

Ralf Radloff / Sebastian Löck
Radloff-eutin@t-online.de

Juni 2015

Dronninglund Fjernvarme

Seit 2014 solarthermische Deckungsrate von 41 %

Bereits 2006 verfolgte Dronninglund Fjernvarme das Ziel, ein Pilotprojekt mit einer solaren Deckungsrate von 50 % zu realisieren. Aufgrund einer Reihe von Widrigkeiten lagen die Genehmigungen aber erst Ende 2012 vor. Nach Baubeginn im März 2013 ging die Anlage im Mai 2014 in Betrieb. Obwohl zu diesem Zeitpunkt andere Anlagen bereits ohne Förderung errichtet wurden, konnte Dronninglund noch auf früh zugesagte EUDP-Mittel zugreifen. Gegenüber dem Ziel (50 %) konnte zwar nur eine solare Deckungsrate von 41 % erreicht, der Wärmepreis aber um 18 % gesenkt werden.

Hervorzuheben ist, dass in Dronninglund die Realisierungskosten gegenüber dem Plan verringert werden konnten, dass das Solarkollektorfeld mit 156 €/m² das bis dahin günstigste war, ARCONSolar (heute ARCON / SUNMARK) erstmalig ein neues Aufstellungssystem für die Kollektoren einsetzte und die Technologie für den Speicherdeckel weiter perfektioniert wurde.

Unser besonderer Dank gilt Per Alex Sørensen (Planenergi), Michael Nast (DLR) und Hans Eimannsberger für Detailinformationen und Hinweise sowie Eberhard Weyse für die Kartengestaltung.

Dronninglund

Dronninglund Kommune war bis Dezember 2006 eigenständige Kommune im damaligen Nordjyllands Amt im Norden Jütlands. Seit Januar 2007 ist sie zusammen mit der "alten" Brønderslev Kommune Teil der neuen Brønderslev Kommune. Dronninglund hat knapp 3.500 Einwohner.

Lage von Dronninglund in Nordjütland:



[http://da.wikipedia.org/wiki/Dronninglund#mediaviewer/File:Denmark_North_Jutland_location_map_\(ca\).svg](http://da.wikipedia.org/wiki/Dronninglund#mediaviewer/File:Denmark_North_Jutland_location_map_(ca).svg)

Dronninglund Fjernvarme Amba

Die erste Wärmezentrale wurde 1973 mit 2 Ölkesseln Danstoker am **Søndervangsvej** in Betrieb genommen.

Dronninglund Fjernvarme war 1989 das erste dänische Fernwärmewerk, das in der neuen Zentrale in der **Tidsebak Allé** Gasmotoren zur Strom- und Wärme-Produktion installierte.

Zu deckende Wärmeleistung:	12 MW
Zu deckender Wärmebedarf:	40.000 MWh
Wärmekunden:	1.350

Wärmenetz: 46 km (es ist bis 1995 umfangreich mit vorgedämmten Fernwärmepipen saniert worden).

<http://www.dronninglundfjernvarme.dk/profil>

Brainstorming¹

Knapp 20 Jahre, nachdem Dronninglund Fjernvarme das erste Erdgas-betriebene BHKW zur Strom- und Wärme-Produktion installiert hatte (etwa ab 2006/7), debattierten die Verantwortlichen anstehende Erneuerungen. Ausgehend von der Verpflichtung dänischer Unternehmen, zum Klimaschutz beizutragen, fokussierten sich die Erörterungen schnell auf die große Solarthermie.

Zu der Zeit hatten bereits mehrere dänische Fernwärmeunternehmen große Solaranlagen installiert, die jeweils etwa 20 % des jährlichen Wärmebedarfes deckten.

Zeitliche Einordnung (Vgl. **Wärmewende-Info 16**)

- Die Solarthermie-Erkenntnisse beruhten im Wesentlichen auf den Erfahrungen von Ry, Saltum, Herlev/Tubberupvænge, Marstal 1, Ærøskøping, Marstal 2, Rise, Nordby und Marstal 3, Marstal 4 war noch nicht realisiert (erst 2012).
- "Energistyrelsen" startete 2005/6 seine Initiative zur Einbindung großer Solarthermie in Wärmenetzen, die Empfehlungen wurden 2006 vorgestellt.
- Ein Förderprogramm wurde nicht etabliert, weil absehbar allein die Entwicklung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für mit fossiler Energie betriebene BHKW (fallende Erlöse) den marktgetriebenen Ausbau der großen Solarthermie bewirken würde.

¹ Vgl. Firmenprofil sowie die Broschüre über SOL 3:

- <http://www.dronninglundfjernvarme.dk/firmaprofil/solvarme>
- http://www.dronninglundfjernvarme.dk/media/2098049/Broschure_Dronninglund_2014_A4_final_2.pdf

Dronninglund Fjernvarme bilanzierte folgende Vorteile der großen Solarthermie:

- Ihre weitgehende **CO₂-Freiheit**.
- Die **Versorgungssicherheit**.
- Ihre **Flächeneffizienz** (der Wärmeertrag pro m² ist z.B. gegenüber Biomasse mehr als 30 x höher).
- Die Option der Verknüpfung mit dem Stromsektor (**Integration der Windkraft**).
- Ihre **langfristige Preisstabilität** (planbare Refinanzierungskosten der Investition, Unabhängigkeit von der Preisentwicklung fossiler Energieträger).

<http://www.dronninglundfjernvarme.dk/firmaprofil/solvvarme>

Dronninglund Fjernvarme wollte aber **bis zur Hälfte** des Verbrauchs mit Solarthermie decken. Ziel war es, die weltweit größte Solarthermie-Anlage und den weltweit größten Saisonspeicher zu errichten.

Weil dies das **erste Projekt dieser Größenordnung** werden sollte, **zielte man von Anfang an auf die Einwerbung von Fördermitteln** - insbesondere, um das Investitionsrisiko zu verringern (anders als später in Gram, Gråsten, Vojen und Løgumkloster, die deutlich später mit der Planung begonnen haben und im Wesentlichen ohne Förderung realisiert wurden²).

Erste Machbarkeitsstudie

Unter dem Titel SUNSTORE 3 förderte 2007 Nordjütlands „Vækstforum³“ (Wachstumsforum) eine **Machbarkeitsstudie** die aufzeigte, wie eine solarthermische Wärmeversorgung mit Saisonspeicher und Elt.-WP optimal dimensioniert werden muss für eine Integration in eine Fernwärmeversorgung auf Basis Erdgas-KWK. Die Kosten von 500.000 DKK⁴ wurden mit 50 % gefördert. Ergebnis der Studie, die im März 2008 vorlag, war aber auch, dass die bestehenden Wärmepreise nur dann nicht erhöht werden müssten, wenn dafür Zuschüsse eingeworben werden können.

EUDP-Förderung

Dronninglund Fernwärme verfolgte das Projekt deshalb weiter und erhielt Zuschüsse aus dem Energietechnik Entwicklung und Demonstrations-programm (EUDP) für eine weitere detaillierte Studie mit dem konkreten Anlagendesign und Zusagen für die Umsetzung.

Anlagendesign

Nach der Studie des Projektentwicklers Planenergy sollte die Anlage im Wesentlichen bestehen aus:

- **Solarkollektorfeld** von 35.000 m² (später erweitert auf 37.573 m²).
- **Erdbeckenwärmespeicher** von 60.000 m³ (tatsächlich wurden es 62.000 m³).
- **Elektro-Wärmepumpe** von 3 MW (Kompressionswärmepumpe).
- In **Kombination** mit erdgasbefeuerten **BHKW**.

² In Løgumkloster wurden neue Kollektortypen und der Einsatz einer Elt.-WP gefördert.

³ Das „Vækstforum“ (Wachstumsforum) ist eine öffentliche Einrichtung, in der alle relevanten Akteure zusammenarbeiten um mehr Wachstum zu initiieren.

⁴ Bewilligungsliste des „Vækstforum“:

http://www.rn.dk/Regional-Udvikling/Vaekstforum/Projekter/Projekter-2007-2010/-/media/Rn_dk/Regional%20Udvikling/Regional%20Udvikling%20sektion/V%c3%a6kstforum/Projekter/Vaekstforum_ovsigt_smaa_projekter.ashx

Die Rahmenbedingungen für den Betrieb einer Elt.-WP widersprachen aufgrund der steuerlichen- und Abgabenbelastung einer wirtschaftlichen Betriebsführung. Dronninglund Fjernvarme hat deshalb zwei-mal vor dem Ausschuss für Energiepolitik im dänischen Parlament und Treffen mit dem dänischen Finanzminister für eine Änderung der Bedingungen ge-worben – eine Änderung wurde zugesagt, erfolgte aber nicht vor der Umsetzungsphase des Projektes.

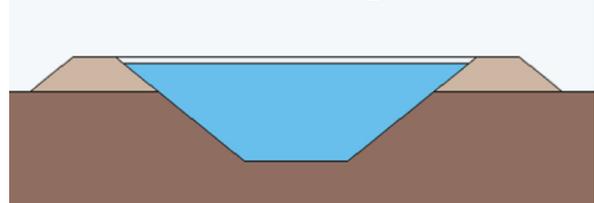
Deshalb wurde kurzfristig (während des Baubeginns) die Machbarkeit einer mit Wärme angetriebenen Wärmepumpe untersucht. Ergebnis:

- Einsatz einer **Absorptionswärmepumpe** von 2,1 MW (Verdampferleistung) am Standort Søndervang zur Anhebung der Vorlauftemperatur bei gleichzeitiger Abkühlung der Rücklauftemperatur im Wärmenetz (und damit zur Steigerung der Effizienz der Solarkollektoren).
- Installation von zwei neuen „**Bio-Ölkessel**n“⁵ von 5 und 10 MW (der 5-MW- Kessel produziert 160°C heißes Wasser für die Absorptionswärmepumpe).
- In Kombination mit erdgasbefeuerten BHKW.

Der Wechsel auf den Einsatz einer Absorptions-WP ist nach Angaben von Planenergy aber auch Grund dafür, dass der geplante **solare Deckungsgrad** von 50 % nicht eingehalten und **auf 41 % reduziert** wird (aus dem Abschlussbericht für EUDP, s. Fn.10).

Standortsuche

Erdbeckenwärmespeicher werden i.d.R. dadurch errichtet, dass eine konische Öffnung des Bodens vorgenommen und der Bodenaushub rundherum für den Aufbau eines Damms oder Walls genutzt wird:



Planenergy

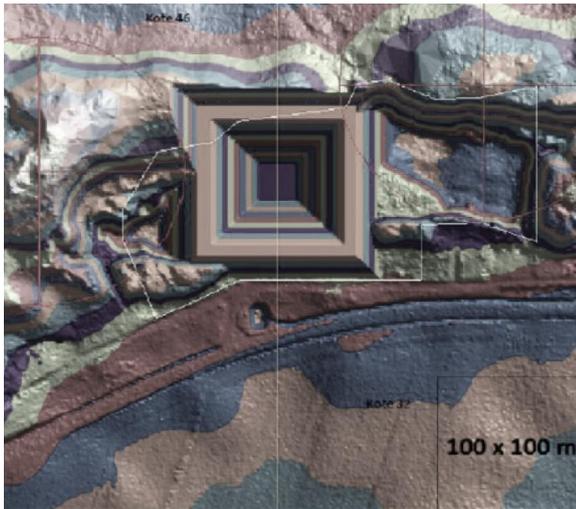
Weitere Anforderungen:

- Sohle oberhalb des Grundwasserspiegels.
- Sandige Böden führen zu weniger Wärmeverlusten als lehmige.
- Enger räumlicher Zusammenhang von Speicher und Kollektorfeld sowie „verträgliche“ Nähe zum Wärmeverteilnetz – also zu Dronninglund.

Erste Untersuchungen hatten ergeben, dass es in unmittelbarer Nähe keinen Standort gibt, der diesen Anforderungen entspricht. Insbesondere wäre es unmöglich gewesen, den Bodenaushub zu nutzen.

Letztlich erwies sich als **einzig geeigneter Ort eine stillgelegte Kiesgrube westlich von Dronninglund**, wobei das Gebiet jedoch im Landschaftsplan der Region Nordjütland als „wertvolles kulturelles“ Gebiet ausgewiesen ist. Deshalb erfolgte eine zeitaufwändige „Umweltverträglichkeitsprüfung“ mit Prüfung alternativer Standorte und einer 0-Variante sowie eine Änderung des Landschaftsplanes.

⁵ „Bio-Öl“: biologische Öle/Fette, in DK überwiegend Rapsöl und Fischöle, Schlachtabfälle etc, soweit diese nicht Biogas-anlagen zugeführt werden. Tierisches Bio-Öl ist steuerbefreit.



Geländemodell des Erdbeckenwärmespeichers.

Der Speicherboden befindet sich in einer Höhe von 27,6 m, die Oberkante auf 43,7 m (Außenmaße: 110m x 110m).

Aus Flächennutzungsplan (Figur 9, S.11):

http://soap.plansystem.dk/pdfarchive/20_1470421_APPROVED_1348564946705.pdf

Erst im Oktober 2012 lagen alle Genehmigungen vor - unter Berücksichtigung von Abständen zu den Hüenegräbern, zum Wald und zum Trinkwasserschutzgebiet. Unmittelbar danach begann die Ausschreibung und Vorbereitung der Errichtung der Anlage.

Realisierung des Erdbeckenwärmespeichers⁶

Baubeginn war im März 2013. Die Aushubarbeiten waren nach 2 Monaten abgeschlossen.

Der Speicher wird zum Erdreich mit einer 2,5 mm starken Kunststoffolie, deren Teilstücke miteinander verschweißt werden, abgedichtet. Die Schweißnähte werden genau auf Dichtigkeit geprüft. Der Lieferant gibt bei einer Einlagerungstemperatur **bis zu 90°C eine Garantie von 20 Jahren.**



Bauphase, Stand 30. Mai 2013. Foto:

http://www.dronninglundfjernvarme.dk/media/2098049/Brochure_Dronninglund_2014_A4_final_2.pdf

Im Wärmespeicher wird aufbereitetes Rohwasser aus einer Reservebohrung des Wasserwerkes Dronninglund verwendet (entsalzt, entkalkt, sauerstoffarm).



Füll-Phase, Foto: Arcon Solar

Auch die Abdeckung besteht aus einer 2 mm starken Kunststoffolie, die auf dem Wasser schwimmt und über den Rand des Speichers hinausgeht.

Auf der Dammkrone wird eine Beschwerung aus mit Beton gefüllten Kunststoffrohren montiert, dadurch wird die Abdeckung zur Mitte des Speichers geneigt, in der das Regenwasser aufgefangen und abgepumpt werden kann.



Speicher mit "Deckel" Foto: Dronninglund Fjernvarme

Auf die Folienabdeckung kommt eine **Wärmedämmung** von 24 cm EPS-Hartschaum, die mit einer 1,5 mm starken (begehbaren) HDEP - Abdeckung abgeschlossen wird (versehen mit Entlüftungshauben, damit Feuchtigkeit entweichen kann).



Begehbarer Deckel Foto: Michael Nast (DLR) 3/2015

Das „Deckeldesign“ wurde damit gegenüber der ursprünglichen Planung (bei gleichen Kosten) etwas geändert, insbesondere aufgrund der Erfahrungen, die 2012 in Marstal gemacht worden waren. Die Kosten für den Deckel lagen bei rund 100 €/m² (Quelle Abschlussbericht, Fn.10 sowie Infos von Planenergi).

Fertigstellung war im November 2013, **Bauzeit** des Speichers also rund **9 Monate**.

⁶ <http://www.dronninglundfjernvarme.dk/> <http://www.planenergi.dk/www.niras.com/> (S.8).

Solarkollektorfeld

Die Solarwärmanlage besteht aus 2.982 Solarkollektoren von ARCONSolar mit einer Kollektorfläche von insgesamt 37.573 m², verteilt auf 2 Felder mit jeweils 21 Kollektoren je Zeile. Die Felder sind jeweils über einen Wärmetauscher mit der Solarwärme-Technikzentrale verbunden.



<http://www.dronninglundfjernvarme.dk/oekonomi-og-referater/priser>

Die Solarkollektoren bieten eine maximale Leistung von 26 MW (die Wärmebedarfsleistung von Dronninglund beträgt 12 MW).

Das kalte Wasser durchfließt die Kollektoren reihenweise und erreicht insofern am Ende der Reihe die höchste Temperatur.

Die 2.982 Solarkollektoren wurden vom 1.10. – 03.10. und 7.10.-10.10 2013 (also in 7 Werktagen) montiert (ergibt sich aus dem Zeitraffer-Video, s.w.u.).

Technische Spezifikationen

In einem Interview (Mai/Juni 2014) mit der Solarexpertin **Stephanie Banse** erläuterte Søren Elisiussen, CEO von ARCONSolar (Lieferant der Kollektoren, der Tragkonstruktion und der Verrohrung zwischen den Kollektoren) einige technische Spezifikationen der Anlage:

<http://translate.google.de/translate?hl=de&sl=en&u=http://www.solarthermalworld.org/keyword/eudp&prev=search> (Juni 2014)

- Die von PlanEnergi angesetzten (sehr niedrigen) Investitionskosten von 155 € m² für das Kollektorfeld seien im Wesentlichen eingehalten worden (obwohl Elisiussen auf der SMEThermal Konferenz in Berlin im Februar 2014 die typischen Investitionskosten einer Freiflächen-Anlage von 10.000 m² noch mit **200 €/m²** angegeben hatte !!!).
- Grund seien Produktionsoptimierungen, Synergien durch die Größe des Feldes sowie das **neu entwickelte Stahlprofil** für die Aufstellung der Kollektoren, die in den Boden gerammt werden⁷ (auf die ursprünglich vorgesehenen vor Ort zu erstellenden Betonfundamente wurde verzichtet; inzwischen würden alle ARCON-Kollektoren mit den neuen Stahlprofilen aufgestellt).
- Die **hydraulische Konstruktion des Kollektorfeldes** habe sich kostensenkend ausgewirkt:
 - Grundsätzlich könne man zur hydraulischen Optimierung großer Kollektorfelder acht unterschiedliche Kollektortypen einsetzen (kombinieren).
 - In Dronninglund wurde nur **ein** Kollektortyp eingesetzt (Arcon 35/10 mit Isolierfolie), er wurde aber aufgrund der Größe der Anlage zur optimalen Ein-

bindung in das Wärmenetz angepasst, u.a. mit einem stärkeren Steigrohr (35 statt 28 mm). Das sei wegen des **rechteckigen Feldes** und immer gleicher Reihenbreite möglich gewesen (mehr als 22 Kollektoren solle eine Zeile aber auch nicht umfassen).

- Die anderen Kollektortypen würden i.d.R. eingesetzt, um nicht-rechteckige Felder mit Zeilen unterschiedlicher Länge zu optimieren⁸.
- Die weitere Optimierung für immer größere Anlagen werde derzeit im Rahmen einer Doktorarbeit untersucht.

Auf **youtube** kann man sich die Errichtung des Kollektorfeldes im Zeitraffer ansehen:

<https://www.youtube.com/watch?v=rpMkv8U2J2k>

Die Vergrößerung des **Solarkollektorfeld** von ursprünglich 35.000 m² auf 37.573 m² sei auch möglich gewesen, weil Løgstor neuartige Fernwärmerohre liefern konnte, die weniger Platz benötigten und dafür mehr Fläche für das Kollektorfeld ergaben (Quelle: Abschlussbericht (Fn.10) S.3).

Solarwärme-Technikzentrale

Die Solarwärmezentrale besteht aus Wärmetauschern und Pumpen: Sobald die Kollektoren im Winter höhere Temperaturen liefern können als die Temperatur der untersten Speicherschicht, starten die Pumpen und liefern Warmwasser aus dem Wärmespeicher.

Liefen die Kollektoren mehr Wärme als im Netz benötigt, fließt sie den oberen Schichten des Speichers zu, während das kühlere Wasser des Speichers entnommen wird.

Im Sommer werden die Pumpen so geregelt, dass die Temperatur hinter dem Solarkollektor höher ist als die Vorlauftemperatur des Fernwärmewerkes (75°C).

Im Herbst wird das abgekühlte Fernwärmerücklaufwasser in den unteren Bereich des Speichers geleitet und das obere wärmere Wasser dem Vorlauf zugeführt.

Absorptionswärmepumpe

Die 2 MW Absorptionswärmepumpe (Kosten rund 670.000 €) ist am Søndervang (siehe Anlage) installiert worden und wird von einem der beiden „Bio-Öl-Kessel“ (siehe Fn.5) angetrieben. Tierisches „Bio-Öl“ ist von Steuern und Abgaben befreit.

Liegt die Temperatur in den oberen Schichten des Wärmespeichers unter der erforderlichen Vorlauftemperatur des Fernwärmewerkes, so kann diese mit Hilfe der Absorptionswärmepumpe angehoben werden. Dabei wird gleichzeitig das Rücklaufwasser von 40°C auf 10°C heruntergekühlt

Damit wird die Speicherkapazität gesteigert, der Wärmeverlust reduziert und die Gesamteffizienz der Solaranlage erhöht.

Dronninglund Solfanger anlæg (12.S. Broschüre)

Solfanger anlæg ved Lunderbjerg, vest for Dronninglund

Dronninglund Fjernvarme, PlanEnergi og Niras

http://www.dronninglundfjernvarme.dk/media/2098049/Broschure_Dronninglund_2014_A4_final_2.pdf

Deutsche Fassung kann angefordert werden:
Radloff-eutin@t-online.de

⁷ Video über die neuen Stahlprofile:

<https://www.youtube.com/watch?v=OtuC8pZzTWY>

⁸ Wie z.B. in Gram

Der vergleichsweise kurzfristige Anlagendesignwechsel von einer Elektrowärmepumpe auf eine Absorptionswärmepumpe hat die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage verändert:

Vergleich ohne Technik-Gebäude	Kosten E-WP DKK	Kosten Absorptions-WP DKK
Elektrowärmepumpe	6.782.000	-
Planung, Verrohrung, Pumpen, Wärmetauscher, etc.	21.637.000	31.361.000 (incl. neue Bioöl-Kessel)
	28.219.000	31.361.000
	3,783 Mio. €	4,204 Mio. €

Die höheren Investitionskosten ergeben aber verringerte Betriebskosten: Insgesamt betragen die **jährlichen Kosteneinsparungen** für die Wärmeversorgung von Dronninglund gegenüber der bisherigen konventionellen Versorgung über 400 T€/a (bei Einsatz der Eit.-WP wären es – 300 T€ gewesen).

Wärmeproduktion der Solaranlage:

Die Sonnenkollektoren werden pro Jahr 17.453 MWh/a Wärme erzeugen. Der **Speicherverlust** wird voraussichtlich **2.260 MWh/a** betragen.

Die **Anteile** der einzelnen Wärmequellen an der Wärmebereitstellung über das ganze Jahr ergeben sich aus dem Diagramm (siehe Anlage).

Betriebsbeginn war Ende Mai 2014. Zu diesem Zeitpunkt war Dronninglund das weltweit größte Solarfernheizwerk. (es wurde darin aber bereits kurzfristig von Vojens abgelöst, vgl. [Wärmewende-Info 15](#)).

Kostenergebnis gegenüber Planansatz		
Bauteil	Plan €	Ergebnis €
Solarkollektoren*		
Plan: 35.000 m ²	5.570.000	
Realisiert: 37.573 m ²		5.858.000
Kosten pro m²	159 €/m²	156 €/m²
- Verrohrung	951.000	985.000
- Leitung, Tiefbau, Montage	309.000	344.000
- Einrichtung der Rohre	136.000	144.000
- Tiefbau Verrohrung	189.000	177.000
- Technik-Gebäude, Rohre, Pumpen, Wärmetauscher, WP und Bio-Öl-Kessel	3.263.000	3.551.000
Erdbeckenwärmespeicher*		
Plan: 60.000 / IST : 62.000 m ³		
- Tiefbau / Landschaftsbau	585.000	673.000
- Folienauslegung	1.263.000	1.263.000
Kosten pro m³	30,8 €/m³	31,22 €/m³
Andere Kosten	1.419.000	1.137.000
Unvorhergesehenes	671.000	0
Summe	14.356.000	14.130.000
EUDP-Zuschuss (16 %)		2.260.000

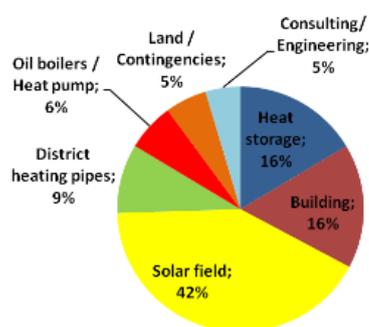
Quelle: Abschlussbericht für EUDP: Final report 2nd draft, SUNSTORE 3 / Phase 2 / Dronninglund (Planenergi) – Entwurf März 2015, S.14

* Vergrößerung gegenüber dem ursprünglichen Plan.

EUDP-Förderung:

Dronninglund Fjernvarme waren bereits **2009** EUDP-Mittel in Aussicht gestellt worden (s.o.). Während Marstal **4** 2012 noch eine Förderung von 50 % für den Speicher, 50% für ORC und 20 % für die Solarkollektoren erhalten hat, war die für Dronninglund deutlich geringer:

Share of investment costs at Dronninglund (total: EUR 14.6 million)



Quelle: Dronninglund Fjernvarme (hier sind u.a. Grundstückskosten enthalten, die für die EUDP-Abrechnung unberücksichtigt bleiben):

<http://translate.google.de/translate?hl=de&sl=en&u=http://www.solarthermalworld.org/keyword/eudp&prev=search>

Dronninglund erhielt für Wärmespeicher, Absorptions-Wärmepumpe, Wärmetauscher, Pumpen und Verrohrung 16.828 Mio.DKK = **2,26 Mio.€** (= knapp 16 %). Info: Per Alex Sorensen (Planenergi) mail vom 27.05.2015.

Seitdem wird die Technologie kommerziell vorangetrieben (Besonderheiten, wie der Einsatz neuerer Solarkollektoren oder einer der ersten Elektro-Groß-WP in Løgumkloster stehen dem nicht entgegen).

Das kommerzielle Ziel der EUDP-Förderung⁹ war:

- Die Speicherkosten unter 250 DKK/m³ [33,51 €/m³] zu halten.
- Wärme** (incl. Speicher) **zu Kosten von 350-400 DKK/MWh** [47,20- 53,90 €/MWh] (5% Zinsen, Inflationsrate von 2%, 20 Jahre Annuitäten-darlehen) zu produzieren.

Die Wärmeproduktionskosten in Dronninglund betragen (ohne Berücksichtigung der Förderung!) **59,50 €/MWh**. Sie ergeben sich aus:

Investitionen	14.300.000 €
Kapitalkosten (20 Jahre / 3% Realzinsen)	949.500 €/a
Betriebskosten pro Jahr	21.100 €/a
Gesamtkosten pro Jahr	970.600 €/a
Ersetzte (konventionelle) Energiebereitstellung	16.302 MWh

Für **zukünftige Projekte** geht der Abschlussbericht aufgrund von Inflation und Kostensteigerungen seit 2008 von solaren Wärmegeheimungskosten - incl. Saisonalspeicher - zwischen 47 – 54 €/MWh aus (unter Berücksichtigung von 5% Zinsen, 2 % Inflationsrate, 20 Jahre Annuitätendarlehen).

Wärmepreisentwicklung

Die Wärmepreise werden in Dänemark **kostenorientiert** reguliert. Die Energieaufsichtsbehörde "Energitilsynet" veröffentlicht die genehmigten Preise aller rund 400 Fernwärmeunternehmen 2 x jährlich. (<http://energitilsynet.dk/varme/statistik/prisstatistik/>).

⁹ **Abschlussbericht für EUDP: Final report 2nd draft, SUNSTORE 3 / Phase 2 / Dronninglund (Planenergi) März 2015 (Entwurf, hier S.4).** Nach Angaben von Planenergi stehen die wirtschaftlichen Kennzahlen des Entwurfes aber fest. Die Veröffentlichung soll im Juni erfolgen.

Mit dem **Gebäude- und Wohnungsregister (BBR)** liegen in Dänemark wesentliche Daten über alle Gebäude vor. Der Hauptzweck ist, Informationen für die Immobilienbewertung (für die Vermögensbesteuerung), die Bauleitplanung und Versorgungsnetzplanung vorzuhalten (**also auch für die kommunale Wärmeplanung!**). Die Daten sind seit 2013 für jedermann **öffentlich zugänglich**; so z.B. auch der nach dänischer EnEV erstellte Energiepass für jedes (!) Gebäude (<http://bbr.dk/>).

Zur Herstellung einheitlicher Maßstäbe für Preisvergleiche werden von "Energitilsynet" zwei typische Verbrauchsfälle aus dem BBR zugrunde gelegt:

- Appartement / 75 m² / Wärmebedarf 15 MWh/a,
- EFH 130 m², Wärmebedarf 18,1 MWh/a.

Dafür ergeben sich für Dronninglund diese Preise:

Endverbraucherpreise Dronninglund incl. Abgaben*, incl. 25 % MWSt. März 2015		
AP: MWh/DKK	Appartement 75 m ²	EFH 130 m ²
GP: DKK/m ²	Wärmebedarf	Wärmebedarf
Messpreis: DKK/a	15 MWh/a	18,1 MWh
AP: 619 DKK	AP: 11.438 DKK	AP: 14.663 DKK
GP: 23,75 DKK/m ²	GP: 1.781,25 DKK	GP: 3.087,50 DKK
MP: 375 DKK/a	375 DKK/a	375 DKK/a
Summe DKK	13.594,25 DKK	18.125,50 DKK
In € AP = 83,01 €	1.822,99 €	2.430,63 €
Ø – Preis kWh	12,15 Ct/kWh	13,42 Ct/kWh

* Abgaben für fossile Energien rund 3,8 Ct./kWh.

Quelle: Fjernvarme Dronninglund: Tarifblatt 2014/2015:

<http://www.dronninglundfjernvarme.dk/oekonomi-og-referater/priser>
eigene Berechnungen - 100 DKK = 13,41 €

Erweiterte Preisauswertung vom Dez. 2014 (AP)					
Preisänderung für EFH / 130 m ² / Wärmeverbrauch 18,1 MWh/a					
2012-13		2013-14		2012-14	
Preisänderung		Preisänderung		Preisänderung	
nominell	in %	nominell	In %	nominell	in %
-114	-0,6%	-3.096	-17,4 %	-3.210	-18,0 %

Quelle: <http://energitilsynet.dk/varme/statistik/prisstatistik/udvidet-prisstatistik-pr-8-december-2014/>
(erfolgt nur 1 x jährlich)

Der Wärmepreis konnte um 18 % gesenkt werden.

Fazit

- Das Solarprojekt Dronninglund ist bereits 2006 angeschoben worden, auf Basis der Erkenntnisse von Ry, Saltum, Herlev/Tubberupvænge, Marstal 1, Ærøskøping, Marstal 2, Rise, Nordby und Marstal 3 (vgl. **Wärmewende-Info 16**). Deshalb galt es weiterhin als Pilot- bzw. Demonstrationsprojekt einer noch nicht marktgängigen Technologie.
- In Dronninglund sind eine ganze Reihe neuer (kostengünstiger) technischer Entwicklungen der großen Solarthermie zum Einsatz gekommen:
 - Hydraulische Konstruktion des Kollektorfeldes,
 - Kollektoraufstellung mit Stahlprofilen,
 - neues platzsparendes Rohrsystem ermöglicht mehr Kollektoren auf gleicher Fläche,
 - Verbesserte Konstruktion des Deckels für den Wärmespeicher, etc.
- Die Verzögerung bis zur Realisierung 2014 lag vor allem daran, eine genehmigungsfähige Fläche für den Erdbeckenwärmespeicher zu finden, was erst Ende 2012 gelang.
- Obwohl das Solarprojekt Dronninglund erst 2014 in Betrieb gegangen ist, ist es das letzte, dass noch eine gewerkübergreifende Investitionsförderung erhalten hat, wenn auch nur knapp 16 %.

- Auf den Einsatz der ursprünglich geplanten Elt.-WP mit einer Leistung von 3 MW wurde verzichtet, weil die Rahmenbedingungen (Besteuerung und Abgaben auf die Nutzung von "Überschussstrom") noch nicht reif waren
- Diese Umstellung ist offenbar aber zugleich Ursache dafür, dass der ursprünglich geplante solare Deckungsgrad von 50 auf 41 % reduziert wurde (Planenergi).
- **Ganz besonders hervorzuheben ist, dass die tatsächlichen Kosten der Investition sogar unter dem Planansatz lagen.**
- Der Wärmepreis wurde um 18 % gesenkt.

Für zukünftige Projekte mit einer solaren Deckungsrate um 50 % (also mit Saisonseicher) wird mit Wärmegestehungskosten um 5 Ct./kWh gerechnet. Aufgrund der Besteuerung fossiler Energien mit rund 3,8 Ct./kWh werden in Dänemark solche Anlagen inzwischen marktgesteuert realisiert. Weil in Deutschland auf diesen Klimaschutzorientierten Steuerungsansatz verzichtet wird, ist hier eine öffentliche Förderung erforderlich.

Dronninglund Fjernvarme amba

Tidselbak Allé 18

9330 Dronninglund

E-mail: df@drlund-fjernvarme.dk

Tel.: 9884 1478

<http://www.dronninglundfjernvarme.dk/firmaprofil>

Dronninglund Fjernvarme amba beschäftigt

drei feste Mitarbeiter:

Geschäftsführer: Johan Frey

Der Vorstand der amba besteht aus 5 Mitgliedern:

Vorstandsvorsitzender:

Carsten Møller Nielsen (Telefon 26 80 43 76)

E-mail: carsten@drlund-fjernvarme.dk

V.i.s.d.P.:

Ralf Radloff 23701 Eutin Wilh.-Wisser-Str. 2a

Nachdruck mit Genehmigung und gegen Belegexemplar gestattet.

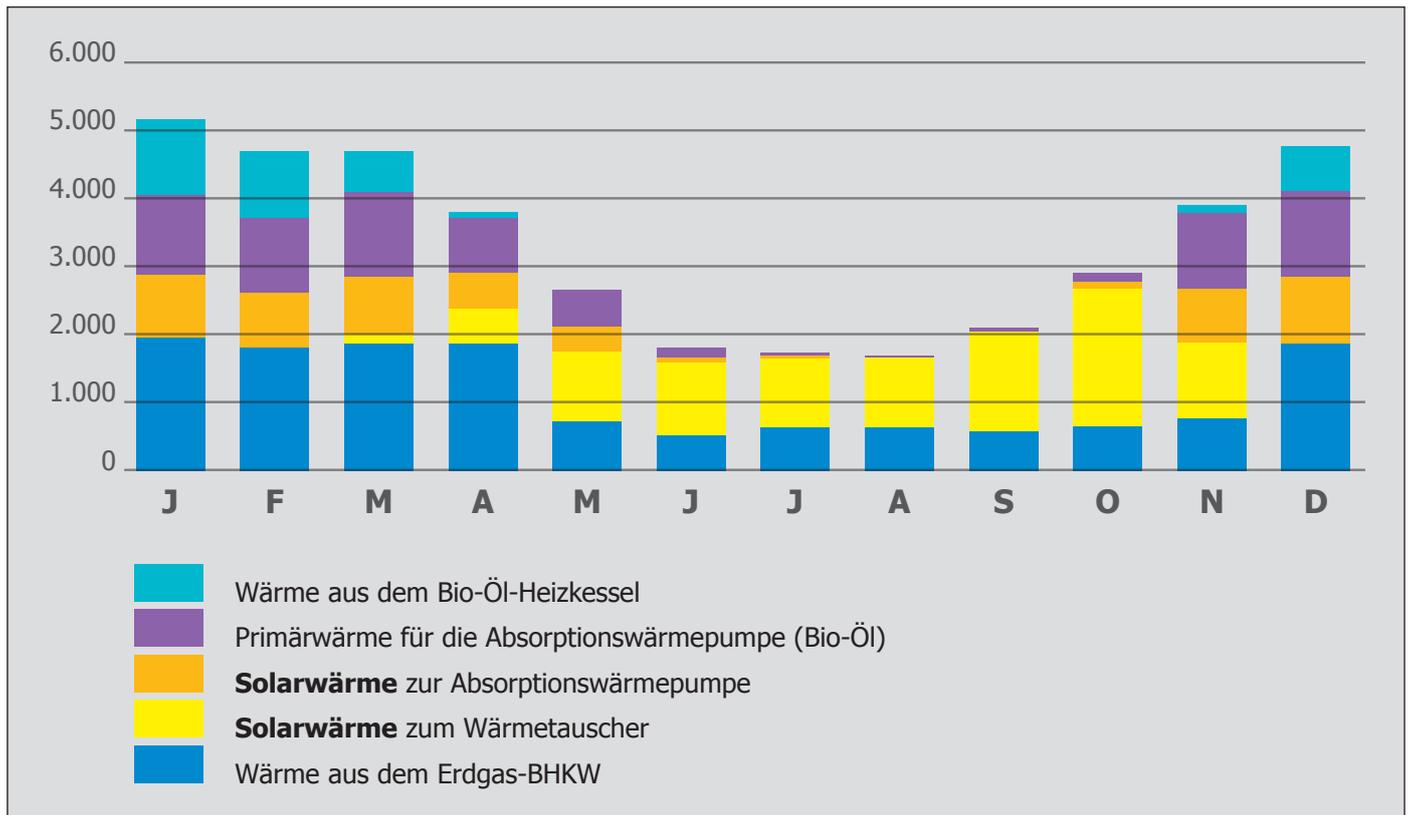
Wärmewende-Infos, die die große Solarthermie in Dänemark thematisieren:

03	Juli 2014	Große Solarthermie in Wärmenetzen Beispiel DK – in D Alternative zu Biogas
14	Jan. 2015	Gråsten Fjernvarme: 100 % erneuerbar für 8,5 Ct./kWh
15	Jan. 2015	Weltgrößte Solarthermieanlage in Vojens
16	Febr. 2015	Entwicklung der großen Solarthermie in Dänemark
18	März 2015	DK: Wärmenetzausbau im Bestand Kostenbeispiel Løgumkloster
19	Mai 2015	Løgumkloster Fjernvarme 45 % solarer Deckungsgrad
20	Juni 2015	Dronninglund Fjernvarme Solarthermische Deckungsrate von 41 %

Die Wärmewende-Infos können abgerufen werden

- bei der **Aktiv-Region Schwentine/Holsteinische Schweiz** unter „Entwicklungsstrategie 2014“
<http://www.aktivregion-shs.de/entwicklungsstrategie/waermewende-aktivregion.html>
- bei den **Energiebürgern SH** unter:
<http://www.energiebuergern.sh/nuetzliches/downloads/de>
- bei der **Energiegenossenschaft Föhr eG** unter newsblog:
<http://energiegenossenschaft-foehr.de/blog/>
- beim Kreis Stormarn unter: <http://www.kreis-stormarn.de/service/lvw/leistungen/index.html?lid=469>

Anlage:

Anteile der einzelnen Wärmeerzeuger an der Wärmebereitstellung für *Dronninglund Fjernvarme* über das JahrQuelle: http://www.dronninglundfjernvarme.dk/media/2098049/Brochure_Dronninglund_2014_A4_final_2.pdfLage der *Dronninglund Solfanger anlägg*