

SOLARE NAH- UND FERNWÄRME

Fallbeispiel Brædstrup District Heating

SDH
solar district heating

Typ: Solare Fernwärmesysteme mit gekoppelter Strom- und Wärmeerzeugung „Smart District Heating“



Solarthermie und KWK in der Fernwärme

In solaren Fernwärmesystemen können die solarthermischen Großanlagen auch mit weiteren Technologien zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie mit großen Wärmespeichern kombiniert werden.

Die Funktionsweise der dabei entstehenden ganzheitlichen Energieversorgungssystemen wurde durch drei Pilotanlagen in Dänemark demonstriert und dort mit dem Begriff „Smart District Heating“ bezeichnet. Zentrales Element solcher Systeme ist ein großvolumiger Wärmespeicher, der von den verschiedenen angeschlossenen Erzeugern genutzt wird und, insbesondere in Bezug auf fluktuierende Stromerlöse, zur Flexibilisierung des Gesamtsystems beiträgt. So wird der Speicher bei guten Stromerlösen zur Optimierung des KWK-Betriebs genutzt. Bei niedrigen oder negativen Stromerlösen speisen Wärmepumpen oder Elektrodenkessel als Power-to-heat-Anwendungen Wärme in den Wärmespeicher ein. Weiter werden überschüssige solare Erträge bis in die Heizperiode gespeichert.

Eine dieser Smart District Heating Anlagen befindet sich in Brædstrup. Die Installation der Solaranlage erfolgte dort im Jahr 2007. Es handelte sich um eine Pionieranlage, da erstmals eine wärmenetzgebundene Solaranlage mit einer Kraftwärmekopplungsanlage (KWK) kombiniert wurde. Im Jahr 2012 wurde das erfolgreich betriebene Gesamtsystem um einen saisonalen Wärmespeicher und weitere Kollektorflächen erweitert.

Anlagendaten im Überblick

System	
Anlagentyp	Solare Fernwärmesysteme mit gekoppelter Strom- und Wärmeerzeugung „Smart District Heating“
Projektname	Brædstrup District Heating
Betreiber	Brædstrup Fjernwaerme
Inbetriebnahme	2012
Wärmeabgabe Netz	42 GWh/a
Solaranlage	
Einbindung	Zentral
Installation	Freilandaufständerung
Kollektortyp	Flachkollektor
Kollektorfläche/Leistung	18.600 m ² / 13 MW _{th}
Wärmespeicher	
Typ	Erdsondenwärmespeicher
Volumen	19.000 m ³

Hintergrund

In Dänemark sind Wärmenetze schon seit vielen Jahren weit verbreitet, insbesondere im Vergleich zu anderen europäischen Ländern. So beziehen ca. 60 % aller dänischen Haushalte Heiz- und Trinkwarmwasser über Fernwärme. Die meisten Netzbetreiber sind genossenschaftlich organisiert. Somit sind die Eigentümer der Erzeugungsanlage oftmals auch gleichzeitig deren eigene Kunden.

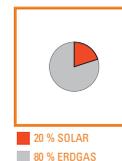
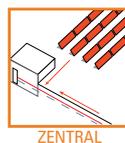
Knapp 300.000 m² (Stand 2013) Kollektorfläche sind in Dänemark bereits installiert worden und ebensoviele in Planung. Die flexiblen Gesamtsysteme zur kombinierten Erzeugung von Wärme und Strom werden aus wirtschaftlichen Gründen realisiert und erreichen durchschnittlich solare Wärmege-
stehungskosten von ca. 40 €/MWh.

Initiiert wurden diese Anlagen insbesondere aus zwei Gründen. Zum einen wird aufgrund des hohen Anteils an regenerativem Strom im Stromnetz, der Betrieb von konventionellen KWK-Anlagen zunehmend unwirtschaftlich und zum anderen werden fossile Energieträger in Dänemark stark besteuert.

Somit war im Jahr 2007 die Installation der Solaranlage im dänischen Brødstrup eine Pionierleistung, da erstmals eine wärmenetzgebundene Solaranlage mit einer Kraftwärmekopplungsanlage kombiniert wurde.

Im Jahr 2012 wurde das erfolgreich betriebene Gesamtsystem dann um einen saisonalen Wärmespeicher und weitere Kollektorflächen erweitert.

Anlagenkonzept



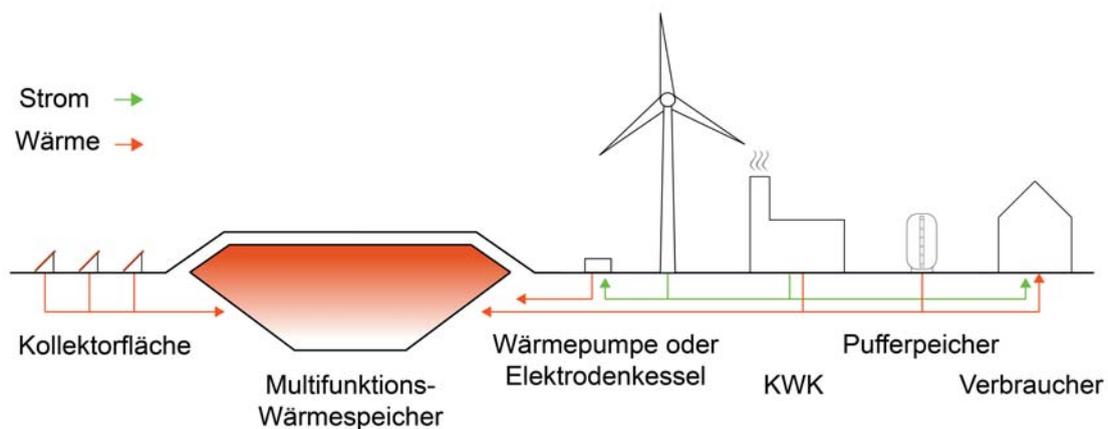
An das Wärmenetz in Brødstrup sind rund 1.200 Abnehmer angeschlossen, neben Privathaushalten auch Industriebetriebe und öffentliche Gebäude. Der jährliche Wärmeenergiebedarf liegt bei ca. 42 GWh und wird zu etwa 20 % über Solarenergie bereitgestellt. Die Hochtemperatur-Flachkollektoren sind nahe an der Heizzentrale bodenaufgeständert montiert.

Das Besondere in Brødstrup ist das Zusammenspiel vieler verschiedener Technologien zur flexiblen Erzeugung von Energie, sowie Speicherung der Wärme. Dies ist erforderlich, da Dänemark große Mengen an regenerativ oder hocheffizient erzeugtem Strom an der skandinavischen Strombörse Nord Pool handelt. Durch den großen Erdsondenwärmespeicher kann in Brødstrup daher bedarfsgerecht Regenergie über KWK-Anlagen oder

mit Hilfe einer Wärmepumpe und eines Elektroboilers bereitgestellt bzw. abgenommen werden.

Die anfallende Abwärme kann dabei nahezu jederzeit vom saisonalen Wärmespeicher sowie von den Pufferspeichern aufgenommen werden und sobald ein wirtschaftlicher Betrieb der KWK-Anlage nicht mehr möglich ist, wieder an das Wärmenetz abgegeben werden.

Durch technische Maßnahmen und ein Bonisystem wird zudem versucht, die Netztemperaturen niedrig zu halten. So beträgt die Vorlauftemperatur gleitend zwischen 75 °C und 70 °C. Bei der Rücklauftemperatur liegt der angestrebte Wert bei 30 °C.



Beispielschema eines „Smart District Heating“-Systems

Technische Komponenten

Die solarthermische Anlage in Brødstrup wurde im Jahr 2007 in Verbindung mit einer KWK-Anlage in Betrieb genommen und war damit europaweit die erste dieser Art. Im Jahr 2012 wurde die Anlage um weitere Kollektorflächen und einen Erdsondenwärmespeicher erweitert.

Das Gesamtkonzept in Brødstrup besteht aus folgenden Anlagenteilen:

- Bodenaufgeständerte Solarkollektoren (18.600 m²)
- Erdsondenwärmespeicher (19.000 m³ mit 50 Sonden à 48 m Tiefe)
- Pufferspeicher (2 Stahltank-Wasserspeicher mit 7.500 m³)
- KWK-Anlage (2 Gas-BHKWs mit 8 MW_{th} bzw. 7,4 MW_{el})
- Wärmepumpe (Kompressionswärmepumpe mit 1,5 MW_{th} bzw. 0,4 MW_{el})
- Elektroboiler (Heizstab mit 10 MW_{el})
- Gas-Spitzenlastkessel

Der multifunktionale Erdsondenwärmespeicher wird sowohl von der solarthermischen Anlage als auch vom BHKW und dem Elektroheizstab beladen. Die Wärmepumpe arbeitet in Verbindung mit den Wasserspeichern indem sie den oberen Teil der Speicher auf 85 °C erwärmt und dabei das Wasser im unteren Bereich der Speicher als Quellmedium nutzt. Dadurch wird eine starke Temperaturschichtung im Speicher erreicht, was eine dauerhaft



„Smart District Heating“ in Brødstrup

niedrige Vorlauftemperatur für die Solaranlage garantiert.

Zur Spitzenlastabdeckung sind mehrere Gaskessel installiert. Diese können zudem den Wärmebedarf decken, wenn ein anderer Erzeuger ausfällt oder nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden kann.

Wirtschaftliche Daten

Braedstrup Fjernwaerme gehört zu den günstigsten Wärmeanbietern in Dänemark was laut Betreiber den Solarkollektoren zu verdanken ist, die Wärme zu weniger als 40 €/MWh bereitstellen. Für eine Vergleichsrechnung wird der jährliche Wärmebedarf von 18,1 MWh eines mittleren Einfamilienhauses mit 130 m² Wohnfläche herangezogen. Bei Bereitstellung der Wärme über eine Ölheizung kostet dies im landesweiten Durchschnitt umgerechnet 4.000 €. Bei Anschluss an das Wärmenetz in Braedstrup sind hingegen nur 1.600 € aufzuwenden.

Über einen finanziellen Anreiz werden die Wärmekunden in Brødstrup dazu animiert niedrige Rücklauftemperaturen zu erzeugen. Wird am Rücklauf der Übergabestation des Hauses im monatlichen Mittel eine Temperatur unter 35 °C erreicht, verringert sich der Wärmepreis. Analog dazu wird der Wärmepreis erhöht, wenn die Rücklauftemperatur nicht eingehalten werden kann.

Erfahrungen und Besonderheiten

Der Überschussstrom aus Wind und Photovoltaikanlagen fließt derzeit über Unterseekabel nach Norwegen, um dort in Pumpspeicherkraftwerken gespeichert zu werden. Diese Art der Speicherung soll in Zukunft vermieden werden, damit die im Land erzeugte regenerative Energie nicht zu günstigen Preisen ins Ausland abfließt.

Das Modell in Braedstrup bietet daher die Möglichkeit, die sehr volatilen erneuerbaren Energien und KWK-Anlagen wirtschaftlich rentabel zu vereinen, indem durch Speicherreserven jederzeit die Möglichkeit vorgehalten wird mit dem wirtschaftlichsten Erzeuger Energie bereitzustellen.

Derzeit fördert die dänische Regierung den Einsatz von Elektroboilern über steuerliche Nachlässe, da diese dringend benötigte Regelleistung bereitstellen. Prinzipiell werden solarthermische Anlagen in Dänemark nicht gefördert. Es bestehen allerdings Fördermöglichkeiten bei Errichtung besonders innovativer Systeme, wie z.B. in Braedstrup.

Durch das Ausbauziel Dänemarks bis 2030 8 Mio. m² Kollektorfläche zu installieren, können die Hersteller ihre Produktionskapazitäten langfristig planen. Die großen Kollektormodule werden schlüsselfertig vom Hersteller auf die Baustelle geliefert, was lange Vertriebswege vermeidet und eine rationelle und kostengünstige Ausführung, im Vergleich zu kleineren Anlagen ermöglicht.

Die größtenteils genossenschaftlich organisierten Fernwärmebetreiber in Dänemark profitieren zusätzlich von der geringen Verzinsung des Kapitalaufwands im Vergleich zu großen Energieversorgungsunternehmen.

Der Erdsondenwärmespeicher ist derzeit im Pilotstadium. Mit 500 MWh Speicherkapazität und ca. 70 °C im räumlichen Mittel, speichert er die Wärme nur für einige Tage. In Zukunft soll der Speicher auf eine Speicherkapazität von 3.000 MWh und das Kollektorfeld auf eine Größe von 50.000 m² erweitert werden. Der geplante solare Deckungsanteil am Gesamtwärmebedarf liegt im Endausbau bei ca. 50 %.

Weitere Informationen

Adresse:	Fjernvarmevej 2, 8740 Brædstrup, Dänemark
Projektbeteiligte:	Brædstrup Fjernvarme A.M.B.A. Fjernvarmevej 2, 8740 Brædstrup, Dänemark www.braedstrup-fjernvarme.dk PlanEnergi Jyllandsgade 1, 9520 Skørping, Dänemark www.planenergi.dk ARCON Solar Skørping Nord 3, 9520 Skørping, Dänemark www.arcon.dk REHAU AG + Co Otto-Hahn-Straße 2, 95111 Rehau www.rehau.com
Kontakt:	Brædstrup Fjernvarme A.M.B.A. Tel. +45 75 75 33 00 Email post@braedstrup-fjernvarme.dk
Weitere Informationen:	www.solar-district-heating.eu www.braedstrup-fjernvarme.dk www.solvarmedata.dk

Bildnachweise

Seite 1:	Kollektorfläche, Quelle: Solites
Seite 2:	Piktogramme, Quelle: Solites
	Beispielschema Smart District Heating, Quelle: Solites
Seite 3:	Smart District Heating, Quelle: Brædstrup Fjernwaerme