

Solnet **Plus**

# FAQ-Fragen und Antworten zur solaren Fernwärme

## Dokumenten-Informationen:

Autoren: Thomas Pauschinger, Kibriye Sercan-Çalışmaz  
AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung Information  
und Standardisierung mbH (AGFW)



Dirk Mangold, Anna Ulrichs  
Solites - Steinbeis Forschungsinstitut für solare und  
zukunftsfähige thermische Energiesysteme (Solites)



Felix Landsberg, Marleen Greenberg  
Hamburg Institut Research gGmbH (HIR)



Paul Ratz, Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu)



Kontakt: Kibriye Sercan-Çalışmaz  
AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und  
Standardisierung mbH, Stresemannallee 30, 60596 Frankfurt, [www.agfw.de](http://www.agfw.de)

Version: Juni 2023

Arbeitspaket: AP3 Aktivierungsinitiative Wärmeversorgungsbranche

Produkt: Handreichung „FAQ-Fragen und Antworten zur solaren Fernwärme“

Das vorliegende Dokument entstand im Rahmen des Verbundvorhabens „SolnetPlus – Solare Wärmenetze als eine Lösung für den kommunalen Klimaschutz. Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative gefördert (FKZ: 67KF0119A-D).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

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

## Inhaltsverzeichnis

1	Technik Solarthermie .....	5
1.1	Welche Arten von Kollektoren sind für die Einbindungen in Wärmenetze geeignet? A) .....	5
1.2	Ist eine Nachführung der Sonnenkollektoren sinnvoll? A).....	5
1.3	Welche Möglichkeiten zum Frostschutz bestehen? S).....	6
1.4	Nimmt die Effizienz der Sonnenkollektoren über die Betriebsdauer ab? S) .....	6
1.5	Sind Hybridkollektoren (Strom und Wärme) für die solare Fernwärme geeignet? A) .....	7
2	Wärmespeicher.....	7
2.1	Benötigen in Wärmenetze eingebundene Solarthermieranlagen Wärmespeicher? A).....	7
2.2	Welche Möglichkeiten der saisonalen Wärmespeicherung bestehen? S) .....	8
3	Freiflächenentwicklung .....	9
3.1	Sollten Kollektorfelder nicht eher auf Gebäudedächer? A) .....	9
3.2	Wieviel Landfläche ist zur Aufstellung einer bestimmten Kollektorfläche erforderlich? S)....	10
3.3	Welche Flächen sind für eine Freiflächen-Solarthermieranlage nutzbar? H).....	10
3.4	Wie weit kann die Freifläche vom Einbindepunkt entfernt sein? S) .....	11
3.5	Welche Möglichkeiten zur mehrfachen Flächennutzung gibt es? H) .....	11
3.6	Kann die Fläche mehrfach zur Wärmeerzeugung genutzt werden (z.B. zusätzlich für ein Wärmepumpen-Sondenfeld)? A).....	12
3.7	Wie werden Kollektorfelder auf Freiflächen errichtet? A).....	12
3.8	Wie gehe ich bei der Suche und Entwicklung von Freiflächen vor? H).....	13
4	Umweltbelange .....	14
4.1	Wie ist eine naturnahe Gestaltung von Freiflächenanlagen möglich? H) .....	14
4.2	Wie integrieren sich Anlagen gut in die Landschaft? H).....	14
5	Netzeinbindung.....	15
5.1	Bis zu welchen Netztemperaturen kann Solarthermie eingesetzt werden? A) .....	15
5.2	Warum wirken sich niedrige Vor- und Rücklauftemperaturen günstig aus? S).....	15
5.3	Ist eine stabile Versorgung bei fluktuierender Einstrahlung möglich? S) .....	16
5.4	Wie wirkt sich die fluktuierende Leistung auf das Wärmenetz aus? S).....	16
5.5	Welche Möglichkeiten der Einbindung gibt es bei größeren FW-Netzen? S) .....	17
5.6	Mit welchen weiteren Wärmeerzeugern lässt sich Solarthermie kombinieren? A) .....	17
6	Auslegung und Ertrag .....	18

6.1	Welchen Wärmeertrag und welche Leistung erbringt eine Solarthermieanlage? S) .....	18
6.2	Welche solaren Deckungsanteile lassen sich erreichen? S) .....	19
6.3	Mit welchem Wärmeertrag je Hektar Landfläche kann man rechnen? S).....	19
6.4	Wie funktionieren Verfahren zu Ertragsgarantie? A).....	19
7	Wirtschaftlichkeit.....	20
7.1	Wie hoch sind die Investitionskosten für Solarthermieanlagen? A) .....	20
7.2	Wie hoch sind die Kosten für Betrieb und Instandhaltung einer Solarthermieanlage? A) ....	21
7.3	Welche Wärmegestehungskosten werden erreicht? A) .....	21
7.4	Wie werden die Kosten für die Landfläche berücksichtigt H).....	22
7.5	Welche Fördermöglichkeiten für Solarthermieanlagen gibt es? A).....	22
8	Projektentwicklung.....	23
8.1	Welche Phasen sind bei der Projektentwicklung zu berücksichtigen? H).....	23
8.2	Welche Genehmigungen und Gutachten sind einzuholen? H) .....	23
8.3	Welche lokalen Akteure sind einzubinden? H).....	23
8.4	Was können Kommunen vorbereitend tun? D) .....	24

# Hinweis zur Verwendung dieses Dokuments

Das vorliegende Dokument „FAQ-Fragen und Antworten zur solaren Fernwärme“ wurde als Vorlage und Antwortenpool für FAQ-Bereiche z.B. auf Internetseiten oder Leitfäden zum Thema solare Fernwärme erstellt. Inhalte aus diesem Dokument können mit Verweis auf dieses Dokument als Quelle verwendet werden.

Die gelisteten Antworten wurden von den Projektpartnern des Vorhabens SolnetPlus jeweils federführend erstellt und sind nachfolgend gekennzeichnet mit A) AGFW, S) Solites, H) HIR und D) Difu.

## 1 Technik Solarthermie

### 1.1 Welche Arten von Kollektoren sind für die Einbindungen in Wärmenetze geeignet? A)

Im Anwendungsbereich der Fernwärme kommen bei Netztemperaturen bis rund 110 °C Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren zum Einsatz. Entscheidend sind hier die Vor- und Rücklauftemperaturen des Wärmenetzes an der Einbindestelle in der Periode von März bis Oktober. Die Systemtechnik der spezialisierten Anbieter ist auf den Einsatz in Wärmenetzen und für große Kollektorfelder im Megawattbereich optimiert. Zum Einsatz kommen oft Groß-Kollektormodule (Reduzierung von Anschlüssen und Montagezeiten) mit guter Effizienz bei höheren Betriebstemperaturen sowie mit einer optimierten Hydraulik für große Kollektorfelder (Reduzierung der Pumpenarbeit und Anschlussleitungen).

Bei höheren Netztemperaturen sind konzentrierende Kollektoren wie z.B. Parabolrinnenkollektoren geeignet, die für solare Prozesswärme und Kraftwerksanwendungen im Bereich von 100 - 400 °C entwickelt wurden.

### 1.2 Ist eine Nachführung der Sonnenkollektoren sinnvoll? A)

Ob sich eine ein- oder zweiachsige Nachführung von Kollektoren lohnt, ergibt sich aus einer Kosten-Nutzen-Analyse. Besonders zu beachten ist hier der Betriebs- und Instandhaltungsaufwand für bewegte Teile und Antriebe der Nachführung. Generell empfiehlt es sich, die Anlagen so einfach wie möglich zu halten. Konzentrierende Kollektoren (wie z.B. Parabolrinnenkollektoren) müssen zumindest einachsig dem Sonnenstand nachgeführt werden.

### **1.3 Welche Möglichkeiten zum Frostschutz bestehen? S)**

In den Wintermonaten ist die Anlagentechnik des Kollektorkreises durch entsprechende Frostschutzvorkehrungen vor einem Einfrieren zu schützen. In der Praxis haben sich hier zwei Verfahren vielfach bewährt.

Passiver Frostschutz: Verwendung eines Wasser-Propylenglykol-Gemisches als Wärmeträgermedium im Kollektorkreis. Je nach Klima am Standort der Solaranlage liegt der Propylenglykolanteil meist zwischen 20 und 40 %. Hierbei werden speziell für die in einer Solaranlage auftretenden Randbedingungen optimierte Fertiggemische verwendet, die auch als Solarflüssigkeit bezeichnet werden. Diese Solarflüssigkeit enthält oft zusätzliche Korrosionshemmer. Durch einen einfachen pH-Wert-Test kann die Solarflüssigkeit überprüft und bei Bedarf ausgetauscht werden. Die Praxiserfahrung zeigt, dass dies nur selten und meist erst nach einigen Betriebsjahren erforderlich werden kann. Bei sehr hohen Temperaturbelastungen kann die Solarflüssigkeit altern. Einzelne Stagnationsfälle führen bei fachgerecht realisierten Solaranlagen zu keinen Schäden.

Aktiver Frostschutz bei Wasser als Wärmeträgermedium: Sehr gut gedämmte Kollektorbauteile wie z.B. Vakuumröhrenkollektoren kühlen auch bei langen Kälteperioden nur wenig aus. Um ein Einfrieren insbesondere des Wassers in den Verbindungsleitungen zu vermeiden, wird das Wasser im gesamten Kollektorkreis abhängig von der Außentemperatur regelmäßig umgewälzt. Das in den Vakuumröhren auch bei geringer Solareinstrahlung leicht erwärmte Wasser erhöht die Wassertemperatur in den Verbindungsleitungen. Bei sehr tiefen Außentemperaturen muss dem Kollektorkreis Wärme aus dem Fernheizwasser zugeführt und somit der Kollektorkreis frostfrei gehalten werden. Bei hierauf optimierten Regelungen des Kollektorkreises kann der Wärmebedarf für die Frostfreihaltung auf rund 2 bis 4% des Jahreswärmeertrages beschränkt werden.

### **1.4 Nimmt die Effizienz der Sonnenkollektoren über die Betriebsdauer ab? S)**

Viele Messungen an Realanlagen und umfangreiche Forschungsprojekte zeigen, dass die Effizienz der Solarkollektoren auch nach vielen Betriebsjahren (20 Jahre) noch dem Neuprodukt entspricht. Sie sinkt nicht oder in seltenen Fällen leicht um insgesamt weniger als 10% [SpeedColl 2015, SpeedColl2 2020].

Solarkollektoren müssen bei Normalverschmutzungen und Anstellwinkeln im Rahmen der deutschen Dachdeckerrichtlinien (z.B. 18 Grad Neigung gegen die Horizontale und steiler) nicht gesondert gereinigt werden. Nur bei stark verschmutzenden Umweltbedingungen kann eine Reinigung der Glasflächen zu empfehlen sein.

Referenzen:

SpeedColl 2015: SpeedColl „Entwicklung beschleunigter Alterungsprüfverfahren für solarthermische Kollektoren und deren Komponenten“, 2011 bis 2015, [www.speedcoll.de](http://www.speedcoll.de)

SpeedColl2 2020: „Gebrauchsdauerabschätzung für solarthermische Kollektoren und deren Komponenten“, 2016 bis 2020, [www.speedcoll2.de](http://www.speedcoll2.de)

## **1.5 Sind Hybridkollektoren (Strom und Wärme) für die solare Fernwärme geeignet? A)**

Hybridkollektoren eignen sich z.B. zur gemeinsamen Strom- und Niedertemperatur-Wärmeerzeugung für eine Wärmepumpe in Neubauten oder energetisch sanierten Gebäuden. Sie sind nicht geeignet, um Wärme auf Vorlauftemperaturniveau von Fernwärmenetzen zu erzeugen. Die Wärme steht in der Regel mit max. 35° C zur Verfügung, da die Stromerzeugung von Hybridkollektoren bei steigenden Temperaturen abnimmt.

## **2 Wärmespeicher**

### **2.1 Benötigen in Wärmenetze eingebundene Solarthermieanlagen Wärmespeicher? A)**

Die Erforderlichkeit eines Wärmespeichers hängt vorrangig von der Auslegung der Solarthermieanlage und dem Bedarf der Netzseite ab. Diese wird durch den „solaren Deckungsanteil“ beschrieben, d.h. dem Verhältnis zwischen solarem Jahresertrag und dem Jahreswärmebedarf im Wärmenetz bzw. am Einbindepunkt. Typische Auslegungsfälle sind:

- » Bei niedrigen solaren Deckungsanteilen bis ca. 5 % kann i.d.R. die Solarwärme direkt und zu jedem Zeitpunkt vom Wärmenetz aufgenommen werden. Dies kann ohne Wärmespeicher erfolgen. Vielfach hat sich jedoch ein kleinvolumiger Wärmespeicher bewährt, der als hydraulische Weiche fungiert und eine bessere Steuerung der Netzpumpe ermöglicht.
- » Bei solaren Deckungsanteilen von rund 15 %, deckt die Solarthermie i.d.R. den Sommerbedarf im Wärmenetz und es ist ein Mehrtages-Pufferspeicher erforderlich (Anhaltswert 0,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche). Ein solcher Pufferspeicher ist insbesondere

erforderlich, wenn die Leistung der Solarthermieanlage die Engpasseleistung an der Einbindestelle übersteigt.

- » Bei höheren solaren Deckungsanteilen nimmt das je m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche notwendige Wärmespeichervolumen stetig zu. Bei einem solaren Deckungsanteil von beispielsweise 50 % ist ein Langzeitwärmespeicher / saisonaler Wärmespeicher erforderlich (Anhaltswert 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche).

Das geeignete Speichervolumen hängt von einer Reihe von Parametern ab und sollte von Fachkundigen mittels eines Rechenprogramms ermittelt werden. Bei komplexeren Konfigurationen und höheren solaren Deckungsanteilen empfiehlt sich eine Anlagensimulation auf Basis von Stundenwerten für ein gesamtes Betriebsjahr.

## 2.2 Welche Möglichkeiten der saisonalen Wärmespeicherung bestehen? S)

Oberirdische Stahlspeicher sind seit langer Zeit Stand der Technik. Diese werden meist täglich be- und entladen und haben dadurch einen hohen Wärmenutzen. Saisonale Wärmespeicher hingegen dienen zur saisonalen Speicherung von Wärme. Diese werden daher im Extremfall im Sommer beladen und im Winter entladen. Durch den geringen Wärmenutzen müssen diese saisonalen Wärmespeicher wesentlich günstiger gebaut werden können. Seit ca. 1995 wurden hierzu vier verschiedene Speicherbauarten entwickelt:

- » Behälter-Wärmespeicher sind größtenteils im Untergrund integrierte Stahlbetonbehälter, die mit Wasser gefüllt sind. In der Bautiefe von 5–15 m sollte möglichst kein Grundwasser vorhanden sein. Die Wärmespeicher können als begehbare Hügel in das zu versorgende Gebiet integriert werden. Die Be- und Entladung des Speichers erfolgt mit Hilfe einer Schichtbeladeeinrichtung.
- » Erdbecken-Wärmespeicher werden ebenfalls in 5–15 m Tiefe in den Untergrund eingegraben. Es wird ein künstlicher "Teich" angelegt, mit Speichermaterial gefüllt und mit einem Deckel verschlossen. Als Speichermaterial wird Wasser, Wasser-Kies-Gemisch oder Wasser-Erdreich-Gemisch genutzt. Erdbecken-Wärmespeicher sind eher flach und weisen eine große Oberfläche auf. Be- und Entladen wird der Speicher entweder direkt oder indirekt. Bei einem direkten Be- und Entladen wird das erwärmte Wasser direkt in den Speicher eingespeist und entnommen. Beim indirekten Be- und Entladen ist der Speicher mit wasserdichten Kunststoff-Rohrleitungen durchzogen, welche keinen Kontakt mit dem Speichermaterial haben.
- » Erdsonden-Wärmespeicher nutzen den Untergrund zur Wärmespeicherung. Die gewonnene Wärme wird den Erdsonden zugeführt, in denen Wasser als Wärmeträger zirkuliert. Das Wasser gibt in der Solarsaison die Solarwärme an den Untergrund ab. In der Heizphase wird den Erdsonden kühleres Wasser zugeführt. Die Erdsonden entziehen dem Untergrund so die gespeicherte Wärme.
- » Aquifer-Wärmespeicher nutzen ebenfalls den Untergrund. Sie verwenden unterirdische, wasserführende Gesteinsschichten zur Wärmespeicherung, die durch Brunnenbohrungen

erschlossen werden. Die Bohrtiefe hängt hierbei von der Tiefe des zu nutzenden Aquifers ab. Als Speichermedium dient das angetroffene Grund- oder Tiefenwasser. Das nutzbare Wasservorkommen muss durch geeignete geologische Formationen eingeschlossen sein, da sonst die gespeicherte Wärme nicht wieder entnommen werden kann.

Die Wirtschaftlichkeit eines saisonalen Wärmespeichers ist neben seiner Bauweise stark durch die Systemeinbindung bestimmt. Um diese wirtschaftlich zu optimieren, ist meist eine dynamische Systemsimulation zu empfehlen, die die Systemeinbindung der Solarthermieanlage und des Wärmespeichers in das Fernwärmesystem in Stundenwerten über ein ganzes Betriebsjahr betrachtet. Die für das Gesamtsystem (Erzeuger und Wärmenetz) wirtschaftlichste Lösung kann auch einen Wärmespeicher erfordern, der nicht die günstigsten Baukosten aller Speichervarianten aufweist.

Quelle: [www.saisonalspeicher.de](http://www.saisonalspeicher.de)

## **3 Freiflächenentwicklung**

### **3.1 Sollten Kollektorfelder nicht eher auf Gebäudedächer? A)**

Zwei Voraussetzungen für günstige Wärmegestehungskosten und somit einen wirtschaftlichen Betrieb von solarthermischer Wärmezeugung sind zum einen eine ausreichende Anlagengröße (Skaleneffekt) und zum anderen eine einfache, zeitsparende und kostengünstige Montagetechnik (siehe FAQ 3.7). Alternativen sind hier die Montage von Kollektorfeldern auf Gebäudedächern oder die Nutzung von Freilandflächen. Obwohl in den letzten Jahren auch für die Dachintegration bzw. Dachmontage von Kollektoren hochwertige Systemtechnik entwickelt wurde, sind die Kosten für die Realisierung von Kollektorfeldern bei Freiflächenanlagen im Vergleich deutlich geringer. Die kosteneffiziente Realisierung großer Freiflächen-Kollektorfelder mit mehreren 10 000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche ist daher für die künftige Entwicklung der solaren Fernwärme essenziell. Die zusätzliche Nutzung ausreichend großer und geeigneter Gebäudedächer stellt eine sinnvolle Ergänzung dar. Die Eignung der Gebäudedächer ist hierbei stets zu prüfen (z.B. ausreichende Dachstatik). Im Vergleich zu Strom erzeugenden Photovoltaikmodulen zeigen Solarthermiekollektoren eine wesentlich geringere Empfindlichkeit auf kleinere Verschattungen.

Es empfiehlt sich entsprechend den lokalen Gegebenheiten die Flächennutzungsprioritäten von Solarthermie- und Photovoltaikanlagen in Bezug auf ortsnahe Frei- und Gebäudeflächen zu betrachten.

### **3.2 Wieviel Landfläche ist zur Aufstellung einer bestimmten Kollektorfläche erforderlich? S)**

Der jährliche Solarertrag ist am größten, wenn die Solarkollektoren nach Süden ausgerichtet sind und sich die einzelnen Kollektorreihen nicht oder nur in den strahlungsarmen Wintermonaten verschatten. Eine kleinere Abweichung von der Südausrichtung bringt kaum Ertragseinbußen. Je nach Systemeinbindung und dem gewünschten Deckungsanteil ergibt sich die beste Ausrichtung und Neigung (Aufstellwinkel gegen die Horizontale) der einzelnen Kollektoren. Diese bestimmen durch den Sonnenverlauf die Verschattung der Kollektorreihen. Hieraus ergibt sich der zu empfehlende Abstand und damit der Flächenbedarf.

Die meisten auf Freiflächen realisierten Kollektorfelder weisen einen Flächenbedarf auf, der das 2-fache bis 2,3-fache der Bruttokollektorfläche beträgt.

### **3.3 Welche Flächen sind für eine Freiflächen-Solarthermieanlage nutzbar? H)**

Einschränkungen in der Flächennutzung ergeben sich aus den Planungsvorgaben auf Ebene des Landes, des Landkreises und der Kommune. Flächen, die anderen Nutzungen vorbehalten sind, sind dort festgeschrieben und begründet. Bestimmte Flächen werden darin generell ausgeschlossen wie z.B. Naturschutzgebiete während andere unter einem Abwägungserfordernis eingestuft werden wie z.B. Landschaftsschutzgebiete, um dort Solaranlagen zu errichten.

Nach Vorgaben vieler regionaler Raumordnungsprogramme oder Landesentwicklungspläne sind in der Regel Flächen, die sich in räumlicher Nähe zu bestehenden Infrastrukturen wie z.B. Autobahnen, Bahnschienen oder Gewerbegebieten befinden bevorzugt zu nutzen. Eine kurze Anbindelänge zum Wärmenetz ist in diesen Bereichen in den meisten Fällen allerdings nicht der Fall und individuell abzugleichen.

Konversionsflächen wie u.a. Kiesgruben oder alte Kohlelager sind meistens auch als Vorzugsflächen genannt und teils ohne langes Bebauungsplanverfahren umsetzbar.

Falls in den Flächennutzungsplänen (Sonderbaufläche/Sondergebiet „Solarenergie“) oder in B-Plänen (Sondergebiet „Solaranlagen“ oder „Solarthermie“) schon Flächen festgeschrieben sind, können diese genutzt werden. Daneben empfiehlt sich die Nutzung von Flächen, deren festgeschriebene Nutzung mit der Solarthermie vereinbar ist wie

- » Gewerbegebiete: Zulässig gem. § 8 BauNVO
- » Industriegebiete: Zulässig gem. § 9 BauNVO

Auf Grund der hohen Bodenpreise in Gewerbe- oder Industriegebieten und fehlender aktiver Entwicklung von Flächen zur Energieerzeugung ist in der Regel ein B-Plan Verfahren nötig.

Damit ein B-Plan Verfahren möglichst ohne unerwartete Verzögerungen durchlaufen werden kann, empfiehlt es sich, als Projektträger frühzeitig mit den entsprechenden Behörden in Kontakt zu treten und bestenfalls mit der Kommune gemeinsam auf Basis einer strukturierten Flächenanalyse eine Solarstrategie zu entwickeln. Die besonderen Belange der Solarthermie wie die siedlungsnahen Umsetzung werden gemeinsam mit der Kommune erörtert und im Rahmen der Abwägungsprozesse eingeordnet. Kommunen sollten im Rahmen kommunaler Klimaschutzbemühungen Flächen zur Energienutzung aktiv im Rahmen der Flächenplanung ausweisen. Eine strukturierte Flächenanalyse gemeinsam mit dem Projektträger der Solarthermie bietet einen guten Auftakt, um die Flächenplanung "von der Fläche zum Projekt" zu denken und klimaneutrale Versorgung mit Strom und Wärme und kommunale Flächenplanung aufeinander aufzubauen.

### **3.4 Wie weit kann die Freifläche vom Einbindepunkt entfernt sein?**

**S)**

Jede Solarthermieanlage benötigt eine Vor- und eine Rücklaufleitung, mit der sie in die Wärmeversorgung eingebunden wird. Diese Leitungen verursachen Installationskosten sowie Wärme- und Temperaturverluste.

Wird angenommen, dass der Wärmeverlust der Anschlussleitung maximal 2% eines durchschnittlichen Solarwärmeertrags betragen soll, ergibt sich ein Anhaltswert von maximal 1 km Anschlussleitungslänge je 10.000 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche.

### **3.5 Welche Möglichkeiten zur mehrfachen Flächennutzung gibt es? H)**

Die Mehrfachnutzung wird oft auch als Multicodierung bezeichnet. Hierbei wird eine Fläche nicht nur zur Erzeugung solarer Wärme genutzt, sondern es besteht parallel noch mindestens eine weitere Nutzungsart. Die Art der Mehrfachnutzung lässt sich wie folgt unterscheiden:

- » Soziale Multicodierung: Neben der energetischen Nutzung wird auch ein sozialer Mehrwert auf oder angrenzend zu der Fläche geschaffen. Die Ausgestaltung kann dabei je nach lokalen Anforderungen oder Wünschen sehr unterschiedlich ausfallen. In dicht bebauten Bereichen kann z.B. ein angrenzender Bürgerpark zur Naherholung angelegt werden, der neben der Fläche Freiraum bietet. In Solarparks in Randbereichen der Stadt können Natur-

oder Energielehrpfade mit Aussichtsplattformen kombiniert werden, um den Park für Ausflüge oder Lehrfahrten attraktiv zu gestalten.

- » Ökologische Multicodierung: Bei der ökologischen Multicodierung liegt der Fokus darauf die Fläche rund um und ggf. unter den Modulen möglichst wertvoll für Flora und Fauna zu gestalten. Was genau eine wertvolle Gestaltung ausmacht, ist an die Gegebenheiten und bestehenden Lebensräume vor Ort anzupassen möglichst in gemeinsamer Abstimmung mit den lokalen Behörden zu entwickeln. Kleinteilige Habitats lassen sich u.a. durch Totholzhaufen oder sandige Böschungen gestalten. Durch die Anlage von Tümpeln oder Teichen können Feuchtbiotope geschaffen werden. Hier gilt es die lokalen Anforderungen und Möglichkeiten früh in die Planung einzubinden und die Planung an den gewünschten ökologischen Zielzustand der Flächen auszurichten.
- » Landwirtschaftliche Multicodierung: Ein zusätzlicher landwirtschaftlicher Nutzen kann z.B. durch die Schafsbeweidung der Flächen zwischen den Modulen erreicht werden. Die natürliche Art der Mahd bringt viele Vorteile mit sich. Durch die im Vergleich zur maschinellen Bearbeitung der Flächen eher unregelmäßige Mahd, bleibt das Blütenangebot durchgehend erhalten. Über das Fell, die Klauen und den Kot verteilen die Schafe die Diasporen der Pflanzen. Damit sich Schafe und Lämmer nicht den Modultischen verletzen können, ist schon in der Planungsphase darauf zu achten, dass keine scharfen Kanten gelassen werden. Wird ein ausreichender Abstand zwischen den Modulreihen geplant (ca. 6m) können die Flächen zwischen den Reihen auch weiterhin mit großen Maschinen bewirtschaftet werden. Bei der Verwendung kleinerer Maschinen kann der Abstand entsprechend verringert werden.

Die Arten der Multicodierung sind in der Umsetzung keineswegs strikt voneinander getrennt oder schließen sich gegenseitig aus, sondern sollten immer in bestmöglicher Kombination miteinander gedacht und umgesetzt werden.

### **3.6 Kann die Fläche mehrfach zur Wärmeerzeugung genutzt werden (z.B. zusätzlich für ein Wärmepumpen-Sondenfeld)? A)**

Sowohl Solarthermiefelder als auch oberflächennahe Geothermie-Sondenfelder für Wärmepumpen sollten bevorzugt ortsnah zum Wärmenetz liegen. Generell bietet eine solche Doppelnutzung der Freifläche eine interessante Synergie bei kombinierter Nutzung von Solarthermie und Wärmepumpen für die Wärmeerzeugung. Größere, vorwiegend zum Heizen genutzte Erdwärmesondenfelder sollten über die Sommermonate regeneriert werden, was z.B. durch eine Solarthermieanlage erfolgen kann. Das Konzept wurde in Deutschland bisher noch nicht realisiert und erprobt.

### **3.7 Wie werden Kollektorfelder auf Freiflächen errichtet? A)**

Für die Errichtung von großen Kollektorfeldern sind geeignete Unterkonstruktionen (i.d.R. Stahl oder Aluminium) und Montagesysteme zur Aufnahme von Kollektor-Großmodulen

marktverfügbar. Eine Fundamentierung im Boden dient im Wesentlichen zur Aufnahme von Wind- und Schneelasten auf dem Kollektorfeld und wird meist als Rammfundamentierung (eingerammte Stahlprofil-Stützen) realisiert. Lässt die Bodenbeschaffenheit keine Rammfundamentierung zu (weicher oder felsiger Boden, Deponieflächen), kann die Fundamentierung über vorgefertigte Betonfundamente erfolgen. Die Montage ist in beiden Fällen reversibel, d.h. die Bodenbeschaffenheit kann zu einem späteren Zeitpunkt wieder vollständig hergestellt werden. Es findet keine bzw. im Fall von Betonfundamenten nur eine geringfügige Bodenversiegelung statt.

### **3.8 Wie gehe ich bei der Suche und Entwicklung von Freiflächen vor? H)**

Im ersten Schritt erfolgt eine Bestandsaufnahme der planerischen Vorgaben auf Landes- und Regionalebene und ggf. bestehender Voruntersuchungen. Auf kommunaler Ebene ist der Flächennutzungsplan zu betrachten. Auf Basis der Vorgaben sind die entsprechenden Layer und Daten (häufig öffentlich verfügbar, ggf. zusätzliche Daten bei Kommune erfragen) möglichst in einem Geoinformationssystem darzustellen und mit den Netzeinschränkungen und -anforderungen zu verschneiden. Über die Vorgaben der Ausschluss-, Abwägungs- und Positivbereiche auf Basis der Bestandsaufnahme kann eine Priorisierung in unterschiedliche Bereiche erfolgen, um darzustellen wo die raumplanerischen Widerstände am geringsten sind und möglichst Positivbereiche (i.d.R. in der Nähe von bestehenden räumlich relevanten Infrastrukturen) durch die Anlagenplanung belegt werden.

In Ausschlussbereichen ist die Umsetzung nach den Vorgaben der Flächenplanung ausgeschlossen und kann nicht weiterverfolgt werden. In Bereichen, die einem Abwägungskriterium unterliegen, ist die Umsetzung nicht ausgeschlossen, allerdings liegen in diesem Bereich andere Belange vor wie z.B. Landschaftsschutzbereiche. Diese führen nicht zum Ausschluss, sollten aber aufgenommen werden, um abzubilden, dass in diesen Bereichen keine priorisierte Umsetzung erfolgen sollte. Über die Positivbereiche soll eben dieser Bereich der priorisierten Umsetzungen erfasst werden.

Die Ergebnisse sind im Dialog mit dem Stadtplanungsamt bezüglich der Stadtentwicklung zu diskutieren. Zusätzlich sollte der Austausch mit den lokalen Naturschutzverbänden gesucht werden, um das lokale Wissen bezüglich besonders schützenswerter Bereiche in die Untersuchung aufzunehmen. Technisch-wirtschaftliche Vorgaben zur Netzeinbindung und die möglichen Entfernungen zum nächsten Einspeisepunkt bilden die Grundlage zur Machbarkeit der Umsetzung. Am Ende steht die Akquisefähigkeit der Fläche. Gibt es kein Interesse oder

keine Möglichkeit seitens der Flächenbesitzenden, die Fläche zu verkaufen oder zu verpachten, muss auf Flächen mit geringerer Priorisierung zurückgegriffen werden.

## **4 Umweltbelange**

### **4.1 Wie ist eine naturnahe Gestaltung von Freiflächenanlagen möglich? H)**

Zur ökologischen Gestaltung von Freiflächenanlagen gibt es inzwischen mehrere erprobte Mittel. Der Einsatz von heimischem Saatgut (Gräser, Kräuter, Wildblumen) auf der Fläche der Anlage fördert beispielsweise nicht nur Pflanzen- sondern auch Insektenvielfalt, bietet zudem Nahrungsquellen für weitere Tiere und ermöglicht die Vernetzung von Biotopen. Das Einbeziehen von Einzelelementen wie Totholz, Steinhäufen oder Ähnlichem kreiert wichtige (Teil-)Lebensräume, die für verschiedene Tierarten für Nahrung, Fortpflanzung, Unterschlupf etc. von Bedeutung sind. Hierbei ist auf die Verwendung von ortsheimischen Materialien zu achten. Bei der Wahl von Modulhöhe und –abstand sollten ökologische Aspekte wie Beschattung von Pflanzen oder ggf. Zugang für beweidende Schafe mitgedacht werden. Auch die durch den Bau entstehenden Unebenheiten des Geländes (Reifenspuren, Aushebungen etc.) könnten genutzt werden für Pionierstadien, in denen sich Wasser ansammeln kann. Kleine Gewässerstrukturen dieser Art sind allgemein ein wichtiger Lebensraum für Amphibien und Reptilien und die Inklusion solcher Teilbiotop innerhalb von Freiflächenanlagen kann somit potenziell den ökologischen Wert der Fläche heben. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass diese an Lebensräume dieser Tierarten angeschlossen sind. Sofern die Anlage von naturnahen Biotopen umgeben ist, ist es sinnvoll die Freiflächenanlage mit entsprechenden Trittsteinbiotopen an diese anzuschließen z.B. in Form von Hecken, Gräben oder Wiesen.

### **4.2 Wie integrieren sich Anlagen gut in die Landschaft? H)**

Die Gestaltung der Fläche kann dazu beitragen, die Anlage gut in die Landschaft zu integrieren. Eine Einhegung um das Gelände kann den optischen Effekt zusätzlich verringern. Hecken können zusätzlich als Nahrungshabitat oder Nistplatz genutzt werden. Ziel ist es, die Anlage in die vorhandene Struktur einzubinden. Besonders in den siedlungsnahen Bereichen sind bauliche Strukturen bereits vorhanden.

## 5 Netzeinbindung

### 5.1 Bis zu welchen Netztemperaturen kann Solarthermie eingesetzt werden? A)

Bis rund 110 °C ist der Einsatz von „Standard-Technik“ sinnvoll möglich. Entscheidend sind hier die Vor- und Rücklauftemperaturen des Wärmenetzes an der Einbindestelle in der Periode von März bis Oktober. „Standard-Technik“ umschreibt hierbei die marktverfügbare Flachkollektor- und Vakuumröhren-Systemtechnik für große Kollektorfelder, die speziell für die Einbindung in Wärmenetze entwickelt wurde. Bei höheren Netztemperaturen sind konzentrierende Kollektoren wie z.B. Parabolrinnenkollektoren geeignet (siehe FAQ 1.1).

### 5.2 Warum wirken sich niedrige Vor- und Rücklauftemperaturen günstig aus? S)

Die (reale) Wärmeleistung eines Solarthermiekollektors ist umso höher, je höher die solare Einstrahlung und je geringer seine Betriebstemperatur ist. Hierbei wirken mehrere physikalische Effekte zusammen. Leicht nachvollziehbar ist dies, wenn folgender Vergleich betrachtet wird: Ist die Netzurücklauftemperatur, die der Solarkollektor erwärmen kann, mit z.B. 40 °C gering, ist dies auch bei geringer solarer Einstrahlung möglich. Muss der Solarkollektor z.B. 90 °C warmes Wasser erwärmen, benötigt er eine wesentlich höhere Leistung und damit hohe solare Einstrahlung. In diesem Fall kann an strahlungsärmeren Tagen kein solarer Wärmeertrag erzielt werden. Bei hohen Temperaturen ist eine höhere Wärmeleistung notwendig, da die Wärmeverluste eines Solarthermiekollektors gegenüber der Umgebung bei hohen Betriebstemperaturen höher sind als bei tieferen. Vakuumröhrenkollektoren zeigen hierbei eine geringere Empfindlichkeit als Flachkollektoren. Kann der Solarkollektor den Netzurücklauf um z.B. 5 K vorwärmen, ist daher ein höherer jährlicher Solarertrag erzielbar als bei einer notwendigen Erwärmung auf Netzvorlauftemperatur. Diese hydraulischen Einbindevarianten können den erzielbaren jährlichen Solarwärmeertrag maßgebend beeinflussen (mehrere 10%).

Wie viel mehr Ertrag erhalte ich, wenn ich meine Rücklauftemperatur um 1 Kelvin senke? Dieser Wert kann je nach hydraulischer Einbindung, Regelungskonzept und Kollektorprodukt deutlich variieren. Bei gängigen Anlagenkonzepten kann grob von einem Mehrertrag von 3 bis 5 kWh/a je m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche ausgegangen werden, wenn die Rücklauftemperatur zum Kollektor um 1 Kelvin abgesenkt wird und die Solarthermieanlage im Vorwämbetrieb arbeiten kann.

### **5.3 Ist eine stabile Versorgung bei fluktuierender Einstrahlung möglich? S)**

Eine Solarthermieanlage kann nur dann Wärme erzeugen, wenn die Sonne scheint und die Wärmeerzeugung ist umso höher, je stärker die solare Einstrahlung ist. Durch die Einbindung eines Wärmespeichers kann die solar erzeugte Wärme zwischengespeichert werden und entsprechend den Anforderungen der Versorgung in das Wärmenetz abgegeben werden. Bei einer dementsprechenden Dimensionierung und Systemeinbindung von Solarkollektorfeld und Wärmespeicher ist eine stabile Versorgung sichergestellt.

### **5.4 Wie wirkt sich die fluktuierende Leistung auf das Wärmenetz aus? S)**

Eine Solarthermieanlage kann nur die Leistung weitergeben, die durch die Sonne eingestrahlt wird. Die Wärmekapazität des Kollektorfeldes mindert dabei schon einen Teil der Dynamik. Ist ein Wärmespeicher zwischen dem Kollektorfeld und der Einbindestelle in das Wärmenetz integriert, kann dieser je nach seiner Größe die fluktuierende Leistung schwächen oder sogar glätten.

Bei einer direkten Einbindung der Solarthermieanlage in ein Wärmenetz („dezentral“) ist nicht nur die variierende Leistung zu betrachten, sondern auch die ggf. vorhandene Notwendigkeit, die Einspeisetemperatur im engen Rahmen konstant zu halten. Hierzu wurden mehrere Konzepte für eine Einspeisestation entwickelt und in einer Piloteinbindung im Netz der Stadtwerke Düsseldorf untersucht [Forschungsvorhaben SWD.SOL 2018, SWD.SOL2 2022]. Es zeigte sich, dass eine detailliert auf die Einbindesituation angepasste Parametrierung der Regelparameter die Einspeisung der Solarwärme im engen Rahmen der Netzerfordernisse halten kann.

Bei einer Einbindung der Solarthermieanlage auf Seite der Wärmeerzeugung („zentral“) können fluktuierende Leistungen und erzeugte Solar-Vorlauftemperaturen meist einfach innerhalb des Erzeugerparks passend für das Wärmenetz ausgeregelt werden.

Referenzen:

SWD.SOL 2018: SWD.SOL – Dezentrale Einbindung von Wärme aus erneuerbaren Energien in das KWK-Fernwärmesystem der Stadtwerke Düsseldorf AG

SWD.SOL2 2022: Evaluierung der dezentralen Einbindung von solarer Wärme in das KWK-Fernwärmesystem der Stadtwerke Düsseldorf AG

## 5.5 Welche Möglichkeiten der Einbindung gibt es bei größeren FW-Netzen? S)

Unabhängig von der Größe des Fernwärmenetzes können Solarthermieanlagen auf vielfältige Weise in Wärmenetze eingebunden werden. Folgende Einbindearten werden grundsätzlich unterschieden:

- » Zentrale Einbindung: Die Solarthermieanlage wird auf der Seite der Wärmeerzeugung in eine Heizzentrale eingebunden.
- » Dezentrale Einbindung: Die Solarthermieanlage wird in einen Strang des Wärmenetzes eingebunden, entfernt von zentralen Wärmeerzeugern. Die Einbindung kann mit oder ohne Wärmespeicher an der Einbindestelle erfolgen.

Weiter wird unterschieden, wie die Solarthermieanlage in den Rücklauf-Vorlauf-Kreislauf eingebunden ist und welche Rolle sie im Zusammenhang mehrerer Wärmeerzeuger spielt:

- » Rücklauf-Vorlauf-Einbindung: die Solarthermieanlage erhält die Rücklauftemperatur des Wärmenetzes und erwärmt diese auf die Vorlauftemperatur. Die Regelung der Solarthermieanlage muss hierbei alle Dynamiken der solaren Einstrahlung und des Massenstroms auf der Wärmenetzseite ausregeln.
- » Rücklauf-Rücklauf-Einbindung: die Solarthermieanlage erhält die Rücklauftemperatur des Wärmenetzes und erhöht diese um einen Mindestwert, z.B. um mindestens 5 K. Dieser vorgewärmte Rücklauf wird durch einen weiteren Wärmeerzeuger weiter erwärmt oder in einem Wärmespeicher gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt durch die Solarthermieanlage weiter erwärmt. Diese Einbindung führt bei sonst gleichen Randbedingungen zu einem höheren Solarwärmeertrag als die Rücklauf-Vorlauf-Einbindung.
- » Manche der realisierten Solarthermieanlagen können die Einbindeart je nach Strahlungsangebot (der Sonne) wechseln, wie z.B. die Solarthermieanlage in Senftenberg.

## 5.6 Mit welchen weiteren Wärmeerzeugern lässt sich Solarthermie kombinieren? A)

Solarthermie trägt i.d.R. zur Deckung der sommerlichen Grundlast im Wärmenetz bei bzw. deckt diese bei ausreichender Dimensionierung vollständig. Sie liefert weitere Beiträge zur Grundlast in den Übergangszeiten und an sonnigen Wintertagen.

Betriebliche und/oder wirtschaftliche Vorteile ergeben sich insbesondere bei der Kombination mit Wärmeerzeugern, bei denen ein sommerlicher Minderbetrieb Betriebskosten und / oder Emissionen reduziert (Biomasse, Wärmepumpen, BHKW, fossile Heizwerke) bzw. bei denen der sommerliche Teillastbetrieb ineffizient oder nicht möglich ist (Biomasse). Ebenso ist eine

Kombination mit anderen Grundlasterzeugern möglich, wenn deren Leistung den sommerlichen Bedarf nur anteilig deckt.

Durch große Fernwärmespeicher wird die Solarthermie mit höheren Deckungsanteilen und über längere Zeiträume grund- und mittellastfähig. Der kombinierte Betrieb mit anderen Grundlasterzeugern wird hierdurch flexibilisiert und möglich.

Eine Gesamtoptimierung der Wärmeerzeugung erfolgt über die Jahresdauerlinie und mit speziellen Berechnungsprogrammen, welche für die Berechnung der Solarerträge und die Abbildung der Speicherkapazitäten geeignet sind. Ggf. sind netzhydraulische Betrachtungen von Netzabschnitten erforderlich.

## **6 Auslegung und Ertrag**

### **6.1 Welchen Wärmeertrag und welche Leistung erbringt eine Solarthermieanlage? S)**

Die Wärmeleistung und der Wärmeertrag einer Solarthermieanlage hängt vom Produkt, der solaren Einstrahlung, der Einbindeart und von den Betriebstemperaturen ab. Letztere haben einen großen Einfluss, da der Wirkungsgrad von Solarthermieanlagen mit steigenden Betriebstemperaturen sinkt. Daher können keine festen, technologiespezifischen Werte für den Wärmeertrag angegeben werden.

Es gilt, dass mit zunehmendem solarem Deckungsanteil am jährlichen Gesamtwärmebedarf die Betriebszeiten zunehmen, an denen die Solarthermieanlage hohe Betriebstemperaturen erreicht. Daher sinkt bei sonst gleichen Randbedingungen der jährliche Wärmeertrag je Quadratmeter Kollektorfläche mit zunehmendem solarem Deckungsanteil.

Die Abhängigkeit des Wärmeertrages von mehreren Parametern erfordert eine Auslegung der Solarthermieanlage durch Berechnungs- oder Simulationsprogramme. Diese geben den zu erwartenden jährlichen solaren Wärmeertrag, den solaren Deckungsanteil etc. aus.

Für Solarthermieanlagen mit jährlichen Deckungsanteilen bis 15 %, durchschnittlicher solarer Einstrahlung und sommerlichen Betriebstemperaturen im Wärmenetz von rund 55 °C Rücklauf und rund 80 °C Vorlauf ergeben sich jährliche, nutzbare Wärmeerträge zwischen rund 430 und 500 kWh je m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche und Jahr, je nach Kollektorprodukt und Standort.

## **6.2 Welche solaren Deckungsanteile lassen sich erreichen? S)**

Solarthermieanlagen können durch die Variation der Kollektorfeldgröße und des Wärmespeichervolumens auf eine große Bandbreite von solaren Deckungsanteilen am jährlichen Gesamtwärmebedarf ausgelegt werden. Solaranlagen, die auf Vorwärmung ausgelegt sind, erreichen Deckungsanteile von 3 bis 5%. Bei einer Vergrößerung der Kollektorfläche und der Einbindung eines Pufferspeichers kann die Solarthermieanlage über die Sommermonate die Wärmeerzeugung vollständig übernehmen. Je nach Jahreslastverlauf werden solare Deckungsanteile um die 15% erreicht. Solaranlagen mit saisonalem Wärmespeicher können Deckungsanteile bis nahezu 100% erreichen. Der Investitions- und Installationsaufwand steigt mit zunehmendem solaren Deckungsanteil überproportional an. Die größten bis jetzt in Europa realisierten solaren Deckungsanteile für Anlagen in Wärmenetzen liegen bei 50 bis 70 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs.

## **6.3 Mit welchem Wärmeertrag je Hektar Landfläche kann man rechnen? S)**

Wie in FAQ 6.1 und 6.2 beschrieben, hängt der Wärmeertrag einer Solarthermieanlage stark von den Betriebsbedingungen der Anlage ab, insbesondere von den Betriebstemperaturen, der solaren Einstrahlung und dem anvisierten solaren Deckungsanteil.

Für Solaranlagen mit jährlichen Deckungsanteilen von 5 bis 15%, durchschnittlicher solarer Einstrahlung und sommerlichen Betriebstemperaturen im Wärmenetz von rund 55 °C Rücklauf und rund 80 °C Vorlauf ergeben sich jährliche, nutzbare Wärmeerträge zwischen rund 2 und 2,5 GWh je Hektar Bodenfläche und Jahr, je nach Kollektorprodukt und Standort.

## **6.4 Wie funktionieren Verfahren zu Ertragsgarantie? A)**

Ertragsgarantien werden i.d.R. zwischen dem Anlageneigner und dem Lieferunternehmen im Rahmen der Auftragsvergabe vereinbart. Sie sichern dem Anlageneigner eine vereinbarte Mindest-Leistungsfähigkeit der Solarthermieanlage zu bzw. verpflichten das Lieferunternehmen zu Ersatzzahlungen bei Nichterreichen der vereinbarten Leistungsfähigkeit. In der Praxis finden zwei Verfahren Anwendung.

Garantie auf den eingespeisten solaren Nutzwärmeertrag: Das Lieferunternehmen garantiert einen absoluten jährlichen Ertrag, der sich aus den der Anlagenausschreibung zugrundeliegenden Angaben (z.B. Referenzwetterdatensatz und Lastdaten) abzüglich eines Sicherheitsabschlags ergibt. Der reale Ertrag wird dann an vereinbarter Stelle und über einen

vereinbarten Zeitraum (z.B. fünf Jahreszeiträume ab Inbetriebnahme) gemessen und dem garantierten Ertrag gegenübergestellt. Dieses Verfahren lässt i.d.R. Schwankungen in der jährlichen solaren Einstrahlung unberücksichtigt. Diese können bei über plusminus 10 % liegen.

Garantie nach Leistungskurve: Bei diesem Verfahren basiert die Ertragsgarantie auf einer garantierten Leistungskurve für das gesamte Kollektorfeld einschließlich der Anbindeleitung, interner Verrohrung und Wärmeübertrager. Sowohl die Ertragsgarantie als auch zwei Verfahren zu deren Überprüfung sind in einer internationalen Norm ISO 24194:2022 beschrieben. Die Verfahren basieren entweder auf mehreren Kurzzeitmessungen von je einer Stunde oder mehrere Messungen über je einen Tag. Die aufgeführten Garantiebedingungen gelten ab der Inbetriebnahme der Solarthermieanlage für einen vereinbarten Zeitraum (z.B. ebenfalls fünf Jahre ab Inbetriebnahme). Mit dem Verfahren nach ISO 24194 kann die Garantie einmal jährlich überprüft werden.

Hinweis: AGFW FW 316 - Empfehlungen für die Ausschreibung von Freiflächen-Solarthermieanlagen zur Einbindung in Wärmenetze in Kombination mit der Abgabe solarer Ertragsgarantien, AGFW, 2022

## **7 Wirtschaftlichkeit**

### **7.1 Wie hoch sind die Investitionskosten für Solarthermieanlagen?**

#### **A)**

Die Investitionskosten für eine Solarthermieanlage zur Einbindung in ein Wärmenetz umfassen das Kollektorfeld, die Anlagentechnik der Solarthermieanlage, den Wärmespeicher, die Anlagentechnik zur Anbindung an das Wärmenetz, die elektrische Anbindung und MSR-Technik, Planungs- und Baukosten.

Die Investitionskosten sind stark von der Anlagengröße und den projektspezifischen Randbedingungen abhängig (z.B. Erforderlichkeit eines Wärmespeichers oder einer Technikzentrale) und sollten durch ein Indikativangebot bei Anbietern angefragt werden.

Anhaltswerte für die Gesamtinvestition (Stand 2020) bewegen sich je nach verwendeter Technik und Anlagengröße zwischen 250 und 480 €/m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche [Thamling 2020]

Die Berücksichtigung der Landkosten ist in FAQ 7.4 erläutert.

Die spezifischen Investitionskosten sind bei in Wärmenetzen eingebundenen Großanlagen wesentlich geringer als bei Solarthermieanlagen auf Einzelgebäuden.

Referenz:

Thamling 2020: Thamling et al., Perspektive der Fernwärme, Prognos AG und HIC Hamburg Institut Consulting GmbH, im Auftrag des AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., 2020]

## 7.2 Wie hoch sind die Kosten für Betrieb und Instandhaltung einer Solarthermieanlage? A)

Die Wartung und Instandhaltung umfassen Sichtprüfungen der Anlage, die Prüfung der Wärmeträgerflüssigkeit (selten), die Pflege des Geländes sowie die Wartung und Instandhaltung der Anlagentechnik der Heizzentrale im gängigen Umfang. Die Wartungs- und Instandhaltungskosten können mit 0,7 % der Gesamtinvestition als jährliche Kosten angesetzt werden.

Für die anfallenden Stromkosten kann der Strombedarf der Gesamtanlage mit rund 1 bis 1,5 % der erzeugten Wärmemenge angenommen werden. Die spezifischen Stromkosten sollten entsprechend der unternehmensspezifischen Bezugs- oder Eigenerzeugungskonditionen angesetzt werden.

Als weitere jährliche Kosten sind Kosten für Versicherungen und ggf. Landpacht (siehe Link zu FAQ 7.4) sowie der Kapitaldienst für die Investition zu berücksichtigen.

Quelle: Praxisleitfaden Solarthermie, März 2021, AGFW

## 7.3 Welche Wärmegestehungskosten werden erreicht? A)

Die Gestehungskosten für die Solarwärme berechnen sich aus den Investitionskosten (*siehe FAQ 7.1*), den jährlichen Kosten (*siehe FAQ 7.2*) und dem Jahresertrag (*siehe FAQ 6.1*) unter der Annahme einer Lebensdauer von 25 Jahren für die Solarthermieanlage und eines unternehmensspezifischen kalkulatorischen Zinssatzes.

Es können Wärmegestehungskosten von 55–60 €/MWh vor Förderung erzielt werden (5 % kalkulatorischer Zinssatz, ohne Kosten für die Landfläche, entspr. Berechnungsbeispiel im AGFW-Praxisleitfaden Solarthermie).

Die Wärmegestehungskosten sind über die Lebensdauer der Solarthermieanlage weitgehend konstant, da sich ein hoher Anteil von der anfänglichen Investition ableitet. Die Solarthermie bietet somit ein geringes Investitionsrisiko und verringert die Abhängigkeit von Brennstoffkosten und -verfügbarkeiten.

Quelle: Praxisleitfaden Solarthermie, März 2021, AGFW

## 7.4 Wie werden die Kosten für die Landfläche berücksichtigt H)

Die Kosten für die Pacht oder den Kauf von Flächen können nicht pauschal beurteilt werden, sondern sind stark von den lokalen Bodenpreisen abhängig. Indikatoren für weniger hohe Preise können u.a. geringe Bodenzahlen sein, die auf geringere landwirtschaftliche Erträge der Flächen hinweisen. Auch Bereiche in Wasserschutzgebieten, die Auflagen für die Bewirtschaftung des Bodens wie z.B. den Düngemiteleinsatz enthalten, können sich preislich vorteilhaft auswirken. Da die Flächen zur solarthermischen Nutzung in starker Konkurrenz zur Photovoltaiknutzung stehen, sind die Kosten auch immer davon abhängig wie attraktiv eine Fläche für die Photovoltaiknutzung ist.

Sind PV-Flächen nach EEG förderfähig wie z.B. entlang von Autobahnen oder Schienenwegen können meist höhere Pachtpreise gezahlt werden, da die Vergütung des erzeugten Stroms gesichert ist. Auf diesen Flächen können die Pachtpreise auf Grund der besonderen wirtschaftlichen Eignung höher ausfallen als in Bereichen, die nicht nach EEG förderfähig sind. Wenn der Pachtpreis für den/die Besitzer\*in das alleinige Entscheidungskriterium ist, muss der Pachtpreis für die solarthermische Nutzung entsprechend höher ausfallen als bei einer geförderten Photovoltaiknutzung.

## 7.5 Welche Fördermöglichkeiten für Solarthermieanlagen gibt es?

### A)

Es gibt auf Bundes- und Landesebene eine Vielzahl von Förderprogrammen, die zum Bau von Solarthermieanlagen in Verbindung mit Wärmenetzen in Anspruch genommen werden können. Einige dieser Förderprogramme zielen direkt auf die Nutzung und Anwendung solarthermischer Anlagen im Bereich der Fernwärme (z.B. Bundesförderprogramm für effiziente Wärmenetze, BEW). Andere Förderprogramme zielen auf Wärmesysteme ab, bei denen die Solarthermieanlage als ein Bestandteil einer systemischen Förderung bezuschusst werden kann. Dies betrifft vor allem die Förderung über das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG).

Die Programme und ihre jeweiligen Konditionen unterliegen fortlaufenden Änderungen und sind über einschlägige Förderportale gelistet. Genannt sind hier mit dem jeweiligen Verweis:

- » Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW): Internetseite des BAFA
- » Bonus für innovative erneuerbare Wärme sowie Ausschreibungen der innovativen Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG 2020, KWKAusV).

## 8 Projektentwicklung

### 8.1 Welche Phasen sind bei der Projektentwicklung zu berücksichtigen? H)

Die Projektentwicklung solarthermischer Freiflächenanlagen gliedert sich i.d.R. in folgende Phasen:

1. Flächenanalyse und Flächenakquise (ca. 4-8 Monate)
2. Genehmigungsphase (ca. 15-24 Monate)
  - a. Planungsanstoß durch z.B. Vorhabensträger
  - b. Frühzeitige Behördenbeteiligung
  - c. Aufstellungsbeschluss (förmliche Einleitung des Verfahrens)
  - d. Frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung (Beteiligung auf Basis eines Vorentwurfs)
  - e. Abstimmung mit Behörden und Trägern öffentlicher Belange
  - f. Öffentliche Auslegung des Planentwurfs (ein Monat)
  - g. Feststellung des Bebauungsplans
  - h. Bauantrag und Erteilung Baugenehmigung
3. Bau und Inbetriebnahme (ca. 5-6 Monate)

### 8.2 Welche Genehmigungen und Gutachten sind einzuholen? H)

Je nach örtlicher Situation können folgende Gutachten gefordert werden:

- » Blendgutachten (i.d.R. wenn Projekt in Straßennähe)
- » Statikgutachten / Baugrundgutachten
- » Versickerungsgutachten
- » Umweltverträglichkeit bzw. Umweltuntersuchungen unterschiedlicher Fachrichtungen (z.B. Prüfung der Verwendung von Glykol)
- » Faunistische Betrachtung und Biotopkartierung (Erfassung im Planungsgebiet, Auswertung der Ermittlungsergebnisse, Beratung Ausgleichsmaßnahme oder ökologische Aufwertung)
- » Weitere Gutachten im Einzelfall je nach lokalen Anforderungen im Plangebiet

### 8.3 Welche lokalen Akteure sind einzubinden? H)

Als wichtige lokale Akteur\*innen neben den Behörden sind im Allgemeinen einzubinden:

- » Im Rahmen der Initiation / Projektidee: Akteure innerhalb der Kommunalverwaltung und Kommunalpolitik (Umwelt-, Klimaschutz-, Stadtplanungs- und Bauamt, Beschaffungs- und Wirtschaftsdezernat, (Ober-)Bürgermeister\*in, Kämmerer/Kämmerin, Gemeinderatsmitglieder und -fraktionen etc.)
- » (lokale) Naturschutzverbände im Rahmen der frühzeitigen informellen Flächenanalyse
- » Landwirtschaftsverbände im Rahmen der Flächenakquise
- » Lokale Klimagruppen im Rahmen der öffentlichen Diskussion und Notwendigkeit von EE-Flächen in der Kommune
- » Stadtwerke, kommunale Eigenbetriebe oder lokale / regionale Bürgerenergiegenossenschaften als Errichter und / oder Betreiber der Anlage
- » Lokale Wärmenetzbetriebe wenn Betriebskonzepte diskutiert werden
- » Energieagenturen, um Erfahrungen aus dem Land oder dem Landkreis / der Region zu nutzen
- » Ankerkunden (Wärmesenken)
- » (kommunale) Wohnungsbaugesellschaften, Gebäudeeigentümer\*innen, Industrie- und Gewerbebetriebe / -gebiete
- » Im Rahmen der Projektumsetzung: weitere lokale Akteure wie z. B. Handwerksbetriebe, Banken, Hochschulen, Institute, Umweltvereine, Klima-Initiativen etc.

## 8.4 Was können Kommunen vorbereitend tun? D)

Die Durchführung einer frühzeitigen Flächenanalyse vor der konkreten Projektplanung, z.B. im Zuge der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans, unterstützt und beschleunigt den Entscheidungsprozess. Folgenden Schritte können vorbereitend erfolgen:

- » Betrachtung des Flächennutzungsplans sowie der planerischen Vorgaben auf Landes- und Regionalebene, mit dem Ziel auf Basis dieser Bestandsaufnahme eine Priorisierung potenzieller Flächen für erneuerbare Energiegewinnung vorzunehmen (siehe FAQ 3.8).
- » Prüfung auf für die Wärmeplanung und insbesondere für die Solarthermie relevante Aspekte bereits erstellter Karten und Darstellungen, z.B. für die Stadtplanung oder für Klimaschutzkonzepte
- » Je nach Kommumentyp und -größe bietet es sich an, frühzeitig Kontakt zu benachbarten Kommunen aufzunehmen, um eine interkommunale Flächenanalyse zu initiieren, die entsprechende Vorteile bieten kann (Erfassung von Randbereichen, Reduzierung des Aufwands und damit auch der Kosten für die einzelnen Kommunen, mehr Flächen zur Abwägung stehen zur Verfügung).
- » Erstellung von Klimaschutzkonzepten (Angaben zu Klimaschutzzielen, technisch und wirtschaftlich umsetzbare Einsparpotenziale, konkrete Handlungsfelder, wie bspw. Wärme- und Kältenutzung, und Maßnahmen)
- » Einleitung und Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung, u.a. zur Ermittlung der technischen Potenziale einzubindender erneuerbarer Energiequellen wie bspw. Solarthermie unter Berücksichtigung von Ausschlusskriterien (siehe FAQ 3.8)