

## Kurzstudie

# Niederst- und Niedertemperatur- kollektoren

für die

## *Deutsche Solarthermie-Technologie Plattform*

Bearbeitung      *Hochschule Ingolstadt (Institut für Angewandte Forschung)*  
                         *KOMPETENZFELD ERNEUERBARE ENERGIEN*  
                         Esplanade 10  
                         85049 Ingolstadt

Projektleitung    Dr. Christoph Trinkl

Ingolstadt, November 2008

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	3
Tabellenverzeichnis .....	3
1 Ausgangssituation und Ziele.....	4
2 Niederst- und Niedertemperaturkollektoren .....	5
2.1 Einordnung von Niedersttemperaturkollektoren.....	5
2.2 Marktüberblick .....	6
2.3 Zusammenfassung und Fazit.....	15
3 Solar-Wärmepumpensysteme .....	17
3.1 Umfeld und technologische Ansätze.....	17
3.2 Marktüberblick .....	19
3.3 Einsatzbedingungen für Kollektoren .....	20
3.4 Zusammenfassung und Fazit.....	21
4 Quellenverzeichnis .....	22
Anhang .....	23

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Niedertemperatur-Kollektortypen .....	5
Abbildung 2: Einteilung marktverfügbarer Niedersttemperaturkollektoren .....	6
Abbildung 3: Stahlabsorber der Firmen NEP (links [9]) und Solahart (rechts; Foto: FH Ingolstadt) .....	7
Abbildung 4: Kunststoffabdeckung eines Thermosiphonanlagenkollektors (Foto: FH Ingolstadt) .....	7
Abbildung 5: Solartwin Kollektor [1] .....	8
Abbildung 6: Schnitt durch den Solarnor Kollektor (links [2]) und fassadenintegrierte Solarnor-Anlage in Oslo (rechts; Foto: FH Ingolstadt) .....	9
Abbildung 7: Durchströmung des Solarnor Kollektors [2].....	10
Abbildung 8: Kollektor "SunCache" von Harpiris Energy [6] .....	11
Abbildung 9: Luftkollektor TopSolar der Firma Grammer Solar [3] .....	12
Abbildung 10: Luftkollektorsystem Bomatherm der Firma puren [4] .....	13
Abbildung 11: Schema des SolarVenti Luftkollektors von VEH Solar- und Energiesysteme [5] .....	14
Abbildung 12: SOLAERA-Hybridkollektor der Fa. Consolar [7].....	15
Abbildung 13: Absorber des SOLAERA-Hybridkollektors der Fa. Consolar [8].....	15
Abbildung 14: Konfigurationen von Solar-Wärmepumpensystemen .....	18
Abbildung 15: Überblick über die marktverfügbaren Solar-Wärmepumpensysteme .....	19

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Konstruktive Merkmale von Niedersttemperaturkollektoren im Vergleich zu Hochleistungs-Flachkollektoren (Beispiele) .....	16
--	----

## 1 Ausgangssituation und Ziele

Der Markt für solarthermische Kollektoren wird heute von standardisierten Produkten wie Flach- und Vakuumröhrenkollektoren dominiert, die größtenteils in einer noch jungen und entwicklungsfähigen industriellen Produktion hergestellt werden. Daneben gibt es spezialisierte Produkte, die nur in sehr kleinen Stückzahlen gefertigt werden und auf spezifische Betriebstemperaturbereiche oder Anwendungsgebiete abgestimmt sind. Etwa 20 bis 30 % der Kosten für ein übliches Solarsystem werden typischerweise vom Kollektorfeld verursacht. Um bis zum Jahr 2030 eine flächendeckende Solarenergienutzung im Wärmeenergiesektor zu erreichen, muss zunächst das Kosten-Nutzen-Verhältnis von Solaranlagen weiter verbessert werden. Durch kontinuierliche Innovationsanstrengungen und den Ausbau industrieller Massenfertigung lassen sich bis 2030 die Kollektorkosten deutlich reduzieren und technische Herausforderungen meistern.

Die Arbeitsgruppe 1 der Deutschen Solarthermie-Technologie Plattform entwickelt vor diesem Hintergrund eine Forschungs- und Entwicklungsstrategie, die im Wesentlichen die Senkung der Gestehungskosten für Solarwärme und die Erreichung wirtschaftlicher Vorteile gegenüber konventioneller Wärmeerzeugung in immer mehr Anwendungsgebieten zum Ziel hat. Ansatzpunkte hierzu sind nicht nur die reine Senkung von Herstellkosten, sondern auch die Ertragssteigerung und die Erhöhung des Kundennutzens über die reine Funktion als Solarkollektor hinaus, wie beispielsweise durch den teilweisen Ersatz der Gebäudehülle in architektonisch ansprechender Weise. Jedes dieser Gebiete erfordert intensive Anstrengungen bei der Forschung und Entwicklung. Die Forschungs- und Entwicklungsthemen Materialien, Oberflächentechnologie, Integration und kombinierte Nutzung, Ausweitung der Anwendungsgebiete und Fertigungsverfahren werden auf ihre Potenziale hin untersucht und daraus eine mittel- bis langfristige Strategie zu deren Ausschöpfung erarbeitet.

Mit der vorliegenden Kurzstudie wurden die folgenden Ziele verfolgt:

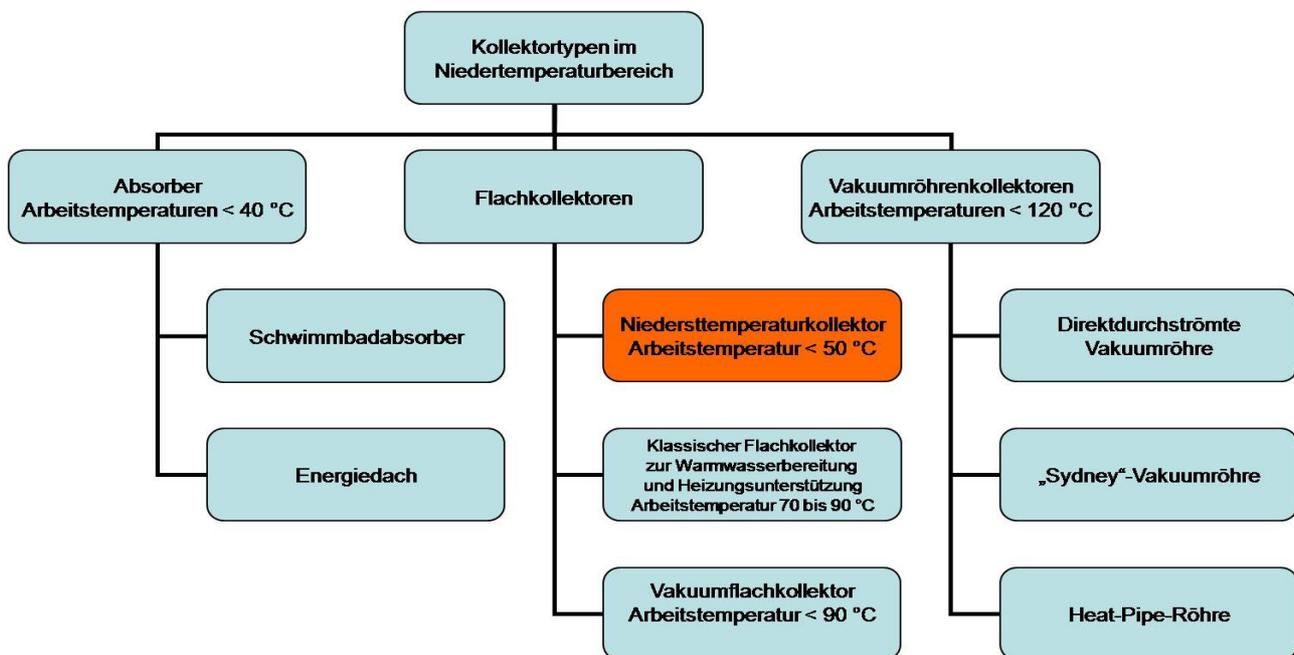
- ▶ Überblick über das Marktangebot und die Technologie von Niederst- und Niedertemperaturkollektoren,
- ▶ Überblick über das Marktangebot, die Technik sowie die Entwicklungstendenzen von Solar-Wärmepumpen-Systemen.

## 2 Niederst- und Niedertemperaturkollektoren

### 2.1 Einordnung von Niedertemperaturkollektoren

Im Bereich der solarthermischen Kollektoren werden im allgemeinen die Teilbereiche Niedertemperatur-, Mitteltemperatur- und Hochtemperaturkollektoren unterschieden. Klar definierte Betriebstemperaturgrenzen zwischen diesen Kollektorklassen werden in der Literatur nicht genannt, häufig werden jedoch Nieder- und Mitteltemperaturkollektoren bei ca. 120 °C und Mittel- und Hochtemperaturkollektoren bei ca. 250 °C abgegrenzt. Mit Niedertemperaturkollektoren werden dabei Anwendungen wie Brauchwassererwärmung, Heizungsunterstützung oder Schwimmbaderwärmung abgedeckt.

Abbildung 1 zeigt einen Überblick über Einsatzbereiche von Niedertemperaturkollektoren mit Betriebstemperaturen bis 120 °C. Dieses reicht von unabgedeckten Schwimmbadabsorbern mit einer Arbeitstemperatur von unter 40 °C, über Flachkollektoren bis hin zu Vakuumröhrenkollektoren, die bei günstigen Einsatzbedingungen eine Arbeitstemperatur von 120 °C erreichen können.



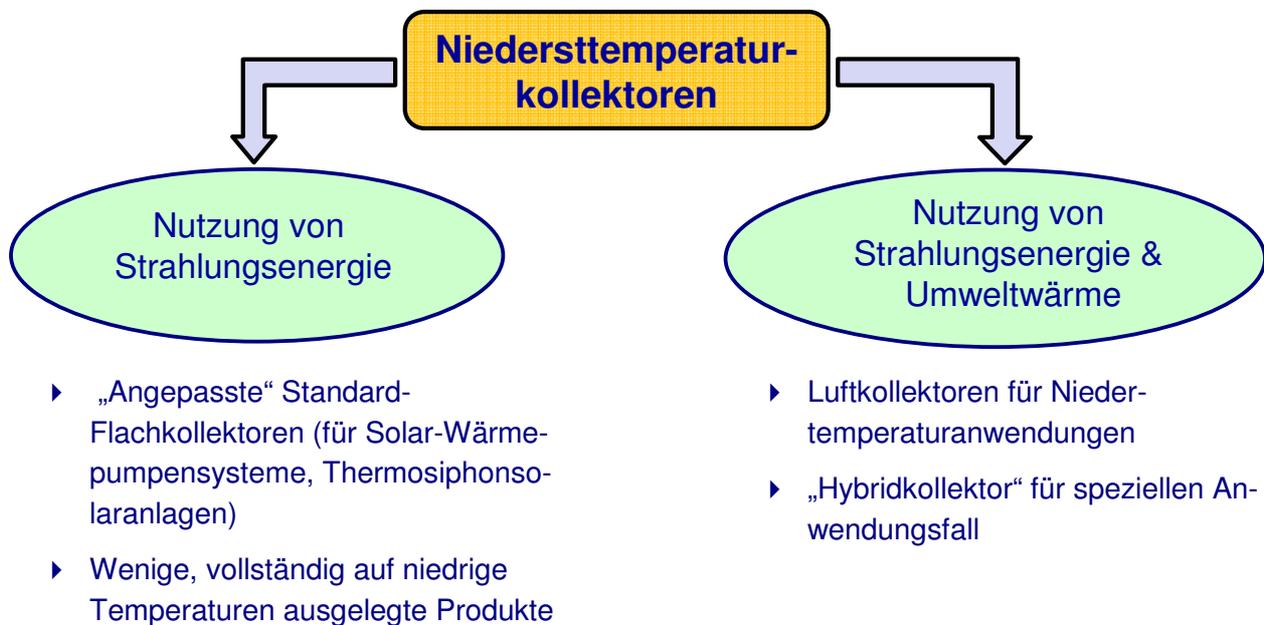
**Abbildung 1: Niedertemperatur-Kollektortypen**

Unter Niedertemperaturkollektoren werden dabei prinzipiell solche Kollektoren verstanden, die dem gleichen konstruktiven Bauprinzip folgen, wie die heute üblichen, abgedeckten Flachkollektoren. Aufgrund des einsatzbedingt erforderlichen niedrigen Temperaturniveaus, z.B. zur Versorgung einer Industriefußbodenheizung, Hallenheizung, zur Vorwärmung oder als Quelle einer Wärmepumpe, können sich diese Kollektoren jedoch konstruk-

tiv von den typischen, hochleistungsfähigen Kollektoren zur Warmwasserbereitung oder Heizungsunterstützung unterscheiden. Im Gegensatz zu Kollektoren beispielsweise für die Warmwasserbereitung, ist ein optimierter Betrieb von Niedersttemperaturkollektoren für die genannten Einsatzbereiche vor allem im niedrigen Temperaturbereich (ca.  $<50^{\circ}\text{C}$ ) erforderlich. Dazu können spezielle Anforderungen wie die Nutzung von Umgebungswärme oder der Betrieb unterhalb der Umgebungs- oder Nutztemperatur kommen.

## 2.2 Marktüberblick

Im Rahmen der vorliegenden Kurzstudie wurde eine Marktrecherche zu verfügbaren Kollektoren durchgeführt, die der genannten Definition von Niedersttemperaturkollektoren entsprechen. Dabei lassen sich die in [Abbildung 2](#) gezeigten Kollektortypen unterscheiden.



**Abbildung 2: Einteilung marktverfügbarer Niedersttemperaturkollektoren**

Im Bereich der Kollektoren für die ausschließliche Nutzung von Strahlungsenergie sind wenige Produkte verfügbar, die vollständig auf eine Niedertemperaturnutzung ausgelegt sind. Die überwiegende Mehrzahl von Kollektoren sind dabei angepasste Standardkollektoren für bestimmte Anwendungen wie etwa Solar-Wärmepumpensysteme oder Thermosiphonsolaranlagen. Des Weiteren sind Modelle verfügbar, die aufgrund des Einsatzes von Kunststoffen konstruktionsbedingt auf niedrige Betriebs- und Maximaltemperaturen ausgelegt sind. Daneben sind Luftkollektoren am Markt verfügbar, die häufig für Niedertemperaturanwendungen eingesetzt werden, sowie ein sogenannter Hybridkollektor, der für ein spezielles Solar-Wärmepumpensystem konzipiert wurde.

Auf in Solar-Wärmepumpensystemen eingesetzte Kollektoren wird in Abschnitt 3 näher eingegangen.

## Kollektoren für Thermosiphonsolaranlagen

Thermosiphonsolaranlagen werden in der Regel als kostengünstige Wärmeversorgungseinheiten vorwiegend in südlichen Breitengraden eingesetzt. Daher sind bei diesen Anlagen auch vermehrt Kollektoren im Einsatz die von den Bauprinzipien oder der Werkstoffauswahl der hochleistungsfähigen Kollektoren abweichen. Beispiele hierfür sind die geschweißten Stahlabsorber der *NEP – Productos de Energias Naturales S.L.* (ESP) oder der *Solahart Industries Pty. Ltd.* (AUS), die in Abbildung 3 dargestellt sind.



**Abbildung 3: Stahlabsorber der Firmen NEP (links [9]) und Solahart (rechts; Foto: FH Ingolstadt)**

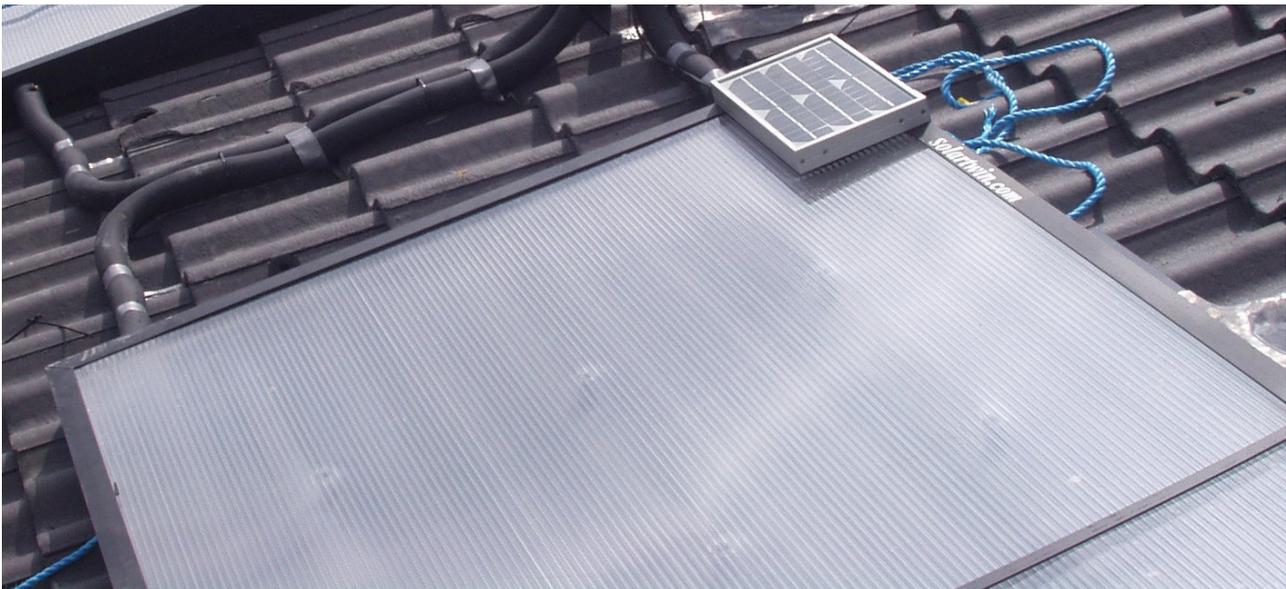
Ein weiteres Beispiel ist der Einsatz von Kunststoffabdeckungen beispielsweise in Thermosiphonsystemen der *Stibetherm S.A.* (GR). Verwendet wird hierbei eine speziell geformte, transparente PMMA-Abdeckung. Abbildung 4 zeigt die gewölbte Oberfläche der Abdeckung.



**Abbildung 4: Kunststoffabdeckung eines Thermosiphonanlagenkollektors (Foto: FH Ingolstadt)**

## Kunststoffkollektoren

Der Teil-Kunststoffkollektor von *Solartwin* (GB) ist ein kommerzielles Produkt und wird bereits seit mehreren Jahren in Großbritannien vertrieben. Entwickelt wurde der Kollektor an der *Napier University*, Edinburgh (GB), und wird in der Regel nachträglich in die bestehende Trinkwassererwärmungsanlage integriert. Das System und damit der Kollektor ist für typische britische Anlagen zur unterstützenden solaren Trinkwassererwärmung konzipiert und wird in der Regel mit nur einem Kollektor betrieben. Das Kollektormodul hat eine Größe von 2,5x1,3 m<sup>2</sup> und wiegt inklusive Wärmeträgermedium 33 kg bei einer Aperturfläche von etwa 2,8 m<sup>2</sup>. Die Firma *Solartwin* bietet das Produkt als Einbausatz an, der alle zur Installation benötigten Bauteile beinhaltet (Abbildung 5). Dazu gehören unter anderem auch die Pumpe und ein Photovoltaikelement zum netzunabhängigen Betrieb. Der Hersteller gibt Arbeitstemperaturen von rund 60 °C. An heißen Tagen mit ausreichend hoher Solarstrahlung können am Kollektor kurzzeitig Temperaturen von etwa 80 °C auftreten. Die Anlagen werden nicht mit einer Wasser-Glykol-Mischung sondern nur mit Trinkwasser betrieben, wodurch das System selbständig nicht frostsicher ist.



**Abbildung 5: Solartwin Kollektor [1]**

Der konstruktive Aufbau des Kollektors (mit Rahmen, Absorber, Abdeckung und Isolierung) unterscheidet sich nicht wesentlich von dem eines typischen Hochleistungs-Flachkollektors. Wie die Arbeitstemperaturen zeigen, ist das Kollektorsystem nicht auf Hochleistung und damit möglichst hohe Arbeitstemperaturen ausgelegt. Der wesentliche Unterschied zu herkömmlichen Flachkollektoren liegt im Absorber. Für diesen werden flexible Leitungen aus Silikonkautschuk in Verbindung mit Aluminiumblechen eingesetzt. Vorteil dieser Absorbertechnik ist, dass die Leitungen aus Silikonkautschuk bis zu einem gewissen Grad dehnbar sind. So ist das Gesamtsystem zwar nicht frostsicher, gefriert jedoch

das Wärmeträgermedium im Absorber wird dieser aufgrund der Volumenvergrößerung nicht beschädigt. Für die Abdeckung wird eine Doppelstegplatte aus Polycarbonat verbaut.

Der Voll-Kunststoffkollektor des norwegischen Unternehmens *Solarnor* wurde unter dem Aspekt entwickelt, Gebäude in Kombination mit einer Niedertemperaturheizung mit 20...25 °C zu beheizen. Mit dem Kollektor sollte dem Betreiber sowohl die Möglichkeit kleiner Anwendung, z.B. im Bereich von Einfamilienhäusern, als auch größerer Anwendungen, wie z. B. Krankenhäuser oder Altersheime gegeben sein. Zudem waren die Forderungen einen Kollektor zu entwickeln, der in seiner Größe flexibel ist, ein geringes Gewicht besitzt und dadurch einfach zu handhaben ist (vor allem bei der Montage).



**Abbildung 6: Schnitt durch den Solarnor Kollektor (links [2]) und fassadenintegrierte Solarnor-Anlage in Oslo (rechts; Foto: FH Ingolstadt)**

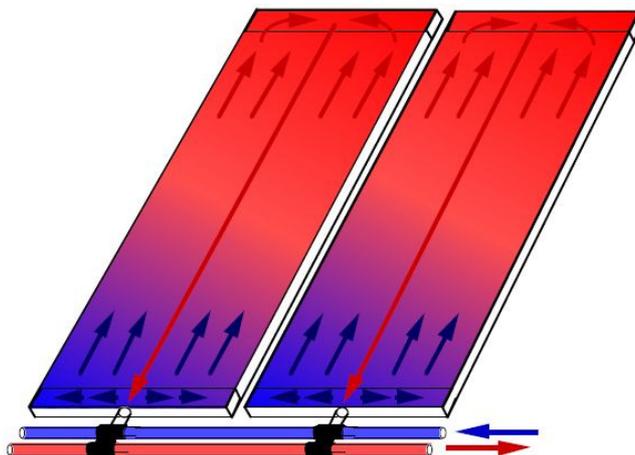
Der grundsätzliche Aufbau des Kollektors ist vergleichbar mit dem eines herkömmlichen Flachkollektors, allerdings handelt es sich um einen Vollkunststoffkollektor (Abbildung 6). Zur Abdeckung des Kollektors wird eine 10 mm dicke extrudierte Doppelstegplatte aus Polycarbonat eingesetzt. Der Werkstoff in Verbindung mit einer Doppelstegkonstruktion wird üblicherweise als Verglasung für Gewächshäuser oder Überdachungen von Terrassen und Carports verwendet. Vorteile sind zum einen die wesentlich geringere Dichte von 1,3 kg/dm<sup>3</sup> (im Vergleich zu 2,5 kg/dm<sup>3</sup> bei Glas), was zu einer nennenswerten Gewichtsersparnis führt. Zum anderen ist das Material in nahezu beliebigen Längen lieferbar, so dass bei der Längengestaltung des Kollektors und damit einer möglichen Gebäudeintegration z.B. in Fassaden große Flexibilität erreicht wird.

Für den *Solarnor*-Kollektor kommt für den Absorber ein PPO/PS-Blend zum Einsatz, das unter dem Handelsnamen NORYL vertrieben wird. Das Material wurde zusammen mit der Firma *GE Plastics* für den Einsatz abgestimmt. Die Herstellung des Absorbers erfolgt durch Extrusion. Es entsteht eine 10 mm dicke, dreiwandige Platte mit Längskanälen. Die Kanäle haben den Querschnitt eines Halbkreises mit einem Durchmesser von 4,5 mm und liegen unter der obersten Schicht des Absorbers. Endkappen für den oberen und unteren Abschluss sowie die Kollektoranschlüsse werden durch Spritzgießen gefertigt. Zur Konfek-

tionierung eines Absorbers wird das Rohteil auf die entsprechende Länge zugeschnitten sowie mit den Endkappen und Anschlüssen versehen. Es entstehen somit Standardkollektortlängen von 2,2 m, 3,15 m, 4,1 m und 6,0 m bei einer Breite von 0,6 m.

Die Abdeckung aus Polycarbonat sowie der Absorber sind in einem Rahmen aus Aluminium gefasst um die nötige Stabilität auch bei den großen Längen von 6 m zu erreichen.

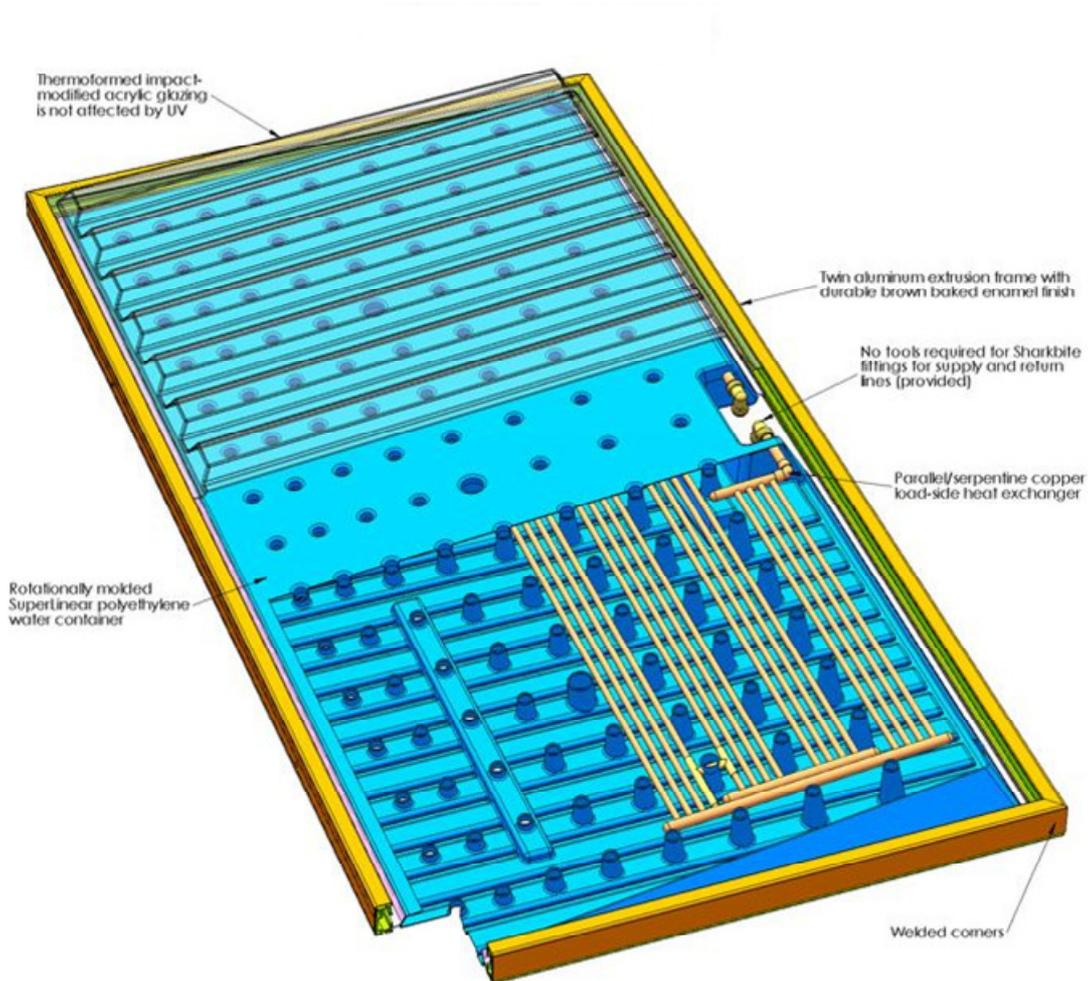
Die Funktion unterscheidet sich bedingt durch die konstruktive Gestaltung von der eines herkömmlichen Flachkollektors. Wie in Abbildung 7 zu erkennen ist, soll das kalte Wärmeträgermedium zuerst im unteren Teil des Absorbers über dessen gesamte Breite verteilt werden. Durch den anstehenden Druck im Kollektorkreislauf fließt das Medium über die Kanäle nach oben, wobei es erwärmt wird. Von dort aus wird das aufgeheizte Wärmeträgermedium über einen mittleren Kanal im Absorber wieder nach unten geführt und gelangt über die Kollektoranbindung zum Wärmespeicher. Es handelt sich bei den Anlagen um Drain-Back-Lösungen.



**Abbildung 7: Durchströmung des Solarnor Kollektors [2]**

Vom amerikanischen Unternehmen *Harpiris Energy* wurde unter der Vorgabe, die Kosten für Kollektoren zu halbieren ein Produkt für den US-amerikanischen Markt entwickelt. Dazu sollte weitestgehend auf Kupfer und Aluminium verzichtet werden und an deren Stelle Kunststoff verwendet werden. Der „SunCache“-Kollektor gehört definitionsgemäß zu den Speicherkollektoren (Abbildung 8). Somit unterscheidet er sich grundsätzlich von den beiden oben dargestellten Kollektoren und hat mit herkömmlichen Flachkollektoren kaum noch Gemeinsamkeiten. Zu den Speicherkollektoren besteht jedoch ebenfalls ein entscheidender Unterschied. Das Brauchwasser wird hier nicht wie bei anderen Produkten im Kollektorspeicher direkt erwärmt. In diesem aus Polyethylen gefertigtem Kollektorspeicher befindet sich beim SunCache ein frostsicheres Wärmeträgermedium. Die Energie wird über einen Wärmetauscher (aus Kupferrohren) vom Kollektorspeicher an einen anderen, im Gebäude befindlichen Speicher abgegeben. Der Kollektor erhält seine Stabilität durch einen geschweißten Aluminiumrahmen und wird von einer Acrylglasscheibe (PMMA) ab-

gedeckt. Auf eine Isolierung wie sie bei Flachkollektoren üblich ist, wird bei diesem Produkt verzichtet. Das Gesamtsystem ist eine Kombination aus Speicherkollektoren und einer klassischen thermischen Solaranlage.



**Abbildung 8:** Kollektor "SunCache" von Harpiris Energy [6]

### Luft- und Hybridkollektoren

Im Bereich der Luftkollektoren existieren zahlreiche Lösungen mehrerer Hersteller, die häufig für Niedertemperaturanwendungen, speziell im Industriebereich eingesetzt werden. Die einzelnen konstruktiven Lösungsansätze unterscheiden sich in diesem Bereich sehr stark.

Beispielsweise ist der Kollektor „TopSolar“ der Firma *Grammer Solar* verfügbar. Der Kollektor selbst besteht aus vier Komponenten ([Abbildung 9](#)).



**Abbildung 9: Luftkollektor TopSolar der Firma Grammer Solar [3]**

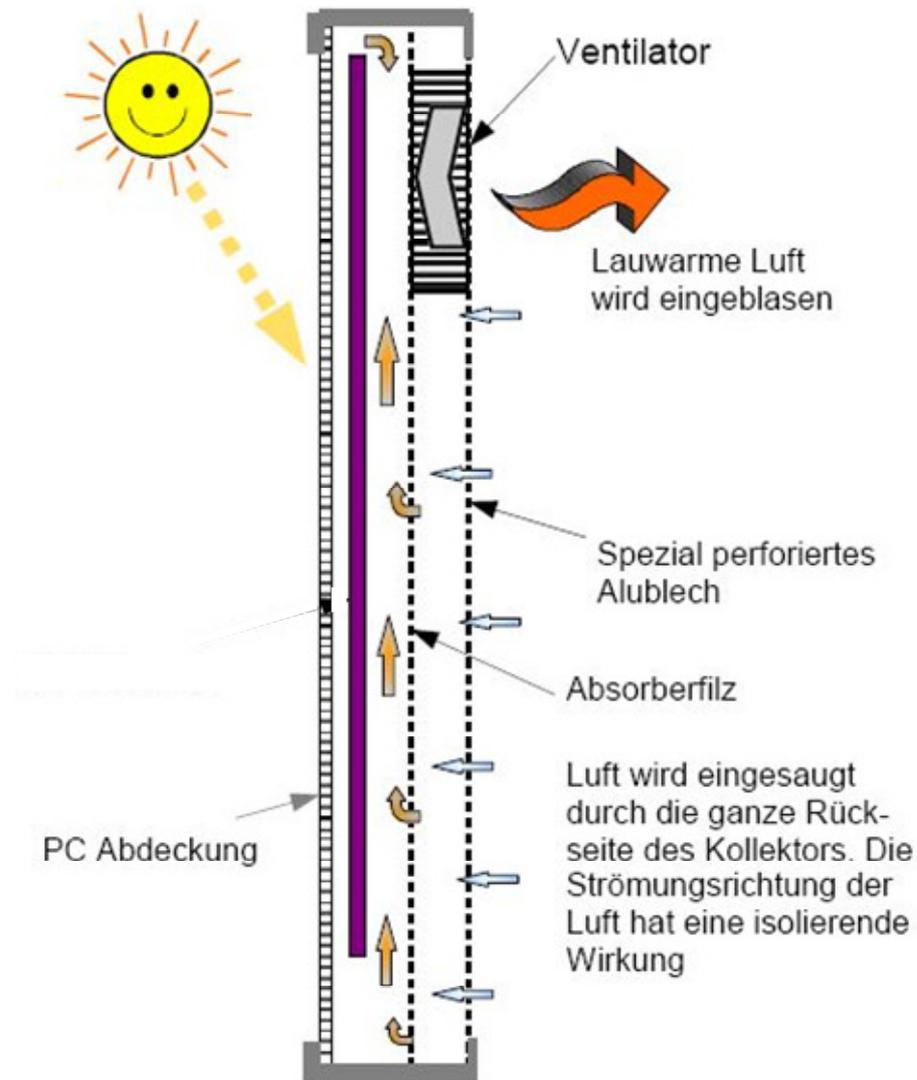
Im Kollektorgehäuse ist an der Rückwand eine Lage Isolierung eingebracht. Darüber liegt der eigentliche Wärmetauscher der aus mehreren nebeneinander liegenden Aluminiumkanälen besteht. Durch diese Kanäle wird die Umgebungsluft angesaugt und gelangt ins Innere des zu beheizenden Gebäudes. Abgedeckt wird der Kollektor von einer Glasscheibe.

Eine weiteres Produkt ist beispielsweise von der Firma *puren GmbH* verfügbar. Dabei ist der Kollektor allerdings nur eine Komponente eines Komplettsystems (Bomatherm-System; vgl. [Abbildung 10](#)). Dieses besteht aus Dampfsperre, Dämmung, wasserführendem Unterdach sowie den Kollektoren und ersetzt somit den kompletten Dachaufbau zwischen und über den Sparren. Der Kollektor selbst besteht aus einem abgedeckten Hohlkammerprofil. Der Absorber wird aus Polycarbonat extrudiert. Der Luftstrom wird auf seinem Weg von der Dachtraufe zum First erwärmt und tritt dort ins Gebäude ein, wo er auf die verschiedenen Abnehmer verteilt wird.



**Abbildung 10: Luftkollektorsystem Bomatherm der Firma puren [4]**

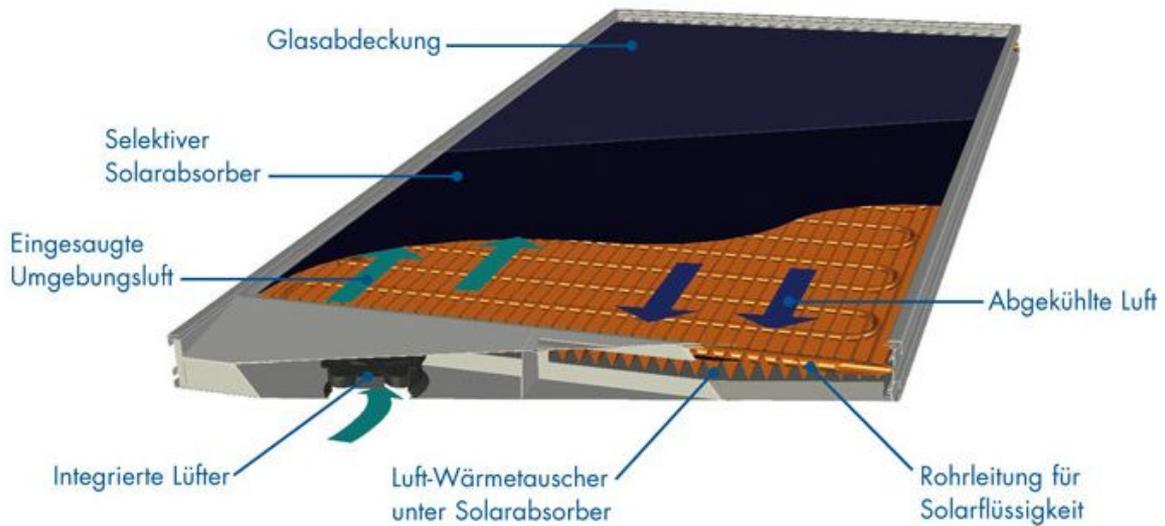
Der von *VEH Solar- und Energiesysteme GmbH* vertriebene und vom dänischen Hersteller *Aidt Milj* hergestellte „SolarVenti“-Luftkollektor ([Abbildung 11](#)) ist für kleine Anwendungen konzipiert, wie etwa Ferienhäuser. Die Umgebungsluft wird von der Rückseite des Kollektors in den Innenraum gesaugt. Der Kollektor selbst besteht aus einer Aluminium-Rahmenkonstruktion die durch eine Polycarbonat-Doppelstegplatte abgedeckt ist.



**Abbildung 11:** Schema des SolarVenti Luftkollektors von *VEH Solar- und Energiesysteme* [5]

Ein anderer Ansatz wird von der Firma *Consolar* mit dem Kollektor „SOLAERA“ verfolgt. Es handelt es sich dabei nicht um einen reinen Luftkollektor, sondern um einen sogenannten „Hybridkollektor“, der die Nutzung von Strahlung und Umgebungswärme der Außenluft erlaubt (Abbildung 12). Der Kollektor besitzt einen hochselektiv beschichteten Kupferabsorber mit darunter liegendem, flüssigkeitsdurchströmten Mäanderrohr. Darunter verbirgt sich jedoch ein mit Rippen versehener zusätzlicher Luftwärmetauscher (Abbildung 13). Damit kann im Fall zu geringer Sonneneinstrahlung das Wärmeträgermedium aufgewärmt werden, indem Umgebungsluft auf der Rückseite des Kollektors angesaugt und über den Wärmetauscher beziehungsweise den Absorber geführt wird. Das Einsatzgebiet des Kollektors ist in erster Linie das gleichnamige Solarwärmepumpensystem „SOLAERA“ von *Consolar*. Hier sollen auch die niedrigen Temperaturen, die durch den Einsatz des Luftwärmetauschers bei niedriger oder fehlender Einstrahlung erreicht werden noch genutzt

werden. Nach Auskunft des Herstellers fällt im Kollektor regelmäßig Kondensat an und gefriert unter Umständen auch.



**Abbildung 12: SOLAERA-Hybridkollektor der Fa. Consolar [7]**



**Abbildung 13: Absorber des SOLAERA-Hybridkollektors der Fa. Consolar [8]**

## 2.3 Zusammenfassung und Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass derzeit kaum Produkte verfügbar sind, die eigens für Niedersttemperaturanwendungen entwickelt wurden. Ausnahmen stellen hier etwa der Kollektor „SOLAERA“ der Fa. Consolar dar, der eigens für ein Heizungssystem mit speziellen Anforderungen konzipiert wurde.

In Tabelle 1 sind die konstruktiven Merkmale der dargestellten Kollektoren im Vergleich zu handelsüblichen Hochleistungs-Flachkollektoren zusammengefasst. Die Gegenüberstellung macht deutlich, dass für Niedersttemperaturkollektoren durch im Hinblick auf die Anwendungen verminderte erforderliche Leistungsfähigkeit in Teilbereichen auf vollständig andere Fertigungsverfahren in Verbindung mit alternativen Materialien zurückgegriffen werden kann.

**Tabelle 1: Konstruktive Merkmale von Niedersttemperaturkollektoren im Vergleich zu Hochleistungs-Flachkollektoren (Beispiele)**

	<b>Hochleistungs-Flachkollektor</b>	<b>Niedersttemperaturkollektor</b>
<i>Rahmen / Wanne</i>		
<i>Material</i>	Aluminium, vereinzelt Kunststoffbauteile	Aluminium, Kunststoffbauteile oder <b>Vollkunststoffgehäuse</b>
<i>Fertigung</i>	Tiefziehen, Nieten, Kleben, Clinchen, Schweißen	<b>Extrusion</b> , Kleben, Nieten
<i>Absorber</i>		
<i>Material</i>	Kupfer, Aluminium	Kupfer, Aluminium, Stahl, <b>Kunststoff, Metall-Kunststoffverbund</b>
<i>Fertigung</i>	Löten, Schweißen	Schweißen (auch <b>Punktschweißen</b> ), <b>Extrusion, Spritzguss, Kleben, Klemmen</b>
<i>Beschichtung</i>	Hochselektiv	(Hoch-)Selektiv, häufig keine <b>Beschichtung</b>
<i>Abdeckung</i>	Solarglas, teilweise doppelte Verglasung	Glas, bzw. häufig <b>Kunststoff</b> in unterschiedlicher Formgebung zur Stabilitätserhöhung
<i>Isolierung</i>	Steinwolle, PUR (auch Kombination)	Steinwolle, PUR, häufig keine oder geringe Dämmung
<i>Arbeitstemperatur</i>	70 ... 90 °C	< 50 °C
<i>Wärmeträgermedium</i>	Wasser-Glykol-Mischung, selten unbehandeltes Wasser	Wasser-Glykol-Mischung, häufig <b>unbehandeltes Wasser, Luft</b>
<i>Kollektorbelüftung</i>	Belüftungsöffnungen	Belüftungsöffnungen, (Belüftung in Einzelfällen speziell ausgestaltet aufgrund evtl. anfallenden Kondensats, ggf. <b>Kollektorentwässerung</b> erforderlich)

### 3 Solar-Wärmepumpensysteme

Die Kombination von solarthermischen Kollektoren und Wärmepumpen stellt eine aussichtsreiche Anwendung von Niedersttemperaturkollektoren dar, das es diese Systeme mittels der Wärmepumpe erlauben (Umgebungs-) Wärme auch unter der Umgebungs- oder Nutzttemperatur zu erschließen. Es wurden dabei in der vorliegenden Recherche ausschließlich Systeme betrachtet, in denen die Kollektoren (auch) als direkte oder indirekte Wärmequelle für die Wärmepumpe dienen und sich Systeme und Kollektoren somit von herkömmlichen Ansätzen unterscheiden können. Ein Schwerpunkt wurde auf die für diese Systeme eingesetzten Kollektoren gelegt.

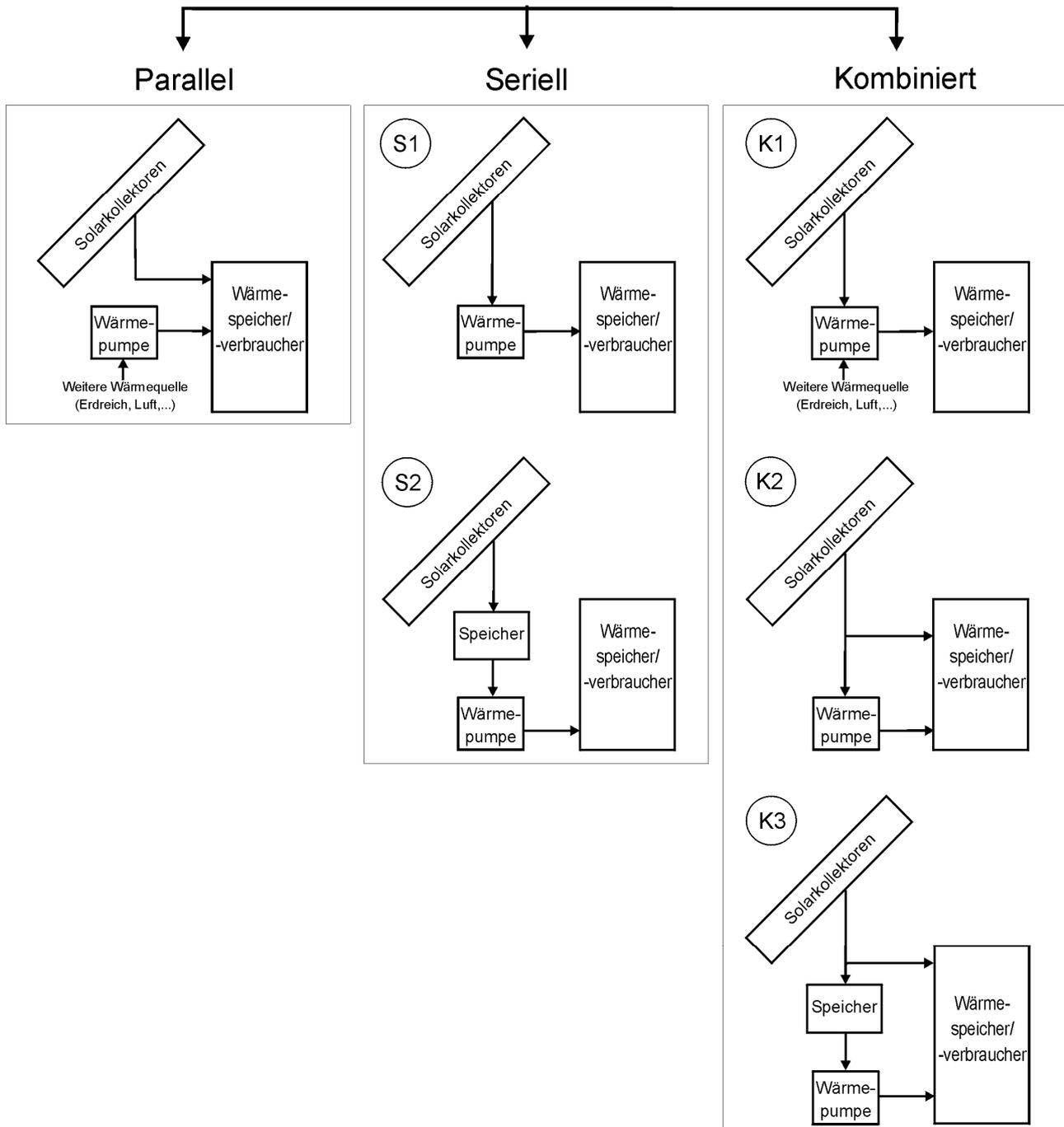
#### 3.1 Umfeld und technologische Ansätze

Wärmepumpen befinden sich zur Gebäudeheizung bereits seit mehreren Jahrzehnten im Einsatz. In Deutschland, aber auch im restlichen Europa, erlebte die Wärmepumpe einen ersten großen Boom während der zweiten Ölkrise in den Jahren 1979 und 1980. Jedoch verebbte mit dem Rückgang der Ölpreise auch die Nachfrage nach Wärmepumpen wieder. Erst verbunden mit einem erneuten und stetigen Anstieg der Kosten für fossile Brennstoffe, steigt seit Mitte der neunziger Jahre die Nachfrage nach Wärmepumpen kontinuierlich an. Der Betrieb von Wärmepumpen erfolgt entweder monovalent, d.h. die WP sorgt alleine für Heizwärme und Warmwasser. Alternativ werden die Anlagen bivalent betrieben, d.h. die Wärmepumpe ist kombiniert mit einem weiteren Heizsystem. Als Niedertemperatur-Wärmequelle werden in der Regel Grundwasser, Erdreich beziehungsweise Umgebungsluft verwendet. Wärmepumpenanlagen sind -abgesehen von der weniger effizienten Luftwärmepumpe- damit angewiesen auf aufwändige Wärmetauscher für die Umweltenergie, meist Erdreichwärmetauscher in Form von großflächigen Rohrschlangen oder Sonden, was deren Verbreitung vor allem im Gebäudebestand aber auch im Neubaubereich teilweise massiv behindert. Vor diesem Hintergrund wäre eine Verknüpfung der Wärmepumpentechnologie mit solarthermischen Anlagen wünschenswert, die einen Verzicht auf aufwändige Erdreichwärmetauscher und einen fossil betriebenen Zusatzwärmeerzeuger bei energieeffizientem Betrieb der Gesamtanlage ermöglicht.

Inzwischen werden daher in der einschlägigen Industrie und einigen Forschungseinrichtungen Ansätze untersucht, die dem Gedanken folgen, dass sich Wärmepumpe und thermische Solaranlage bei entsprechender Kombination sinnvoll ergänzen und gegenseitig ihre jeweiligen Schwächen zumindest abmildern können. Bereits in der Vergangenheit wurden ähnliche Systemansätze mit thermischen Solarkollektoren und Wärmepumpe in Theorie und Versuch betrachtet. Ein Überblick und eine qualitative Bewertung der verschiedenen Aktivitäten werden beispielsweise in [10] und [11] gegeben. Einige dieser Systeme erreichten dabei eine beachtliche Leistungsfähigkeit, insbesondere vor dem Hinter-

grund, dass die Mehrzahl dieser Untersuchungen bereits in den 1970ern durchgeführt wurde.

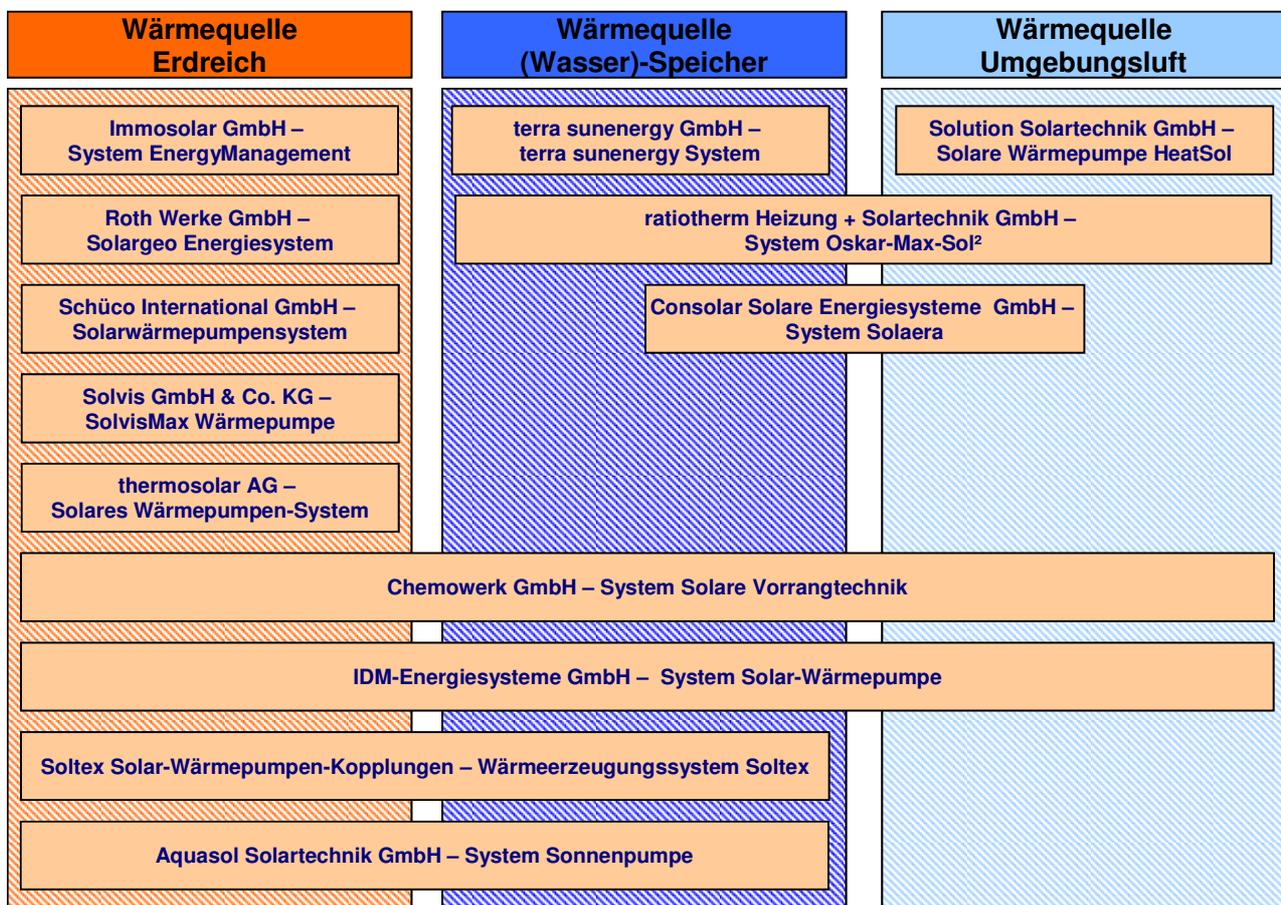
Abbildung 14 zeigt die grundlegenden Konfigurationen von kombinierten Solar-Wärmepumpensystemen. In der vorliegenden Studie wurden ausschließlich Systeme betrachtet, die einen seriellen oder kombinierten Betrieb erlauben, also die solarthermischen Kollektoren auch in die Quelle der Wärmepumpe einbinden.



**Abbildung 14: Konfigurationen von Solar-Wärmepumpensystemen**

### 3.2 Marktüberblick

Im Rahmen der vorliegenden Kurzstudie wurden derzeit gemäß Herstellerinformation marktverfügbare Solar-Wärmepumpensysteme betrachtet. Dabei zeigte sich, dass derzeit 13 Solar-Wärmepumpensysteme von elf deutschen und zwei österreichischen Anbietern verfügbar sind. Eine prinzipielle Einteilung der Systeme kann aufgrund der verwendeten Wärmequelle erfolgen, die vorrangig verwendet wird. Abbildung 15 zeigt die Anbieter mit den Systemen, eingeteilt entsprechend der Quellen Erdreich (Sonde oder Erdreichkollektor), (Wasser-) Speicher und Umgebungsluft.



**Abbildung 15: Überblick über die marktverfügbaren Solar-Wärmepumpensysteme**

Mehr als die Hälfte der Anbieter setzt dabei auf Erdreich als primäre Wärmequelle. Umgebungsluft wird dagegen nur von zwei Unternehmen als Hauptwärmequelle genutzt. Einige Systeme sind so konzipiert, dass Sie je nach eingesetzter Wärmepumpe mit unterschiedlichen Wärmequellen betrieben werden können. Für das Kollektorfeld werden von beinahe allen Anbietern Flachkollektoren eingesetzt. Ein Anbieter setzt Vakuumflachkollektoren ein

(*thermosolar AG*), zwei Unternehmen bieten auf Kundenwunsch Vakuumröhrenkollektoren an (*terra sunenergy GmbH, Solvis GmbH&Co. KG*).

Die solarthermische Komponente des Solar-Wärmepumpensystems wird von allen Herstellern vorrangig dazu eingesetzt, bei ausreichender Einstrahlung einen Pufferspeicher direkt zu beladen. Erst in zweiter Instanz übernimmt diese die Rolle zur direkten oder indirekten Unterstützung der Wärmepumpe auf der Quellenseite. Hierbei ist ein Trend hin zur Erdreichregeneration erkennbar. Als direkte Wärmequelle für die Wärmepumpe wird die Solaranlage nur in zwei Systemen eingesetzt (*Immosolar GmbH, ratiotherm Heizung + Solartechnik GmbH*).

In Anhang 1 dieser Studie werden Detailinformationen zu den einzelnen Systemen gegeben. Dabei ist zu beachten, dass es sich um Herstellerinformationen handelt, die den jeweiligen technischen Unterlagen entnommen, beziehungsweise in persönlicher Befragung der Hersteller erhoben wurden.

### 3.3 Einsatzbedingungen für Kollektoren

Bei Betrachtung der verfügbaren Solar-Wärmepumpensysteme wird deutlich, dass die eingesetzten Kollektoren einerseits gleichen oder ähnlichen Betriebsbedingungen unterliegen wie in herkömmlichen Heizungssystemen. Andererseits sind aber Betriebszustände denkbar, die deutlich davon abweichen können. So wird in praktisch allen Systemen darauf abgezielt solare Wärme auf einem niedrigen Temperaturniveau zu nutzen, z.B. zur Erdreichregeneration oder als direkte Quelle für die Wärmepumpe. Diese verbesserte Nutzung der Solaranlage unter Umgebungs- oder Nutztemperatur erscheint sinnvoll, kann aber mit unerwünschten Folgen verbunden sein. So können durch niedrige Kollektorrücklauftemperaturen Betriebszustände auftreten unter denen es zu einer erhöhten Kondensatbildung am Kollektor kommt. Durch den Kondensatanfall könnten wiederum beispielsweise Ablagerungen auf Absorber und Abdeckung, ein Einfluss auf Beschichtung und Dämmung oder Vereisung am Absorber möglich sein.

Für die Datenerhebung der vorliegenden Studie wurde bei den Anbietern unter anderem der Umgang mit einer eventuellen Kondenswasserbildung im Kollektor abgefragt, wobei sich ein sehr heterogenes Bild ergab (vgl. auch Anlage 1):

- ▶▶ 4 Anbieter verhindern die Kondensatbildung mittels einer Mindesttemperaturregelung des Kollektorrücklaufs.
- ▶▶ 5 Hersteller setzen konstruktiv angepasste Flachkollektoren ein.
- ▶▶ 4 Anbieter gehen nicht von einem erhöhten Kondensatanfall aus.

Ungeachtet der Tatsache, dass eine Mindesttemperaturregelung die vollständige Nutzung des Potenzials der Solaranlage per se einschränkt, sind gesicherte Erkenntnisse zu den Einsatzbedingungen der Kollektoren in den Systemen offenbar teilweise nicht verfügbar.

So konnten innerhalb der Studie nur sehr eingeschränkte Angaben zu Häufigkeit und Menge des Kondensatanfalls an Kollektoren in den jeweiligen Solar-Wärmepumpensystemen erhoben werden.

### **3.4 Zusammenfassung und Fazit**

Solar-Wärmepumpensysteme sind inzwischen in nennenswerter Anzahl marktverfügbar, wobei sich die Systeme in Konzeption, Aufbau und Funktion teilweise erheblich unterscheiden. Im Zuge der Befragung wurde wiederholt deutlich, dass eine einheitliche Vergleichsgrundlage für derartige Systeme hinsichtlich der Systemeffizienz nicht verbreitet ist. Für einen energetischen Vergleich von Anlagen -auch mit herkömmlichen Heizsystemen- sollten hier zukünftig relevante Bewertungsgrößen identifiziert und verbreitet werden, wie es bereits in einzelnen Untersuchungen vorgeschlagen wurde [12, 13]. Hierbei sollte beispielsweise auch die Bewertung des zusätzlichen Hilfsenergiebedarfs für Pumpen und Peripherie Eingang finden, der erheblichen Einfluss auf die Primärenergiebilanz der Systeme haben kann.

Eine weitere Herausforderung stellt die Komplexität der Systeme durch die zahlreichen eingesetzten Komponenten und den daraus resultierenden zahlreichen möglichen Betriebszuständen dar. Dieser Tatsache muss in erster Linie durch eine verstärkte Entwicklung von Regelungsstrategien Rechnung getragen werden, insbesondere wenn ein energetisch optimierter Betrieb erreicht werden soll.

Im Hinblick auf die Umweltbilanz von Solar-Wärmepumpensystemen bezüglich deren Klimarelevanz wäre eine größere Sensibilität der Hersteller gegenüber den in den Wärmepumpen eingesetzten Kältemitteln wünschenswert. Die üblicherweise eingesetzten Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) sind zwar für die Ozonschicht unbedenklich und werden daher häufig als umweltfreundlich bezeichnet. Allerdings besitzen FKW ein äußerst beachtliches Treibhauspotenzial und können selbst bei geringen Füllmengen den „Klimaschutzvorteil“ eines (Solar-) Wärmepumpensystems gegenüber einem mit fossilem Energieträger betriebenen Heizsystem nennenswert verringern (vgl. auch [14]). Die standardmäßige Verwendung von FKW-freien Kältemitteln (z.B. Propan R290), wie es im Bereich der Kühl- und Gefriergeräte bereits üblich ist, sollte daher angestrebt werden.

In den Systemen werden in erster Linie Standard-Flachkollektoren oder angepasste Flachkollektoren eingesetzt. Insgesamt scheinen die Kollektoreinsatzbedingungen in den Solar-Wärmepumpensystemen, insbesondere wenn Umgebungswärme auf niedrigem Temperaturniveau genutzt werden soll, nur bedingt bekannt zu sein. So wird die Problematik eines eventuell erhöhten Kondensatanfalls von den Systemanbietern äußerst unterschiedlich bewertet und angegangen. Eine detailliertere Erfassung der Anforderungen an Kollektoren in Solar-Wärmepumpensystemen erscheint hierbei unabdingbar, vor allem wenn optimierte Kollektoren für diese Systeme entwickelt werden sollen.

## 4 Quellenverzeichnis

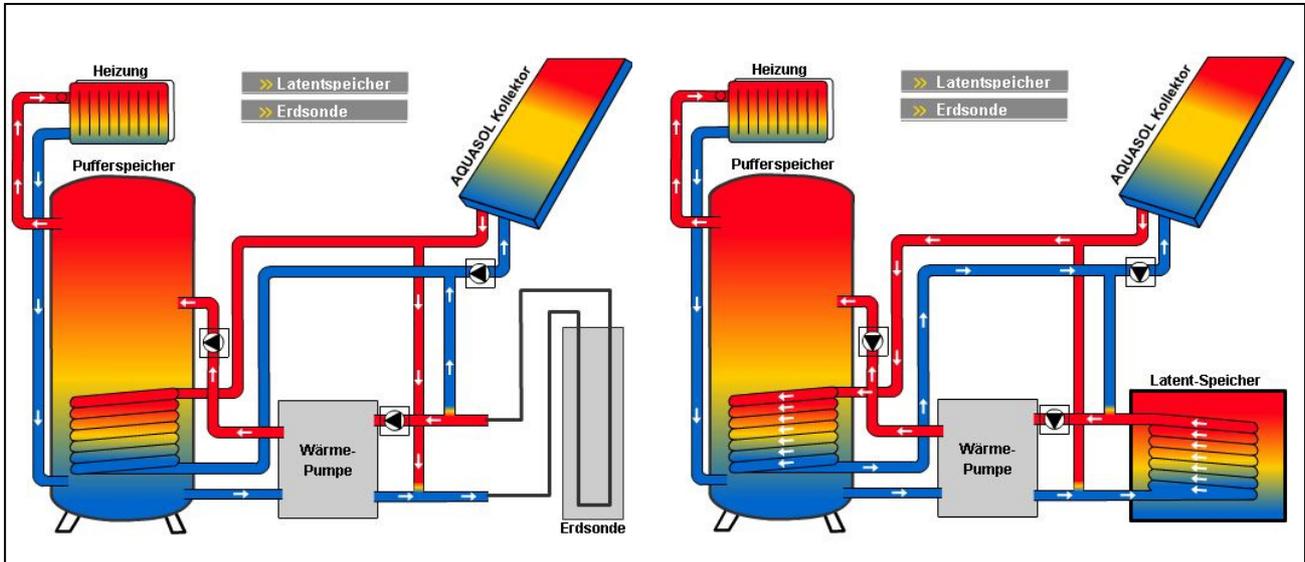
- [1] Solar Twin Ltd: [www.solartwin.com](http://www.solartwin.com), Zugriff August 2008
- [2] Solarnor AS: [www.solarnor.com](http://www.solarnor.com), Zugriff August 2008
- [3] Grammer Solar GmbH: [www.grammer-solar.de](http://www.grammer-solar.de), Zugriff August 2008
- [4] puren GmbH: [www.puren.com](http://www.puren.com), Zugriff August 2008
- [5] VEH Solar- und Energiesysteme GmbH & Co. KG: [www.solarvent.de](http://www.solarvent.de), Zugriff August 2008
- [6] Harpiris Energy: [www.harpiris.com](http://www.harpiris.com), Zugriff August 2008
- [7] Consolar Solare Energiesysteme GmbH: [www.consolar.de](http://www.consolar.de), Zugriff November 2008
- [8] Leibfried, U.: *Entwicklung einer Solarheizung mit Wärmepumpe für Niedrigenergiehäuser mit Primärenergieeinsparung >50%*, Abschlussbericht Az. 21074, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Lörrach, August 2007
- [9] *NEP – Productos de Energias Naturales S.L.* (ESP), Produktinformation, [www.nepsolar.com](http://www.nepsolar.com)
- [10] Trinkl, C.; Zörner, W.; Hanby, V.: *A Review on Solar-Assisted Heat Pump Systems for Domestic Heating*, 5<sup>th</sup> ISES Europe Solar Conference (EuroSun2004), Freiburg, 20.-23.06.2004
- [11] Trinkl, C.; Zörner, W.; Hanby, V.: *Solares Heizen mit Wärmepumpe – Ein Überblick über Heizsysteme der letzten 30 Jahre*, 15. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 27.-29.04.2005
- [12] Bachmann, S.; Drück, H.; Müller-Steinhagen, H.: *Solarthermie und Wärmepumpe – Vorstellung verschiedener Konzepte für solare Kombianlagen*, 18. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 23.-25.04.2008
- [13] Kroker, J.; Faber, C.; Trinkl, C.; Zörner, Z.: *Der Garten bleibt: Solares Heizen mit Wärmepumpe und Latentwärmespeicher verzichtet auf großflächige Erdwärmetauscher*, Erneuerbare Energien 08/2008, pp. 46-49
- [14] Quaschnig, V.: *Renaissance der Wärmepumpe*, Sonne, Wind & Wärme 09/2006, pp. 28-31

## **Anhang 1:**

### **Datenblätter zu Solar-Wärmepumpensystemen (gemäß Herstellerangaben)**

## System AQUASOL

Anbieter: AQUASOL Solartechnik GmbH, Neu Ulm ([www.augasol-solartechnik.de](http://www.augasol-solartechnik.de))



### Systemtechnik:

<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Sole/Wasser oder Wasser/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	10 oder 13 (in Referenzanlagen)
	Quelle	Erdsonde oder Latentwärmespeicher
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flachkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	24 oder 32 (in Referenzanlagen)
<b>Speicher</b>		Pufferspeicher
		Erdreich (bei Sole/Wasser WP)
		Latent-Speicher (bei Wasser/Wasser WP)

Kondenswasser	Kaum Kondensatanfall, Kollektor trocknet über Öffnungen wieder aus
---------------	--

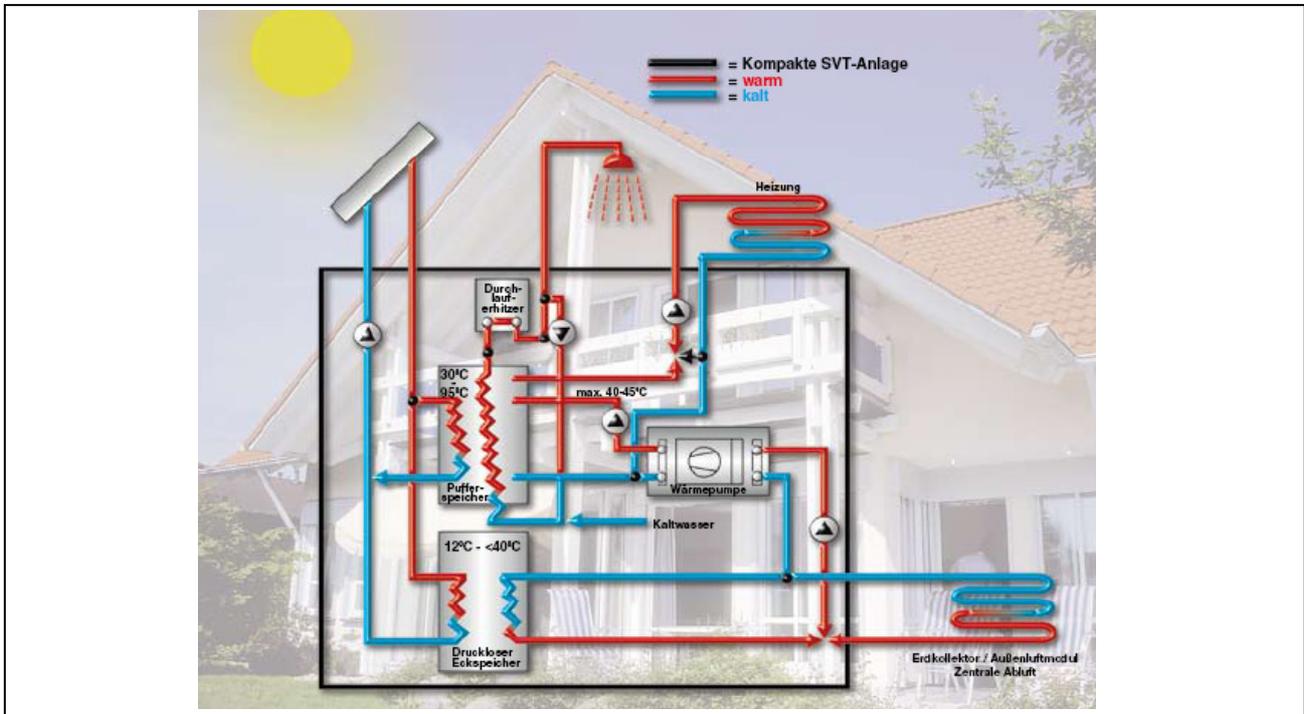
### Systembeschreibung

Das System wird in zwei Ausführungen angeboten. So kann die Wärmepumpe zum einen das Erdreich (über eine Erdsonde) oder zum anderen einen Latentspeicher als Wärmequelle nutzen. Die Solarkollektoren beladen vorrangig den Pufferspeicher. In den Sommermonaten wird diese Wärme nur für das Brauchwasser eingesetzt. Die überschüssige Wärme wird durch die Erdkollektoren ins Erdreich oder in den Latentwärmespeicher geführt.

Während des Wärmepumpenbetriebs im Winter wird das Erdreich bzw. der Latentwärmespeicher soweit abgekühlt, dass dieses bzw. dieser auch in den Wintermonaten von den Solarkollektoren beladen werden kann. So wird ein Betrieb bereits ab 8°C Außentemperatur möglich.

## System CHEMO

Anbieter: Chemowerk GmbH, Weinstadt ([www.chemo.de](http://www.chemo.de))



### Systemtechnik:

<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Sole/Wasser oder Luft/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	5,3 oder 7,2
	Quelle	Niedertemperaturspeicher oder Erdkollektor / Umgebungsluft
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flachkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	12 (in Referenzanlagen)
<b>Speicher</b>		Pufferspeicher (Hochtemperatur 0,6 oder 1 m <sup>3</sup> )
		Niedertemperaturspeicher 0,7 m <sup>3</sup>

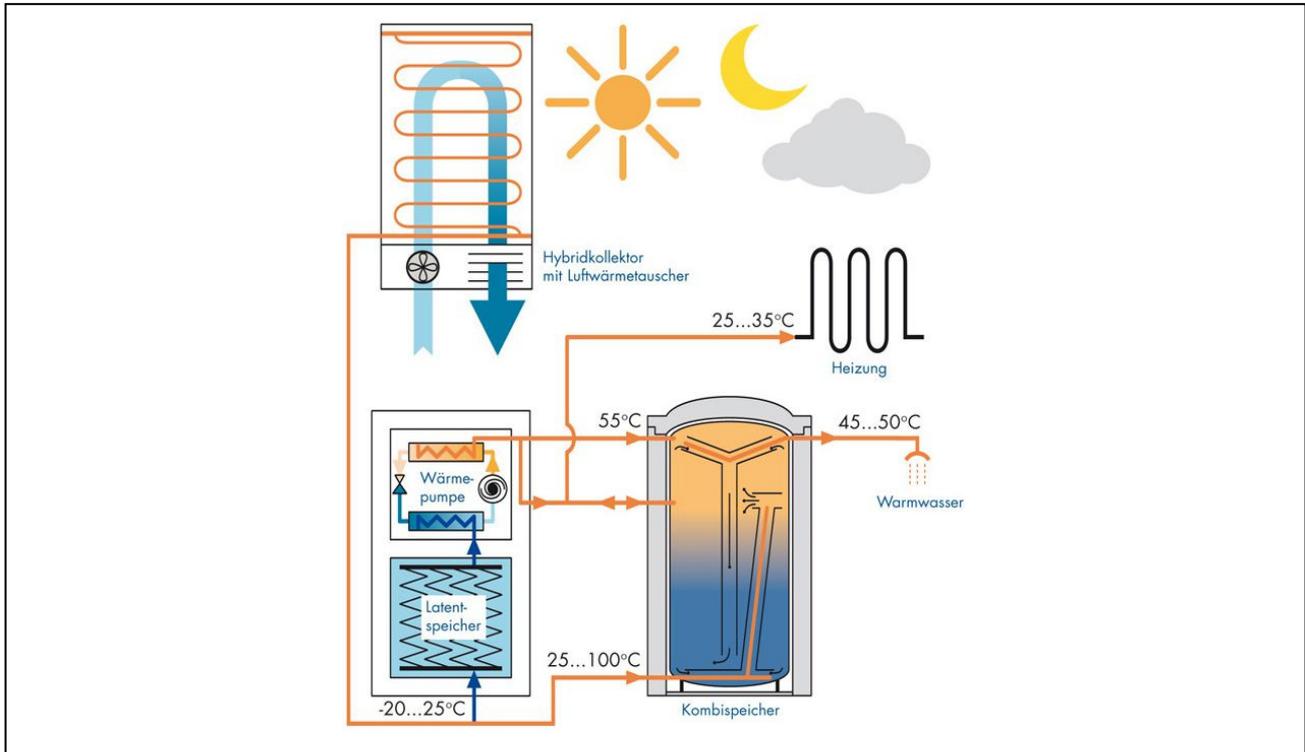
Kondenswasser	Mindesttemperatur für den Kollektorrücklauf durch Systemregelung
---------------	--

### Systembeschreibung

Die Solarkollektoren beladen vorrangig den Pufferspeicher. Ist das Temperaturniveau des Kollektors für den Pufferspeicher zu gering, so wird der Niedertemperaturspeicher beladen. Die Wärmepumpe nutzt für den Betrieb das Temperaturniveau des Niedertemperaturspeichers, welches höher als das Temperaturniveau im Erdreich ist. Dadurch kann die Wärmepumpe eine höhere Jahresarbeitszahl erreichen. Ist der Speicher erschöpft, nutzt die Wärmepumpe den Erdkollektor bzw. das Außenluftmodul.

## System SOLERA

Anbieter: Consolar Solare Energiesysteme GmbH, Frankfurt a. M. ([www.consolar.de](http://www.consolar.de))



### Systemtechnik:

<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Wasser/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	5 bis 7
	Quelle	Latentwärmespeicher
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Hybridkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	20 - 25
<b>Speicher</b>		Pufferspeicher 1 m <sup>3</sup>
		Latentwärmespeicher 0,32 m <sup>3</sup>

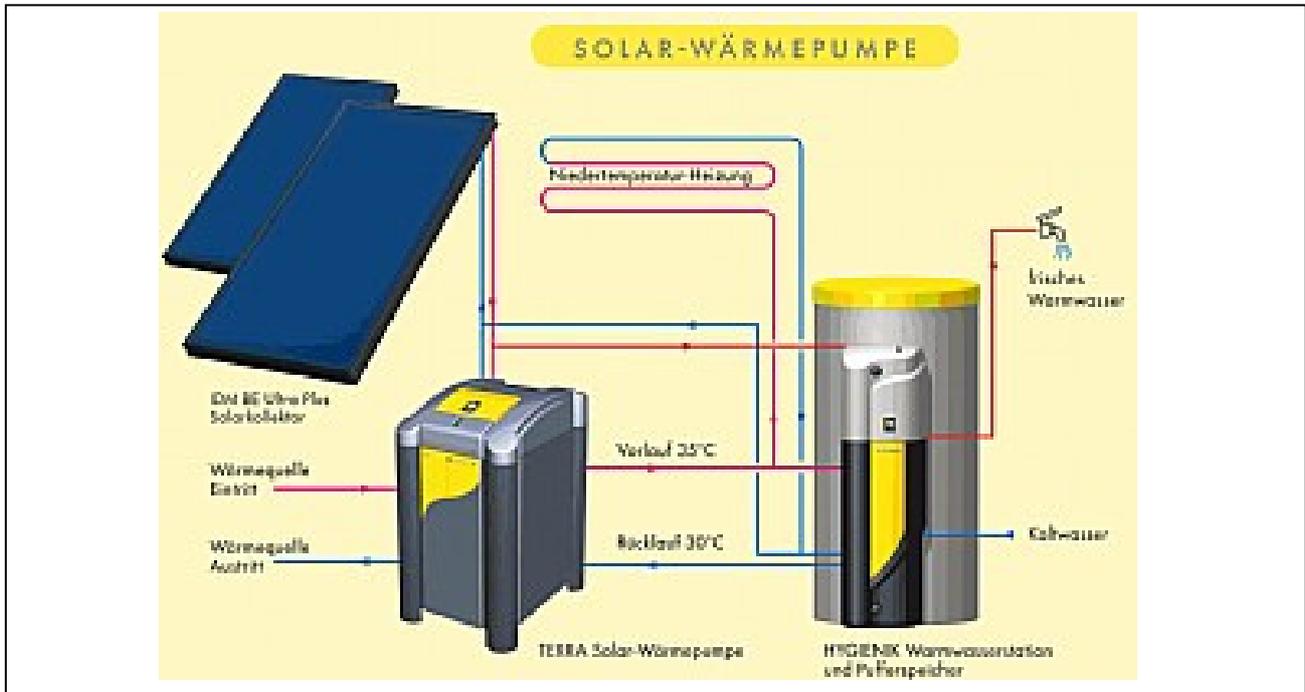
Kondenswasser	Fällt regelmäßig an und gefriert auch, es kann über Öffnungen am Kollektor ablaufen
---------------	---

### Systembeschreibung

Die Solarkollektoren beladen bei Sonneneinstrahlung den Kombispeicher, welcher die Wärme direkt für die Raumheizung und das Warmwasser zur Verfügung stellt. Bei niedrigeren Kollektortemperaturen wird der Latentwärmespeicher beladen, der in einem Temperaturbereich von –20 bis 25 °C arbeitet. Ist der Kombispeicher zur Wärmeversorgung alleine nicht mehr in der Lage, schaltet sich die Wärmepumpe ein und nutzt die gespeicherte Wärme des Eisspeichers (Latentwärmespeicher) und stellt ein ausreichendes Temperaturniveau zur Verfügung.

## System IDM Solarwärmepumpe

Anbieter: *IDM-Energiesysteme GmbH, Matri (www.idm-energie.com)*



### Systemtechnik:

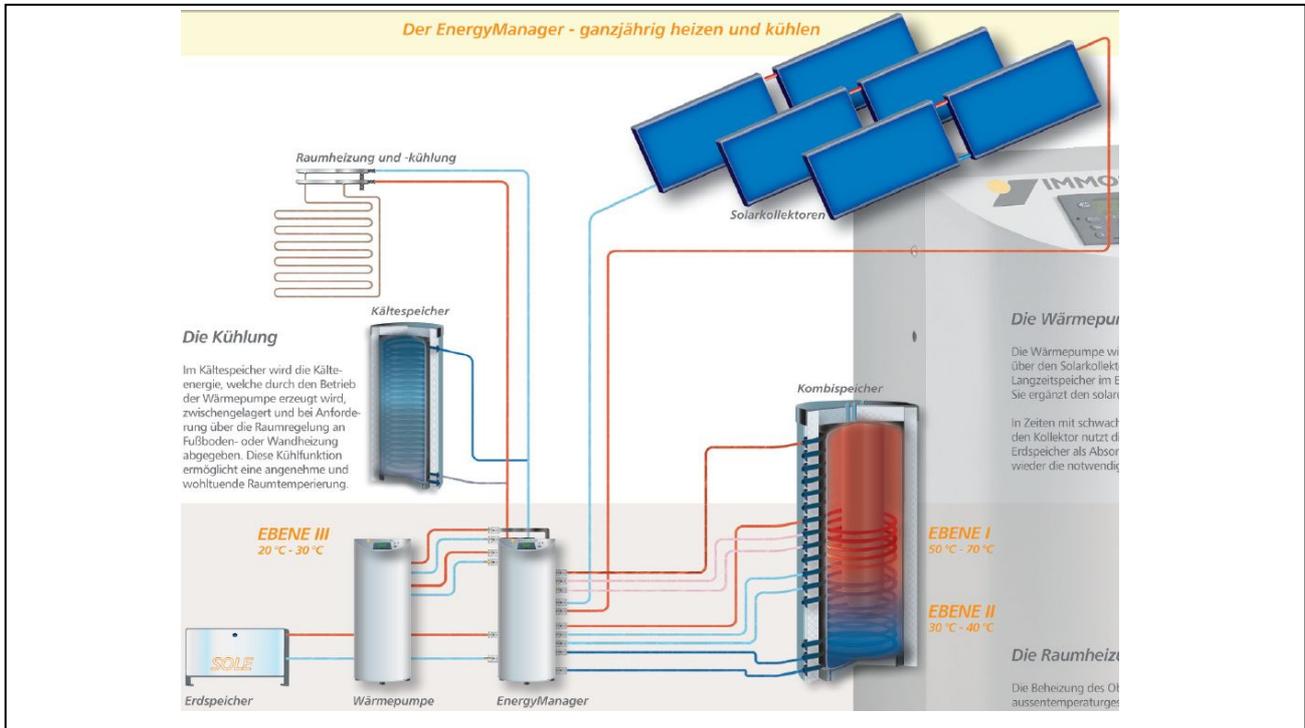
<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Sole/Wasser, Wasser/Wasser oder Luft/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	3,4 bis 30
	Quelle	Erdreich, Wasser, Umgebungsluft
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flachkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	keine Angabe
<b>Speicher</b>		Pufferspeicher
		Erdreich
<b>Kondenswasser</b>	Keine Angabe	

### Systembeschreibung

Die Solarkollektoren beladen bei ausreichendem Strahlungsangebot den Pufferspeicher, der die Wärme für die Heizung und das Warmwasser bereitstellt. Bei niedrigen Kollektortemperaturen wird das Erdreich regeneriert. Kann der Pufferspeicher das Temperaturniveau nicht mehr zur Verfügung stellen, belädt die Wärmepumpe den Speicher und nutzt dafür das Erdreich.

## System EnergyManagement

Anbieter: Immosolar GmbH, Mörfelden-Walldorf ([www.immosolar.com](http://www.immosolar.com))



### Systemtechnik:

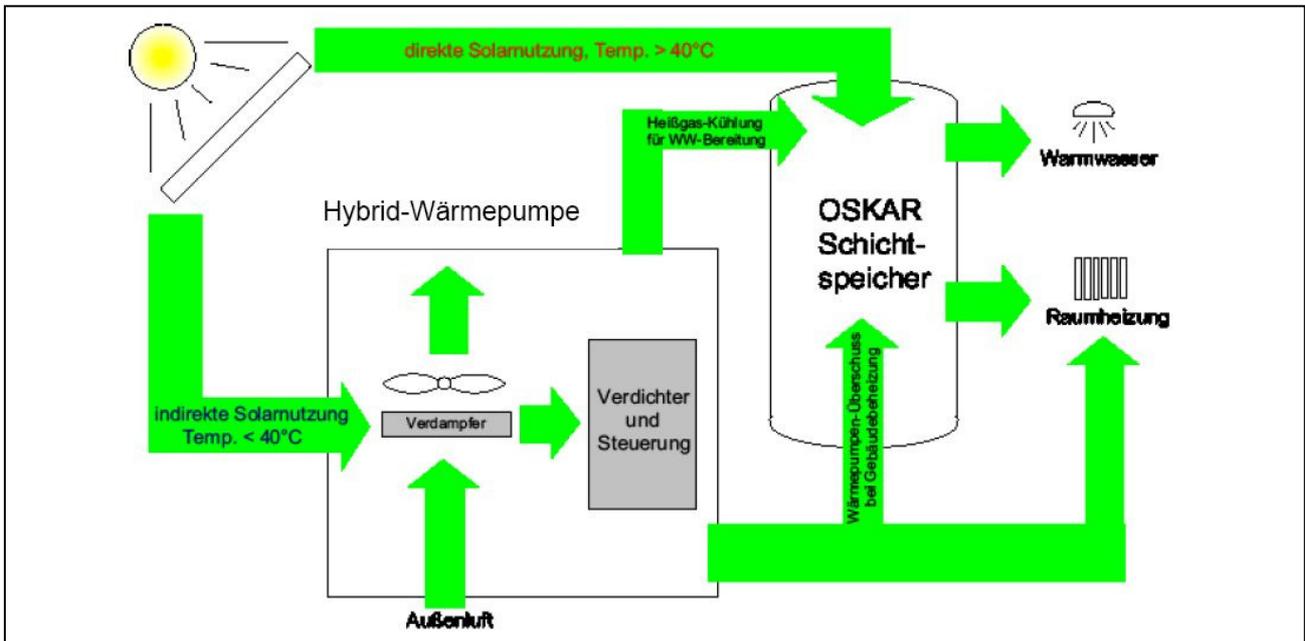
<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Sole/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	10
	Quelle	Kollektorfeld oder Erdspeicher
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flachkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	28
<b>Speicher</b>		Kombispeicher
		Kältespeicher
		Erdspeicher
<b>Kondenswasser</b>	Angefallenes Kondensat kann auch in größeren Mengen über Öffnungen im Kollektor abtrocknen	

### Systembeschreibung

Der Solarkollektor belädt den Kombispeicher mit hohen Temperaturen in seiner ersten Ebene und mit etwas niedrigeren Temperaturen in der zweiten Ebene (Heizungspuffer). Die dann noch verbliebene Energie wird zur Regeneration des Erdspeichers genutzt. So wird gewährleistet, dass die Kollektoren mit sehr niedrigem Vorlauf arbeiten können. Die Wärmepumpe kann entweder die Wärme direkt aus dem Kollektorfeld oder dem Erdspeicher nutzen. Im System befindet sich zudem noch ein Kältespeicher der die von der Wärmepumpe erzeugte Kälteenergie aufnimmt und im Bedarfsfall zur Kühlung des Gebäudes abgeben kann.

## System OSKAR-SOL-MAX<sup>2</sup>

Anbieter: *ratiotherm Heizung+Solartechnik GmbH & Co. KG, Dollnstein*  
([www.ratiotherm.de](http://www.ratiotherm.de))



### Systemtechnik:

<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Luft/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	8 – 8,5 / 11,8 – 13,2 / 16,2 – 18,2
	Quelle	Kollektorfeld oder Umgebungsluft
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flachkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	12 / 16 / 20
<b>Speicher</b>		Schichtspeicher (0,75 m <sup>3</sup> / 1 m <sup>3</sup> / 1,3 m <sup>3</sup> )

Kondenswasser	Angefallenes Kondensat kann über Öffnungen im unteren Bereich des Kollektors ablaufen
---------------	---

### Systembeschreibung

Bei Kollektorausgangstemperaturen von >40°C wird der Schichtspeicher beladen. Dieser gibt die Wärme für die Brauchwassererwärmung und die Raumheizung ab. Bei Kollektorausgangstemperaturen von <40°C kann die Wärme als Quelle für den Wärmepumpenbetrieb direkt zur Verfügung gestellt werden. Den restlichen Energiebedarf deckt die Wärmepumpe ohne solare Unterstützung und verwendet hierfür Umgebungsluft.

## System Solargeo

Anbieter: *ROTH WERKE GMBH, Dautphetal-Buchenau* ([www.roth-werke.de](http://www.roth-werke.de))



### Systemtechnik:

<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Sole/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	9,1
	Quelle	spezieller Erdspeicher
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flachkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	10,08
<b>Speicher</b>		Pufferspeicher
		Erdspeicher

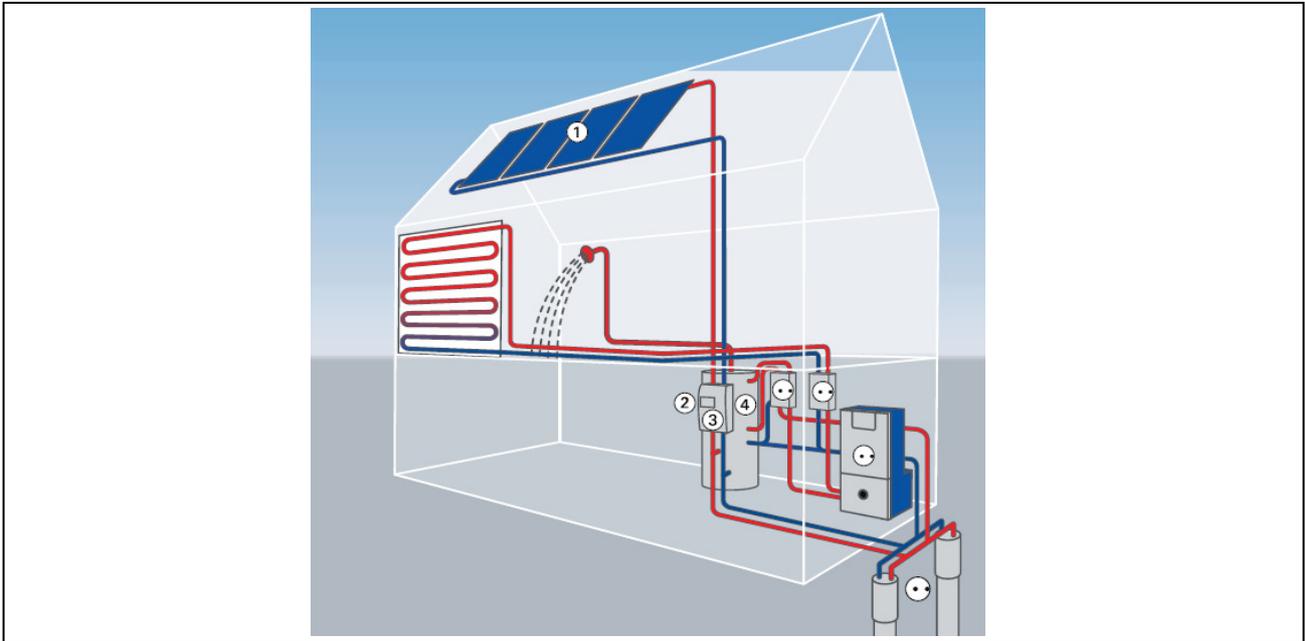
Kondenswasser	Kollektor aus eigener Produktion bei dem kein Kondensat anfällt
---------------	---

### Systembeschreibung

Die Solarkollektoren beladen vorrangig den Pufferspeicher für die Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung. Mit überschüssiger Energie aus dem Kollektorfeld kann das Erdreich regeneriert werden. Bevor die überschüssige Energie im Erdreich eingelagert wird, unterstützt das Kollektorfeld die Wärmequelle der Wärmepumpe und hebt das Temperaturniveau direkt an. Damit hat die Wärmepumpe immer Vorrang.

## System HPSol

Anbieter: *Schüco International KG, Bielefeld* ([www.schueco.com](http://www.schueco.com))



### Systemtechnik:

<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Sole/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	5 bis 17
	Quelle	Erdreich
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flachkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	10
<b>Speicher</b>		Kombispeicher (0,75 – 1 m <sup>3</sup> )

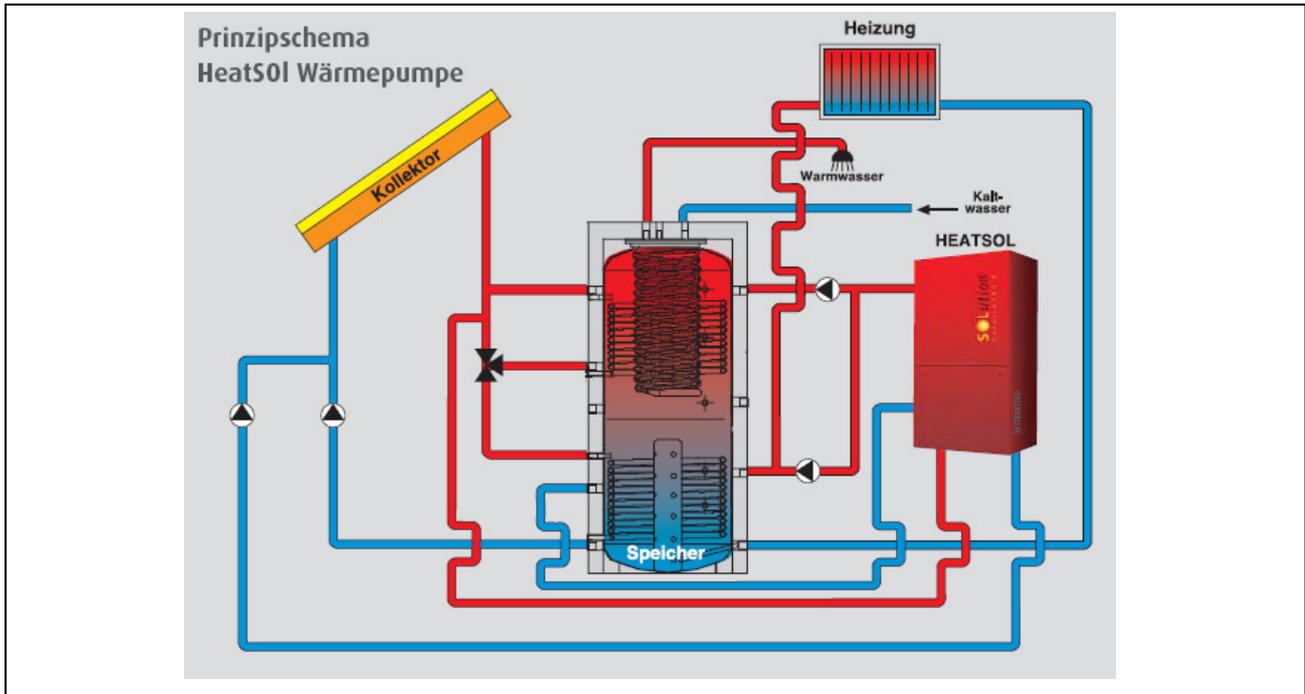
Kondenswasser	Verwendung eines speziell entwickelten „Tieftemperaturkollektors“, bei dem angefallenes Kondensat ablaufen kann
---------------	---

### Systembeschreibung

Der Solarkollektor belädt den Kombispeicher zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung. Bei niedrigen Temperaturen regeneriert der Kollektor das Erdreich. Hierbei entstehen Vorlauftemperaturen von 6 – 12 °C. Reicht die Wärme im Kombispeicher alleine nicht mehr aus, so heizt die Wärmepumpe nach. Als Quelle wird hier das Erdreich verwendet. Es wird ein sog. „Tieftemperaturkollektor“ verwendet, der durch anfallendes Kondensat in seiner Leistungsfähigkeit nicht beeinflusst wird.

## System HEATSol

Anbieter: SOLution Solartechnik GmbH, Sattledt ([www.sol-ution.com](http://www.sol-ution.com))



### Systemtechnik:

<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Luft/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	bis 15
	Quelle	Umgebungsluft
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flachkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	16 - 30
<b>Speicher</b>		Pufferspeicher

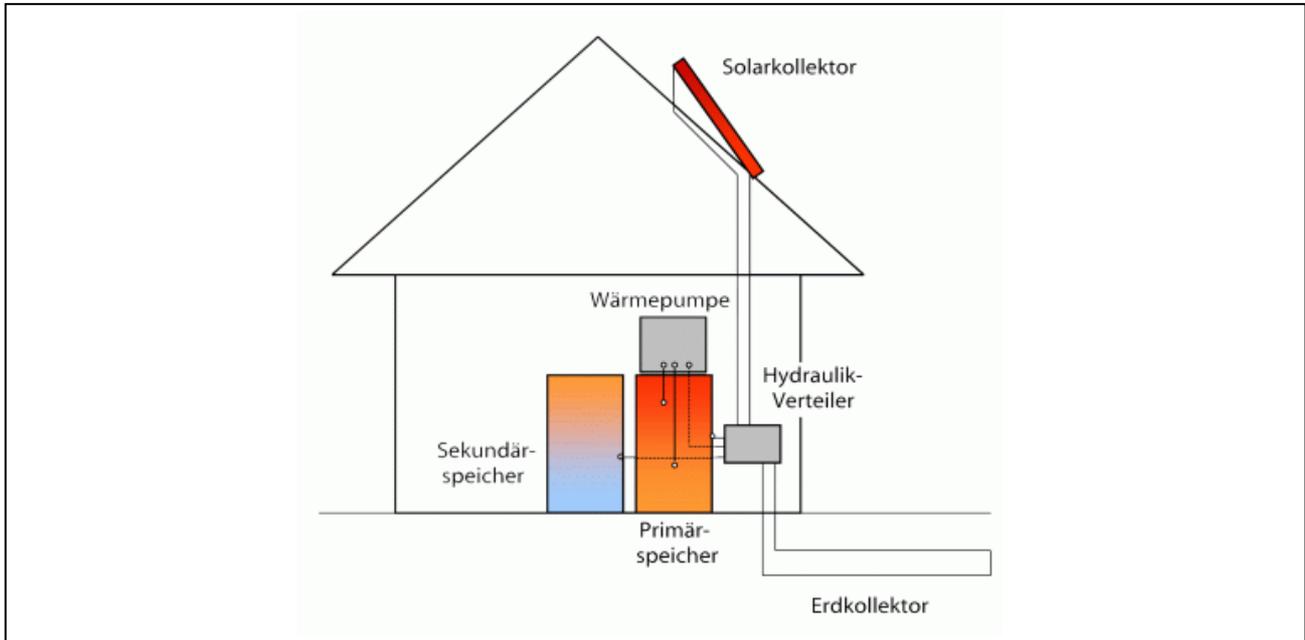
Kondenswasser	Der Kondensatanfall ist nicht höher als beim normalem Kollektorbetrieb, zusätzliche Mindesttemperaturregelung
---------------	---

### Systembeschreibung

Das Kollektorfeld gibt seine Wärme zuerst an den Pufferspeicher zur Heizungsunterstützung und Brauchwassererwärmung ab. Die Wärmepumpe erwärmt bei Bedarf den Pufferspeicher mit Hilfe der Umgebungsluft. Dabei kann es zu einer Vereisung am Luftwärmetauscher kommen. Um dies zu verhindern, ist das Kollektorfeld über einen zweiten Kreislauf mit der Wärmepumpe verbunden. Das Kollektorfeld kann auch bei niedrigen Temperaturen noch für eine Enteisung des Wärmetauschers sorgen.

## System Soltex

Anbieter: *Soltex Solar-Wärmepumpen-Kopplungen, Ahrensburg ([www.soltex-net.de](http://www.soltex-net.de))*



### Systemtechnik:

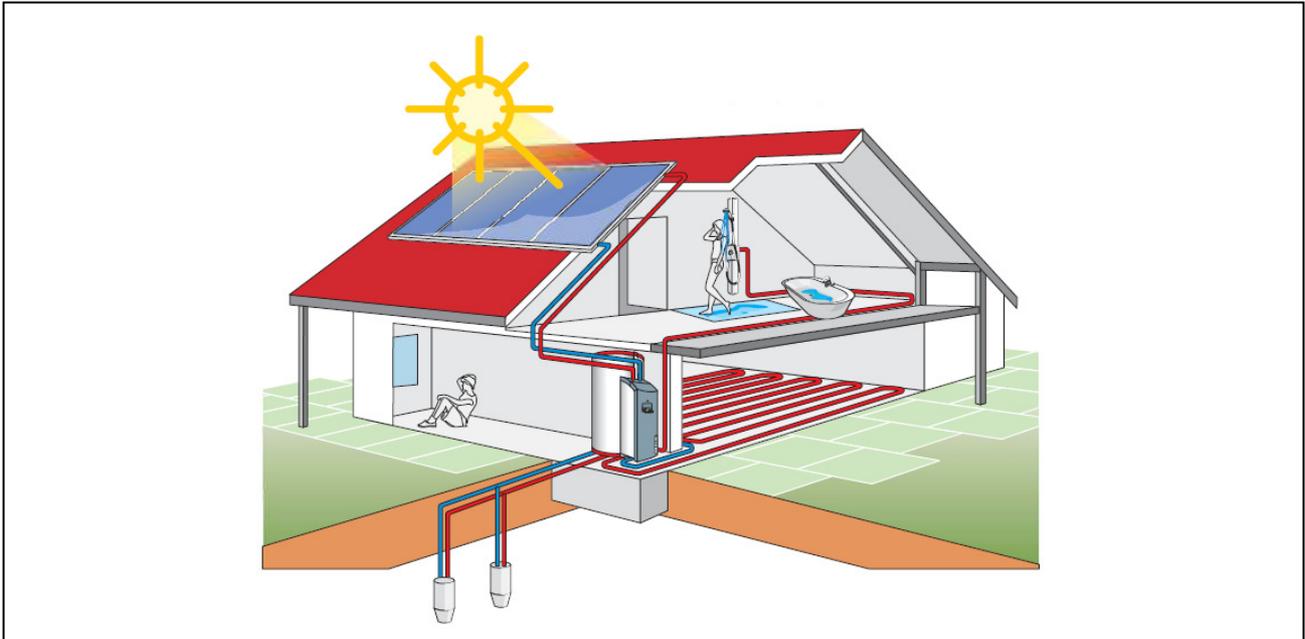
<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Sole/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	3 / 6 / 10
	Quelle	Niedertemperaturspeicher oder Erd-speicher
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flachkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	10
<b>Speicher</b>		Pufferspeicher
		Niedertemperaturspeicher
Kondenswasser	Regelung einer Mindestrücklauftemperatur der Kollektoren soll hohen Kondensatanfall verhindern	

### Systembeschreibung

Bei intensiver Sonneneinstrahlung belädt der Solarkollektor den Pufferspeicher (Primär-speicher) für die Heizungsunterstützung und Brauchwassererwärmung. Ist der Speicher beladen, heizen die Kollektoren den Niedertemperaturspeicher (Sekundärspeicher) auf. Reicht das Temperaturniveau im Pufferspeicher nicht aus, so heizt die Wärmepumpe nach. Die Wärmepumpe bezieht das vorgewärmte Wasser des Solarkollektors oder des Sekundärspeichers. Steht kein solar gewärmtes Wasser aus dem Kollektor oder dem Sekundärspeicher zur Verfügung, arbeitet die Wärmepumpe konventionell mit dem Erdreich. Dieses ist durch den Gebrauch der Kollektoren geschont und besitzt somit ein höheres Temperaturniveau als bei herkömmlichen Wärmepumpensystemen.

## System SolvisMax

Anbieter: Solvis GmbH & Co KG, Braunschweig ([www.solvis.de](http://www.solvis.de))



### Systemtechnik:

<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Sole/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	6
	Quelle	Erdsonden
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flachkollektor oder Vakuumröhrenkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	12
<b>Speicher</b>		Pufferspeicher (0,65 m <sup>3</sup> oder 0,75 m <sup>3</sup> )
		Erdspeicher

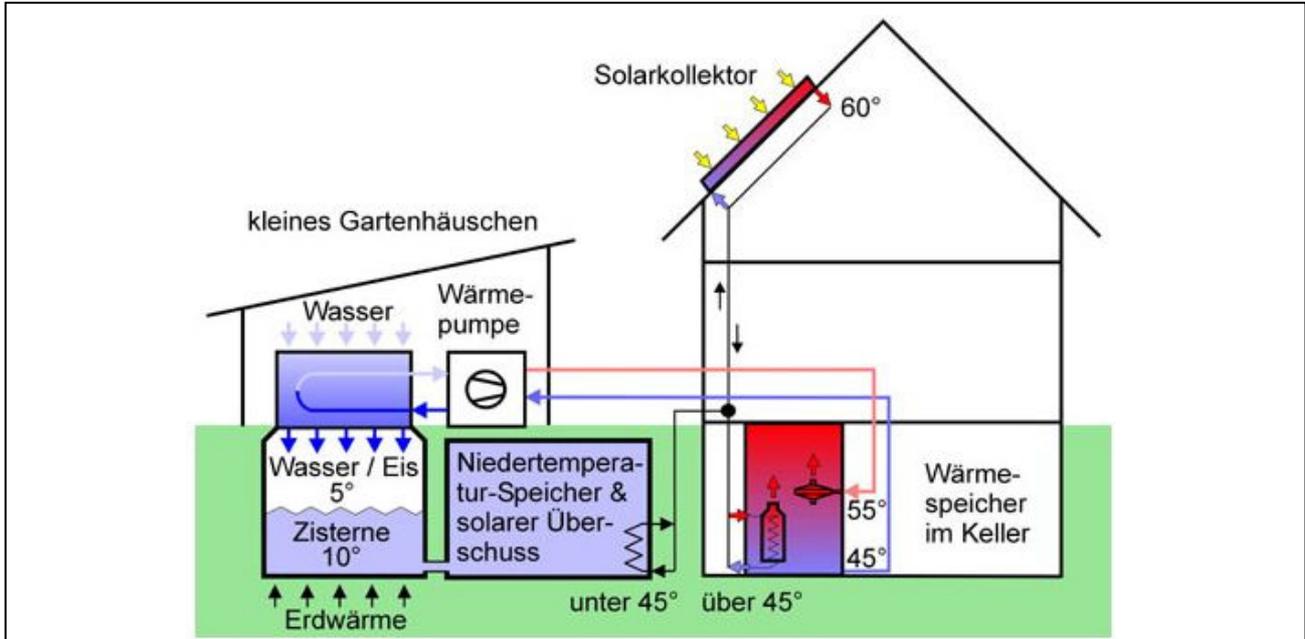
Kondenswasser	Regelung einer Mindestrücklauftemperatur der Kollektoren soll hohen Kondensatanfall verhindern
---------------	--

### Systembeschreibung

Die Solarkollektoren beladen vorrangig den Pufferspeicher zur Heizungsunterstützung und Brauchwassererwärmung. Kann aufgrund zu geringer Vorlauftemperaturen keine Wärme mehr eingespeist werden, sollen die Kollektoren das Erdreich regenerieren und damit die Quelltemperatur für die Wärmepumpe anheben. Falls keine Sonnenenergie zur Verfügung steht, heizt die Wärmepumpe mit Hilfe von Erdsonden den Speicher auf.

## System SuperSolar

Anbieter: terra sunenergy GmbH, Hamm ([www.terrasun-energy.com](http://www.terrasun-energy.com))



### Systemtechnik:

<b>Wärmepumpe</b>	Bauart	Wasser/Wasser
	Leistungsbereich [kW]	6 bis 30
	Quelle	Wasser (Zisterne)
<b>Kollektorfeld</b>	Kollektortyp	Flach- oder Vakuumröhrenkollektor
	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	> 12
<b>Speicher</b>		Heißwasserspeicher im Keller (4, 5 oder 6 m <sup>3</sup> )
		Niedertemperaturspeicher
		Eisspeicher / Zisterne

Kondenswasser	Bei Vakuumröhrenkollektoren tritt das Problem nicht auf, bei Flachkollektoren keine speziellen Vorrichtungen gegen Kondensat
---------------	--

### Systembeschreibung

Die Wärmepumpe nutzt als Quelle Wasser aus dem Eisspeicher / Zisterne. Diesem wird bis hin zur vollständigen Vereisung Wärme entzogen, während es über Edelstahlplatten rieselt. Das Eis fällt schließlich von den Platten ab und wird im Eisspeicher durch Energiezufuhr wieder aufgetaut. Das Kollektorfeld bedient vorrangig den Heißwasserspeicher. Fällt die Kollektorvorlauftemperatur witterungsbedingt so weit ab, dass eine weitere Wärmeinbringung in den Heißwasserspeicher nicht mehr möglich ist, wird der Niedertemperaturspeicher beladen. Dieser wird auch beladen, wenn der Heißwasserspeicher voll beladen ist. Der Heißwasserspeicher hat eine Reichweite von maximal 5 Tagen. Das System ist im Minimalfall so ausgelegt, dass eine solare Deckungsrate von mindestens 50 % erreicht wird.



## **Anhang 2:**

### **Ergebnispräsentation**