

## DGfdB R 65.13

# „Energieeffizienz in der Badewasseraufbereitung“

Informationen über die neue Richtlinie der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e. V.

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Hartisch, Geschäftsführender Gesellschafter der Ingenieurbüro Möller + Meyer Gotha GmbH

Noch bis zum 31. Oktober läuft das Einspruchsverfahren für die DGfdB R 65.13 „Energieeffizienz in der Badewasseraufbereitung“ und wir möchten Ihnen die neue Richtlinie der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e. V. an dieser Stelle genauer vorstellen. Informationen zu dem laufenden Verfahren erhalten Sie auf [www.baederportal.com/regelwerksarbeit](http://www.baederportal.com/regelwerksarbeit)

Die Energiewende ist das große Schlagwort in den aktuellen Diskussionen in Politik und Wirtschaft. Für öffentliche Bäder, die öffentlichen Einrichtungen mit dem höchsten spezifischen Energieverbrauch, ein besonders wichtiges Thema. Früher eher auf die Betriebskosten heruntergebrochen, sind heute auch die Themen Lebenszykluskosten, Nachhaltigkeit und CO<sub>2</sub>-Bilanz in den Fokus der Betrachtungen gerückt. Der Investitionsstau der vergangenen Jahre macht sich deutlich bemerkbar, viele Kommunen müssen handeln und

Grundsatzentscheidungen treffen. Über diese Fälle wird häufig und oft auch sehr emotional in der Presse berichtet.

Neben den spektakulären Neubauprojekten gibt es auch viele kleine Bäder, die wesentlich zur Daseinsvorsorge beitragen. Es geht bei ihnen oft nicht um den Neubau oder die Generalsanierung, sondern um Entscheidungen, wie Reparaturen und Teilinstandsetzungen ausgeführt werden. Diese sind meist durch das Betriebspersonal oder die Badleitung nebenbei zu erledigen. Dabei stellt sich die Frage, ob einfach ausgetauscht werden soll oder ob Fehler aus der ursprünglichen Planung beseitigt werden müssen oder im Zuge der Maßnahme gleich noch etwas zur Effizienzsteigerung getan werden kann. Entscheider interessiert dann, wo sie sich informieren können, wer helfen kann und wie schnell das möglich ist. Die Wartungsfirmen sind oft überfordert und können komplexere Aufgaben nicht übernehmen.

### Badewassertechnik kommt bislang zu kurz

In Zeiten von Google hat man zunächst schnell eine Lösung gefunden, aber funktioniert diese wirklich in dem speziellen Markt der Schwimmbäder? Der Installateur kümmert sich um die Wärme sowie das Wasser an den sanitären Einrichtungsgegenständen und der Lüftungsbauer installiert Kanäle sowie Lüftungsgeräte. Im günstigsten Fall werden noch ein Badewasseranlagenbauer und ein Elektrounternehmen gefunden, die den Rest übernehmen können. Ist die gesamte Koordination der Betriebsleitung zu viel, muss ein Planer her. Aber welche Vorschriften und Regelwerke verwendet dieser?

Es gibt einige, wie z. B. die Energieeinsparverordnung (EnEV), das deutsche Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (kurz Erneuerbare-Energie-Gesetz, EEG) oder die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG. Die meisten behandeln Bürogebäude, Wohnhäuser und



Der LEGIO.ball Kopfbrausefilter -

DIE LÖSUNG bei einem Legionellenbefall Ihrer Duschen in öffentlichen Bädern und Sportstätten. Die ästhetische Form bietet einen perfekten Wasserstrahl und der Brauseboden ist leicht zu reinigen. Das äußerst robuste Gewinde sorgt für hohe Stabilität und Zuverlässigkeit. Die endständigen Filter können sofort montiert werden und die vielfach zertifizierte Wechselkartusche ist schnell und einfach austauschbar. LEGIO - zur Sicherung Ihres legionellenfreien Duschbetriebes.

LEGIO-GROUP | Schlitzgrabenstrasse 10 | 72141 Walddorfhäslach | Tel +49 (0)7121 1806-0 | [info@legio.com](mailto:info@legio.com) | [www.legio.com](http://www.legio.com)

Einkaufszentren sehr ausführlich. Auf die besonderen Bedingungen der Bäder geht fast keine Richtlinie ein. Die speziellen Bäder-Richtlinien beschäftigen sich nur am Rande bzw. nicht direkt mit der Energieeffizienz. Der Suchende wird fündig in der VDI 2089 Blatt 2 mit dem Titel „Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern - Effizienter Einsatz von Energie und Wasser in Schwimmbädern“ aus dem Jahr 2002 und in der Richtlinie DGfDB R 60.04 „Einsparung natürlicher Ressourcen in Bädern“ der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e. V., ebenfalls aus dem Jahr 2002. Weiterhin gibt es einige Veröffentlichungen zu Passivhausbädern und Objektberichte von umgesetzten Projekten, die neueren Datums sind. Die Badewassertechnik wird auch in diesen Dokumenten nur kurz angesprochen.

Die Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e. V. möchte diese Lücke schließen und hat sich entschieden, dem Thema Energieeffizienz in der Wasseraufbereitung eine eigene Richtlinie zu widmen. Der Grundgedanke dabei war, die Grenzen sehr nah an die Wasseraufbereitung zu setzen. Die Besonderheit von großen Wasserflächen in Gebäuden zieht auch in anderen Fachdisziplinen der Haustechnik spezielle Planungsgrundlagen nach sich. So muss die Lüftung spezielle Anforderungen erfüllen, die hier aber nicht betrachtet werden sollen. Für das Freibad gilt ähnliches, hier werden z. B. die Beckenabdeckungen nicht der Wasseraufbereitung zugerechnet, sondern dem Beckenbau. Mit der DGfDB R 65.13 soll dem Suchenden eine einfache Hilfestellung gegeben werden, die Potenziale der Energieeffizienzsteigerung abzuschätzen. Außerdem wird dem Fachmann eine Art Checkliste gegeben, die mit den restlichen komplexen Vorgängen im Schwimmbad abgeglichen werden muss.

### Stichwort Energieeffizienz

Bei der Erarbeitung der Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für das Badewe-

sen spielt die Energieeffizienz in den Fachdiskussionen der Regelwerksarbeit eine nicht unwesentliche Rolle, jedoch wird dies in den Richtlinien nicht explizit ausgewiesen, da die Themen oft unter anderen Vorzeichen behandelt werden. Beispielhaft sei hier auf den Teillastbetrieb gemäß Richtlinie DGfDB R 65.08 verwiesen. Mit der neuen Richtlinie DGfDB R 65.13 soll sich das ändern. Grundsätzlich gilt die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.), d. h., wenn diese eingehalten werden, ist die ordnungsgemäße Wasserqualität im Betrieb mit großer Wahrscheinlichkeit zu erreichen. Wer innovativ sein will, muss diese Grenzen überschreiten. Das setzt hohe Fachkenntnis voraus und bleibt wenigen vorbehalten. Der Großteil der Beteiligten wird sich schon aus haftungsrechtlichen Gründen an die a.a.R.d.T. halten.

Die Energieeffizienz ist das Verhältnis von Dienstleistungs-, Waren- oder Energieertrag (Output) zur zugeführten Energie (Input) [vgl. EU Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27/EU - Energy Efficiency Directive (kurz: EED)]. Die Energieeffizienzsteigerung wird oft im Zusammenhang mit der Steigerung der Wirtschaftlichkeit gesehen. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen erfolgen jedoch unter dem Gesichtspunkt der Amortisation, d. h. wann das eingesetzte Kapital unter Berücksichtigung der erzielten Einsparungen und des Anteils für den Kapitaldienst wieder erwirtschaftet ist. Dabei spielt die Energieeffizienz keine Rolle. Selbst wirtschaftliche Maßnahmen mit langen Amortisationszeiten werden von den Entscheidern nicht gewünscht. Wenn z. B. der Break-Even-Point (Amortisation) nach 15 Jahren erreicht ist, und die Lebensdauer der Anlage 30 Jahre beträgt, wollen Entscheider die langen Jahre für den Rücklauf des eingesetzten Kapitals nicht in Kauf nehmen.

Welche Maßnahmen sowohl Energie einsparen als auch mit geringen Amortisationszeiten (Ziel: fünf bis zehn Jahre) umgesetzt werden können, zeigt die

Foto: Günter Standl



## Der Königsweg zum Wohlfühlwasser

- Maximale Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit
- Vollautomatisch perfekte Wasserqualität
- Mit Webserver und Schnittstellen für die Gebäudetechnik

Erleben Sie die Wohlfühlwelt von Ospa unter [www.ospa.info](http://www.ospa.info)




MADE IN GERMANY

# OSPA

73557 Mutlangen • Tel. +49 7171 7050

Richtlinie. Folgende Punkte werden näher behandelt:

1. Beckeneinströmung/  
Beckenhydraulik
2. Anordnung der Speicherbehälter
3. Strömungsgeschwindigkeit in Rohrleitungen
4. UF-Anlagen mit 2. UF-Stufe
5. Pumpen/Aggregate mit Frequenzumrichtern
6. Pumpen mit PM-Motoren (generell Energieeffizienzklasse berücksichtigen)
7. Messwasserrückführung
8. Wärmeübertrager mit Bypasspumpe
9. Spülwasserspeicher mit Wärmerückgewinnung
10. Spülabwassernutzung zur Toilettenspülung
11. Spülabwasseraufbereitung gemäß DIN 19645 für Betriebswasser Typ 1
12. Attraktionssteuerung mit flexibler Anpassung der Laufzeiten
13. Installation von UV-Strahlern zur Chloramin-Reduktion

14. Solarabsorberanlagen

15. Optimierung des Spülprogramms

16. Anpassung der Laufzeit von PAK-Dosierleistungen an die Chloramin-Belastung

17. Optimierung der Flockungsmittel-dosierung

### Beckeneinströmung als erläuterndes Beispiel

Exemplarisch soll hier der Punkt der Beckeneinströmung und die Hintergründe der Empfehlungen in der Richtlinie näher erläutert werden.

Die Einströmdüse kann wesentlichen Einfluss auf die Energieeffizienz haben. Um das Desinfektionsmittel gleichmäßig im Becken zu verteilen, wird Energie benötigt. Das Reinwasser tritt an der Einströmdüse ins Becken und soll alle Bereiche des Beckens erreichen. Wird zur Einsparung von Energie der Volumenstrom verringert, funktioniert die auf Volllast ausgelegte Dü-

se nicht mehr richtig. Die Energie des Strahles verringert sich mit abnehmendem Massenstrom, infolge dessen wird die Wurfweite und Eindringtiefe des Strahls geringer. Unter diesen Umständen kann die ordnungsgemäße Beckenhydraulik mittels Färbeversuch nicht nachgewiesen werden.

Auslegungsgrundlage einer Badewasseraufbereitungsanlage ist die Einhaltung der Badewasserqualität bei Nennbelastung. Diese wird in der DIN 19643 festgelegt. Am Beispiel eines 10-x-25-m-Schwimmerbeckens ergibt sich die Nennbelastung in Personen/h aus  $250/4,5 = 55$  Personen/h. An wie vielen Stunden im Jahr diese Auslastung erreicht wird, ist sicherlich unterschiedlich, aber kann im Allgemeinen mit weniger als 20 % der Betriebsstunden – da eine Badewasserumwälzanlage nachts nicht abgeschaltet wird – angenommen werden.

# TICKET - CONTROL

Das vollautomatisierte Zugangskontrollsystem von ECS



Besuchermanagement · Ticketautomaten · Abrechnungssysteme · Sonderlösungen

Metallbau Emmeln GmbH & Co. KG  
Eichenstraße 5B  
D-49733 Haren (Ems)

Telefon: 0 59 32 / 72 55-199  
Telefax: 0 59 32 / 72 55-20  
E-mail: info@ecs-emmeln.de  
Internet: www.ecs-emmeln.de



emmeln  
control  
systems

Im Teillastbereich kann der Aufbereitungsvolumenstrom verringert werden, wenn es die Hygienehilfsparameter zulassen. Trotzdem muss das Desinfektionsmittel an jeder Stelle des Beckens ankommen. Um dies sicherzustellen, muss die Düse auf den Teillastvolumenstrom ausgelegt werden, bei dem die regelgerechte Beckendurchströmung erreicht wird. In den wenigen Stunden im Jahr, in denen die Nennbelastung erreicht und überschritten wird, und sich dies in den Hygienehilfsparametern niederschlägt, wird durch den hohen Volumenstrom an den Düsen ein höherer Druckverlust entstehen. Dieser muss in Kauf genommen werden, um über Großteile des Jahres Energie einzusparen. Insgesamt gesehen, und zurückkommend auf die Definition der Effizienz, muss der Input zum Output über das Jahr verglichen werden.

Eine zusätzliche Möglichkeit der Effizienzsteigerung an dieser Stelle wäre z. B. der Einsatz von verstellbaren Düsen, die gleitend an den erforderlichen Volumenstrom angepasst werden. Hier gibt es am Markt jedoch noch keine Lösungen, was wahrscheinlich mit der derzeit fehlenden Wirtschaftlichkeit zusammenhängt.

Es soll an dieser Stelle exemplarisch eine Betrachtung der Energieeffizienz für die Beckeneinströmung vorgenommen werden. Als feste Größen liegen zugrunde:

- Schwimmerbecken mit Strahlurbulenzeinströmung
- Mindestvolumenstrom und Aufbereitungsvolumenstrom nach DIN 19643
- Beckengröße 25 x 10 m = 250 m<sup>2</sup>
- Belastungsfaktor der Aufbereitungsanlage (Sandfilter)  $k = 0,5$
- Betrieb der Anlage: 8000 h/a
- Auslastung mit Nennbelastung und höher: 1000 h/a
- Auslastung mit bis zu 80 % der Nennbelastung: 3000 h/a
- Auslastung mit bis zu 10 % der Nennbelastung, einschl. Nacht: 4000 h/a

Nicht zu vernachlässigen sind weiterhin die Betrachtungsgrenzen. Zurückkommend auf die Definition „Energieeffizienz = Dienstleistungs-, Waren- oder Energieertrag (Output) zur zugeführten Energie (Input)“ stellt sich die Frage nach dem Betrachtungszeitraum (von stündlich über täglich bis hin zur Lebensdauer) und dem Anlagenzustand (Auslegungsfall, Teillast, Spitzenlast). Allerdings muss man sich im vorliegenden Fall fragen, wie im Lebenszyklus ein Einströmsystem zu betrachten ist. Gehört hier auch die Erstellung und die Entsorgung dazu oder muss das gesamte Becken oder vielleicht sogar das gesamte Bad betrachtet werden? Darauf wird später noch eingegangen. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass die Lebenszyklusbetrachtungen zwar recht oft in der Öffentlichkeit verwendet werden, aber eher unter den folgenden Aspekten:

- des Ressourcenverbrauches
- des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes
- des Energieverbrauches
- der Kosten

In der Recherche zum Artikel sind dem Autor keine einheitlichen Grundlagen in den zahlreichen Veröffentlichungen zu diesem Thema aufgefallen. In sich sind die Veröffentlichungen schlüssig, aber in den Grenzen der Betrachtung (Auslegungspunkt, Lebenszyklus mit Herstellung und Entsorgung aller Komponenten, Grenzen des Prozesses, hier z. B. Einströmung Beckenhydraulik oder gesamte Badewasseraufbereitung) sind erhebliche Unterschiede festzustellen.

Unter Berücksichtigung der Eingangsdaten soll Folgendes näher betrachtet werden:

Düse mit 100 % Volumenstrom ausgelegt	Anlage 1, Q100
Düse mit Teillast von 80 % Volumenstrom ausgelegt	Anlage 2, Q80
Düse, regulierbar	Anlage 3, Q <sub>min</sub>

Diese Anlagen sollen über verschiedene Zeiträume unter dem Gesichtspunkt der Kosten und der Energieeffizienz ver-

# Saubere Leistung

## Wasseraufbereitung mit Membranfiltration

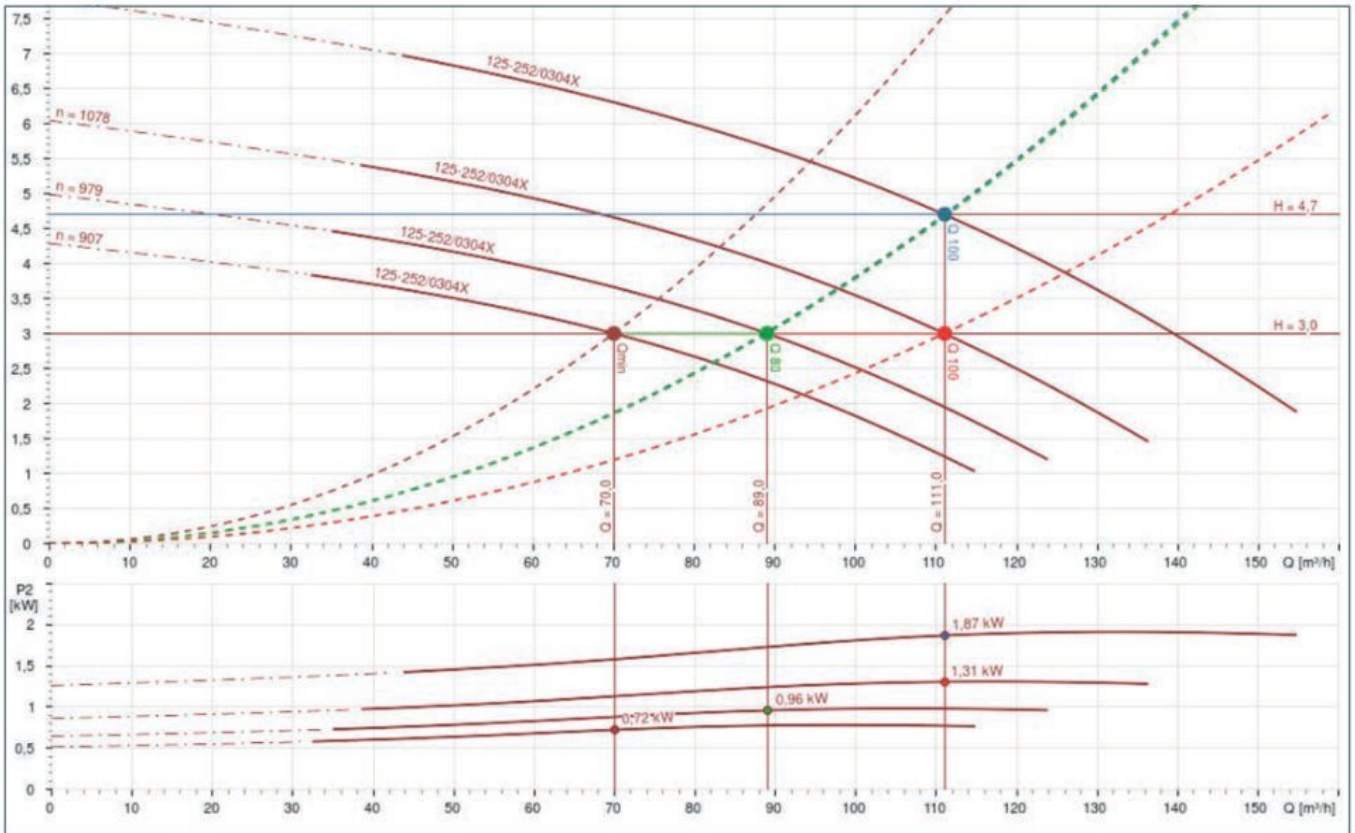
- ➔ Spülabwasseraufbereitung gemäß DIN 19645 reduziert Betriebskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen
- ➔ Ultrafiltration gemäß DIN 19643 garantiert absolut keimfreies Filtrat
- ➔ Energieeffizienter Betrieb
- ➔ Einbauhöhe nur 2,10 m
- ➔ Vollautomatisierte Anlagentechnik

# BREMAG



Bremer Anlagen GmbH  
 Telefon: +49 421 408 982 20  
 E-Mail: [vertrieb@bremag.de](mailto:vertrieb@bremag.de)

[www.bremag.de](http://www.bremag.de)



■ Energieeinsatz in den Betriebspunkten, Quelle: Herborner Pumpentechnik



**AntiSlide**  
Ausrutschen ist Vergangenheit!



**Nackträgliche Rutschsicherheit**

*Wir machen alles rutschsicher!*

Vom Beckenrand über den Wellnessbereich zur Umkleide und jedem rutschigen Boden -

Mit AntiSlide wird jede Oberfläche garantiert rutschsicher und die Optik bleibt erhalten.

Kontaktieren Sie uns für Muster und Angebote:

**Tel: 0721 – 915 814 92**  
**info@antislide.de – www.antislide.de**

Unser Dienstleistungsteam ist europaweit für Sie da!

Heizung · Klima · Abwasser · Elektro  
 Wärmerückgewinnung  
 Badewasseraufbereitung · Bausanierung

Ingenieur-Büro

## Gansloser GmbH

- Beratung
- Planung
- Bauüberwachung
- Sicherheits- und Gesundheitsschutz
- Facility-Management
- Forschung
- Entwicklung
- Machbarkeitsstudien

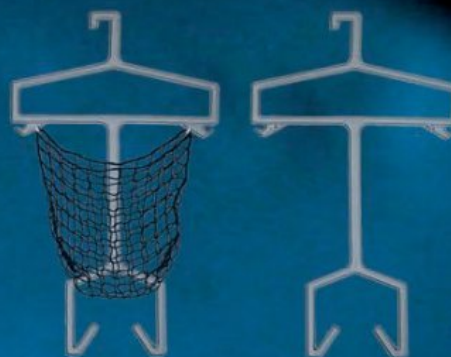
Ing.-Büro Gansloser GmbH  
 Grazer Straße 26 · 30519 Hannover  
 Telefon: 05 11/987 97-0  
 Telefax: 05 11/987 97-20  
 E-Mail: info@ib-gansloser.de

Bezeichnung	Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3
<b>Q100 %</b>			
Volumenstrom in m <sup>3</sup> /h	111	111	111
Diff. Druck an D. in mWs	3	4,7 <sup>1)</sup>	3
stündlicher Verbr. in kWh <sup>2)</sup>	1,31	1,87	1,31
Ergebnis Beckendurchstr. regelgerecht	i. O.	i. O.	i. O.
<b>Q80 %</b>			
Volumenstrom in m <sup>3</sup> /h	111 <sup>3)</sup>	89	89
Diff. Druck an D. in mWs	3	3	3
Stündlicher Verbr. in kWh <sup>2)</sup>	1,31	0,96	0,96
Ergebnis Beckendurchstr. regelgerecht	i. O.	i. O.	i. O.
<b>Qmin</b>			
Volumenstrom in m <sup>3</sup> /h	111 <sup>3)</sup>	89 <sup>3)</sup>	70
Diff. Druck an D. in mWs	3	3	3
Stündlicher Verbr. in kWh <sup>2)</sup>	1,31	0,96	0,96
Ergebnis Beckendurchstr. regelgerecht	i. O.	i. O.	i. O.

■ Tabelle 1: stündliche Betrachtung des Energieeinsatzes bei verschiedenen Düsenauslegungen

Bezeichnung	Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3
<b>Q100 %</b>			
Volumenstrom in m <sup>3</sup> /h	111	111	111
Diff. Druck an D. in mWs	3	4,7 <sup>1)</sup>	3
stündlicher Verbr. in kWh <sup>2)</sup>	1,31	1,87	1,31
Volllastbetriebsstunden in h/a	1.000	1.000	1.000
Lebensdauer in a	20	20	20
Energieeinsatz in kWh	26.200	37.400	26.200
Ergebnis Beckendurchstr. regelgerecht	i. O.	i. O.	i. O.
<b>Q80 %</b>			
Diff. Druck an D. in mWs	3	3	3
Stündlicher Verbr. in kWh <sup>2)</sup>	1,31	0,96	0,96
Teillastbetriebsstunden in h/a	3.000	3.000	3.000
Lebensdauer in a	20	20	20
Energieeinsatz in kWh	78.600	57.600	57.600
Ergebnis Beckendurchstr. regelgerecht	i. O.	i. O.	i. O.
<b>Qmin</b>			
Volumenstrom in m <sup>3</sup> /h	111 <sup>3)</sup>	89 <sup>3)</sup>	70
Diff. Druck an D. in mWs	3	3	3
Stündlicher Verbr. in kWh <sup>2)</sup>	1,31	0,96	0,96
Teillastbetriebsstunden in h/a	4.000	4.000	4.000
Lebensdauer in a	20	20	20
Energieeinsatz in kWh	104.800	76.800	57.600
Ergebnis Beckendurchstr. regelgerecht	i. O.	i. O.	i. O.
Summe Betriebsenergie in 20 Jahren kWh	209.600	171.800	141.400
Herstellung umgerechnet in kWh <sup>4)</sup>	5	5	10
Betrieb (Hilfsenergie)/Wartung	0	0	1600 <sup>5)</sup>
Entsorgung in kWh umgerechnet	0 <sup>6)</sup>	0 <sup>6)</sup>	7 <sup>7)</sup>
Summe Energie Düsenbetrieb gesamt in kWh	209.605	171.805	143.012

■ Tabelle 2: Betrachtung des Energieeinsatzes bei verschiedenen Düsenauslegungen über 20 Jahre einschließlich Herstellung und Entsorgung



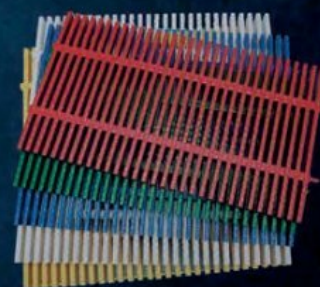
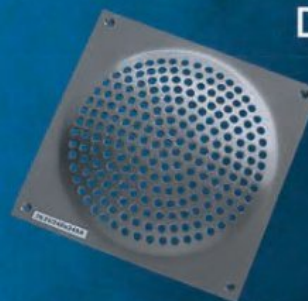
MADE IN GERMANY

EINE MARKANTE HILFE:  
BADKLEIDERBÜGEL

R O S T F R E I E  
TRENNWANDSTÜTZEN



DURCHLASSGITTER  
AUS EDELSTAHL



RUTSCHSICHERE  
ABDECKROSTE

SIEBABDECKUNGEN  
FÜR ABLÄUFE



FUßSTÜTZEN  
FÜR DUSCHEN



GERÄUMIGE  
ABLAGEKONSOLEN

WIR RICHTEN BÄDER EIN.

SCHÄFER

SCHÄFER BÄDERTECHNIK GMBH  
45219 ESSEN - DEUTSCHLAND  
FON + 49 (0) 20 54 93 84 666  
WWW.BAEDERTECHNIK.COM  
SCHAEFER@BAEDERTECHNIK.COM

# Digital vernetztes Kassensystem



## Entry Assistant

Access Control Software



**TAMINA THERME**  
BAD RAGAZ

**RONNY SCHIELER**  
Grand Resort Bad Ragaz AG

“ Unsere komplexe Systemlandschaft ist über die Jahre ständig gewachsen und die TAC Software, welche eine unserer wichtigsten Applikationen ist, hat einen sehr großen Anteil daran. Wir setzen dieses System im gesamten Grand Resort Bad Ragaz ein und machen viele positive Erfahrungen damit. ”

**TAC** | The Assistant Company

Hartberg | Wien | Hannover | Chicago  
www.tac.eu.com

Kosten Strom Umwälzbetrieb (Düsenbetrieb) <sup>8)</sup>	41.920,00 €	34.360,00 €	28.280,00 €
Kosten Herstellung <sup>9)</sup>	1.500,00 €	1.500,00 €	15.000,00 €
Kosten Betrieb/Wartung	-	-	320,00 € <sup>10)</sup>
Kosten Entsorgung	10,00 €	10,00 €	10,00 €
Kosten Summe	43.430,00 €	35.870,00 €	43.630,00 €

■ Tabelle 3: Kostenbetrachtung über 20 Jahre für das Einströmsystem

glichen werden. Dabei können die Kosten relativ einfach durch Aufsummierung der einzelnen Kostenarten dargestellt werden. Die Energieeffizienz wird durch den Energieeinsatz in kWh (Input) verglichen. Der Output ist jeweils die regelgerechte Beckendurchströmung. Bei der Lebenszyklusbetrachtung wurden die Energiemengen für die Erzeugung, Wartung/Instandhaltung und Entsorgung abgeschätzt ohne zu unterteilen, welche Energieart hier zugrunde liegt.

### Stündliche Betrachtung der Energieeffizienz

Hier ist der Ausgangspunkt eine Umwälzmenge von 111 m<sup>3</sup>/h bei einem Vordruck an der Düse von 3 mWs. Der angenommene Vordruck von 3 mWs basiert auf Erfahrungswerten, die Herleitung soll nicht näher erläutert werden. Es wird für die Betrachtung unterstellt, dass eine Unterschreitung des Vordruckes zu einer nicht regelgerechten Durchströmung führt. Es stellen sich die Werte ein, die Sie der Tabelle 1 entnehmen können.

### Lebenszyklusbetrachtung der Energieeffizienz

Bei einem 20-jährigen Betrachtungszeitraum müssen die zeitlichen Anteile der Betriebszustände bewertet werden – und zwar wie in Tabelle 2 dargestellt.

### Fazit

Es wird deutlich sichtbar, dass die effizienteste Anlage nicht immer die Wirtschaftlichste sein muss. Die neue Richtlinie zielt jedoch darauf ab, Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz im Blick zu haben. Die DGfDB R65.13 zeigt einfache Wege auf, mit welchen Maßnahmen wirtschaftliche Energieeffizienz in der Badewassertechnik umgesetzt werden kann. Wie umfangreich die Be-

trachtungen im Hintergrund dazu sind, wurde an einem Punkt exemplarisch erläutert. Wichtig ist jedoch auch die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Maßnahmen im Blick zu haben.

### Anmerkungen

- 1) berechnet auf Auslegungszustand 80 % über Bernoulli
- 2) exemplarische Wahl des Betriebspunktes aus Pumpendiagramm
- 3) Volumenstrom kann nicht verringert werden, da Beckenhydraulik nicht garantiert werden kann
- 4) Energiebedarf zur Herstellung von PVC 1,5 kWh/kg, bei 2 kg PVC Material = 3 kWh zzgl. 2 kWh für Installation und Düsenherstellung, verstellbare Düse geschätzt
- 5) angenommen 10 W für das gesamte System dauerhaft im Mittel über 8000 h/a und 20 Jahre
- 6) Aufwand aus Entsorgung und Energiegewinn aus Material heben sich auf
- 7) abgeschätzt
- 8) bei mittlerem Strompreis von 0,20 €/h
- 9) Einströmdüse mit Abdeckung 15 x 100,00 €, verstellbare Düse mit Kabel und Schaltschrankteil 15 x 1000,00 € geschätzt
- 10) Hilfsenergie und Energieaufwand für Wartung bewertet mit 10 W x 8000 h x 20 a