# Auf dem Eis und

Der Saison-Wärmespeicher Sunstore 4 ist das Herzstück des solar unterstützten Fernwärme-Netzes des Städtchens Marstal auf der Insel Ærø. Um die Startschwierigkeiten zu überwinden, brauchte es einen Tauchereinsatz und mehrfaches Eishacken. Doch nun soll der Speicher zusammen mit 33.000 m² Sonnenkollektoren dafür sorgen, dass die Bewohner des Ortes mehr als die Hälfte ihrer Wärme von der Sonne erhalten.

m Juni 2011 zeigt sich das Wetter auf der Insel Ærø von seiner garstigen Seite. Strömender Regen füllt das Erdloch, das der Wärmespeicher für das größte Solar-Heizwerk Europas werden soll, mit schlammigem Wasser. Die Erde ist aufgeweicht und schließlich rutscht die Wand auf der Nordseite der Grube ab. "Das hat die Arbeiten um etwa zwei Monate zurückgeworfen", sagt Lasse Kjærgaard Larsen von Marstal Fjernvarme, der örtlichen Fernwärme-Genossenschaft.

Besser wurde es erst einmal nicht. Im Winter bildete sich eine dicke Eisschicht auf dem Speicher, die zu weiteren Verzögerungen führte, und der Sommer 2012 war so kurz, dass der Speicher sich nicht komplett aufheizen konnte. Erst das Jahr 2013 brachte nach einem kühlen Frühling den erhofften Sonnenschein. Dieser wärmte den Speicher bis auf 74 °C in der oberen Schicht und nun holt die Solaranlage die Verspätung wieder auf.

### Schwierigkeiten im Winter

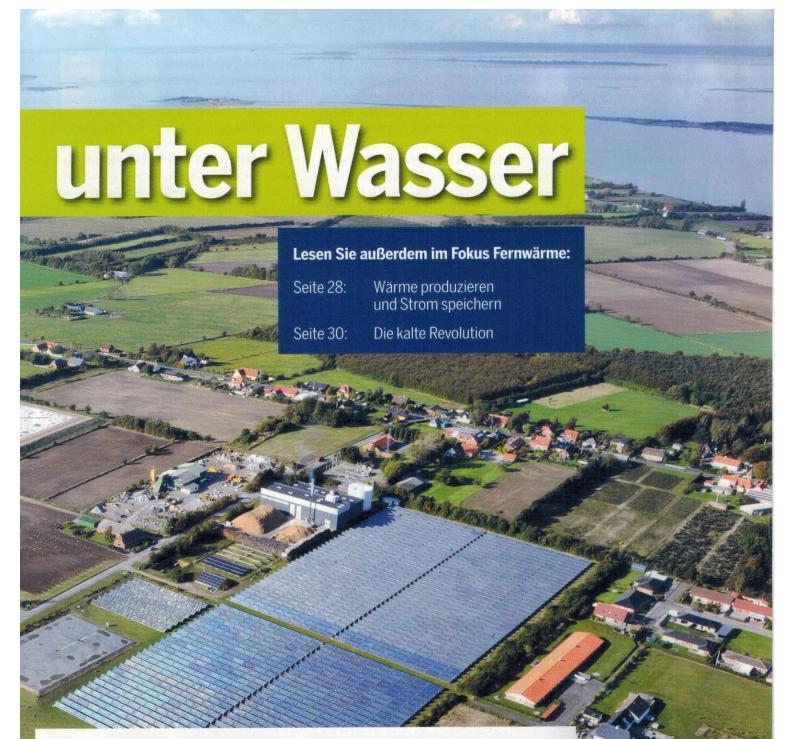
Der Speicher in Marstal ist der erste seiner Art. Das heißt auch, dass nicht alles gleich glatt läuft. Während der Speicher sich mit Wasser füllte und nicht abgedeckt war, war zum Beispiel Dreck hineingeraten. An den Rohrleitungen für die Einschichtung, die in einem Stahlturm in der Speichermitte verlaufen, hatte sich Erde abgesetzt. Die Bakterien darin griffen den Stahl an. Aufgefallen ist das Problem erst durch einen Zufall: Um später die Folien-Abdeckung über den Speicher zu ziehen, wurde diese auf Schwimmkörper gelegt. Ein Taucher entfernte diese Schwimmkörper und bemerkte dabei die Korrosion am Stahlturm. Auch ein

Leck, durch das täglich ca. 50 m³ Wasser verloren gingen, fiel wegen der Ausdehnung des sich erwärmenden Wassers erst spät auf. Beheben ließ sich der Schaden erst Ende Januar, als das Wasser auf 35 °C abgekühlt war. Ein Tauchtrupp reparierte die Rohrleitungen und die Folienbahn und säuberte den Speicher von Erde (siehe Fotos auf Seite 27).

"Wir hatten einige Startschwierigkeiten, aber die sind jetzt beseitigt", sagt Per Alex Sørensen von PlanEnergi, der für die technische Gestaltung verantwortlich war. In Dronninglund, wo die Bauarbeiten im Frühjahr 2013 und ein Jahr später die Inbetriebnahme begann, hat man bereits aus den Erfahrungen aus Marstal gelernt: Turm und Rohrleitungen sind dort aus Edelstahl, vor dem Abdecken inspizierte ein Taucher den Speicher auf Verschmutzungen. Die Schweißnähte an den Folien überprüften die Dronninglunder sicherheitshalber dreifach, anstatt nur ein Mal wie in Marstal.

Mit einer Kollektorfläche von insgesamt 33.000 m² deckt das Solarheizwerk in Marstal 55 % des Wärmebedarfs des Ortes.

Fotos (5): Marstal Fjernvarme



#### Hackschnitzel, Solarwärme, Wärmepumpe und ORC in einem Projekt

Sunstore 4 ist der Name des Projektes in Marstal, zu dem der neue Wärmespeicher, ein Holzhackschnitzel-Kessel, eine Erweiterung des Sonnenkollektor-Feldes und eine elektrische Wärmepumpe gehören. Zusammen versorgen diese Anlagen das Fernwärmenetz des Städtchens Marstal mit 100 % erneuerbaren Energien.

Die drei Solarthermie-Anlagen kommen insgesamt auf eine Kollektorfläche von 44.000 m², und das auf einer Insel mit gerade einmal 6.500 Einwohnern. Das ergibt eine Kollektorfläche von 7,3 m²/Einwohner. Das schlägt sogar Zypern mit 1 m²/Kopf.

Die dänische Insel Ærø war bereits zuvor für ihre drei Fernwärme-Systeme mit den großen Solarthermie-Anlagen bekannt. Zum Fernwärmenetz von Ærøskøbing, dem zweitgrößten Ort der Insel nach Marstal, gehört ein Kollektorfeld von 7.090 m², und der Ort Rise bezieht Wärme aus 3.750 m² Sonnenkollektoren. Auch in Marstal selbst waren zwischen 1996 und 2003 bereits mehr als 18.000 m² Sonnenkollektoren installiert worden. Aber erst seit August 2013 besitzt Marstal die größte Solarthermie-Anlage Europas mit einer Kollektorfläche von mehr als 33.000 m², von denen 15.000 im Rahmen des Sunstore-4-Projektes hinzugekommen sind. Die mit ihnen produzierte Wärme soll 55 % des Bedarfs der ca. 1.500 Kunden decken. "Mit der neuen Anlage können wir unsere Kunden für sechs bis sieben Monate des Jahres komplett mit Solarwärme versorgen", sagt Kjærgaard.

Wie der Projektname verrät, ist der Speicher ein besonders wichtiger Teil der Anlagenerweiterung. Mit einem Wasservolumen von 75.000 m³ ist er mehr als sieben Mal so groß wie der ältere Erdbeckenwärmespeicher. Die neue Anlage kann sowohl unabhängig von der bestehenden arbeiten oder mit ihr zusammen.



Kanu auf dem Eis: Im ersten Winter überzog eine bis zu 13 cm dicke Eisschicht den Speicher. Zehn Tage lang mussten die Mitarbeiter jeden Morgen den Stahlturm in der Mitte freihacken, um sicherzugehen, dass die Eisdecke ihn nicht anhebt und die Rohre zerstört. Das Kanu dient als Sicherheit.

#### Reine Solarwärme für sechs Monate im Jahr

Die Abdeckung des großen Speichers in Marstal ist mit einem neuen Material isoliert, das aus einem PE-Schaum und einer Beschichtung aus HDPE besteht. Sie soll Wärmeverluste nach oben hin um 60 % gegenüber dem bestehenden, kleineren Speicher reduzieren. Das ist besonders wichtig, da der Speicher oben am wärmsten ist. Die Deckenfolie wurde aus 2 m breiten Bahnen aneinandergeschweißt und am Ende über den Speicher gezogen, ca. 5,50 € kostet 1 m² Folie. Bei einer Maximaltemperatur von 80 °C soll die Folie 20 Jahre lang halten. Das begrenzt die Speichertemperatur, denn wird es auch nur 10 °C wärmer, sinkt die erwartete Haltbarkeit auf vier Jahre. "Das wird im Sommer schwierig, denn wir haben jetzt Ende Juni bereits 78 °C", erklärt Kjaergard. Was die Sonnenstrahlung betrifft, ließen sich bereits in diesem Sommer 80 bis 85 °C erreichen. Dabei wird es noch zwei bis drei Jahre dauern, bis der Speicher die Temperatur optimal hält. Schließlich muss nicht nur das Wasser aufgeheizt werden, sondern auch das Erdreich um den Speicher herum.

Der Speicher in Dronninglund dagegen ist bereits mit der nächsten Folien-Generation ausgestattet. Für ca. 7 €/m² soll sie die 20 Jahre Lebensdauer auch bei maximal 90 °C erreichen.

Die natürliche Schichtung innerhalb des Speichers wird in Marstal von einer elektrischen Wärmepumpe (1,5 MW thermische Leistung) unterstützt, die die Wärme vom unteren Teil des Speichers in die Mitte transportiert, sodass die untere Schicht immer kühl ist. Im Gegensatz zu dem bestehenden System in Marstal stellt das neue stets genau die gewünschte Temperatur bereit. Der Puffertank gibt zusätzliche Flexibilität.

Da in Dänemark oft mehr Windstrom produziert als verbraucht wird, läuft die Wärmepumpe vor allem mit überschüssigem Ökostrom. Auf den Strompreis wirkt sich das in diesem Fall aber nicht aus. Dafür, dass die Anlage von Bio-Öl auf eine Wärmepumpe umgestellt wurde, garantiert die dänische Regierung Marstal Fjernvarme einen festen Strompreis von 1 DKK/kWh (0,13 €), was zu einem Wärmepreis von 0,28 DKK (0,04 €) führt.

Für die kalten Monate von September bis April hat Marstal Fjernvarme einen Biomasse-Boiler mit einer Leistung von 4 MW installiert, der momentan mit Holzhackschnitzeln aus dem Baltikum befeuert wird. "Wir wollten ihn mit lokal angebautem Weidenholz betreiben, aber dann stiegen die Lebensmittelpreise und die Landwirte bauen nun lieber Nahrungsmittel an", sagt Kjærgaard.

Zusätzlich produziert ein integrierter Organic-Rancine-Cycle Strom und speist diesen ins nationale Netz ein. Die dabei abfallende Wärme wird direkt in den Vorlauf des Fernwärmenetzes gespeist.

## Die Politik bestimmt die Wirtschaftlichkeit

Das Budget des gesamten Projekts liegt bei 15,1 Mio. €. Aus dem 7. Rahmenprogramm der EU kommen 6,1 Mio. € in Zuschüssen. Obwohl Marstal seine ehrgeizigen Kostenziele von 3 bis 6 Ct/kWh Solarwärme und 33 €/m³ Speichervolumen erreicht hat, ist die Wirtschaftlichkeitsberechnung für den nicht-solaren Teil verzwickt. Zwischenzeitlich diskutierte die dänische Regierung über eine Steuer auf Holzhackschnitzel, die die Kalkulation umgekrempelt hätte. Mittlerweile ist das Thema erst einmal vom Tisch. Allerdings soll das größte Kraftwerk Großbritanniens, Drax in Yorkshire, von Kohle auf Holzhackschnitzel

umgestellt werden. Das wird die Preise überall auf der Welt in die Höhe treiben. Auf der anderen Seite wurde die Wärmepumpe im Januar 2013 plötzlich deutlich wirtschaftlicher, als die dänische Regierung die Steuern auf den Strom für Wärmepumpen halbierte. "Wenn wir heute die Wirtschaftlichkeit noch einmal neu berechnen würden, würde ich mich wohl für eine Wärmepumpe anstelle des Hackschnitzelkessels entscheiden", sagt Kjaergaard und fügt hinzu: "Wenigstens können wir immer darauf rechnen, dass die Solarwärme kostenlos ist."

#### Erneuerbare Energien haben Tradition auf der Insel

Viele der Personen und Firmen, die bei der Entwicklung und dem Bau der neuen Anlage mitgearbeitet haben, sind schon lange in der solaren Fernwärme aktiv. Berater Per Alex Sørensen von PlanEnergi, der

Fernwärmenetze gebaut, und Leo Holm, der jetzt Sunmark in dem Projekt repräsentiert, war zuvor Manager von Marstal Fjernvarme. Das Ingenieurbüro Solites aus Deutschland, das am Messprogramm mitgearbeitet hat, brachte dafür seine Erfahrung mit Langzeit-Wärmespeichern aus Deutschland ein.

Der offizielle Teil, das Projekt Sunstore 4, das Teil des 7. Europäischen Rahmenprogramms ist, ging im Juni 2014 zu Ende. Nun hoffen die Betreiber auf einen staatlichen Zuschuss aus Dänemark, um das Messprogramm fortsetzen zu können. Die im ersten Jahr gesammelten Daten machen Mut: Trotz der Startschwierigkeiten war der Solarertrag 2013 sogar etwas besser als erwartet. Eva Augsten



Putztrupp unter Wasser: Vier Taucher reinigten den Speicher von Schlammablagerungen und reparierten Rohrleitungen und Folie. Im 16 m tiefen Wasser mussten sich die Taucher alle anderthalb Stunden ablösen, 16 Tage lang.