SDH
solar district heating

SDHp2m

… from policy to market

Regulatorische und marktunterstützende Maßnahmen für die Mobilisierung von Investitionen in erneuerbare Wärmenetze in europäischen Regionen und Ländern

EINBINDUNG VON SOLARTHERMIE IN BIOMASSEBASIERTE WÄRMENETZE

Dieses Projekt wird durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 der europäischen Union gefördert (Förderkennzeichen 691624).

AutorInnen: Moritz Schubert, SOLID
Carina Seidnitzer-Gallien, AEE INTEC
Per Alex Sørensen, Planenergi
Magdalena Berberich, Thomas Pauschinger, Solites
Simona Weisleder, Hamburg Institut
Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz

Kontakt: S.O.L.I.D. Gesellschaft für Solarinstallation und Design mbH
Puchstrasse 85, A-8020 Graz
Tel.: +43 316 292840
Email: office@solid.at

AEE - Institut für Nachhaltige Technologien
Feldgasse 19, A-8200 Gleisdorf
Tel.: +43 3112 5886-0
Email: office@aee.at

Stand: April 2018

Arbeitspaket: WP 4: Mobilization of projects and investments
Task: 4.1-4.4
Deliverable: D4.5: Manuals with standardized (plug and play) organizational processes and technical solutions (2)

Status: Öffentlich

Copyright Titelbild: Nahwärme Eibiswald

Projekt Website: www.solare-fernwaerme.de, www.solar-district-heating.eu/at

Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Publikation liegt bei den AutorInnen. Sie gibt nicht unbedingt die Meinung der Fördermittelgeber wieder. Weder die Fördermittelgeber noch die AutorInnen übernehmen Verantwortung für jegliche Verwendung der darin enthaltenen Informationen.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung 2
2. Gründe und Herausforderungen für eine Umsetzung 2
3. Rahmenbedingungen 3
   3.1. Wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen 3
   3.2. Eigentumsverhältnisse und Finanzierung 4
   3.3. Flächenfindung 6
   3.4. Öffentliche Akzeptanz und Einbindung der Akteure 9
   3.5. Ttechnische Umsetzung der Anlage 11
4. Empfehlungen 12
   4.1. Bau der Anlage 12
   4.2. Weiterführende Hinweise: 13
5. Referenzen 14

Appendix 1: Beispiele realisierter Anlagen 15

1. Einleitung

Das Projekt SDHp2m (Solar District Heating … from policy to market) zielt auf einen Ausbau solarer Wärmenetze in neun europäischen Regionen (Thüringen und Hamburg in Deutschland, Steiermark in Österreich, Auvergne-Rhône-Alpes in Frankreich, Masowien in Polen, Varna in Bulgarien, Västra Götaland in Schweden, Aosta und Veneto in Italien) ab.

Die lokalen Randbedingungen für den Ausbau von Wärmenetzen mit Solarthermie unterscheiden sich von Region zu Region. Dennoch ließen sich folgende drei „Standardlösungen" identifizieren, die in fast allen Regionen angewendet werden können.

- Energiedörfer – Umsetzung von neuen solaren Wärmenetzen kombiniert mit Biomasse
- Einbindung von Solarthermie in biomassebasierte Wärmenetze
- Einbindung von Solarthermie in bestehende städtische Fernwärmesysteme

Dieser Leitfaden beschreibt die Integration von **Solarthermie-Großanlagen in bestehende Wärmenetze, die primär Biomasse als Brennstoff nutzen.**

Dabei sind die wesentlichen Herausforderungen nachfolgend kurz zusammengefasst. Bei Biomasse-befeuerten Wärmenetzen entstehen im Sommer oft Schwierigkeiten im Teillast-Betrieb. Wenn nur ein Kessel installiert ist, entspricht die Sommerlast rund 10 % der Spitzenlast des Kessels. Daher wird der Biomassekessel, je nach Kesselkonfiguration des Heizwerkes, oft in den Sommermonaten abgeschaltet und durch einen Ölkessel ersetzt. Ein kontinuierlicher Start-und-Stop-Vorgang ist bei Biomasse-Industriekesseln nicht möglich. In anderen Heizwerken läuft der Biomassekessel bei Schwachlast, entsprechend der Sommerlast des Netzes, was in höheren Emissionen und niedriger Effizienz resultiert.

Durch die Installation einer Solarthermieanlage zur Deckung großer Teile der Sommerlast, kann die Nutzung fossiler Energieträger in den Sommermonaten weitgehend vermieden werden.

Dieser Leitfaden ist nicht als abgeschlossenes Dokument zu betrachten, sondern wird durch neue Erkenntnisse erweitert. Die dargestellten Herausforderungen fokussieren sich auf die spezifischen Rahmenbedingungen für Österreich und Deutschland.

2. GRÜNDE UND HERAUSFORDERUNGEN FÜR EINE UMSETZUNG

Nachfolgend werden die wesentlichen Vorteile der Integration von Solarthermie-Großanlagen in Biomassewärmenetzen angeführt:

- Der Einsatz von Solarthermie-Großanlagen vermindert die Emissionen des Biomasseheizkessels während der Sommerzeit.
- Kann der Ölkessel zur Deckung der Sommerlast durch eine Solarthermie-Großanlage ersetzt werden, so werden fossile Energieträger und die anfallenden Emissionen vermieden.
- Solarthermie-Großanlagen können nahezu ohne Überwachung betrieben werden. Aus diesem Grund steht das Personal für andere Aktivitäten zur Verfügung, z.B. für den Kundenservice, zur Reinigung des Biomasseheizkessels, zum Abbau von Urlaubstagen, etc.
- Wird der Biomasseheizkessel über einen längeren Zeitraum abgeschaltet, so lässt sich die Lebensdauer desselben verlängern.

Trotzdem können ein paar Nachteile auftreten:

- Ein Wärmespeicher von 50-300 l/m² Solarkollektor ist zu installieren, sofern er nicht bereits im System eingebunden ist. Die Integration des Speichers hat auch Vorteile für den Biomasseheizkessel. Der Speicher kann die Winterproduktion des Biomasseheizkessels ausgleichen, sodass sich die Verbrauchsspitzen in der Heizperiode leichter decken lassen. Darüber hinaus kann die Lebensdauer des Heizkessels bei einer fixen Last verlängert werden.
- Die Errichtung von Solarthermie-Großanlagen kann die Nachfrage nach Biomasse reduzieren. Auf lange Sicht ist Biomasse eine beschränkte Ressource, und steht in Konkurrenz zur Nachfrage im Transportsektor und für Hochtemperaturanwendungen in der Industrie.

Alle zuvor genannten Vor- und Nachteile hängen von den Randbedingungen des jeweiligen Wärmenetzes ab. Es ist in einer frühen Projektphase eine grobe Machbarkeitsberechnung zur Abschätzung der Wärmegestehungskosten von solarthermischen Großanlagen empfehlenswert. Diese sind mit jenen von bestehenden Biomassewärmenetzen zu vergleichen. Dazu können der Kostenvoranschlag eines Solarthermieanbieters oder auch die Informationen aus dem Fact sheet 2.3 „Feasibility study“ [1] unterstützen. Eine Berechnung der Wärmegestehungskosten einer Solarthermie-Großanlage kann auch mithilfe eines Online-Berechnungstools, entwickelt von Solites [2] oder mit dem Excel-Tool ScenoCalc Fernwärme, abgeschätzt werden.

Bevor eine Solarthermie-Großanlage in einem Wärmenetz implementiert wird, müssen einige grundlegende Rahmenbedingungen bedacht werden.

3. RAHMENBEDINGUNGEN

Wird Solarthermie als Erzeugungsoption in biomassebefeuerten Wärmenetzen in Betracht gezogen, ist es wichtig, die notwendigen Rahmenbedingungen zu erfassen und zu prüfen. Dabei spielen die regionale Verfügbarkeit, der Nachhaltigkeitsgedanke, die Zuverlässigkeit und die Preisstabilität eine große Rolle. Denn es braucht ein sorgfältiges und strukturiertes Vorgehen bei der Projektentwicklung um Vorbehalten und Vorurteilen zu begegnen, Konflikte zu vermeiden und zu lösen.

Die nachfolgenden Themenschwerpunkte haben sich hierbei als besonders relevant erwiesen:

1. Wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen
2. Eigentumsverhältnisse und Finanzierung
3. Flächenfindung
4. Öffentliche Akzeptanz und Einbindung der Akteure
5. Technische Umsetzung der Anlage

3.1. Wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen

Solarthermie ist in Österreich und Deutschland fast ausschließlich auf Gebäudedächern im Einsatz – ganz überwiegend auf Ein- und Zweifamilienhäusern. Große Freiflächensolaranlagen, wie sie vor allem in Dänemark sehr verbreitet sind, haben in den beiden Ländern bisher nur einen sehr geringen Marktanteil. Durch die niedrigen Wärmegestehungskosten eignet sich diese Art der Wärmeerzeugung aus wirtschaftlicher Perspektive und ist attraktiv gegenüber fossilen Brennstoffen. Diese Potenziale können maßgeblich die Wärmewende zu erneuerbaren Energien unterstützen und eine wirtschaftlich sowie sozial verträgliche Energieversorgung anbieten.

Anders als bei der Strom- und Gasversorgung sind in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung die Erzeugung, die Verteilung und der Verbrauch lokal bzw. regional verortet.

Somit ist die Wärmeversorgung vor allem eine lokale Aufgabe und auch im Verantwortungsbereich der Kommunen angesiedelt. Sie stehen vor der großen Herausforderung – im Einklang mit den nationalen und europäischen Klimaschutzzielen – die Wärmeversorgung bis spätestens 2050 klimaneutral zu gestalten.

Zur kostengünstigen und großtechnischen Integration der Solarthermie bietet sich die Nutzung von Wärmenetz-Infrastrukturen in besonderem Maß an. Die erforderlichen großen Kollektorfelder werden hierbei auf Freiflächen installiert oder in Gebäudedachflächen integriert. Es kommen dabei beide Kollektorarten, Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren, in Frage. Die Kollektorfeldgrößen reichen von ca. 500 m² bis zu 150.000 m² – bei der derzeit größten realisierten Anlage in Silkeborg in Dänemark.

Zahlreiche großflächige Solarthermie-Anlagen im Leistungsbereich bis 50 MW_{th} werden inzwischen in Dänemark betrieben. Sie erzeugen Wärme zu wettbewerbsfähigen Gestehungskosten von unter 50 Euro je MWh und somit wesentlich kostengünstiger, als dies mit dezentralen Lösungen auf Gebäudedächern möglich ist.

Wirtschaftliche und ökologische Konsequenzen

Um die wirtschaftlichen Auswirkungen des Projekts zu berechnen, muss die Solarthermieanlage ausgelegt und wichtige Kennwerte bestimmt werden:

- Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten für Anschlussleitungen.
- Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten für die Solaranlage. Preise finden Sie in [3]. Häufig können auch direkte Angebote bei Herstellern eingeholt werden.
- Wirkungsgradkennlinien für Solarkollektoren und Heizkurve des Wärmenetzes.
- Jährliche Wärmeproduktion der Solarthermieanlage
- Kostenersparnis gegenüber dem bestehenden Fernwärmesystem
- Finanzierungsbedingungen

Mit Hilfe der oben genannten Kennwerte können die Gesamtkosten für notwendige Investitionen bzw. Wärmegestehungskosten berechnet werden. Danach können die jährlichen Kosten mit den Kosten des bereits bestehenden Fernwärmesystems verglichen werden.

3.2. Eigentumsverhältnisse und Finanzierung

Das Solarkollektorfeld kann durch den lokalen Fernwärmebetreiber oder einen externen Investor finanziert werden, wodurch diese Optionen auch für die Eigentumsverhältnisse eine hohe Relevanz haben. Diese Entscheidung beeinflusst die nachfolgenden Kommunikations- und Entscheidungsprozesse maßgeblich und muss deshalb vor Beginn des Projekts geklärt sein.

Die Frage der Eigentumsverhältnisse einer Solarthermie-Anlage hat sowohl für Investoren als auch für Verbraucher eine hohe Relevanz. Das Interesse der Investoren liegt vor allem in dem gewählten Geschäftsmodell und die damit verbundene Frage der Investitionssicherheit. Für Verbraucher sind die Höhe des Wärmepreises, das Vertrauen in das Versorgungsunternehmen sowie die Transparenz weit wichtigere Faktoren.

Unabhängig von der Wahl des Investors, sind zur Stützung der nachhaltigen Kommunikation und Vertrauensbasis, die Verbraucher über das gewählte Eigentums-/Betreibermodell zu informieren

und die Wahl des Eigentümer-/Betreibermodells zu erläutern. Je nach Fall, muss ein Vertrag zwischen dem Wärmeversorger und dem externen Investor beziehungsweise dem Betreiber der Solarthermieanlage entworfen werden, in welchem Zuständigkeiten und Pflichten zu Betrieb und Wartung der Anlage sowie zur Wärmeversorgung klar definiert werden.

Detaillierte Informationen zu den wesentlichen Teilbereichen sind in Fact sheet 2.5 [1] „Ownership and financing“ unter folgenden Punkten nachzulesen:

- Utility as an owner (Wärmeversorger ist Eigentümer)
- Private ownership of roof mounted collectors (Privateigentum von Hauseigentümern)
- Private ownership and third-party financing (Privateigentum und Finanzierung durch Dritte)
- Solar collectors in cooperative ownership (Gemeinschafts-/Genossenschaftseigentum)

Vertragsentwurf Wärmeliefervertrag zwischen Wärmenetzbetreiber und Eigentümer/Betreiber der Solarthermieanlage

Wenn eine Solarthermieanlage nicht im Eigentum des Wärmenetzbetreibers steht, sondern im Eigentum von Dritten, ist ein Vertrag zwischen den beiden Parteien zu schließen. In [1], Factsheet 2.5 “Ownership and financing” werden wichtige Punkte dazu genannt.

1. Inhalt des Vertrages
   - Regelt grundsätzlich die Wärmelieferung:
   - Eigentümer der Solaranlage, Betreiber des Wärmenetzes
   - Allgemeine Information zur Systemintegration der Solaranlage
   - Start der Wärmelieferung: normalerweise auf einen Zeitraum eingeschränkt oder mit einem spätmöglichen Startdatum beginnend
   - Dauer des Vertrages: regelt Beginn und Ende der solaren Wärmelieferung
2. Installation der Solaranlage, Eigentumsgrenzen
   - Wer ist für die Installation der Anlage verantwortlich?
   - Regelt im Detail die Liefergrenzen, und beschreibt die Zuständigkeiten des Wärmenetzbetreibers. Zudem wird der Punkt der Wärmeübergabe (normalerweise Position und Integration des Wärmetauschers) beschrieben.
   - Notwendige Zertifikate
   - Wer zahlt den el. Strom für Pumpen und andere Geräte?
   - Wer ist für Betrieb und Wartung der Solaranlage zuständig?
   - Eigentum/Nutzungsrechte an Flächen, die Bezug zur Solaranlage haben (Technikraum, Dächer, Rohrleitungswege…)
3. Details zur Wärmelieferung und zum Betrieb der Solaranlage
   - Gibt es für den Eigentümer der Solaranlage ein Recht zur Wärmelieferung an den Wärmenetzbetreiber? Geforderte Vorlauftemperatur, Druck, Volumenstrom? Back-up verpflichtend?
   - Regelungen bezüglich Netz-Rücklauftemperatur.
   - Risiken bezüglich Schäden an der Solaranlage, die durch ungünstige Betriebsführung entstehen
4. Wärmepreis für Solarenergie
   - Gleicher Preis während des gesamten Jahres oder Unterschied zwischen Sommer und Winter?
   - Preisreduktion, wenn Temperaturen niedriger sind als gefordert

- Solarwärmepreis an Konsumentenpreisindex angepasst? Oder an anderen Index? Welches Datum ist Referenzpunkt für den Start der Berechnung?

5. Messung und Verrechnung der Solarenergie
   - Wie und wo wird die Solarwärme gemessen?
   - Welche Anforderungen werden an die Messgeräte/Messdatenerfassung gestellt? Kalibrierung?
   - Wie wird verrechnet? Intervalle? Abschlagszahlungen?
   - Zahlungskonditionen und –fristen
6. Andere Vertragsklauseln
   - z.B. Auflösungsklauseln
7. Gerichtsstand
   - Regelt den Gerichtsstand bei Disputen
8. Anhänge zum Vertrag
   - Hydraulikschemata von Übergabestation, Solaranlage
   - Lagepläne, techn. Beschreibungen

3.3. Flächenfindung

Große Solaranlagen haben relevante Auswirkungen auf die Raumnutzung und stellen demzufolge raumbedeutsame Vorhaben dar.

Noch stärker als Windkraft- oder Fotovoltaik-Anlagen sind große Solarwärme-Anlagen an bestimmte Standort-Bedingungen geknüpft. Während Strom ohne erhebliche Verluste über große Entfernungen vom Erzeugungsort zum Verbraucher transportiert werden kann, ist die Transportfähigkeit von Wärmeenergie begrenzt – die hohen Kosten für den Bau und Betrieb der Wärmeleitung und höhere Energieverluste sprechen dafür, dass eine **solarthermische Wärmeversorgung immer in der Nähe zu den Wärmeverbrauchern** erfolgen muss. Also innerhalb weniger Kilometer zu Wärmesenken mit Wärmeverteilnetzen und den Verbrauchern.

Deshalb müssen die möglichen Aufstellflächen in der Nähe der Wärmesenke schon in einer frühen Projektphase genau untersucht werden. Die Kollektoren können auf Dachflächen oder auf dem Boden platziert werden, wobei die Nutzung von Dachflächen mit höheren Kosten verbunden ist[1] und die Dachflächen oftmals für Photovoltaik verwendet werden.

Förderlich für die Entwicklung von Freiflächen sind Verfahren zum Flächenscreening, die ökologische Aufwertung von Freiflächen sowie Beteiligungs- und Geschäftsmodelle für beteiligte Akteure (z.B. Landwirte). Eine Karte, die mögliche Flächen zum Aufstellen von Solarkollektoren und eine mögliche Anbindung an das Fernwärmeversorgungs- oder Rohrnetz zeigt, sollte Teil einer Machbarkeitsstudie bzw. eines Wärmeversorgungskonzepts sein.

[1] Siehe auch [1], Factsheet 2.3, Abbildungen 2.3.6 und 2.3.7

In einer ersten Analyse zeigt das Flächenscreening die Verfügbarkeit von Freiflächen im Vergleich zur Besiedelungsstruktur und Gebäudeflächen der Region. Parallel ist die Wärmebedarfsdichte des potenziellen Versorgungsgebietes zu analysieren und die Priorität von potenziellen Flächen für Solarthermie zu definieren.

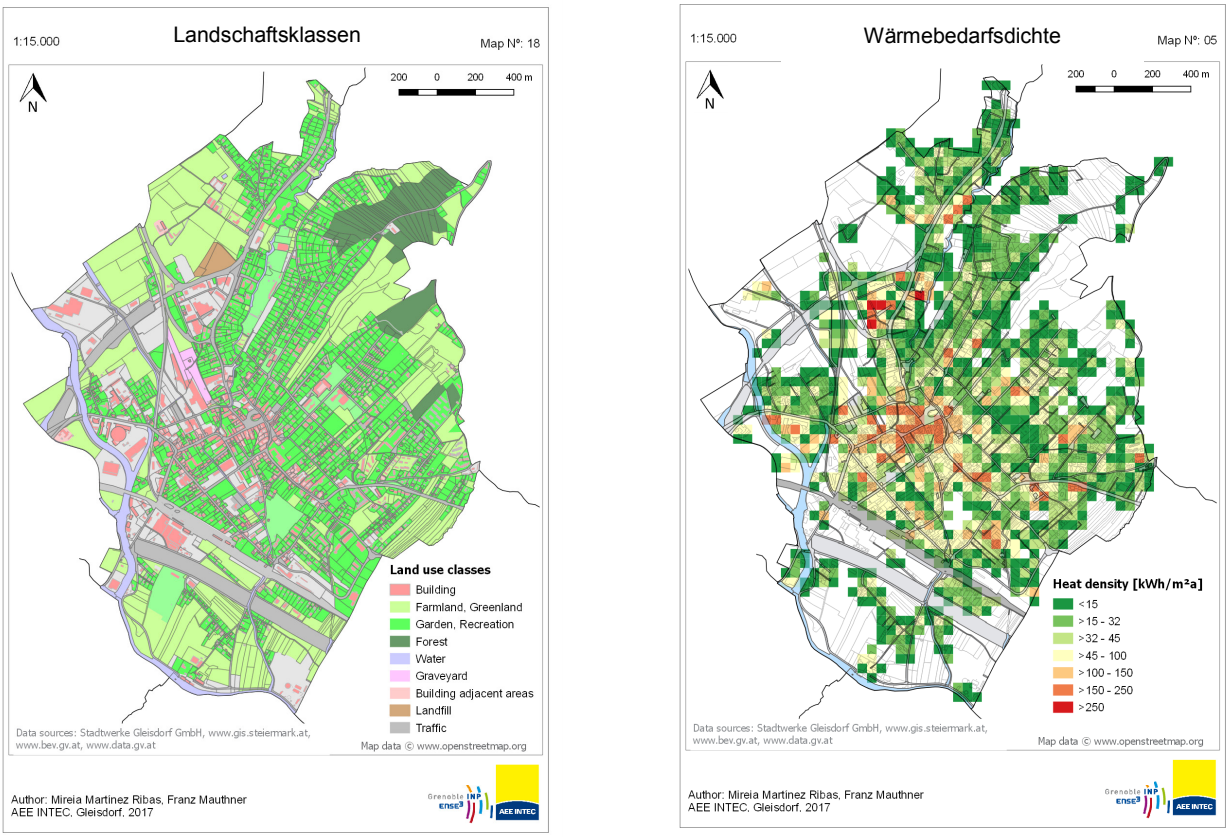


Abbildung 1: Flächenverteilung nach Nutzungskategorien (links), Wärmebedarfsdichte (rechts) am Beispiel der Region Gleisdorf in Österreich [6]

Eine Abschätzung der potenziellen Solarthermieflächen anhand des Flächenscreenings ist für das Wärmeversorgungsgebiet in Abbildung 2 für die Region Gleisdorf in Österreich illustriert. Detailinformationen können im Fact sheet 3.1, 3.3 „Land availability for Solar Thermal Plants" [1] nachgelesen werden.

2013 lag der Fernwärmebedarf z.B. in Österreich bei 22430 GWh/a. Geht man mittelfristig von einem Anteil der Solarthermie an der Fernwärmeerzeugung von 15 % aus, so wäre der Beitrag der Solarthermie in diesem Bereich 3360 GWh/a. Hierfür wäre eine Kollektorfläche von 6,73 Mio. m² bzw. eine Leistung von 4,7 GW bis 2050 zu realisieren. Es resultiert ein erforderlicher jährlicher Neuzubau von rund 200.000 m² Kollektorfläche bzw. 140 MW pro Jahr.

Solarthermie weist eine hohe Flächeneffizienz auf: Für die o.g. 6,73 Mio. m² Kollektorfläche ist bundesweit verteilt eine Landfläche von lediglich 13,5 km² erforderlich. Das entspricht dem derzeitigen Flächenverbrauch in Österreich in einem Zeitraum von ca. drei Monaten [4]. Die Flächeneffizienz der Solarthermie ist gegenüber Energiepflanzen um rund den Faktor 50 höher.

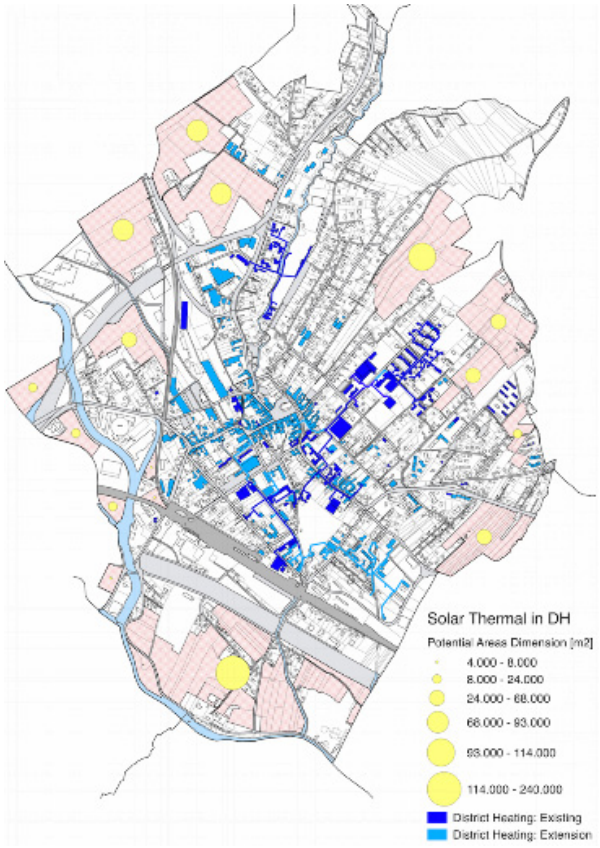


Abbildung 2: Potenzielle Solarthermieflächen für das Wärmeversorgungsgebiet Gleisdorf in Österreich [6]

Relevante Flächen zur Errichtung der Solarthermie-Anlage können gekauft oder gepachtet werden. Zu beachten ist, dass mehr als eine verfügbare Fläche für Solarthermie zur Auswahl steht, sodass der Preis nicht von einem Monopolisten bestimmt wird und die Solarthermie in einem biomassebefeuerten Wärmesystem eine Alternative bietet. Die Solarthermie kann als zentrale Anlage direkt beim Biomasseheizwerk oder als dezentrale Anlage umgesetzt werden.

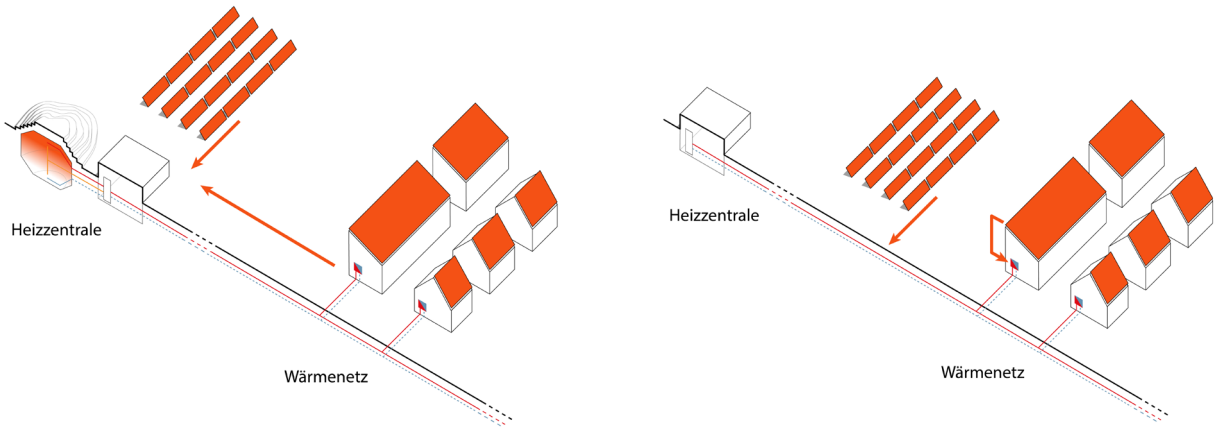


Abbildung 3: Zentrale (links) und dezentrale (rechts) Einbindung der Solarthermie im biomassebefeuerten Wärmenetz. [1]

Die Integration von Solarthermieanlagen auf Freiflächen kann zudem unterschiedliche Nutzungs- und Gestaltungsaspekte aufweisen:

- Optimierung der Landschaftsgestaltung durch Berücksichtigung bereits im Planungsprozess
- Doppelnutzung durch Energieversorgungsoption und Landschaftsgestaltung in Gebieten mit hohem Verschmutzungs- oder Nässegrad

Beispiele zur Landschaftsgestaltung und Doppelnutzung von Solarthermieanlagen illustrieren Abbildung 4 und Abbildung 5.

Abbildung 5: “Collector Island” (SUNMARK), Almere, Holland. [1], Fact sheet 2.2

Abbildung 4: Auf einem Hang (Schüco), Crailsheim, Germany (by Stadtwerke Crailsheim GMBH). [1], Fact sheet 2.2

3.4. Öffentliche Akzeptanz und Einbindung der Akteure

Unabhängig davon, ob die Solarthermische-Anlage Eigentum des bestehenden Wärmenetzversorgers oder eines Dritten ist und von diesem finanziert wird, muss das Versorgungsunternehmen bereit sein, das Projekt durchzuführen, wenn die Bedingungen für die Teilnahme am Projekt erfüllt sind. Zum Beispiel, wenn der Wärme-Preis nicht höher wird als in der Referenzsituation (oder nicht mehr als X% höher). In diesem Fall muss das Preisberechnungsmodell von den Partnern bestätigt werden.

Darüber hinaus müssen die lokalen Behörden hinter dem Projekt stehen und die notwendigen Prozesse unterstützen:

- Ausarbeitung einer strategischen Energieplanung (oder Energieraumplanung) und eines Wärmeplans für die Stadt. In den europäischen Projekten *Hotmaps* (http://www.hotmaps-project.eu/) und *Planheat* (http://planheat.eu/) werden Werkzeuge für die Wärmeplanung entwickelt.
- Kontaktaufnahme mit der Gemeinde, um Genehmigungen und fachkundige Unterstützung zu erhalten.
- Das FW-Netz im Besitz eines kommunalen oder verbrauchereigenen Unternehmens zu halten, damit der Zugang für Solare Fernwärme (SDH) öffentlich kontrolliert werden kann

Als Grundlage für eine mögliche Umsetzung derartiger Projekte, stellt eine fundierte Machbarkeitsstudie ein wichtiges Instrument dar. Diese kann nicht nur zeigen, dass ein Projekt realistisch umsetzbar wäre, sondern auch skeptische Akteure von den Möglichkeiten und damit verbundenen Vorteilen überzeugen. Zu den wesentlichen Akteuren zählen die jeweiligen Heizwerks- und Wärmenetz-

betreiber, die Anrainer, Behörden und Finanzierungspartner. Um möglichst allen Betroffenen Antworten auf Ihre spezifischen Fragestellungen zu bieten, sollte eine Machbarkeitsstudie folgende Punkte behandeln:

Für Investoren relevante Aspekte

- Beschreibung verschiedener Wärmelösungen (Biomasse, Solar, Wärmepumpe, Abwärme, evtl. Geothermie)
- Gründe für Integration von Solarthermie ins bestehende Wärmenetz
- Flächenoptionen für die Solarthermieanlage
- Kosten und Finanzierungsmöglichkeiten der Anlage
- Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für Referenzfall und Solarprojekt (Barwert, interner Zinsfuß, jährliche Kosten für Wärmekunden). Sensitivitätsanalyse/Szenarioanalyse
- Umweltaspekte: (vermiedene) Emissionen in Boden, Wasser und Luft
- Zeitplan
- Diskussion möglicher Hindernisse bei der Projektumsetzung
- Vertragsentwurf zwischen Wärmenetzbetreiber und externem Investor (z.B. bei Bürgerbeteiligung oder anderem externen Investor)
- Vertragsentwurf zwischen Wärmenetzbetreiber und Lieferant der Solaranlage (wenn Wärmenetzbetreiber investiert)
- Entwurf eines neuen Wärmeliefervertrags für die Kunden
- Im Fall einer Genossenschaft: Entwurf einer Mitgliedersatzung

Für Kommunen relevante Aspekte

- Wirtschaftliche Vorteile auf Gemeindeebene (z.B. lokale Wertschöpfung)
- Konsequenzen für Arbeitsplätze in der Gemeinde
- Umweltaspekte: (vermiedene) Emissionen in Boden, Wasser und Luft
- Konsequenzen für die (Energie-) Raumplanung (Schutzgebiete, Anrainer)
- soziale Verantwortung der Gemeinde

Für Verbraucher relevante Aspekte

- Wärmepreisstabilität
- Versorgungssicherheit

Sobald zwischen den Projektbeteiligten Einigung über die wesentlichen Punkte des Projektes herrscht, gilt es unter Berücksichtigung der Anliegen von Gemeinde und Bürger, v.a. der Anrainer, den Genehmigungsprozess zu starten. Normalerweise ist es nicht schwierig, öffentliche Akzeptanz für eine Solarthermie-Großanlage zu bekommen.

Nichtsdestotrotz zeigt die Erfahrung aus Windenergie- und Biogasprojekte, dass der Investor proaktiv um öffentliche Akzeptanz bemüht sein sollte. Falls es eine Energieplanung oder besser noch Energieraumplanung für die Gemeinde gibt, kann das eine große Hilfe zur Erlangung öffentlichen Interesses sein. Insofern die Bürger in diesen Planungsprozess eingebunden waren. Denn das Fehlen von Information und Einbeziehung kann Frustration, Verärgerung und Widerstand gegen das Projekt hervorrufen.

Ein Beispiel zeigt die Erfahrungen von Energieprojekten auf der dänischen Insel Samsø die seit 1996 mit öffentlicher Wahrnehmung und Akzeptanz durchgeführt werden. Eine der Erfahrungen aus

diesen Projekten ist, dass sorgfältige Vorbereitung der ersten Schritte ein Muss ist. Im Projekt „Implement“, im Rahmen des EU Interreg-Programmes, beschreibt die Samsø Energieakademie den Implementierungsprozess in “A manual on citizen involvement” [5]. Das Handbuch beschreibt ein Biogasprojekt, aber ist auch für andere Projekte anwendbar.

Die Schritte im Handbuch sind:

- Ausarbeitung einer grundlegenden Studie inkl. Informationen über lokale Gepflogenheiten
- Engagement von Personen, die lokale Begebenheiten und Gepflogenheiten kennen
- Identifizierung der direkt involvierten Projektbeteiligten/-betroffenen
- „was ist für mich drin?“ für die involvierten Projektbeteiligten/-betroffenen finden
- Ziele für die Einbeziehung und eine Strategie zur Erreichung der Projektbeteiligten/-betroffenen
- Einbeziehung der lokalen Behörden

Der Prozess (muss von unten aufgerollt werden und von oben gesteuert werden):

- Die Kommunikation muss klar und proaktiv sein. Kommunikationskanäle müssen definiert werden.
- Ziele von Versammlungen müssen klar sein. Zur Vorbereitung sollten Schlüsselpersonen vorab kontaktiert werden und Szenarien bez. Verlauf der Versammlung sollten durchgedacht werden.
- Zwischen den Versammlungen können Schlüsselpersonen kontaktiert werden, Arbeitsgruppen gebildet werden, Besichtigungen ähnlicher Projekte arrangiert werden.

Diese Methode der Einbeziehung hat zu lokaler Identifikation bei verschiedenen Energieprojekten auf der Insel Samsø geführt. Dort war auch wichtig, dass es einen Masterplan für die Wende hin zu erneuerbaren Energien gibt und dass dieser Masterplan ausführlich diskutiert und von politischer Seite befürwortet wurde.

3.5. Ttechnische Umsetzung der Anlage

Die Auswahl von Solarthermie als Erzeugungsoption muss ebenso erläutert werden wie das generelle Anlagendesign. Außerdem ist anzugeben, welcher jährliche Deckungsgrad durch die Solarthermieanlage erreicht werden kann. Daraus lässt sich ableiten, ob es möglich ist, die existierenden Erzeugungsanalagen (z.B. Biomasse-, Öl-, Gaskessel) modulweise über längere Zeiträume im Sommer auszuschalten und so den Einsatz von Biomasse und fossiler Brennstoffe zu reduzieren sowie einen ungünstigen Teillastbetrieb zu vermeiden. Auch sollte geprüft werden ob eine zentrale oder dezentrale Einbindung der Solarkollektoren zu bevorzugen ist.

Das technische Konzept umfasst dabei die Dimensionierung der Solaranlage und eine Kostenschätzung. Die Solaranlage kann entweder auf die Deckung der Sommerlast ausgelegt werden oder unter Einbindung eines Saisonalspeichers bis zu 50% der Jahreslast decken. Die Variante mit Saisonalspeicher ist momentan (2018) nur für Wärmenetze mit einem Wärmbedarf von über 15-20 GWh/a technisch und wirtschaftlich sinnvoll.

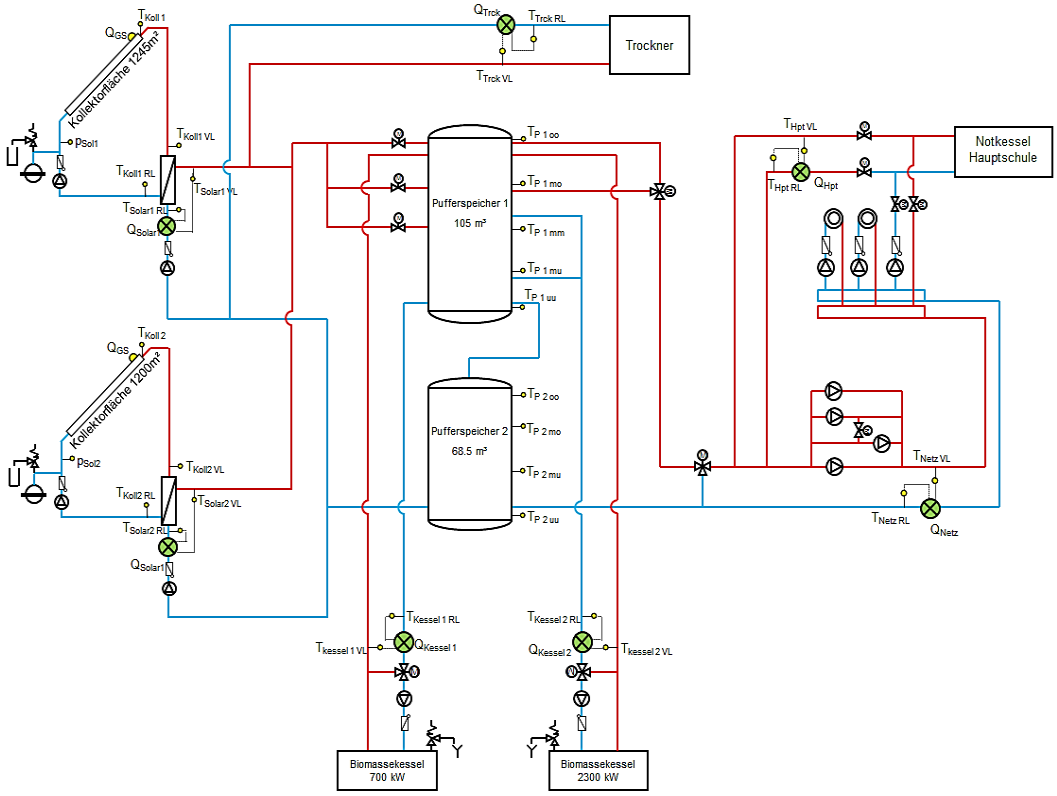


Abbildung 6: Blockschema eines Heizwerkes mit Solarthermie und Biomasse [1], Fact sheet 2.1 "Solar heat combined with other fuels".

4. EMPFEHLUNGEN

1. Die systematische Flächensuche und -entwicklung spielt eine Schlüsselrolle für solare Wärmenetzintegration.
2. Zu Beginn der Projektentwicklung sollte ein systematisches Flächenscreening anhand energiewirtschaftlicher, politischer sowie rechtlicher Kriterien durchgeführt werden.
3. Möglichst frühzeitig sollte mit der umfassenden Behörden-, Bürger- und Stakeholder-Beteiligung begonnen werden.
4. Es sollte von vorneherein ein integriertes, ökologisches Nutzungskonzept verfolgt werden.
5. Das Umweltrecht dürfte in der Regel keine unüberwindbaren Hindernisse verursachen.
6. Der kombinierte Einsatz von verschiedenen Wärmeerzeugungstechnologien sollte im Rahmen der Machbarkeitsstudie genauer untersucht werden. Siehe auch [1], Fact sheet 2.1 “Solar heat combined with other fuels”.
7. Das technische Umsetzungskonzept (zentral/dezentral) sollte mit dem ökologischen Nutzungskonzept im Einklang stehen
8. Eigentümerverhältnisse und Finanzierungsmöglichkeiten inklusive Bürgerbeteiligungsmodelle sind vor Umsetzung des Projektes zu berücksichtigen.

4.1. Bau der Anlage

Wenn die notwendigen Genehmigungen eingeholt wurden, kann die Umsetzung des Projekts beginnen. Dazu muss die Ausschreibung für die Projektumsetzung veranlasst werden, eine Vergabe und schließlich die Installation der Wärmeerzeuger erfolgen. Soll das Wärmenetz um neue Anschlussnehmer erweitert werden, müssen Verträge mit den Neukunden geschlossen und Termine für die

Installation der Hausanschlussstationen an das Wärmenetz und die Deinstallation der Einzelheizungen angekündigt und individuell vereinbart werden. Diese Arbeiten müssen von Experten durchgeführt werden. Es ist jedoch sehr wichtig, die Anwohner vor Ort kontinuierlich über kommende Schritte und den Vorgang des Projekts informieren. Denn insbesondere eine eventuelle Verlegung neuer Wärmenetzstränge kann zu Beeinträchtigungen des Straßenverkehrs führen und sollte rechtzeitig erläutert und angekündigt werden, um Ärger zu vermeiden.

Siehe auch [1] Fact sheet 3.2 “Tendering and contracts” und Fact sheet 4.1 “Supervision of construction and commissioning”.

4.2. Weiterführende Hinweise:

- Angaben zu Emissionen von Heizkesseln sind in [3] zu finden.
- Mögliche Berechnungswerkzeuge für die Solarertragsberechnung sind
    - energyPRO (https://www.emd.dk/energypro/),
    - Polysun (http://www.velasolaris.com/english/home.html),
    - T*Sol (http://valentin.de/calculation/thermal/start/en),
    - TRNSYS (http://www.trnsys.com/) und weitere.
- Richtlinien für ein detailliertes Design finden sich in [1], Kapitel 6, 7 und 8. Ein Beispiel für eine Berechnung der wirtschaftlichen Folgen für eine Solarthermische-Anlage, deren Investition durch einen regionalen Versorger übernommen wurde und durch ihn betrieben wird, findet sich in Appendix 1.

5. REFERENZEN

[1] Solar district heating guidelines Collection of fact sheets. http://solar-district-heating.eu/Documents/SDHGuidelines.aspx

[2] http://www.sdh-online.solites.de/Tool/2

[3] Technology Data Catalogue for Energy Plants. Danish Energy Agency and Energinet.dk. August 2016. Updated June 2017. https://ens.dk/en/our-services/projections-and-models/technology-data

[4] http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/rp_flaecheninanspruchnahme/

[5] People and Biogas. A manual on citizen involvement. www.peopleandbiogas.com

[6] EnergyCityConcepts – How spatial energy analysis enables sustainable future energy systems. AEE INTEC, Ingo Leusbrock, Franz Mauthner, Presentation February 2018.

APPENDIX 1: BEISPIELE REALISIERTER ANLAGEN

AEE INTEC

Integration von Solarthermie in Wärmenetze

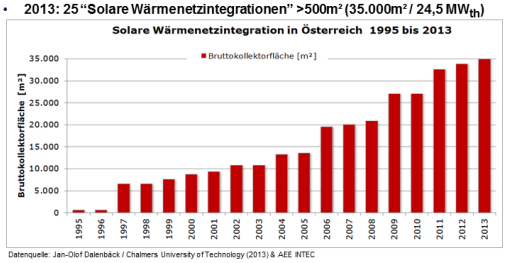
Ergebnisse aus dem Förderprogramm „Solare Großanlagen“

AEE - Institute for Sustainable Technologies (AEE INTEC)
8200 Gleisdorf, Feldgasse 19, AUSTRIA

AEE INTEC

Fernwärme und Solarthermie in Österreich

- Erste Fernwärmenetze in Österreich ab den 1950er Jahren in dichter besiedelten, städtischen Regionen (Wels, Klagenfurt, Salzburg), Graz (1963), Wien (1969), Linz (1970)
- Nah- und Fernwärmebereitstellung seit 1990 nahezu verdreifacht
- 2012: rund 25% aller Wohnungen mit Nah- und Fernwärmeanschluss und 20% Marktanteil am Niedertemperatur Wärmeverbrauch
- **2013: 25 “Solare Wärmenetzintegrationen” >500m² (35.000m² / 24,5 MW_{th})**

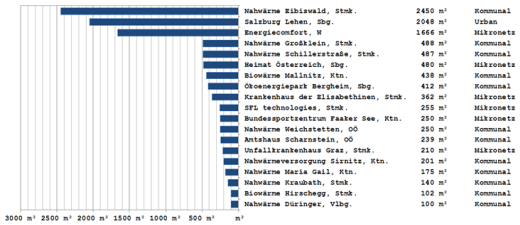


Datenquelle: Jan-Olof Dalenbäck / Chalmers University of Technology (2013) & AEE INTEC

AEE INTEC

Solare Wärmenetzintegration im Förderprogramm “Solare Großanlagen”

- Umgesetzte Solarthermieanlagen in Wärmenetzen im Förderprogramm „Solare Großanlagen“
- Zeitraum: 2011-2015 inklusive Monitoring
- Umsetzungskategorien:
  - Solare Einspeisung in urbane Wärmenetze
  - Integration in kommunale Wärmenetze
  - Mikronetze mit solarthermischer Unterstützung



AEE INTEC

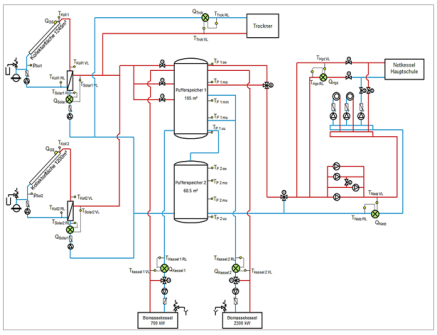
Fallbeispiel „ Solares Biomasse-Nahwärmenetz Eibiswald “

- **Anwendung**: Integration in ein kommunales Nahwärmenetz mit ca. 4 MW Abnehmerleistung und einem Wärmebedarf von rund 7.600 MWh (gemessen).
- **Eckdaten**:
  - 2.450 m² Kollektorfläche (1997:1.250 m², 2012: 1.200 m² als 2-fach abgedeckte Flachkollektoren)
  - 165 m³ Speicher (105 m³ und 60 m³)
  - 12% SD, 430 kWh/m²Apertur.a (gemessen)
  - Netztemperaturen von 95/60°C im Winter bzw. 70/50°C im Sommer
  - Nachheizung über 2 Biomassekessel bzw. einem Ölkessel (Notkessel)

Bildquelle: AEE INTEC

AEE INTEC

Hydraulikkonzept „Nahwärmenetz Eibiswald“



Bildquelle: Ökotech

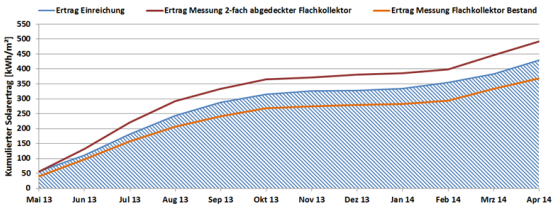
Bildquelle: Ökotech

AEE INTEC

Messergebnisse „Nahwärmenetz Eibiswald“

Spezifischer Solarertrag

- Deutlicher Ertragsunterschied durch angepassten 2-fach abgedeckten Flachkollektor:
  - Bestand: 368 kWh/m²Apertur.a
  - Neubau: 492 kWh/m²Apertur.a (2-fach abgedeckter Flachkollektor)



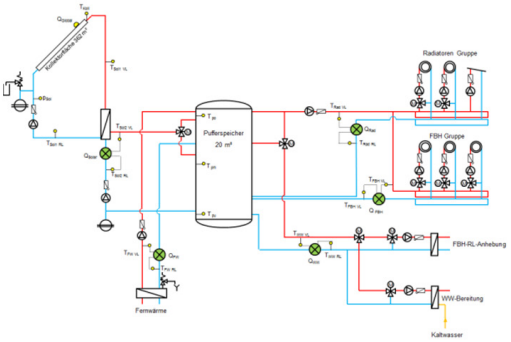
Fallbeispiel „Krankenhaus der Elisabethinen“ Einspeisung in das Micronetz

- **Anwendung**: Versorgung eines Krankenhaus Mikronetzes über zwei Hauptstränge und einem jährlichen Wärmebedarf von 326 MWh (Messung)
- **Eckdaten**:
  - 362 m² Flachkollektor an Flachdach aufgeständert
  - 20 m³ Speicher
  - 49% SD, 504 kWh/m²Apertura (Messung)
  - 156 kW Radiatorheizung 70/50°C, 50 kW Fußbodenheizung 40/30°C, Vorwärmung der Warmwasserbereitung und RL-Anhebung der FBH
  - Nachheizung über Fernwärme (250 kW)

Bildquelle: AEE INTEC

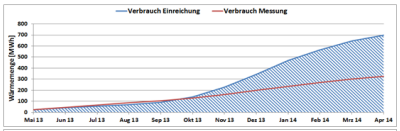
Bildquelle: AEE INTEC

Hydraulikkonzept „Krankenhaus der Elisabethinen“

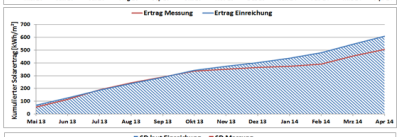


Messergebnisse „Krankenhaus der Elisabethinen“

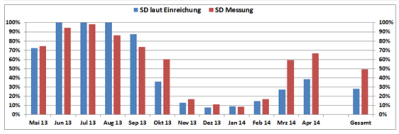
Gemessener Wärmeverbrauch Mai13 bis Apr.14:
326 MWh



Gemessener Spez. Solarertrag Mai13 bis Apr.14:
504 kWh/m²a (Apertur)

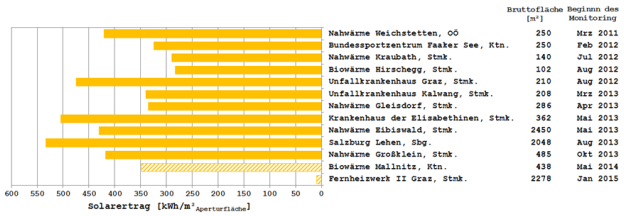


Gemessener Solarer Deckungsgrad Mai13 bis Apr.14:
49%

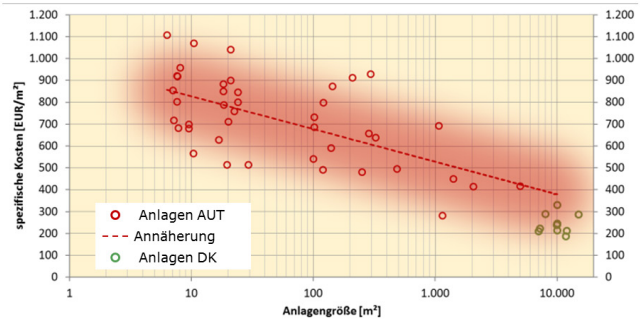
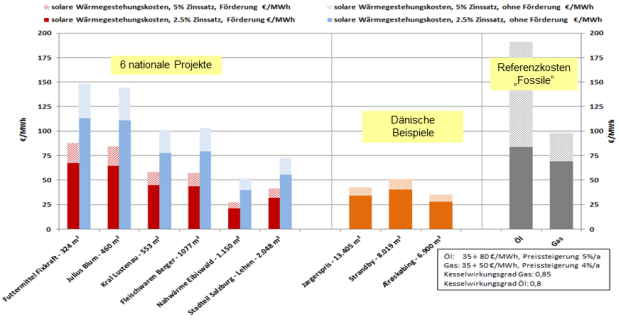


Zusammenfassung der Messergebnisse im „Förderprogramm “Solare Großanlagen”

- Spezifischer Solarertrag: zwischen 280 - 530 kWh/m²$_{Apertur}$ [a]



Bandbreite der Investitionskosten von realisierten österreichischen Anlagen



Wärmegestehungskosten im Vergleich