

Energieeinsparungen in öffentlichen Schwimmbädern

Referent:
Prof. Dr. –Ing. G. Gansloser

Wichtige Regelwerke

VDI-Richtlinie 2089, Blatt 2

Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern. Effizienter Einsatz von Energie und Wasser in Schwimmbädern.

VDI-Richtlinie 6002.

Solare Trinkwassererwärmung.

VDI Richtlinie 2067.

Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen.

DIN 19645

Aufbereitung von Spülabwässern aus Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser.

Richtlinie 25.03 der DGfdB

Kriterien zur Beurteilung von Beckenabdeckungsanlagen in Bädern.

Richtlinie 65.08 der DGfdB

Möglichkeiten des Teillastbetriebs der Aufbereitungsanlagen von Schwimm- und Badebeckenwasser.

Stand der Technik

Der Stand der Technik geht über den in allgemein anerkannten Regeln der Technik ausgewiesenen Stand hinaus und enthält das von Fachleuten verfügbare Wissen, das wissenschaftlich begründet, praktisch erprobt und ausreichend bewährt ist.

Allgemeine anerkannte Regel der Technik

Technische Festlegung, die von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Standes der Technik angesehen wird. Die Erarbeitung erfolgt in einem geordneten Verfahren unter Beteiligung der Fachöffentlichkeit durch Umfrage- und Konsensverfahren.

Verknüpfung Regelwerk-Gesetz

Infektionsschutzgesetz § 37 Abs.2

„Schwimm- oder Badebeckenwasser in Gewerbebetrieben, öffentlichen Bädern sowie in sonstigen nicht ausschließlich genutzten Einrichtungen muss so beschaffen sein, dass durch seinen Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist.“

Empfehlung des Umweltbundesamtes: Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung

„Bei all den Bädern, die normgerecht gebaut und in denen die Wasseraufbereitung nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) erfolgt (DIN 19643), kann davon ausgegangen werden, dass eine hygienisch einwandfreie Wasserbeschaffenheit erzielt werden kann.“

Richtwerte für Energieverbrauch

Verteilung Energieträger in Hallenbädern

Wärme	~ 80 %
Strom	~ 20 %

Verteilung Elt Energie

Lüftung	40 %
Beckenwasser	40 %
Beleuchtung	15 %
Heizung	5 %

Verteilung therm. Energie

Lüftung	50 %
Warmwasser	25 %
Beckenwasser	20 %
Transmission	5 %

Richtwerte für Medienverbrauch

Diskussion der Bezugsgrößen

Personenzahl ?

Raumvolumen ?

Wasserfläche ?

Ergebnis von Korrelationsberechnung

Bezugsgröße ist Wasserfläche, bis auf Wasser-
verbrauch im HB

Keine Einzelangaben möglich

Richtwerte für Medienverbrauch

	Min	Mittel	Max
HB			
Wasserverbrauch (l/Pers)	80	150	350
Therm. Energie (kWh/m ² ·d)	4	10	20
Elt. Energie (kWh/m ² ·d)	1,5	3	5
FB			
Wasserverbrauch (l/m ² ·d)	10	50	100
Therm. Energie (kWh/m ² ·d)	0,3	3	8
Elt. Energie (kWh/m ² ·d)	0,5	1	2,5

Möglichkeiten zur Minderung von Energieverbräuchen

Im Bereich Heizungstechnik

Minderung Betriebsbereitschaftsverluste

Zweistoffkessel

WRG aus Abgas

Vorlauftemperaturregelung

Zonenregelung

Pumpenansteuerung

WRG aus Abwasser

Beckenabdeckung im Freibad

Möglichkeiten zur Minderung von Energieverbräuchen

Im Bereich Lüftungstechnik

Mehrfachnutzung Luft

WRG aus Fortluft

KVS-System

Kreuzstrom-Wärmeumformer

Regenativer Wärmerückgewinner

Rückwärmzahl

Bedarfsabhängige Regelung Ventilatoren

Beckenabdeckung im Hallenbad

Möglichkeiten zur Minderung von Energieverbräuchen

Im Bereich Badewasseraufbereitung

Steuerung Attraktionspumpen

Optimierung Spülung

Lastabhängige Ansteuerung

Wiederverwendung von aufbereitetem Spülabwasser

Auswirkungen auf Beckenhydraulik durch Drehzahlreglung Pumpen

Bei Drehzahl n :

Volumenstrom: Q_n

Druck: H_n

Leistungsaufnahme: P_n

Bei Drehzahl $x < n$:

$$Q_x = Q_n \cdot x$$

$$H_x = H_n \cdot x^2$$

$$P_x = P_n \cdot x^3$$

Betriebswasser

Wasser, das nach einem oder mehreren Aufbereitungsschritten aus Schlammwasser hergestellt und einer weiteren Verwendung zugeführt wird. (DIN 19645)

Typ 1

Einsatz zum Füllen und Wiederauffüllen von Schwimm- und Badebeckenwasser.

Typ 2

Einsatz nicht im direkten Kontakt mit dem Menschen im Innen- und Außenbetrieb.

Typ 3

Einsatz zur Direkteinleitung in ein Gewässer.

Vorgehensweise

Aufnahme Ist-Zustand

Vergleich mit Soll-Zustand

Vergleich mit Kennzahlen

Detaillierte Berechnung

1. Priorität

Einsparungen durch organisatorische Eingriffe

2. Priorität

Einsparungen durch geringe technische
Änderungen

3. Priorität

Einsparungen durch große technische und
bauliche Maßnahmen

Wirtschaftlichkeitsberechnung

3 Kostenarten

Kapitalgebundene Kosten €/a

Aus Tilgung während rechnerischer Lebensdauer und Zinssatz → Annuitätssatz berechnen

Verbrauchsgebundene Kosten €/a

Kosten für Medienbezug

Betriebsgebundene Kosten €/a

Kosten für Wartung und Instandhaltung

Nutzung regenerativer
Energien für
den Bäderbetrieb

Erneuerbare- Energien-
Wärmegesetz
(EE Wärme G)

gültig ab 01. Januar 09

Zwang zum Einsatz erneuerbarer Energien

Marktanreizprogramm

(M A P)

pro Jahr 500 Mio. €

Unterstützungswürdige **Energiequellen**

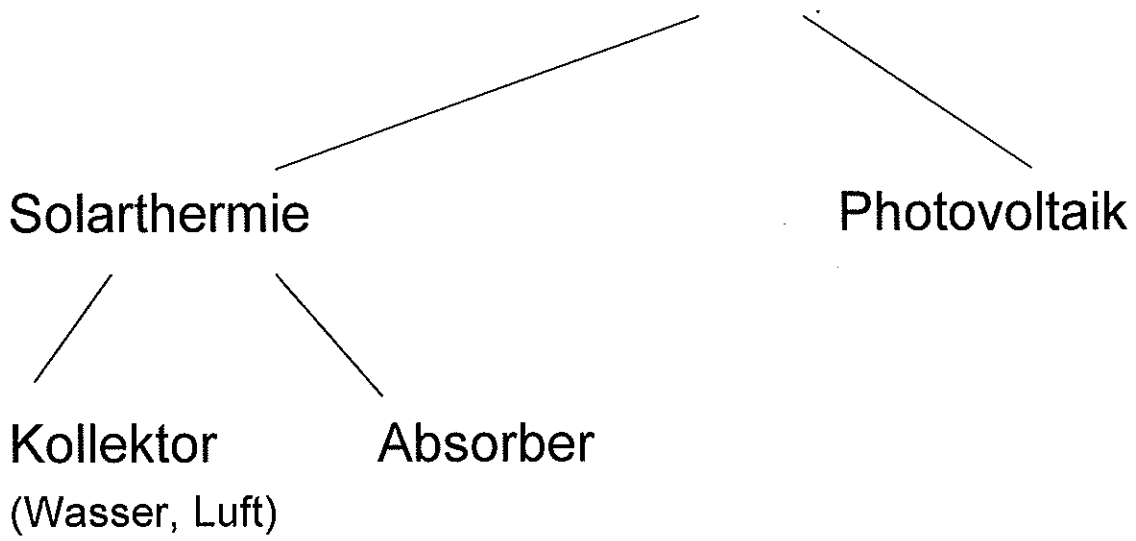
Solarenergie

Biomasse

Geothermie

Umweltwärme

Solarenergie





Häufige Fehler bei **Absorberanwendung**

Absorberfeld wird nicht gleichförmig durchströmt.

Bei Direktdurchströmung von Beckenwasser-
Verkeimungsgefahr.

Nachheizung mindert Wirtschaftlichkeit

Biomasse

thermische Nutzung
durch Verbrennung
(Hackschnitzel, Pellets)

thermische und
elektrische Nutzung
durch Antrieb BHKW
mit Biogas

Geothermie

Direktnutzung
geothermischen
Tiefenwasser

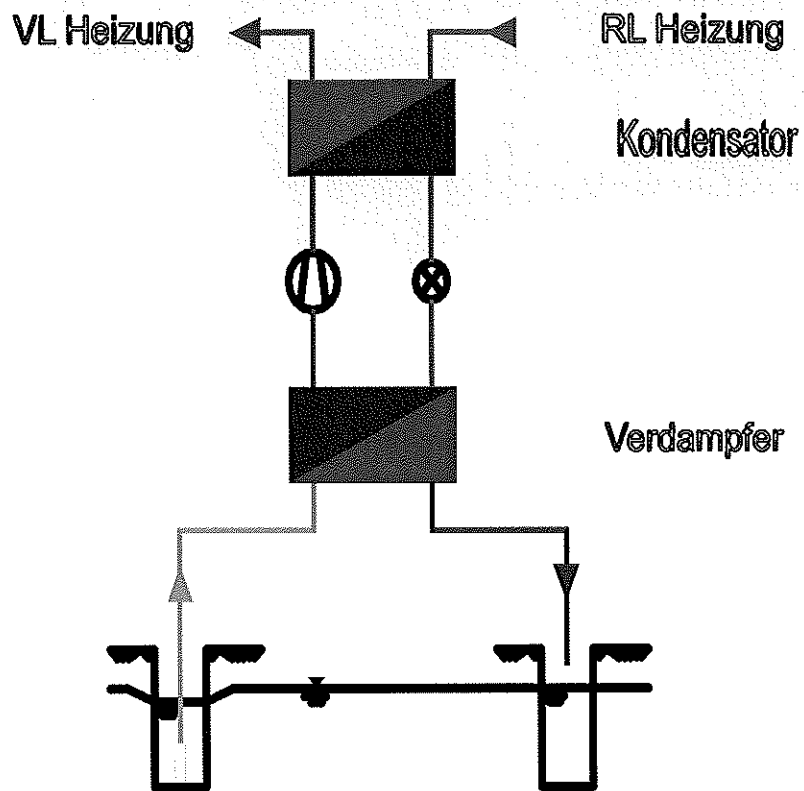
Indirekte Nutzung
aus Erdwärme
mittels Wärmepumpe

Nutzung der Erdwärme

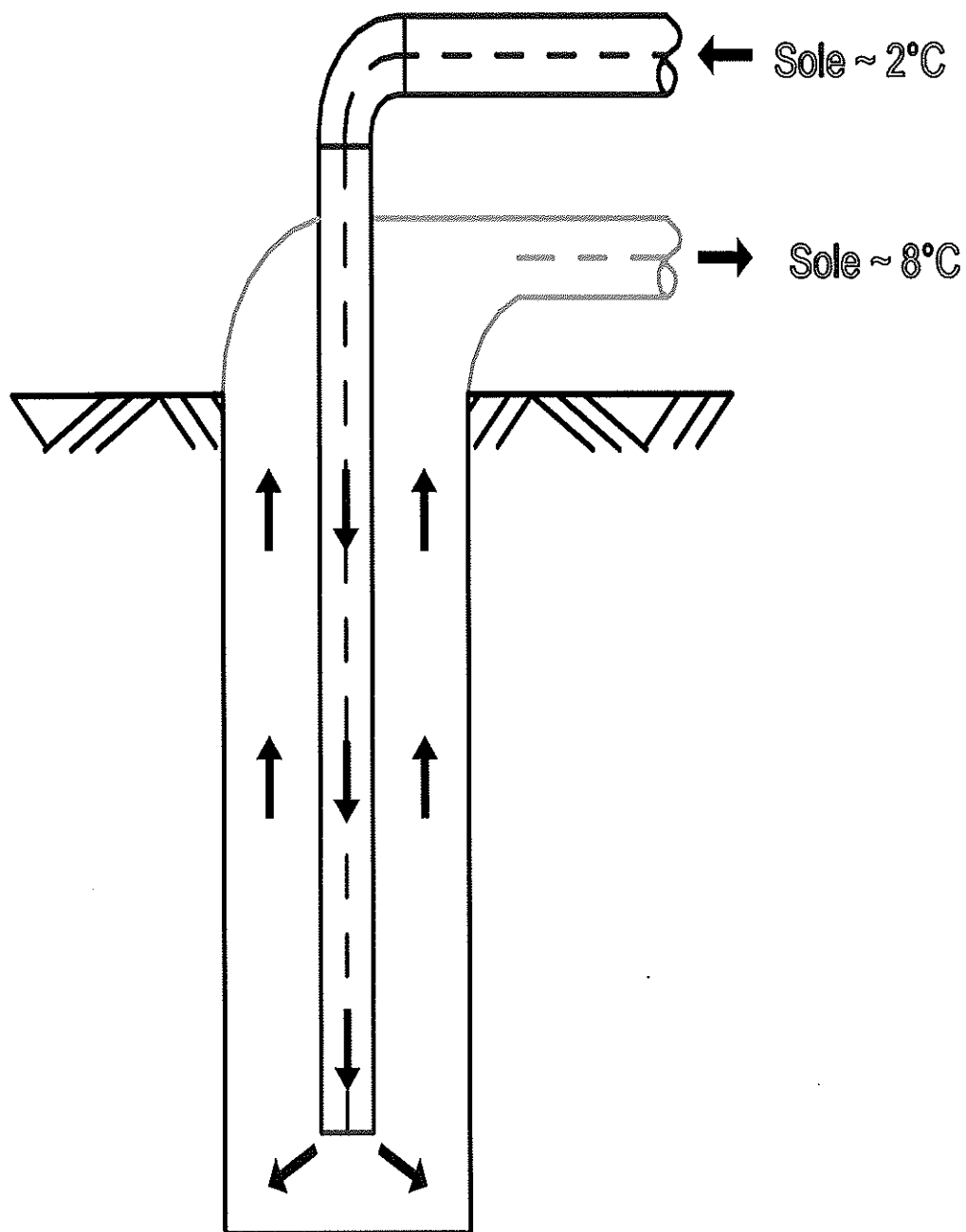
Geothermie
unter Verwendung Wärmepumpe

- 1) Wärmeentzug aus Grundwasser (Brunnen)
- 2) Wärmeentzug aus Erdreich (Sonden)

Wärmenutzung aus Grundwasser



Wärmenutzung aus Erdsonden



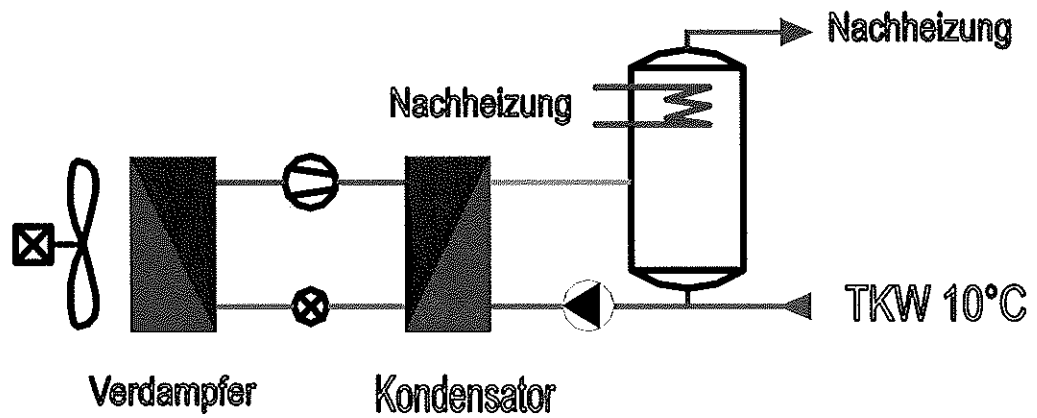
Umwelt als Energiequelle

```
graph TD; A["Umwelt als Energiequelle"] --> B["Elektrische Energie durch Windkraft und Wasserkraft"]; A --> C["thermische Energie durch Wärmeentzug aus Luft mittels WP"];
```

Elektrische Energie
durch Windkraft
und Wasserkraft

thermische Energie
durch Wärmeentzug
aus Luft mittels WP

WW-Bereitung aus Außenluft



Probleme bei Anwendung erneuerbarer Energien

Verfügbarkeit

Wirtschaftlichkeit

Hygienische Aspekte

Konkurrenzsituation

Verfügbarkeit Solarthermie

Bei höchstem Angebot - geringster Bedarf
Bei hohem Bedarf - geringes Angebot

Angebot nicht deckungsgleich mit Bedarf
Konsequenz: Große Speicher

Solarthermie nur additiv anwendbar
Konsequenz: Kein Ersatz für andere Energiequelle

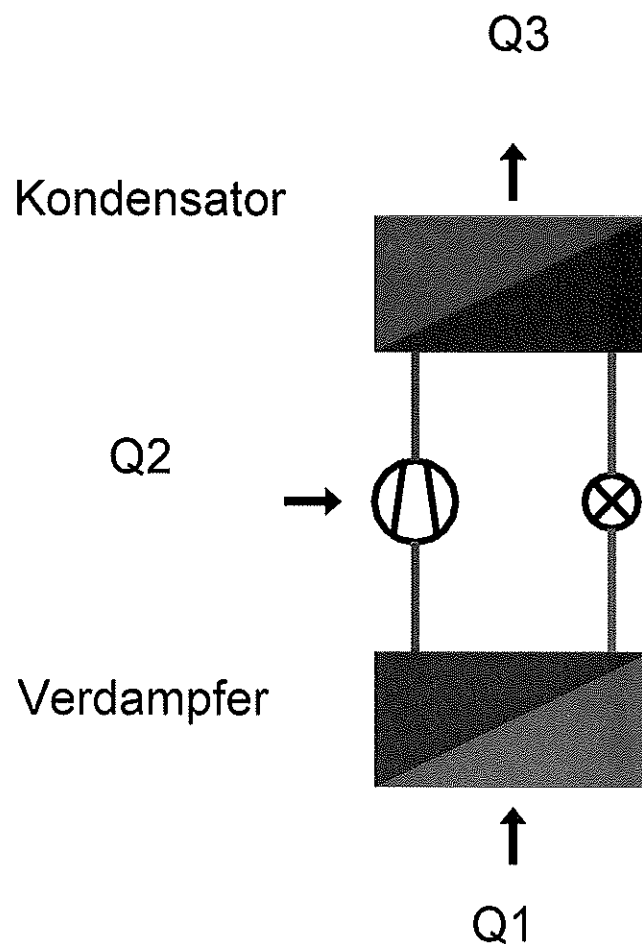
Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe

Q_1 = Wärmegewinn (kostenlos)

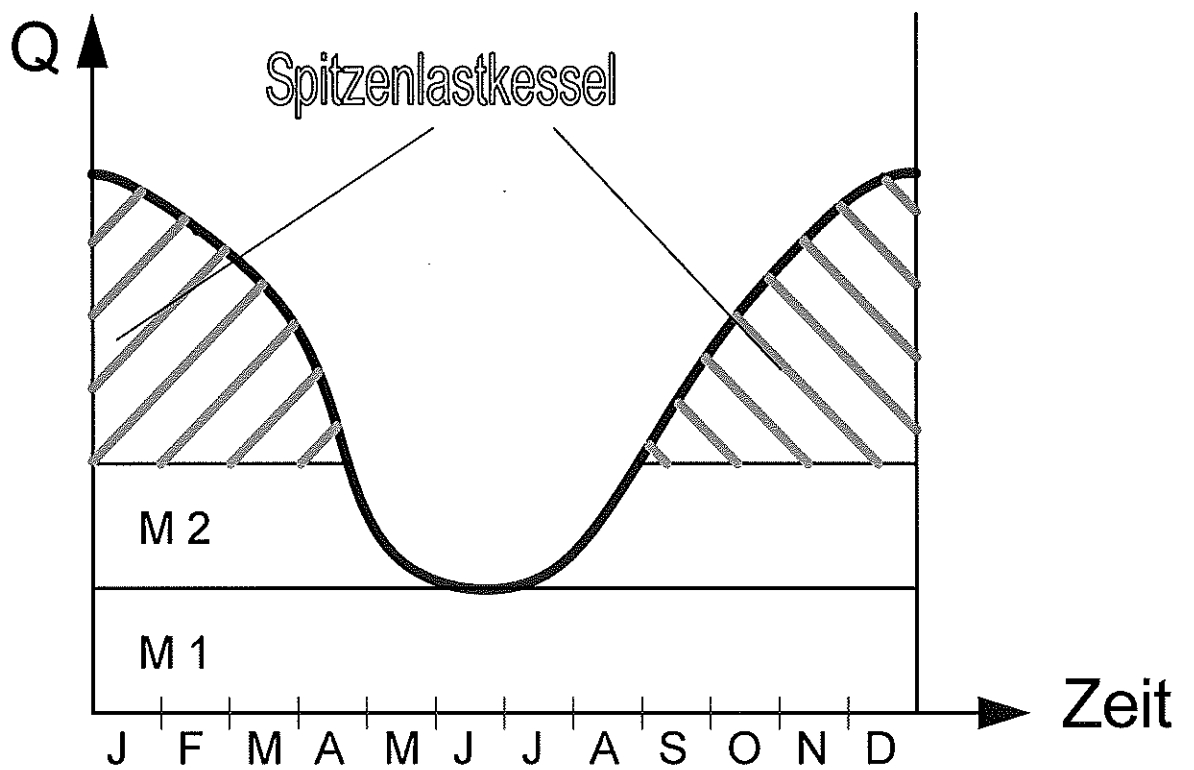
Q_2 = Energiezufuhr (kostenverursachend)

Q_3 = nutzbare Wärme ($Q_1 + Q_2$)

Arbeitszahl $a = Q_3 / (Q_2 + Q_{\text{Nebenaggregate}})$



Jahresganglinie Wärmebedarf



Hygieneaspekte bei Anwendung regenerativer Energiequellen

Problem:	Gefahr von Legionellen
Prophylaxe:	Temperatur über 60°C
Feststellung:	Mit WP oder Solar- kollektoren wirtschaftlich nicht zu erreichen
Fazit:	Zusatzheizung erforderlich

Beispiel Versorgungskonzept

