AGFW

Fachbericht AGFW

Vorlage zur Ausschreibung von Freiflächen - Solarthermieanlagen zur Einbindung in Wärmenetze in Kombination mit der Abgabe solarer Ertragsgarantien

August 2020

© AGFW, Frankfurt am Main

Herausgeber:

AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.

Stresemannallee 30
60596 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6304-293
Telefax +49 69 6304-455
E-Mail info@agfw.de
Internet www.agfw.de

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des AGFW gestattet.

Vertrieb:

AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung mbH

Stresemannallee 30
60596 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6304-416
Telefax +49 69 6304-391
E-Mail info@agfw.de
Internet www.agfw.de

Der vorliegende Fachbricht „Vorlage zur Ausschreibung von Freiflächen - Solarthermieanlagen zur Einbindung in Wärmenetze in Kombination mit der Abgabe solarer entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „Solnet4.0 – Innovative Lösung- und Entwicklungskonzepte zur Marktbereitung für solare Wärmenetze“.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Haftungsausschluss:

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 03EGB0002 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Anwendungsbereich **7**
2 Normative Verweisungen **7**
3 Begriffe **7**
3.1 Aperturfläche 7
3.2 Bruttokollektorfläche 7
3.3 Zentrale Einbindung 7
3.4 Dezentrale Einbindung 8
3.5 Solar Keymark 8
3.6 Stagnation 8
4 Symbole und Abkürzungen **8**
5 Beschreibung des Ist-Zustandes **9**
5.1 Beschreibung der Wärmeerzeugung und der Wärmeverteilung des AG 9
5.2 Geplanter Standort der Solarthermieanlage 9
5.3 Geplante Einbindung 9
5.4 Schnittstellen 10
5.5 Stand der Genehmigungen 10
6 Leistungsbeschreibung **11**
6.1 Vom AN zu erbringende Genehmigungen, Gutachten 11
6.2 Solarkollektoren und Dimensionierung des Kollektorfeldes 11
6.3 Pufferspeicher – wenn als notwendig erachtet 11
6.4 Netzhydraulik an der Einbindestelle des Kollektorfeldes in das Wärmenetz des AG 12
6.5 Technikzentrale/Vorhandene Technikzentrale 12
6.6 Steuerung/Regelung/Kommunikation 13
6.7 Betriebs- und Sicherheitskonzept 13
6.8 Dokumentation 13
6.9 Einzäunung und Überwachungskonzept 14
6.10 Geländeaufbereitung 14
7 Bereitstellung von Auslegungs- und Simulationsdaten **15**
8 Angebotsumfang **15**
9 Simulation der Ertragswerte, garantierter Ertrag und Schadenersatz **16**
9.1 Ermittlung des Systemertrags 16
9.2 Garantierter Ertrag 16
9.2.1 Garantie auf den eingespeisten solaren Nutzwärmeertrag 16
9.2.2 Garantie nach Leistungskurve 16
9.3 Schadenersatzleistungen bei Nichterreichen der Garantiewerte 16
9.3.1 Schadensersatz nach dem eingespeisten solaren Nutzwärmeertrag 16
9.3.2 Schadenersatzleistung nach der Leistungskurve 17
9.4 Korrektur der Ertragsgarantie 17
9.4.1 Änderung der mittleren Globalstrahlung 17
10 Bewertung der Angebote **17**
Anhang A Wärmenetz mit Wärmeeinspeisungen, sowie technische Bedingungen an der Einbindestelle der Solarthermieanlage in das Wärmesystem **18**

Anhang B Schematische Darstellung der Solarthermieanlage und deren Einbindung in das Wärmenetz des AG **20**
Anhang C Zur Verfügung stehende Flächen und rechtliche Bedingungen **21**
Anhang D Beschreibung der vom AG eingesetzten EMSR Technik sowie Software für die Leittechnik **22**
Anhang E Referenz Wetterdatensatz **23**
Literaturverzeichnis **24**

Einleitung

Dieses Dokument gilt als Hilfestellung und Vorlage für Wärmenetzbetreiber, die die Einbindung einer Solarthermieanlage in das entsprechende Wärmenetz planen und dafür eine Funktionalausschreibung durchführen müssen. Das Dokument soll den Wärmenetzbetreiber dabei unterstützen, die Ausschreibung so zu formulieren, dass die eingehenden Angebote möglichst gut miteinander vergleichbar sind. Dafür werden Inhalte der Angebote sowie zu berücksichtigende Auslegungsdaten und darzustellende Kennzahlen zum Leistungs- und Ertragsvergleich definiert. Darüber hinaus gibt das Dokument Vorschläge, wie optionale Ertragsgarantien ausgestaltet sein können.

In den Abschnitten 5 und 6 werden die Rahmenbedingungen erläutert, welche bei der Auslegung des Solarthermiesystems zu berücksichtigen sind. Die Abschnitte sind vom ausschreibenden Unternehmen (**im folgenden „Auftraggeber (AG)“**) zu bearbeiten und an die unternehmens- und netzspezifischen Voraussetzungen anzupassen. Abschnitt 7 beschreibt die zu verwendenden Auslegungs- und Simulationsdaten. Abschnitt 9 behandelt die vom bietenden Unternehmen (**im folgenden „Auftragnehmer (AN)“**) zu ermittelnden Ertragswerte, Garantieleistungen, Schadenersatz sowie gegebenenfalls zu berücksichtigende Änderungen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Fachbericht gibt Leitlinien die Vorgehensweise zur Ausschreibung einer Freiflächen - Solarthermieanlage zur Nutzung in (Fern-)wärmenetzen mit dem Ziel, möglichst standardisierte und vergleichbare Angebote zu bekommen.

Unter Leitlinien versteht das vorliegende Dokument Vorschläge zu projektspezifischen Sachverhalten. Für Entscheidungen, die projektspezifische, technische Details beinhalten, gibt das Dokument Vorschläge zur Formulierung der Ausschreibung. Auf andere Optionen der Ausgestaltung an diesen Stellen wird direkt im Text kursiv und in Klammern hingewiesen.

Beispiel: Die thermische Solaranlage zur Einbindung in das Fernwärmenetz des Fernwärmeversorgungsunternehmens XYZ AG soll zusätzlich über einen thermischen Speicher mit einem Speichervolumen von 500 m^3 (*hier entsprechendes Speichervolumen einfügen*) ausgeführt werden / (*soll ohne thermischen Speicher ausgeführt werden*).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

2014/68/EU, *Richtlinie zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt*

EN 12975*, Sonnenkollektoren - Allgemeine Anforderungen*

DIN EN ISO 9488:2001-03, Sonnenenergie - Vokabular

[DE] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG)

[DE] Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN ISO 9488.

3.1 Aperturfläche

Aperturfläche ist die größte projizierte Fläche, die durch unkonzentrierte Sonnenstrahlung eintritt.

[DIN EN ISO 9488: 2001-03]

3.2 Bruttokollektorfläche

Die Bruttokollektorfläche stellt die größte projizierte Fläche eines Kollektormoduls dar.

[DIN EN ISO 9488: 2001-03]

3.3 Zentrale Einbindung

Die solare Erzeugungsanlage an einem Erzeugungsstandort ist gemeinsam mit anderen Wärmeerzeugungsanlagen in das Fernwärmesystem eingebunden. Ausschlaggebend ist hierbei der Ort und die Art der Einbindung der erzeugten Wärme und nicht der Ort der Erzeugungsanlage selbst.

[Solites 2019]

3.4 Dezentrale Einbindung

Die Erzeugungsanlage ist alleinstehend an einer anderen Stelle im Wärmenetz eingebunden als die übergeordneten Anlagen zur Wärmeerzeugung und Druckhaltung des Fernwärmesystems. Die zur Einbindung erforderlichen Aggregate (z.B. Einspeisepumpe) sind dabei integraler Bestandteil der dezentral eingebundenen Anlage.

[Solites 2019]

3.5 Solar Keymark

Solar Keymark ist ein europäisches Zertifizierungszeichen, über das jeder in Deutschland geförderte Kollektor seit 2010 verfügen muss.

[solarheateurope.eu]

3.6 Stagnation

Als Stagnation bezeichnet man einen Anlagenzustand, bei dem im Kollektorkreis kein Wärmeträger zirkuliert und die absorbierte, in Wärme umgewandelte Strahlungsenergie nicht an einen Speicher oder Verbraucher abgeführt wird.

[VDI 2169: 2012 – 10]

4 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 1 —Symbole

Symbol	Größe	Einheit
P	Druck	bar
Q	Energie	MWh
T	Temperatur	°C

Tabelle 2 — Indizes

Index	Benennung
el	elektrisch
ges	gesamt
Max	Maximal
Min	Minimal
RL	Rücklauf
th	thermisch
VL	Vorlauf

Tabelle 3 — Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
ESMR	Elektrisches Messen, Steuern und Regeln
FW	Fernwärme
IEA	International Energy Agency
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
PN	Nenndruckstufe
SHC	Solar Heating and Cooling
ST	Solarthermie
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

5 Beschreibung des Ist-Zustandes

5.1 Beschreibung der Wärmeerzeugung und der Wärmeverteilung des AG

Der AG betreibt in 12345 Musterstadt *(Standortadresse)* ein Wärmenetz mit *XXX* Trassenkilometer *(Trassen-km eintragen).* Anhang A zeigt das Wärmenetz mit allen Wärmeinspeisungen, sowie Pumpstationen. Das Wärmenetz wird von folgenden Wärmeerzeugern gespeist:

(Beschreibung jedes Wärmeerzeugers mit Angaben über Brennstoff, Wärmeleistung und elektrischer Leistung (falls es sich um KWK handelt); Beschreibung des Betriebskonzeptes.)

Die maximale Wärmeeinspeisung ins Netz beträgt *XX* MW *(Wert einfügen)* bei –*XX* °C (Normaußentemperatur) *(Wert einfügen)*. Die Sommerleistung (Sommerleistung = Leistung für Warmwasserbereitung plus Netzverlustdeckung) beträgt *YY* MW *(Wert einfügen)* und wird vom Heiz(kraft)werk *XY (Name einfügen)* bereitgestellt. Die jährlich eingespeiste Wärmemenge beträgt *ZZ* MWh. *(Wenn es einen Wärmspeicher gibt, sollte er hier genauer beschrieben werden; darüber hinaus sollte der AG eine Aussage darüber machen, ob die Solarthermieanlage in einen vorhandenen Wärmespeicher eingebunden werden kann)*. Das Netz wird gleitend – konstant gefahren (siehe Außentemperaturkurve Anhang A). Dabei beträgt die maximale Vorlauftemperatur im Winter *110*°C *(Wert einfügen),* die Rücklauftemperatur im Winter liegt bei *55*°C *(Wert einfügen)* während die Sommervorlauftemperatur *70*°C *(Wert einfügen)* beträgt. Die Rücklauftemperatur im Sommer beläuft sich auf *55*°C *(Wert einfügen).*

5.2 Geplanter Standort der Solarthermieanlage

Am Standort Musterstraße in 12345 Musterstadt *(Standortadresse / Bezeichnung des Gebiets über Geo-Koordinaten und Flurstücknummern)* soll eine solarthermische Anlage zur Einbindung in die Wärmeerzeugung des AG XYZ *(Unternehmensbezeichnung)* errichtet werden. Der Lageplan befindet sich in Anhang C. Bei dem Gelände handelt es sich um *(Geländebeschreibung, z.B. Ackergelände, sonstiges; eventuelle frühere Nutzung angeben).*

5.3 Geplante Einbindung

Die Solarthermieanlage soll *zentral/dezentral (nichtzutreffendes streichen)* eingebunden werden. Die zur Einbindung notwendige Technik soll *in einer eigenen Technikzentrale/ im Heiz(kraft)werk (Name des Heiz(kraft)werkes) (nichtzutreffendes streichen)* untergebracht werden

Das Kollektorfeld soll mittels eines Wärmeübertragers vom Wärmenetz des AG getrennt werden *(Wenn vom AG ein direkter Anschluss vorgesehen ist, den Wärmeübertrager streichen)*. Die entsprechenden Netztemperaturen, Volumenströme, sowie deren jahreszeitlicher Verlauf auf stündlicher Basis an der Einbindestelle sind Anhang A zu entnehmen. Ein geeichter Wärmemengenzähler zur Erfassung des systemrelevanten solaren Jahreswärmeertrags, der auf der Sekundärseite des Wärmeübertragers *(Wärmenetzseite)* installiert werden soll, wird vom AG bereitgestellt.

Die Einspeisung soll immer *in den Vorlauf/in den Rücklauf oder wechselweise solarertragsoptimiert (nichtzutreffendes streichen)* erfolgen; Anhang B zeigt ein Schema der Einbindung.

Es ist vorgesehen, die komplette EMSR Technik auf die Leitwarte des AG aufzuschalten.

5.4 Schnittstellen

Anhang B zeigt ein beispielhaftes Schema der rohrleitungstechnischen Einbindesituation inklusive der zugehörigen Liefer- und Leistungsgrenzen. Im dargestellten Schema befinden sich die Liefer- und Leistungsgrenzen jeweils an den Flanschen der Ventile V1, V2 und V3 im Abgang des Vor-bzw. Rücklaufs des Wärmenetzes *(Liefergrenze muss entsprechend angepasst und genau definiert werden).* Der AG stellt die Abgänge inklusive der Ventile V1, V2 und V3 her, auf die der AN wiederum anschließt. Die notwendigen Gegenflansche werden vom AG gestellt. *(Soll die Solarthermieanlage auf einen vorhandenen Pufferspeicher angeschlossen werden, muss dies entsprechend berücksichtigt werden; der AG muss alle Schnittstellen sehr genau beschreiben)*

Weitere Schnittstellen stellt die EMSR Technik, sowie die Übertragung der vorhandenen Wärmemengenzähler auf die Leitwarte des AG dar. Die vom AN zu erbringende EMSR Technik soll so konzipiert sein, dass ihre Werte komplett auf die Leitwarte übertragbar sind. In der Leitwarte sollen sämtliche übertragenen Werte gespeichert und ausgewertet werden. Wenn möglich soll die Solarthermieanlage von der Leitwarte aus fernsteuerbar sein. Eine genaue Beschreibung der vom AG eingesetzten EMSR Technik, sowie der Software für die Leitwarte ist Anhang D zu entnehmen.

5.5 Stand der Genehmigungen

Der AG hat im Vorfeld bereits folgende Genehmigungen bzw. Gutachten erhalten oder in Auftrag gegeben. *(Liste der bereits erhaltenen Genehmigungen bzw. Gutachten einfügen; hier ist es wichtig, dass sich der AG im Klaren ist, welche Genehmigungen und Gutachten er selbst organisiert und welche er den AN organisieren lässt):*

- *z.B. Baugrund- und Gründungsgutachten*
- *z.B. Kampfmittelfreimessung*
- *z.B. Bauvoranfrage*
- *z.B. Umweltverträglichkeitsüberprüfung*
- *z.B. Blendgutachten (in Flughafennähe)*

(Im Vorfeld der Ausschreibung muss der AG zur Sicherung geeigneter Flächen die erforderlichen Planungs- und Genehmigungsverfahren identifizieren). Hier sei auf die Ausarbeitung （Hamburg Institut, 2016） *verwiesen, die im Rahmen des Vorhabens SolnetBW entstanden ist. Hier ein paar Empfehlungen aus der Ausarbeitung:*

1. *Zu Beginn der Projektentwicklung sollte ein systematisches Flächenscreening anhand energiewirtschaftlicher, politischer und rechtlicher Kriterien durchgeführt werden*
2. *Frühzeitige und umfassende Beteiligung von Behörden (kommunal und regional) und Bürgern*
3. *Von vorneherein sollte ein integriertes und ökologisches Nutzungskonzept verfolgt werden*

4. *Umweltrecht beachten*

6 Leistungsbeschreibung

Zu den vom AN zu erbringenden Leistungen zählen die Planung, Genehmigungen, sofern sie noch nicht vom AG erbracht wurden, die Errichtung und Inbetriebnahme der Solarthermieanlage, einschließlich aller erforderlichen Komponenten. *(an dieser Stelle sollte überlegt werden, ob auch die Wartung und Instandhaltung eingefügt werden sollte)*. Der Leistungsumfang soll das komplette Kollektorfeld, *die Technikzentrale inklusive Gebäude, bzw. sofern kein eigenes Gebäude notwendig ist, die Installation der Technik im Heiz(kraft)werk XY (Namen einfügen) (unzutreffendes streichen),* sowie sämtliche zum wirtschaftlichen Betrieb der Solarthermieanlage notwendigen technischen Apparate und Vorrichtungen, wie z.B. Druckhaltung, Pumpen, Rohrleitungen, Regelungen, etc. enthalten. Sollte ein zusätzlicher Pufferspeicher notwendig werden, so ist auch dieser Inhalt des Leistungsumfanges des AN.

Ein weiterer Teil der vom AN zu erbringenden Leistung stellt die vollständige Dokumentation mit sämtlichen Aufstellplänen und Auslegungsdaten dar.

Sind Leistungen im Abschnitt 6 nicht beschrieben, aber für die Leistungserbringung des AN und den einwandfreien, wirtschaftlichen und technischen Betrieb notwendig, muss der AN sie einkalkulieren und erbringen. In jedem Fall ist eine vollständige und funktionsfähige Anlage anzubieten.

6.1 Vom AN zu erbringende Genehmigungen, Gutachten

Der AN hat folgende Genehmigungen, bzw. Gutachten auf seine Kosten zu veranlassen:

(Auflistung der vom AN zu erbringenden Genehmigungen und Gutachten)

6.2 Solarkollektoren und Dimensionierung des Kollektorfeldes

Zum Einsatz dürfen sowohl Flachkollektoren, Vakuumröhren, als auch andere Bauarten von Kollektoren kommen, die über eine Solar Keymark – Zertifizierung verfügen und DIN EN 12975 entsprechen.

Entsprechende Nachweise sind vorzulegen.

(*Die Dimensionierung der Solarthermieanlage hängt von verschieden Faktoren ab, weshalb sich der AG vor der Ausschreibung genau überlegen sollte, was er mit der Solarthermieanlage erreichen will; entsprechend kann der AN verschiedene Varianten berechnen, wenn der AG genaue Vorgaben macht; die folgenden Varianten sind nur als Beispiele zu sehen:*

Die Solarthermieanlage soll so dimensioniert werden, dass XX % des Jahreswärmebedarfs an der Einbindestelle über die Solarthermie gedeckt werden kann. Ein Jahreswärmebedarf von XY MWh/a soll zugrunde gelegt werden.

Die Solarthermieanlage soll so dimensioniert werden, dass möglichst geringe Solarthermie - Wärmegestehungskosten realisiert werden können (Bei dieser Variante sollten genaue Angaben über betriebsgebundene, verbrauchsgebundene und kapitelgebundene Kosten gemacht werden, um eine Vergleichbarkeit verschiedener Angebote zu gewährleisten).

Die Solarthermieanlage soll so dimensioniert werden, dass der Wärmebedarf an der Einbindestelle in den Sommermonaten zu XX % über Solarthermie abgedeckt werden kann.)

6.3 Pufferspeicher – wenn als notwendig erachtet

(Sollte sich aus der Gesamtkonzeption der Solarthermieanlage ein Pufferspeicher für den Betrieb als sinnvoll/notwendig herausstellen und kein vorhandener Speicher zur Verfügung steht, bietet sich der folgende Text an; falls jedoch ein passender Pufferspeicher zur Verfügung steht, muss vom AG geklärt werden, ob

der Betrieb des Puffers mit Einbindung der Solarthermieanlage zu dem bisherigen Betrieb passt und wenn ja muss dieser in der Schnittstellenbetrachtung gesondert berücksichtigt werden, siehe auch Anhang B:

Druckbehafteter / druckloser wärmegedämmter Speicher (nicht zutreffendes streichen) mit XY m^3 Inhalt und maximaler Betriebstemperatur von XY°C.

Der Speicher soll in unmittelbarer Nähe zur Technikzentrale/ am Aufstellungsort (näher zu spezifizieren, unzutreffendes streichen) platziert werden. Der AN ist neben der hydraulischen Auslegung auch für die Dimensionierung aller notwendigen Sicherheitseinrichtungen verantwortlich. Die Speichertemperaturen sind auf XY (Anzahl angeben) verschiedenen Höhenniveaus zu messen, zu dokumentieren und an die EMSR/ Leitwarte des AG zu übertragen. Die statische Dimensionierung des notwendigen Fundamentes für den Pufferspeicher ist durch den AN dem AG vorzugeben. Die Errichtung des Fundamentes übernimmt der AG).

Hinweis: wenn ein Pufferspeicher zum Einsatz kommen soll, ist darauf zu achten, dass er möglichst den aktuellen Förderbedingungen entspricht.

6.4 Netzhydraulik an der Einbindestelle des Kollektorfeldes in das Wärmenetz des AG

Die solarthermische Anlage soll mit einem Wärmeübertrager von dem Wärmenetz getrennt/direkt eingebunden (*unzutreffendes streichen)* werden. Kommt ein Wärmeübertrag zum Einsatz, soll die Grädigkeit nicht mehr als XX K (Vorschlag 3K) betragen; bei der Dimensionierung des Wärmeübertrages muss sichergestellt sein, dass dieser den gesamten Leistungsbereich der solarthermischen Anlage abdecken kann. Die sich ergebenden Temperaturen des Wärmeübertrages sind bei 100%, 50% und 25% der maximalen solarthermischen Leistung anzugeben. Daten, die zur Auslegung des Wärmeübertragers notwendig sind, können Anhang A entnommen werden. Weiterhin sind Anhang B die Liefer- und Leistungsgrenzen zwischen AG und AN zu entnehmen.

Der vom AG bereitgestellte geeichte Wärmemengenzähler soll in die vorhandene Leittechnik eingebunden werden, d.h. alle erfassten Daten, wie Vorlauf –und Rücklauftemperatur, sowie Durchfluss, Leistungs- und Arbeitswerte sind an die Leitwarte des AG zu übertragen, sodass sie dort weiterverarbeitet werden können.

Die Pumpe (P3, Anhang B) zwischen dem Kollektorfeld und dem Wärmeübertrager ist mit Frequenzumrichter zu betreiben und muss den vom AG gewählten Betrieb ermöglichen. Sämtliche Pumpen (P1, P2 und P3) sind auf die Leitwarte aufzuschalten und redundant auszuführen.

6.5 Technikzentrale/Vorhandene Technikzentrale

(Der AG sollte eine möglichst genaue Beschreibung der Technikzentrale bei Neubau, sowie deren Außenanlagen vorgeben.)

Eine genaue Ausarbeitung, vor allem der Außenansicht der Technikzentrale, entsteht in enger Zusammenarbeit zwischen AN und AG. Gleiches gilt für die Außenanlagen.

Der AN ist für den kompletten Planungs- und Bauablauf, sowie die Baugenehmigung verantwortlich. Der AN übernimmt weiterhin die Koordinierung und Abwicklung sämtlicher Gewerke, wie Strom, Wasser, Abwasser, Telekommunikation, sowie sonstiger benötigter Medien, mit den entsprechenden Versorgern, bzw. Anbietern.

(Wenn die Technikzentrale in eine bestehende Heizzentrale integriert wird, muss der AG sämtliche Planungen und Installationen vorab freigeben.). Der AN hat die speziellen Qualitätsanforderungen des AG zu berücksichtigen. Sämtliche Installationen sind stagnationssicher auszuführen.

6.6 Steuerung/Regelung/Kommunikation

Die Regelung der Solarthermieanlage soll grundsätzlich so erfolgen, dass ein vollautomatisierter Betrieb nach den Vorgaben des AG möglich ist. Des Weiteren sollen sämtliche für den Betrieb der Solarthermieanlage sowie die für die Ertragsnachweisverfahren aus Abschnitt 9 notwendigen Daten gemessen und aufgezeichnet werden.

Eine Beschreibung der vom AG eingesetzten EMSR Technik, sowie deren Schnittstellen, ist Anhang D zu entnehmen. Die Regelung der Solarthermieanlage sollte so konzipiert sein, dass sie mit der beim AG installierten Steuerung/Regelung in der Leitwarte kommunizieren kann, was auch bedeutet, dass die Solarthermieanlage komplett von der Leitwarte aus, fernsteuerbar sein sollte. Sämtliche von der Regelung der Solarthermieanlage erfassten Daten, inklusive der gemessenen Wetterdaten / Klimadaten (analog zu Anhang E) sollen live auf die Leitwarte des AG übertragbar, darstellbar, auswertbar und dokumentierbar sein.

6.7 Betriebs- und Sicherheitskonzept

Der AN erstellt für alle in Frage kommenden Betriebszustände ein entsprechendes Konzept, inklusive Wartungs- und Instandhaltungskonzept, und dokumentiert diese. Weiterhin legt der AN für alle Betriebsstörungen ein entsprechendes Sicherheitskonzept vor. Die komplette Technik muss stagnationssicher ausgeführt sein. Ferner ist bei der Installation der Solarthermieanlage darauf zu achten, dass diese sicher entleert werden kann. (Wenn eigene Vorschriften des AG bezüglich der Ausführungsqualität existieren, sollten sie an dieser Stellte erwähnt werden). Darüber hinaus soll das Wärmeträgermedium in ausreichender Menge und entsprechender Qualität bereitgestellt, sowie die gesamte Anlage inklusive aller Anbindeleitungen gespült und befüllt werden. Für entsprechende Betriebszustände (z.B. Stagnation) sind erforderliche Auffangbehälter und Vorratsbehälter für die vollautomatische Nachspeisung vorzusehen.

Der AN realisiert darüber hinaus unter Einhaltung aller entsprechenden Normen und Vorschriften, sowie dem Stand der Technik, sämtliche Maßnahmen, die für eine Umsetzung des Sicherheitskonzeptes notwendig sind.

Der AN erstellt und garantiert insbesondere für folgende Zustände ein Sicherheitskonzept, bei dem die Sicherheit der Solarthermieanlage zu jedem Zeitpunkt gewährleistet sein muss und legt entsprechende Dokumente zur Angebotsabgabe bei:

- Stagnation und Wiederanfahren der Solarthermieanlage nach der Stagnation
- Übertemperatur
- Überdruck / Unterdruck (Hinweise zur Qualität der herzustellenden Rohrleitungsverbindungen)
- Frostschutz
- Stromausfall von 12 Stunden

6.8 Dokumentation

Der AN ist verpflichtet, sämtliche Planungsarbeiten, alle benötigten (Bau-) Genehmigungen, sowie die Errichtung der kompletten Solarthermieanlage, inklusive aller sonstigen Anlagenteile zu dokumentieren. Darüber hinaus dokumentiert der AN sämtliche Inbetriebnahmen, deren Betrieb, sowie alle notwendigen Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen.

Der AN hat folgende Dokumente vor der Inbetriebnahme der Solarthermieanlage an den AG zu übergeben:

- Aufstellungspläne der Kollektoren
- Verrohrungspläne der Kollektoren inklusive Rohrstatik, sowie genauer Spezifikation der Rohre
- Hydraulischer Nachweis der Kollektorfeldauslegung
- Detaillierte Beschreibung der Befüll-,Entlüftungs- und Entgasungsfunktion
- Nachweis Entleerungsverhalten des Solarthermiekreises
- Hydraulischer Nachweis aller Wärmeübertrager (100%, 50%, 25% der maximalen Leistung)
- Aufstellungspläne der sonstigen Anlagentechnik
- Statische Nachweise einschließlich der Gründung für Kollektorfeld, Pufferspeicher und Technikzentrale *(falls Neubau)*
- Maßzeichnung des Pufferspeichers, inklusive aller Detailzeichnungen und genaue Materialspezifizierung
- Beschreibung der Belade- und Entladevorgänge des Pufferspeichers
- Hydraulische Dimensionierung des Pufferspeichers inklusive aller Sicherheitseinrichtungen
- R & I Schemata
- Stromlaufpläne
- Regelungs- und Kommunikationskonzept
- Betriebsanleitungen
- Vorgehensweise bei Störungen (Sicherheitskonzept)
- Wartungs- und Instandhaltungspläne

  Grundsätzlich hat bei der Abnahme bzw. Teilabnahme einzelner Anlagenteile eine Übergabe der Dokumentationen sowie eine Einweisung des Betriebspersonals des AG zu erfolgen.

6.9 Einzäunung und Überwachungskonzept

Der AN ist für die komplette Einzäunung des Geländes verantwortlich. Der AN legt an alle strategisch wichtigen Punkte (mit AG vorabzuklären) Leerrohre inklusive entsprechender Kabel zur nachträglichen Installation eines Video-Überwachungssystems. Der AN erstellt einen Lageplan der Einzäunung mit sämtlichen Zugängen.

Die Einzäunung muss für Kleinsäuger und Amphibien barrierefrei sein. Weiterhin ist darauf zu achten, dass trotz der Einzäunung jede Stelle innerhalb der Einzäunung mit sämtlichen erforderlichen Fahrzeugen und Gerätschaften erreichbar ist.

6.10 Geländeaufbereitung

Der AG stellt dem AN das im Vorfeld durchgeführte Baugrund- und Gründungsgutachten zur Verfügung. Des Weiteren veranlasst der AG auf seine Kosten eine Kampfmittelfreimessung.

Der AN hat das Gelände für die zu erbringenden Leistungen vorzubereiten. Ferner hat der AN dafür zu sorgen, dass im Zuge der Baumaßnahme beschädigte Flächen wieder so hergestellt werden, dass eine ungehinderte Bewirtschaftung des Geländes möglich ist.

Die Geländeaufbereitung muss so erfolgen, dass alle notwendigen Anlagenteile gelagert, installiert und betrieben werden können. Dies gilt sowohl für die Bauphase, beispielsweise für die Herrichtung von Lagerflächen, als auch für den herzustellenden Endzustand des Geländes. Die im Zuge der Baumaßnahmen beschädigten Flächen müssen entsprechend rekultiviert und mit geeigneter Graseinsaat wiederhergestellt werden.

7 Bereitstellung von Auslegungs- und Simulationsdaten

Für die Auslegung der Solaranlage und die Berechnung der solaren Erträge wird dem AN ein verbindlicher Referenz-Wetterdatensatz, siehe Anhang E, für den gewählten Standort für ein Referenzjahr zur Verfügung gestellt. Er beinhaltet in Stundenauflösung folgende Daten:

- direkte Sonneneinstrahlung auf die Horizontale
- diffuse Einstrahlung auf die Horizontale
- Umgebungslufttemperatur

Klimadaten beschreiben anhand unterschiedlicher meteorologischer Größen die Witterung an einem bestimmten Standort. Bei der Anwendung von Klimadaten in solarthermischen Simulationen können sowohl gemessene Klimadaten konkreter Zeiträume als auch speziell zusammengestellte Klimadatensätze, welche ein repräsentatives mittleres oder extremes Klima des Standortes wiedergeben, genutzt werden.

Eine Vielzahl von Herausgebern stellen für Standorte im Bundesgebiet Deutschland Klimadatensätze zur Verfügung. Im Bereich der solarthermischen Kollektorsimulationen ist die Anwendung der vom Deutschen Wetterdienst veröffentlichten Testreferenzjahre (TRY)（Deutscher Wetterdienst DWD, 2017） und die von der Firma Meteotest erstellten Meteonorm-Daten （Meteonorm 6.1， 2012）weit verbreitet. Beide Sammlungen von Klimadatensätzen stellen die für solarthermische Simulationen notwendigen meteorologischen Größen in einer stündlichen Auflösung für einen vollständigen Jahreszeitraum bereit. Dies sind i.d.R., solare Globalstrahlung auf die horizontale Ebene, Direkt- oder Diffusstrahlungsanteil und Umgebungstemperatur.

Die Testreferenzjahre werden durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung als ortsgenaue Datensätze mit einer Auflösung von einem Quadratkilometer für das Bundesgebiet kostenfrei zur Verfügung gestellt （Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2017）.

Darüber hinaus wird dem AN zur Auslegung ein Profil des Wärmebedarfs an der Einbindestelle mit folgenden Daten zur Verfügung gestellt:

Netztemperaturen und Volumenströme an der Einbindestelle der Solarthermieanlage, sowie deren jahreszeitlicher Verlauf auf stündlicher Basis (siehe Anhang A).

8 Angebotsumfang

Dem Angebot sind folgende Dokumente beizufügen:

- Aufstellungsplan des Kollektorfeldes
- Hydraulisches Anlagenkonzept einschließlich Einbindung an den vom AG definierten Schnittstellen
- Regelungsbeschreibung der angebotenen Anlage
- Kommunikationskonzept mit der Leitwarte
- Beschreibung des Stagnationsfalles und das Wiederanfahren der Solarthermieanlage nach der Stagnation
- Beschreibung des Sicherheitskonzeptes
- Beschreibung der Befüll-,Entlüftungs- und Entgasungsfunktion
- Hydraulischer Nachweis aller Wärmeübertrager (100%, 50%, 25% der maximalen Leistung)
- Aufstellungspläne der sonstigen Anlagentechnik
- Hydraulische Dimensionierung des Pufferspeichers

- SolarKeymark-Zertifikat des angebotenen Kollektortyps
- Beschreibung der Maßnahmen zum Frostschutz
- Beschreibung der Maßnahmen zur Beherrschung eines Stromausfalls von 12 Stunden
- Berechnungsnachweis des zu erwartenden solaren Wärmeertrages der angebotenen Anlage entsprechend Kapitel 9
- Referenzen (nur vergleichbare Anlagen)

9 Simulation der Ertragswerte, garantierter Ertrag und Schadenersatz

9.1 Ermittlung des Systemertrags

Der AN ermittelt für das von ihm angebotene hydraulische Anlagenkonzept den Systemertrag, der dem am geeichten Bezugswärmemengenzähler (WMZ1, siehe Anhang B) gemessenen, tatsächlich in das Wärmenetz über ein vollständiges Kalenderjahr eingespeisten solaren Nutzwärmeertrag [KWK-Ausschreibungsverordnung] entspricht. Dazu verwendet er den vom AG zur Verfügung gestellten Referenz-Wetterdatensatz (siehe Anhang E).

9.2 Garantierter Ertrag

9.2.1 Garantie auf den eingespeisten solaren Nutzwärmeertrag

Der vom AN zu garantierende Ertrag beläuft sich auf XX % (Vorschlag: 85%) *(Wert eintragen)* des unter 9.1 ermittelten Systemertrages.

Die aufgeführten Garantiebedingungen gelten ab der Inbetriebnahme der Solarthermieanlage für 5 *(anderen Wert einfügen)* Jahre. Für die Erfassung und Prüfung des Systemertrags ist einzig und allein der Wärmemengenzähler (WMZ1) an der Einbindestelle in das Fernwärmenetz relevant (Anhang B).

9.2.2 Garantie nach Leistungskurve

An dieser Stelle sei eine „ISO/TC 180/SC4 Solar energy - Collector fields - Check of performance“ erwähnt, die zurzeit in Bearbeitung ist und Garantie auf die abgegebene Leistung des Kollektorfeldes beschreibt （ISO TC180/SC4; ISO/CD 29194， 2020）.

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 das Verfahren zu deren Überprüfung sind Teile der Norm.

Die Leistungskurve entspricht der Kollektorkennlinie analog z.B. zum Solar Keymark-Testzertifikat bzw. zur Wirkungsgradkurve eines Kollektors nach DIN EN ISO 9806, gemindert um die durch die Gesamtanlage und den Realbetrieb entstehenden Leistungsverluste. Bezugspunkt ist hierbei der im EMSR-Konzept definierte Wärmemengenzähler (WMZ 2, Anhang B) im Solarkreis.

Der AG kann sich im Vorfeld über den aktuellen Stand informieren.

9.3 Schadenersatzleistungen bei Nichterreichen der Garantiewerte

9.3.1 Schadensersatz nach dem eingespeisten solaren Nutzwärmeertrag

Schadensersatzleistung des AN an den AG werden dann fällig, wenn die Summe des Systemertrages aus den letzten 5 Jahren kleiner als die Summe des garantierten Ertrages der letzten fünf Jahre ist.

Für jede MWh, die über 5 Jahre weniger in das Wärmenetz des AG eingespeist wird (gemessen am WMZ1), beträgt die Schadensersatzleistung des AN xy €/MWh (Wert eintragen). (Vorschlag: Durchschnittswert der Wärmegestehungskosten des AG)

9.3.2 Schadenersatzleistung nach der Leistungskurve

Das Verfahren überprüft die Garantieleistung anhand von Messdaten (Die Erfassung der Messdaten wird in der Norm näher beschrieben). Der AG kann sich mit der entstehenden ISO TC180 / SC4 (Bearbeitung Stand Juni 2020) auseinander setzen und die Schadenersatzleistung dementsprechend definieren.

9.4 Korrektur der Ertragsgarantie

9.4.1 Änderung der mittleren Globalstrahlung

Sollte die mittlere, gemessene Globalstrahlung über 5 Jahre betrachtet unter der des vom AG zur Verfügung gestellten Referenzjahres (siehe Anhang E) liegen, verringert sich der Garantiebetrag um den gleichen Prozentsatz.

10 Bewertung der Angebote

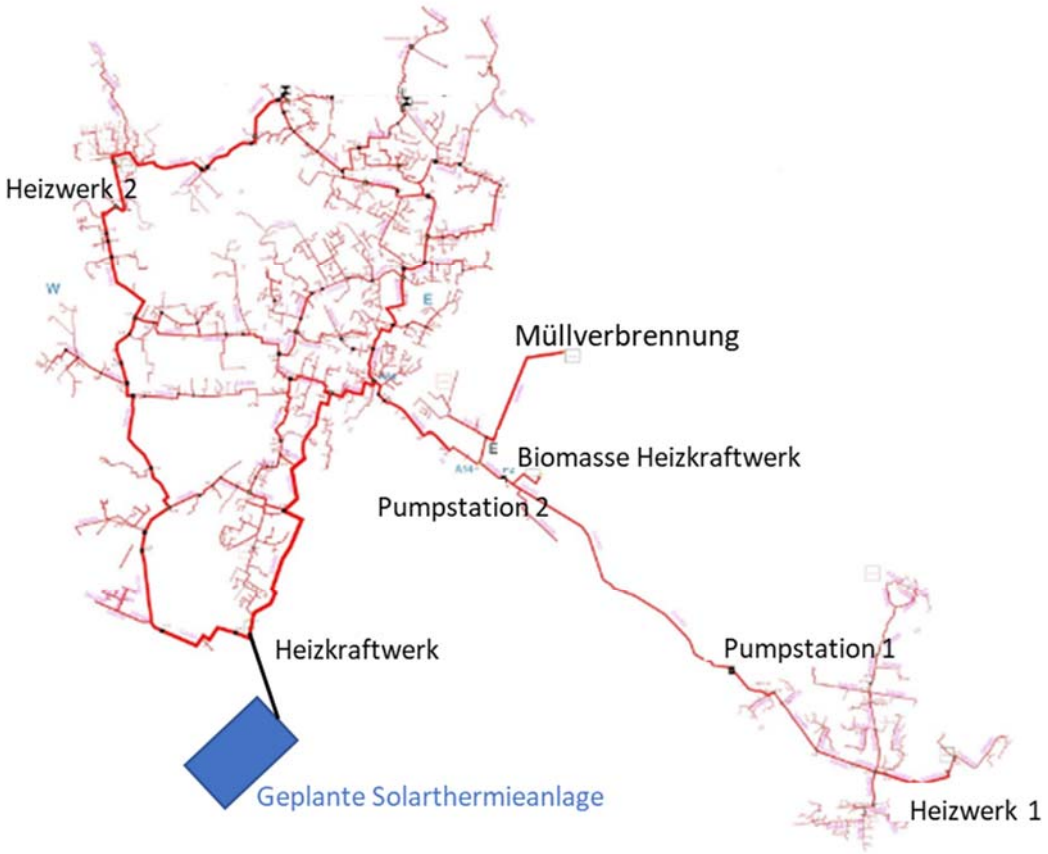
Die Angebote werden nach folgenden Kriterien bewertet:

- Spezifischer Angebotspreis in [€/MWh] (XX %) (bitte Wert einfügen):
  - spezifischer Angebotspreis errechnet sich aus dem Angebotspreis/errechneter Garantieertrag
  - Angebotspreis mit und ohne Förderung (separat angeben) = Gesamtsumme / Endsumme des Angebotes (XX %) (bitte Wert einfügen),
- Schlüssigkeit des technischen Konzepts (XX %) (bitte Wert einfügen),
- Qualifikation/Erfahrung des AN (XX %) (bitte Wert einfügen).

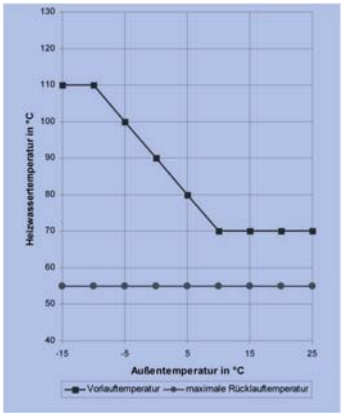
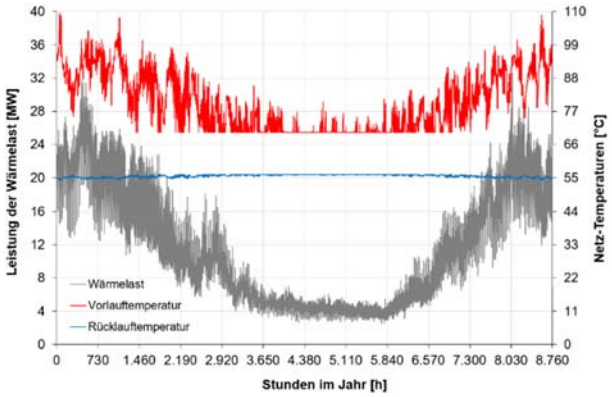
Die Gewichtung dieser Kriterien obliegt dem AG.

Anhang A
Wärmenetz mit Wärmeeinspeisungen, sowie technische Bedingungen an der Einbindestelle der Solarthermieanlage in das Wärmesystem

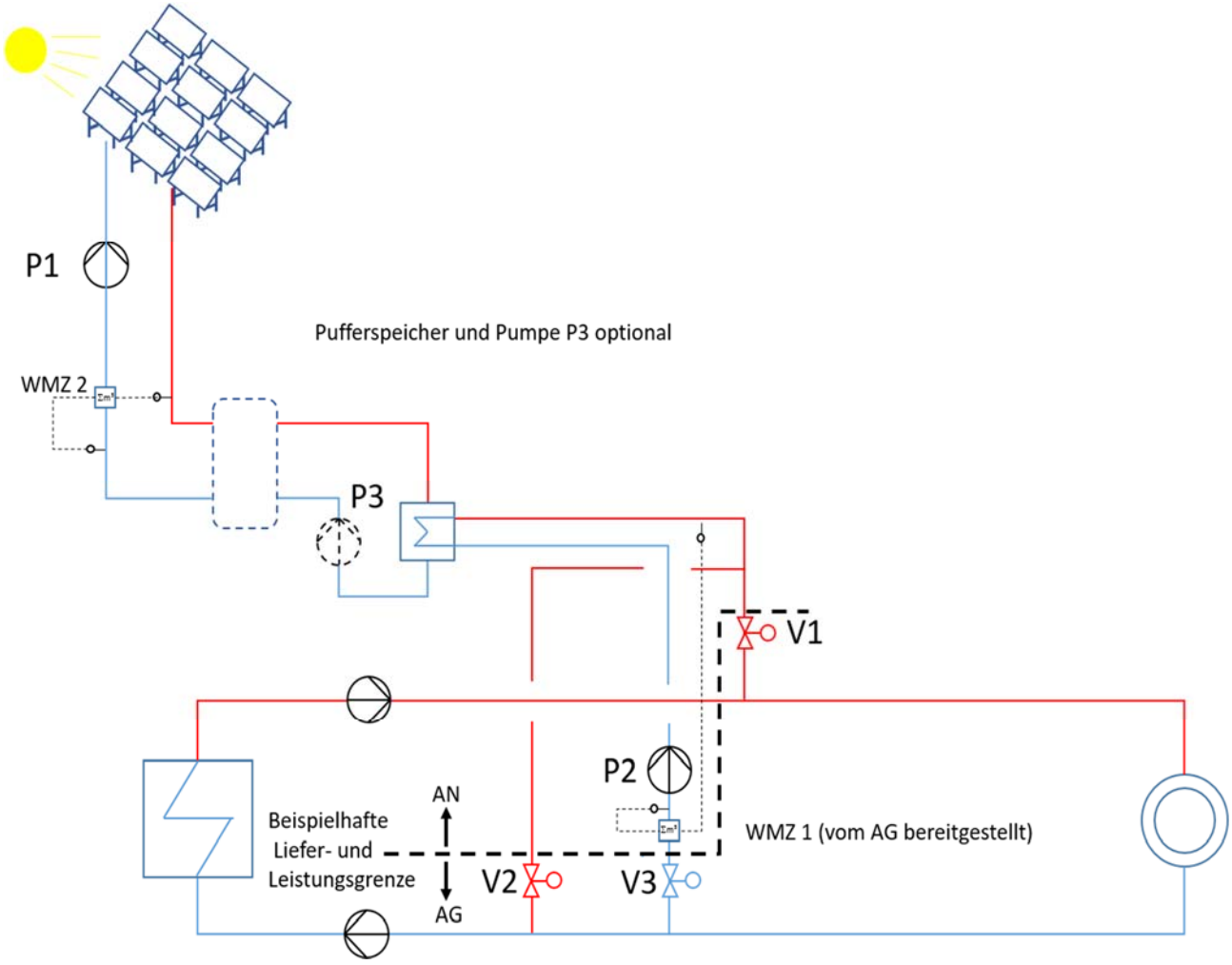
(Wärmenetz mit Einspeiseanlagen und geplante Solarthermieanlage, aktuelles Bild einfügen)



(entsprechende Werte eintragen)

Netztemperaturen			
$T_{VL,\ Sommer,\ konstant}$ [°C]		$T_{RL,\ Sommer}$ [°C]	
$T_{VL,\ Winter,\ min.}$ [°C]		$T_{VL,\ Winter,\ max.}$ [°C]	
		$T_{RL,\ Winter}$ [°C]	
Temperaturniveaus im Jahresverlauf		Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs an der Einbindestelle (Lastverlauf)	
 **Bild 1: Temperaturniveau im Jahresverlauf**		 **Bild 2: Ungeordnete Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs an der Einbindestelle**	
Druckverhältnisse			
Druckstufe des Netzes (PN)			
P_{min} an der Einbindestelle (PN)		P_{max} an der Einbindestelle (PN)	

Anhang B
Schematische Darstellung der Solarthermieanlage und deren Einbindung in das Wärmenetz des AG

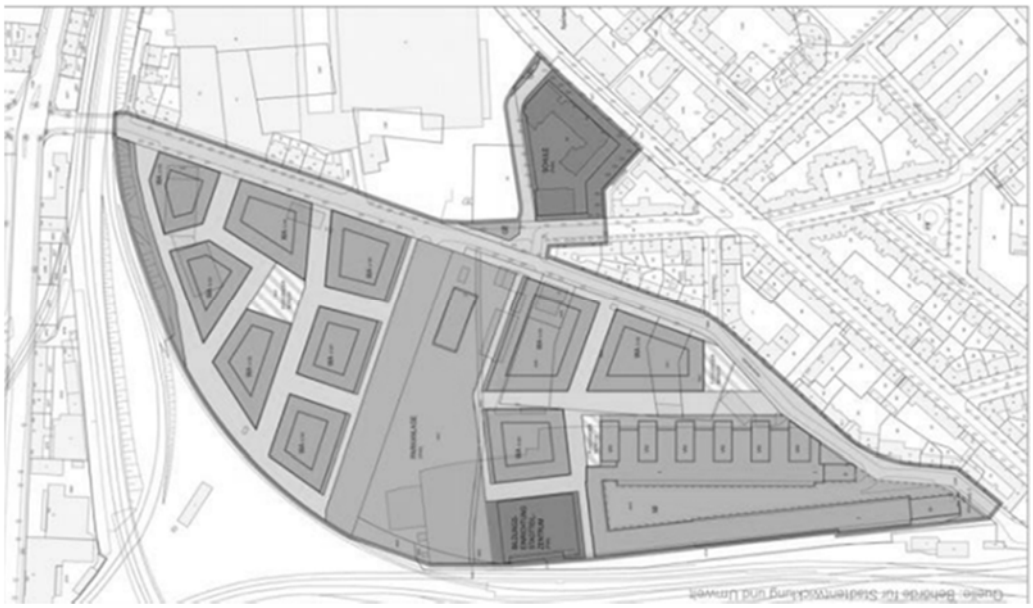


Beispielhaftes Konzept zur Einbindung der Solarthermieanlage
(Schema und Liefer- und Leistungsgrenzen müssen entsprechend angepasst werden)

Anhang C
Zur Verfügung stehende Flächen und rechtliche Bedingungen

Die zur Verfügung stehende Fläche für die solarthermische Anlage beträgt XX m^2 *(Fläche einfügen)* und ist dem Lageplan Nr. XX *(bitte einfügen)* zu entnehmen.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, innerhalb der Ausschreibungsfrist einen Vororttermin mit dem AG zu vereinbaren.



Flächenplan der Umgebung der zu bebauenden Fläche *(beispielhaft, vom AG beizufügen)*

Anhang D
Beschreibung der vom AG eingesetzten EMSR Technik sowie Software für die Leittechnik

- Beschreibung der Bus-Technik (2 Leiter, 4 Leiter, M-Bus,…)
- Software der Leittechnik (z.B. Siemens PS7, T3000, …)

Anhang E
Referenz Wetterdatensatz

TRY2015_500983086902_Jahr.dat

```
Koordinatensystem : Lambert konform konisch
Rechtswert        : 3909500 Meter
Hochwert          : 2596500 Meter
Hoehenlage        : 111 Meter ueber NN
Erstellung des Datensatzes im Mai 2016

Art des TRY       : mittleres Jahr
Bezugszeitraum    : 1995-2012
Datenbasis        : Beobachtungsdaten Zeitraum 1995-2012

Format: (i7,1x,i7,1x,i2,1x,i2,1x,i2,1x,f5.1,1x,i4,1x,3i,1x,f4.1,1x,i1,1x,f4.1,1x,i3,1x,i4,1x,i4,1x,i3,1x,

Reihenfolge der Parameter:
RW Rechtswert                                                  [m]       {3670500;3671500..4389500}
HW Hochwert                                                    [m]       {2242500;2243500..3179500}
MM Monat                                                                 {1..12}
DD Tag                                                                   {1..28,30,31}
HH Stunde (MEZ)                                                          {1..24}
t  Lufttemperatur in 2m Hoehe ueber Grund                      [GradC]
p  Luftdruck in Standorthoehe                                  [hPa]
WR Windrichtung in 10 m Hoehe ueber Grund                      [Grad]    {0..360;999}
WG Windgeschwindigkeit in 10 m Hoehe ueber Grund               [m/s]
N  Bedeckungsgrad                                              [Achtel]  {0..8;9}
x  Wasserdampfgehalt, Mischungsverhaeltnis                     [g/kg]
RF Relative Feuchte in 2 m Hoehe ueber Grund                   [Prozent] {1..100}
B  Direkte Sonnenbestrahlungsstaerke (horiz. Ebene)            [W/m^2]   abwaerts gerichtet: positiv
D  Diffuse Sonnenbetrahlungsstaerke (horiz. Ebene)             [W/m^2]   abwaerts gerichtet: positiv
A  Bestrahlungsstaerke d. atm. Waermestrahlung (horiz. Ebene)  [W/m^2]   abwaerts gerichtet: positiv
E  Bestrahlungsstaerke d. terr. Waermestrahlung                [W/m^2]   aufwaerts gerichtet: negativ
IL Qualitaetsbit bezueglich der Auswahlkriterien                         {0;1;2;3;4}


     RW      HW MM DD HH     t    p  WR   WG N    x  RF    B    D   A    E IL
***
3909500 2596500  1  1  1   3.4  982 213  3.3 8  4.1  82    0    0 287 -315  1
3909500 2596500  1  1  2   3.9  982 214  3.3 8  4.2  82    0    0 290 -314  1
3909500 2596500  1  1  3   4.1  982 220  3.6 8  4.3  83    0    0 291 -313  1
3909500 2596500  1  1  4   4.2  982 239  3.8 7  4.4  83    0    0 285 -314  1
3909500 2596500  1  1  5   4.0  983 264  4.0 6  4.3  82    0    0 276 -314  1
3909500 2596500  1  1  6   4.0  983 312  4.3 5  4.2  80    0    0 267 -314  1
3909500 2596500  1  1  7   3.2  983 312  3.9 6  3.9  76    0    0 266 -314  1
3909500 2596500  1  1  8   3.5  984 286  3.2 6  3.7  75    0    0 270 -313  1
3909500 2596500  1  1  9   3.3  985 303  4.1 6  3.7  75    0    8 269 -312  1
3909500 2596500  1  1 10   2.5  986 297  3.6 6  3.7  78    0   33 267 -312  1
3909500 2596500  1  1 11   3.8  987 273  4.8 8  3.9  79    0   41 277 -313  1
3909500 2596500  1  1 12   3.7  988 278  3.6 8  3.8  75    0   66 286 -314  1
3909500 2596500  1  1 13   4.5  988 259  5.0 8  3.7  71    0   85 286 -316  1
3909500 2596500  1  1 14   4.1  988 259  4.1 7  3.8  71    0   71 282 -316  1
3909500 2596500  1  1 15   3.3  988 240  4.9 4  3.8  75    1   64 265 -316  1
3909500 2596500  1  1 16   1.6  988 270  5.1 6  3.8  81    0   35 258 -316  1
3909500 2596500  1  1 17   1.7  989 292  6.5 5  3.8  88    0    3 259 -313  1
3909500 2596500  1  1 18   1.3  989 260  6.0 4  3.9  89    0    0 250 -311  1
3909500 2596500  1  1 19   1.2  990 248  5.5 5  3.8  88    0    0 248 -310  1
3909500 2596500  1  1 20   0.9  990 242  6.3 4  3.3  80    0    0 248 -310  1
3909500 2596500  1  1 21   1.2  990 248  6.7 4  3.0  72    0    0 243 -309  1
3909500 2596500  1  1 22   1.3  991 256  5.5 6  3.0  70    0    0 253 -308  1
3909500 2596500  1  1 23   0.8  991 243  5.7 6  2.9  70    0    0 261 -306  1
3909500 2596500  1  1 24   0.5  991 223  6.8 5  3.0  73    0    0 256 -304  1
3909500 2596500  1  2  1   0.8  991 225  5.8 6  3.0  73    0    0 256 -304  1
3909500 2596500  1  2  2   0.6  991 230  6.0 7  3.1  75    0    0 266 -305  1
3909500 2596500  1  2  3   0.8  991 232  6.3 8  3.2  78    0    0 276 -305  1
3909500 2596500  1  2  4   1.0  991 222  5.8 8  3.2  76    0    0 283 -306  1
3909500 2596500  1  2  5   1.0  991 235  4.4 7  3.2  76    0    0 279 -307  1
3909500 2596500  1  2  6   1.3  992 239  4.4 7  3.2  76    0    0 276 -308  1
3909500 2596500  1  2  7   1.4  992 227  4.4 6  3.2  76    0    0 273 -310  1
3909500 2596500  1  2  8   1.4  992 267  4.6 7  3.2  74    0    0 273 -312  1
3909500 2596500  1  2  9   1.3  993 231  4.5 7  3.1  73    0    2 279 -313  1
3909500 2596500  1  2 10   1.3  993 245  5.5 6  3.1  74    0   12 273 -314  1
```

Literaturverzeichnis

Hamburg Institut *Planungs- und Genehmigungsleitfaden für Freiflächen-Solarthermie in Baden-Württemberg.* 2016.

Bundesamt für Justiz *Verordnung zur Einführung von Ausschreibungen zur Ermittlung der Höhe der Zuschlagszahlungen für KWK-Anlagen und für innovative KWK-Systeme (KWK-Ausschreibungsverordnung - KWKAusV).* 2017.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung *Ortsgenaue Testreferenzjahre [Datensatz]; Deutschland; Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Download des Testreferenzjahr-Datensatzes 2017.* 2017.

Deutscher Wetterdienst DWD *Testreferenzjahre [Datensatz]; Deutschland, Sammlung meteorologischer Daten für den Standort Deutschland.* 2017.

IEA DHC Task 49, Technical Report A.1.2 *Overheating prevention and stagnation handling in solar process heat applications.*

IEA SHC Task 55 *Integrating Large SHC Systems into DHC Networks.*

ISO TC180/SC4; ISO/CD 29194 *Solar energy - collector fields - check of performance.* 2020.

Meteonorm 6.1 *Schweiz; Meteotest; Programm für die Generierung meteorologischer Daten.* 2012.