



EIE-06-085 SOLPOOL

Intelligent Energy  Europe

Solarenergienutzung in Freibädern SOLPOOL

**Check für die Solarenergienutzung in Freibädern für
Planer und Installateure**

Autor / Kontakt

Bernhard Weyres-Borchert
Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie DGS e.V.
Emmy-Noether-Str. 2
80992 München

www.solpool.info
solpool-deutschland@dgs.de

Januar 2009

The SOLPOOL project receives funding from the European Commission within the ALTENER programme. The sole responsibility for the content of this document lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Communities. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

1 Einleitung

Die Planung und Auslegung von solarthermischen Anlagen zur Schwimmbadwassererwärmung in **Freibädern** ist eine der wichtigsten Aufgaben bei der Investitionsentscheidung für den Betreiber/Besitzer, da die Größe der Anlage die Höhe der Kosten und der zu erwartenden Energieeinsparung bestimmt.

Die vorliegende Anleitung dient in erster Linie zu einer groben Abschätzung in Bezug auf die günstigste Anlagenkonfiguration zur solaren Schwimmbadwassererwärmung in Freibädern.

Im Rahmen des SOLPOOL-Projekts wurden verschiedene Materialien entwickelt, die u.a. Installationsbetriebern als Entscheidungshilfe bei einer Vorplanung nützlich sein können. In diesem Zusammenhang sind im Wesentlichen zu nennen:

- Eine **CHECKLISTE** zur Vor-Ort-Datenaufnahme der wichtigsten Basisinformationen des in Frage kommenden Schwimmbades und
- der **IMPACT ADVISOR**, ein Berechnungsprogramm auf Excel-Basis, mit dessen Hilfe die grundsätzliche Machbarkeit eines solarthermischen Systems für ein Freibad geprüft werden kann und das wesentliche Entscheidungskriterien liefert.

Die Checkliste (siehe Appendix 1) kann von Installateuren/Beratern genutzt werden, um alle notwendigen Informationen eines Freibades zu sammeln, die Einfluß auf die Anlagengröße des solarthermischen Systems haben. Nach Ausfüllen der Checkliste mit den Vor-Ort gesammelten Daten können diese auf den Impact Advisor zur weiteren Berechnung übertragen werden. Der Impact Advisor ist ein auf Excel aufgebautes Programm, es ist einfach in der Bedienung und liefert in kürzester Zeit zuverlässige Ergebnisse. Es wurde mit Hilfe der Ergebnisse aus zahlreichen Berechnungen mit dem Simulationsprogramm T*SOL für verschiedene Rahmenbedingungen wie Standort und Poolgröße entwickelt. Eine vollständige Anleitung des Impact Advisor ist im Anhang zu finden (Appendix 2). Die wichtigsten Ergebnisse des Machbarkeits-Checks mit dem Impact Advisor sind die voraussichtlichen Investitionskosten, die zu erwartende Energieeinsparung und die sich daraus ergebende Amortisationszeit. Basierend auf diesen Ergebnissen kann nun der Eigentümer/Betreiber des Freibades entscheiden, ob eine Investition in das Solarsystem für ihn einen Sinn macht oder nicht und der Fachbetrieb ist in der Lage, mit Hilfe des Impact Adviso ein professionelles Angebot zu offerieren.

2 Der Impact Advisor

Der Impact Adviser ist eine produktneutrale Entscheidungshilfe für den Einsatz von solarthermischen Anlagen zur Beheizung von Schwimmbadwasser in Freibädern. Er liefert sowohl Besitzern wie Betreibern die wesentlichen Informationen zur Projektvorbereitung an.

Die Eingangsgrößen sind:

- Standort des Freibads

- Energieverbrauch pro Badesaison (Mittelwert)
- Energiekosten pro Badesaison (Mittelwert)
- Gewünschte mittlere Wassertemperatur

Die Ausgabegrößen sind:

- Notwendige Fläche der solarthermischen Anlage
- Voraussichtliche Investitionskosten
- Zu erwartende Energieeinsparung
- Amortisationszeit

Eine detaillierte Beschreibung zur Nutzung des Impact Advisor finden sie im Handbuch (Appendix 2).

3 Wo findet man den Impact Advisor?

Der Impact Advisor kann unter www.solpool.info/2104.0.html aus dem Internet von der SOLPOOL-Webseite geladen werden. Nach erfolgtem Download kann das Programm gestartet werden.

4 Wie nutzt man den Impact Advisor?

Nach Installation des Programms sind die entsprechenden Daten von der Checkliste in die jeweiligen markierten Zellen des Impact Advisor-Arbeitsblattes zu übertragen und als wichtigster Schritt ist im Folgenden die gewünschte Schwimmbadwassertemperatur zu wählen. In Abhängigkeit von den gesetzten Rahmenbedingungen errechnet das Programm u.a. die zu den Eingangsgrößen passende Absorber- oder Kollektorfläche.

Diese Berechnungen können im Rahmen der Vor-Ort-Beratung im Beisein des Besitzers/Betreibers oder im Anschluß durchgeführt werden. Da es sich hierbei nur um eine grobe Vorplanung handelt, ersetzt der Impact Advisor keinesfalls die detaillierte ingenieurmäßige Ausführungsplanung. Diese wird üblicherweise durch den Hersteller bzw. Vertrieb des in Frage kommenden Absorbertyps der Installationsfirma zur Verfügung gestellt oder von einem Ingenieurbüro geleistet.

5 Empfehlung

Bei der Auswahl des Kollektortyps führt in den meisten Fällen der unverglaste Kunststoffabsorber zu der unter Kosten-/Nutzen-Aspekten günstigsten Lösung. Für den Fall, dass nicht ausreichend Fläche zur Verfügung steht oder andere Umstände dies erfordern, können auch Flachkollektoren gewählt werden. Die nutzbare Montagefläche des in Frage kommenden Daches ist deshalb eine wichtige Größe. Details zur Installation können in der Broschüre: "SOLPOOL – ein Handbuch für Besitzer, Betreiber und Installateure" nachgelesen werden.

6 Wichtiger Hinweis

Der Impact Advisor ermöglicht eine rasche und einfache erste Abschätzung. Er ersetzt unter keinen Umständen die ingenieurmäßige Planung. Für den Fall, dass sich die aktuellen Gegebenheiten deutlich von den Annahmen der Simulation unterscheiden, macht die Berechnung mit dem Impact Advisor ggfs. keinen Sinn bzw. führt zu unrealistischen Ergebnissen. Die gewünschte mittlere Schwimmbadwassertemperatur ist keine garantierte Stütztemperatur. Die tatsächliche Pooltemperatur kann in Abhängigkeit von Verlauf und Höhe der täglichen Temperatur- und Einstrahlungswerte deutlich von den berechneten Werten abweichen.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen basieren auf der Annahme konstanter Energiepreise sowie Betriebs- und Wartungskosten. Steigende Energiepreise können den Amortisationszeitraum deutlich verkürzen. Die angenommenen spezifischen Investitionskosten berücksichtigen darüber hinaus keine finanziellen Zuschüsse durch möglicherweise existierende Förderprogramme. Dies muss ggfs. miteinbezogen werden.

Appendix 1: Checkliste

Name des Freibades _____

Besitzer: Name, Vorname _____

PLZ, Ort _____

Straße, Hausnummer _____

Telefon _____

Telefax _____

E-Mail _____

Homepage _____

Betriebszeit Beginn _____

Ende _____

Zeitraum Sommerpause _____

Daten der Schwimmbecken

Anzahl der Becken _____

Becken 1

Beckenlänge _____

m

Beckenbreite _____

m

Wunsch mittl. Wassertemperatur _____

Becken 2

Beckenlänge _____ m

Beckenbreite _____ m

Wunsch mittl. Wassertemperatur _____

Becken 3

Beckenlänge _____ m

Beckenbreite _____ m

Wunsch mittl. Wassertemperatur _____

Gebäude 1

Nutzbare Dachfläche _____

Gebäude 2

Nutzbare Dachfläche _____

Angaben zum Heizungssystem

Keine Heizung

Heizungssystem

Elektrisch

Luftwärmepumpe

Erdwärmepumpe

Wasserwärmepumpe

Flüssiggas

Erdgas

Heizöl

Solarthermie

Fernwärme

Energieverbrauch

Mittl. Jährlicher Energieverbrauch _____ kWh/m³/Liter

Jährliche Energiekosten _____ €/a

Bemerkungen

Appendix 2: Impact Advisor Anleitung



EIE-06-085 SOLPOOL

Intelligent Energy  Europe

Solarenergienutzung in Freibädern SOLPOOL

**Der Impact Advisor
Anleitung**

Autor

Bernhard Weyres-Borchert, DGS e.V.
Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society / German Section

November 2008

The SOLPOOL project receives funding from the European Commission within the ALTENER programme. The sole responsibility for the content of this document lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Communities. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Der Impact Advisor

1. Einleitung

Die solare Schwimmbadwassererwärmung ist eine der geeignetsten Anwendungen für solarthermische Systeme. Obwohl die Vorteile und Nutzen des Einsatzes von Solarenergie für die Schwimmbadwassererwärmung offensichtlich sind, benötigen Besitzer und Betreiber eine Unterstützung bei der Investitionsentscheidung, frei von Verkaufsinteressen und einfach in der Handhabung. Dieses Werkzeug ist im Rahmen des SOLPOOL-Projekts als eine Excel-basierte Berechnungshilfe entwickelt worden, der Impact Advisor.

Die Grundidee des Impact Advisor beruht auf einem quasi-linearen Zusammenhang zwischen der mittleren Schwimmbadwassertemperatur und dem Verhältnis von Kollektor- zu Beckenoberfläche. Dieser Zusammenhang ist charakteristisch für jeden Standort mit einer zusätzlichen geringen Abhängigkeit von der Größe des Schwimmbades.

Weitere Annahmen:

- Beginn und Ende der Badesaison in einem Freibad werden in erster Linie durch die Lufttemperatur bestimmt. Erfahrungen und Untersuchungen haben gezeigt, dass der Grenzwert für die Gäste bei ca. 20°C liegt. Aus diesem Grunde umfassen die Simulationsrechnungen nur die Monate, in denen diese Grenztemperatur überwiegend erreicht wird.
- Für die Standorte im Mittelmeerraum (Spanien, Italien und Griechenland) wird die Schwimmbadwassertemperatur aufgrund der relativ hohen Lufttemperaturen im Sommer auf 28 °C begrenzt.
- Die Betriebsweise des Freibades ist monovalent, das heisst es wird ausschliesslich mit Sonnenenergie ohne Nachheizung betrieben.

Wichtige Bemerkung:

Die im Programm zu wählende mittlere Schwimmbadwassertemperatur ist eine Zieltemperatur und zentrale Eingabegröße des Impact Advisor. Es handelt sich dabei nicht um eine garantierte Temperatur oder Stütztemperatur, die täglich mindestens erreicht werden soll. Die tatsächliche Schwimmbadwassertemperatur unterscheidet sich ggfs. deutlich von diesem Wert in Abhängigkeit von der täglichen Einstrahlung und Lufttemperatur.

Basierend auf den Computerberechnungen mit dem T*SOL-Programm, Version Expert 4.2, wurden für jeden der in der Tabelle aufgeführten Standorte die beschriebenen Zusammenhänge untersucht:

Standorte		
Cro - Parg - 1097 kWh/m ² a	Gr - Kerkira - 1424 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertemperatur und Verhältnis unverglaste Absorber- zu Pooloberfläche für t ₀ und t ₁
Cro - Zagreb - 1217 kWh/m ² a	Gr - Ioannina - 1431 kWh/m ² a	
Cro - Split - 1534 kWh/m ² a	Gr - Thessaloniki - 1470 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertemperatur und Verhältnis Flachkollektor- zu Pooloberfläche t ₀ und t _{0,5}
CZ - Praha - 998 kWh/m ² a	Gr - Kalamata - 1511 kWh/m ² a	
CZ - Plzen - 1019 kWh/m ² a	Gr - Patrai - 1534 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 1,0 für unverglaste Absorber
CZ - Liberec - 1029 kWh/m ² a	Gr - Athinai - 1585 kWh/m ² a	
CZ - Temelin - 1082 kWh/m ² a	Gr - Alexandroupolis - 1602 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 0,5 für Flachkollektoren
CZ - Brno - 1109 kWh/m ² a	Gr - Naxos - 1647 kWh/m ² a	
D - Hamburg - 947 kWh/m ² a	Gr - Iraclion - 1815 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertemperatur und Verhältnis unverglaste Absorber- zu Pooloberfläche für t ₀ und t ₁
D - Göttingen - 978 kWh/m ² a	Gr - Rhodos - 1839 kWh/m ² a	
D - Köln - 1000 kWh/m ² a	Hu - Győr - 1157 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertemperatur und Verhältnis Flachkollektor- zu Pooloberfläche t ₀ und t _{0,5}
D - Berlin - 1009 kWh/m ² a	Hu - Budapest - 1199 kWh/m ² a	
D - Rostock - 1033 kWh/m ² a	Hu - Szekesfehervar - 1214 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 1,0 für unverglaste Absorber
D - Dresden - 1037 kWh/m ² a	Hu - Nagykanizsa - 1235 kWh/m ² a	
D - Nürnberg - 1053 kWh/m ² a	Hu - Pecs - 1253 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 0,5 für Flachkollektoren
D - Saarbrücken - 1075 kWh/m ² a	Hu - Miskolc - 1271 kWh/m ² a	
D - Stuttgart - 1102 kWh/m ² a	Hu - Debrecen - 1285 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertemperatur und Verhältnis unverglaste Absorber- zu Pooloberfläche für t ₀ und t ₁
D - Freiburg - 1129 kWh/m ² a	Hu - Szeged - 1306 kWh/m ² a	
D - München - 1149 kWh/m ² a	It - Milano - 1307 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertemperatur und Verhältnis Flachkollektor- zu Pooloberfläche t ₀ und t _{0,5}
Es - San Sebastian - 1246 kWh/m ² a	It - Trieste - 1324 kWh/m ² a	
Es - Gijon - 1287 kWh/m ² a	It - Torino - 1339 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 1,0 für unverglaste Absorber
Es - Burgos - 1509 kWh/m ² a	It - Modena - 1403 kWh/m ² a	
Es - Zaragoza - 1579 kWh/m ² a	It - Rimini - 1454 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 0,5 für Flachkollektoren
Es - Valencia - 1615 kWh/m ² a	It - Pescara - 1535 kWh/m ² a	
Es - Palma de Mallorca - 1635 kWh/m ² a	It - Roma - 1612 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertemperatur und Verhältnis unverglaste Absorber- zu Pooloberfläche für t ₀ und t ₁
Es - Madrid - 1644 kWh/m ² a	It - Cagliari - 1634 kWh/m ² a	
Es - Murcia - 1742 kWh/m ² a	It - Lecce - 1638 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 1,0 für unverglaste Absorber
Es - Sevilla - 1756 kWh/m ² a	It - Napoli - 1645 kWh/m ² a	
Es - Granada - 1768 kWh/m ² a	It - Taranto - 1680 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 0,5 für Flachkollektoren
Fr - Metz - 1080 kWh/m ² a	It - Messina - 1730 kWh/m ² a	
Fr - Paris - 1112 kWh/m ² a	It - Palermo - 1785 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertemperatur und Verhältnis unverglaste Absorber- zu Pooloberfläche für t ₀ und t ₁
Fr - Rennes - 1222 kWh/m ² a	Sl - Ljubljana - 1115 kWh/m ² a	
Fr - Limoges - 1238 kWh/m ² a	Sl - Koper - 1310 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 1,0 für unverglaste Absorber
Fr - Lyon - 1312 kWh/m ² a	Sl - Portoroz - 1396 kWh/m ² a	
Fr - Bordeaux - 1328 kWh/m ² a	Swe - Göteborg - 934 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 0,5 für Flachkollektoren
Fr - Montpellier - 1448 kWh/m ² a	Swe - Östersund - 951 kWh/m ² a	
Fr - Toulouse - 1539 kWh/m ² a	Swe - Lund - 977 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertemperatur und Verhältnis unverglaste Absorber- zu Pooloberfläche für t ₀ und t ₁
Fr - Toulon - 1627 kWh/m ² a	Swe - Stockholm - 982 kWh/m ² a	
	Swe - Karlstad - 1002 kWh/m ² a	Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertemperatur und Verhältnis Flachkollektor-
	Swe - Norrköping - 1017 kWh/m ² a	
	Swe - Visby - 1109 kWh/m ² a	

Kleine Pools
(Oberfläche < 100 m²)
Berechnungen für einen 50m² Pool

Mittlere Pools
(Oberfläche 100 – 500 m²)
Berechnungen für einen 300 m² Pool

Große Pools
(Oberfläche > 500 m²)
Berechnungen für einen 1.300 m² Pool

		zu Pooloberfläche t_0 und $t_{0,5}$
		Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 1,0 für unverglaste Absorber
		Zusammenhang zwischen Energiegewinn und mittlerer Wassertemperatur bei einem Verhältnis von 0,5 für Flachkollektoren

t_0 ist die mittlere Wassertemperatur ohne Solarsystem

$t_{0,5}$ ist die mittlere Wassertemperatur bei einem Verhältnis der Flachkollektor- zur Beckenoberfläche von 0,5

$t_{1,0}$ ist die mittlere Wassertemperatur bei einem Verhältnis der Absorber- zur Beckenoberfläche von 1,0

Den Berechnungen liegen folgende spezifischen Rahmenbedingungen zu Grunde:

- Form des Pools: rechteckig
- Mittlere Tiefe: 2 m
- Farbe der Poolkacheln: hellblau
- Standort teilweise windgeschützt
- Pool ohne Abdeckung
- Betriebszeit: abhängig vom Standort (Italien und Spanien: 1.4.-30.6. und 1.9.-30.10., Frankreich: 1.5.-30.9., Griechenland: 1.4.-15.5. und 1.10.-15.11., Deutschland: 1.6.-31.8.)
- Betriebsstart 10 Tage vor Saisonbeginn
- Anzahl der Badegäste pro Tag: 1 Schwimmer pro 10 m² Pooloberfläche
- Der tägliche Frischwasserbedarf wird vom Programm berechnet
- Keine Nachheizung
- Neigungswinkel für unverglaste Absorber: 0° (horizontal)
- Neigungswinkel für Flachkollektoren: 30° bei Südausrichtung

Diese Annahmen repräsentieren realistische Bedingungen. Sensitivitätsanalysen haben ergeben, dass Abweichungen von diesen Bedingungen nur einen relativ geringen Einfluss auf das Ergebnis haben. Die entscheidenden Parameter sind **Standort, Poolgröße, Zieltemperatur und Kollektortyp**.

2. Eingangsgrößen

2.1 Erster Schritt

Zu Beginn der Berechnung ist zunächst die Sprache auszuwählen. Derzeit stehen folgende Sprachen zur Verfügung:

- Tschechisch
- Englisch
- Französisch
- Deutsch

- Griechisch
- Ungarisch
- Slovenisch
- Italienisch

2.2 Zweiter Schritt

Nun sind Angaben zum Besitzer/Betreiber des Freibades in die entsprechenden Zellen einzutragen:

- Nachname
- Vorname
- Straße
- Postleitzahl, Stadt

SOLPOOL - IMPACT ADVISOR		
Select Language	German ▼	Sprache Deutsch
Legende		
	=	Eingabewerte
	=	Ausgabewerte
Eigentümer		
Name	Walter	
Vorname	Fritz	
Straße	Betzenberg	
PLZ, Stadt	67655	Kaiserslautern

2.3 Dritter Schritt – Basisdaten

Es erfolgt die Eingabe der Basisdaten. Zunächst muss zwischen Neubau und bestehendem Freibad gewählt werden. Im Falle des Neubaus wird der Energiebedarf aus Poolgröße und gewünschter Schwimmbadwassertemperatur ermittelt. Dieser Energiebedarf entspricht genau dem Ertrag einer Absorber- oder Kollektoranlage entsprechender Größe.

Sollen die Berechnungen für ein bestehendes Freibad durchgeführt werden, können später die Werte für den Energieverbrauch und die Energiekosten in die entsprechenden Zellen eingetragen werden.

Eckdaten			
Bestehender/Neuer Pool	Bestehender Pool		
Poolgröße	Klein		
Ca. Beckenoberfläche	< 100 m ²		
Energieträger	Elektrische Energie		
Globalstrahlung	D - Hamburg - 947 kWh/m ² a		
Referenzort	D - Hamburg - 947 kWh/m ² a		
Jährliche Einstrahlung	947 kWh/m ² a		
Mittlere Außentemperatur	9.2 °C		
Mittlere saisonale Wassertemperatur			
ohne Energiezufuhr	17.35 °C		
Poolfläche	80.00 m ²		
Mittlere saisonale Wassertemperatur			
mit Solarenergie	20.00 °C		
Energieverbrauch	28,000 kWh/a	Energiebedarf	13.58 MWh/a
Energiekosten	3,000 €/a	Energiepreis	0.20 €/kWh
Energiepreis	0.11 €/kWh	Energiekosten	2,716 €/a

Da die Kosten und Berechnungsgrundlagen für Freibäder von der Größe des Schwimmbades abhängen, sind drei Größenklassen gewählt worden:

- Kleine Schwimmbäder, Beckenoberfläche < 100 m²
- Mittlere Schwimmbäder, Beckenoberfläche 100 – 500 m² und
- Große Schwimmbäder, Beckenoberfläche > 500 m²

Obwohl alle Berechnungen ohne Nachheizung durchgeführt werden, können in Abhängigkeit vom betrachteten Energieträger bzw. Heizungssystem die durch die Solaranlage vermiedenen CO₂-Emissionen ermittelt werden und zwar für

- Elektrizität
- Wärmepumpe, Luft, Erdreich oder Wasser
- Flüssiggas
- Erdgas
- Heizöl

- Solarthermie
- Holz

Als nächstes ist der Standort des Freibades zu wählen. Zu diesem Zweck wird in den jeweiligen Länderkarten die dem Standort entsprechende Farbe der Globalstrahlung bestimmt. Der Impact Advisor wählt automatisch die Stadt mit dem gleichen Einstrahlungsintervall aus der Datenbank, für die Simulationsrechnungen mit T*SOL durchgeführt wurden. Die Jahressumme der Globalstrahlung und mittlere Lufttemperatur von dieser Stadt erscheint in den folgenden blau-markierten Zellen. Um nicht zu unrealistische Zieltemperaturen für das Schwimmbadwasser zu wählen, wird auch diejenige Wassertemperatur angezeigt, die sich allein durch die Lufttemperatur bzw. Sonneneinstrahlung ergibt, ohne den Einsatz von Technik. Dieser Wert wird als mittlere saisonale Wassertemperatur ohne Zusatzenergie angezeigt. Üblicherweise kann ein gut ausgelegtes Solarsystem die Wassertemperatur gegenüber diesem Wert um 3 bis 4 Kelvin erhöhen.

Es folgt die Eingabe der Schwimmbeckengröße im Quadratmetern, der saisonale Energieverbrauch und die Energiekosten, sofern diese Werte bekannt sind (Bestand). Entweder werden dann die spezifischen Energiekosten in €/kWh oder für ein neues Freibad die Energiekosten auf der Grundlage des angegebenen Energiepreises berechnet.

2.4 Vierter Schritt – die Ergebnisse

Nach Eingabe der beschriebenen Basisparameter ist der gewünschte Kollektortyp zu wählen:

- unvergaster Absorber oder
- selektiv beschichteter Flachkollektor

Die Kollektoren besitzen folgende Kennwerte:

	Unverglaster Absorber	Flachkollektor
Optischer Wirkungsgrad / Konversionsfaktor	85 %	80 %
Einfacher Wärmeverlustkoeffizient	20 W/m ² K	3,8 W/m ² K
Quadratischer Wärmeverlust-koeffizient	0,1 W/m ² K ²	0,03 W/m ² K ²

Im Anschluss werden die folgenden Berechnungsergebnisse gezeigt:

- **Verhältnis Absorberfläche zu Wasseroberfläche**

Dieses Verhältnis ergibt sich aus der gewünschten Wassertemperatur und Poolgröße und beträgt 1,0 wenn die Kollektorfläche identisch mit der Poolfläche ist. In den meisten Fällen ist ein Faktor von 0,8 bis 1,0 für unverglaste Absorber ausreichend, um den gewünschten Temperaturanstieg zu erzielen.

- **Absorberfläche**

Auf der Basis des errechneten Verhältnisses und der vorgegebenen Schwimmbadgröße wird die Absorber-/Kollektorfläche ermittelt. Ist diese Fläche zu groß für das infrage kommende Dach, können Flachkollektoren gewählt werden, da diese einen geringeren Flächenbedarf bei gleicher Ausgangsleistung besitzen.

- **Spezifischer Solarertrag**

Der spezifische Solarertrag (kWh/m² Saison) ist ein mit dem T*SOL-Programm berechneter Wert. Er ist abhängig von Einstrahlung, Kollektortyp, Poolgröße, gewünschter Wassertemperatur und Betriebszeit des Freibades.

- **Energieeinsparung**

Die Energieeinsparung (kWh/Saison) ist das Produkt aus Absorber-/Kollektorfläche und dem spezifischen Solarertrag. Erfolgt die Berechnung im Vergleich zu einem konventionellen System, ist zusätzlich der Nutzungsgrad des Heizkessels zu berücksichtigen.

- **Eingesparte Energiekosten**

Die Energieeinsparung ergibt, multipliziert mit dem vorgegebenen (neues Freibad) oder berechneten (bestehendes Freibad) Energiepreis, die eingesparten Energiekosten in €/Saison.

- **Spezifische Systemkosten**

Diese Kosten sind entweder der Datenbank entnommen, können aber auch per Hand eingegeben werden. Sie sind abhängig von der Größe des Systems, dem gewählten Kollektortyp und beinhalten sämtliche Komponenten des Systems und die Montage. Die spezifischen Systemkosten sind Nettokosten ohne Berücksichtigung von Fördermitteln oder sonstigen Zuschüssen.

- **Investitionskosten**

Die Investitionskosten ergeben sich als Produkt aus den spezifischen Systemkosten und der Anlagengröße in Quadratmetern Absorber- bzw. Kollektorfläche.

- **Betriebs- und Wartungskosten**

Da die solarthermische Anlage Elektroenergie für den Betrieb der Pumpen und Regelung benötigt und Kosten für die jährliche Wartung anfallen, wird ein Anteil von 1% der Investitionssumme als jährliche Betriebs- und Wartungskosten angenommen.

- Amortisationszeit

Die Amortisationszeit wird berechnet, indem die Summe aus Investitionskosten sowie Betriebs- und Wartungskosten für 20 Jahre durch die jährliche Energieeinsparung dividiert wird. Für die preiswerten Absorbersysteme ergeben sich in der Regel Amortisationszeiten von nur einigen wenigen Jahren. Durch die höheren Investitionskosten bei Flachkollektoranlagen ergeben sich deutlich längere Zeiträume der Amortisation.

- Emissionswerte

Basierend auf dem gewählten Brennstoff/Heizungssystem wird der entsprechende Emissionsfaktor in g/kWh der Datenbank entnommen.

- Vermiedene CO₂-Emissionen

Aus dem Wert für die Energieeinsparung und dem Emissionsfaktor werden schliesslich die durch die Solaranlage vermiedenen CO₂-Emissionen ermittelt.

Ergebnisse	
Kollektorart	Absorber
Faktor Absorberfläche zu Poolfläche	0.87
Absorberfläche	69.74 m ²
spez. Ertrag	194.72 kWh/m ² a
Energieeinsparung	13,579.16 kWh/a
Kosteneinsparung	1,454.91 €/a
spez. Systemkosten	automatisch automatisch manuelle Eingabe 100 €/m ² 80 €/m ²
Investitionskosten	6,973.68 €
Betriebskosten	1,394.74 €/20a
Ammortisation	5.75 a
Emissionswert	647.00 g/kWh
CO ₂ -Einsparung	8,785.72 kg/a

3. Wichtiger Hinweis

Der Impact Advisor bietet eine schnelle und einfache Möglichkeit einer groben Abschätzung für die passende Größe eines Solarsystems zur Schwimmbadwassererwärmung in einem Freibad.

Er ersetzt unter keinen Umständen die ingenieurmäßige Planung. Wenn die spezifischen Bedingungen Vor-Ort stark von den getroffenen Annahmen abweichen, liefert die Anwendung des Impact Advisor ggfs. unrealistische Ergebnisse und macht möglicherweise keinen Sinn.

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf konstanten Energiepreisen. Zukünftige Energiepreissteigerungen verkürzen die Amortisationszeit. Die Investitionskosten beinhalten keine Fördermittel oder anderweitigen Zuschüsse, die ggfs. berücksichtigt werden müssen.