

Solaranlagen und Produkte der Vormonate:

- ▶ [Solarthermie-Großanlage zur Heizung und Klimatisierung](#)
- ▶ [Große solarthermische Kombianlage unterstützt Wärmeversorgung einer Rehaklinik](#)
- ▶ [Das Kombikraftwerk: Stromversorgung aus 100 % Erneuerbaren](#)
- ▶ [PV-TEC: Integrierte Photovoltaik-Forschungsfabrik zur Entwicklung neuer Solarzellen-Technologien und Produktionsverfahren](#)
- ▶ [Photovoltaik plus Brennstoffzelle: Solare Energie mit Wasserstoff gespeichert](#)
- ▶ [Solares Heizen im Bestand: Vom \(K\)altbau zum Sonnenhaus](#)
- ▶ [Weltgrößtes Photovoltaik-Kraftwerk steht im spanischen Beneixama](#)

Solarwärme zur Heizung und Klimatisierung: Weltgrößte Vakuumröhrenkollektoranlage versorgt größte Adsorptionskälteanlage der Welt

Die Festo AG & Co. KG (Esslingen) liefert nicht nur Lösungen für die Industrie- und Prozessautomation. Ihrem Innovationsanspruch wird sie auch mit dem Energiekonzept des Unternehmens gerecht. Am Hauptsitz in Esslingen-Berkheim nahe Stuttgart betreibt Festo die größte solare Adsorptionskältemaschine Europas und vermutlich sogar weltweit. Am Produktions- und Logistikstandort St. Ingbert (Saarland) integriert Festo neueste Technologien wie Brennstoffzelle, Blockheizkraftwerk und Photovoltaikanlage zu einem umweltfreundlichen Energiemix. In Esslingen kühlt und heizt eine Solarthermie-Anlage die Bürogebäude. Durch die Einbindung der Solarwärmeanlage in das Wärmesystem sollen jährlich über 500 Megawattstunden (MWh) Primärenergie eingespart werden - ein gewichtiger Beitrag zur CO₂-Minderung und zur Schonung von Umwelt und Ressourcen. "Als innovatives Unternehmen wollen wir auch im Umweltschutz Maßstäbe setzen", betont Dr. Eberhard Veit, Vorstand Produkt- und Technologiemanagement sowie Sprecher des Vorstands der Festo AG.


Als "Solaranlage des Monats" präsentiert der Solarserver im März 2008 die solarthermische Großanlage (SGA) und beleuchtet das Energiekonzept sowie erste Betriebserfahrungen.



Solare Heizung und Kühlung: Solarkollektorfeld mit 1.330 m² Bruttofläche auf dem Dach der Festo AG & Co. KG in Esslingen. Foto: Paradigma Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG.

Solar-Anlage des Monats als [PDF-Dokument](#)

- ▶ [Solar-Report](#)
- ▶ [Solar-News](#)
- ▶ [Solar-Links](#)
- ▶ [Anlage / Produkt des Monats](#)
- ▶ [Solarserver-Standpunkt](#)
- ▶ [Akteure](#)
- ▶ [Solar-Interviews](#)
- ▶ [Archiv:](#)
 - ▶ [Solarstrom](#)
 - ▶ [Solarwärme](#)
 - ▶ [Solares Bauen](#)
 - ▶ [Bioenergie](#)
 - ▶ [Brennstoffzelle](#)
 - ▶ [Nachrichten](#)
- ▶ [Ihr Vorschlag](#)

 Suche im Solarserver



[Jetzt wechseln zum günstigen Ökostrom von Greenpeace energy!](#)

Anzeige

Raum für Innovationen:
Bannerwerbung im Großformat, 3 Monate für 200 Euro.

Jetzt buchen:
07071/93871-01



Solarthermische Prozesswärme für Gebäude und Produktion

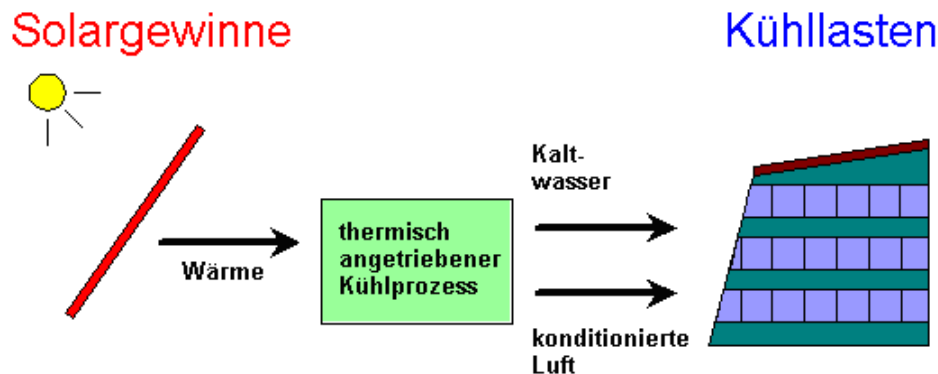
Herkömmliche Klimaanlage und Kühlschränke arbeiten mit elektrisch betriebenen Kompressoren, die einen um so höheren Energiebedarf haben, je wärmer die zu kühlende Luft ist. Das Prinzip solarer Kühlung ist, die in den heißen Monaten reichlich vorhandene Sonnenenergie zur Kühlung von Gebäuden zu nutzen. Die Vorteile der solaren Klimatisierung sind augenfällig, denn der Kühlbedarf steigt und fällt nahezu zeitgleich mit dem Angebot an Sonnenenergie. Dadurch können Pufferspeicher entfallen beziehungsweise kleiner ausgelegt werden als beispielsweise in Solaranlagen zur reinen Heizungsunterstützung. Ein Stillstand (Stagnation) wegen zu geringer Abnahme der



Solarwärme, kann weitgehend vermieden werden.

Je nach Anwendung werden zur solaren Kühlung verschiedene Verfahren eingesetzt. Gebäude und Räume können zum Beispiel mit offenen Klimatisierungsanlagen gekühlt werden, indem der warmen Raumluft durch Adsorption an geeignete Materialien Wasser entzogen wird. Hierbei erwärmt sich die Luft, die dann meist mit der Abluft über einen Wärmetauscher vorgekühlt und anschließend durch Verdunstung von Wasser in die Zuluft wieder befeuchtet und gekühlt wird.

Bei der Klimatisierungsanlage von Festo handelt es sich um ein geschlossenes System, bei dem das Kältemittel Wasser im Kreislauf geführt wird. Die Kälte wird dann über einen separaten Kreis ins Gebäude verteilt. Damit die Adsorptionsmaterialien wieder Feuchtigkeit aufnehmen können, werden sie durch Wärme getrocknet, die der Sonnenkollektor liefert. Der solarthermische Kollektor kann sowohl im Sommer zur Kühlung als auch im Winter zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden.



Grundstruktur eines Systems der solaren Klimatisierung. Quelle: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE

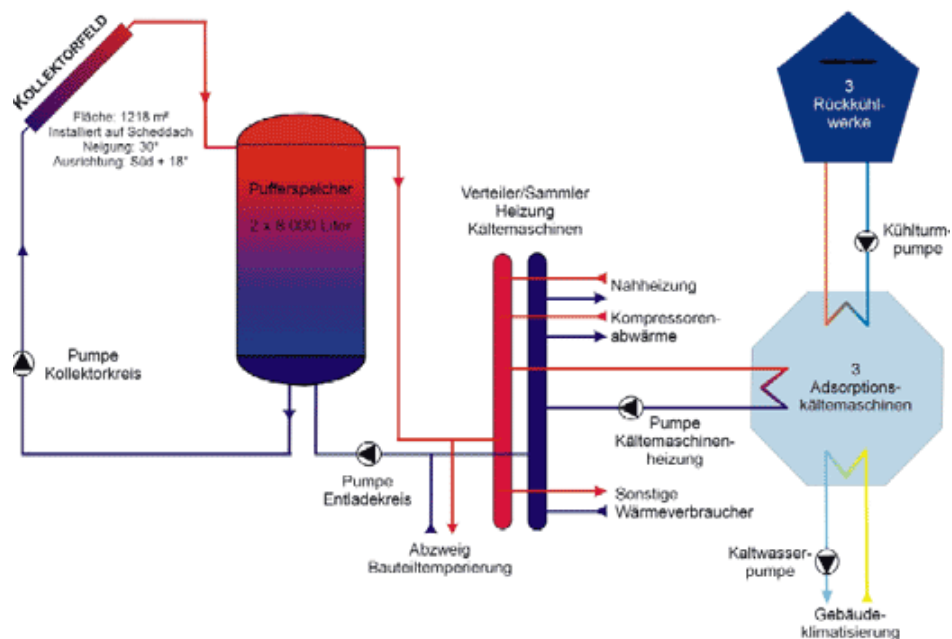
Neben der Heizung und Kühlung von Wohn- und Bürogebäuden eignet sich solar erzeugte Wärme auch zur Nutzung in industriellen und gewerblichen Prozessen. Für diese wird in einigen Ländern mehr Energie benötigt als für die Wärmeversorgung von Gebäuden. Die solare Prozesswärme mit Temperaturen bis 250 Grad Celsius kann zum Beispiel eingesetzt werden in der chemischen und der Textilindustrie, bei der Herstellung von Papier oder Lebensmitteln sowie überall dort, wo Dampf oder heißes Wasser zum Waschen, Kochen oder Trocknen benötigt wird.

Rund 300 Vakuumröhrenkollektoren unterstützen die größte Adsorptionskälteanlage der Welt



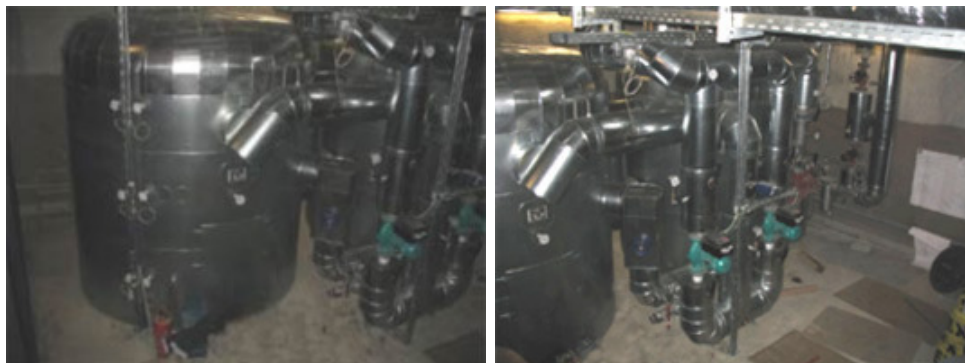
Hauptsitz der Festo AG & Co. KG in Esslingen-Berkheim vor der Installation der Solarthermieanlage; Luftbild des Kollektorfelds mit 1.330 m² Bruttofläche (Fotos: Festo AG & Co. KG; Paradigma Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG.)

Mit drei Kältemaschinen vom Typ "MYCOM ADR-100", mit jeweils 353 Kilowatt (kW) Nennleistung, betreibt Festo in Esslingen-Berkheim die derzeit größte Adsorptionskälteanlage der Welt. Mit der erzeugten Kälte werden 26.760 Quadratmeter Bürofläche sowie drei Atrien mit einer Fläche von 2.790 m² versorgt. Die Kältemaschinen wurden bisher mit Wärme aus Gas-Brennwert-Kesseln sowie der Abwärme von Kompressoren betrieben. Als dritte Wärmequelle wurde die Solaranlage mit Vakuumröhrenkollektoren und 1.218 m² Absorberfläche hinzugefügt, die den Gasbedarf deutlich senkt. Die Vakuumröhrenkollektoren sind auf einem Sheddach installiert, um 30° zur Horizontalen geneigt und weichen um etwa 17° nach Westen von der Südorientierung ab.



Principalschaltbild der Solaranlage. Das 1.330 m² große Kollektorfeld besteht aus 58 Kollektoren mit jeweils 3,29 m² (CPC30) und 232 Kollektoren mit 4,91 m² (CPC45) Bruttofläche. Jeweils ein CPC30 und vier CPC45 sind in Reihe geschaltet. Grafik: Hochschule Offenburg.

Das Wasser im Kollektorkreis wird durch die eingestrahlte Sonnenenergie erwärmt und mit einer Umwälzpumpe zu den beiden Solar-Pufferspeichern (je 8.500 Liter Inhalt) gefördert. Die im Verhältnis zur Kollektorfläche kleinen Pufferspeicher speichern dennoch genügend Wärme um einen Arbeitszyklus einer Adsorptionskältemaschine abdecken zu können. Die Speicher sind dabei be- und entladeseitig in Reihe geschaltet. Im Winter, wenn keine Kühlung der Gebäude notwendig ist, wird die solare Wärme unterstützend für die Gebäudeheizung genutzt. Durch die Kombination von Kühlung und Heizung kann ein niedrigerer Solarwärmepreis erzielt werden als bei alleiniger Nutzung für die Klimatisierung beziehungsweise Heizungsunterstützung.



Solarspeicher mit 2 x 8,5 m³ Volumen in der Solarzentrale der Festo AG & Co. KG im Werk Esslingen. Fotos: Hochschule Offenburg

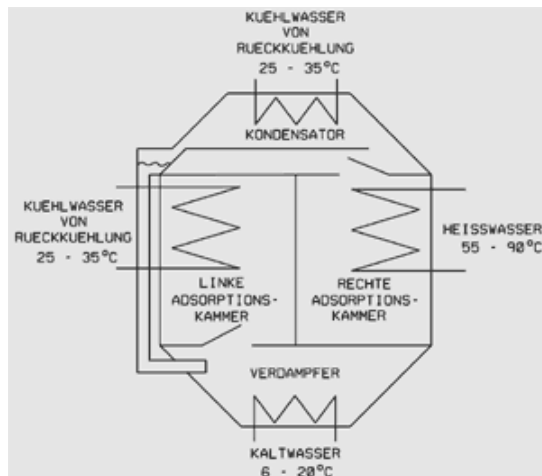
Eine Besonderheit dieser Anlage ist das so genannte "AquaSystem" mit dem nur noch Wasser als Wärmeträger eingesetzt wird und die Anlage mit Niedertemperaturwärme vor Frost geschützt wird. Aufgrund der geringen Wärmeverluste der CPC-Vakuumröhrenkollektoren sind laut Hersteller Paradigma hierfür in Deutschland nur 2 bis 4 % des solaren Jahresenergieertrages notwendig. Durch eine Frostschutzschaltung wird verhindert, dass das Wasser im Winter einfriert. Hierbei wird, wenn eine festgelegte Temperatur unterschritten wird, warmes Wasser in die Kollektoren gepumpt. Vorteile des Nur-Wasser-Prinzips sind unter anderem, dass kein Wärmetauscher benötigt wird, der die Wärme vom Kollektorkreis an das Heizungssystem übergibt und dass Wasser eine höhere Wärmekapazität hat als ein Wasser/Glycol-Gemisch.



Foto: Paradigma Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG.

Kältemaschine verdampft Wasser

Bei einer Adsorptionskältemaschine wird zur Kälteerzeugung in einem Verdampfer Flüssigkeit verdampft (in Esslingen ist das Wasser), die dafür benötigte Energie (Verdampfungsenthalpie) wird dem Kaltwasserkreislauf entzogen und somit wird gekühlt. Damit das Wasser schon bei niedrigen Temperaturen in ausreichender Menge in die Gasphase übergeht, wird in der Kältemaschine ein starker Unterdruck erzeugt. Das verdampfte Kältemittel adsorbiert auf dem Adsorptionsmittel (z.B. Silikagel). Die dabei frei werdende Kondensationswärme muss über eine Rückkühlung abgeführt werden. Ist das Silikagel mit Wasser "beladen" wird die Kammer in den Desorptionszyklus geschaltet. Hierbei wird das Silikagel auf 55 - 90 °C erwärmt, das Wasser wieder vom Silikagel freigesetzt (desorbiert) und im Kondensator der Kältemaschine wieder in die flüssige Phase überführt. Der Kondensator muss zum Abführen der Kondensationswärme ebenfalls rückgekühlt werden. Das kondensierte Wasser wird wieder dem Verdampfer zugeführt, womit der Kreislauf des Kältemittels geschlossen ist.



Auf Grund des niedrigen benötigten Temperaturniveaus eignen sich Adsorptionskältemaschinen gut für den Betrieb mit Wärme aus Solaranlagen. Der solare Nutzungsgrad hängt vom Temperaturniveau der Anlage ab und fällt bei niedrigen Temperaturen höher aus.

Grafik: Schema einer Kältemaschine
Um einen kontinuierlichen Betrieb der Kältemaschine zu gewährleisten sind zwei Sorptionskammern notwendig, die sich abwechselnd im Adsorptions- und Desorptionszyklus befinden. Quelle: Hochschule Offenburg.

Bei einer jährlichen Energiepreisssteigerung von 12 % macht sich die Solaranlage nach Berechnungen von Paradigma bereits nach zirka 7,5 Jahren bezahlt. Und sollten der Öl- bzw. Gaspreis pro Jahr "nur" um 6 % steigen amortisiert sich die Investition dennoch in etwas weniger als 10 Jahren.

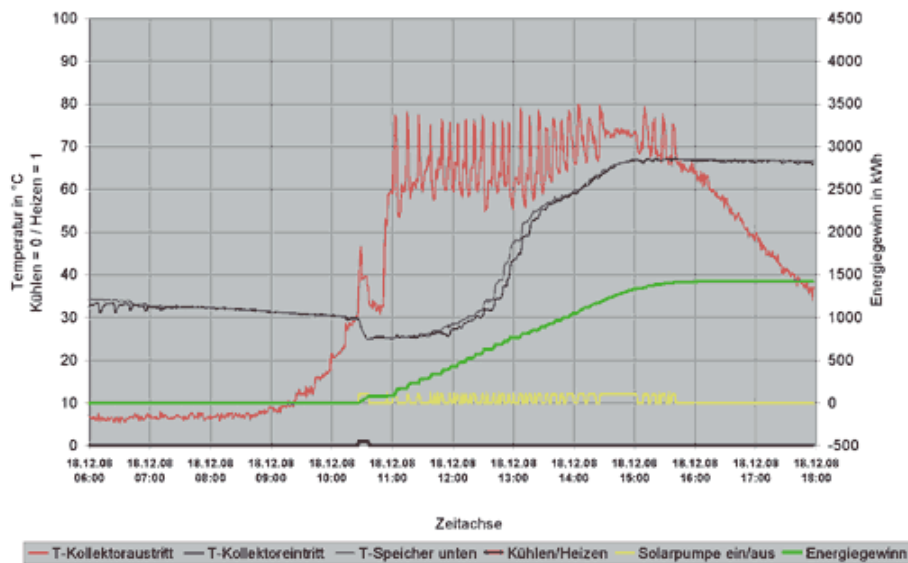
Erste Betriebserfahrungen belegen gute Leistung auch an Wintertagen

Die Solarthermie-Anlage wurde von einigen wenigen Spezialisten innerhalb eines halben Tages komplett gefüllt und in Betrieb gesetzt. Zu diesem Ereignis hatten sich viele interessierte Zuschauer eingefunden: Neben Technikern der Unternehmen Paradigma, FESTO und LEW waren auch Vertreter der Hochschule Offenburg anwesend, die vom Bundesumweltministerium als Fördermittelgeber mit dem Monitoring beauftragt ist.

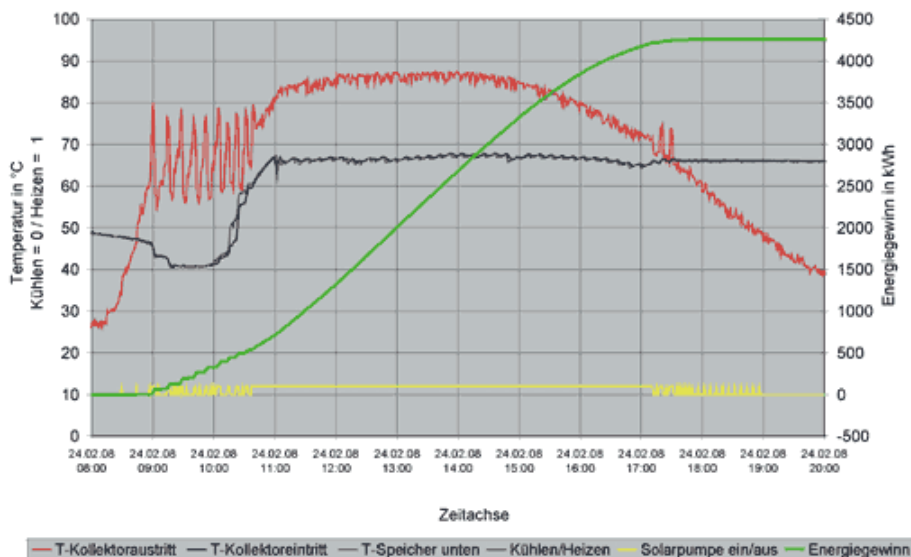
Das Konzept der "Cockpit"-Befüllung und -Entlüftung, die bei jeder Anlagengröße von nur einer Person im Heizraum durchgeführt werden kann, ohne dass sich eine einzige Armatur auf dem Dach befindet, hatte sich zwar bereits in anderen SGA bewährt, stellte jedoch für diese Anlagengröße eine Premiere dar. Trotzdem sei keine Spannung aufgekommen, und die Inbetriebnahme dank professioneller Vorbereitung reibungslos und unspektakulär verlaufen, betonen die Solarthermie-Spezialisten von Paradigma. Die abschließende Entlüftung aus den Drucktanks sei zwar eindrucksvoll laut gewesen, aber schon nach

wenigen Minuten vorüber.

Die Aufzeichnung des Betriebs vom 18. Dez. 2007 - einem mit Außentemperaturen unter -5 °C frostigen Wintertag - belegt, dass mühelos und ständig ein Sollwert von 70 °C erreicht und eine Wärmeenergie von knapp 1,5 Megawattstunden (MWh) in den Speicher gebracht werden konnte: ein sehr gutes Ergebnis für den nahezu kürzesten und kältesten Tag des Jahres.



Am 24. Februar 2008 waren die Bedingungen noch günstiger. Bei Betriebstemperaturen von weit über 80 °C wurden insgesamt knapp 4,3 MWh in den Speicher eingespeist. Das sind immerhin 3,2 Kilowattstunden pro Quadratmeter Bruttokollektorfläche - ein gutes Ergebnis für einen Februartag. "Das würde kein einziger Flachkollektor schaffen, wahrscheinlich nicht einmal im Juni", betont Dr. Rolf Meissner, der bei Paradigma für Großanlagen verantwortlich zeichnet.



Riesige Potenziale für große Solaranlagen

Bislang beschränkte sich die Solarthermie fast ausschließlich auf kleine, private Anlagen mit einer maximalen Wärmeleistung bis etwa 10 Kilowatt (kWth). Künftig sollen aber zunehmend Großanlagen zum Einsatz kommen, denn diese sind prinzipiell rentabler. Zum einen haben SGA kleinere spezifischere Wärmeverluste pro Quadratmeter Kollektorfläche, zum anderen weisen sie günstigere statistische Verbrauchsprofile auf. Außerdem überzeugen sie durch niedrigere spezifische Kosten und einen geringeren Flächenbedarf (Stellfläche für Haustechnik pro Kilowatt Solarwärme).



Links: SGA eines mehrgeschossigen Wohnhochhauses bei Katowice (Polen). Rechts: CPC-Kollektoren eines Hallen- und Freibades in Ancona (Italien). (Fotos: Paradigma Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG.

Mit der SGA in Esslingen hat Paradigma exemplarisch gezeigt, wie Hemmnisse für solarthermische Großanlagen erfolgreich beseitigt werden können. Mit CPC-Hochleistungs-Vakuurröhrenkollektoren als "Hochtemperatur-Motor", Wasser als Wärmeträger und dem Solarregler "SystaSolar Aqua" steht ein verblüffend einfaches und deshalb für Investoren und Handwerker besonders ansprechendes Konzept zur Verfügung. Die erkennbare Nachfrage illustrierte, wie sehr der Markt auf überzeugende Kollektoren und Konzepte gewartet hat, betont Paradigma. Indem sich Paradigma die völlige Planungshoheit über solarthermische Großanlagen mit dem AquaSystem vorbehalte, werde gewährleistet, dass sich in jeder dieser Anlagen ein Höchstmaß an Professionalität widerspiegle. Auf dieser Grundlage vergibt Paradigma grundsätzlich umfangreiche Herstellergarantien, darunter eine Ertragsgarantie für fünf Jahre und für Frostschäden sogar für 15 Jahre

Die größte CPC-Vakuurröhrenkollektoranlage in Zahlen

Solarenergienutzung	Solare Kühlung im Sommer mit 75-95 °C Solare Heizung im Winter mit 50-70 °C
Kollektorfläche	1330 m ² Bruttofläche
Anschlussrohre	120 m, DN 100
Volumenstrom	30 m ³ /h
Wärmespeicher[1]	17 m ³
Spitzenleistung	1,2 MW
maximale Dauerleistung	0,65 MW
garantierter Ertrag	500 MWh pro Jahr
Elektroenergiebedarf	2,5 MWh pro Jahr
Herstellergarantie	10 Jahre
Betriebszeit	20 Jahre
Amortisationszeit	ca. 7,5 Jahre bei 12 % jährlicher Energiepreissteigerung bzw. ca. 9,3 Jahre bei 6 % jährlicher Energiepreissteigerung (bei 2,5 % Inflation, 3 % Kapitalzins und 2 % Betriebskosten)



Weitere Informationen:

- ▶ [Mit Sonnenwärme kühlen: Das Interesse an solarer Klimatisierung wächst](#)
- ▶ [Klimatisieren mit Sonne und Wärme](#)
- ▶ [Projektbegleitung](#)
- ▶ [Paradigma Energie- und Umwelttechnik](#)

Autor: Rolf Hug, Redaktion Solarserver. Material und Fotos: Paradigma Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG; Hochschule Offenburg

Projektbeteiligte:

Betreiber:	Fördermittelgeber:
Festo AG & Co. KG Ruiter Strasse 82 73734 Esslingen Herr Dipl.-Ing. Bernd Bruy (Leiter Facility Management) Telefon 0711/347-2426	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Förderkennzeichen: 032 9605F
Objektanschrift:	Planung und Lieferung:
Festo AG & Co. KG Ruiter Strasse 82 73734 Esslingen	CPC-Vakuümrohrenkollektoranlage Paradigma Energie- und Umwelttechnik Ettlinger Str. 30 76307 Karlsbad Herr Dr. Rolf Meißner Telefon 07202 922 182
Planung (Kühlanlagen-, Heizungs- und Baustellenplanung):	Wissenschaftlich-technische Begleitung:
Ingenieurbüro Thurm & Dinges Lindenspürstrasse 32 70176 Stuttgart Telefon 0711/22871-0	zafh - zentrum für angewandte forschung an fachhochschulennachhaltige energietechnik Hochschule für Technik Stuttgart Schellingstrasse 24 Prof. Dr. Ursula Eicker Schellingstrasse 24 Telefon: 0711 8926 2831
Installation:	Hochschule Offenburg Badstraße 24 77652 Offenburg Herr Prof. Elmar Bollin Herr Dipl.-Ing. (FH) Klaus Huber Telefon 0781/205-294 bollin@fh-offenburg.de klaus.huber@fh-offenburg.de
LEW Automotive GmbH Steinbeisstraße 12/1 73660 Urbach Telefon 07181/99015-0 info@lew-automotive.com	

Die Solarbranche entwickelt und produziert ständig neue Lösungen zur Nutzung der Sonnenenergie. Der Solarserver präsentiert diese Innovationen in der Rubrik: [Neue Solar-Produkte](#)

[Wir wollen unser Produkt auf dem Solarserver vorstellen](#)

Der Solarserver - Ihr Internetportal zur Sonnenenergie:

[Archiv](#) [Bannerwerbung](#) [Behörden](#) [Berichte](#) [Bücher](#) [Brennstoffzelle](#) [Einkaufen](#) [Fachkräfte](#) [Fachliteratur](#) [Firmen](#) [Förderung](#) [Forschung](#) [Geschenke](#) [Initiativen](#) [Interviews](#) [Links](#) [Medien](#) [Messen](#) [Nachrichten](#) [Nachschlagen](#) [Photovoltaik](#) [PV-Rechner](#) [Ratgeber](#) [Service](#) [Software](#) [Solaranlagen](#) [Solarthermie](#) [Stellenangebote](#) [Veranstaltungen](#) [Verbände](#)

[Branche](#) [Bücher](#) [Geld](#) [Impressum](#) [Initiative](#) [Lexikon](#) [Pinnwand](#) [Service](#) [Solar-Magazin](#) [Solarstore](#) [Termine](#) [Wissen](#)