




EIE-06-085 SOLPOOL

Intelligent Energy  Europe

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	6
2	Umweltbedingungen für solarthermische Anwendungen.....	6
3	Stand der Technik solarthermischer Anwendungen	7
3.1	Systeme	8
3.1.1	Systeme ohne Nachheizung	8
3.1.2	Einbindung einer Nachheizung	9
3.1.3	Unbeschichtete Absorber	9
3.2	Flachkollektoren	12
3.3	Vakuumröhrenkollektoren	13
3.4	Hybridsysteme	14
3.5	Normen und Richtlinien.....	16
4	Marktanalyse.....	17
4.1	Öffentlicher Bereich.....	20
4.1.1	Anzahl öffentlicher Bäder	20
4.1.2	Verwendete Heizsysteme.....	20
4.1.3	Kostenvergleich der verschiedenen Wärmequellen (Heizsysteme)	21
4.2	Privater Sektor	22
5	Praktische Beispiele.....	24
5.1	Bad 1 – Freibad Borssum	24
5.2	Bad 2 – Schwimmbad Berlin-Mariendorf.....	25
5.3	Bad 3 – Freibad Hänigsen, Niedersachsen	27
6	Finanzen	28
6.1	Spezifische Systemkosten in Deutschland	29
6.2	Förderung und Finanzierung.....	29
6.2.1	Programm 1 – Subvention für solarthermische Installationen.....	29
6.2.2	Programm 2 - Programm Erneuerbare Energie	30
6.3	Kostennutzenanalyse.....	30
6.3.1	Kleine Bäder.....	31
6.3.2	Mittelgroße Bäder.....	31
6.3.3	Große Bäder.....	31
6.3.4	Überblick	32
6.3.5	Fazit.....	32
7	Zusammenfassung.....	32
7.1	Grenzen bei der Einführung Solarer Heizsysteme für Freibäder	33
7.2	Anforderungen für die Einführung einer Solarbeheizung von Freiluftschwimmbecken	34
8	Quellenangabe.....	35

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Deutschlandkarte mit Solarstrahlung (Sunbird, 2008)	7
Abbildung 2: Fließbild einer Solaranlage zur Schwimmbadheizung (DGS, 2008)	8
Abbildung 3: Fließbild einer großen Solaranlage mit Zusatzheizung (Nachheizung) (DGS, 2008).....	9
Abbildung 4: Kunststoffabsorberfeld direkt am Beckenrand	10
Abbildung 5: Verschiedene Absorberbauformen im Querschnitt (DGS, 2008)	11
Abbildung 6: Schnitt durch einen Flachkollektor (DGS, 2008)	12
Abbildung 7: Aufbau eines direkt durchströmten Vakuum-Röhrenkollektors (DGS, 2008) .	13
Abbildung 8: Aufbau eines Heat-pipe Vakuum-Röhrenkollektors (DGS, 2008)	14
Abbildung 9: Absorber und Flachkollektor (Hybridnutzung) (DGS, 2008).....	15
Abbildung 10: Kombination von Luftkollektoren und Kunststoffabsorbern (DGS, 2008).....	15
Abbildung 11: Solarsysteme zur Schwimmbadheizung, installiert von der Firma Solar Ripp (Grafik unterteilt in Absorberflächen).....	18
Abbildung 12: Solarsysteme installiert von Solar-Anlagen Lange GmbH (Grafik unterteilt in Absorberflächen).....	18
Abbildung 13: Solarsysteme zur Schwimmbadheizung, installiert von der Firma SOLKAV GmbH (Grafik unterteilt in Absorberflächen).....	19
Abbildung 14: Installierte Solarsysteme zur Schwimmbadheizung von öffentlichen Bädern in Deutschland	19
Abbildung 15: Jährlich installierte Solaranlagenfläche zur Beckenwassererwärmung in kommunalen Bädern in Deutschland bis einschließlich 2007 (ZfS, 2008).....	20
Abbildung 16: Installierte Pools in deutschen Privathaushalten (bsw, 2008)	23
Abbildung 17: Heizsysteme privater Schwimmbäder (bsw, 2008)	23
Abbildung 18: Freibad in Borssum, Deutschland (Quelle: Büscher, 2008)	24
Abbildung 19: Schwimmbad in Mariendorf, Berlin	25
Abbildung 20: Freibad in Hänigsen, Niedersachsen (SOLKAV GmbH, 2008)	27
Abbildung 21: Entwicklung der spezifischen Investitionskosten über Zeit	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Liste der führenden Hersteller von Solarkollektoren	17
Tabelle 2: Statistische Daten von Freibädern (Quelle: Rationelle Energieverwendung in kommunalen Freibädern, Landesgewerbeamt Baden Württemberg, 1995)	21
Tabelle 3: Vergleich einer herkömmlichen Heizung und einer Solaranlage (Quelle: DGS, 2008).....	22
Tabelle 4: Spezifische Kosten für ein Solarsystem bei unterschiedlichen Beckengrößen (Quelle: Solaranlagen Lange GmbH, Telgte).....	29
Tabelle 5: Amortisation eines Absorbersystems für einen Freiluftpool mit 50 m ² Beckenfläche	31
Tabelle 6: Amortisation eines Absorbersystems für einen Freiluftpool mit 300 m ² Beckenfläche	31
Tabelle 7: Amortisation eines Absorbersystems für einen Freiluftpool mit 1.000 m ² Beckenfläche	31

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.

Yearly sum of global irradiation on horizontal surface
GERMANY

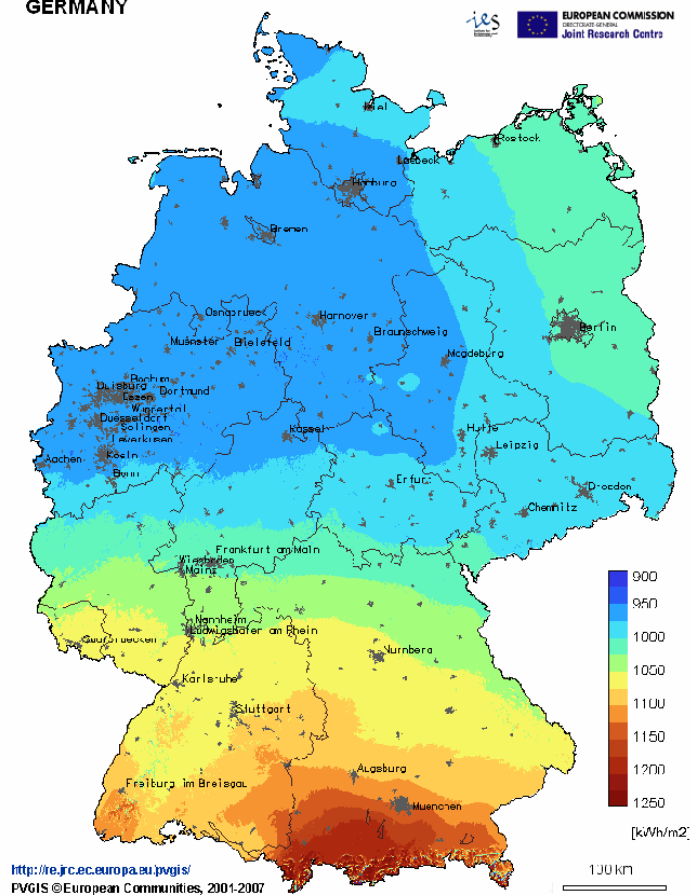


Abbildung 1: Deutschlandkarte mit Solarstrahlung (Sunbird, 2008)

3 Stand der Technik solarthermischer Anwendungen

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

- **Temperatur Level:** Die benötigte Temperatur ist mit 18 bis 25°C vergleichsweise niedrig. Dies erlaubt die Anwendung von kostengünstigen Kunststoffabsorbemern.
- **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.

3.1 Systeme

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.

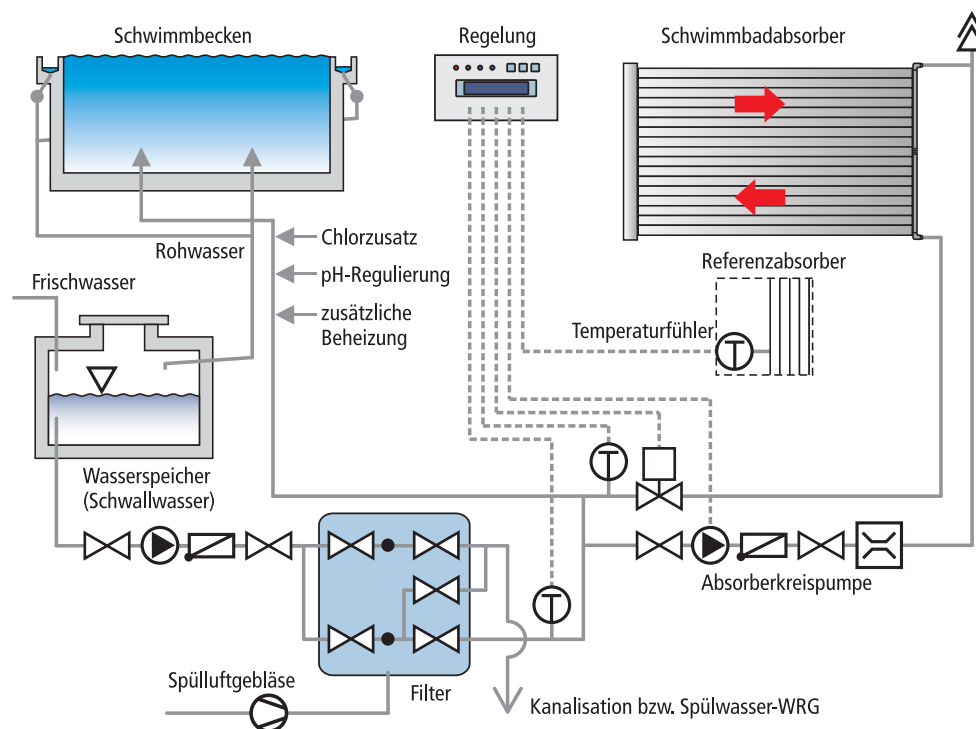


Abbildung 2: Fließbild einer Solaranlage zur Schwimmbadheizung (DGS, 2008)

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.

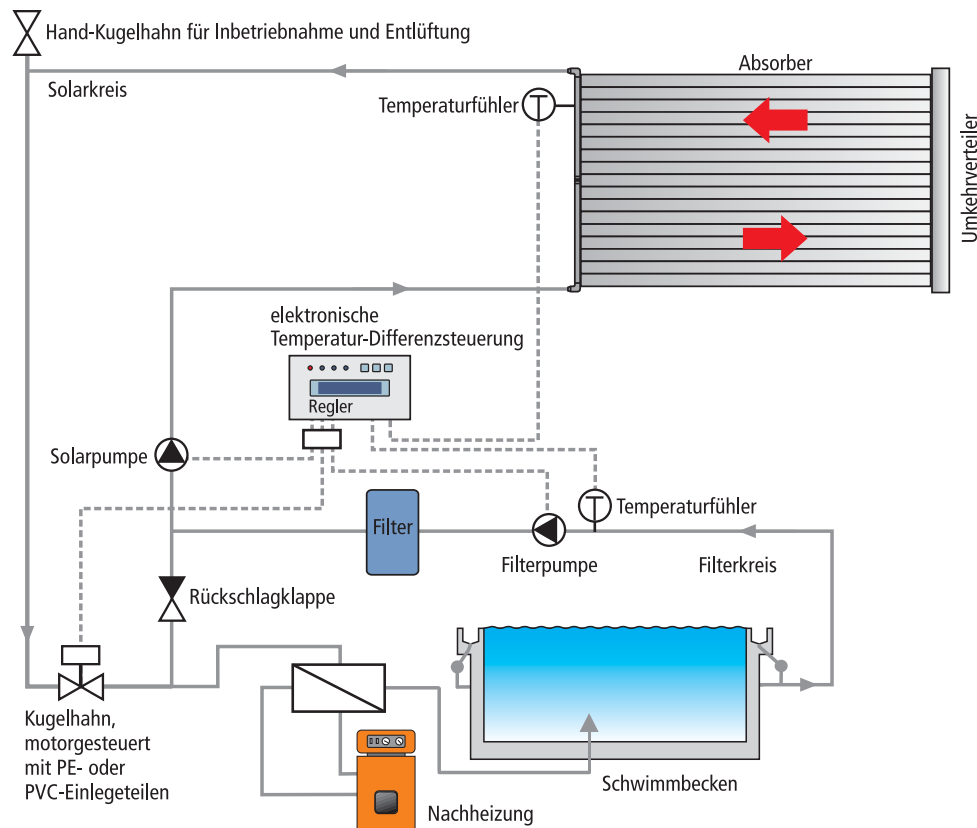


Abbildung 3: Fließbild einer großen Solaranlage mit Zusatzheizung (Nachheizung) (DGS, 2008)

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 Absorbertemperatur) 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.



Abbildung 4: Kunststoffabsorberfeld direkt am Beckenrand

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.

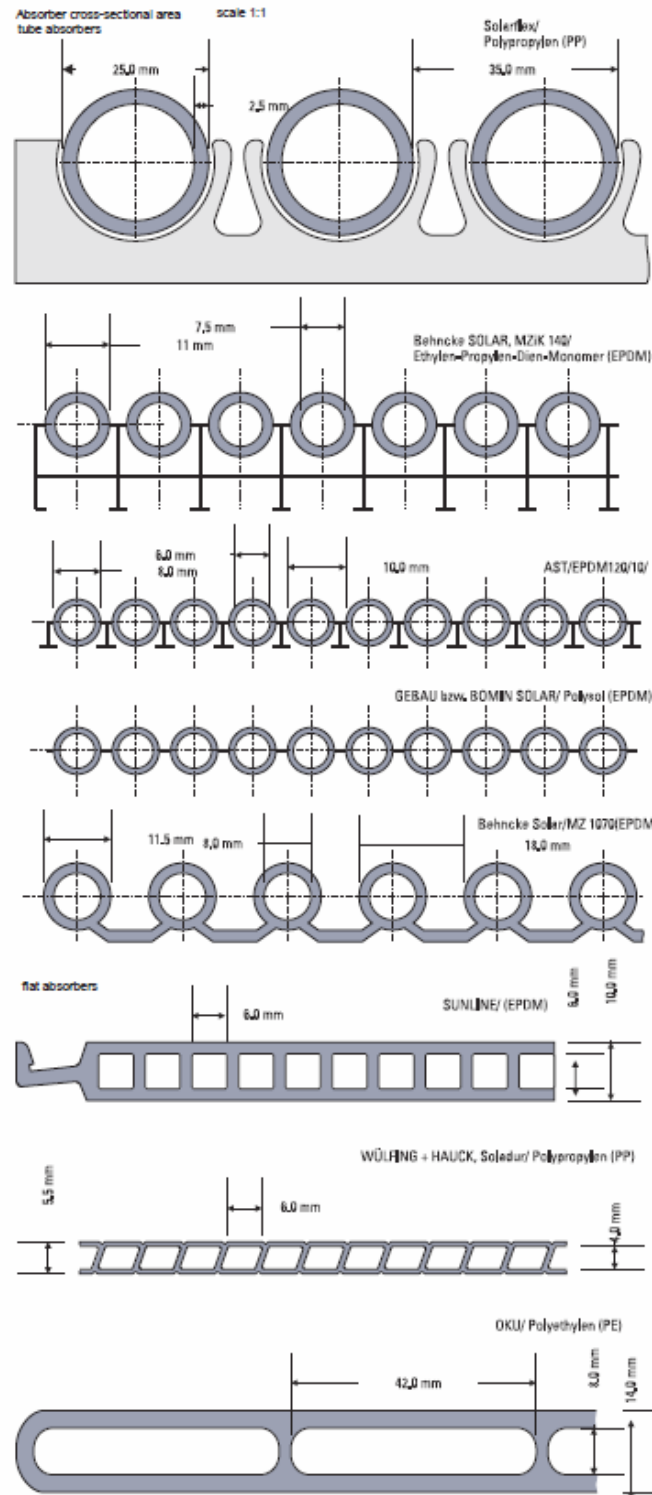


Abbildung 5: Verschiedene Absorberbauformen im Querschnitt (DGS, 2008)

Die Schwimmbadkollektoren werden ausschließlich aus Kunststoff hergestellt. Sie müssen, 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.

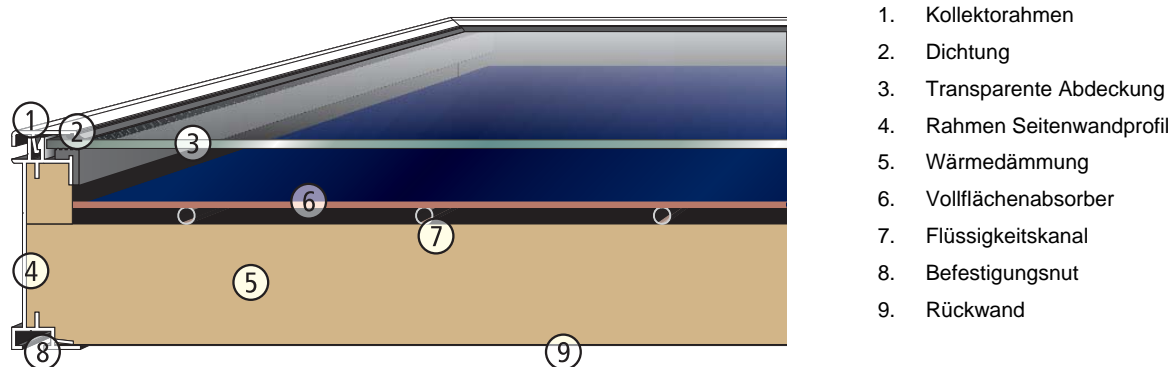


Abbildung 6: Schnitt durch einen Flachkollektor (DGS, 2008)

Thermische Kollektoren mit Kupferabsorbem 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 aufgebrachte 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-Vakuum-Röhrenkollektoren.

Direkt durchströmte Vakuum-Röhrenkollektoren

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.

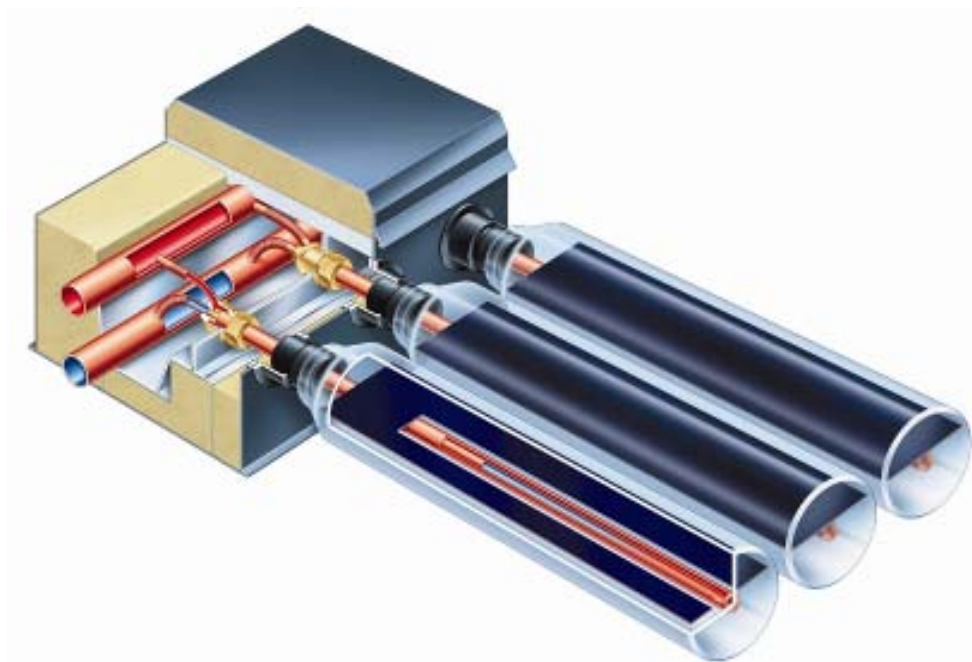


Abbildung 7: Aufbau eines direkt durchströmten Vakuum-Röhrenkollektors (DGS, 2008)

Heat-pipe Vakuum-Röhrenkollektoren

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

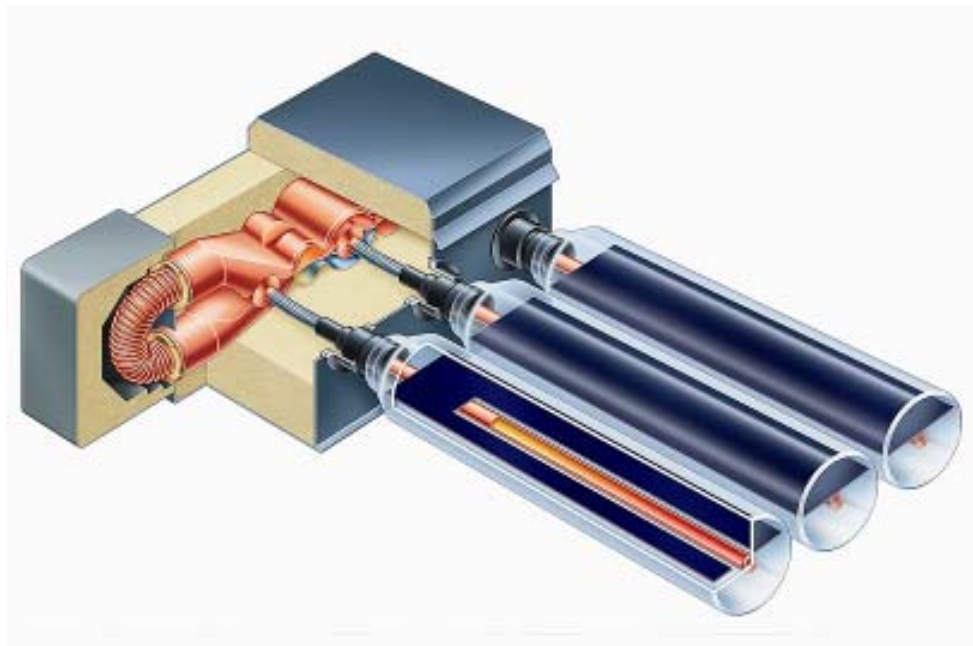


Abbildung 8: Aufbau eines Heat-pipe Vakuum-Röhrenkollektors (DGS, 2008)

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.

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 9: Absorber und Flachkollektor (Hybridnutzung) (DGS, 2008)



Abbildung 10: 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:

- 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-, Raumlufttechnik, 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.

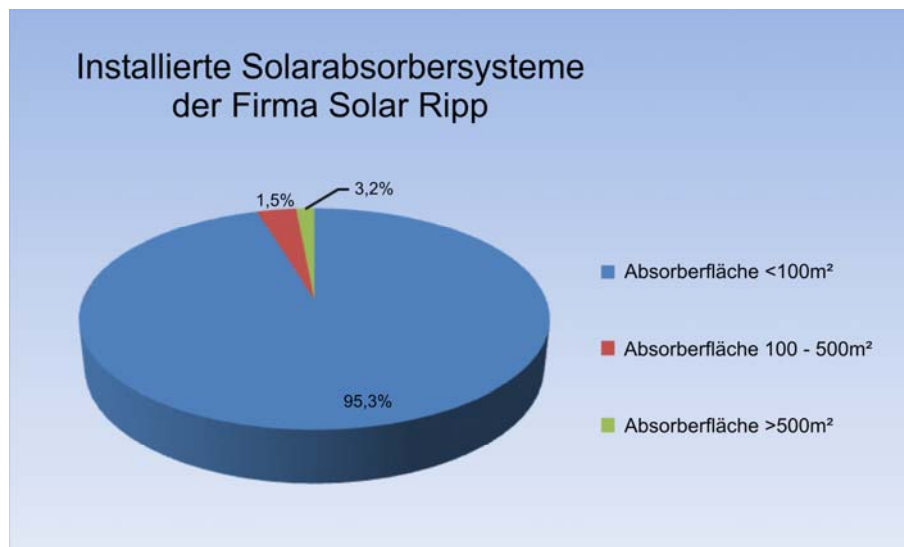


Abbildung 11: Solarsysteme zur Schwimmbadheizung, installiert von der Firma Solar Ripp (Grafik unterteilt in Absorberflächen)

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).

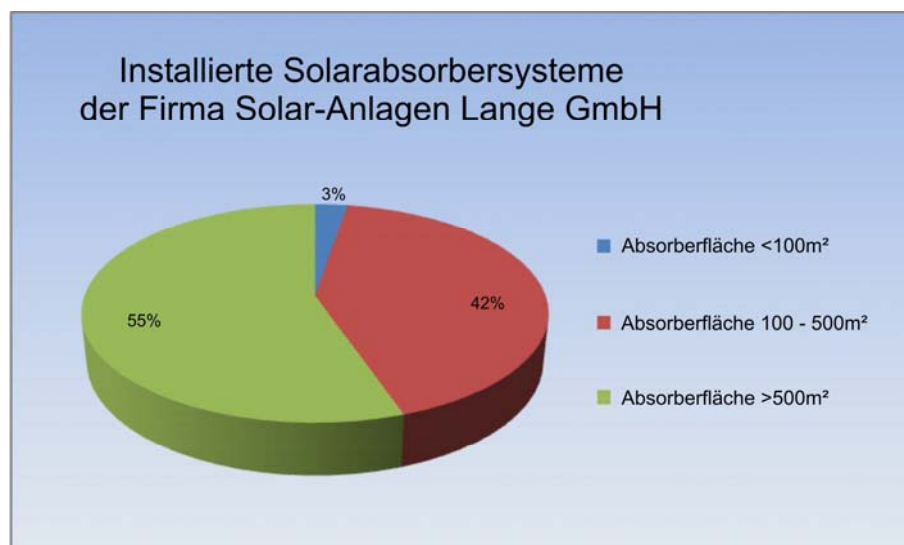


Abbildung 12: Solarsysteme installiert von Solar-Anlagen Lange GmbH (Grafik unterteilt in Absorberflächen).

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 Abbildung 13).

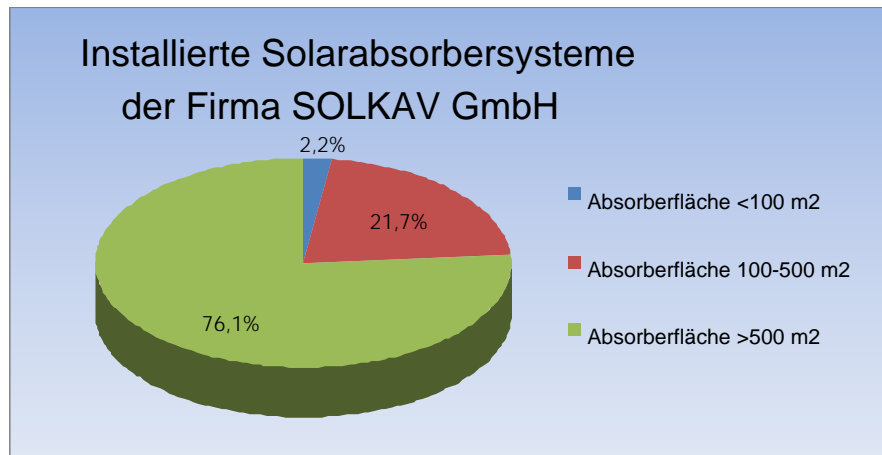


Abbildung 13: Solarsysteme zur Schwimmbadheizung, installiert von der Firma SOLKAV GmbH (Grafik unterteilt in Absorberflächen)

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. Abbildung 14 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.

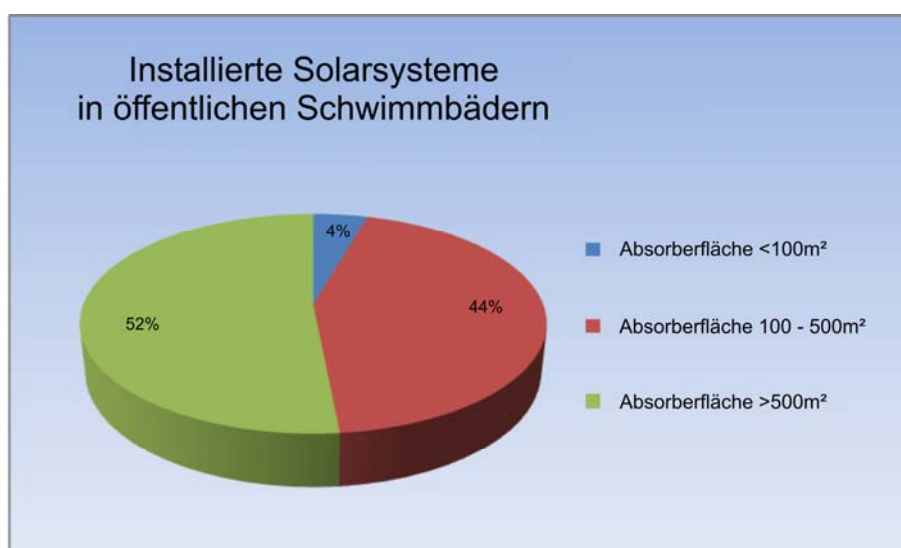


Abbildung 14: Installierte Solarsysteme zur Schwimmbadheizung von öffentlichen Bädern in Deutschland

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.

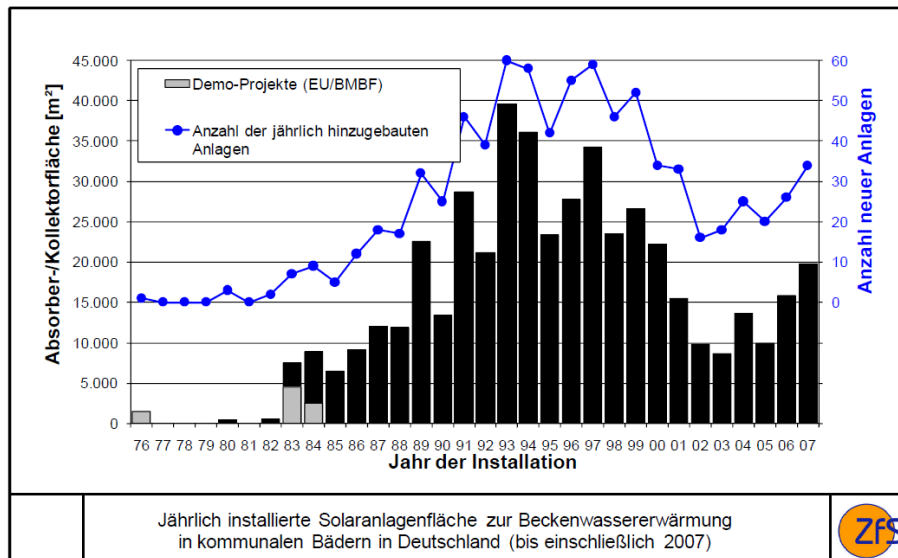


Abbildung 15: Jährlich installierte Solaranlagenfläche zur Beckenwassererwärmung in kommunalen Bädern in Deutschland bis einschließlich 2007 (ZfS, 2008)

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 Absorbergesamtläche 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 Näherungslösung 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)

Kostenarten	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 Abbildung 16).

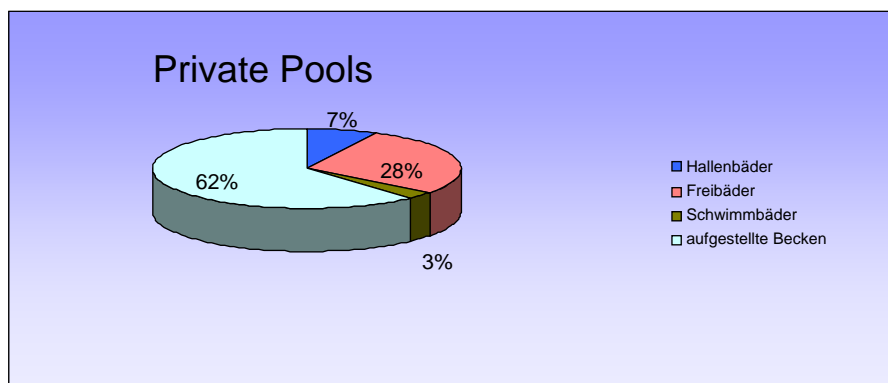
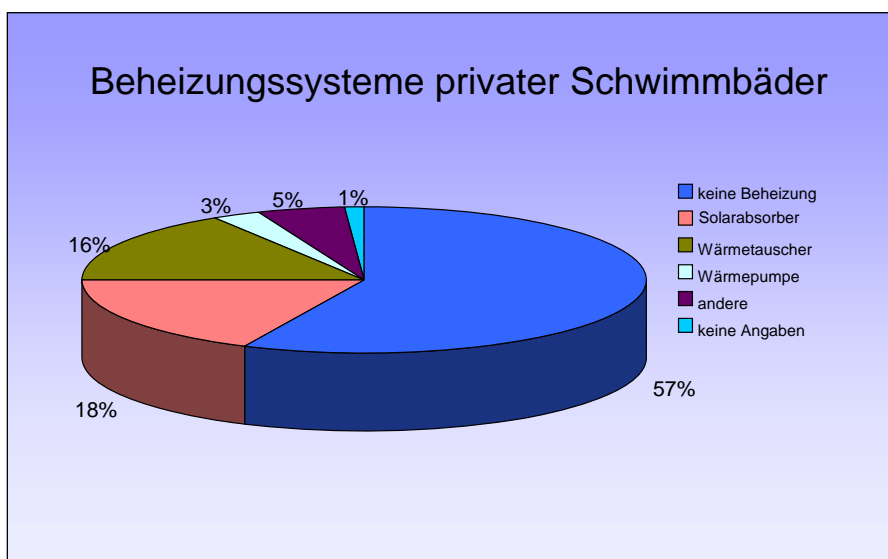


Abbildung 16: Installierte Pools in deutschen Privathaushalten (bsw, 2008)

Mehr als 50 % der in der Marktanalyse erfassten Personen heizen ihre Freiluftbäder überhaupt nicht. Mit 18 % sind Solarsysteme die am häufigsten genutzte Heiztechnik. In Abbildung 17 ist die gesamte Verteilung der Beheizung privater Bäder abgebildet.



* der Wärmetauscher ist mit der Warmwasserversorgung verbunden

Abbildung 17: Heizsysteme privater Schwimmbäder (bsw, 2008)

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

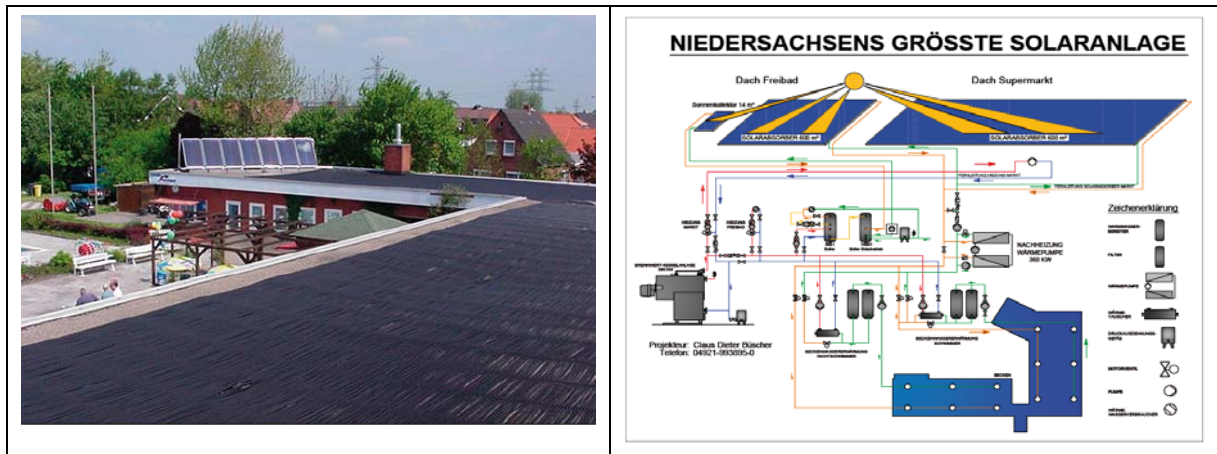


Abbildung 18: Freibad in Borssum, Deutschland (Quelle: Büscher, 2008)

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 er-

hitzen. 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-empden.de

5.2 Bad 2 – Schwimmbad Berlin-Mariendorf

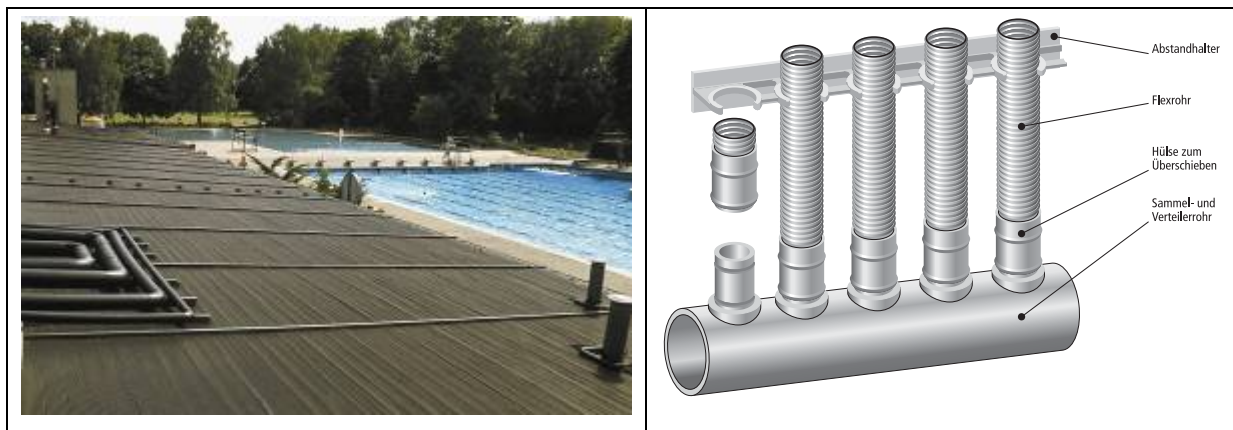


Abbildung 19: Schwimmbad in Mariendorf, Berlin

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 Frischwasserbecken 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

5.3 Bad 3 – Freibad Hänigsen, Niedersachsen



Abbildung 20: 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

6 Finanzen

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

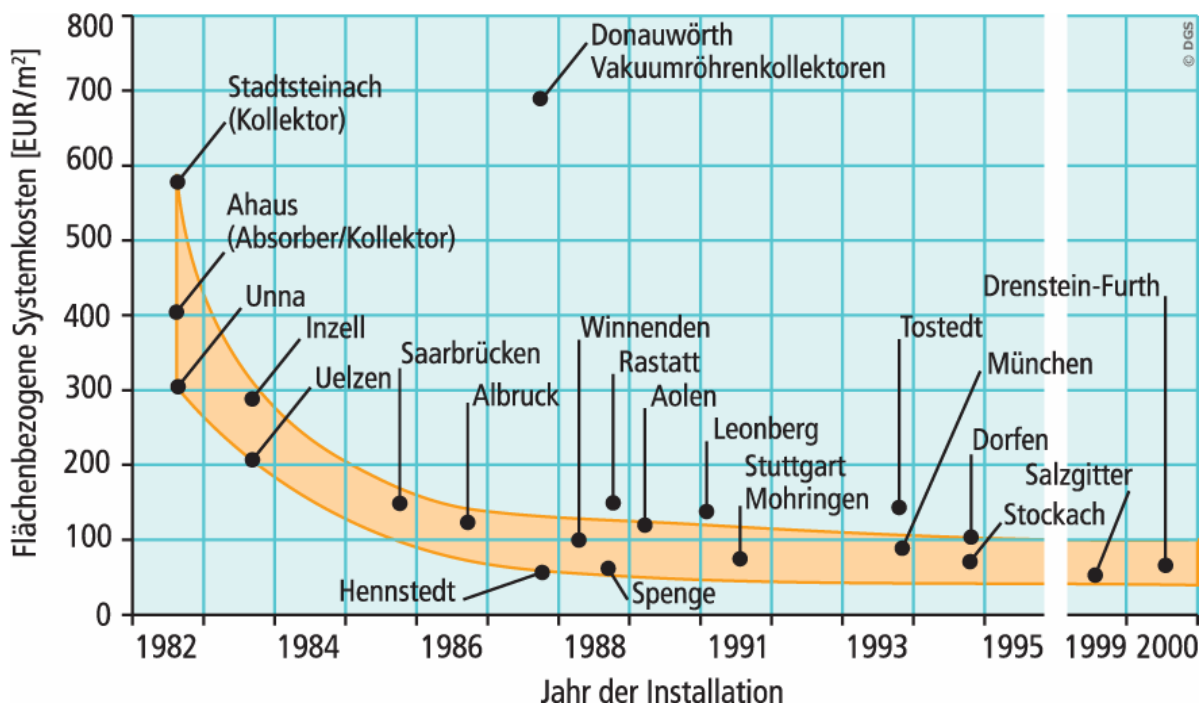


Abbildung 21: Entwicklung der spezifischen Investitionskosten über Zeit

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	100 – 130	80 – 90	75 - 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-Röhren-kollektoren			
Investitionskosten in EUR/m ²	800 – 1.300	700 – 1.200	600 – 1.000
Betriebskosten in EUR/Jahr	< 1 % der Investitionskosten		

6.2 Förderung und Finanzierung

6.2.1 Programm 1 – Subvention für solarthermische Installationen

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-Mindestertrags
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 Kostennutzenanalyse

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. Der Zeitraum beträgt 15 Jahre und der Zinssatz liegt bei 5 %. Die Betriebskosten liegen bei ca. 1 % der Investitionskosten pro Jahr.

6.3.1 Kleine Bäder

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

Heizsystem	Absorber	Einheit
Investitionskosten	6.000	€
Kapitalkosten	578	€/a
Nutzenergie	13.889	kWh/a
Betriebs- und Wartungskosten	60	€/a
Jährliche Gesamtkosten	638	€/a
Heizkosten	0,033	€/kWh
Amortisationszeit (statisch)	5,5	a

6.3.2 Mittelgroße Bäder

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

Heizsystem	Absorber	Einheit
Investitionskosten	27.000	€
Kapitalkosten	2.601	€/a
Nutzenergie	83.000	kWh/a
Betriebs- und Wartungskosten	270	€/a
Jährliche Gesamtkosten	2.871	€/a
Heizkosten	0,025	€/kWh
Amortisationszeit (statisch)	4,2	a

6.3.3 Große Bäder

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

Heizsystem	Absorber	Einheit
Investitionskosten	80.000	€
Kapitalkosten	7.707	€/a
Nutzenergie	278.000	kWh/a
Betriebs- und Wartungskosten	800	€/a
Jährliche Gesamtkosten	8.507	€/a
Heizkosten	0,022	€/kWh
Amortisationszeit (statisch)	3,7	a

6.3.4 Überblick

Parameter	Kleine Becken	Mittelgroße Becken	Große Becken
	- Lange	SOLKAV 312 m ²	Freibad Borssum, Emden (1.900 m ²)
Spezifische Systemkosten (EUR/m ²)	- 120	120	125
Spezifischer Ertrag (kWh/m ² Saison)	- 278	280	740
Wärmekosten (EUR/kWh)	- 0,033	0,04	0,09
Amortisationszeit (statisch)	- 5,5	4,8	3,0

6.3.5 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 Zusammenfassung

Solare Schwimmbadbeheizung mit preisgünstigen unbeschichteten Absorbern ist eine der effektivsten Anwendungen der Solarthermie. In Deutschland sind bis dato ca. 20 % aller öffentlichen Bäder mit Solaranlagen ausgestattet. Flachkollektoren werden nur mit Absorbern kombiniert, wenn auch Brauchwasser (Z.B: für die Duschen) mittels Solarenergie erwärmt werden soll. Aufgrund der rasanten Entwicklung der Wärmepumpe scheint sich eine weitere interessante Kombinationsmöglichkeit (anstelle fossiler Brennstoffe) mit Solaranlagen zu etablieren. Für kleine Schwimmbecken bieten die meisten Solarfirmen fertige Lösungen an. Dieser Marktweig ist mittlerweile sehr gut entwickelt. Aus diesem Grund beschäftigt sich SOOLPOOL hauptsächlich mit öffentlichen Freibädern.

7.1 Grenzen bei der Einführung Solarer Heizsysteme für Freibäder

Die folgende Liste soll mögliche nationale sowie regionale Hindernisse aufzeigen, die es bei der Einführung von Solaranlagen zu überwinden gilt.

Dies beinhaltet nicht nur technische oder klimatische Barrieren, sondern auch behördliche, finanzielle und soziale Hindernisse.

Technische oder klimatische Hindernisse:

- Nicht ausreichende Dachfläche/ Installationsfläche für Absorber
- Nicht ausreichende Informationen
- Hauptsächlich veraltete Technologie
- Fluktuierende Strahlung während der Sommermonate

Finanzielle Hindernisse:

- Die im Vergleich zu einem konventionellen System höheren Investitionskosten können nicht aufgebracht werden
- Keine oder zu unübersichtliche Finanzierungspläne vorhanden
- Fossile Brennstoffe sind immer noch zu günstig
- Keine Fördermittel für unbeschichtete Absorber

Behördliche Hindernisse:

- Keine Kontinuität und Planungssicherheit der Förderprogramme

Soziale Hindernisse:

- Mangelnde Akzeptanz bei Besitzern, Betreibern und Gästen
- Besitzer, Betreiber und Gäste schlecht informiert

7.2 Anforderungen für die Einführung einer Solarbeheizung von Freiluftschwimmbecken

In der folgenden Tabelle sind die Anforderungen aufgeführt, die der Endverbraucher an die Solaranlage stellt:

Anforderungen der Endnutzer	Sehr Wichtig	Weniger Wichtig
Energiekosteneinsparung	+	
Kostenvorteil durch Installation eines ST Systems	+	
Langlebigkeit des Systems	+	
Geringer Installationsaufwand		+
Wenig Aufwand und Kosten für Wartung	+	
Wenig Fläche für Kollektoren benötigt	+	
Integration in existierendes Heizungssystem	+	
Keine Probleme bei der Pool Hygiene	+	
Sicherheit der Anlage/keine Gefahr für Besucher	+	
Einfache Handhabung des Systems	+	
Verfügbarkeit von Fördermitteln /Investitionszuschüssen	+	
Unabhängigkeit von steigenden Energiekosten	+	
Umweltschutz		+

8 Quellenangabe

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 Freiluftbades 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