

Energetisch sinnvolle Schwimmbad-Erwärmung

Einsatz optimierter Wärmetauschersysteme

Christoph Saunus, Technischer Leiter



Foto: Deutsche Steinzeug Keramik

Westbad München

Im Beitrag geht es nicht um die Technologie passiver und aktiver Energiesparmaßnahmen im allgemeinen, sondern ganz speziell um praxisrelevante Planungskriterien, damit mit anlagentechnisch sinnvollen Beckenwasser-Erwärmungsmöglichkeiten Schwimmbäder bei Laune gehalten werden können.

Die Möglichkeiten der Beckenwassererwärmung in Hallen- und Freibädern sind von der energetischen Nutzung her sehr vielfältig. Häufig gibt es sinnvolle Kombinationen von konventionellen Heizmitteln mit Alternativenenergien oder in Verbindung mit rekuperativen Wärmerückgewinnungssystemen.

Heizsysteme zur Beckenwassererwärmung:

- Dezentrale Fernwärme
- Zentrale Gebäudeheizung
- Elektroenergie
- Abwärmenutzung
- Solarenergie
- Wärmepumpen
- Wärmerückgewinnung

Allgemeine Planungshinweise

Im privathäuslichen Bereich darf die zur Erwärmung des Schwimmbadwassers benötigte Heizenergie nicht zu der für die Gebäudeheizung errechneten Kesselleistung addiert werden. Dies ist einerseits nicht notwendig und würde andererseits dem Sinn des Energieeinsparungsgesetzes zuwiderlaufen. Denn eine Erhöhung der Kesselleistung lediglich zur Beckenwassererwärmung hätte eine unnötige Vergrößerung der Kesselleistung zur Folge. Dieses mindert wiederum automatisch den Kesselwirkungsgrad respektive den Jahresnutzungsgrad. Damit erhöht sich zwangsläufig auch der Energieverbrauch.

Diese energetische Wechselwirkung tangiert selbstverständlich auch die Leistungsberechnung des Beckenwasser-Wärmetauschers, denn die Heizleistung, das heißt die Größe des Wärmetauschers, richtet sich nach der Beckenwasseraufheizzeit in Abhängigkeit zur Kesselleistung. Im Privatschwimmbadbereich mit Wärmeerzeuger-Nennleistungen um ca.

20 kW rechnet man mit einer Beckenwasseraufheizzeit von etwa ein bis max. zwei Tagen, im öffentlichen Bäderebereich je nach Wasserfläche bzw. Wasservolumen hingegen mit zwei bis vier Tagen.

Hierbei ist zu beachten, dass die heute üblichen modernen Niedertemperatur- oder Brennwertkessel nicht mehr wie früher eine konstante Kesseltemperatur fahren, sondern sich lastabhängig regeln. Das heißt, die modernen Heizkessel fahren energetisch optimiert nur noch bedarfsgerecht mit gleitendem, der jeweiligen Außentemperatur angepasstem Temperaturniveau einschließlich Nachtabsenkung. Folglich ist es sinnvoll, bei der primären Heiztemperatur zur Beckenwassererwärmung von rechnerischen 80°C auszugehen und die Beckenwasserbeheizung nicht unbedingt bei Außentemperaturen um ca. -10°C vorzunehmen.

Denn zur Beckenwasser-Erstaufheizung — und nur um diese geht es bei der Auslegung der Wärmetauschergöße — lässt sich die Kesseltemperatur problemlos so lange konstant

www.glykol.info

...wenn die Zutaten stimmen,
ist der Erfolg garantiert!

Frostschutz:

PEKASOL I • GLYKOSOL N • PEKASOL 2000

pro
**KÜH
SOLE**

pro KÜHLSOLE GmbH
Maurerstrasse 46
D-52477 Alsdorf

Info-Ruf: +49 24 04 / 67 65-0

$$Q_W = \frac{A \cdot (t_w - t_k) \cdot C_{pw}}{Z}$$

Q_W = Wärmetauscherleistung (kW)
 A = Beckeninhalt (m³)
 t_w = Beckenwassertemperatur (°C)
 t_k = Füllwassertemperatur (°C)
 Z = Aufheizzeit (Stunden)
 C_{pw} = Spezifische Wärmekapazität wh/kg · K
 $Q_W = \frac{43,2 \cdot (25-10) \cdot 1,16}{36} = 21 \text{ kW}$
 Wärmetauscherleistung = 21 kW

auf 80°C einstellen, das heißt die automatische Regelfunktion manuell überbrücken, bis die gewünschte Beckenwassertemperatur erreicht ist. Anschließend kann der Heizkessel wieder automatisch selbstregelnd, das heißt gleitend, mit der zur Gebäudebeheizung notwendigen Temperatur gefahren werden. Dieses Temperaturniveau reicht nämlich zur kontinuierlichen Beckenwassernachwärmung - selbst bei nur 10 bis 12 Stunden Filterlaufzeit täglich - in der Regel voll aus.

Wärmebedarfsberechnung

Vereinfacht, ohne Berücksichtigung der Beckenwasserabkühlung.

Wärmetauschersysteme

Egal welchen Energieträger man wählt oder welches Energiesystem letztendlich zum Tragen kommt, es wird grundsätzlich zur Übertragung der Wärmeenergie an das Beckenwasser immer ein so genannter Wärmetauscher benötigt. Die Schwimmbecken-Wassererwärmer arbeiten je nach Anwendungszweck bzw. Erfordernissen nach unterschiedlichen Funktionsprinzipien. Bei den hydraulischen Wärmetauschern, wie man sie in Verbindung mit Gebäudeheizung (Heizwasser oder Dampf) verwendet, gibt es drei relevante Heizflächensysteme:

- Heizrohrbündelwärmetauscher
- Plattenwärmetauscher
- Rohrwärmetauscher

Die Heizrohrbündelwärmetauscher in Form von Heizschlangen, Heizregistern oder Rippenrohrheizbündeln finden in der gebäudetechnischen Trinkwassererwärmung als Durchlauf- oder Speichersystem ihre Anwendung. Im Gegensatz zu früher werden jedoch Heizrohrbündelwärmetau-

scher in der Schwimmbadwassererwärmung aufgrund der Verkalkungsproblematik, der hohen hydraulischen Einzelwiderstände, etc. heute so gut wie nicht mehr eingesetzt. Bei den Plattenwärmetauschern ist zu unterscheiden zwischen den gelöteten und den geschraubten Ausführungen. Die gelöteten Edelstahlkonstruktionen sind in jüngster Zeit im sanitären Bereich durch Korrosionserscheinungen aufgrund des Lötmaterials (Kupfer-Nickel) ins Gerede gekommen. Beim Einsatz gelöteter Plattenwärmetauscher im Schwimmbadbereich ist zu berücksichtigen, dass es bei Feststoffanteilen im Reinwasser zu irreparablen Verstopfungen kommen kann, wenn zum Beispiel Filtermaterial durchschlägt oder Ähnliches.



Wärmetauscher
KOMPAKT-JUNIOR
40KW-V4A

Geschraubte Plattenwärmetauscher bieten die Möglichkeit, die profilierten Tauscherflächen mit ihren sehr schmalen Zwischenräumen auch nachträglich zu reinigen. Der energetische Wirkungsgrad ist, bedingt durch die sehr große Übertragungsfläche, relativ hoch, mit der Folge, dass nur kleine Tauscherabmessungen benötigt werden. Dieses wirkt sich besonders bei sehr kleinen Temperaturspreizen im Primär- und Sekundärkreislauf, wie sie beispielsweise im Industriebereich durchaus üblich sind, zusätzlich positiv aus.

Da bekanntlich jede Technik Vor- und Nachteile hat, erkaufte man sich bei Plattenwärmetauschern den hohen Wirkungsgrad auf Kosten des hydraulischen Gerätewiderstandes als Folge der sehr großen Tauscherfläche. Daraus resultieren dann wiederum eine größere benötigte Filter-

pumpenförderhöhe respektive ein erhöhter Stromverbrauch. Darüber hinaus ist auf die Verwendung des richtigen Dichtwerkstoffes zu achten und des Weiteren ist auch das Verkalkungsrisiko des Plattenwärmetauschers besonders bei hohen Wassertemperaturen im Primärheizkreis zu berücksichtigen. Dieses sind charakteristische Eigenschaften von Plattenwärmetauschern, die man als Schwimmbadbauer wissen sollte.

Hydraulisch richtig konstruierte Röhrenwärmetauscher mit entsprechend groß dimensionierten Heizrohren haben hingegen keine Verkalkungsprobleme. Darüber hinaus ist auch der konstruktive Geräteaufbau sehr energieschonend, da der hydraulische Widerstand sowohl heizseitig als auch schwimmbadseitig sehr gering ist. Daher benötigen Röhrenwärmetauscher mit einer Übertragungsleistung bis ca. 100 kW und höher in der Regel auch keine zusätzliche Bypassleitung als hydraulische Umgehung, um mit Hilfe einer Teilstromlösung den gerätebedingten Einzelwiderstand zu reduzieren. Folglich dominieren bei dem im Schwimmbadbereich üblichen Temperaturniveau und den Temperaturspreizen bei Privatschwimmbädern und bei kleineren bis mittleren öffentlichen Schwimmbädern Röhrenwärmetauscher. Bei sehr großen Schwimmbeckenvolumen kommen sowohl Plattenwärmetauscher als auch Röhrenwärmetauscher zum Einsatz.

Wärmetauscherdimensionierung

Die Wärmetauscherleistung ergibt sich weitgehend durch die vorgegebene Aufheizzeit in Verbindung mit den thermischen Randbedingungen. Bei der Dimensionierung der Wärmetauscher sind folgende Parameter zu beachten:

- benötigte Heizleistung
- gewünschte Schwimmbadwassertemperatur
- untere Heizmitteltemperatur
- Mindest-Schwimmbadwasservolumenstrom
- heizseitiger Druckverlust
- schwimmbadseitiger Druckverlust

Mit den vorstehenden thermischen und hydraulischen Kenndaten lässt sich jeder Wärmetauschertyp anhand



Kunststoff-Wärmetauscher

der technischen Produktherstellerunterlagen problemlos bestimmen. Da die hydraulischen Gerätewiderstände fabrikatsspezifisch unterschiedlich sind, sind diese Gerätedaten auch bei einer korrekten Planung entsprechend zu berücksichtigen.

Bei optimal konzipierten Röhrenwärmetauschern liegt der hydraulische Gerätewiderstand je nach Leistung heizseitig (primär) zwischen ca. 0,1 bis 0,15 bar und beckenwasserseitig (sekundär) zwischen 0,01 bis 0,015 bar. Bei Plattenwärmetauschern sind die o. g. Hydraulikwerte respektive der benötigte Energiebedarf um ein Vielfaches höher.

Vorsicht bei niedrigen Heizmitteltemperaturen

Bei Gebäudeheiztemperaturen um ca. 80°C gibt es bei den handelsüblichen Schwimmbadwärmetauschern in der Regel keine energetischen Probleme. Anders ist es hingegen bei Einsatz sogenannter Niedrigenergien. Je niedriger die Heiztemperatur, um so größer muss die Heizfläche sein, um die gleiche Wärmeenergie an das Beckenwasser zu übertragen. Daher hat die Industrie zum Beispiel bei Heizmittelversorgungen über Wärmepumpen, Abwasserwärme, Nieder-temperaturheizsysteme, Solaranlagen, etc. spezielle Hochleistungs-Schwimmbadwärmetauscher mit entsprechend vergrößerten Heizflächen im Programm.

Darüber hinaus ist bei Heizmedien mit frostschtzendem Glykolanteil noch zusätzlich zu berücksichtigen, dass sich durch das Frostschutzmittel der Wärmeübertrag reduziert. Diese Heizleistungsminderung kann je nach dem Glykolumischverhältnis ca. 25%

und höher sein. Bei der Größenbestimmung ist es daher durchaus sinnvoll, aus Reservegründen die Wärmetauscherleistung etwas größer zu wählen. Denn mit einer Überdimensionierung lässt sich auch noch in niedrigen Temperaturbereichen ein sinnvoller Temporaustausch bzw. eine energetisch vernünftige Nutzung erreichen. Eine Mindestheizleistung von ca. 40 kW bei einer Vorlauftemperatur von ca. 50°C sollte man daher nicht wesentlich unterschreiten.

Denn dem Anlagenbauer nützt die wirtschaftlich aufwändigste Kosten-Nutzen-Berechnung wenig, wenn es später wegen einer geringen Anschaffungs-differenzsumme aufgrund einer merkwürdigen Gutachterexpertise zu einem Prozess kommt.

Bekanntlich gibt es bei den meist mit der Materie überforderten Sachverständigen die unterschiedlichsten Auffassungen, die de jure von den „schwarzen Roben“ meist zum Schaden des beklagten Schwimmbadbauers einfach übernommen werden.

SO GROSSARTIG KANN KLEIN SEIN.
DIE NEUE BETÄTIGUNGSPLATTE SKATE AIR
FÜR RAPID SL.



Edel im Design, praktisch und vielseitig in der Funktion: Denn Skate Air hat sowohl

- die 2-Mengen-Spülung als auch
- die Start-/Stopp-Spülung, bei der die große Spülmenge durch nachträgliches Drücken der kleineren Taste unterbrochen werden kann.

Dank der Pneumatik überzeugt sie durch

- dauerhaft leichte und leise Betätigung
- sehr einfachen Anschluss an das Ablaufventil mit nur 2 Schlauchverbindungen.

Skate Air gibt es im Hoch- und Querformat.

Serviceline: 0 180 2 - 66 00 00 (€ 0,06/Anruf),

www.grohe.de

GROHE

Wärmetauscherwerkstoffe

Schwimmbadwärmetauscher bestehen in der Regel aus Metallwerkstoffen, wobei heutzutage nur noch hochwertige Nirostähle zum Einsatz kommen. Edelstahlwerkstoffe der Qualität Nr. 1.4303 (V2A) werden aufgrund ihres niedrigen Chloridwiderstandes von ca. 150 mg/l von renommierten Produktherstellern im Schwimmbad-Wärmetauscherbereich nicht mehr eingesetzt.

Bei normalem Schwimmbadwasser (Süßwasser) hat sich der austenitische Chrom-Nickel-Molybdän-Edel-

wasser nur durch Frischwasserzusatz. Aus Gründen des Korrosionsschutzes sollten die Hygieneparameter im Schwimmbadwasser im Bereich der Forderung der Schwimmbadnorm DIN 19643 liegen, das heißt beim pH-Wert zwischen 6,5 bis 7,6 und beim Chlor zwischen 0,3 bis 0,6 mg/l. Bei chemisch aggressiven, zu verstärkter Metallkorrosion neigenden Schwimmbadwässern wie z. B. Meerwasser, Sole oder ähnlichen Mineralwässern sowie auch bei Schwimmbecken mit geringem Salzgehalt beziehungsweise Salzanreicherung (0,3% = 1800

ten Heizmittelversorgung in Verbindung mit einem Mehrwegemischer sowie Temperaturfühler mit Temperatur-Sicherheitsbegrenzer.

Herrscht im Heizkreislauf kein Systemüberdruck, reicht in der Regel eine sogenannte Schwerkraftbremse. Gibt es im Heizsystem jedoch unkontrolliert herumvagabundierende Fließdrücke, die größer als der Einzelwiderstand in der Schwerkraftbremse sind, ist aus Sicherheitsgründen entweder zusätzlich die parallele Verriegelung eines stromlos geschlossenen Magnetventils im Heizungswasserkreislauf notwendig oder es ist eine entsprechende Ansteuerung eines Heizungsmehrwegemischers erforderlich. Durch diese Zusatzmaßnahmen wird sichergestellt, dass heizungsseitig keine unkontrollierte Beckenwassererwärmung stattfindet. Die Industrie bietet für die oben genannten Anwendungsfälle auch konfektionierte Beckenwasserwärmetauschersysteme in anschlussfertiger Kompaktbauweise an.

Wenn eine kombinierte Beckenwasserbeheizung über die Gebäudeheizung in Verbindung mit Absorberrmatten oder Hochleistungssolarkollektoren erfolgt, ist die Gebäudeheizung grundsätzlich immer nachgeschaltet, das heißt, der Kesselwärmetauscher befindet sich zur eventuellen Nachbeheizung in Fließrichtung hinter dem installierten Solarheizungswärmetauscher.

Obwohl, wie bereits erwähnt, bei Hochleistungs- beziehungsweise Vakuumkollektoren die Wassertemperaturen durchaus über 100°C liegen können, unterliegen diese Systeme einerseits zwar der Dampfkesselverordnung gemäß DIN 4762, andererseits erfolgt die Systemabsicherung jedoch nur nach der normalen DIN 4751 für Wasserheizungsanlagen. Das ist zweifelsohne eine Kostenkonzeption an die ökologische Solartechnologie, die jedoch nicht risikolos ist. Daher sollte der Schwimmbadbauer aus Sicherheitsgründen, sofern er nicht die Hochleistungssolarkollektoranlagen in Auftrag hat, die Temperaturregelung einschließlich Anlagenabsicherung dem Solaranlagenbauer überlassen. So liegt das Risiko eindeutig da, wo es hingehört, nämlich

Wärmetauscher Leistung		Beckenvolumen [m ³]										
kW	kJ/h	Freibad				Hallenbad						
		20	30	40	50	60	20	30	40	50	60	70
9	32400	X					X	X				
12	43050	X					X	X	X			
18	65100	X	X						X	X	X	
24	86688		X	X						X	X	
27	96600		X	X						X	X	
36	130032				X	X					X	X

Größenbestimmung von Schwimmbad-Wärmetauschern für Hallen- und Freibäder

stahl X6CrNiMoTi17-12-2 mit der Werkstoff Nr. 1.4571 (V4A) seit vielen Jahren hervorragend bewährt. Grundvoraussetzung ist allerdings eine fachgerechte Beckenwasserpflege und eine Chemikaliendosierung in Fließrichtung hinter dem Wärmetauscher, da die Chloridresistenz temperaturabhängig bei ca. 500 mg/l liegt. Um möglichst alle Korrosionsrisiken weitgehend zu minimieren, ist anlagentechnisch sicherzustellen, dass die hoch aggressiven pH-Korrekturchemikalien und/oder Desinfektionsmittel nicht durch eventuellen Rückfluss in den Wärmetauscher gelangen können. Dieses Risiko besteht zum Beispiel, wenn die Filtertechnik über der Schwimmbadwasserfläche angeordnet ist und die daraus resultierende Heberwirkung nicht fachgerecht verhindert wird, zum Beispiel über eine belüftete Rohrschleife o. Ä. Das Vorstehende gilt sinngemäß auch für eventuell aggressive Chemikalienausgasungen direkt im Wärmetauscher. Auch eine regelmäßige Rückspülung ca. einmal wöchentlich verhindert eine Chloridanreicherung im Beckenwasser. Denn eine korrosiv wirkende Aufsatzung lässt sich im Beckenwasser nicht durch die normale Filterung verhindern. Folglich erreicht man eine Chloridverdünnung im Schwimmbad-

mg/l Chloridgehalt) zur elektrolytischen Desinfektion setzt man bei Wärmetauschern sinnvollerweise den hoch korrosionsbeständigen Werkstoff Titan ein. Bei fachgerechter Verarbeitung, d. h. entsprechender Passivierung der Schweißnähte mit Enertgas etc. ist der Werkstoff für Chloridwerte bis 36000 mg/l (Nordseewasser) und höher problemlos geeignet. Zum Werkstoff ist noch zu ergänzen, dass sich eine schlechte Verarbeitung nicht durch eine höherwertige Werkstoffqualität kompensieren lässt.

Inzwischen gibt es z. B. von der Firma Behncke GmbH auch praxisbewährte Schwimmbadwärmetauscher aus Kunststoff mit Edelstahlheizschlangen für Süßwasser in V4A-Qualität und für Sole und Meerwasser etc. mit hochkorrosionsbeständigen Alay-59-Heizschlangen.

Temperaturregelung

Hinsichtlich der sinnvollsten Temperaturregelung gibt es unter den Fachleuten die unterschiedlichsten Meinungen. Die technischen Möglichkeiten der Heizwasserregelung gehen von der einfachen Ein/Aus-Steuerung mit thermischem Temperaturfühler über elektronische Temperaturregelung bis hin zu einer gleitend regel-

bei der Firma, die den Auftrag sowohl für die Trinkwasser- als auch für die Beckenwassererwärmung erhalten hat und dafür auch entsprechend vom Bauherrn honoriert wird.

Elektrowärmetauscher

Die Erwärmung des Beckenwassers mit Elektrowärmetauscher reduziert sich in der Regel auf kleinere Beckenvolumen, Whirlpools, Whirlwannen, Aquarien und ähnliche Fischbecken. Des Weiteren wird der Einsatz beziehungsweise die Leistungsgröße des Elektrowärmetauschers durch die im Gebäude zur Verfügung stehende Stromleistung mitbestimmt. Damit die Heizleistung des Wärmetauschers nicht unnötig groß wird, verlängert man die Aufheizzeit entsprechend. Dieses wird auch aus der Tabelle ersichtlich.

Bei Aquarien, Fischteichen oder ähnlich aggressiven Wässern wird aufgrund des erhöhten Korrosionsrisikos als Gerätegehäuse hochwertiger Titanwerkstoff eingesetzt. Da bei Heizstäben, bedingt durch die hohe Temperaturbelastung, das Korrosionsrisiko besonders hoch ist, verwendet man bei den vorstehenden aggressiven Wässern die Werkstoffkönigsklasse, nämlich den hoch korrosionsbeständigen Werkstoff Incoloy 825.

Die Werkstoffkombination Titan und Incoloy 825 hat sich in der Praxis

inzwischen hervorragend bewährt, so dass es sinnvoll ist, bei den oben genannten aggressiven Wässern sowie bei Sole, Meerwasser oder Ähnlichem dieses Metallwerkstoffduo einzusetzen. Anschlussseitig gibt es auch keine Installationsprobleme, da die Elektrowärmetauscher werkseitig Kunststoffrohranschlüsse mit PVC-Klebeverschraubungen besitzen und folglich auch keine korrosionsanfälligen Metallübergänge benötigen.

Die Temperatureinstellung erfolgt stufenlos direkt am Gerät, wobei in der Regel die Option eines zusätzlichen Sicherheitstemperaturbegrenzers besteht. Mit einer direkt am Elektrowärmetauscher montierten hydraulischen Wassermangelsicherung wird sichergestellt, dass die Beheizung des Beckenwassers nur dann erfolgt, wenn ein entsprechender Filter-Umwälzvolumenstrom vorhanden ist.

Zusammenfassung

Bei kleineren und mittelgroßen Schwimmbecken werden in der Regel hydraulische Röhrenwärmetauscher eingesetzt und bei sehr großem Wasservolumen auch zusätzlich Plattenwärmetauscher, wobei die systembedingten größeren Gerätewiderstände besonders zu berücksichtigen sind. Hinsichtlich der Montage sind die bereits eingehend beschriebenen Korrosionsparameter zu beachten.

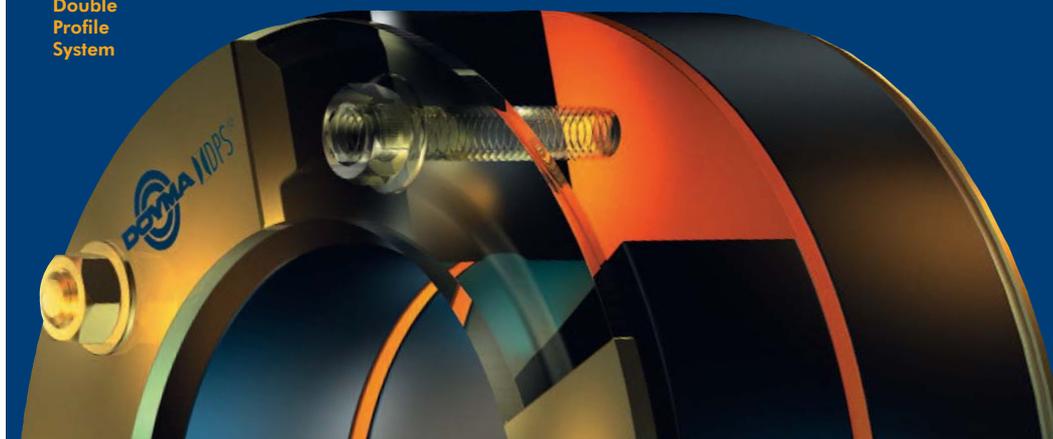
Entscheidend für die richtige Werkstoffwahl ist die Wasserqualität, das heißt der vorhandene Chlorid- bzw. Salzgehalt im Beckenwasser. Bei normalem Schwimmbadwasser und regelmäßiger, fachgerechter Filterspülung hat sich in der Praxis seit vielen Jahren der nichtrostende Edelstahlwerkstoff Nr. 1.4571 (V4A) und neuerdings auch Kunststoff mit V4A Heizschlangen bestens bewährt. In Verbindung mit Meerwasser, Sole, Mineralwasser oder ähnlichen hochchloridhaltigen Wässern sowie bei elektrolytischer Anoden-Durchlaufdesinfektion mit Salzanreicherung im Beckenwasser sollte man grundsätzlich aus Sicherheitsgründen den sehr korrosionsbeständigen Werkstoff Titan wählen beziehungsweise die praxisbewährten Kunststoffwärmetauscher mit hoch korrosionsbeständigen Alay-59-Heizschlangen. Beim Einsatz von Elektrowärmetauschern in Verbindung mit den vorstehenden aggressiven Medien, insbesondere auch bei Aquarien, Fischteichen etc. ist aufgrund des Korrosionsrisikos die Werkstoffkombination Titan/Incoloy 825 dringend zu empfehlen.

Autor: Christoph Saunus, Technischer Leiter, Behncke Schwimmbad und Wärmetechnik, Putzbrunn; www.behncke-gmbh.de

Das Profil macht den Unterschied:

Doyma Dichtungseinsätze mit DPS

DPS:
Double
Profile
System



DOYMA GmbH & Co
Durchführungssysteme
Industriestr. 43-57
D-28876 Oyten

Fon: 04207 91 66-300
Fax: 04207 91 66-199
www.doyma.de
info@doyma.de



Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



innovatools

Werkzeuge für den Erfolg

Fach.**Journal**

Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung

[Hier mehr erfahren](#)



innovapress

*Innovationen publik machen
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne