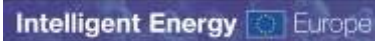




EIE-06-085 SOLPOOL



Sonnenenergienutzung in Freibädern **Solar Energy Use in Outdoor Swimming Pools**

SOLPOOL

Nationaler Bericht zum Bedarf und Potential solarer Schwimmbadwassererwärmung in Freibädern

Deutschland

D05 National fact sheets on boundary conditions

D06 Requirement sheet for solar thermal use

D07 Funding sheet on existing grant schemes and new approaches

Autoren

Leire Sarachaga, TTZ Bremerhaven

Bernhard Weyres-Borchert, DGS

Antje Klauß-Vorreiter, DGS

November 2008

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Umweltbedingungen für solarthermische Anwendungen.....	1
3	Stand der Technik solarthermischer Anwendungen	3
3.1	Absorbersysteme	4
3.1.1	Systeme ohne Nachheizung	4
3.1.2	Einbindung einer Nachheizung	5
3.1.3	Unbeschichtete Absorber	6
3.2	Flachkollektoren	9
3.3	Vakuumröhrenkollektoren	10
3.4	Hybridsysteme	11
3.5	Normen und Richtlinien.....	12
4	Marktanalyse.....	14
4.1	Öffentlicher Bereich.....	18
4.1.1	Anzahl öffentlicher Bäder	18
4.1.2	Verwendete Heizsysteme.....	18
4.1.3	Kostenvergleich der verschiedenen Wärmequellen (Heizsysteme)	18
4.2	Privater Sektor	19
5	Praktische Beispiele.....	21
5.1	Bad 1 – Freibad Borssum	21
5.1	Bad 2 – Freibad Hänigsen, Niedersachsen	22
5.2	Bad 3 – Benshausen.....	23
5.3	Bad 4 – Grünhöfe.....	24
5.4	Bad 5 – Kombibad Billstedt, Hamburg	25
5.5	Bad 6 – Schwimmbad Berlin-Mariendorf.....	28
6	Finanzielle Aspekte.....	29
6.1	Spezifische Systemkosten in Deutschland	30
6.2	Förderprogramme und Finanzierungshilfen	30
6.2.1	Programm 1 – Subventionen für solarthermische Anlagen.....	30
6.2.2	Programm 2 - Programm Erneuerbare Energie	31
6.3	Kosten-/Nutzenanalyse	31
6.3.1	Kleine Bäder	32
6.3.2	Mittelgroße Bäder.....	32
6.3.3	Große Bäder.....	32
6.3.4	Fazit.....	33
7	Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für eine gute Solaranlage zur Schwimmbadwassererwärmung	33

7.1	Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Solarsystemen zur Schwimmbadwassererwärmung	33
7.2	Fünf Schritte zu einem passenden Solarsystem zur Schwimmbadwassererwärmung in Freibädern	33
8	Referenzen.....	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Deutschlandkarte mit Solarstrahlung (Sunbird, 2008)	2
Abbildung 2: Temperaturprofil für solar beheiztes und unbeheiztes Freibad (T*SOL-Simulation für ein Freibad mit 100m Beckenoberfläche)	3
Abbildung 3: Schema der Freibadbeheizung mit unverglasten Absorbern	4
Abbildung 4: Fließbild einer Solaranlage zur Schwimmbadwassererwärmung	5
Abbildung 5: Fließbild einer Solaranlage zur Schwimmbadwassererwärmung mit Zusatzheizung (Nachheizung) (DGS, 2008)	6
Abbildung 6: Kunststoffabsorberfeld direkt am Beckenrand	7
Abbildung 7: Verschiedene Absorberbauformen im Querschnitt (DGS, 2008)	8
Abbildung 8: Schnitt durch einen Flachkollektor (DGS, 2008)	9
Abbildung 10: Aufbau eines Heatpipe Vakuumröhrenkollektors (DGS, 2008)	11
Abbildung 11: Absorber und Flachkollektor (Hybridnutzung) (DGS, 2008)	11
Abbildung 12: Kombination von Luftkollektoren und Kunststoffabsorbern (DGS, 2008)	12
Abbildung 13: Solarsysteme zur Schwimmbadheizung, installiert von der Solar Ripp	15
Abbildung 14: Solarsysteme installiert von Solar-Anlagen Lange GmbH (Grafik unterteilt in Absorberflächen)	15
Abbildung 15: Solarsysteme zur Schwimmbadheizung, installiert von der Firma SOLKAV GmbH (Grafik unterteilt in Absorberflächen)	16
Abbildung 16: Installierte Solarsysteme zur Schwimmbadheizung von öffentlichen Bädern in Deutschland	17
Abbildung 17: Jährlich installierte Solaranlagenfläche zur Beckenwassererwärmung in kommunalen Bädern in Deutschland bis einschließlich 2007 (ZfS, 2008)	17
Abbildung 18: Installierte Pools in deutschen Privathaushalten (bsw, 2008)	20
Abbildung 19: Heizsysteme privater Schwimmbäder (bsw, 2008)	20
Abbildung 20 Freibad in Borssum, Deutschland (Quelle: Büscher, 2008)	21
Abbildung 21: Freibad in Hänigsen, Niedersachsen (SOLKAV GmbH, 2008)	22
Abbildung 22: Schwimmbad in Benshausen, Thüringen	23
Abbildung 23: Freibad Grünhöfe	25
Abbildung 24: Kombibad Billstedt, Hamburg	26
Abbildung 25: Schwimmbad in Mariendorf, Berlin	28
Abbildung 26: Entwicklung der spezifischen Investitionskosten über die Zeit	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Liste der führenden Hersteller von Solarkollektoren	14
Tabelle 2: Statistische Daten von Freibädern (Quelle: Rationelle Energieverwendung in kommunalen Freibädern, Landesgewerbeamt Baden Württemberg, 1995)	18
Tabelle 3: Vergleich einer herkömmlichen Heizung mit einer Solaranlage (Quelle: DGS, 2008).....	19
Tabelle 4: Spezifische Kosten für Solarsysteme bei unterschiedlichen Beckengrößen (Quelle: Solaranlagen Lange GmbH, Telgte).....	30
Tabelle 5: Amortisation eines Absorbersystems für einen Freibadpool mit 50 m ² Beckenfläche	32
Tabelle 6: Amortisation eines Absorbersystems für einen Freibadpool mit 300 m ² Beckenfläche	32
Tabelle 7: Amortisation eines Absorbersystems für einen Freibadpool mit 1.000 m ² Beckenfläche	32

1 Einleitung

Solarthermische Systeme werden hauptsächlich für die Warmwassererzeugung in Privathaushalten verwendet, finden jedoch in letzter Zeit auch in größerem Maßstab wie z.B. kommunalen Einrichtungen und Freibädern Beachtung. In Deutschland wird Solarthermie bereits seit Jahrzehnten für die Erwärmung von Freibädern genutzt. Obgleich die derzeit genutzten Solarsysteme zur Schwimmbadheizung über bewährte Technologien verfügen, sind sie immer noch weit davon entfernt, das maximal mögliche Potential auszuschöpfen. Um eine Strategie für die Weiterentwicklung der Technologien zu erarbeiten und einzuführen, ist es wichtig, die Randbedingungen klar zu definieren, um realistische Ziele setzen zu können und bestimmte Indikatoren zu ermitteln, die eine genaue Überwachung der durchgeführten Maßnahmen ermöglicht. Das SOLPOOL Projekt zielt darauf ab, den Weg für eine vermehrte Nutzung von Solarenergie für Schwimmbäder zu ebnen. In den Regionen der teilnehmenden Länder soll eine gesteigerte Nutzung von mindestens 10 % erreicht werden. In Deutschland sind unbeschichtete Plastikkollektoren die am häufigsten verwendeten Systeme zur Beheizung von Freibädern. In den Sommermonaten sind diese Absorber durch ihre Einfachheit technisch sowie ökonomisch ideal.

2 Umweltbedingungen für solarthermische Anwendungen

Deutschland liegt in einer Zone gemäßigten Klimas, ohne länger anhaltende Wärme- oder Kälteperioden. Im Januar, dem kältesten Monat, liegt die Durchschnittstemperatur im Norden bei 1,6°C und im Süden des Landes bei -2°C. Im Juli, dem wärmsten Monat des Jahres, sind die durchschnittlichen Lufttemperaturen dagegen im Norden geringer als im Süden. In der nördlichen Küstenregion liegt die Durchschnittstemperatur zwischen 16°C und 18°C, wohingegen die Temperatur im Süden bei 19,4°C oder knapp darüber liegt. Addiert man den gesamten Energiegehalt der direkten und indirekten Solarstrahlung eines Jahres, erhält man die sogenannte Jahreseinstrahlung. Dieser Wert variiert in starker Abhängigkeit der Region. Im nördlichen Teil Deutschlands liegt der Jahresdurchschnitt bei 900 kWh/m², wohingegen es im Süden einen Anstieg auf bis zu 1.200 kWh/m² geben kann. Der Zeitabschnitt der höchsten Einstrahlung stimmt mit der Freibadsaison überein. Die Freibäder werden regelmäßig von Anfang/Mitte Mai bis Mitte September betrieben. Während dieser Dauer treten 65–75 % der Jahreseinstrahlung auf. Das führt zu der Tatsache, dass Angebot und Nachfrage sich treffen. All diese Faktoren und die Tatsache dass eine niedrige Temperaturdifferenz benötigt wird, machen den Einsatz von einfachen unbeschichteten Plastikkollektoren möglich.



Abbildung 1: Deutschlandkarte mit Solarstrahlung (Sunbird, 2008)

Die Erwärmung von Schwimmbadwasser erfolgt üblicherweise mit einer speziellen Bauform der unverglasten Kollektoren, dem Schwimmbadabsorber. Wenn eine gewisse Schwankung in der Wassertemperatur vom Betreiber und den Gästen eines Freibades akzeptiert wird, kann ein Absorbersystem die komplette Schwimmbadwassererwärmung übernehmen – ohne Nachheizung durch einen konventionellen Heizkessel. Ein solares Absorbersystem kann die Wassertemperatur zwischen 2 und 5°C anheben und in einer längeren Schönwetterperiode erwärmt sich das Wasser deutlich schneller als in unbeheizten Bädern. Zusätzlich sinkt die Wassertemperatur relativ selten unter 20°C.

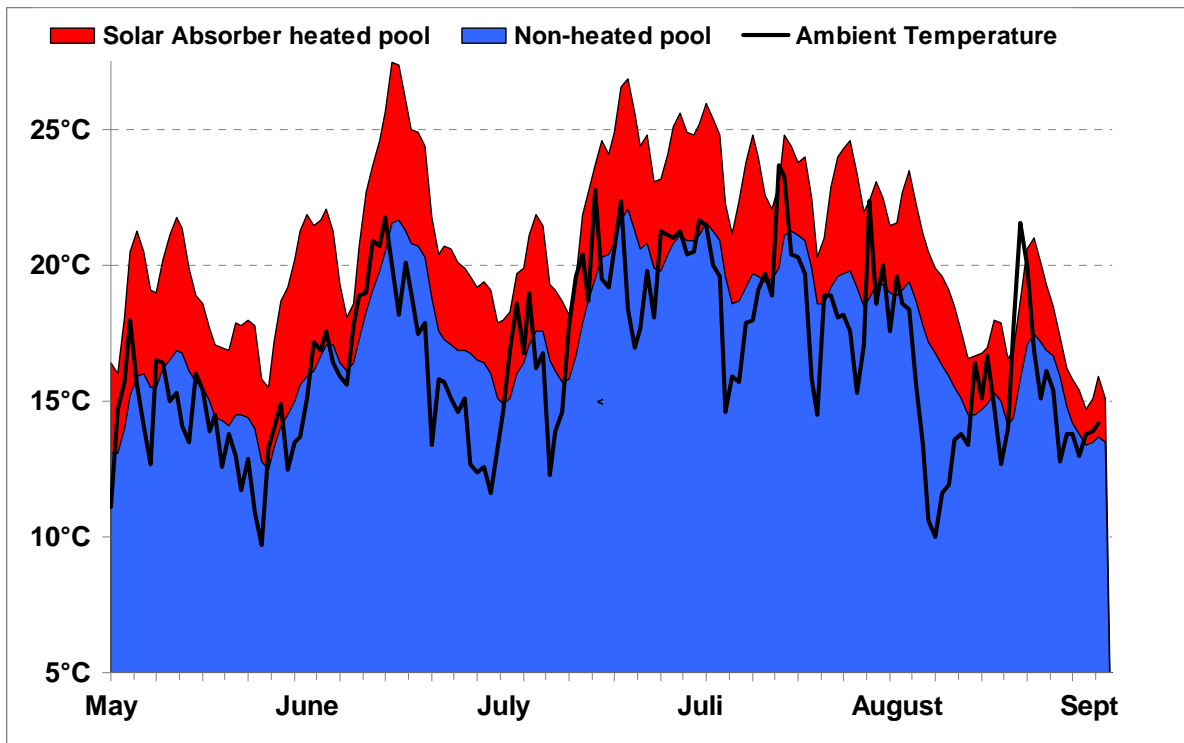


Abbildung 2: Temperaturprofil für solar beheiztes und unbeheiztes Freibad (T*SOL-Simulation für ein Freibad mit 100m Beckenoberfläche)

3 Stand der Technik solarthermischer Anwendungen

Die Beheizung von Freibädern hat einige ausschlaggebende Vorteile gegenüber anderen Solarthermischen Anwendungen:

- Temperaturniveau: Die benötigte Temperatur ist mit 18 bis 25°C vergleichsweise niedrig. Dies erlaubt die Anwendung von kostengünstigen Kunststoffabsorbern.
- Solarstrahlung und Zeit der Nutzung: Die Zeit der höchsten Solarstrahlung deckt sich sehr gut mit der Zeit der Nutzung. Normalerweise sind Freibäder in den zentraleuropäischen Breitengraden von Anfang/Mitte Mai bis Mitte September geöffnet. In diesem Zeitraum treten ca. 65–75 % der jährlichen Solarstrahlung auf.
- Einfaches Design: Das Schwimmbeckenwasser fließt direkt durch den Absorber. Die üblicherweise benötigten Wärmespeicher (Tanks) werden nicht benötigt, da das Schwimmbecken diese Funktion mehr oder weniger „übernimmt“.

Die Beheizung von Freibädern mittels Solarenergie wird bereits seit einigen Jahrzehnten angewendet und verfügt somit über bewährte Technologie. Jedoch bedeutet dies nicht, dass die Entwicklung bereits ihr Limit erreicht hat.

Laut einer Statistik in *Sun in Action II*, wurden in den 90er Jahren zwischen 3.000 und 4.000 m² unbeschichteter Kollektoren aufgebaut. Für die Jahre 2000 und 2001 wurden für Produktion und Verkauf Jahreswerte von 10.000 m² ermittelt. Wenn man die Entwicklung der letzten Jahre betrachtet, wird klar, dass die Schwimmbeckenbeheizung für die meisten Besitzer

zu teuer ist. Die alten konventionalen Heizungen werden daher oft durch solarthermische Systeme ersetzt oder aber es wird gänzlich auf Beheizung verzichtet

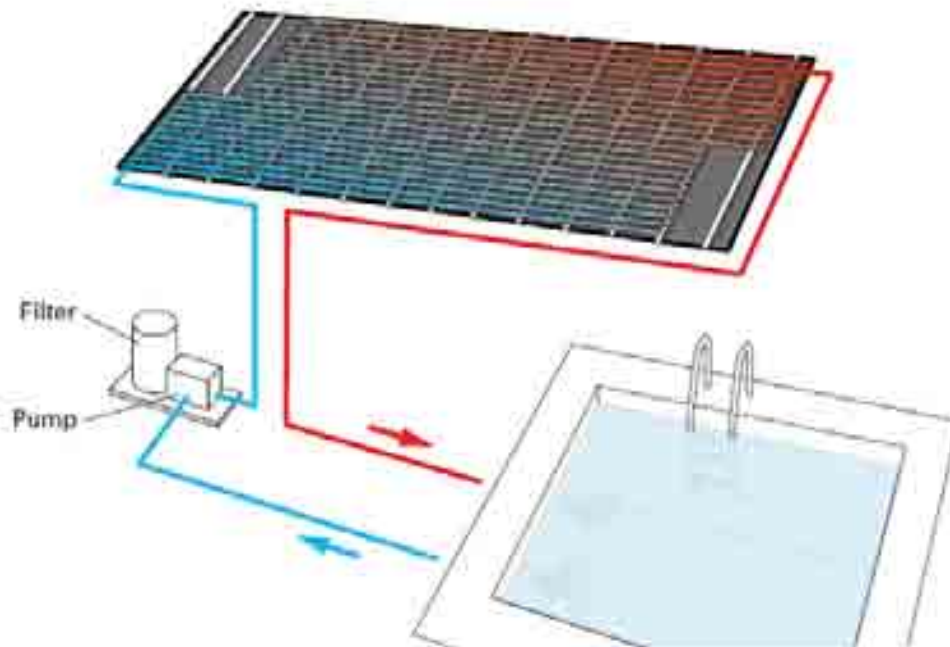


Abbildung 3: Schema der Freibadbeheizung mit unverglasten Absorbern

3.1 Absorbersysteme

3.1.1 Systeme ohne Nachheizung

Die Solaranlage in öffentlichen Freibädern wird in der Regel mit einer separaten Absorberkreispumpe betrieben. Der hydraulische Aufbau ist aufgrund der hygienischen Anforderungen deutlich umfangreicher als bei privaten Swimmingpoolanlagen. Ein System in einem großen Freibad funktioniert nach folgendem Prinzip:

Das abgebadete Wasser (Rohwasser) wird aus den Becken abgeführt und in einen zentralen Wasserspeicher (Schwallwasser) geleitet. Dieser Speicher fungiert als „Wasserstandsanzeiger“ für das gesamte Schwimmbadwasser im Kreislauf. Verdunstetes Wasser wird hier durch Frischwasserzufuhr ersetzt. Vom Wasserspeicher wird das Wasser mittels einer oder, je nach Aufbau der Filteranlage, mehrerer parallel geschalteter Pumpen durch die Filter gepumpt. Danach gelangt das Reinwasser über die Wasseraufbereitungsanlage zurück in das Becken.

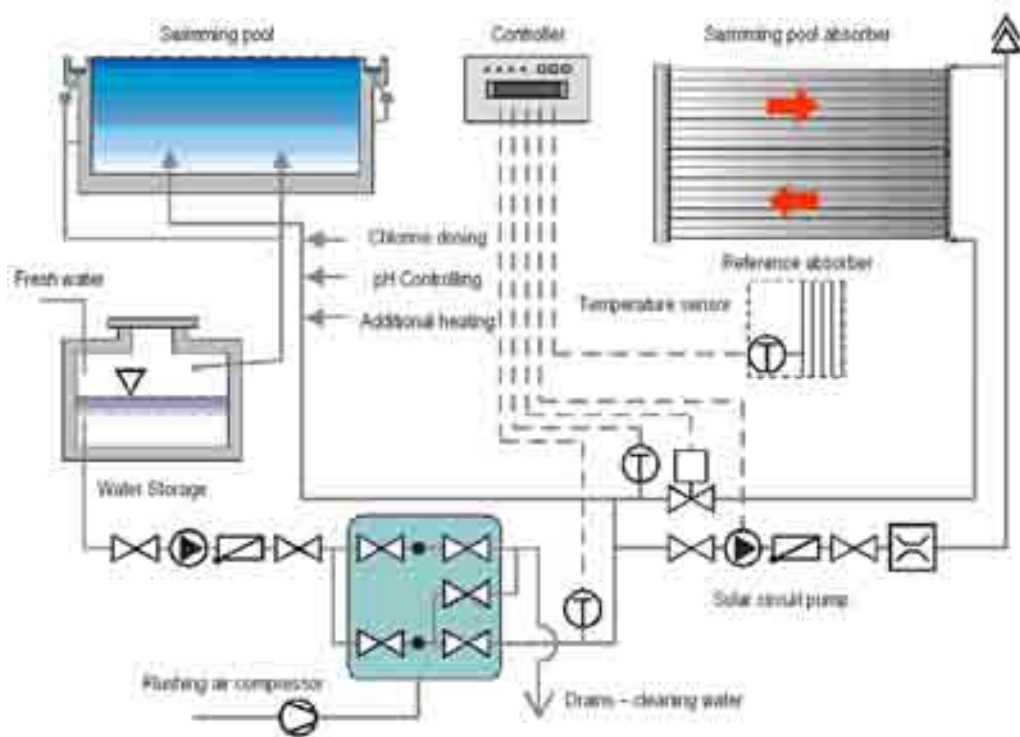


Abbildung 4: Fließbild einer Solaranlage zur Schwimmbadwassererwärmung (DGS, 2008)

3.1.2 Einbindung einer Nachheizung

Eine konventionell betriebene Nachheizung ist notwendig, wenn das Beckenwasser auf einer konstanten Temperatur gehalten werden soll. Einige Freibäder wollen ihren Besuchern unabhängig vom Sonnenschein wohltemperiertes Schwimmbadwasser bieten, was bei länger anhaltender geringer solarer Strahlung eine Nachheizung erfordert.

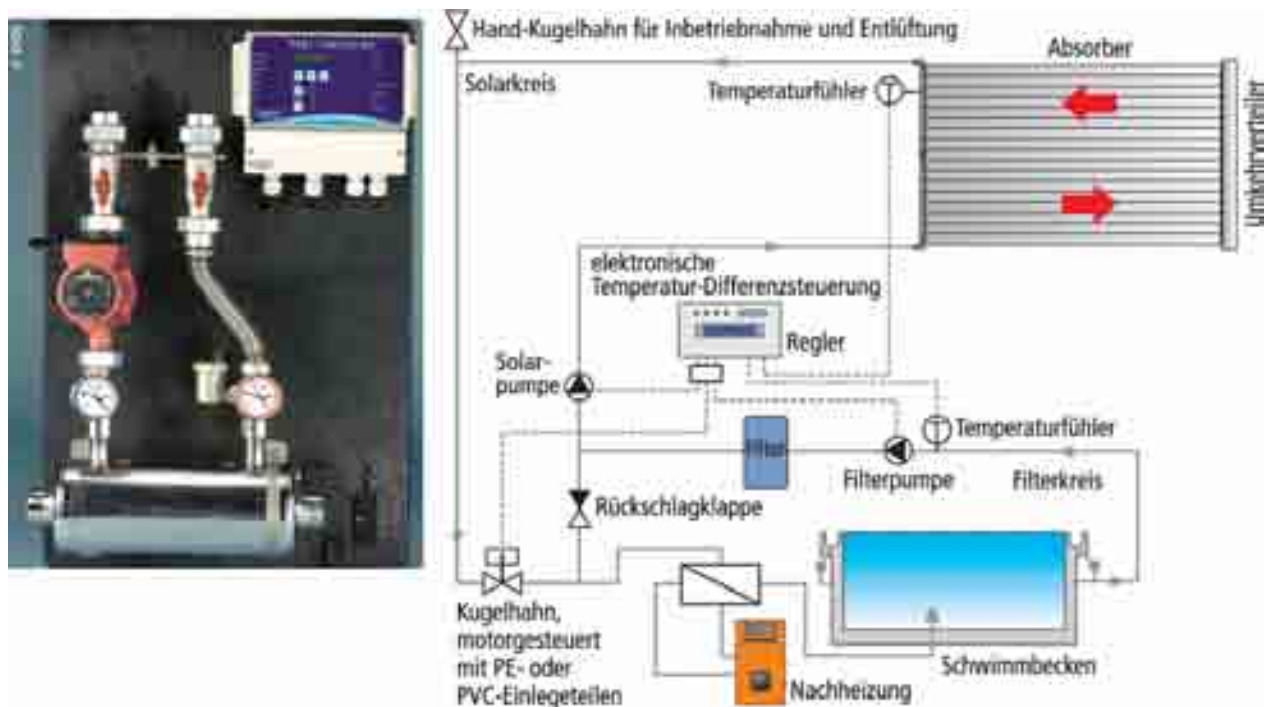


Abbildung 5: Fließbild einer Solaranlage zur Schwimmbadwassererwärmung mit Zusatzheizung (Nachheizung) (DGS, 2008)

3.1.3 Unbeschichtete Absorber

Im Bereich der solaren Freibadbeheizung werden sogenannte Absorber verwendet. Diese Bauform der Kollektoren zeichnet sich durch den Verzicht auf die transparente Abdeckung, das Gehäuse sowie die Wärmedämmung aus. Dieser einfache Aufbau ist möglich, da die Anlagen mit geringen Temperaturdifferenzen zwischen Absorber und Umgebung (0 bis 20 K) und relativ gleichbleibenden Rücklauftemperaturen (10 bis 24°C) arbeiten. Der Schwimmbadabsorber wird ausschließlich aus Kunststoff hergestellt. Die Nutzung von unbeschichteten, unisolierten Absorbern bringt durch die besonderen Einsatzbedingungen einige Vorteile mit sich:

In dem für diesen Prozess üblichen Temperaturbereich, mit Temperaturdifferenzen $\Delta\theta$ (zwischen Außentemperatur und der durchschnittlichen Absorberrtemperatur) von 0-20 K, erreichen die unbeschichteten Kollektoren oft einen höheren Wirkungsgrad als die Beschichteten. Das lässt sich dadurch erklären, dass bei unbeschichteten Absorbern keine optischen Verluste auftreten (normalerweise ca. 10–15 %) und thermische Verluste durch die kleine Temperaturdifferenz $\Delta\theta$ vergleichsweise gering ausfallen. Thermische Verluste steigen mit steigender Betriebstemperatur, welches jedoch unter normalen Betriebsbedingungen selten der Fall ist. Die Windgeschwindigkeit ist ein entscheidender Faktor, denn Wind führt zu thermischen Verlusten und verschlechtert somit den Absorberwirkungsgrad, wie in verschiedenen Untersuchungen bestätigt wurde. Dies wurde in einer Nachforschung bezüglich Kollektorentests für solare Schwimmbadheizung ermittelt.

Schwimmbadabsorber lassen sich bis auf wenige Sonderbauformen in zwei Gruppen einteilen:

- Rohrabsorber (Röhrenabsorber)
- Flächenabsorber (Platten-, Kissenabsorber)

Der Rohrabsorber ist die einfachste Bauweise. Eine Vielzahl von glatten oder gerippten Rohren wird parallel angeordnet und je nach Bauart mit Zwischenstegen verbunden oder in bestimmten Abständen durch Halterungen fixiert. Es können Absorberbahnen bis zu 100 m Länge realisiert und Hindernisse wie Schornsteine oder Dachfenster leicht umgangen werden. Bei Flächenabsorbern ergibt sich meist durch Stege zwischen zwei Platten eine Vielzahl von Kanälen. Aufgrund ihrer glatten Oberfläche haben die Flächenabsorber gegenüber Rohrabsorbern den Vorteil, dass es keine Rillen gibt, in denen sich Schmutz oder Laub festsetzen kann. Auch der Selbstreinigungseffekt durch Regen ist größer. Der Einfluss des Designs auf den Konversionsfaktor ist zwar messbar doch minimal. Variationen des Einfallwinkels führen bei Flachkollektoren zu kleinen Veränderungen des Konversionsfaktors. Bei gerippten Rohrabsorbern führt es zu größeren Variationen als bei normalen Rohrabsorbern. Alle hier beschriebenen Kollektoren sind sehr einfach zu handhaben. Auf den gebräuchlichen Absorbern kann man z.B. laufen, ohne diese zu beschädigen. Die folgenden Abbildungen zeigen eine Übersicht der am Markt erhältlichen verschiedenen Kollektoren auf dem Markt sowie unterschiedliche Möglichkeiten der Rohrleitungsanbindung.



Abbildung 6: Kunststoffabsorberfeld direkt am Beckenrand

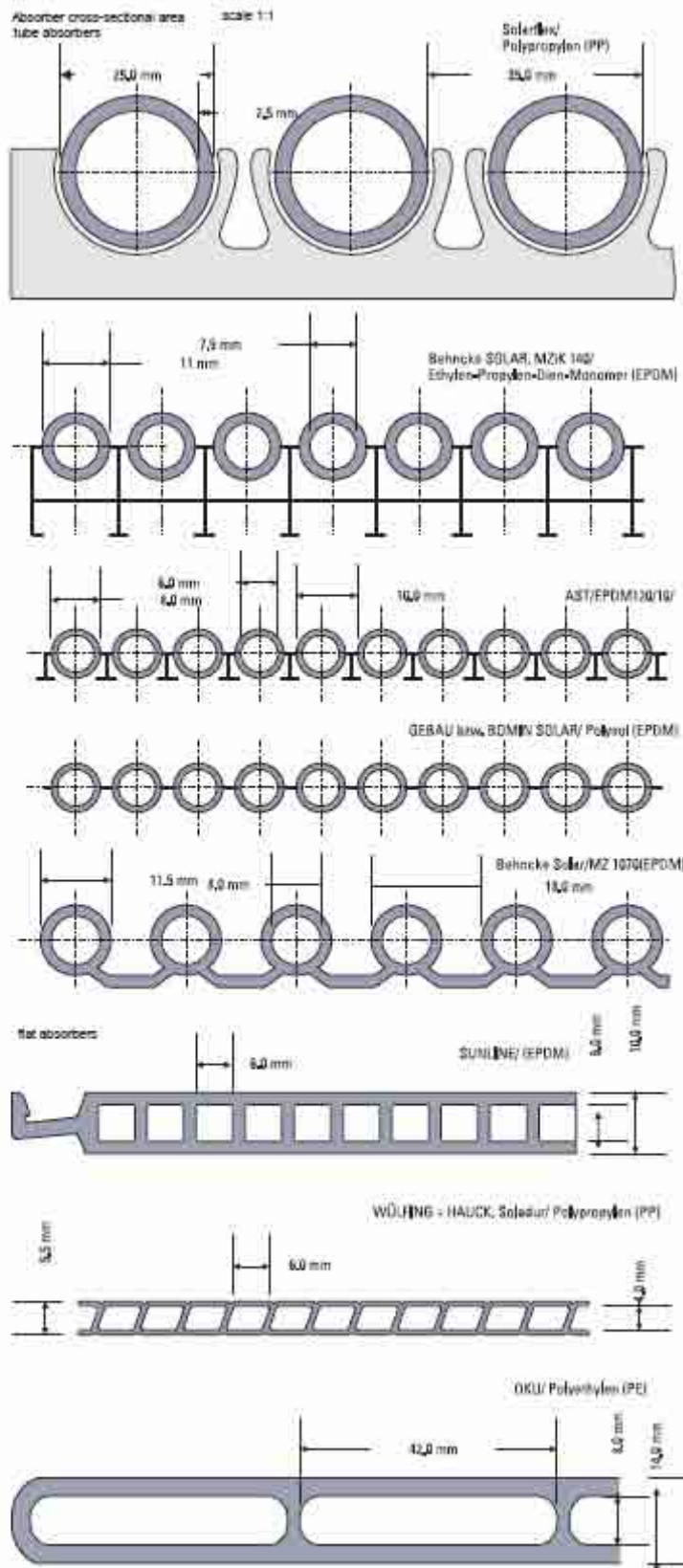


Abbildung 7: Verschiedene Absorberbauformen im Querschnitt (DGS, 2008)

Die Schwimmbadkollektoren werden ausschließlich aus Kunststoff hergestellt. Sie abhängig von der Kunststoffzusammensetzung entweder hart und starr oder aber weich und flexibel sein. Die Verwendung von Kunststoff erlaubt den Betrieb mit chlorhaltigem Wasser. Trotzdem ist es jedoch von Nöten, den Chlorgehalt zu beachten, denn eine hohe Dosierung (ab ca. 5mg/l) kann den Kollektor beschädigen. Die exakten Werte, ab wann ein Schaden auftritt, sind abhängig von der Kunststoffzusammensetzung. Für die Rohrleitungen werden ebenfalls Kunststoffe verwendet. Hierfür werden jedoch ausschließlich starre Materialien verwendet.

Die folgenden Kunststoffe werden üblicherweise für Absorber verwendet:

EPDM	Ethyl Propylen Diene Monomer
PP	Polypropylen
PE	Polyethylen
ABS	Acrylnitril Butadien Styren Copolymer
PVC	Polyvinyl Chloride (hart oder weich)

3.2 Flachkollektoren

In Freibädern können Flachkollektoren installiert werden, wenn zusätzlich eine Erwärmung des Brauchwassers für die Duschen erforderlich bzw. gewünscht ist. Marktgängige Flachkollektoren bestehen aus einem Metallabsorber, der in einem flachen, rechteckigen Gehäuse untergebracht ist. Er ist zur Rückseite und zu den schmalen Seiten wärmegeklämt und an der Oberseite mit einer transparenten Abdeckung, dem Solar-Sicherheitsglas, versehen. Zwei Rohranschlüsse für den Zu- und Abfluss des Wärmeträgermediums führen meist seitlich aus dem Kollektor.



Abbildung 8: Schnitt durch einen Flachkollektor (DGS, 2008)

Thermische Kollektoren mit Kupferabsorbern können aufgrund von Korrosionsgefahr nur dann bei solarer Freibadbeheizung eingesetzt werden, wenn ein separater Absorberkreis

installiert und die solare Wärme über einen Wärmeüberträger an das Beckenwasser abgegeben wird.

3.3 Vakuumröhrenkollektoren

In speziellen Fällen, z.B. wenn nicht ausreichend Fläche für die Kollektoren zur Verfügung steht oder zusätzliche Prozesse wie z.B. Kühlung benötigt werden, ist es sinnvoll, Vakuumröhrenkollektoren zu verwenden. Zur Verringerung der thermischen Verluste in einem Kollektor werden Glaszylinder (mit innenliegendem Absorber) ähnlich wie Thermoskannen evakuiert. Beim Vakuumröhrenkollektor ist der Absorber entweder als flacher oder gewölbter Blechstreifen, oder als eine auf einem innenliegenden Glaskolben aufgebraute Beschichtung in eine evakuierte Glasröhre eingebaut. Ein Vakuumröhrenkollektor besteht aus einer Anzahl miteinander verschalteter Röhren, die am Kopf durch einen Verteiler- bzw. Sammlerkasten verbunden sind. Es gibt zwei Arten von Vakuumröhrenkollektoren: die direkt durchströmten und die Heatpipe-Vakuumröhrenkollektoren.

Direkt durchströmte Vakuumröhrenkollektoren

Bei der durchströmten Bauart wird der Wärmeträger entweder über ein Rohr-im-Rohr System (Koaxialrohr) bis zum Boden des Glaskolbens geführt, wo er im Gegenstrom zurückfließt und dabei die Wärme vom hochselektiven Absorber aufnimmt, oder er durchströmt ein U-förmiges Rohr.

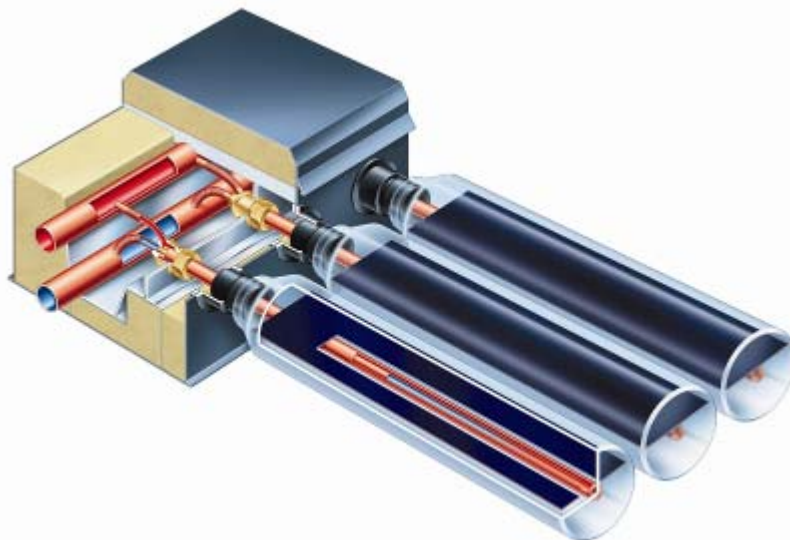


Abbildung 9: Aufbau eines direkt durchströmten Vakuumröhrenkollektors (DGS, 2008)

Heatpipe Vakuumröhrenkollektoren

Bei dem Heatpipe-Kollektortyp steckt in der evakuierten Glasröhre ein Absorberstreifen, der mit einem Wärmerohr (Heatpipe) metallisch wärmeleitend verbunden ist. Das Wärmerohr ist mit Alkohol oder Wasser mit Unterdruck gefüllt, der/das schon bei geringen Temperaturen (ca. 25°C) verdampft. Der so entstandene Dampf steigt nach oben. Am oberen Ende des Wärmerohrs wird die durch Kondensation freiwerdende Wärme über einen Wärmetau-

scher (Kondensator) an die vorbeiströmende Wärmeträgerflüssigkeit übertragen. Das Kondensat fließt in dem Wärmerohr zur erneuten Wärmeaufnahme nach unten zurück.

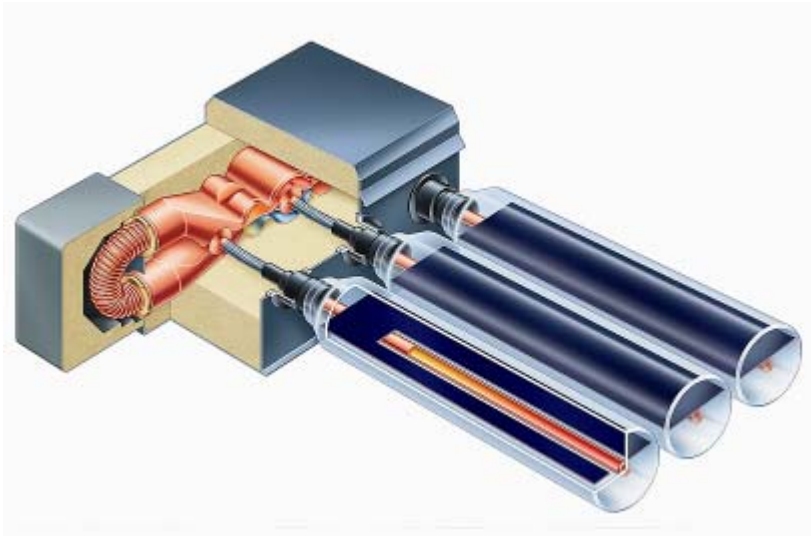


Abbildung 10: Aufbau eines Heatpipe Vakuumröhrenkollektors (DGS, 2008)

3.4 Hybridsysteme

In einigen Fällen kann eine Kombination von verschiedenen Kollektoren angewandt werden, um Freibäder optimal zu beheizen. In Deutschland gibt es einige Beispiele, wo Flachkollektoren mit Kunststoffabsorbern kombiniert genutzt werden. Während der Flachkollektor zur Brauchwassererwärmung der Duschen verwendet wird, heizen die Kunststoffabsorber das Schwimmbecken.



Abbildung 11: Absorber und Flachkollektor (Hybridnutzung) (DGS, 2008)

Eine weitere Möglichkeit der Hybridnutzung ist eine Kombination von Luftkollektoren mit Kunststoffabsorbern, bei der durch unterschiedliche Ausrichtung ein größerer Bereich der Strahlung genutzt wird.



Abbildung 12: Kombination von Luftkollektoren und Kunststoffabsorbern (DGS, 2008)

3.5 Normen und Richtlinien

Der nachfolgende Text ist ein Hinweis auf die existierenden Richtlinien und Normen bezüglich der Installation und des Gebrauchs von Solaranlagen sowie auf wichtige Zusatzinformationen für Freibäder. Die aufgelisteten Normen müssen schon bei der Entwicklung der Strategien berücksichtigt werden.

Solarthermische Schwimmbadwassererwärmung:

- VDI 2089/Part 1 Wärme-, Raumluftechnik, Wasserver- und entsorgung in Hallen- und Freibädern – Hallenbäder
- DIN 19643 – 2 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - Verfahrenskombination; Adsorption, Flockung, Filtration, Chlorung
- DIN 19643 – 3 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - Verfahrenskombination: Flockung, Vorfiltration, Ozonung, Sorptionsfiltration, Chlorung
- DGfDB B 66 Überwinterung von Becken in Freibädern
- DGfDB 25.03 Kriterienkatalog zur Beurteilung von Beckenabdeckungsanlagen in Freibädern
- DGfDB 60.07 Instandhaltung technischer Anlagen in Bädern
- DGfDB 64.01 Legionellenprophylaxe in Bädern
- DGfDB 65.01 pH-Wert-Einstellung
- DGfDB 94.04 Hygiene, Reinigung und Desinfektion in Bädern

Solarthermische Anwendungen:

- EN 12975 – Teil 1 und 2 Solarthermische Systeme und Komponenten – Kollektoren
- EN 12976 – Teil 1 und 2 Solarthermische Systeme und Komponenten – Vorgefertigte Anlagen
- EN 12977 – Teil 1, 2 und 3 Solarthermische Systeme und Komponenten – kundenspezifisch gefertigte Anlagen
- DIN 4751 T1-2 Wasserheizungsanlagen
- DIN 4753 T1-11 Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser
- DIN 1988 T1-5 T7-8 Technische Regeln für Trinkwasserinstallation
- DVGW W 551, W 553, G677 Technische Maßnahmen zur Minderung des Legionellenwachstums in Trinkwasseranlagen
- VDI 6002 Solare Trinkwassererwärmung

Beheizung von Freibädern

- VDI 2089/Part 3 Wärme-, Raumluftechnik, Wasserver- und –entsorgung in Hallen- und Freibädern - Freibäder
- DVGW G 677 Beheizung von Freibädern mit Gas-Heizkesseln
- DGfDB B 66 Überwinterung von Becken in Freibädern

4 Marktanalyse

Für die Marktanalyse wurde ein Fragebogen angefertigt, der an die öffentlichen Freibäder verteilt wurde, um Informationen bezüglich aktuell verwendeter Heizsysteme, Schwimmbekkenoberfläche, Absorberfläche und Investitionskosten etc. zu gewinnen. Mit Hilfe einer Liste des Bundesfachverbands Öffentliche Bäder e.V. wurden mehr als 200 eingetragene Freibäder mittels E-Mail und Telefon kontaktiert. Die Resonanz war jedoch mehr als bescheiden, sodass die Fragebögen kein Gesamtbild der Situation erlauben. Der nächste Schritt bei der Zusammenstellung relevanter Informationen bestand darin, den Markt der Solarhersteller zu sondieren. Eine Liste der führenden Absorberhersteller aus Deutschland ist in der folgenden Tabelle wiedergegeben

Tabelle 1: Liste der führenden Hersteller von Solarkollektoren

Firma	Standort	Internetauftritt
AST	Reutte, Österreich	www.ast.at
SOLAR-RIPP	Sinzig, Deutschland	www.solarripp.com
OKU Obermaier GmbH	Geretsried, Deutschland	www.okuonline.com
SOLKAV, Alternative Energie Systeme GmbH	Pyrha, Österreich	www.solkav.co.at
SUNSET Energietechnik GmbH	Adelsdorf, Deutschland	www.sunset-solar.com
SOLAR-ANLAGEN Lange GmbH	Telgte, Deutschland	www.solar-lange.de
Solarhandel Franken GmbH	Heideck, Deutschland	www.solarhandel-franken.de
Behncke GmbH	Bühne, Deutschland	www.behncke.com
Roth Werke GmbH	Am Seerain, Deutschland	www.roth-werke.de

Anschließend wurde eine Referenzliste mit sämtlichen von den Firmen Solar Ripp, Solar-Anlagen Lange GmbH und SOLKAV GmbH aufgebauten Systemen beschafft. Zusätzliche Interviews mit den Firmen Solar-Anlagen-Lange und SOLKAV GmbH rundeten die Untersuchung ab.

Die Firma Solar Ripp hat bis heute 407 Solarsysteme zur Schwimmbaderwärmung in Deutschland aufgebaut. Wie sich in Abbildung 11 erkennen lässt, haben die meisten errichteten Systeme (95,3 %) Flächen von weniger als 100 m². Daraus lässt sich ableiten, dass sich die Firma hauptsächlich auf kleine Schwimmbäder von Hotels oder Privatpersonen spezialisiert hat.

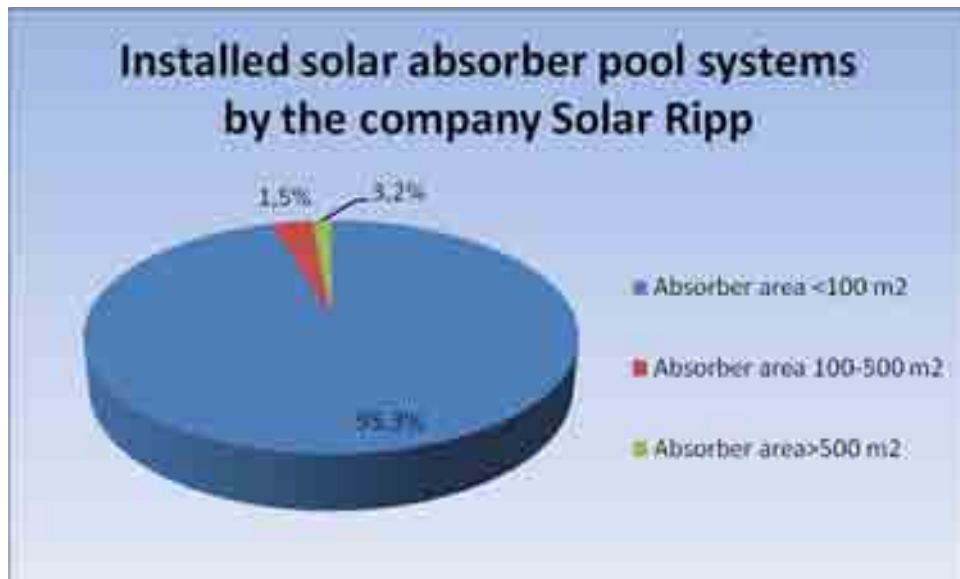


Abbildung 13: Solarsysteme zur Schwimmbadheizung, installiert von der Firma Solar Ripp (Grafik unterteilt in Absorberflächen)

Die Firma Solar-Anlagen Lange GmbH ist seit 1986 im Geschäft. In dieser Zeit (bis Ende 2007) wurden 190 Systeme errichtet. Im Vergleich zu Solar Ripp hat sich Solar-Anlagen Lange eher auf mittelgroße Systeme und Großanlagen konzentriert (Abbildung 12).

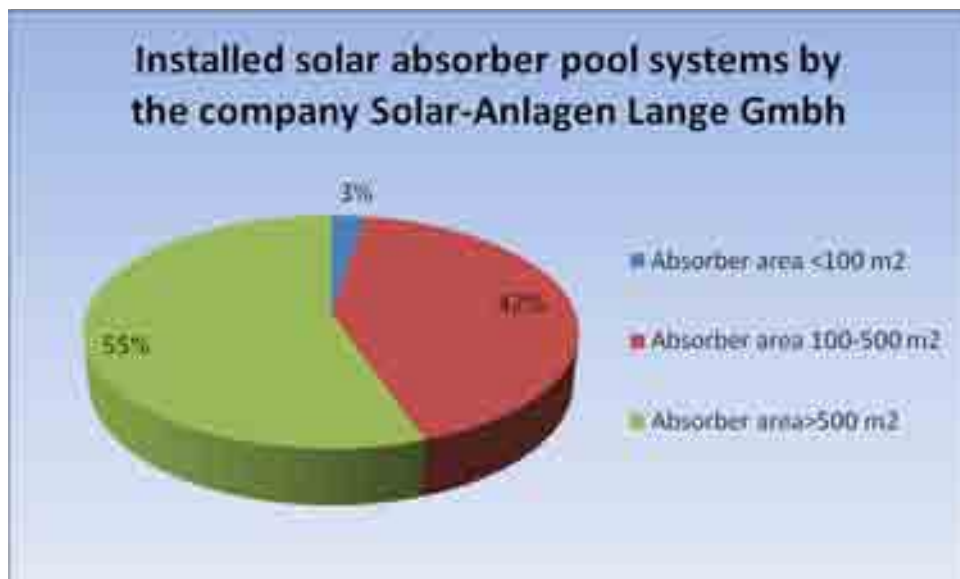


Abbildung 14: Solarsysteme installiert von Solar-Anlagen Lange GmbH (Grafik unterteilt in Absorberflächen).

Die Firma SOLKAV Alternative Energiesysteme GmbH arbeitet seit 1983 mit Solarsystemen zur Schwimmbaderwärmung. Sie haben seitdem (bis Ende 2007) 46 Systeme in Deutschland aufgebaut. Ähnlich wie Solaranlagen Lange haben sie sich vornehmlich auf die größeren Anlagen spezialisiert (Mittel- und Groß-Anlagen, siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)

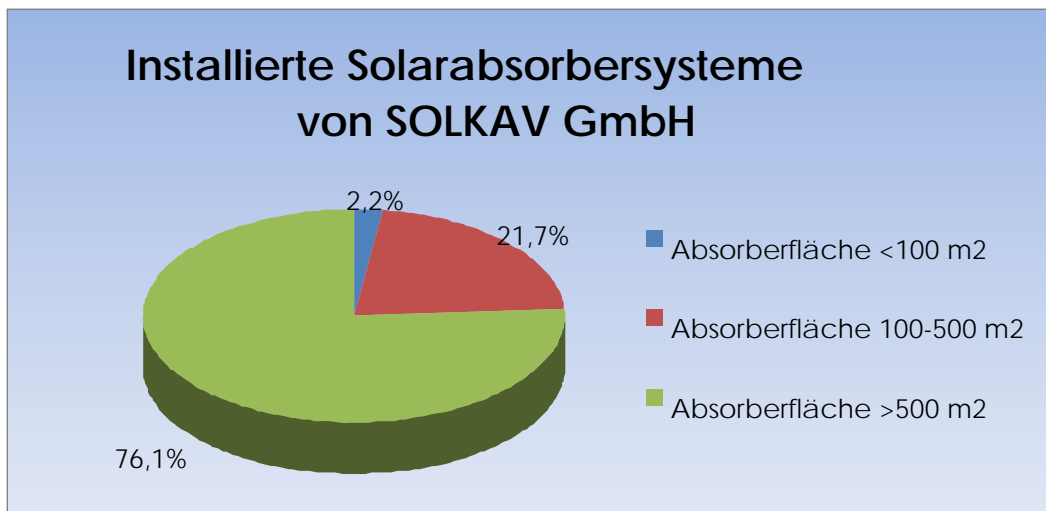


Abbildung 15: Solarsysteme zur Schwimmbadheizung, installiert von der Firma SOLKAV GmbH (Grafik unterteilt in Absorberflächen)

Gemäß der ZFS-Rationelle Energietechnik GmbH wurden bis zum Ende des Jahres 2007 genau 799 öffentliche Bäder mit Solarsystemen ausgerüstet. In den meisten Fällen handelt es sich um Freibäder oder um Kombinationen von Frei- und Hallenbädern. Nur fünfzehn der aufgelisteten Einrichtungen waren reine Hallenbäder. Ebenfalls erwähnenswert ist, dass 98,5 % Kunststoffabsorber zur Schwimmbeckentemperierung nutzen. Die restlichen 1,5 % nutzen andere Kollektorensysteme. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt, dass es sich beim Großteil der installierten Solaranlagen um mittelgroße Systeme und Großanlagen handelt. Von den 784 öffentlichen Freibädern, die mit Solaranlagen ausgestattet, sind liegen nur 35 im Bereich der Kleinanlage (Absorberfläche <100 m²) und zählen somit zu den Kleinbädern. Eine Anzahl von 345 Bädern liegt im mittleren Bereich (Kollektorfläche 100–500 m²) während die restlichen 404 Einrichtungen in der Kategorie der größten Absorberflächen (>500 m²) und somit auch der größten Becken liegen.

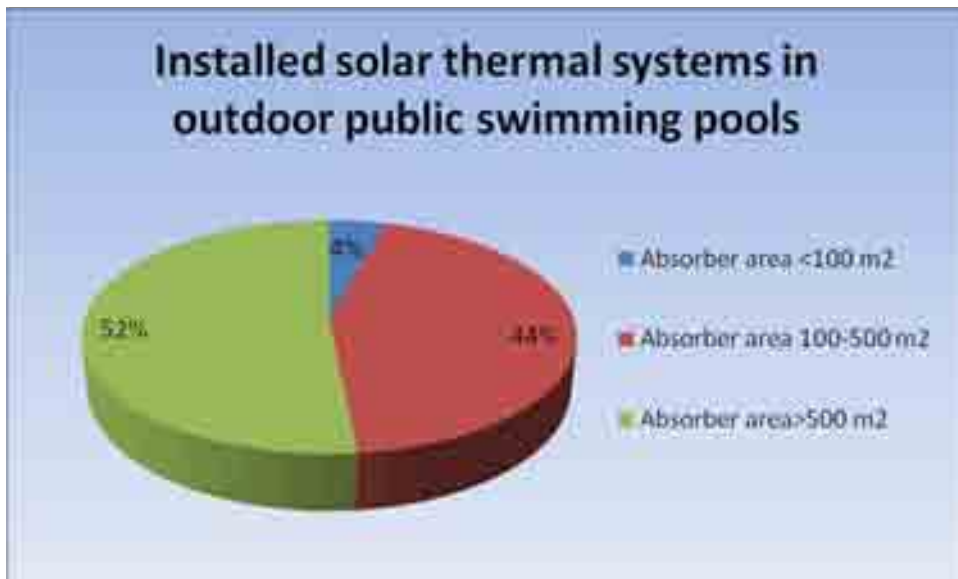


Abbildung 16: Installierte Solarsysteme zur Schwimmbadheizung von öffentlichen Bädern in Deutschland

Die folgende Abbildung zeigt in einer graphischen Darstellung die Anzahl installierter Systeme und Absorberfläche im jeweiligen Jahr. Man sieht deutlich, dass 1993 und 1994 die Spitzenjahre bezüglich installierter Absorber/Kollektorfläche waren. In den darauf folgenden Jahren war ein nahezu konstanter Rückgang zu verzeichnen. In den letzten zwei Jahren stieg die Zahl installierter Anlagen wieder an, liegt aber nach wie vor weit hinter den Zahlen der Spitzenjahre.

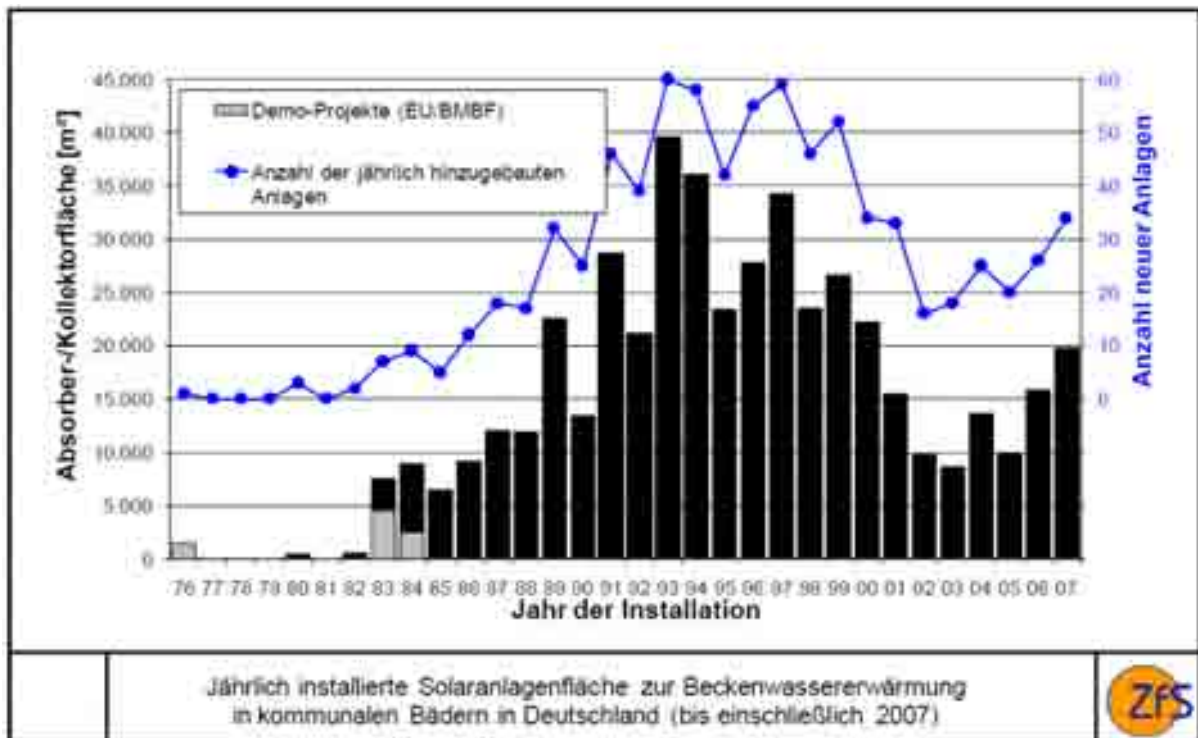


Abbildung 17: Jährlich installierte Solaranlagenfläche zur Beckenwassererwärmung in kommunalen Bädern in Deutschland bis einschließlich 2007 (ZfS, 2008)

4.1 Öffentlicher Bereich

4.1.1 Anzahl öffentlicher Bäder

Die Anzahl an öffentlichen Bädern in Deutschland wird auf ungefähr 4.000 geschätzt. Die meisten dieser Bäder wurden in den siebziger Jahren installiert. Die gesamte Technik der Installationen ist veraltet und absolut nicht auf dem Stand der Technik. Bis heute wurden etwa 800 Solarsysteme mit einer Absorbergesamtfläche von 473.000 m² in öffentlichen Bädern installiert. Von den 800 Bädern werden 785 mit Kunststoffabsorbern betrieben, während 14 mit Flachkollektoren arbeiten (ZfS, Hilden, 2008).

4.1.2 Verwendete Heizsysteme

Es gibt nur sehr eingeschränkt brauchbare Statistiken bezüglich der genutzten Energiequelle zur Schwimmbadbeheizung, sodass an dieser Stelle nur eine Abschätzung anhand einer Erfassung von 1990 möglich war.

Die Ergebnisse der 85 Teilnehmer sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 2: Statistische Daten von Freibädern (Quelle: Rationelle Energieverwendung in kommunalen Freibädern, Landesgewerbeamt Baden Württemberg, 1995)

Wärmequelle	Ohne Solarsystem		Mit Solarsystem	
	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)
Gasheizung	23	47	12	33
Wärmepumpe	6	12		
Ölheizung	3	6	3	8
Elektrisch	2	4	2	6
Fernwärme	1	2		
Keine/Nur Solar	14	29	19	53
Summe	49	100	36	100

Diese Ergebnisse zeigen, dass die am häufigsten verwendete Zusatzheizung der Gaskessel ist, aber dass es durchaus auch Kombinationen mit Ölheizungen oder elektrischen Heizsystemen gibt. Die Wärmepumpe hat mit 12 % schon einen relativ hohen Anteil in der Beheizung ohne Solarenergie.

4.1.3 Kostenvergleich der verschiedenen Wärmequellen (Heizsysteme)

Aufgrund der geringen Betriebskosten einer solaren Schwimmbadwassererwärmung im Vergleich zu einem konventionellen System stellt sich die ökonomische Situation für eine solare Lösung recht komfortabel dar.

In der folgenden Tabelle sind beide Systeme gegenüber gestellt. Die Randbedingungen sind eine Beckenoberfläche von 1.620 m², eine Absorberfläche von 900 m², ein Zeitraum von 15 Jahren, ein Zinssatz von 6 % und vorgegebene Werte für Wartungs- und Betriebskosten.

Tabelle 3: Vergleich einer herkömmlichen Heizung mit einer Solaranlage (Quelle: DGS, 2008)

	Konventionelle Heizung (Gas)	Solar
Investitionskosten	36.000 EUR	81.800 EUR
Kapitalkosten	3.708 EUR/a	8.425 EUR/a
Nutzenergie	325.000 kWh/a	276.000 kWh/a
Hilfsenergie	1.625 kWh/a	5.520 kWh/a
Brennstoffbedarf	342.000 kWh/a	-
Kosten für Gas und Elektrizität	14.196 EUR/a	705 EUR/a
Wartungskosten	715 EUR/a	818 EUR/a
Summe der jährlichen Kosten	18.619 EUR/a	9.948 EUR/a
Heizkosten	0,054 EUR/kWh	0,036 EUR/kWh

Im direkten Vergleich sind die Energiekosten (Heizkosten) der Solarenergie niedriger als die der konventionellen Heizung.

4.2 Privater Sektor

Der Bundesverband Schwimmbad und Wellness (bsw) erstellte im Jahr 2007 eine Marktanalyse über den aktuellen Status und die Nachfrage für Solaranlagen zur Schwimmbadheizung von Privatpersonen. Obwohl diese Studie nicht veröffentlicht wurde, stellte bsw freundlicherweise für SOLPOOL relevante Daten zur Verfügung (Quelle: bsw, 2008). 1,69 von 18 Millionen deutschen Hausbesitzern haben ein Schwimmbecken unterschiedlichster Art (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

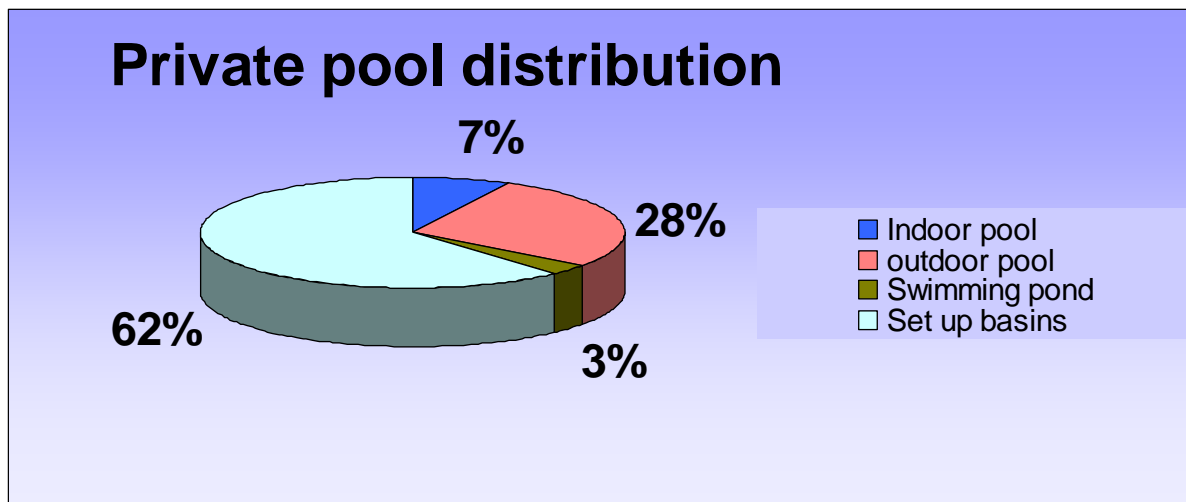


Abbildung 18: Installierte Pools in deutschen Privathaushalten (bsw, 2008)

Mehr als 50 % der in der Marktanalyse erfassten Personen heizen ihre Freiluftbäder überhaupt nicht. Mit 18 % sind Solarsysteme die am häufigsten genutzte Heiztechnik. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist die gesamte Verteilung der Beheizung privater Bäder abgebildet.

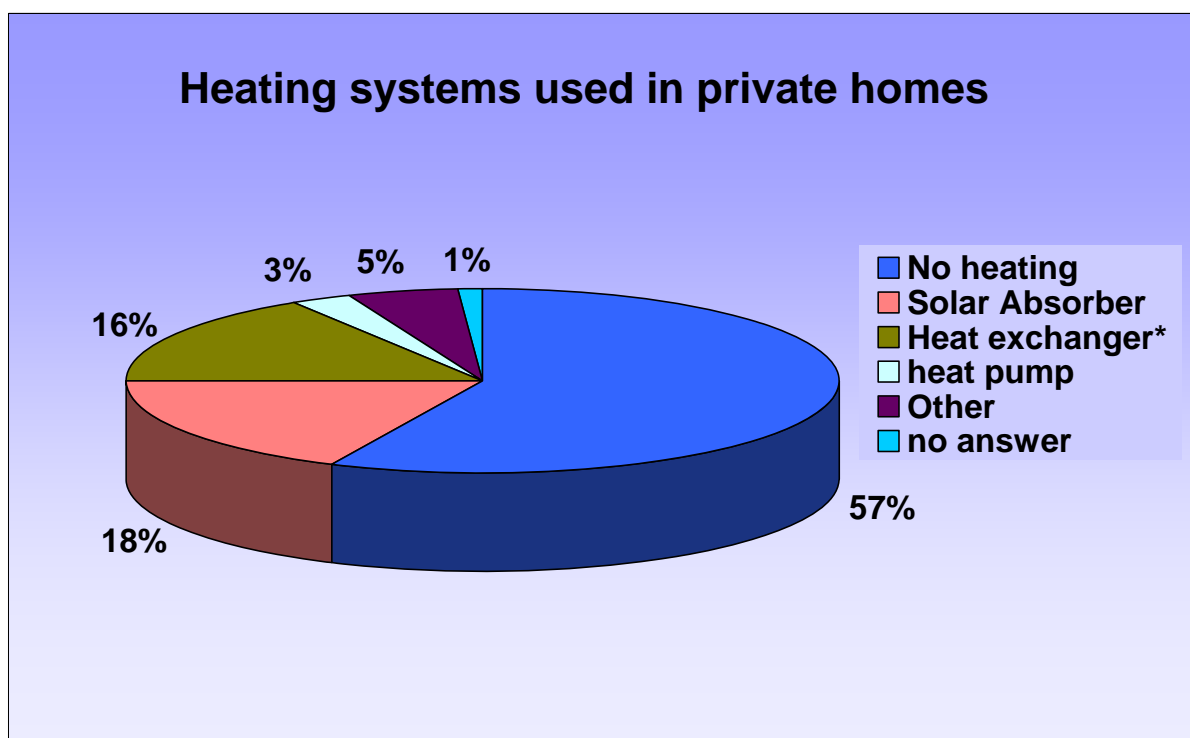


Abbildung 19: Heizsysteme privater Schwimmbäder (bsw, 2008)

* der Wärmetauscher ist mit der Warmwasserversorgung verbunden

19 % der Teilnehmer dieser Marktanalyse beabsichtigen, ihre Schwimmbadbeheizung zu modifizieren. Davon streben 11 % Energieeinsparung durch Schwimmbadabdeckung, Solarabsorber oder Wärmepumpe an. Der bsw berichtet, dass die Mitgliedsunternehmen sich

des Potentials von Solaranlagen zur Beheizung privater Schwimmbäder durchaus bewusst sind. Selbst die Marktanalyse zeigt, dass Solarsysteme die führende Technologie zur Beheizung der Privatpools sind. Ein DGS-Artikel im Internet bestätigt diese Einschätzung. Alle erwähnten Solarfirmen haben Absorbersysteme für Freiluftbäder in ihrem Programm. Das deutsche Projektteam beschloss jedoch, den Fokus auf öffentliche Freibäder zu richten.

5 Praktische Beispiele

5.1 Bad 1 – Freibad Borssum

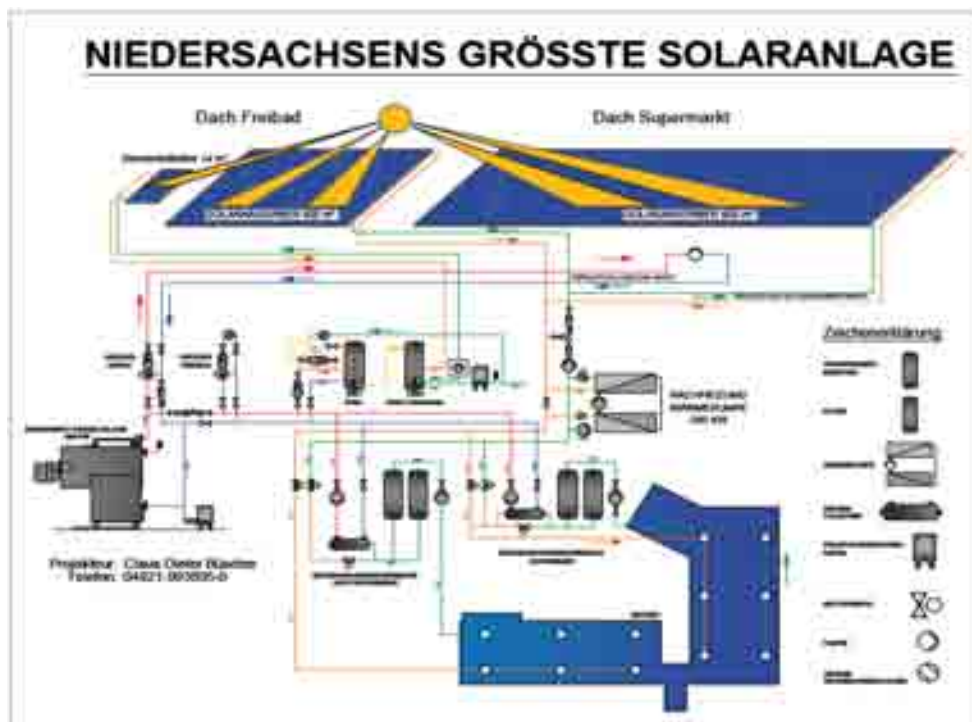


Abbildung 20 Freibad in Borssum, Deutschland (Quelle: Büscher, 2008)

Technische Daten des Absorbersystem

Solarabsorberfläche (Schwimmbeckenwasser)	1.900 m ²
Flachkollektorfläche (Duschwasser)	12,5 m ²
Beckenoberfläche und Volumen	1.050 m ² (1,80 - 2,00 m), 875 m ² (0,90 - 1,25 m)
Installationsjahr	2002
Betreiber	Stadt Emden
Installationsfirma	Solaranlagen Lange GmbH
Kollektortyp	Solar Flex
Nachheizung	Wärmepumpe
Spezifischer Ertrag	740 kWh/m ² und Jahr
Energieeinsparung	1.300 000 kWh Gas pro Jahr
Klimaschutz (CO ₂ Reduzierung)	320 Tonnen CO ₂ pro Jahr
Kosten Solarsystem	350.000 € (inkl. Planung und Installation)
Systemkosten in EUR/m ² Absorberfläche	125 €/m ² (inkl. Planung und Installation)

Kurzbeschreibung des Systems

Der Energiebedarf des Freibads Borssum konnte um fast 85 % gesenkt werden. Es wurden 1.900 m² Absorberfläche aufgebaut, um das Schwimmbecken zu beheizen. Des Weiteren wurde eine Fläche von 15,5 m² mit Flachkollektoren ausgestattet, um Brauchwasser zu erhitzen. Die Temperatur des Schwimmbeckens kann durch den Einsatz einer Wärmepumpe auch bei schlechtem Wetter die ganze Saison durch konstant gehalten werden. Die Solaranlage liefert nicht nur Wärme an das Freibad, sondern ebenfalls an einen benachbarten Supermarkt. Die erzeugte Wärme wird also nicht nur in der Freibadsaison, sondern ganzjährig genutzt.

Kontakt Adresse: Claus-Dieter Büscher, Meister-Geerds-Straße1, 26721 Emden
Telefon: 04921 - 993895-0, Fax: 04921 - 993895-9, office@schnieders-emden.de

Für weitere Details steht das Datenblatt im Netz zur Verfügung:

http://www.solpool.info/uploads/media/1_Outdoor_Pool_Borssum_in_Emden_01.pdf

5.1 Bad 2 – Freibad Hänigsen, Niedersachsen



Abbildung 21: Freibad in Hänigsen, Niedersachsen (SOLKAV GmbH, 2008)

Technische Daten des Absorber System

Absorberfläche(für Beckenwasser)	160 m ² Classic, 580 m ² Sportsolar
Fläche Flachkollektor (für Brauchwasser)	-
Beckenoberfläche und- volumen	1.250 m ² (2,80 m), 200 m ² (1,20 m)
Installationsjahr	2005
Betreiber	Stadt Uelzen
Installationsfirma	SOLKAV GmbH
Kollektortypen	Classic Solar and Sports Solar
Nachheizung	Keine
Spezifischer Ertrag	280 kWh/m ² und Jahr

Energieeinsparung	200.000 kWh Gas pro Jahr
Klimaschutz (CO ₂ Reduzierung)	13 Tonnen CO ₂ pro Jahr
Kosten Solarsystem	140.000 € (inkl. Planung and Installation)
Systemkosten in EUR/m ² Absorber	160 €/m ² (inkl. Planung and Installation)

Kurzbeschreibung des Systems

Seit der Sanierung des Freibads Hänigsen im Jahr 2005 wird das Beckenwasser anstelle von Öl mittels Sonnenenergie erwärmt. Durch diese Maßnahme konnten die Ausgaben einer Saison um 20.000 Euro gesenkt werden. Das Becken wird mit einem Produkt namens SportSolar beheizt, welches von der Firma SOLKAV stammt. In diesem Fall ist das Absorberfeld nicht auf dem Dach installiert, sondern als Umrandung des Schwimmbeckens ausgeführt. Der begehbare Absorber spart nicht nur Heizkosten, sondern auch die Kosten für eine übliche Beckenumrandung.

Kontakt Adresse: SOLKAV Alternative Energie Systeme GmbH

Telefon: 0043 2745 - 83028-0, Fax: 0043 2745 - 83028-43, office@solkav.co.at,
www.solkav.co.at

Weitere Details können im Internet unter

http://www.solpool.info/uploads/media/12_Outdoor_Pool_in_Haenigsen.pdf nachgelesen werden.

5.2 Bad 3 – Benshausen

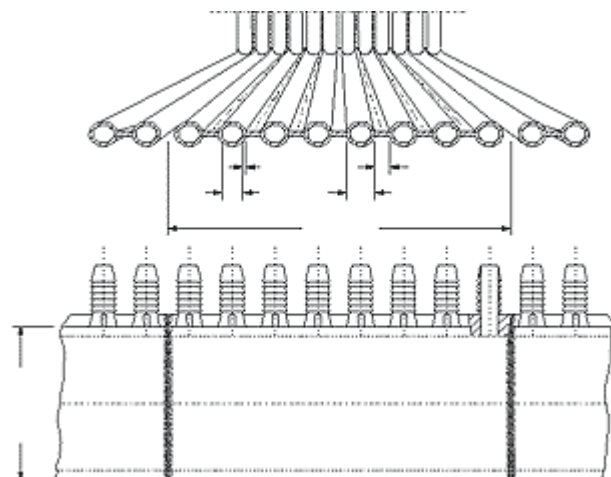


Abbildung 22: Schwimmbad in Benshausen, Thüringen (Quelle: Gemeinde Benshausen)

Das Friedrich-Ludwig-Jahn Bad in Benshausen wurde ursprünglich 1934 errichtet. In den Jahren 1999 bis 2000 wurde das Freibad komplett modernisiert und nach neuesten Gesichtspunkten der Technik umgebaut. Benshausen liegt im Thüringer Wald und somit in der Region Deutschlands mit den wenigsten Sonnenstunden im Jahr. Das Freibad wurde vor dem Umbau gar nicht beheizt, allerdings war klar, dass das Bad langfristig nur mit beheiz-

tem Wasser für die Besucher attraktiv sein wird. Um die Betriebskosten des Freibades niedrig zu halten, wurde die Beheizung des Badewassers mit einer solarthermischen Absorberanlage geplant. 2001 wurde diese Solarabsorber-Anlage installiert. Die 370 m² Absorber wurden auf den Dächern der Umkleidekabinen, Toiletten und des Carports verlegt. Die Absorberanlage erhitzt das Badewasser im Freibad auf angenehme 24°C und schaltet sich dann automatisch ab. Die Investitionskosten für das Absorbersystem von 30.504 EUR hatten sich bereits nach 4,5 Jahren amortisiert, obwohl der Eintrittspreis im Freibad Benschhausen mit 2 EUR pro Tag deutlich unter dem der herkömmlich beheizten Freibädern (3 bis 3,5 EUR) in der Umgebung liegt. Die spezifischen Kosten der solaren Energie zur Beheizung des Bades liegen, bezogen auf die Mindestnutzungszeit der Absorberanlage von 25 Jahren, unter 1,5 ct/kWh.

Schwimmbad und Solarsystem

Installationsjahr	2001
Pool-Oberfläche und Volumen	334 m ² , Tiefe von 0,90 bis 1,35 m 500 m ² , Tiefe von 1,35 bis 2,00 m 100 m ² , Tiefe 3,40 m
Absorberfläche	370 m ²
Absorbertyp	GEBaU-AbsorberSystem
Spezifischer Ertrag	300 kWh/(m ² .a)
Energieeinsparung	~ 158.600 kWh Gas pro Jahr
CO ₂ -Einsparung	~ 32 t CO ₂ pro Jahr
Investitionskosten	30.504 EUR
Systemkosten	82 EUR/m ² Absorberfläche
Laufende Energiekosteneinsparung	~ 158.600 kWh Gas pro Jahr

Kontaktanschrift: Wassertechnik Wertheim GmbH & Co. KG, Niederlassung Leipzig, Weststraße 24, D-04683 Naunhof, <http://www.wassertechnik.de/>

Mehr Details können unter folgendem Link aus dem Internet geladen werden:

http://www.solpool.info/uploads/media/13_Outdoor_Pool_Friedrich_Ludwig_Jahn_in_Benschhausen.pdf

5.3 Bad 4 – Grünhöfe



Abbildung 23: Freibad Grünhöfe

Das Freibad Grünhöfe wurde am 01.07.1961 eröffnet. In den siebziger Jahren ist dann eine Heizungsanlage zur Beheizung der Schwimmbecken nachgerüstet worden. Seit 2006 wird das Freibad Grünhöfe in einzelnen Schritten saniert. Im Jahr 2007 wurde entschieden, dass die abgängige Heizungsanlage durch eine Schwimmbadabsorberanlage ersetzt wird. Auf dem langen Gebäudetrakt konnte insgesamt eine Absorberfläche von 820 m² installiert werden. Die Absorberanlage hat im 1. Betriebsjahr 2008 eine Wassertemperatur von 26°C erreicht, wobei dann die Anlage abgeschaltet wird. Die niedrigste Wassertemperatur lag bei 20°C. Von daher sind nach dem ersten Betriebsjahr alle Erwartungen erfüllt worden. Die Anlage kann auch auf das Nichtschimmerbecken umgeschaltet werden.

Installationsjahr	2008
Pool-Oberfläche und Volumen	Für Schwimmer 1.165 m ² , 2350 m ³
	For andere Gäste 968 m ² , 900 m ³
Absorberfläche	820 m ²
Absorbertyp	Absorbermatten
Spezifischer Ertrag	127 kWh/(m ² .a) Jahr 2008
Energieeinsparung	455.767 kWh
CO ₂ -Einsparung	36 t CO ₂ pro Jahr
Investitionskosten	46.500 EUR
Systemkosten	57 EUR/m ² Absorberfläche
Bestribskosteniensparung	23.000 EUR pro Jahr

Contact: SOLARSYS Schaumburg, In der Ecke 1, 031712 Niedernwöhren, solarsys-schaumburg@arcor.de, www.solarsys.de

Mehr Details können unter folgendem Link aus dem Netz geladen werden:

http://www.solpool.info/uploads/media/13_Outdoor_Pool_Friedrich_Ludwig_Jahn_in_Benshausen.pdf

5.4 Bad 5 – Kombibad Billstedt, Hamburg



Abbildung 24: Kombibad Billstedt, Hamburg

Kurze Systembeschreibung

In enger Zusammenarbeit mit der Bäderland Hamburg GmbH wurde dieses europaweit einmalige Projekt mit folgenden Komponenten entwickelt:

- Solarabsorber: 905 m² Absorberfläche
- Wärmeübertragungsleistung: 2x540 kW
- Gasmotorbetrieben Wärmepumpe mit NH³ (Ammoniak) als Kühlmittel

Winter, tagsüber: 207 kW (bei 2° Verdampfereingang)

Sommer, tagsüber: 390 kW (bei 20° Verdampfereingang)

+ Motor-Abwärme: 50 kW

+ Abgas-Abwärme: 60 kW

Mit diesem System werden 50% Energieeinsparung im Vergleich zum bisherigen Gasverbrauch erzielt. Bei fehlendem Sonnenschein wird die Umgebungswärme von der Wärmepumpe genutzt. Zusätzlich wird die Motor-Abwärme zur Raumheizung und Warmwasserproduktion verwendet. Positive Sekundäreffekte:

- TEWI-Wert (Total Equivalent Warming Impact): Null; dies bedeutet keine Emissionen durch Fluorchlorkohlenstoffe.
- Relativ hoher COP (Coefficient of performance). Demzufolge nur wenig kinetische Energie für den Betrieb der Wärmepumpe notwendig.

Technische Daten des Absorbersystems

Absorberfläche	905 m ²
Pool Oberfläche	1.600 m ² im Freien, 500 m ² Hallenbad
Installationsjahr	2007
Betreiber	Bäderland Hamburg GmbH
Installationsbetrieb	SOLKAV GmbH

Kollektortyp	Classic Solar
Nachheizsystem	Wärmepumpe mit Kessel, gasbetrieben
Spezifischer Ertrag	280 kWh/m ² und Jahr
Energieeinsparung	1.000 000 kWh Gas und Jahr
Umweltentlastung	210 Tonnen / Jahr CO ₂
Kosten für das Solarsystem	350.000 € (inkl. Planung und Installation)
System costs in EUR/m ² absorber area	387 €/m ² (incl. planning and installation)

Kontaktadresse: SOLKAV Alternative Energie Systeme GmbH
Telefon: 0043 2745 - 83028-0, Fax: 0043 2745 - 83028-43, office@solkav.co.at,
www.solkav.co.at

Für weitere Details kann das Datenblatt aus dem Internt geladen werden unter:
http://www.solpool.info/uploads/media/13_Outdoor_Pool_Friedrich_Ludwig_Jahn_in_Benshausen.pdf

5.5 Bad 6 – Schwimmbad Berlin-Mariendorf



Abbildung 25: Schwimmbad in Mariendorf, Berlin

Technische Daten des Absorbersystems

Solarabsorberfläche (Schwimmbeckenwasser)	1.589 m ²
Beckenoberfläche	2.000 m ²
Installationsjahr	1999
Betreiber	Berliner Bäderbetriebe
Installationsfirma	GSM Heizung Sanitär, Berlin
Kollektortyp	AST
Nachheizung	Gasheizung
Spezifischer Ertrag	285 kWh/m ² und Saison
Energieeinsparung	500.000 kWh Gas pro Jahr
Klimaschutz	70 Tonnen CO ₂ pro Jahr
Kosten Solarsystem	128.000 € (inkl. Planung und Installation)
Systemkosten in EUR/m ² Absorberfläche	82 €/m ²
Fördermittel	43 % von der Investitionsbank Berlin

Kurzbeschreibung des Systems

Das Sommerbad in Mariendorf ist eins von 13 Freibädern der Berliner Bäderbetriebe. Es liegt im Tempelhofbezirk, südlich von Berlin, in dem Vorort Mariendorf. Der Freiluftkomplex hat zwei Becken á 1.000 m². Eines ist ein normales Schwimmbecken und das andere ein Anfängerbecken. Früher wurde das Wasser mit einer Gasheizung auf die geforderte Temperatur von 24°C gebracht. Der Gasboiler musste 1999 außer Betrieb genommen werden und die technische Abteilung der Berliner Bäderbetriebe entschied sich dafür, die konventionelle Heizung durch eine Solaranlage zu ersetzen. Durch die Schwimmbeckenfläche von 2.000 m² ergab sich entsprechend der Auslegungsrichtlinie eine benötigte Kollektorfläche von 1.400–1.600 m². Das Flachdach des Gebäudes, in dem sich Dusch- und Umkleieräume befinden, stand mit einer Fläche von ca. 1.700 m² für die Absorberinstallation zur Verfügung. Nach Abzug der Fläche für die Rohrleitungen und Armaturen konnten 1.589 m² Absorber angebracht werden. Aufgrund der Ausrichtung und Form des Daches wurde das Absorberfeld in zwei Bereiche aufgeteilt, welche jeweils mit einer separaten Pumpe betrieben werden. Das gesamte Beckenwasser wird mit Hilfe eines Zentralfilters und mit einem Frisch-

wasserbecken konditioniert. Von dem Frischwasserbecken wird das gefilterte und mittels Solarenergie erwärmte Wasser parallel in beide Schwimmbecken geleitet. Durch diese Anordnung ist es nicht möglich, eines der beiden Becken bevorzugt mit Solarwärme zu versorgen. Die beiden Absorberfelder sind hydraulisch voneinander getrennt. Es ist jeweils eine Pumpe für jeden Kreislauf installiert, die immer dann anspringt, wenn ausreichend Solarstrahlung zur Verfügung steht. Die komplette Wasserbereitung wird mittels Sensoren überwacht und gesteuert. Ein Strahlungssensor gibt ein Signal, um die Pumpe zu starten, sobald genügend Solarstrahlung gemessen wird. Das Absorberfeld wird dann mit gefiltertem Wasser aus dem Frischwasserbecken gefüllt. Das Frischwasser, welches benötigt wird, um Evaporationsverluste auszugleichen, wird direkt in den Kreislauf geleitet. Bei der Planung des Systems profitierte man von der großen Erfahrung des Absorberherstellers AST. Installiert wurde das System von einem Berliner Heizungsbauunternehmen. Aufgrund der finanziell angespannten Situation des Berliner Senates wurde bei diesem Vorhaben ein Kooperationspartner gesucht.

Kontakt Adresse: Herr Thoma, Berliner Bäderbetriebe, Sachsendamm 2-4, 10829 Berlin-Schöneberg, Telefon 030-787 32 5, Fax 030-787 32 999, www.berlinerbaederbetriebe.de

6 Finanzielle Aspekte

Erfreulicherweise haben sich die Investitionskosten für Solarsysteme mit Kunststoffabsorbern in den letzten 20 Jahren von 500 €/m² auf 50 bis 100 €/m² verringert. Die Investitionskosten für Flachkollektoren oder Vakuum-Röhrenkollektoren liegen deutlich höher.

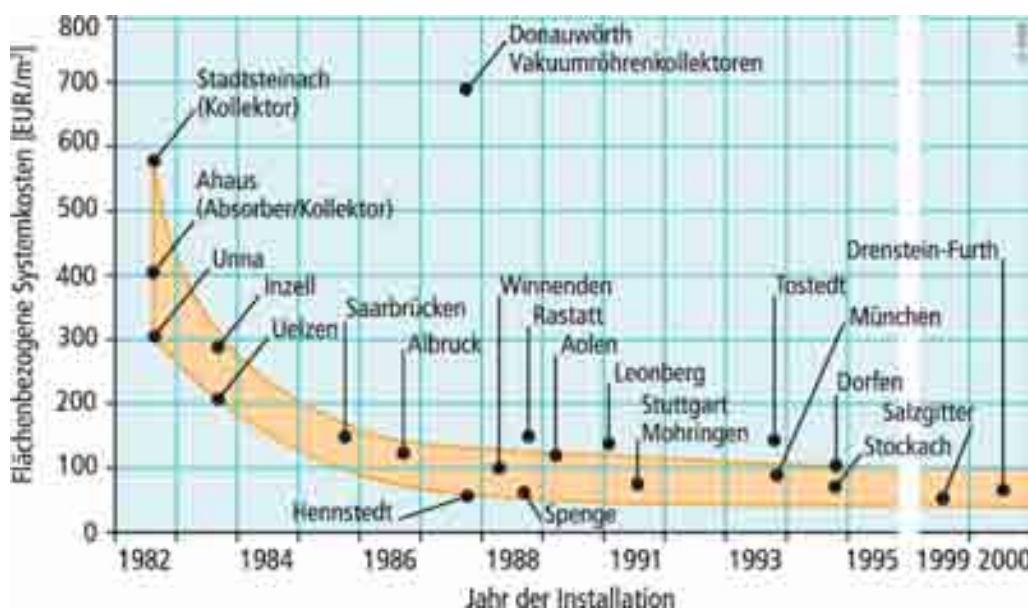


Abbildung 26: Entwicklung der spezifischen Investitionskosten über die Zeit

6.1 Spezifische Systemkosten in Deutschland

Tabelle 4: Spezifische Kosten für Solarsysteme bei unterschiedlichen Beckengrößen (Quelle: Solaranlagen Lange GmbH, Telgte)

	Kleine Pools Oberfläche: <100 m ²	Mittelgroße Pools Oberfläche: 100 bis 500 m ²	Große Pools Oberfläche: >500 m ²
Absorbersysteme			
Investitionskosten in EUR/m ²	70 – 130	50 – 90	40 - 85
Betriebskosten in EUR/Jahr	< 1 % der Investitionskosten		
Flachkollektoren			
Investitionskosten in EUR/m ²	600 – 1.000	500 – 900	400 - 800
Betriebskosten in EUR/Jahr	< 1 % der Investitionskosten		
Vakuum-Röhrenkollektoren			
Investitionskosten in EUR/m ²	800 – 1.300	700 – 1.200	600 – 1.000
Betriebskosten in EUR/Jahr	< 1 % der Investitionskosten		

6.2 Förderprogramme und Finanzierungshilfen

In Deutschland werden die Investitionen in Solaranlagen durch verschiedene Förderprogramme unterstützt (s.u.), um die Konkurrenzfähigkeit in Bezug auf den wirtschaftlichen Betrieb gegenüber konventionellen Systemen zu verbessern. Im Bereich der solaren Schwimmbadwassererwärmung werden überwiegend unverglaste Kunststoffabsorber eingesetzt. Die Investitionskosten sind bei diesen Systemen vergleichsweise niedrig, so dass die solaren, im Vergleich zu fossilen, Wärmegestehungskosten geringer ausfallen (siehe Tabellen 5, 6 und 7). Aus diesem Grund existieren derzeit keine Förderprogramme für diese Technik.

6.2.1 Programm 1 – Subventionen für solarthermische Anlagen

Programmname	Marktanreizprogramm (MAP)
Organisation	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
Straße	Frankfurter Straße 29 - 35
Postleitzahl	65760
Stadt	Eschborn
Email	solar@bafa.bund.de
Telefon	+49 – (0)6196 908 625
Art der Unterstützung	Subvention
Verfügbares Budget	in 2009: 500 Millionen
Anteile des Budgets	Systeme müssen kleiner sein als 40 m ² . Für Heißwasser: 60 €/m ² , Minimum 410 €

	Für Raumheizung: 105 €/m ²
Wer kann sich bewerben	Besitzer von privaten oder kommerziellen Bauten
Bewerbungsanforderungen	Keine
Angestrebte Fläche	Solarthermische Systeme mit Kollektorflächen <= 40 m ²
Kurzbeschreibung	Fördermittel für solarthermische Brauchwassererwärmung und Raumheizung. Bewerbung nach kompletter Installation
Dokumente	Bewerbungsformular kann heruntergeladen werden: (www.bafa.de)
Informationsquelle	www.kfw.de
Start	2007
Informationswebsite	www.kfw-foerderbank.de

6.2.2 Programm 2 - Programm Erneuerbare Energie

Programmname	Programm Erneuerbare Energie
Organisation	Kreditanstalt für Wiederaufbau (kfw)
Straße	Palmengartenstraße 5 - 9
Postleitzahl	60325
Stadt	Frankfurt
Email	Infocenter@kfw.de
Telefon	+49 - 69 - 7431-0
Art der Unterstützung	Kredit mit reduzierter Tilgung
Verfügbares Budget	in 2009: 500 Millionen
Anteile des Budgets	Finanzierung von 80 % der Investitionskosten, 30 %ige Reduzierung der Tilgung (max. 100.000 EUR)
Wer kann sich bewerben	Örtliche Behörden, Besitzer und Betreiber von Schwimmbädern
Bewerbungsanforderungen	Nachweis des Kollektor-Mindestenertrags
Angestrebte Fläche	Solarthermische Systeme mit Kollektorflächen > 40 m ²
Kurzbeschreibung	Für Freiluftbäder: 80 % der Investitionskosten werden durch Kredit finanziert, 30 % der Tilgungssumme wird erstattet Gemeinden: Bewerbung direkt an KfW Privat: Bewerbung durch Hausbank
Dokumente	
Informationsquelle	www.kfw.de
Start	2007
Informationswebsite	www.kfw-foerderbank.de

6.3 Kosten-/Nutzenanalyse

Basierend auf den Daten der führenden Solaranlagenhersteller (Kosten) und den Ergebnissen der Berechnungen mit dem Impact Advisor (Simulationsprogramm) konnten die folgenden Kosten-Nutzen-Verhältnisse ermittelt werden. Folgende Annahmen liegen den Berechnungen zugrunde: Der Zeitraum beträgt 15 Jahre und der Zinssatz liegt bei 5 %. Die Betriebskosten liegen bei ca. 1 % der Investitionskosten pro Jahr. Die gewählte Absorberfläche ist identisch mit der Poolgröße. Die Kapitalkosten sind mit einem Annuitätsfaktor von 0,0963 berechnet, der sich aus der angenommenen Lebensdauer der Anlage und dem Zinssatz ergibt. Der Preis der konventionellen Energie liegt bei 0,08 €/kWh. Der konventio-

nelle Heizkessel besitzt einen Systemnutzungsgrad von 80%. Der spezifische Ertrag des Solarsystems liegt bei 250 kWh/m²Jahr.

6.3.1 Kleine Bäder

Tabelle 5: Amortisation eines Absorbersystems für einen Freibadpool mit 50 m² Beckenfläche

Heizsystem	Absorber	Einheit
Absorberfläche	50	m ²
Investitionskosten	5.000-6.000	€
Kapitalkosten	482-626	€/a
Nutzenergie	13.889	kWh/a
Betriebs- und Wartungskosten	50-65	€/a
Jährliche Gesamtkosten	530-689	€/a
Heizkosten	0,038-0,05	€/kWh
Amortisationszeit (statisch)	4,6-5,8	A

6.3.2 Mittelgroße Bäder

Tabelle 6: Amortisation eines Absorbersystems für einen Freibadpool mit 300 m² Beckenfläche

Heizsystem	Absorber	Einheit
Absorberfläche	300	m ²
Investitionskosten	24.000-27.000	€
Kapitalkosten	2.312-2.601	€/a
Nutzenergie	83.000	kWh/a
Betriebs- und Wartungskosten	240-270	€/a
Jährliche Gesamtkosten	2.552-2.871	€/a
Heizkosten	0,031-0,035	€/kWh
Amortisationszeit (statisch)	3,3-3,7	A

6.3.3 Große Bäder

Tabelle 7: Amortisation eines Absorbersystems für einen Freibadpool mit 1.000 m² Beckenfläche

Heizsystem	Absorber	Einheit
Absorberfläche	1.000	m ²
Investitionskosten	75.000-85.000	€
Kapitalkosten	7.226-8.189	€/a
Nutzenergie	312.500	kWh/a
Betriebs- und Wartungskosten	750-850	€/a
Jährliche Gesamtkosten	7.976-9.039	€/a
Heizkosten	0,029-0,033	€/kWh
Amortisationszeit (statisch)	3,0-3,4	a

6.3.4 Fazit

Die spezifischen Systemkosten für Solarsysteme zur Schwimmbadheizung können durchaus variieren. Bei Absorbersystemen liegen die Kosten zwischen 75-130 EUR/m², bei Flachkollektoren zwischen 600-1.000 EUR/m² und bei Vakuum-Röhrenkollektoren liegen die spezifischen Kosten zwischen 600-1.300 EUR/m², abhängig von der Größe des Schwimmbads. Betriebs- und Wartungskosten können mit ungefähr 1 % der Investitionskosten pro Jahr veranschlagt werden. Obwohl die Investitionskosten für die Solaranlagen im Vergleich zu konventionellen Heizungsanlagen höher sind, ist die Solarwärme auch ohne Subventionen preiswerter als die Wärme aus fossilen Brennstoffen. Die Amortisationszeit beträgt normalerweise weniger als 10 Jahre. Wenn man allerdings die steigenden Energiekosten in Betracht zieht, können sich solche Anlagen in Zukunft noch schneller rechnen.

7 Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für eine gute Solaranlage zur Schwimmbadwassererwärmung

7.1 Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Solarsystemen zur Schwimmbadwassererwärmung

Folgende Technischen, klimatologischen, finanziellen, staatlichen oder sozialen Hindernisse können die Umsetzung eines Projektes verhindern oder zumindest verzögern:

Technische oder klimatologische Barrieren:

- Fehlende oder zu kleine Dachfläche zur Montage der Kollektoren/Absorber
- Mangel an Informationen
- Häufig veraltete Technik
- Starke Schwankungen der Einstrahlung auch während der Sommermonate

Finanzielle Barrieren:

- Investitionskosten können nicht erbracht werden
- Fördersysteme sind nicht vorhanden oder zu wenig transparent
- Noch zu geringe konventionelle Energiekosten
- Keine Förderung für unverglaste Absorber

Staatliche Barrieren:

- Keine Förderprogramme mit Planungssicherheit in Bezug auf Förderhöhe und Kontinuität

Soziale Barrieren:

- Mangelnde Akzeptanz bei Besitzern, Betreibern und Gästen

7.2 Fünf Schritte zu einem passenden Solarsystem zur Schwimmbadwassererwärmung in Freibädern

Erster Schritt – Zusammenstellung der Basisinformationen

Im Rahmen des SOLPOOL-Projekts sind verschiedene Informationsmaterialien entwickelt worden. Die SOLPOOL-Broschüre "Nutzerinformation- solare Schwimmbadwassererwärmung in Deutschland" liefert Basisinformationen in Bezug auf Technik, Dimensionierung, Installation, Kosten und Nutzen von solarthermischen Systemen. Die [best practice sheets](#) zeigen gute Beispiele in den Ländern der projektbeteiligten Partner und bieten zusätzlich eine gute Möglichkeit, mit dem Betreiber/Besitzer der Freibäder für den Erfahrungsaustausch Kontakt aufzunehmen. Darüber hinaus sind weitere Informationsstellen eingerichtet worden, an denen jeder Antworten auf seine Fragen finden kann. Neben diesen Informationsmöglichkeiten steht weitere Information auf der Webseite des Projekts zur Verfügung: www.solpool.info. Hier sind u.a. Präsentationen von Referenten während der zahlreichen Seminar und Workshops zu finden.

Die Deutschland betreffenden Dokumente findet man unter folgendem Link:

- [Best practice sheets Germany](#)
- [User information - Solar swimming pool heating in Germany](#)
- [German Help desk](#)

Zweiter Schritt – Gebrauch der Checkliste

Zur weiteren Konkretisierung des Projekts dient die Checkliste im Anhang an diese Dokument. Hier werden die Basisinformationen aufgenommen, wie z.B. der Energieverbrauch eines Freibades, es werden die für die weitere Berechnung mit dem Impact Advisor notwendigen Daten notiert. Dieses auf Excel basierende Programm berechnet u.a. die für eine gewünschte Wassertemperatur notwendige Kollektorfläche und die zu erwartenden Energieeinsparung und Umweltentlastung.

Dritter Schritt – Berechnung mit dem Impact Adviser

Der Impact Advisor ist eine firmen- und produktneutrale Entscheidungshilfe für die solare Schwimmbadwassererwärmung in Freibädern. Es bietet dem Besitzer/Betreiber eines Freibades die wichtigsten Informationen zur Vorbereitung und Durchführung eines Projekts. Auf der Grundlage der Berechnungsergebnisse ist für jeden die Entscheidung möglich, ob die Investition in ein Solarsystem sinnvoll ist oder nicht. Die Größen Investitionskosten und Amortisationszeit sind hierbei die wichtigsten wirtschaftlichen Faktoren.

Der Impact Advisor kann von der Webseite geladen werden unter:

<http://www.solpool.info/2104.0.html>

Vierter Schritt – Einholung eines oder mehrere Angebote

Basierend auf den Ergebnissen des Impact Advisor kann der Besitzer/Betreiber eines Schwimmbades Kontakt mit einem im Bereich der solaren Schwimmbadwassererwärmung erfahrenen Solarfachbetrieb aufnehmen, um sich ein Angebot offerieren zu lassen. Zu diesem Zweck kann die SOLPOOL-Datenbank genutzt werden.

Der Zugang zur Datenbank erfolgt unter folgendem Link:

<http://www.solpool.info/1798.0.html>

Fünfter Schritt – Die Entscheidung

Um nach erfolgtem Angebotsvergleich eine abschließende Bewertung von unabhängiger Seite zu bekommen, kann der Service der speziell für das Projekt eingerichteten Informationsstellen in Anspruch genommen werden. Dieser Check schließt mit einer Empfehlung für eine bestimmte Lösung, die am Besten für das betreffende Freibad passt. Abschließend kann die Entscheidung getroffen werden und die Solaranlage realisiert werden.

8 Zusammenfassung

Die solare Erwärmung von Schwimmbadwasser in Freibädern ist eine der besten Möglichkeiten und Anwendungen solarthermischer System mit preiswerten unverglasten Absorbern. In Deutschland sind ungefähr 20% der bestehenden Freibäder mit einem solarthermischen System ausgerüstet. Dies ist im Vergleich zu den Nachbarstaaten relativ viel, aber die verbleibenden 80% bieten ein enormes Potential, wenn auch nicht jedes Freibad geeignet ist für eine solare Lösung. Es existiert relativ wenig Information über den Einsatz der verwendeten konventionellen Beheizungen von Freibädern, in der Mehrzahl der Fälle wird mit Gas oder überhaupt nicht geheizt. Die Modernisierung des existierenden alten Heizungssystems in Verbindung mit einer Solaranlage oder der komplette Austausch durch eine reine solare Beheizung – dies sind die Möglichkeiten, zwischen denen sich heutzutage der Besitzer/Betreiber eines Freibades entscheiden muss. Im ersten Fall können Energieeinsparungen durch das solare System erwartet werden, während der alleinige Einsatz eines Solarsystems in einem vormals unbeheizten Bad erfahrungsgemäß die Badesaison für die Gäste verlängert.

In den häufigsten Fällen werden unverglaste Kunststoffabsorber verwendet. Zur Erreichung des relativ geringen Temperaturniveaus in einem Freibad ist diese Kollektorbauform unter Kosten/Nutzen Gesichtspunkten die empfehlenswerteste. Nur 1,5% der Freibäder sind mit Flachkollektoren auf den Dächern ihrer Sanitärgebäude ausgerüstet. Im Falle der Duschwassererwärmung ist die Kombination aus Flachkollektoren und Absorbern allerdings eine gute und sinnvolle Möglichkeit.

In Deutschland ist die Zahl der Hersteller, die Solarabsorber für Freibäder produzieren, relativ gering. Die mit einem Absorbersystem ausgerüsteten Schwimmbecken sind normalerweise deutlich größer als 100m² Beckenoberfläche, häufig sogar größer als 500m². Aufgrund der geringeren spezifischen Investitionskosten ist die wirtschaftliche Situation für große Freibäder günstiger als für kleinere.

Die Kombination von Solarabsorbersystem und Wärmepumpe scheint eine interessante Alternative zu gas- oder ölbeheizten Systemen zu sein. Wie die Messergebnisse in realisierten Projekten zeigen (Hamburg, Emden, Juist), können Wärmepumpen deutlich effizienter mit

höheren Jahresarbeitszahlen arbeiten, wenn sie die Niedertemperaturwärme aus dem Solarsystem nutzen können.

Im Fall der Beheizung kleiner Pools bieten die Solarbetriebe in fast allen Fällen die Solarabsorbersysteme bereits heute an, da dieser Marktbereich gut entwickelt ist. Aus diesem Grund hat sich das SOLPOOL-Team in Deutschland im Rahmen des Projekts ausschließlich auf die öffentlichen Freibäder konzentriert.

8 Referenzen

Bsw – Bundesverband Schwimmbad und Wellness, 2008, zahlreiche Interviews mit Herrn Rangol im Oktober und November 2008

Bsw – Bundesverband Schwimmbad und Wellness, 2008, E-Mail von Frau Wanschura, bsw, 24.11.2008

Büscher, 2008, Zahlreiche Interviews mit Herrn Büscher, Planer des Freibades in Emden

DGS, 2008, Leitfaden Solarthermische Anlage

Solaranlagen Lange GmbH, 2008, Interview mit Herrn Lange, 20.11.2008

Solare Freibadbeheizung, G. Rockendorf, R. Sillmann, T. Bethe, H. Köln, ist Energieplan, Kandern, 1999

SOLKAV GmbH, 2008, Zahlreiche Interviews mit Herrn Fortenbacher in November 2007

Sunbird, 2008: http://sunbird.jrc.it/pvgis/cmmaps/eu/pvgis_DE_solar_opt.png

www.baederportal.com

www.bsw.de

www.schnieders-emden.de

www.solkav.co.at

www.sonnewindwaerme.de

ZFS 2007, www.zfs-solartechnik.de

Rationelle Energieverwendung in Freibädern, Informationszentrum Energie, Landesgewerbeamt Baden-Württemberg