJ per år (IEA 2008:2). I dette potentiale medregnes også jordvarme, hvor varmen ved hjælp af varmepumper hentes fra slanger, der er gravet ned i jorden som det eksempelvis kendes fra individuelle løsninger. De ovenstående tal er forbundet med stor usikkerhed i forbindelse med, hvor komplicerede eller teknisk krævende de geotermiske ressourcer vil være at udvinde, og hvor mange skjulte og uidentificerede ressourcer der findes.

Hovedfokus i denne redegørelse er rettet mod geotermi og ikke jordvarme. I mange statistiske opgørelser er der dog tale om, at jordvarme og geotermi vurderes og opgøres med et samlet tal.

Jordvarme og geotermi

Jordvarme er i de senere år blevet mere udbredt. Jordens varme optages af en væske, der cirkulerer i et system af slanger gravet ned i ca. 1 meters dybde. Varmen fra væsken udvindes ved hjælp af en el-drevet varmepumpe. Varmen fordeles indendørs i et typisk vandbåret system i form af eksempelvis radiatorer. Jordvarmeanlæg kan størrelsesmæssigt tilpasses almindelige parcelhuse. Ved jordvarme udnyttes den varme som solen tilfører de øverste jordlag. Etablering af jordvarmeanlæg er reguleret af Miljøministeriets bekendtgørelse om jordvarmeanlæg. Jordvarmeanlæg må ikke etableres før kommunen har givet tilladelse til det efter bestemmelserne i miljøbeskyttelsesloven

Geotermisk energi indvindes fra det varme vand, som naturligt findes i porøse og permeable sandstenslag, som i Danmark typisk findes i dybder mellem 800 og 3.000 meter. Geotermiske anlæg er dyre at anlægge blandt andet på grund af de nødvendige dybe borer. Geotermiske anlæg passer derfor ind i større fjernvarmesystemer. Ved geotermisk energi indvindes varme, som strømmer ud fra jordens indre, hvor temperaturen er på op mod 5.000 °C. I jordens indre skabes varmen ved radioaktive processer, der ligner dem, som foregår i solen. Indvinding af geotermisk energi reguleres af undergrundsloven, som administreres af Energistyrelsen.

Udnyttelse af geotermisk energi

Geotermisk varme fra jordens indre strømmer hele tiden ud mod jordoverfladen. I Danmark, hvor temperaturen i jordlagene stiger med 25 – 30 °C pr. 1.000 meters dybde, er det muligt at udnytte denne varme til opvarmning i form af fjernvarme. Det varme vand, der findes i porøse og permeable sandstenslag, pumpes via en boring op til overfladen. Her indvindes varme via varmevekslere, hvorefter det afkølede vand pumpes tilbage i undergrunden i en anden boring.

Den aktuelle geotermiske globale energiproduktion

Geotermisk energi anvendes over alt i verden og er i konstant vækst. Blot i perioden 1999 til 2004 voksede geotermisk elektricitetsproduktion med 16 procent, mens geotermisk varmeproduktion voksede med 43 procent (IPCC 2008:3). Opgørelsen af den globale geotermiske energiproduktion bliver opdateret hver femte år, og vil næste gang blive offentliggjort til World Geothermal Congress i år 2010 (IEA 2008:3).



I alt er den totale globale installerede geotermiske kapacitet estimeret til omkring 45,6 GW og den samlede energiproduktion på 386.052 TJ årligt. Den globale installerede geotermiske varmekapacitet er af IEA estimeret til 35,6 GW i 2007. For samme år er varmeproduktionen blevet estimeret til 329.270 TJ. Den globale installerede geotermiske elkapacitet er af IEA estimeret til 10 GW i 2007. For samme år er den geotermiske elektricitetsproduktion blevet estimeret til 56.782 TJ.

Lande med store arealer eller særlige gunstige geologiske forhold har de største geotermiske energiproduktioner. I år 2005 lå Danmark på en 14. plads for geotermisk varmeproduktion på globalt plan, og på en femteplads for EU-landene (IPCC 2008:9). I tabel 1 ses en opgørelse over lande med geotermiproduktion i 2005.

Tabel 1: Top 15 over lande med geotermiproduktion i 2005.

Geotermisk elektricitetsproduktion (GWh/år)		Geotermisk varmeproduktion (GWh/år)	
USA	17.917	Kina	12.605
Philippinerne	9.253	Sverige	10.000
Mexico	6.282	USA	8.678
Indonesien	6.085	Tyrkiet	6.900
Italien	5.340	Island	6.806
Japan	3.467	Japan	2.862
New Zealand	2.774	Ungarn	2.206
Island	1.483	Italien	2.098
Costa Rica	1.145	New Zealand	1.968
Kenya	1.088	Brasilien	1.840
El Salvador	967	Georgien	1.752
Nicaragua	271	Rusland	1.707
Guatemala	212	Frankrig	1.443
Tyrkiet	105	Danmark	1.222
Guadeloupe (Frankrig)	102	Schweiz	1.175

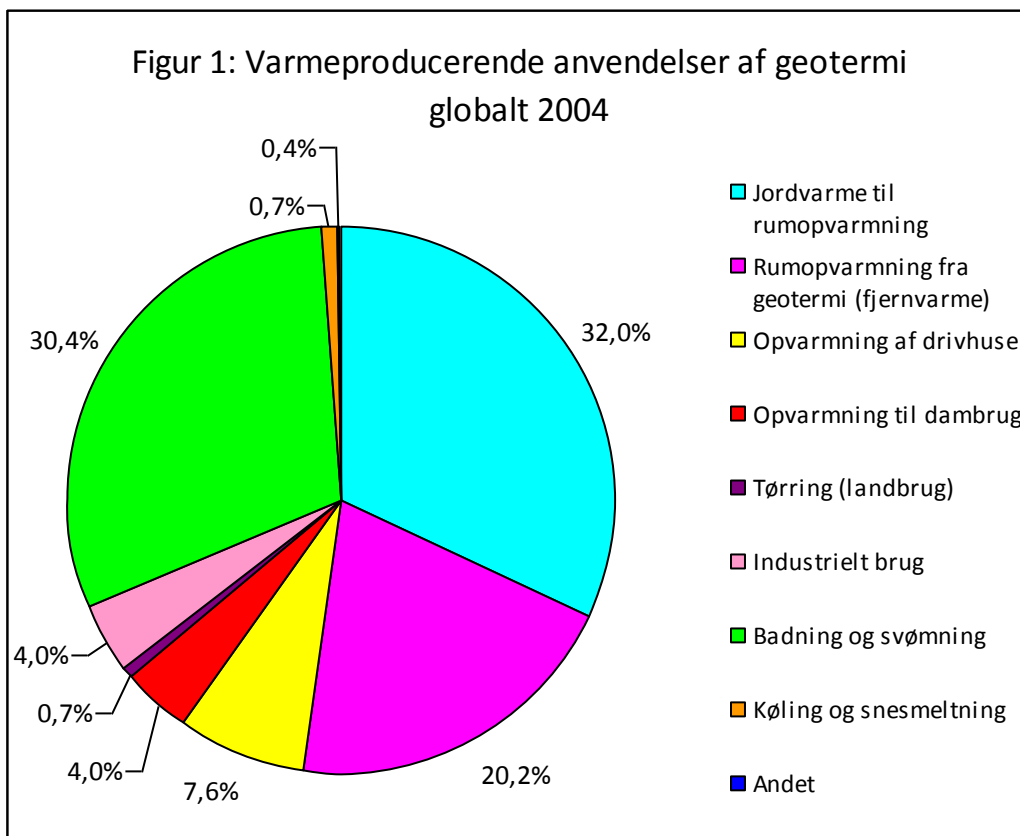
(IPCC 2008:9)

Tabel 1 inkluderer også produktion fra varmepumper. Den danske varmeproduktion på omkring 1.222 GWh i 2005 udgøres af en produktion fra varmepumper på 1127 GWh. Den geotermiske varmeproduktion var i 2005 på 37 GWh (Energistyrelsen 2009,1). Der er en lille afvigelse for det samlede tal fra Energistatistik 2008 med en samlet produktion i 2005 på 1.164 og IPCC's vurdering på 1.222 GWh.

I 2009 var den geotermiske varmeproduktion i Danmark på 67 GWh eller 241 TJ. Til sammenligning produceres der i alt ca. 124.000 TJ fjernvarme om året i Danmark (Energistyrelsen 2009, 1). Stigningen fra 2005 til 2009 skyldes igangsætning af det geotermiske anlæg ved Margretheholm.

Anvendelse af geotermisk energi

Geotermisk varmeproduktion har en lang række anvendelser, og bruges ikke kun som i Danmark til fjernvarmesystemer og rumopvarmning. Jordvarme (rumopvarmning med varmepumper) står globalt set for den største andel af geotermisk varmeproduktion, se figur 1, med næsten en tredjedel af den samlede andel. Herefter følger geotermisk opvarmning til bad og svømning, og med en andel på 20 procent udgør rumopvarmning ved fjernvarme det tredjestørste anvendelsesområde. Herefter følger en lang række andre anvendelser, blandt andet industrielt brug.



(Lund, Freeston & Boyd 2005)

2. Økonomiske forhold

Etablering af geotermiske anlæg er belagt med forholdsvis store omkostninger, men har til gengæld lave driftsomkostninger. I første delrapport fra Energistyrelsen ("[Geotermi – varme fra jordens indre – status og muligheder i Danmark](#)", oktober 2009) blev de økonomiske forhold for geotermiske anlæg kort beskrevet. Dette vil blive uddybet her.

Anlægsøkonomi

De samlede etableringsomkostninger for et geotermisk anlæg, der har en varmeproduktion fra undergrunden på omkring 250 til 350 TJ, er som udgangspunkt omkring 200 millioner kroner. Denne pris omfatter hele etableringsfasen, herunder også seismiske undersøgelser, prøveboringer og de byggerenter der, på grund af en etableringsfase kan forventes at tage nogle år, må pålægges projektet.

Etablering af anlæg ved Sønderborg

(Sønderborg Fjernvarme 2009)



I tabel 2 er illustreret to eksempler på investeringer for et geotermisk anlæg. Eksemplerne er udarbejdede og stillet til rådighed af DONG Energy til denne redegørelse. Det ene anlæg forsyner en by, der har et fjernvarmenet med et varmebehov på 700 TJ om året og henter vand op fra undergrunden med en temperatur på 50 °C. Det andet anlæg forsyner en by, der har et fjernvarmenet med et varmebehov på 1100 TJ om året og henter vand op med en temperatur på 70 °C. En række forhold har indflydelse på prisudsving i de to eksempler. Eksempelvis er borerne dyrere for anlægget med 70 °C geotermivand, da borerne i dette tilfælde vil være dybere.

Anlægget, der producerer til fjernvarmenettet på 50 °C, har en varmeproduktion fra undergrunden på 257 TJ om året og en drivvarme på 306 TJ om året. Anlægget, der producerer til fjernvarmenettet på 70 °C, har en varmeproduktion fra undergrunden på 357 TJ om året og en drivvarme på 284 TJ om året. Geotermianlægget dækker altså ikke det fulde varmebehov i byerne, men udgør en grundlast.

Tabel 2: To eksempler på investeringer for geotermiske anlæg

(mio. kr.)	50 °C geotermivand Varmebehov 700 TJ/år Geotermi 257 TJ/år	70 °C geotermivand Varmebehov 1100 TJ/år Geotermi 357 TJ/år
Forundersøgelser (seismik)	5	5
To borer med tests	83	91
Overfladeanlæg	88	84
Byggerenter	14	15
I alt	190	194

(Kilde: DONG Energy 2009)

Varmepris

Omkostningerne for geotermisk varme er typisk på 50 til 100 kroner per GJ. Varmeprisen afhænger af følgende forhold:

1. *Undergrundsforholdene*

Dybden af undergrundsreservoiret samt porøsitet, permeabilitet og temperatur påvirker produktionen. Jo højere disse er, jo mindre er omkostningerne, hvilket vil trække varmeprisen ned.

2. *Afsætningsgrundlaget*

Både det lokale varmebehov, antal mulige driftstimer og nettemperaturer i fjernvarmesystemet er afgørende faktorer for afsætningsmulighederne. Afsætningsbegrænsninger øger prisen og gør ofte anlæg urentable i byer/fjernvarmenet med et varmebehov på under 300 til 500 TJ årligt.

3. *Drivvarme*

Typen af drivvarme påvirker varmeprisen. Drivvarme fra eksempelvis en halmkedel er omkostningsfri, da den i princippet går direkte gennem varmepumpen og ender som fjernvarme i samme mængde, som hvis der ikke havde været geotermi. Hvis dampen i stedet leveres af et kraftvarmeværk, medfører drivvarmen blandt andet tabt elproduktion. Dette øger varmeprisen med omkring 10 kroner per GJ.

Behovet for drivvarme vedrører blandt andet mængden af geotermisk vand, der skal pumpes gennem anlægget. I et større anlæg pumpes mere vand igennem, og elkøbet er derfor større, på grund af det øgede forbrug af drivvarme. Generelt set vil større anlæg dog opnå stor-driftsfordele. Varmeprisen vil derfor være lavere, som illustreret i tabellen herunder.

4. *Forretningskrav og konjunkturer*

For at kunne finansiere etableringsomkostningerne i forbindelse med geotermianlæg, vil det være nødvendigt at optage lån. Herefter foretages der afskrivninger på lånet, som oftest vil strække sig over 20 til 30 år. Størrelsen på udgifter til afskrivninger afhænger af etableringsomkostningerne samt renten på lånet. I nedenstående eksempel er renten sat til seks procent. Konkurrencedygtigheden for geotermi afhænger desuden af prisen på konkurrerende varmekilder, herunder fossile brændsler olie, naturgas og kul.

5. Koncessionens længde

Koncessionens længde har også indflydelse på varmeprisen. I de fleste tilfælde vil geotermi projekter blive igangsat i forbindelse med fjernvarmeværker og vil således være underlagt ”hvile-i-sig-selv” princippet. Koncessionens længde vil have en direkte indflydelse på varmeprisen da investeringerne tilbagehentes i den periode hvori anlægget er i drift og producerer varme. En længere koncessionsperiode vil gøre det muligt at dele investeringsudgifter ud over en længere årrække, eksempelvis 25 år, og således opnå en reduceret varmepris. Dette kan ses i forhold til en kortere, eksempelvis 15 år, koncessionsperiode, hvorunder de årlige udgifter vil være højere og således resultere direkte i en øget varmepris hos kunden. Som oftest anbefales en koncessionsperiode på mellem 25-30 år, hvilket også er sammenligneligt med den nuværende økonomiske praksis hos fjernvarmeværker. Her er den nuværende tilladte afskrivningsperiode 30 år.

Varmeprisen beregnes ud fra de nævnte faktorer ovenfor, og er derfor følsom i forhold til ændringer for én eller flere af faktorerne. De variable omkostninger, som varierer med produktionsstørrelse og aktivitetsniveau, er normalt små og vil udgøre cirka 20 til 30 procent af varmeprisen.

Tilbagebetaling på etableringsomkostningerne, som udgør den faste omkostning, udgør markant den største del af varmeprisen, som illustreret i tabel 3 herunder, med en samlet andel på cirka to tredjedele af varmeprisen. Det er derfor særligt anlægsøkonomien, som har stor indflydelse på den samlede varmepris, og herudover temperaturen af det geotermiske vand samt returtemperaturen fra fjernvarmenettet.

I tabel 3 illustreres to eksempler på varmeprisen for to anlæg med forskellige forudsætninger. For anlægget med 50 °C varmt geotermivand er varmeprisen 80 kroner per GJ. For anlægget med 70 °C varmt geotermivand er varmeprisen 70 kroner per GJ. Indexlånet referer til afskrivningen på anlægningen, og er fastsat til 25 år. Renten er på seks procent fastsat efter den samfundsøkonomiske realrente.

Tabel 3: To eksempler på varmepris for geotermiske anlæg (kedeldrivvarme)

	50 °C geotermivand Varmebehov 700 TJ/år		70 °C geotermivand Varmebehov 1100 TJ/år	
	mio. kr./år	kr./GJ	mio. kr./år	kr./GJ
Indexlån 6 %	14,4	56	14,7	41
Drift ekskl. elkøb	4,3	17	4,8	13
Køb af el	1,8	7	5,4	15
I alt	21	80	25	70

(Kilde: DONG Energy)

Generelt er varmeprisen meget afhængig af, hvilken type produktionsanlæg varmen produceres fra. Kollektive varmforsyningsanlæg er bundet af hvile i sig selv-princippet, hvilket betyder, at anlægene som udgangspunkt maksimalt må opkræve den pris hos forbrugerne, som det koster at producere varme. Varmeforsyningslovens § 20b gør det dog muligt at indkalkulere et overskud i fjernvarmeprisen for varme leveret fra et geotermisk anlæg.

Biomasseanlæg og centrale kraftværker har relativt lave priser, mens naturgasanlæg har høje priser. Det afspejler sig i prislofterne for affaldsvarme, der skal afspejle produktionsprisen på et effektivt centralt kraftværk, et biomasseanlæg og et decentralt naturgasfyret kraftvarmeanlæg.

Prisloftet, som altså kan bruges som indikator på varmeprisen, udmeldes af Energitilsynet og er for 2010:

Centralt kraftvarmeværk: 67 kr. pr. GJ

Biomasseanlæg: 69 kr. pr. GJ

Decentral naturgaskraftvarme: 107 kr. pr. GJ

Geotermisk varmeproduktion ligger på niveau med dette prisloft, og må derfor vurderes som værende en konkurrencedygtig varmeproduktionsform på nuværende tidspunkt. Dette kan dog ændre sig alt efter hvilke lokale forhold, der gør sig gældende i forbindelse til anlægsøkonomien.

Støtte til geotermi i Danmark

Der er ikke direkte støttemuligheder til varme produceret med vedvarende energikilder. For geotermi har afgiftsfritagelsen dog en direkte og positiv effekt på konkurrenceevnen med anden varmeproduktion baseret på fossile brændsler.

I tabel 4 ses en oversigt over udvalgte brændsler og deres afgiftsniveau i form af energiafgift og CO₂ afgift.

Tabel 4: Afgifter på udvalgte brændsler (Kr/MWh).					
	Naturgas	Stenkul	Fuelolie	Fyringsolie	Petroleum
Energiafgift	14,6	15,4	14,5	14,6	15
CO ₂ -afgift	1,4	2,3	2	1,9	1,9
total	16	17,7	16,5	16,5	16,9

* Energistatistik 2008

** Bemærk at dette ikke er et fyldestgørende udtryk for afgifter.

Svovl og NO_x-afgift er eksempelvis ikke inkluderet.

Som det ses ud fra tabel 4 er der en indirekte støtte på cirka 16 til 18 kroner pr. MWh for geotermisk varmeproduktion, sammenlignet med en række fossile brændsler.

Desuden gør varmforsyningslovens § 20b det muligt at indkalkulere et overskud i fjernvarmeprisen for varme leveret fra et geotermisk anlæg.

Offentlig støtte til de første geotermianlæg i Danmark

Begge idriftsatte geotermiske anlæg i Danmark (Thisted og Amager) har modtaget tilskud.

I tilfældet med etableringen af Thisted-værket dækkede EU en fjerdedel af de samlede omkostninger på 71 millioner kroner.

I den danske finanslov for 2000 og 2001 blev der afsat 20 millioner kroner til at støtte udforskningen af de geotermiske muligheder i Storkøbenhavn, der førte til etableringen af det geotermiske demonstrationsanlæg på Margretheholm. Der blev givet 8 millioner kroner i tilskud til Fase 1 med seismiske undersøgelser og varmeplanlægning. De andre 12 millioner kroner, der var afsat til første boring, bortfaldt med den efterfølgende finanslov. Den samlede anlægsinvestering for anlægget på Margretheholm var på 201 millioner kroner. Heraf dækkede statstilskuddet cirka fire procent.

3. Internationale erfaringer

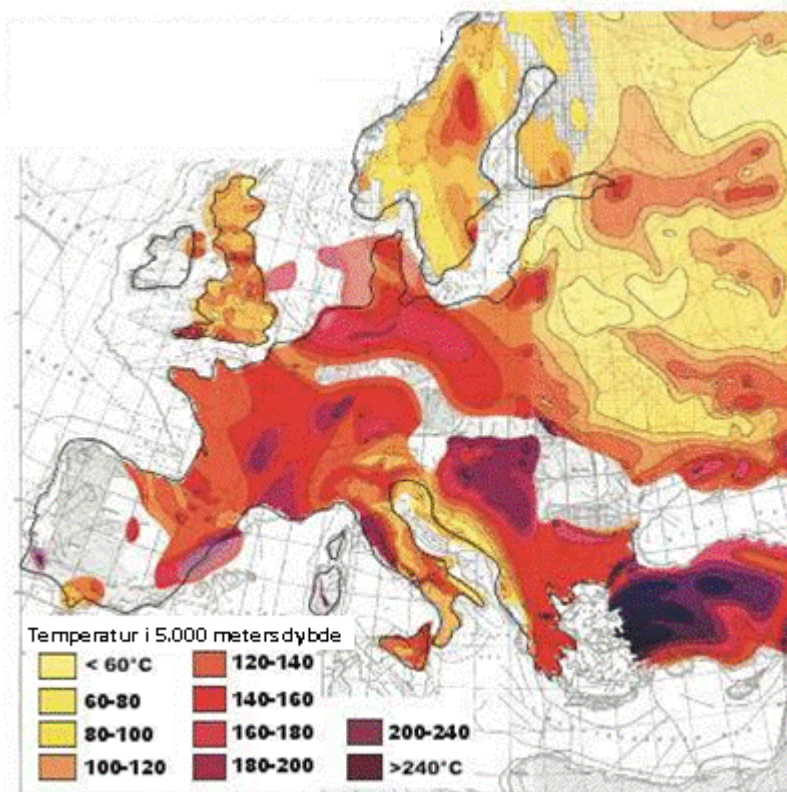
Forholdene for geotermi er meget differentierede i forskellige lande. Udviklingen påvirkes blandt andet af, hvilke naturlige ressourcer der er til rådighed, de anvendte teknologier og markedsforholdene.

Undersøgelses-, projekterings- og etableringsomkostningerne ved geotermi er høje, og der er en stor økonomisk risiko forbundet med efterforskning og indvinding.

I de omkringliggende lande i Europa, er både de ressource- og samfundsmæssige forhold til en vis grad sammenlignelige. Figur 2 illustrerer variationer i temperaturniveauet i 5 kilometers dybde for Europa. Heraf fremgår det, at Danmarks undergrund har temperaturer på samme niveau som blandt andet områder i Tyskland og Frankrig.

Det største geotermiske fjernvarmesystem i Europa findes i Paris, Frankrig. Derudover har eksempelvis Østrig, Tyskland, Ungarn, Italien, Polen og Slovakiet et betydeligt antal geotermiske fjernvarmesystemer.

Figur 2: Europæiske geotermiske ressourcer år 2000



(europa.eu)

Tyskland

Den tyske undergrund er meget lig den danske med temperaturstigninger på 30 °C per km bortset fra enkelte områder med højere temperaturer, hvor det er muligt at producere elektricitet. I en europæisk kontekst er Tyskland et "boom"-land inden for geotermisk udvikling. Dette er især baseret på

de seneste års indsats omkring mulighederne for at producere elektricitet fra geotermiske anlæg. Størstedelen af den geotermiske energiproduktion er dog hovedsageligt baseret på fjernvarmeforsyning.

Tyskland producerede i 2007 0,4 GWh geotermisk elektricitet med en samlet installeret kapacitet på 3,23 MW. Det lave produktionstal skyldtes, at Landau-anlægget (3 MW) først blev idriftsat i november 2007. Det andet elektricitetsproducerende anlæg (Naustadt-Glewe) fra 2003 har en kapacitet på 230 kW. For varmeproduktion eksisterer der i Tyskland et stort marked for varmepumpeinstallationer til jordvarme. Disse udgjorde i 2007 en samlet energiproduktion på 2.139 GWh, mens den geotermiske varmeproduktion udgjorde 160 GWh (IEA 2008:127).

Tidligere har geotermisk energi i Tyskland kun været anvendt til varmeformål, men efter revisionen af den tyske lov for vedvarende energi, EEG, i 2004, er interessen for elproduktion steget gevaldigt. Temperaturerne i de tyske geotermiprojekter spænder imellem 100 og 150 °C og dybder på tre til fire kilometer. Heraf følger dyre boringsomkostninger. På nuværende tidspunkt er der i Tyskland tre elproducerende anlæg i drift, otte under konstruktion, og endvidere er to områder afsat til forskning og udvikling.

Der findes omkring 20 geotermiske varmeproducerende anlæg, hvor størstedelen findes i Sydtykland, der har de bedste forhold for geotermisk varmeproduktion. Det vurderes endvidere, at 150 geotermiprojekter er på vej (IEA 2008:127). Enkelte anlæg er kombinerede varme- og elektricitetsanlæg.

Der er imidlertid opstået et problem med mængden af boringsudstyr, der er til rådighed. Da der ikke er nok udstyr til de planlagte processer, forsinkes anlægsfasen, og boringsomkostningerne stiger som følge af den store efterspørgsel (Renewable Energy World 2/6 2008).

I 2000 blev geotermi for første gang ligestillet med andre vedvarende teknologier gennem vedtagelsen af den tyske lov for vedvarende energikilder, EEG-loven (Erneuerbare Energien Gesetz), samt en lov om levering af elektricitet produceret af vedvarende energikilder til det nationale net. Dette betød, at der blev implementeret en økonomisk støtteordning for elproducerende geotermiske anlæg, hvor producenten sikres en fast prisafregning, og operatøren kompenseres gennem en højere elregning hos forbrugeren. Således er det altså forbrugeren der betaler for den vedvarende energi (cirka 20 eurocent per kWh i 2000 – forbrugers prisstigning, sammensat af fastpristilskud og kompensation til operatøren) (Burkhard & Bussmann 2005).

Det første tyske geotermiske elkraftværk, Naustadt-Glewe, blev som følge af ligestillingen med andre vedvarende energikilder etableret i 2003 (Burkhard & Bussmann 2005). Dette anlæg er det første til at benytte ORC-teknologien (anvender en organisk væske i stedet for vand/damp til varmeoverføring) (Energistyrelsen 2009,2) og anvender den hidtil laveste temperatur til elektricitetsproduktion (gmk.info), hvilket også betyder, at anlægget afprøver ny teknologi til elproduktion fra geotermisk varme.

Erfaringerne viser, at kompensationsordningen fra 2000 ikke var tilstrækkelig. Tiltaget satte ikke en udvikling i gang inden for etableringen af geotermianlæg, da barrierer omkring geologiske, tekniske og økonomiske risici ved etableringen af geotermiske anlæg, særligt for mindre anlæg, ikke blev imødekommet.

I 2004 blev loven revideret så tilskuddet nu gradueres efter anlægsstørrelse. Tilskuddet er nu ændret til 15 eurocent per kWh for anlæg under 10 MW, 9 cent per kWh for anlæg mellem 10 og 20 MW og 7 cent per kWh for anlæg over 20 MW. For at overkomme de førnævnte risici gives geotermiske projekter også støtte gennem det tyske ”ZIP”-program eller ”Programmet for investeringer i fremtiden”, som blev iværksat i 2001 for at fremme udvikling og vækst.

Igennem et andet nyt program fra staten, Marktanreizprogramm, vil der endvidere blive givet mere støtte til boringsomkostninger, og låntagere vil blive fritaget for hæftelse og erstatningsansvar op til en vis grænse, således at efterforskningsrisici nedsættes (IEA 2008:130).

I 2007 fik 17 nye projekter igennem dette program støtte for 8,1 millioner euro.

Frankrig

Siden omkring 1980 har Frankrig specialiseret sig i lavtemperaturgeotermi til fjernvarmeforsyning, blandt andet ved at have den mest omfattende støtteordning for etablering og drift af geotermiske anlæg. Ordningen medførte, at der bare i perioden 1981 til 1986 blev etableret 70 geotermiske anlæg. Dette var hovedsageligt i forbindelse med fjernvarmeforsyning.

Frankrig producerede i 2007 fjernvarme svarende til cirka 5.500 TJ og cirka 7.500 TJ fra jordvarme. Den installerede kapacitet for fjernvarme var 307 MW og for varmepumper 922 MW. Frankrig har i alt 34 geotermiske lavtemperaturanlæg til fjernvarmeproduktion. Frankrig har kun elektricitetsproduktion i kolonien Guadeloupe, hvor den installerede kapacitet på anlægget i det Caribiske hav er 15 MW, og produktionen i 2007 var 94,9 GWh. Et anlæg i Frankrig ved Soultz-sous-Forêts forventes at kunne øge kapaciteten med 1,5 MW (IEA 2008:115).

I 1981 etablerede den franske stat en garanti- og forsikringsordning for geotermisk efterforskning, samt et direkte basistilskud på 20 procent af efterforskningsomkostningerne til anlæggets første boring. Ordningen skulle sikre, at også kommunale selskaber og boligselskaber kunne investere i geotermiske projekter. Cirka 80 procent af de investorer, som har benyttet ordningen, har været offentlige eller halvoffentlige selskaber.

Der blev etableret en kortsigtet og en langsigtet garanti. Den kortsigtede garantiordning er udformet således, at et geotermisk efterforskningsprojekt skal godkendes af en komité af eksperter, før der kan gives garanti. Hvis projektet accepteres, skal bygherren betale 1,5 procent af det maksimale garantibeløb, som projektet er blevet tildelt i forbindelse med boringsomkostningerne. Et projekt kan højst få tildelt et garantibeløb svarende til 90 procent af de totale efterforskningsomkostninger, som kan udbetales, hvis hele eller dele af investeringen til boringer viser sig at være en fiasko (IEA 2008).

Geotermisk boring ved Margretheholm



Når efterforskningsprojektet er gennemført, testes boringens vandydelseskapacitet og temperatur for at afgøre efterforskningens succesrate. Hvis boringen er en succes, opnås kun basistilskuddet på 20 procent af efterforskningsomkostningerne. Hvis boringen er en fiasko opnås det totale garantibeløb. Ved delvis fiasko udregnes et garantibeløb på baggrund af boringens faktiske kapacitet. Fonden blev oprindeligt sponsoreret med 3,8 millioner euro fra staten, samt midler indbetalt af byherren for at blive omfattet af ordningen.

Hvis boringen er egnet til geotermisk produktion, kan byherren efterfølgende benytte sig af ordningens anden del, den langsigtede garantiordning. Hermed kan anlægget forsikres mod geologisk relaterede driftsproblemer samt hel eller delvis forsvinden af ressourcen i en årrække frem. Som udgangspunkt er perioden for dækning fastsat til 25 år, men er i år 2006 blevet ændret til 20 år for nye projekter.

Garanti- og forsikringsordningen har været vigtig i forhold til at mindske bankernes modvilje over for at udstede lån til geotermiske projekter, da det har øget den finansielle sikkerhed i projekterne.

I 2008 havde fonden i alt modtaget 8 millioner euro fra myndigheder. Fonden modtager ligesom den kortsigtede garantiordning midler fra byherrene.

I juli 2006 blev der indført elproduktionstilskud. Dette tilskud er baseret på nettoproduktionen for det geotermiske anlæg. I Frankrig er tilskuddet sat til 120 euro per MWh, og for oversøiske domæner på 100 Euro per MWh.

I 2006 blev der endvidere implementeret reducerede momsafgifter for varme fra vedvarende energi, herunder geotermi. Dette medfører, at den endelige varmemeforbruger skal betale et fast beløb for forbindelse til varmenetværket samt moms af den anvendte energi, der beregnes efter forbruget af megawatttimer med en moms på 5,5 procent mod en moms på 19,6 procent for ikke-vedvarende energikilder.

Endvidere blev der i 2007 igangsat et program for genoplivelse af geotermisk fjernvarme, hvor det forsøges at udvikle et program for at igangsætte en vækst i den geotermiske produktion i Paris-reservoiret. Projektet skal identificere nødvendige retninger og midler til at sætte gang i nye geotermiske projekter i Paris-området.

Problemstillinger for den franske ordning

På trods af de gode garanti- og støtteordninger, der eksisterer i Frankrig, stagnerede udviklingen for geotermianlæg fra 1986. Fra 1986 til 2000 faldt antallet af geotermiske fjernvarmeanlæg i drift fra 55 til 34. Mange anlæg etableredes i Frankrig, men også mange måtte lukke ned igen, da de ikke var økonomisk rentable. Dette skyldtes en række faktorer (Laplaige *et al* 2000):

- afregningen for geotermi var indekseret efter afregningen for fossile brændsler, så da oliekrisen i 1980'erne var overstået, betød det også at afregningspriserne for geotermisk varme faldt.
- På grund af en faldende inflationsrate blev forskellen imellem inflationsraten og de indgåede lån til geotermiske anlæg større. Anlæggene kunne ikke længere tilsvare den værdi, de var blevet forrentede til ved investeringen få år forinden.
- Vandreservoiret Dogger, som bruges af alle anlæg i Paris-området, indeholder store mængder af opløselige salte og gasser som skal geninjiceres i undergrunden, hvilket har medført en del tekniske problemer.
- Der har været mangel på erfaring og ekspertise blandt geotermioperatører, hvilket har gjort det sværere at løse finansielle og tekniske problemer på anlæggene.

Sverige

Sverige er ledende i verden inden for varmepumpeinstallationer til enfamilieshuse. Ud over dette, er der i 1985 idriftsat et geotermisk anlæg i Lund, hvor kun 16 til 20 grader varmt vand pumpes op fra jordlag i omkring 700 meters dybde og udnyttes med eldrevne varmepumper. Anlægget har ni borer, hvoraf fire bruges som produktionsboringer og resten til reinjicering. Anlægget står for 40 procent af forsyningen i fjernvarmedistriktet. Anlægget har en kapacitet på 47 MW, og producerer omkring 230 GWh årligt. Varmen fra vandet udvindes gennem brug af varmepumper, og opnår herigennem den rette temperatur til fjernvarmebrug.

Anlægget producerer i gennemsnit 3,3 kWh varme per kWh el, der forbruges i anlægget.

I 1985 var temperaturen i borerne omkring 22 til 24 grader, men fra omkring år 2002 var det muligt at se en afkøling i sandstensreservoiret, da det varme vand efter brug er blevet injiceret og langsomt har afkølet reservoiret.

Anlægget skiller sig ud ved, at der udnyttes varmt vand med så lave temperaturer og fra relativt lave dybder, samt at økonomien er helt afhængig af billig el. Anlægget får el fra vandkraft og atomkraftværker til 5 øre per kWh om natten, hvilket medvirker til at sikre en god økonomi. El udgør for varmeprisen i tabel 3, regneeksempel 2 omkring 21 procent - se kapitel om økonomi.

Etableringsomkostningerne for anlægget blev spredt over tre år (i alt 12,1, millioner euro) og hjulpet af staten med billige lån.

Australien

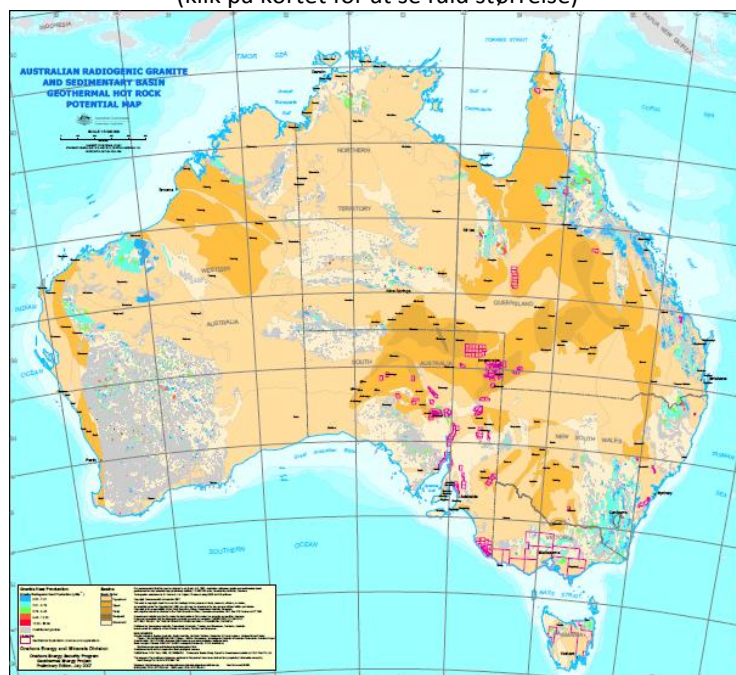
I Australien bliver der endnu ikke produceret energi fra geotermiske ressourcer. Der er dog blevet lokaliseret store mængder geotermisk energi i undergrunden i op til fem kilometers dybde, som Geoscience Australia (det australske geologiske institut) vurderer vil kunne dække 26.000 gange det årlige energiforbrug i Australien. Australiens geotermiske ressourcer er illustreret i figur 3. De blå områder har det laveste varmeindhold. Derefter følger de grønne områder. I de orange og røde områder er varmeindholdet højt.

Grundet det store potentiale er der en stor interesse blandt investorer og initiativtagere for særligt HDR-geotermi. HDR-geotermi er en særlig teknologi, hvor der skabes mulighed for at udnytte den energi, som ligger lagret i dybtliggende tørre bjergformationer helt ned til 5 kilometers dybde, i områder hvor der ikke findes vand, og vand meget vanskeligt kan strømme igennem (Energistyrelsen 2009,2).

Den første tilladelse til efterforskning af geotermiske ressourcer i Australien blev givet i 2001. Ved udgangen af 2007 var der givet 266 tilladelser til udforskning af undergrunden. Den geotermiske sektor i Australien oplever på nuværende tidspunkt en kraftig eksponentiel vækst, og sektoren adskiller sig markant fra udviklingen i andre lande, da den især er drevet af private investeringer på børsmarkedet. Der er på nuværende tidspunkt 40 geotermiske selskaber i Australien, hvoraf de 18 er børsnoterede.

Figur 3: Kort over potentielle HDR-geotermiske ressourcer i Australien

(klik på kortet for at se fuld størrelse)



(Geoscience Australia 2010)

Der gives støttemidler fra statsligt, delstatsligt og lokalt niveau. Den australske stat har ud af en samlet fond til vedvarende energi på 500 millioner australske dollars øremærket de 50 til udvikling af HDR-geotermi. Fra fonden gives der op til syv millioner australske dollars i tilskud per boringsprojekt, der har til hensigt at afprøve forholdene i undergrunden for et geotermisk anlæg. Endvidere bliver der i de australske delstater taget en række initiativer for at fremme udviklingen for geotermi. Queensland har givet 15 millioner dollars i støtte til et geotermisk energicenter på universitetet i delstaten, mens Sydaustralien har givet en halv million dollars i støtte til udvikling af en international forskningsfacilitet for HDR-geotermi.

Den australske geotermisektor er organiseret i mange grupper, hvorigennem graden af samarbejde og erfaringsudveksling øges. I 2006 blev Australian Geothermal Energy Group (AGEG) etableret som en bred forening for personer og organisationer inden for industrien. Her er der blandt andet blevet etableret en undergruppe omkring tekniske forhold, hvor emner med fælles interesse bliver taget op. Endvidere har virksomheder for geotermi deres egen interesseorganisation; Australian Geothermal Energy Association (AGEA). AGEA har blandt andet vurderet vækstpotentialet for industrien.

Udfordringer i udlandet

De ovenstående eksempler fra enkelte lande illustrerer, at der, ud over støtte til geotermiske anlæg, er en lang række andre forudsætninger, som kan være afgørende for, hvorvidt etablering og drift af geotermiske anlæg kan blive en succes. Herunder har de økonomiske konjunkturer og energipriserne på markedet betydning for rentabiliteten ved geotermisk energiproduktion.

De forskellige former for støtte har i de berørte lande igangsat en vækst i udbygningen af geotermianlæg. I Tyskland sikres en fast prisafregning for geotermisk produceret elektricitet, som fastsættes efter anlæggets størrelse – de mindste anlæg modtager størst støtte.

Der bliver endvidere givet støtte til boringsomkostninger, og låntagere kan blive fritaget for hæftelse og erstatningsansvar op til en vis grænse, således at efterforskningsrisici nedsættes.

I Tyskland er den største udfordring på nuværende tidspunkt mangel på boringsudstyr, som er med til at bremse en ellers ventet vækst i sektoren.

I Frankrig har de oprettede forordninger for geotermianlæg haft en positiv effekt på udbygningen. Garanti- og forsikringsordningen samt tilskuddet til efterforskningsomkostningerne har mindsket risikoen og øget den finansielle sikkerhed. Endvidere har den reducerede moms på næsten en fjerdedel af normal moms på ikke vedvarende varme skabt et ekstra incitament, ligesom elproduktionstilskuddet til geotermisk energiproduktion.

Fokus på den videre drift af anlæggene efter etableringen har dog manglet, og således har mange af anlæggene måtte gå ud af drift. Efter etableringen af anlæggene fulgte blandt andet en mangel på veluddannet personale og tekniske problemer på anlæggene.

Sveriges geotermianlæg er økonomisk afhængig af lave elpriser på den energi der skal til at drive geotermianlægget. Vigtigheden af denne faktor for varmeprisen og økonomien illustreres også i økonomikapitlet, hvor drivvarme fra halm i stedet for kraftvarme reducerer prisen med 10 kroner per GJ.

I Australien gives der både støtte til geotermiprojekter fra den centrale regering og fra de individuelle delstater. Endvidere er der stort fokus på organiseringen af geotermisektoren, hvilket er fremmede for videns- og erfaringsudveksling mellem forskellige aktører vedrørende aktuelle problemstillinger og håndteringen af disse.

4. Potentielle udfordringer i Danmark

I dette afsnit vil der blive redegjort for de forhold, som kan forventes at spille en markant rolle i udbygningen med geotermisk varmeenergi i Danmark.

Udviklingen påvirkes blandt andet af, hvilke naturlige ressourcer der er til rådighed, de anvendte teknologier og markedsforholdene.

Endvidere er undersøgelses-, projekterings- og etableringsomkostningerne ved geotermi meget høje, og der er en stor økonomisk risiko forbundet med særligt efterforskning.

Der er meget store mængder varme gemt i den danske undergrund. Den geotermiske varme findes i det salte vand, der ligger i porøse sandstenslag, som i dybder på mellem 800 og 3000 meter kan findes i meget store dele af Danmark.

Geotermisk varme fra undergrunden kan udnyttes til produktion af fjernvarme. Det skønnes, at der er mange eksisterende fjernvarmenet i Danmark, hvor geotermi i fremtiden kan få en rolle. Energistyrelsen udgav i oktober 2009 redegørelsen ”Geotermi – varme fra Jordens Indre”, som er første af to publikationer fra Energistyrelsen omhandlende geotermi, hvoraf denne publikation er den anden. Her er det opgjort, at der i 32 eksisterende fjernvarmenet, med en varmeleverance på mere end 400 TJ/år, kan være et potentiale for etablering af geotermisk energiproduktion.

4.1. Adgang til ressourcen

For at få adgang til den geotermiske varmekilde kræver det, at der foretages mindst to borer, således at vandet kan pumpes op i den ene boring og injiceres igen i en anden boring efter udnyttelse af varmen.

Udførelse af efterforsknings- og produktionsboringer er afhængig af tilgængeligheden af boringsmateriel. En stor efterspørgsel kan både medføre en højere pris for leje af udstyret samt forsinkelser, hvis der er ventetid på materiellet.

Dette ses i Tyskland, hvor der er opstået et problem med mængden af boringsudstyr, der er til rådighed, grundet en øget interesse for at anlægge geotermiprojekter. Da der ikke er nok udstyr til de planlagte processer, forsinkes anlægsfasen og boringsomkostningerne stiger som følge af den store efterspørgsel.

I Danmark findes ikke noget boreudstyr, hvorfor det skal hentes i udlandet, hvilket er fordyrende for lejen af udstyret. Endvidere besidder få firmaer i Danmark viden om udførelse af dybe geotermiske boringer, hvilket ligeledes problematiserer at opnå adgang til ressourcen.

4.2. Drift

Selve driften af anlægget er i mange tilfælde forbundet med lave omkostninger. Dog kan der opstå en række problemer som har en negativ effekt på driften. Oftest vil der ved investeringer i nye anlæg blive fokuseret på selve etableringsfasen, hvorimod fokus på driftsfasen er mindre.

Efter etableringen af anlæggene kan der blandt andet opstå mangel på veluddannet personale. Ligeledes kan der opstå tekniske problemer på anlæggene.

Fokus på den videre drift af anlæggene efter etableringen skal derfor være stort, således at anlæggene kan forblive økonomisk rentable og ikke må gå ud af drift. Dette aspekt skal derfor medtages i planlægningsfasen for et geotermianlæg for at sikre en fremadrettet og stabil drift.

4.3. Tilgængelig information, vidensudvikling og netværk

Viden, forskning og erfaringsdeling er vigtige ressourcer til at skabe udvikling og spredning af geotermisk energi, og ligeledes til at mindske den finansielle risiko.

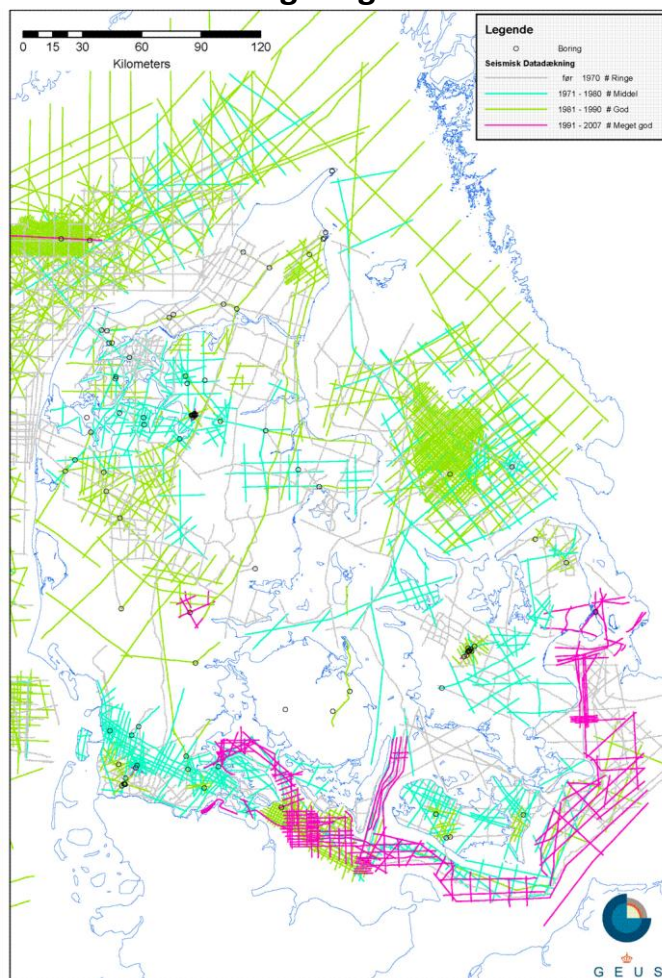
Undergrundsdata

Tre faktorer er afgørende i forhold til undergrundsdata; kvaliteten, detaljegraden samt tilgængeligheden.

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) har i september 2009 udgivet rapporten ”Vurdering af det geotermiske potentiale i Danmark”. Denne publikation er offentlig tilgængelig, og den grundigste tilgængelige på markedet.

I rapporten kortlægges det geotermiske potentiale i hele Danmark. Kortlægningen baseres hovedsageligt på information fra efterforskning efter olie og gas i den danske undergrund. På kortet herunder, figur 4, ses datadækningen i form af dybe borer og seismiske undersøgelser. Da der kan være stor spredning i det danske landskab mellem disse borer, er undergrundsdata i mange tilfælde betegnet med en høj grad af usikkerhed.

Figur 4: Kort over boringer og seismisk data i Danmark



(GEUS 2009)

Mange af de seismiske data er endvidere af ældre dato – helt tilbage til 1960 – hvorfor kvaliteten og detaljegraden er ringe (GEUS:6).

Nøjere analyser er nødvendige for at undersøge, om der er økonomisk og teknisk baggrund for at udnytte varmeressourcen i lokale områder. I de enkelte projekter må der derfor foretages lokale forundersøgelser, hvor der laves seismiske undersøgelser og efterforskningsboring(er).

Mange data er altså tilgængelige, men der eksisterer et stort usikkerhedselement på grund af blandt andet kvaliteten af de seismiske data, og kun dele af landet er dækket af eksisterende seismiske undersøgelser.

Vidensnetværk og organisationer

Vidensnetværk spiller en vigtig rolle i forhold til erfaringsudveksling. Mangel på erfaring og ekspertise blandt geotermioperatører gør det sværere at løse eksempelvis finansielle og tekniske problemer på anlæggene. Ved at danne netværk, kan man løse op for denne problematik.

Der eksisterer i lande som Island og Frankrig, hvor geotermisk energi har været under udvikling i mange år, en række nationale og internationale organisationer og videncentre for geotermi. Også lande, hvor geotermi først nu er på vej frem, forsøger man at opbygge grupper, hvorigennem graden af samarbejde og erfaringsudveksling øges. Dette ses i Australien, hvor der både fra statsligt niveau og fra erhverv tages initiativ til netværk.

I et internationalt perspektiv findes også flere organisationer. International Geothermal Association (IGA) betegner sig selv som en videnskabelig, læringsorienteret og kulturel organisation med et globalt fokus. En lang række landes geotermiorganisationer er medlemmer, og IGA afholder hver femte år "World Geothermal Congress". European Geothermal Energy Council (EGEC) er en international organisation. EGEC er også medlem af IGA og European Renewable Energy Council. IEA har et forsknings og udviklingsprogram for geotermi.

Da geotermisektoren er lille i Danmark, eksisterer der ikke mange udvalg, brancheforeninger eller lignende til udveksling af erfaringer inde for feltet i et dansk perspektiv.

I regi af foreningen Dansk Fjernvarme blev der i juni 2009 oprettet en arbejdsgruppe omkring geotermi. Her har medlemmer af foreningen mulighed for at udveksle erfaringer om geotermi.

4.4. Standardprocedurer og standardvilkår

Standardprocedurer kan spille en vigtig rolle for teknologier som skal udbredes, da der ikke på forhånd eksisterer mange anlæg og erfaringer.

Det vil lette forholdene for interesserede investorer, hvis der skabes et basisscenarie og -forhold for hvad etablering og drift af et geotermisk anlæg til varmeproduktion kræver, således at der dannes et overordnet billede af planlægning og drift af anlægget. På den måde kan uklarheder, tekniske problemer og lignende nedbringes.

Energistyrelsen er ved at udarbejde en modeltilladelse med tilhørende modelarbejdsprogram, således at selskaber, der ønsker at opnå en tilladelse efter undergrundslovens bestemmelser til efterforskning og indvinding af geotermisk energi, let kan danne sig et overblik over sådanne betingelser.

4.5. Forventninger og markedsprisudvikling

Forventninger – såvel positive som negative – har en stor indflydelse på investeringer og udvikling inden for alle sektorer. I forhold til geotermi kan det eksempelvis være tekniske problemer, mangel på boringsudstyr eller økonomiske forhold.

Endvidere har de økonomiske konjunkturer og energipriserne på markedet betydning for rentabiliteten ved geotermisk energiproduktion.

Udbredelsen af geotermi er også afhængig af prisudviklingen på elmarkedet, idet der anvendes en del el til at drive pumper på et geotermianlæg, jf. tabel 3 ovenfor. Endvidere øges incitamenterne for at forske i og udvikle geotermi også med global opvarmning, stigende energipriser og fokus på

forsyningsikkerhed – da geotermi er en stabil og vedvarende energikilde med potentiale til varmforsyning i flere tusinde år.

Dårlige erfaringer – manglende investeringsvilje

Erfaringer fra eksisterende geotermiske projekter skaber, gennem deres succes eller fiasko, forventninger til etablering og drift af geotermiske anlæg. I Frankrig måtte mange anlæg, som blev etableret i 1980'erne, gå ud af drift igen på grund af tekniske og økonomiske problemer, og dette var en af grundene til, at udviklingen stagnerede.

4.6. Risici

Der påhviler finansieringen af geotermiprojekter en vis risiko. Denne risiko vedrører især efterforsknings- og indvindingsusikkerheder. Projekter er derfor forbundne med større risiko jo tidligere man er i processen.

Et geotermiprojekt er afhængig af, at borerne giver positive resultater. Permeabiliteten, porøsiteten og i et vist omfang temperaturen i undergrunden er her afgørende. Hvis disse forhold ikke egner sig til geotermisk indvinding, er boringsinvesteringen spildt. Det er muligt for bygherrer at forsikre sig mod disse risici, men forsikringen medfører en markant ekstra udgift. Der eksisterer i udlandet private forsikringsordninger for denne type risici. Om denne type forsikring er mulig at anvende i Danmark er ikke afklaret, men arbejdsgruppen om geotermi i Dansk Fjernvarmeforening undersøger mulighederne herfor.

I Danmark er det gennem undergrundsloven påkrævet, at der tegnes en forsikring ved etablering af et geotermisk anlæg. Dette er både i forhold til etableringen og driften af anlægget. Endvidere skal der stilles økonomisk sikkerhed for, at der ryddes op igen efter boringen, hvis den mislykkes.

Forsikringsselskaber i Danmark har ringe erfaring med at behandle denne type af projekter, og dette afspejles i præmien. Der er en række internationale firmaer, eksempelvis i Tyskland, der har større erfaring med at behandle og forsikre denne type projekter. Derfor kan der hos dem forventes lavere forsikringssummer end ved danske forsikringsselskaber.

For at rejse tilstrækkelig kapital kan der indgås partnerskaber, hvilket er kendetegnende for de danske geotermiprojekter. Dette ses eksempelvis ved Sønderborg geotermianlæg, hvor der er indgået samarbejde mellem det lokale fjernvarmeselskab Sønderborg Fjernvarme og DONG Energy. DONG Energy tilbyder fjernvarmeforsyningen et samarbejde om efterforskning og indvinding af geotermisk energi, hvor fjernvarmeforsyningen bliver daglig operatør for produktionen og bestemmer produktionsmængderne. DONG Energy har det overordnede ansvar for driften af den geotermiske kreds, er medejer af anlæggene og vil investere omkring 50 procent af anlægsomkostningerne.

4.7. Lovgivning og sagsbehandling

Lovgivning og sagsbehandling for geotermiprojekter har særligt betydning i forhold til, hvilke rammebetingelser og incitamenter, der eksisterer på feltet. Gennemsigtighed og klare rammer er centralt, da det skaber bedre forståelse og en mindre kompliceret anlægsproces for investorerne. Derfor er udbredelse og kendskab til den eksisterende lovgivning på området central for at mindske kompleksiteten for potentielle bygherrer.

De institutionelle strukturer og ejerskabsrettigheder, som relaterer sig til anlægsetableringen mellem stat, regionale og lokale myndigheder samt private virksomheder skal være klare, ligesom lovgivningen på området skal være tydelig.

Jævnfør første delrapport fra Energistyrelsen ”Geotermi – varme fra Jordens Indre” er efterforskning og indvinding af geotermiske projekter underlagt:

Lov om anvendelse af Danmarks undergrund

Lov om varmforsyning

- Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg

Lov om planlægning

- Bekendtgørelse om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet

Planlægnings- og etableringsfasen for geotermi kan være lang og kompleks. Det tager en årrække at gennemføre projektet og indhente de nødvendige tilladelser, VVM-screening, etablere anlægget og foretage de nødvendige produktions- og injektionsboringer.

I tabel 5 nedenfor ses planlægnings- og etableringsfasen for det geotermiske anlæg ved Sønderborg. Der vil oftest gå fire til fem år før et geotermisk anlæg kan idriftsættes, og der kan opnås en indtægt. Anlægget i Sønderborg er derfor et godt eksempel på et typisk planlægnings- og etableringsforløb.

Tabel 5: Etablering af geotermianlæg

Opgavenavn	2007				2008				2009				2010				2011			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Indledende kontakter		■																		
Projekt besluttes			■																	
Ramme- og samarbejdsaftaler			■																	
Kommune- og ENS-godkendelser				■	■	■	■													
Projekt godkendes						■	■													
Seismikplanlægning, udbud m.v.						■	■													
Seismikgennemførelse og tolkning								■												
Boringer planlægges og kontraheres								■	■	■										
Boringer og tests									■											
Overfladeanlæg designes										■	■									
Overfladeanlæg kontraheres og bygges													■	■	■	■	■	■	■	■
Drift																				■

(Kilde: DONG Energy 2009)

Konklusion

Forhold omkring økonomi og risici vedrørende undergrundsressourcen udgør de største udfordringer for etableringen af geotermiske varmeanlæg i Danmark.

Indpasning af geotermisk varmeproduktion i den eksisterende fjernvarmeforsyning, hvor geotermi skal konkurrere med andre brændsler er også en udfordring. Samspillet med eksisterende varmekilder fra affaldsforbrænding og større kraftvarmeanlæg spiller også ind, når det skal vurderes, om der er basis for etablering af geotermisk varmeproduktion.

Etablering af et geotermisk anlæg vil under danske forhold oftest være forbundet med omkostninger på omkring 200 millioner kroner. Et anlæg med disse etableringsomkostninger vil typisk have en geotermisk varmeproduktion på 250 til 350 TJ om året.

Det er især etableringsfasen for geotermianlæg, der er forbundet med store omkostninger i forbindelse med boringer og etableringen af selve anlægget samt nettilslutning. Dette spiller sammen med risikoen for at etablere boringer uden at finde de rette forhold for porøsitet og permeabilitet samt en lang anlægsgang, hvor der ikke er nogen indtjening. Etablering af anlæg kræver altså en stor investering, som er forbundet med en række risici omkring de geologiske forhold i undergrunden. Geotermianlæg vil have en afskrivningsperiode på omkring 20 til 30 år. Den store investering og risiko kan vanskeliggøre det for særligt mindre markedsaktører at etablere geotermiske anlæg på egen hånd.

Det vurderes dog, at varmeprisen som afspejling af produktionsomkostningerne fra geotermiske anlæg som udgangspunkt vurderes som værende konkurrencedygtig med anden varmeproduktion på nuværende tidspunkt.

Begge idriftsatte geotermiske anlæg i Danmark (Thisted og Amager) har modtaget tilskud., jf. kapitel 2

De to danske anlæg ved Thisted og Amager blev begge tildelt støtte til forskning og demonstration. Siden da er teknologien modnet, en række erfaringer er blevet gjort og en del problemstillinger og risici er løst eller mindsket. Samtidig udbydes en række løsninger, eksempelvis forsikringsordninger af diverse slags, internationalt på kommercielle vilkår af private firmaer. Dette koblet sammen med den konkurrencedygtige varmepris og antallet af nye ansøgninger til geotermi, giver ikke grundlag for at anbefale anden støtte generelt set.

Det geotermiske anlæg, som er under etablering ved Sønderborg, modtager ikke offentlig støtte

Litteraturliste

Rapporter og artikler:

(Burkhard & Bussmann 2005)

Sanner, Burkhard & Bussmann, Werner: *Economic situation and political support for geothermal energy in Germany*, World Geothermal Congress 2005

(Energistyrelsen 2009,1)

Energistyrelsen: *Energistatistik 2008*, 2009

(Energistyrelsen 2009,2)

Energistyrelsen: *Geotermi – varme fra jordens indre – status og muligheder i Danmark*, okt. 2009

(Geo-heat center 2005)

Geo-heat center: *Combined heat and power plant – Neustadt-Glewe, Germany*, juni 2005

(Geus 2009)

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS): *Vurdering af det geotermiske potentiale i Danmark*, 2009

(IEA 2008)

International Energy Agency: *Geothermal Energy – annual report 2007*, dec. 2008

(IPCC 2008)

IPCC: *The possible role and contribution of geothermal energy to the mitigation of climate change 2008*, Geothermal 11, februar 2008

(Laplaige et al 2000)

Laplaige, Philippe *et al*: *The French Geothermal Experience- review and perspectives*, 2000

(Lund, Freeston & Boyd 2005)

Lund, J.W., Freeston, D.H., and Boyd, T.L.: *Direct application of geothermal energy*, Worldwide review Geothermics 34 s. 691–727, 2005

(Renewable Energy World 2/6 2008)

Renewable Energy World: *Geothermal electricity Booming in Germany*, 2. juni 2008

Hjemmesider:

(Geoscience Australia 2010)

http://www.ga.gov.au/image_cache/GA10332.pdf

(geotermi.dk)

DONG Energy: www.geotermi.dk

(gmk.info)

Gesellschaft für Motoren und Kraftanlagen: www.gmk.info

(Sønderborg Fjernvarme 2009)

www.sonderborg-fjernvarme.dk

(europa.eu)

Energy Research: http://ec.europa.eu/research/energy/nn/nn_rt/nn_rt_geo/article_1134_en.htm