

Optimierung der Wasseraufbereitung zur Reduzierung von gebundenem Chlor und halogenierten Kohlenwasserstoffen

Bernd Kannewischer, dipl. Ing. SIA, Zug

Die Ausgangsthese dieses Themas wird wie folgt formuliert:

Bei allen Desinfektionsverfahren auf Chlorbasis entstehen im Badewasser Chlor-Stickstoff-Verbindungen (gebundenes Chlor/Chloramine) und leicht flüchtige, halogenierte Kohlenwasserstoffe, z.B. Haloforme. **Um die Bildung dieser Stoffe zu vermindern, muss die Wasseraufbereitung daraufhin eingerichtet und optimiert werden.** Es muss das Ziel sein: Verringerung der Konzentrationen von organischen Stoffen im Badewasser und dementsprechende Verminderung des Verbrauches an Desinfektionsmitteln. **Hierdurch wird die Reaktion zu Nebenprodukten reduziert!**

In der SIA-Honorarordnung 385/1, Tab. 1, sind folgende Werte festgelegt:

Gebundenes Chlor:
Richtwert: 0.2 mg/l
Toleranzwert: 0.3 mg/l

THM berechnet als Chloroform:
Richtwert: ≤ 0.03 mg/l

Gebundenes Chlor

Unter gebundenem Chlor versteht man Verbindungen der anorganischen und organischen chlorierten Amine. Die anorganischen Chloramine entstehen im Badewasser überwiegend aus Harnstoff, der mit Urin und Schweiß in das Wasser gelangt. Organische Chloramine entstehen überwiegend aus Aminosäuren der menschlichen Haut und sonstiger Ausscheidungen aus dem Nasen-Rachenraum und den Ohren.

Die entstehenden Chloramine im Badewasser sind in Hallenbädern deshalb störend, da diese leicht flüchtig sind und bereits geringste Spuren sich durch einen stechenden Geruch bemerkbar machen («Hallenbadgeruch»). Dem gegenüber kann elementares Chlor bei den üblichen pH-Werten des Badewassers in der Hallenluft nicht festgestellt werden.

Der typische Hallenbadgeruch ist jedoch nicht nur auf das aus dem Wasser austretende gebundene Chlor zurückzuführen, sondern häufig auch auf Geruchsemissionen, welche von der Reinigung und Desinfektion der Fliesenbeläge herrühren. Desinfektionsmittelrückstände sickern in die Fliesenfugen und geben Verdunstungen über mehrere Stunden und Tage ab. Auch eine mangelhafte Lüftungsanlage mit zu kleinem Frischluftanteil wirkt sich natürlich auf die Luftqualität in der Badehalle aus. Sind in einem Hal-

lenbad vielfältige aerosolbildende Kreisläufe vorhanden, so wirken die austretenden Chloride in Verbindung mit den Chloraminen auch korrosiv.

Die menschliche Haut

Im Badewasser finden wir drei Arten von Verunreinigungen:

- *suspendierte Verunreinigungen:* Feste Teilchen in Schwebelage wie Haare, Textilfasern, usw.
- *kolloidale Verunreinigungen:* Hautpartikel, Sekrete, Hautfette, Kosmetika, usw.
- *echt gelöste Verunreinigungen:* Schweiß und Harn

Der pH-Wert der menschlichen Haut beträgt ca. 5.5–5.8. Ein hoher pH-Wert des Badewassers führt zum Aufquellen der menschlichen Haut! Hierdurch werden vermehrt Eiweissstoffe abgegeben, was wiederum zu mehr gebundenem Chlor führt! Eiweissstoffe aus der menschlichen Haut werden, solange diese kolloidal vorliegen, von der Flockung erfasst und im Filter zurückgehalten. Durch das chlorierte Wasser, welches den Filter durchströmt, entstehen dann im Filter Chloramine! Ausserdem entstehen durch die Reaktion von Chlor mit oxidierbaren Stoffen Trihalogenmethane und andere Verbindungen, welche teilweise im Filter zurückgehalten werden. Aus all diesen Gründen sind in der SIA 385/1 kürzere Standzeiten und intensivere Spülungen für den Filter gefordert.

Fette, Öle und Kosmetika

Diese Stoffe führen zu grosser Chlorzehrung, jedoch nur wenig zur Bildung

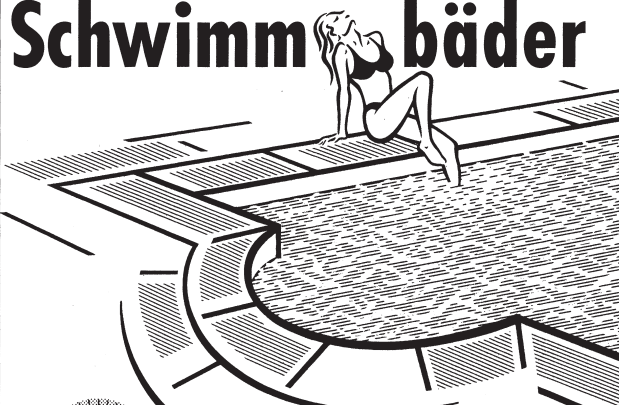
von gebundenem Chlor. Hingegen haben diese Stoffe die Eigenschaften, an allen Stellen der Badebecken, wo keine Überlauf-Rinnen vorhanden sind, Schmutzränder zu bilden. An diesen Schmutzrändern lagern sich neben Fetten, Ölen und Kosmetika suspendierte Verunreinigungen und auch Mikroorganismen ein! Die für die Entfernung dieser Schmutzränder im Becken verwendeten Reinigungsmittel können massiv zur Chloraminbildung beitragen. **Chloramine entstehen durch Weichmacher oder Tenside aus Reinigungsmitteln!** Aus diesem Grunde sind in der SIA 385/1 umlaufende Rinnen gefordert. Auch Einbauten in die Becken sollen Rinnen erhalten, um die Bildung von Schmutzrändern zu vermeiden.

Ebenso wichtig ist es natürlich, dass die Rinnenreinigung mit Reinigungsmitteln erfolgt, welche nicht zur Chloraminbildung beitragen. Trotz Rinnenumstellung auf die Kanalisation bleiben häufig Reste von Reinigungsmitteln in der Rinne zurück. Aus diesem Grunde wird die Reinigung mit Schlauch oder Hochdruckgeräte empfohlen. Auch die Unterseiten der Rinnenroste bedürfen einer sorgfältigen Reinigung bei gleichzeitig umgestellter Rinne. Die Reinigung der Roste erfolgt nach Herauslegen der Roste, mit der Unterseite nach oben, meist mit Hochdruckgeräten.

Verminderung der Bildung von gebundenem Chlor


Die Reduktion der organischen Inhaltsstoffe, die mit der Oxidierbarkeit als Summenparameter erfasst werden, ist ein Schwerpunkt dieser Problematik. Die in das Wasser eingetragenen Verunreinigungen müssen mit einer wirksamen

Schwimmbäder



Projektierung, Ausführung, Sanierung von Schwimmbädern

- Schwimmbad-Auskleidungen mit DELIFOL
- Schwimmbad-Abdeckungen
- Solar-Anlagen
- Wärmepumpen
- Filteranlagen
- Dosieranlagen



SENN+CO AG
Schwimmbad- und Wärmetechnik
9500 Wil · Hubstr. 104 · Tel. 071 / 923 43 90 · Fax 071 / 923 71 43

Beckendurchströmung rasch von der Wasseroberfläche über die Rinne der Aufbereitungsanlage zugeführt werden.

In der Aufbereitungsanlage selbst sind von besonderer Bedeutung:

Wirksamkeit der Flockung:

- **Flockungsmittel:** Aluminiumsalze, meist Polyaluminiumsalze, z.B. PAC (bei höheren pH-Werten: Eisen-III-Chlorid)
- **Dosiermenge:** Aluminiumsalze 0.05 g/m³ als Al gerechnet, entsprechend ca. 0.5–1 g/m³ PAC (die genaue Dosierung ist entsprechend den Herstellerangaben des Aluminiumgehaltes festzulegen)
- Gute Einmischung des Flockungsmittels in den Rohwasserstrom, z.B. mit Dosierlanze in Rohrmitte, Rohrsprung oder ähnliche Massnahmen
- Reaktionszeit von 5–10 Sek. bis zum Filtereintritt
- Fliessgeschwindigkeit im Rohr nicht über 1.5 m/s
- pH-Wert entsprechend dem Wirkungsbereich des Flockungsmittels genau einhalten
- Säurekapazität Ks 4.3 min. 0.7 mmol/l entsprechend 3.5° f. KH

In der Praxis bereiten die Einmischung und die Einhaltung der Säurekapazität oft besondere Probleme.

Eine gute Filterwirkung setzt eine effiziente Spülung voraus!

- Spülung mind. 2x pro Woche
- Filterbettausdehnung mind. 10% der Schichthöhe, d.h. min. 12 cm. Für diese Filterbettausdehnung ist bei der üblichen Körnung des Filtermaterials eine Spülgeschwindigkeit von ca. 60 m/h erforderlich.
- Durch Filterbettausdehnung und hohe Filtergeschwindigkeiten werden im Zusammenhang mit der Fluidisierung alle Verunreinigungen ausgetragen.
- Spülprogramm:
 - Belüften und Absenken des Filters bis zum Einströmelement/Ablauftrichter
 - Kurze Luftspülung (1 Min.) für das Aufbrechen des Filterbettes
 - Reine Wasserspülung für eine Filterbettausdehnung von 10%
 - Dauer der Wasserspülung ca. 3–4 Min.
 - Filterfüllung
 - Erstfiltrat
 - Aufnahme des Filterbetriebes

Abbau oder Reduktion von gebundenem Chlor (Chloramine)

Ein langsamer Abbau von gebundenem Chlor ist durch freies Chlor bei gleichzeitig niedrigem pH-Wert (nahe 7) möglich. Je höher der pH-Wert, desto geringer wird der Abbau von gebundenem

Chlor sein. Der effektivste Abbau (Adsorption) von gebundenem Chlor und THM erfolgt durch den Einsatz von Aktivkohle.

Gleichzeitig entsteht bei höherem pH-Wert des Badewassers ein zunehmender Anteil Hypochlorid, welches eine wesentlich schwächere Desinfektionswirkung als unterchlorige Säure besitzt. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass bei höherem pH-Wert des Badewassers die Flockung verzögert wird. Aus all diesen hygienischen Gründen ist die präzise Einhaltung des pH-Wertes von 7, max. 7.2 nötig.

Die Reduktion von gebundenem Chlor erfolgt aber auch durch Ultraviolett-Strahlung in Gegenwart von freiem Chlor. Dieser Effekt wirkt bei schönem Wetter in Freibädern und gleichzeitig hoher Besucherbelastung dem Anstieg von gebundenem Chlor entgegen! Auch gab es in den zurückliegenden Jahren immer wieder Versuche, durch UV-Bestrahlung des Badewassers den Anteil an gebundenem Chlor zu reduzieren. Der effektivste Abbau von gebundenem Chlor und THM erfolgt durch die Adsorption an Aktivkohle.

Einsatz von Aktivkohle zur Reduktion von gebundenem Chlor

Die Adsorption von gebundenem Chlor an Aktivkohle ist mit hoher Effektivität möglich. Diese Erkenntnis führte zum Verfahren II gemäss SIA 385/1, bei welchem vor der Flockung Pulveraktivkohle zugegeben wird. Man spricht dann von der Verfahrenskombination Adsorption/Flockung/Filterung/Chlorung.

Viele Messreihen haben gezeigt, dass in hochbelasteten Becken durch die Dosierung von Pulveraktivkohle innert kurzer Zeit das gebundene Chlor im Badewasser stark reduziert werden kann. Auf Grund dieser Effektivität ist es auch möglich, diese AKP-Dosierung nur während der Eröffnungszeit in Betrieb zu halten.

Die Reduktion von gebundenem Chlor (Chloramine) führt nicht nur zur Verbesserung der Wasserqualität (gebundenes Chlor unter 0.2 mg/l), sondern auch erheblich zur Verbesserung der Luftqualität. Diese Verbesserung ist feststellbar, indem der Hallenbadgeruch merklich abnimmt und ausserdem eine Verminderung der Korrosion an Edelstahlteilen wie z.B. Geländern erfolgt. Dieser Effekt ist vor allem in modernen Freizeitbädern besonders wichtig, da hier die Luft stark von den Aerosolen aus den verschiedenen Wasserattraktionen belastet ist.

In der SIA-Norm sind weitere, wirkungsvolle Verfahrenskombinationen angeführt:

- III Flockung – Filterung – Ozonung – Aktivkohlefilterung – Chlorung
- IV Vorozon – Mehrschichtfilterung – Chlorung
- V Flockung – Filterung – Aktivkohlefilterung – Chlorung

Als Sanierung oder Ergänzung in bestehenden Anlagen, welche durch höhere Temperaturen und höhere Badefrequenzen die Wasserqualität nicht mehr einhalten können, ist die Ergänzung mit einem Teilstromverfahren mit Ozonung und Aktivkohlefilterung empfehlenswert.

Trihalogenmethane (THM)

Die Trihalogenmethane sind ebenfalls Nebenreaktionsprodukte der Chlorung. Diese sind flüchtig und können in der Hallenluft festgestellt werden. Richtwert für die Konzentration im Badewasser 0.03 mg/l, berechnet als Chloroform.

Für die Entstehung von Trihalogenmethan sind zwei Ursachen verantwortlich:

1. Das Füllwasser enthält Huminstoffe, welche mit freiem Chlor zu Trihalogenmethanbildung führen (THM-Bildungspotential)
2. Belastungsstoffe (oxidierbare Stoffe), die von Badegästen eingebracht werden, reagieren mit freiem Chlor und es entstehen dabei neben gebundenem Chlor ebenfalls Trihalogenmethane.

Vereinfacht kann formuliert werden: **Viel oxidierbare Stoffe im Wasser, erfordern viel Chlor und führen dann zu viel Trihalogenmethan im Wasser.** Es muss deshalb das Ziel sein: Reduktion der oxidierbaren Verunreinigungen im Badewasser. Hierdurch wenig Chlorbedarf und gleichzeitig wenig THM. Eine Reduktion der Trihalogenmethane ist ebenfalls mit der Adsorption an Aktivkohle gegeben. Auch aus diesem Grunde ist das Verfahren 2 oder besser das Verfahren 3 sinnvoll.

Zusammenhang von Trihalogenmethanen und gebundenem Chlor:

Beide unerwünschten Stoffe im Badewasser steigen an bei:

- belastetem Füllwasser
- hoher Personenbelastung
- ungenügender Pflege
- Mängel in der Aufbereitung

Praktische Beobachtungen und Erfahrungen haben gezeigt, dass Bäder mit niedrigem Gehalt an gebundenem Chlor (unter 0.2 mg/l) nur selten einen erhöhten THM-Gehalt im Wasser (über 0.03 mg/l) aufweisen.

Literatur

- SIA 385/1, 2000
- DIN 19643, Blatt 1–5
- Kommentar zur DIN 19643
- Prof. Dr. Ulrich Hässelbarth: verschiedene Publikationen und Vorträge
- Dr. Klaus Gunkel: Neue Erkenntnisse bei der Flockung

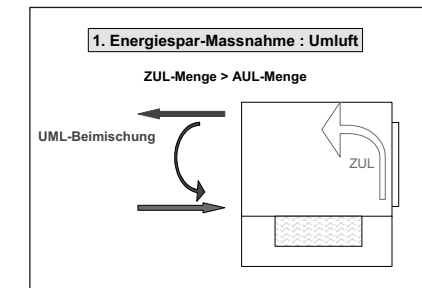
Energiespar-Massnahmen in Hallenbädern

Hp. Pfenninger, Dipl. Ing. HTL, Konvekta AG, 9015 St. Gallen

Der Abtransport von Feuchtigkeit und Schadstoffen aus einer Schwimmhalle erfordert einen grossen Energiebedarf und verursacht daher hohe Betriebskosten. Nachfolgend werden die drei wichtigsten Massnahmen vorgestellt, welche den Energiebedarf vermindern.

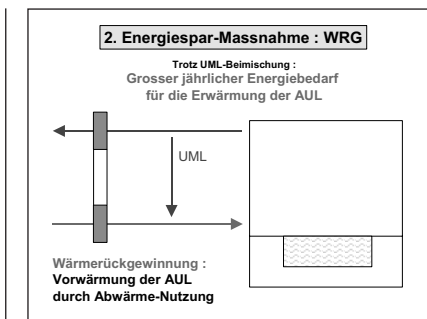
Energiespar-Massnahme 1: UML-Beimischung

Der Bedarf an AUL (Aussenluft) ist nicht konstant, sondern abhängig von der verdampften Wassermenge, vom Anfall an Schadstoffen sowie vom Feuchtegehalt der Aussenluft (AUL). Bei tiefen Aussenlufttemperaturen und damit kleinem Feuchtegehalt der Luft ist die AUL-Menge kleiner als die ZUL-Menge (Zuluft), welche für eine vollständige Durchströmung der Schwimmhalle und die Vermeidung von Kondensation an den Fenstern notwendig ist. Durch UML-Beimischung (Umluft) kann der Energiebedarf für die Erwärmung der AUL vermindert werden.



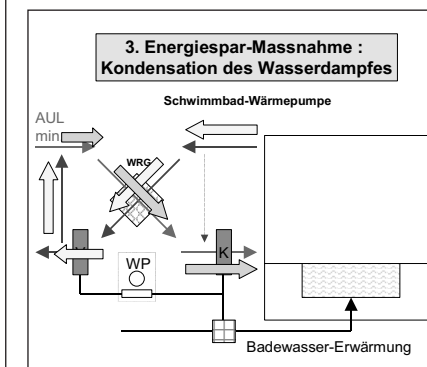
Energiespar-Massnahme 2: WRG (Wärmerückgewinnung)

Die Erwärmung der minimal erforderlichen AUL-Menge erfordert dennoch einen grossen Energiebedarf, welcher durch den Einbau einer WRG wesentlich reduziert werden (bei guten WRG-Anlagen um 60 bis 80 %).



Energiespar-Massnahme 3: Wärmepumpe (WP) kombiniert mit WRG und Badewasser-Erwärmung

Der Wasserdampf wird nicht ins Freie abtransportiert, sondern in einem Kreislauf auskondensiert. Die ABL (Abluft) wird im Verdampfer einer Wärmepumpe gekühlt und gleichzeitig getrocknet, anschliessend im Kondensator wieder erwärmt und ins Hallenbad eingeblasen. Es wird nur soviel AUL ins Hallenbad eingeführt, wie aus hygienischen Gründen notwendig ist, um die anfallenden Schadstoffe abtransportieren zu können (angenehme Atmosphäre für Benutzer). Wenn die Wärme nicht mehr voll für die Erwärmung der ZUL gebraucht werden kann, wird mit der Überschuss-Energie das Beckenwasser erwärmt.

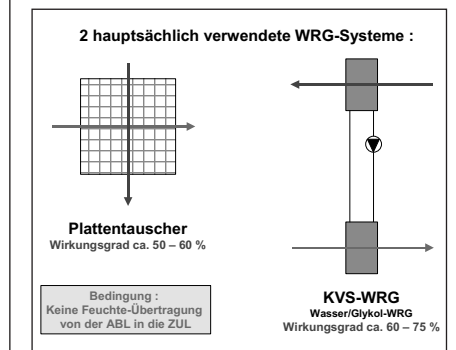


WRG-Systeme

In einer Schwimmhalle werden vor allem die zwei folgenden WRG-Systeme eingesetzt:

- Kreislauf-Verbund-WRG (Wasser/Glykol-WRG)
- Plattentaucher

Voraussetzung für die Wahl des WRG-Systems: Es darf unter keinen Umständen Feuchtigkeit von der ABL in die ZUL übertragen werden. Rotoren oder statische Speichersysteme mit Wechselschaltung der Lüfrichtungen sind deshalb zu vermeiden.



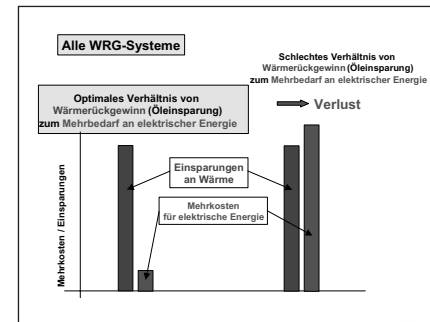
Bei allen WRG-Systemen sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Es ist ein optimales Verhältnis von jährlichem Wärmerückgewinn (Oleinsparung) zum Mehrbedarf an elektrischer Energie anzustreben.
- Dies bedingt eine Optimierung der WRG unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen. Die WRG soll bei denjenigen Betriebsbedingungen mit den grössten Betriebszeiten die optimale Leistung erzielen.
- Die oft angewandte WRG-Dimensionierung bei den grössten Luft-Volumenströmen und bei der tiefsten Aussenlufttemperatur auf einen minimal vorgeschriebenen Wirkungsgrad führt zu falsch dimensionierten WRG-Austaus-

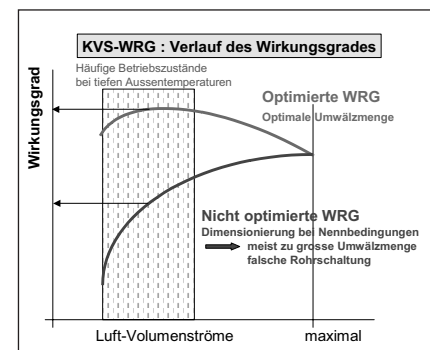
Massnahme	Vorteile	Nachteile
UML	Keine Investitionen notwendig	Hohe Betriebskosten Gesamter jährlicher Energiebedarf für Entfeuchtung und Erwärmung der Ersatzluft muss durch Primärenergie gedeckt werden
WRG	Mittlere bis grosse Betriebskosteneinsparungen möglich (je nach Grösse der WRG) Meistens einfache Nachrüstung möglich	Investitionskosten notwendig Aufwand für Planung und Optimierung notwendig Zusätzlicher Aufwand für Wartung und Betriebsüberwachung
WP + WRG	Grosse Einsparungen an Energie möglich	Meistens höhere Investitionskosten als reine WRG Optimierung notwendig (Teillastverhalten) Substitution von Öl oder Gas durch elektrische Energie

schern mit entsprechend kleineren Betriebskosten-Einsparungen.

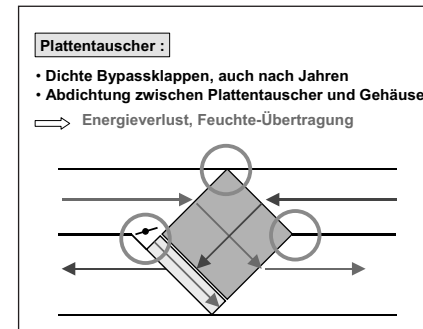
- Aus Konkurrenzgründen wird oft eine hohe Turbulenz bei der Wärmeübertragung angestrebt, um die WRG kleiner und damit kostengünstiger anbieten zu können. Eine hohe Turbulenz ergibt aber nicht nur hohe k-Werte, sondern zwangsläufig auch höhere Druckverluste und damit einen grösseren Mehrbedarf an elektrischer Energie.
- Eine WRG soll daher stets entweder durch den jährlichen Netto-Energieerückgewinn oder durch die Betriebskosten-Einsparungen definiert werden, niemals durch einen Wirkungsgrad bei extremen, selten auftretenden Betriebsbedingungen.



Bei Kreislauf-Verbund-WRG-Anlagen ist darauf zu achten, dass vor allem bei kleineren Luft-Volumenströmen und tieferen Aussentemperaturen optimale Wirkungsgrade erzielt werden (grösstes Einspar-Potential).



Bei Plattentauschern ist periodisch zu kontrollieren, ob die Bypassklappen dicht schliessen und die Abdichtung zwischen Plattentauscher und Gehäuse fachgerecht abgedichtet wurde. Eine Untersuchung bei bestehenden Anlagen hat gezeigt, dass bei über 80% der Plattentauscher grosse Leckagen festgestellt wurden. Dadurch resultierten zum Teil wesentlich kleinere Betriebskosten-Einsparungen.



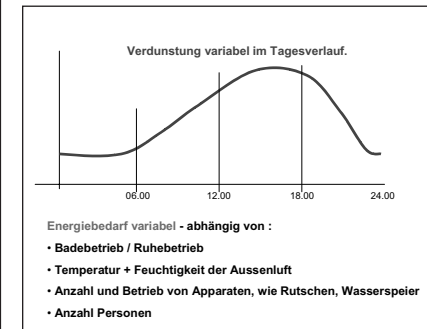
Die Entscheidung zwischen den beiden Systemen «WRG oder Schwimmbad-Wärmepumpe» kann nach zwei verschiedenen Kriterien gefällt werden:

- Jährlicher Energiebedarf
- Wirtschaftlichkeit, d.h. die Summe aus jährlichen Betriebs- und Kapitalkosten soll minimal sein

Voraussetzung für beide Entscheidungskriterien ist die Kenntnis des jährlichen Energiebedarfs ohne und mit Energiespar-Massnahme in genügender Genauigkeit. Der Energiebedarf ist abhängig von der Verdunstungsmenge, von der Anzahl Personen und von den Aussenbedingungen (Temperatur und Feuchtigkeit der AUL). Der Bedarf ist daher weder im Tagesverlauf noch über das Jahr konstant. Eine Bedarfsberechnung muss diese variablen Einflussgrössen berücksichtigen können.

Für solche Berechnungen werden heutzutage Gebäude-Simulationsprogramme wie DOE-2 eingesetzt, welche die Betriebsbedingungen und damit den Bedarf

in einem Stundenschritt über das ganze Jahr berechnen.



Bei der Beurteilung des Energiebedarfs muss der folgende Unterschied beachtet werden:

WRG-Anlage mit Umluft

Die WRG erwärmt die minimal notwendige Aussenluftmenge recht hoch. Nach der Beimischung von warmer Umluft muss die Zuluft nur noch wenig nach erwärmt werden (Beispiel: Von 26,2 °C auf 30 °C.)

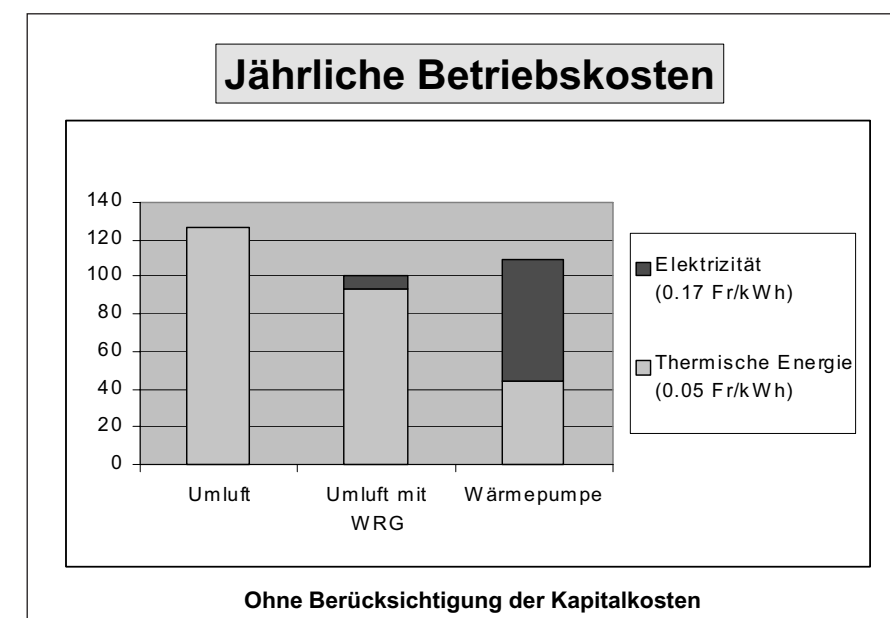
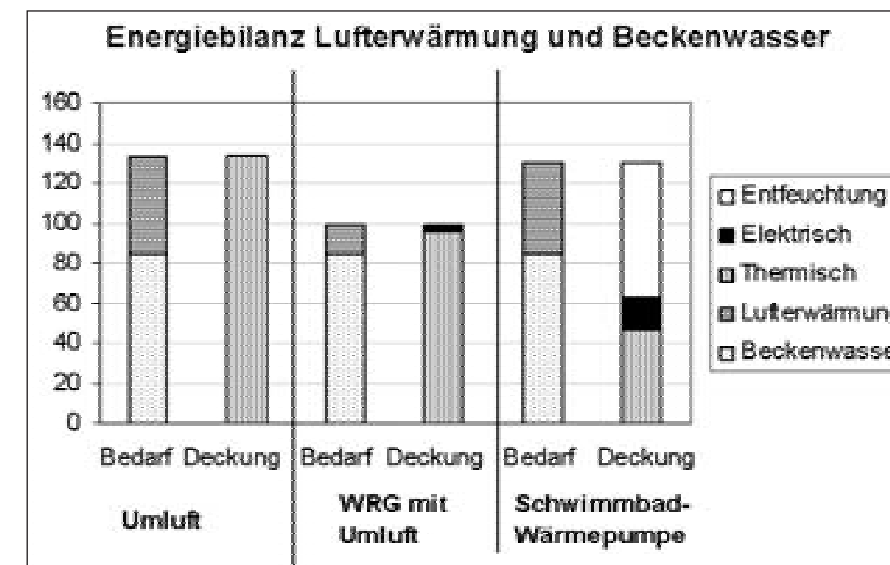
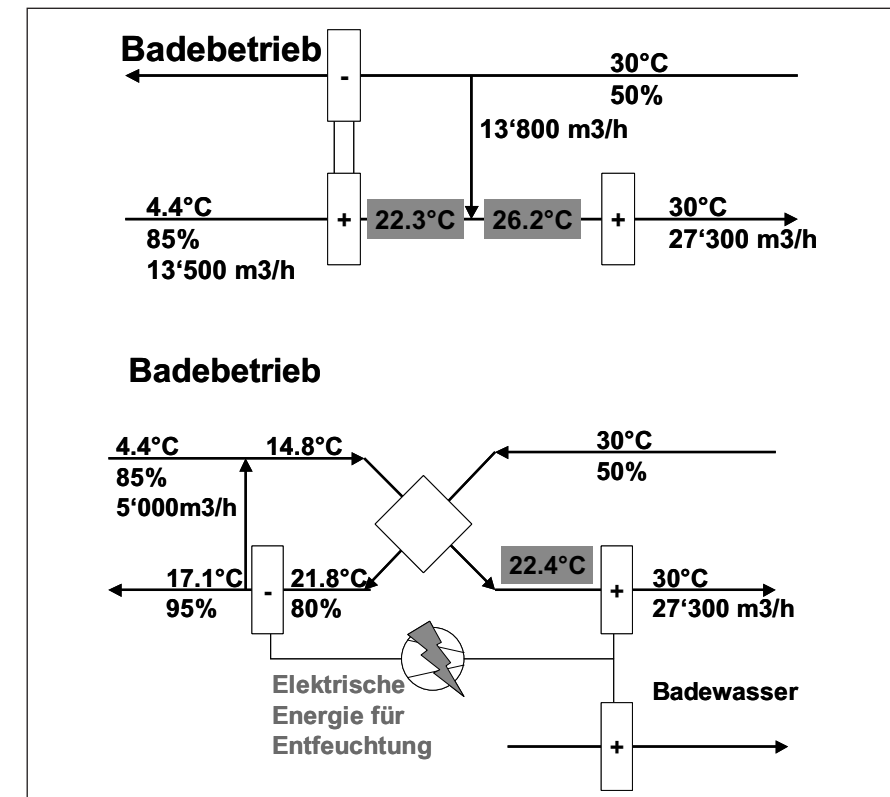
Schwimmbad-Wärmepumpe

Im Wärmepumpenbetrieb erhöht die Beimischung von entfeuchteter Abluft (nach dem Verdampfer) in die Aussenluft deren Temperatur. Der Plattentauscher erwärmt die Aussenluft zusätzlich. Beim Wärmepumpenbetrieb kann danach keine warme Umluft mehr beigemischt werden. Im nachfolgenden Lufterhitzer muss die Aussenluft mehr erwärmt werden als bei der WRG-Anlage (Beispiel: Von 22,4 °C auf 30 °C). Die bei dieser Betriebsweise entstehende «Überschusswärme» kann für die Erwärmung des Beckenwassers verwendet werden (siehe Grafiken auf der nächsten Seite oben).

Energiebedarf

Umluft

Der gesamte, sehr grosse Bedarf für die Erwärmung der Aussenluft und des Beckenwassers wird thermisch gedeckt.



WRG mit Umluft

Der Bedarf für die Erwärmung der Aussenluft wird durch die WRG stark vermindert und thermisch gedeckt. Für die Überwindung der Widerstände der WRG-Austauscher ist ein relativ kleiner Mehrbedarf an elektrischer Energie notwendig (bei richtiger Optimierung der WRG) (siehe unten stehende Grafik)

Schwimmbad-Wärmepumpe

Der Bedarf für die Erwärmung der Aussenluft ist grösser als bei der WRG. Die Deckung kann jedoch aus der Entfeuchtungsleistung «gratis» erfolgen, sodass der gesamte Energiebedarf kleiner wird als bei der WRG. Allerdings ist der Anteil an elektrischer Energie wesentlich grösser als bei der WRG.

Wirtschaftlichkeit

Elektrische Energie ist im Allgemeinen drei bis fünf Mal teurer als Wärme. Ausserdem sind die Investitionskosten einer Schwimmbad-Wärmepumpe oft höher als diejenigen einer WRG.

Die Entscheidung kann nur mit Hilfe von Wirtschaftlichkeits-Berechnungen erfolgen:

Jahreskosten = Jährliche Betriebskosten + Kapitalkosten

Soll der Umweltschutz stärker gewichtet werden, können die externen Kosten der Energie bei den Wirtschaftlichkeits-Berechnungen berücksichtigt werden. Damit kann auch eine persönliche Gewichtung des Betreibers zwischen Öl oder Gas und elektrischer Energie vorgenommen werden.

Einspar-Contracting

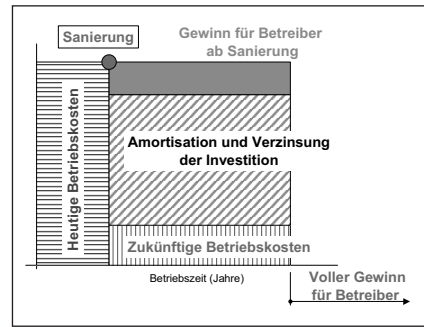
Mit Energie-Sparmassnahmen lassen sich – vor allem bei einem Hallenbad – grosse Betriebskosten-Einsparungen erzielen. Allerdings sind dafür zunächst Investitionen notwendig. Vielen Hallenbad-Betreibern (z.B. Gemeinden oder Genossenschaften) stehen diese finanziellen Mittel nicht zur Verfügung.

Schon vor einigen Jahren hat das Bundesamt für Energie zusammen mit Verbänden und Banken eine Kampagne gestartet: «Pay as you save». Die Investitionen sollen durch die Betriebskosten-Einsparungen amortisiert und angemessen verzinst werden.

Die Idee ist einleuchtend und vor allem für Anlagen mit hohen Betriebszeiten und einem grossen Abwärme-Potential sehr gut geeignet. Für Betreiber von Hallenbädern mit zu kleinem Investitionsbudget ist Einspar-Contracting oft eine ideale Möglichkeit, Betriebskosten ohne Einsatz von Kapital mittelfristig stark zu reduzieren, d.h. innerhalb weniger Jahre die Rentabilität des Hallenbades stark zu verbessern und gleichzeitig die Umwelt zu schützen.

Massnahme	Vorteile	Nachteile
Plattentauscher	<ul style="list-style-type: none"> • Kleine Investitionskosten • Optimal bei kleineren Luft-Volumenströmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kreuzstromschaltung (= begrenzter Wirkungsgrad) • Optimierung notwendig: Optimales Verhältnis von jährlichem Wärmerückgewinn zum Mehrbedarf an elektrischer Energie • oft hohe Widerstände (Ventilatorenergie) • AUL und FOL müssen zusammengeführt werden
KVS-WRG Wasser-/Glykol-WRG	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Wirkungsgrad <p>AUL und FOL müssen nicht zusammengeführt werden (für Sanierungen geeignet)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Investitionskosten bedingt durch Leitungssystem inkl. Pumpe • Optimierung notwendig: Optimale Umwälzmenge bei den häufig vorkommenden Betriebsbedingungen • Einregulierung und Betriebsüberwachung notwendig

Eine Beratung von interessierten Halbenbad-Betreibern erfolgt durch Swiss-Contracting (neutrale Vereinigung von Interessierten, Mitglied ist unter anderem das Bundesamt für Energie).



Betriebs-Überwachung

Jede Investition in eine Energiespar-Massnahme ist nur dann sinnvoll und kann nur dann die erwarteten Betriebskosten-Einsparungen erzielen, wenn die Anlage optimal und störungsfrei betrieben wird. Störungen müssen erkannt und behoben werden.

Voraussetzung für maximale Betriebskosten-Einsparungen sind:

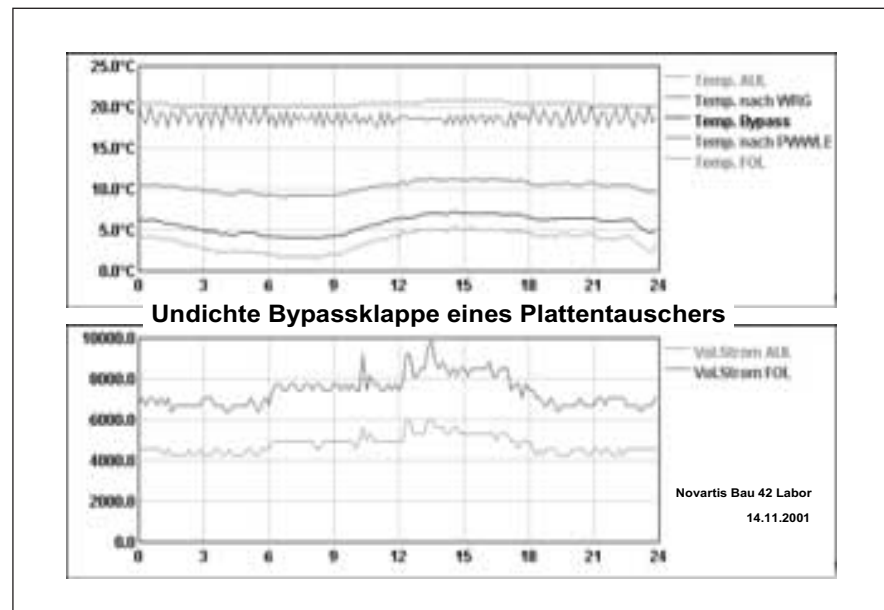
- Fachgerechte Inbetriebsetzung und Einregulierung
- Dauernde Betriebs-Überwachung

Leider sind die heutige Marktsituation und der scharfe Konkurrenzkampf keine idealen Voraussetzungen für diese Forderungen.

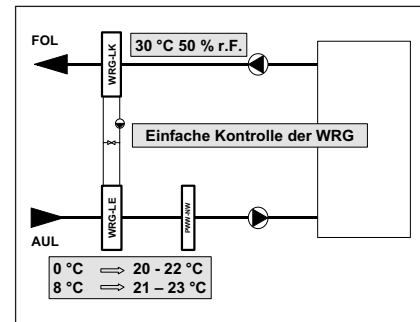
Es gibt zwei Möglichkeiten für den Betreiber, einen optimalen Betrieb mit optimalen Betriebskosten-Einsparungen sicherzustellen:

Überwachung der Anlage durch den Bademeister

Eine einfache Methode ist die periodische Beobachtung und Aufzeichnung wichtiger Daten durch den Betreiber.



Wenn die ZUL-Temperaturen nach der WRG bei Aussentemperaturen über 0 °C nicht über 20 °C liegen, sollte die Anlage durch einen Fachmann überprüft werden.



Elektronische Betriebs-Überwachung der Anlage

Die Fortschritte in der Elektronik ermöglichen eine dauernde Messung, Aufzeichnung und Darstellung der wichtigsten Daten wie Luft-Volumenströme und Temperaturen mit einem kleinen Aufwand und zu geringen Kosten. Die heute bereits oft angewandte Fern-Überwachung über

das Internet ermöglicht dem Betreiber eine Betriebs-Überwachung ohne spezielle Kenntnisse einer Kommunikations-Software.

Bei der Ausschreibung von neuen Anlagen nutzen der Bauherr und sein Planer immer mehr die für sie angenehme Möglichkeit der Beweisumkehr: Der Installateur und seine Unterlieferanten müssen dem Betreiber im ersten Betriebsjahr nachweisen, dass die Anlage störungsfrei betrieben wird und die garantierten Leistungen erzielt. Dies erfolgt normalerweise durch die Aufzeichnung der wichtigen Daten über mehrere Tage (siehe Grafik oben).

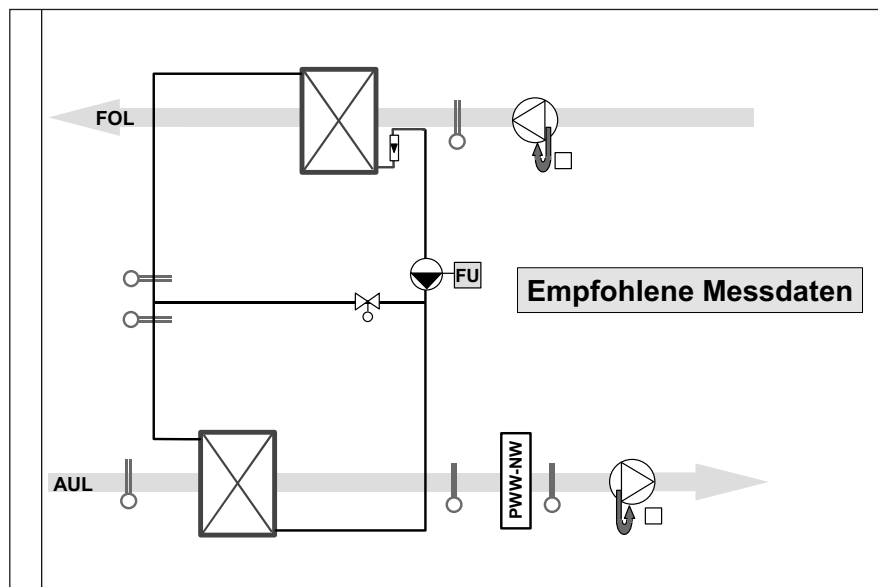
Bei einer WRG werden im Allgemeinen Daten gemessen und aufgezeichnet (siehe Grafik links unten). Die Überwachung einer Schwimmbad-Wärmepumpe erfordert die Messung von einigen zusätzlichen Daten, damit das dynamische Zusammenspiel aller Komponenten kontrolliert werden kann.

Wichtiges Fazit für Bauherr und Betreiber:

Es sind zwei Voraussetzungen zu erfüllen, um einen umweltschonenden und wirtschaftlichen Betrieb zu erzielen:

- Optimierung, d.h. Anpassung der Energie-Sparmassnahmen auf die jeweiligen Betriebsbedingungen des entsprechenden Hallenbades
- Betriebs-Überwachung, d.h. Sicherstellung eines optimalen und störungsfreien Betriebes auch nach Jahren.

Verlangen Sie von Ihrem Fachberater Wirtschaftlichkeits-Berechnungen von verschiedenen Energie-Sparmassnahmen und vergleichen Sie die Resultate mit den heutigen Energiekosten. Die energetische Überprüfung der Anlagen sollte alle paar Jahre durchgeführt werden, der Aufwand lohnt sich.



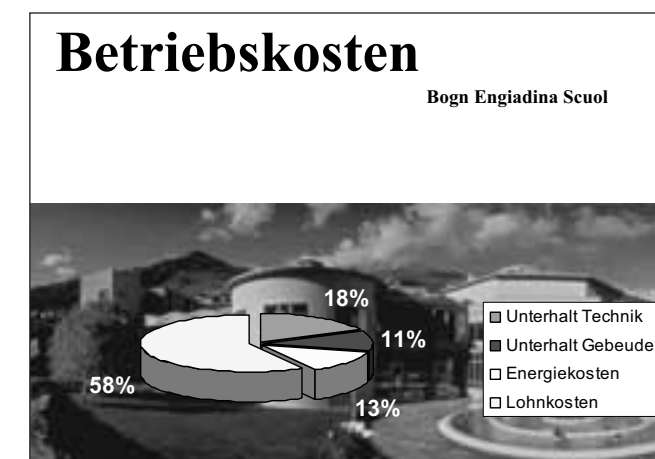
Technische Anlagen in Bädern (Überwachung, Betriebsstatistik, Pflege und technische Wartung)

Peter Schudel, Thermalbad Bogn Engiadina in Scuol

Herzlich willkommen im Bogn Engiadina Scuol!

Damit Sie wissen, von welchem Objekt wir heute sprechen, möchte ich die Gelegenheit benutzen und Ihnen das Bogn Engiadina Scuol kurz vorstellen. Beim Bogn Engiadina handelt es sich um keine Therme, denn die Becken werden zum grossen Teil mit Mineralwasser betrieben. Die Anlage wurde im März 1993 als Erlebnisbad eröffnet. Im 50-Millionen-Bau integriert sind das erste Römisch-Irisch-Bad der Schweiz, eine Grosseauna mit drei Kabinen, einem Dampfbad und drei verschiedene Tauchbecken, wobei sich eine Kabine und ein Becken im Freien befindet. Das Bewegungsbad besteht aus fünf Becken mit einem Aussenbad, bei dem Sommer und Winter die Wassertemperatur auf ca. 35 °C gehalten und während der Nacht abgesenkt wird, um Wärmeverluste zu vermeiden! Luft- und Wassersprudel gehören natürlich ebenso dazu wie verschiedene Wasserspiele. Die gesamte Wasserfläche beträgt mehr als 600 m². Dazu gehören ebenfalls ein grosses Therapiezentrum mit verschiedenen Angeboten wie Fango, Fisio, Inhalation, Massage, Thalasso Alpin und vieles mehr. Auch ein Fitnesscenter und ein Restaurant sind im Hause. Es würde uns freuen, wenn wir auch Sie zu unseren Gästen zählen dürften.

Betriebskosten Bogn Engiadina Scuol



Die obige Grafik soll Ihnen aufzeigen, dass im Unterhalt einer solchen Anlage ein nicht zu unterschätzender Teil der Einnahmen wieder investiert werden muss, um den Wert zu erhalten. Es werden nur die Lohnkosten, der technische und der bauliche Unterhalt sowie die Energiekosten aufgezeigt. Ich möchte damit die These aufstellen, dass nur der auf längere Zeit überleben kann, welcher auch bereit ist, Geld in den Unterhalt zu investieren. Bei mir gilt hier auch das Sprichwort: nur wer sät, kann auch ernten.

In den späten Sechziger und in den Siebziger Jahren wurden in der Schweiz sehr viele Bäder wortwörtlich aus dem Boden gestampft. Zum Teil wurde zu dieser Zeit schon sehr professionell geplant und gebaut, zum Teil aber mehr schlecht als recht, so dass die einen Bäder schon nach kurzer Zeit wieder saniert werden mussten. Aus Mangel an Besuchern oder wegen des fehlenden Geldes mussten sogar Bäder geschlossen werden. Dem technischen Unterhalt der Anlage wurde zu dieser Zeit noch nicht so viel Beachtung geschenkt, wie es eigentlich bedingt hätte. Er wurde als Stiefkind behandelt.

Werkstatt des Bogn Engiadina Scuol

Dass der technische Unterhalt unterschätzt wird, zeigt mir, dass ich kaum eine Bäderanlage kenne, bei der schon ab der

Betriebseröffnung eine gute Werkstatt vorhanden war. Oder kennen Sie eine Ausnahme? Die Kosten für den benötigten Platz und die Erstellungskosten eines oder mehrerer Arbeitsplätze durften dem Bauherr ja nicht schon bei der Planung vorgetragen werden und in der Bauphase fehlte nun einfach das Geld, um eine Vergrösserung des Bauvolumens im Keller zu erreichen.

Büro/Technik

Mit dem Bau von grösseren Sport-Plausch-Freizeitbädern wurde nun der technische Aufwand, zum Beispiel der Wasseraufbereitungsanlagen, immer grösser und somit stiegen die Kosten einer solchen Anlage schon fast ins Unermessliche!

Wie in unserem Beispiel wurden mindestens die Räumlichkeiten grosszügiger gestaltet.

Mit diesen Worten appelliere ich nun an Architekten und Bauherren, mehr an die technischen Angestellten zu denken, die nach dem Bau tagtäglich im Keller und meistens ohne Tageslicht, das heisst, nur mit Kunstlicht arbeiten müssen.

Der Bau der Anlage ist nur das eine, der Betrieb das andere!

Überwachung

Überwachung, Unterhalt und Wartung

Ein Bad, das während 365 Tagen im Jahr in Betrieb sein muss, braucht eine sehr gewissenhafte und dauerhafte Überwachung, damit zum Beispiel die Qualität, die Sicherheit und die Sauberkeit zu jedem Zeitpunkt gewährleistet bleiben. Aus den Erfahrungen meines Engagements im Bogn Engiadina Scuol kann ich sagen, dass eine solch grosse Anlage nur noch mit sauberer und konsequenter Kontrolle sicher betrieben werden kann.

Ich vergleiche die Überwachung einer modernen Anlage von heute mit einem Flugzeug. Der Flug kann erst beginnen, wenn eine lange Checkliste abgearbeitet und bestätigt ist. Warum sollte dies in unseren Betrieben anders sein! Der Badegast muss sich immer sicher fühlen, wenn er das Bad betritt und es sollten keine Zweifel bestehen, dass alle wichtigen Kontrollen über die Wasserqualität, Sauberkeit, usw. erledigt wurden.

Die tägliche Checkliste

Die Aufgabe eines technischen Mitarbeiters liegt nun darin, beim morgendlichen Durchgang alles zu kontrollieren und jeweils im entsprechenden Protokoll festzuhalten. Bei allen Arbeiten, die immer wiederkehrend sind, besteht die Gefahr, dass sie nicht immer gleich pflichtbewusst ausgeführt werden. Mit der Bestätigung der Ausführung wird hier sicher eine etwas grössere Sicherheit erreicht.

Badewasserkontrolle 3x täglich

Die Badewasserkontrolle erfolgt drei Mal pro Tag, zusätzlich einmal vom technischen Personal, um damit die automatischen Mess- und Anzeigergeräte zu überwachen. Die Bademeister melden alle Unregelmässigkeiten sofort den technischen Mitarbeitern, aber auch Grenzwertüberschreitungen werden automatisch akustisch weitergeleitet.

Rückspülkontrolle

Da ein Mineralwasserbad im Betrieb sehr viel mehr Aufmerksamkeit verlangt als ein Bad mit normalem Wasser, muss auch die Filterspülung, der Chlorflaschenwechsel (der übrigens nur neben den Betriebszeiten erfolgen darf) konsequenter ausgeführt und mit einem Visum bestätigt werden. Eine Verhärtung des Filterkieses hätte zu grosse Folgen und kann mit genügender Überwachung verhindert werden.

Die tägliche Checkliste

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
	Visum	Visum	Visum	Visum	Visum	Visum	Visum
0 Brandmeldeanlage umstellen							
1 Messwerte Bspn (temp, pH, chlor, redox)							
2 Flockungsmittel							
3 Luftkompressor Kondensat							
4 Lüftungen							
5 Restlöschwasser / Wasserstand							
6 Sichtkontrolle Wasseraufbereitung, Rückspülen							
7 Ozonier							
8 Wärmepumpen Geothermie							
9 Mineralwasserkontrolle (druck, niveau)							
10 Warmwasserboiler (Heizung)							
11 Fussdesinfektion							
12 Wärmepumpen WRG							
14							
15 Stützablauf einstellen							
16 Flockungsmittelpumpen							
17 Durchflussmesser							
18 Chemieräume							
19							
21 Brandmeldeanlage							
22 Wasserproben, Sägegehalt							
23 Trinkhalle, Mineralwasser Kühlschrank							
24							
25 Zugänge BES und Parking Samstag und Sonntag							
26 Parking Störungen							
27							
28 Unterwasserstrahlwerfer							
29 Elektrische Motoren							
30 Pneumatische Klappen und Antriebe							

Beckenreinigung

Damit auch die Einarbeitungszeit bei neuen Mitarbeitern schneller und einfacher von sich gehen kann, ist es von Vorteil, auch hier den genauen Ablauf der Tätigkeiten der Reihe nach zu beschreiben. Beckenleerungen sind in unserem Fall bei allen Becken mindestens einmal pro Monat.

Klappenangabe

Bei über 200 Stück montierten pneumatischen Klappen ist es von Vorteil, wenn sogar der genaue Standort der jeweils benötigten Klappe aufgeführt wird.

Technische Wartung/Pflege

Aufgeführt werden alle auszuführenden Arbeiten

Für technische Anlagenteile wurde beim Bau (prozentual) sehr viel Geld investiert. Es wäre nun sicher falsch, alles nur dem Zufall zu überlassen, nur weil vor der Inbetriebnahme gesagt wurde «in diesem Bad läuft alles automatisch». Es ist vor allem bei grossen, aber auch für die kleinen Anlagen sehr wichtig, einmal alle Arbeiten und Anlagenteile wie:

- Pumpen (Lagerwechsel, Schmierzeiten)
 - Messgeräte (Sondenwechsel, allgemeine Reinigung)
 - Schaltschrank (Batteriekontrolle SPS, Schützenkontrolle, usw.)
- fein säuberlich in Listen aufzuführen, nur so ist garantiert, dass auch wirklich nichts dem Zufall überlassen werden muss. Die Zeit des Intervalls, die Zeit zwischen zwei Revisionen kann teilweise den Herstellerunterlagen entnommen werden oder muss aus der Erfahrung gewählt werden.

Täglich oder wöchentlich auszuführende Arbeiten

Ein teures PC-Programm wird hierfür nicht benötigt, denn schon mit dem weit verbreiteten Excel kann viel automatisiert werden. Ist die Liste nun vollständig, kann der technische Mitarbeiter täglich oder wöchentlich die aufgelaufenen Arbeiten aus der Liste ablesen und muss die darauf ausgeführten Arbeiten wieder in der Liste eintragen. Aus meiner nun jahrzehntelangen Erfahrung kann ich sagen, dass so auch die Störanfälligkeit eines Betriebes um ein Vielfaches reduziert werden kann, was ja letztlich dem Betreiber, aber auch dem Gast zu Gute kommt. Mein hohes Ziel ist, dass während eines Betriebstages keine Störungen auftreten, die ein Gast im Hause bemerkt.

Wie wir dieser Liste entnehmen können, sind auch die verschiedenen Probealarme aufgeführt. Die Erfahrungen zeigen, dass man immer wieder überrascht wird, wie schnell diese Alarme ausser Betrieb gesetzt werden, ohne dass jemand etwas merkt. Ein Muster gefällig? Es soll gespart werden, aber künftig bitte nicht genau die Anschlussnummer der Brandmeldeanlage!

Mit heutigen Programmen wie Access ist auch eine genaue Lager- und Ersatzteilbewirtschaftung möglich, die mit Excel kombiniert werden kann.

Mit den nun folgenden Beispielen möchte ich Ihnen einige Tipps für günstigeren Unterhalt oder energiefreudlicheren Be-

trieb mitgeben. Die Aussagen stehen aber in keinem Zusammenhang mit bestimmten Produkten.

Stets-Chlorierung

Anstelle einer Punktchlorierung ist die stetige Chlorierung von Vorteil, eventuell mit einer Nachwertreduktion.

Umwälzpumpen, neu wassergekühlt

Bei neuen Anlagen oder beim Austausch einer bestehenden Pumpe ist es sicher sinnvoll, nur noch mit Badewasser gekühlte Umwälzpumpen einzusetzen. Die Wärmeabgabe der Pumpen an die Umgebungsluft kann somit stark reduziert werden.

Luft-Kompressoren für die Pneumatik

Trockene Luft in der Pneumatik wird Ihnen sicher weniger Probleme verursachen. Im Bogn Engiadina Scuol wird die Luft im vorhandenen WRG-Becken stark abgekühlt und das anfallende Kondenswasser abgeführt.

Geothermie-Wärmepumpe

Haben Sie schon mal eine offene Wärmepumpe gesehen, wenn nicht, bei uns ist dies möglich!

Vertikal eingebaute Klappe

Damit der Unterhalt vereinfacht wird, ist es zum Beispiel zu empfehlen, die Klappen nur waagrecht einzubauen. Es bleibt weniger Schmutz hängen und dabei werden auch die Dichtungen geschont.

Steuergeräte an einem trockenen Standort montiert

Problem an Steuergeräten sind ganz klar grösser, je feuchter die Umgebungsverhältnisse sind. Aus diesem Grunde muss versucht werden, die Steuerungen so zu verlegen, dass die Umgebungsluft möglichst gleichbleibende Temperaturen und Feuchtigkeit aufweist.

Mineraliensammlung

Der wichtigste Wert in einem Mineralwasserbad ist sicherlich der pH-Wert. Wird dieser nicht genau eingehalten, kann sehr schnell viel Mineral ausfallen. Die 40 000 Liter Mineralwasser, die das Bogn Engiadina Scuol im Durchschnitt pro Tag verwendet, enthalten bei unserem Mineraliengehalt ca. 50 Kilogramm Mineralien! Täglich!

Elektro - Heizeinsatz

in Mineralwasserboiler



Elektro-Heizeinsatz in Mineralwasserboiler

Bei Elektroboilern geschieht die Wertänderung unkontrolliert, sodass die Ausfällungen sofort sichtbar werden. In unserem Fall war die Standzeit ca. sechs Monate. Verschiedene Versuche, das Ausfällen zu verhindern, verliefen alle im Mineralwasser!

Lauftrad einer Sole-Umwälzpumpe

Die richtige Materialwahl ist auch bei Pumpen wichtig, Solewässer sind sehr viel aggressiver und damit muss mehr Unterhalt betrieben werden. Die Lebenserwartung dieses Schaufelrades beträgt ca. 5 Jahre.

Schaltuhr

Schaltuhren des älteren Typs sind zum Teil nicht mehr erhältlich, können aber zum Beispiel mit Kleinststeuerungen ersetzt werden.

Kleinststeuerung mit automatischer Sommer-Winterzeitumstellung und vieles mehr

Diese haben den Vorteil, dass nicht nur die Sommer-Winterzeit-Umstellung automatisiert werden kann, sondern auch Jahresschaltungen und noch viel mehr ist möglich.

Keycards für berührungsloses Kassensystem

Bei den meisten Kassenanlagen von heute ist ein System in Betrieb, bei dem die Mechanik immer wieder zu Problemen führt. Unser altes System konnte den 1. Januar 2000 nicht bewältigen, somit stand für mich fest, nach Möglichkeit das Kassensystem durch ein berührungsloses System zu ersetzen.

Zugangskontrolle

Beim Zugang können nun auch die Karten der Seilbahn und Swatch-Access-Uhren gelesen werden. Die Garderobenkasten können ebenfalls mit dieser Keycard oder mit einer 2-Franken-Münze zugeschlossen werden.

Nachzahlautomat

Eine Nachzahlung infolge Zeitbeschränkung ist auch mit diesem System möglich.

Ausgangs-Keycardschlucker

Da bei Tageskarten kein Pfand verlangt werden kann, werden diese roten Karten beim Ausgang wieder eingezogen. Mit der Wahl des berührungslosen Systems ist der Unterhalt an den Anlagenteilen sicher 20 bis 30 Mal kleiner geworden.

Chlor-Messgeräte

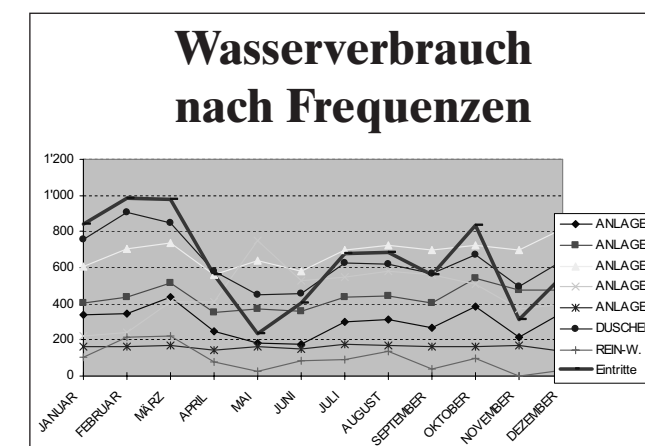
Chlor-, Ozon- oder pH-Messgeräte sind beim Ankauf mehr oder weniger teuer, ebenso ist deren Unterhalt mehr oder weniger zeit- und kostenintensiv. Auch hier zeigt sich, dass die billigsten Geräte beim Ankauf vielfach beim Unterhalt nicht die günstigsten sind. Wenn das Gerät nur alle drei bis sechs Monate nachgecheckt werden muss, ist dies natürlich bei 14 Geräten eine grosse Zeitersparnis.

Trinkhalle mit 4 von 20 verschiedenen Mineralwasser

In der Umgebung von Scuol entspringen über 20 verschiedene Mineralwasserquellen. Unter anderem das stärkste Mineralwasser Europas, es enthält 18 Gramm Mineralien pro Liter.

Statistik

Eine Statistik soll ja nicht nur ausgeführt werden, damit schöne Kurven aufgezeigt werden können, sondern Statistik ist dazu da, um Positives oder Negatives daraus ablesen zu können. Bei den folgenden Grafiken möchte ich Ihnen aufzeigen, wie ausgeführte Massnahmen ihre Resultate in der Statistik aufzeigen.



Energiebezug aus:

Ca. 50% Wärmerückgewinnung, ca. 30% Geothermie (grösste Geothermie der Schweiz, evtl. in Europa), ca. 20% Heizöl.

Wie wird der Wärmebedarf des Bades gedeckt?

Diese Zahlen verschieben sich jährlich immer etwas.

Wasserverbrauch

Die Grafik unten links soll aufzeigen, dass mit dem Aufzeigen des Wasserverbrauches erst grafisch sichtbar wird, wieviel Wasser in den einzelnen Anlagen (Becken) verwendet wurde.

Wasserverbrauch nach Frequenzen

Aber erst das Einbringen einer weiteren Kurve bringt uns die Wahrheit, denn der Wasserverbrauch steht in einem direkten Zusammenhang mit den Frequenzen eines Bades. Die Anlage 5 (Kaltwasserbecken) steigt bei kleinen Frequenzen an, da die Wärmerückgewinnung dann auch kleiner ist und mit mehr Frischwasser ausgeglichen werden muss.

Durchschnittlicher Wasser-Jahresverbrauch

Haben die eingebrachten Sparmassnahmen auch den erhofften Erfolg, wird erst nach dem Vergleich über die Jahre auch sichtbar.

Elektroverbrauch

Wärmepumpen der Geothermie im Jahre 1996

Die Betriebsstunden einer Geothermieheizung muss sich im Normalfall umgekehrt zu den Aussentemperaturen sichtbar machen.

Wärmepumpen der Geothermie im Jahre 2000

Die Temperaturen sind in den Jahren des Betriebes etwas nach unten gefallen, sodass nun immer wieder eine Regenerationszeit eingesetzt werden muss, das natürlich hier ersichtbar wird. Da bei einer Wärmepumpe nur ca. ein Drittel der gewonnenen Energie elektrisch aufgebracht werden muss, fällt der Elektroverbrauch, aber der Verbrauch an Energie steigt bezogen auf diese eine Pumpe um zwei Drittel!

Brennerstunden pro Monat

Heizöl muss bei uns nur eingesetzt werden, wenn sehr kalte Temperaturen herrschen oder in kurzer Zeit sehr grosse Mengen an Duschwasser erzeugt werden müssen.

Anstieg des Heizölverbrauchs

Da nun bei uns die Badfrequenzen auf über das Doppelte des erhofften Wertes gestiegen sind, ist nun auch ein Anstieg des Heizölverbrauches nicht zu vermeiden, denn mit der Nieder-temperaturheizung kann nicht in sehr kurzer Zeit viel Wärme produziert werden.

Wärmeverteilung

Mit angebrachten Wärmezählern ist es möglich aufzuzeigen, wo wieviel Wärme verwendet wurde.

Wärmeverteilung über die Jahre

Gesamt-Energiebilanz pro Jahr

Für die Erstellung dieser Grafik werden natürlich sehr viele Angaben benötigt, wie durchschnittliche Lufttemperatur, Luftmenge, Luftfeuchtigkeit, Wirkungsgrad der Plattentauscher usw.

Wie wird die Energie produziert

Bei der Wärmerückgewinnung und der Geothermie muss auch ein Teil der Energie in Form elektrischer Antriebsenergie hineingesteckt werden. Das Bogn Engiadina Scuol weist ganzjährig einen gleichmässigen Stromverbrauch auf und die Mehrenergie wird mit Heizöl ausgeglichen.

Einsatz von «nichtrostenden» Befestigungselementen in hochkorrosiver Umgebung

Gerald F. Felder, Forschungsingenieur, Hilti AG Schaan und Werner Zuppinger, Techniker, Hilti (Schweiz) AG

Im Bauwesen gelangen verschiedene Werkstoffe zum Einsatz. Als Befestigungselemente findet unter anderem un- bzw. niedriglegierter Stahl und hochlegierter Stahl seine Anwendung.

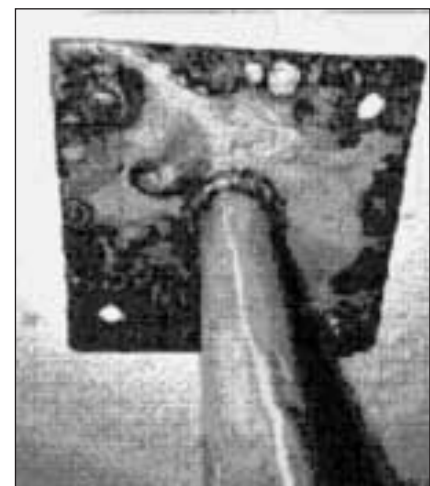
Un- bzw. niedriglegierter Stahl

Un- bzw. niedriglegierter Stahl zeigt die Vorteile darin, dass er leicht zu bearbeiten ist, gute mechanische Eigenschaften, hohe Verfügbarkeit und eine gute Wirtschaftlichkeit aufweist. Die Korrosion an der Atmosphäre zeigt flächenförmige Rostbildung und eine hohe Abtragsrate. Als Korrosionsschutz eignen sich Zink- und Duplex-Beschichtungen. Betoneisen sind in der Regel durch die Alkalität des Betons geschützt.

Rost- und säurebeständiger Stahl

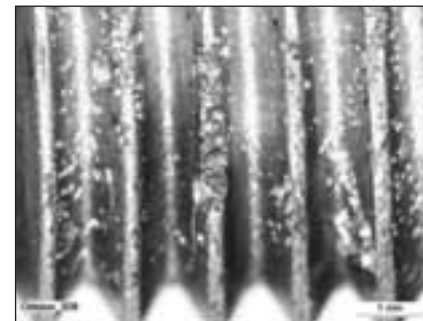
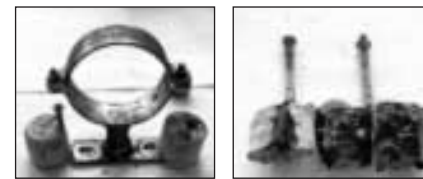
Rost- und säurebeständiger Stahl (V2A und V4A) kann nur durch Kaltumformung verfestigt werden. Dieser Stahl weist eingeschränkte mechanische Eigenschaften auf, zeichnet sich aber durch gute Korrosionsbeständigkeit aus. Die Korrosion an der Atmosphäre zeigt die Ausbildung einer dünnen, dichten und gut haftenden Oxidschicht. Es ist bei dieser Stahlqualität kaum Korrosionsfortschritt zu erkennen. Die Gefahr lauert beim Einsatz in aggressiven Atmosphären. Die Passivierung resp. Oxidschicht kann durch z.B. Chloride durchbrochen werden, wodurch Lochkorrosion und in weiterer Folge interkristalline Spannungsrisskorrosion initiiert werden kann. Generell sind die Erscheinungsformen bei nichtrostenden Stählen höherer Beständigkeit nicht von freiem Auge erkennbar. Spannungsrisskorrosion ist eine der gefährlichsten Korrosionsarten. Sie zeichnet sich durch plötzliches Versagen des Bauteiles aus.

Bild 1: Korrosionsverhalten von «rostfreien» Befestigungen im Hallenbad Winterthur nach 12 Monaten. Werkstoff A4 (1.4401)



Voll «aktive» Oberfläche (muldenförmig), stellenweise starke «Lochkorrosion».

Bild 2: Rohrschellenhalterung und...



...starke Lochkorrosion am Gewinde des Rohrnippels.

Befestigungen unter kritischen Umgebungsbedingungen

Die Aufgabe eines Befestigungselementes ist die Sicherstellung ausreichender Klemmkraft zwischen Bauteil und Untergrund. Das Befestigungselement muss aber auch die Kräfte aufnehmen und in den Untergrund einleiten, dabei muss die Funktion über Jahre und Jahrzehnte unabhängig von äusseren Einflüssen wie Witterung, Alterung oder Korrosion gewährleistet sein. Befestigungen unter kritischen Umgebungsbedingungen in der Industrie (Chemie, Lebensmittel, usw.), Transport (Strassentunnel, Parkanlagen) oder Schwimmhallen sind oft in hohem Masse sicherheitsrelevant und machen daher beständige Befestigungselemente notwendig.

Feldversuche

Langzeitfeldversuche sind neben Prinzipuntersuchungen geeignete Methoden, um bei bestimmten Anwendungen die Einsatzgrenze eines Werkstoffs zu untersuchen. Die Forschungsabteilung der Hilti AG betreibt bereits seit 1980 solche Aktivitäten im weltweiten Bauwesen.

Chronologisch aufgelistet sind dies:

- 1980: Sanierung Mont-Blanc-Tunnel
- 1981: Feldversuch Mont Blanc
- 1983: Abbruch der Untersuchungen im Mont Blanc, alle Proben durch Korrosion zerstört
- 1985: Unglück von Uster
- 1987: Start 2. Feldversuch Mont Blanc
- 1990: Präsentation erster Ergebnisse
- heute: Feldversuche in 7 Strassentunnels (CH)
- Eisenbahntunnel (Schattenburg A)
- Solebad Scuol (Engadin CH)

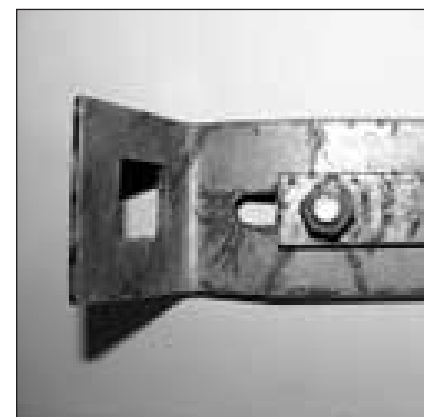
- Industrieschornstein (Scholven D)
- Meerwasser (Helgoland D)
- Meeresklima (Le Havre F)
- ländliches Klima (Schaan FL)

Heute liegen Resultate über eine breite Werkstoffpalette sowie über verschiedene ausgelagerte Teile wie mechanische und chemische Dübelssysteme, aber auch Direktbefestigungselemente, alle mit und ohne Zugbelastung vor.

In Hallenbädern herrschen hochkorrosive Bedingungen

Die «Korrosivität» in Hallenbädern zeichnet sich durch folgende Randbedingungen aus: Einerseits herrschen erhöhte Temperaturen bei hoher Luftfeuchte, zum zweiten liegen oft Halogenide (z.B. Chloride) und oxidierende Medien in der Luft vor. Durch vorherrschende Kondensationsbedingungen (Nass-, Trockenzyklen) und/oder in vielen Bereichen durch Auftreten von Spritzwasser können so infolge Aufkonzentration von Salzen auf der Oberfläche von metallischen Bauteilen, extrem korrosive Bedingungen entstehen (Bildung von z.B. Schwefelsäure aus Schwefeldioxidgehalt der Luft zusammen mit z.B. Chloriden). In vielen Hallenbädern oder Bädern mit Solebecken und Quellwässern usw. können noch andere zusätzlich korrosive Stoffe vorliegen.

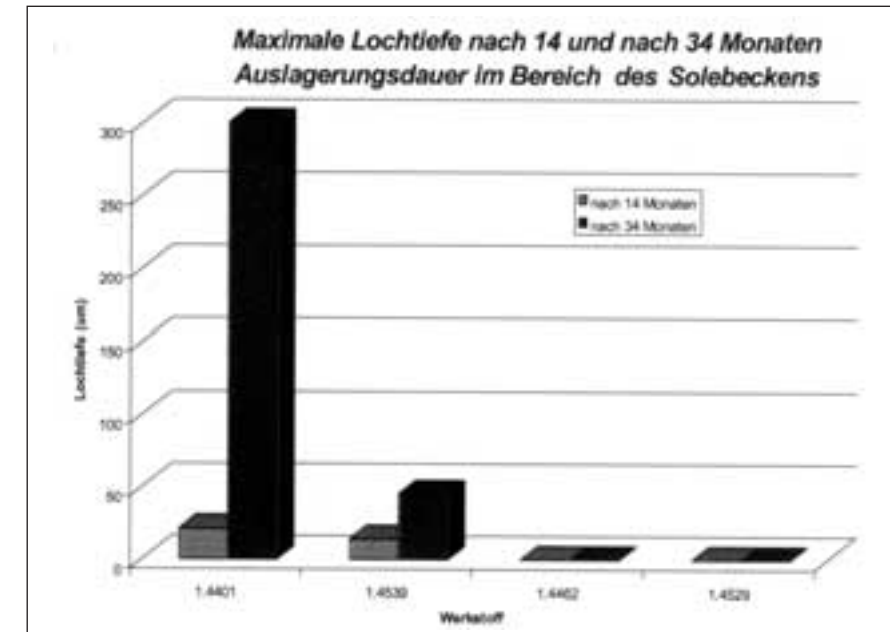
Bild 3: Halterung einer Natursteinwandverkleidung im Hallenbad Scuol, Werkstoff A2 (1.4301) nach ca. 42 Monaten



«Chlorinduzierte Spannungsrisskorrosion».

Im Hallenbad Scuol wurde ein klein angelegter Feldversuch anlässlich der Sanierung vorgenommen. Es wurden drei verschiedene Stahlsorten in die Untersuchung eingebunden:

- austenitischer Chrom-Nickel-Molybdänstahl (1.4401, 1.4539)
- «High-molybdenum»-Stahl (austenitisch, 1.4529, Hilti-HCR)
- Duplexstahl (ferritisch-austenitisch, 1.4462)



Die Resultate (Diagramm) zeigen im Bereich des Solebeckens und in der Warmwassergrotte nahezu identische Werte. Verglichen wurden die Entnahmeserien nach 14 und 34 Monaten.

Die Untersuchung lässt folgenden Schluss zu: Als korrosionsbeständige Dübelbefestigung in Hallenbadatmosphäre ist A2- (SS 304) und A4-Stahl (SS 316) nicht geeignet. Empfohlen werden für sicherheitsrelevante Verankerungen die Typen HAS-TZ-HCR (chemischer Anker) und HST-HCR (mechanischer Dübel) aus dem Werkstoff 1.4529. Dieser Werkstoff wird ebenfalls für Befestigungen in Strassen- und Eisenbahntunnels, in der chemischen Industrie, in Schornsteinen, in Meerwasseratmosphäre, in Kläranlagen und Abwasserreinigungsanlagen, in Parkhäusern und Tiefgaragen empfohlen.

Zusammenfassung

- Befestigungen unter korrosiven Umgebungsbedingungen erfordern beständige Werkstoffe!
- Durch Labortests werden die Einflussfaktoren nur unzulänglich erfasst!
- Feldtests ergeben Hinweise bezüglich Einflussfaktoren und Werkstoffverhalten!
- Beständige Befestigungen aus nichtrostenden Stählen sind verfügbar!
- Hoher Einstandspreis wird durch lange Lebensdauer (Sicherheit) gerechtfertigt!
- Anwendungen weisen die Eignung des rostfreien Stahles (1.4529) seit einigen Jahren erfolgreich nach!
- Bauaufsichtliche Zulassung DIBT Z-30.3-6 in Deutschland schreibt den Einsatz korrosionsbeständiger Werkstoffe (z.B. HILTI HCR) in Schwimmhallen zwingend vor!

Ist feuerverzinkter Stahl eine Alternative?

Die Verfügbarkeit gewisser Produkte der Anschlusskonstruktion in HCR-Stahlqualität ist auf dem Markt noch nicht gesichert bzw. sind noch nahezu unerschwinglich. So sind z.B. Rohrschellen und Grundplatten im Handel nicht oder

nur sehr schwer zu erhalten. Daher müssen geeignete Alternativen gefunden werden. Dabei wird vielfach auf feuerverzinkte Bauteile zurückgegriffen, immer vorausgesetzt, es handelt sich nicht um eine sicherheitsrelevante Befestigung, die in angemessener Zeit beschafft werden können und kostengünstig sind. Wir haben gelernt, dass die Verwendung von A2- und A4-Stählen in chloridhaltiger Atmosphäre abzulehnen ist. Als Alternative bleiben feuerverzinkte Ausführungen. Diese Fertigprodukte sind zwar auch nicht alle als Lagermaterial im Handel erhältlich, doch ist die Fertigung in einigen Arbeitstagen möglich. Bei der Auswahl des Materials und des Korrosionsschutzes ist den Erkenntnissen und Erfahrungen (unter anderem Bericht Empa, Dübendorf: «Sicherheitsrelevante Bauteile in Hallenbädern» 2000) der Vergangenheit Rechnung getragen worden.

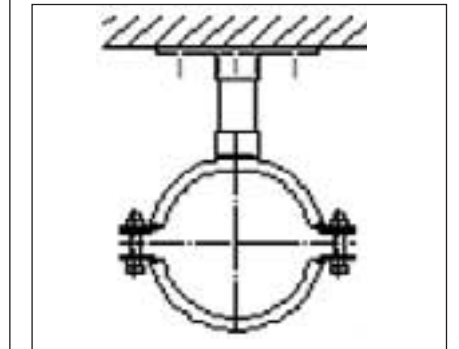
Empa-Untersuchungen haben gezeigt, dass sich für sicherheitsrelevante Bauteile, die ausserhalb der Spritzwasserzone des Hallenbadbeckens liegen, und bei Vermeidung von zu Kondenswasserbildung führenden Kältebrücken, feuerverzinkte Stähle gut bewähren. Feuerverzinkte Teile verhalten sich, in Bezug auf die Abtragsrate der Zinkschicht, sehr gut in der Schwimmbadatmosphäre. Die mittlere Abtragsrate beträgt ca. 0,5 mm pro Jahr. Es wird empfohlen, ausschliesslich feuerverzinkte Stahlteile oder hochlegierten HCR-Stahl zu verwenden. Die Befestigungen und Halterungen müssen mit Sorgfalt montiert werden und sind einer periodischen Kontrolle zu unterziehen.

Nachstehend als Beispiel eine feuerverzinkte Rohrschellenhalterung:

Im Wesentlichen muss darauf geachtet werden, dass die minimale Verzinkungsdicke 45 µm beträgt. Die Gewindeübergänge vom Rohrnippel zur Grundplatte und Rohrschelle (konstruktive Spalten) sollten mit einem neutralen Fett (pH-Wert zwischen 7 und 8, d.h., weder hochalkalisch alkalisch noch sauer) zusätzlich «abgedichtet» werden, ebenso die Ver-

bindungsschrauben an den Rohrschellenflanschen. Als Befestigungselement (Dübelbefestigung) ist ein hochlegierter HCR-Stahl der Werkstoff der Wahl (in Deutschland Vorschrift).

Für Anschlusskonstruktionsteile (Schiene Rohrschellen usw.) in Solebädern eignet sich auch eine Duplexbeschichtung in Form eines Epoxyüberzuges, welcher über eine Zinkschicht aufgebracht wird. Dieser Überzug kann gespritzt, gestrichen oder elektrostatisch aufgebracht werden.



In Bereichen des Schwallwassers dürfen ausschliesslich nur Befestigungen aus hochlegiertem Stahl der Qualität 1.4529, 1.4547 oder 1.4565 verwendet werden (Bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6/Tabelle 10).

Toxische Gase und Sauerstoffmangel sicher detektiert



Der T80 kann folgende Gase messen:

- CO Kohlenmonoxid
- O₂ Sauerstoff
- H₂S Schwefelwasserstoff
- SO₂ Schwefeldioxid
- NO₂ Stickstoffdioxid
- Cl₂ Chlor
- ClO₂ Chlordioxid
- HCN Blausäure

Lauper Instruments

Länggasse 13, Postfach
CH-3280 Murten
Tel. 026 672 30 50
Fax 026 672 30 59
Mail: info@lauper-instruments.ch
www.lauper-instruments.ch

Rekordverdächtige Sanierung des Schwimmbades Isenlauf in Bremgarten AG

Ein Wettlauf ohne Zeitreserven...

Von Carlo Hophan

Bäder dienen in grossem Masse der Freizeitgestaltung und Erholung einer breiten Bevölkerungsschicht. Voraussetzend stellten die Bremgartner vor gut 25 Jahren die Weichen richtig mit der Eröffnung des Hallen- und Freibades Isenlauf.

Allgemeine Verschleisserscheinungen, eine lange Liste betrieblicher, konstruktiver, technischer und funktioneller Mängel sowie der Wunsch des Stadtrates Bremgarten nach Verbesserung der Wirtschaftlichkeit führten im Jahr 1999 zu einer Sanierungsplanung für das Freibad.

Das vorgelegte Sanierungsprojekt sah mit dem Ausbau zum Freizeitbad eine weitgehende Neugestaltung des Schwimmbades Isenlauf vor, um die vielfältigen Wünsche der Besucher zu befriedigen und um die heutigen rechtlichen, wirtschaftlichen und technischen Standards zu erfüllen.

Planung und Ausführung

Die Planung sah vor, das 50-m-Schwimm- und Sprungbecken zu erhalten. Im Zusammenhang mit der erforderlichen neuen Beckendurchströmung erhielt dieses Becken einen Beckenkopf in Elementbauweise mit Folienauskleidung. Diese wirkt einladend, erfrischend und dichtet den Beckenkörper fugenfrei ab. Der auf der Umgangshöhe liegende Wasserspiegel vermittelt, neben einer besseren Wasserumwälzung und Oberflächensauberkeit, Grosszügigkeit und Weite. Inseln trennen jetzt die Wasserflächen für Springer und Schwimmer und helfen so, Unfälle zu verhindern. Eine neue, ins Schwimmerbecken führende breite Treppe wird bestimmt nicht nur von älteren Personen geschätzt.

Das Nichtschwimmerbecken steht neu in räumlicher Verbindung zum Schwim-



Blick auf das Nichtschwimmerbecken – neu in räumlicher Verbindung zum Schwimmerbecken – mit grosszügigen Aufenthalts- und Aktivitätszonen. (Fotos: Probadimg/zvg)



Flächenrutsche 15 m, Wasserfontänen und Wasserkanonen.



Beckenkopf in Elementbauweise mit Folienauskleidung.

mer- und Sprungbecken. Die Beckenkonstruktion wurde ebenfalls mit einem neuen Beckenkopf in Elementbauweise mit Folienauskleidung saniert. Zur Atmosphäre des freizeittgerechten Nichtschwimmerbeckens tragen die Flächenrutsche, die Wasserfontänen, die Spritzeinrichtungen, der Wasserfall und die Schwimmbalken bei.

Die zirka 20 m lange und 4 m breite Flächenrutschbahn aus witterungs- und badewasserbeständigem rostfreiem Stahl vermittelt gegenüber der bekannten Muldenrutschbahn ein völlig neues Rutschgefühl. Es kann mit mehr Abwechslung – quer, sich drehend und mehrere Personen nebeneinander – gerutscht werden, wobei die Wellenform den Spass noch zusätzlich erhöht.

Naturnah präsentieren sich die Übergänge von den Liege- und Spielwiesen zu den Becken. Die Zwangsführung mit Ab-



Duschenplatz mit erwärmtem Wasser und Rampe für Behinderte zur Restaurationsfläche.

schränkungen ist Vergangenheit. Auch Durchschreibecken sucht man vergeblich. Durch bauliche und technische Massnahmen wurde dem Duschen die kalte Schauer einer unangenehmen Pflichtübung genommen. Den Badegästen stehen Warmwasserduschen im Freien durch Ausnützung der Abwärme aus dem Badeabwasser zur Verfügung. Duschen darf auch Spass machen. Die Zugangs- und Umgebungsbereiche, grosszügig ausgelegt mit Verbundsteinen, stehen als Aufenthalts- und Aktivitätszonen zur Verfügung.

Schnell abtrocknende Sitz- und Liegeflächen den Becken entlang und im Zentrum der Badeplatte bieten einen weiten Überblick über das gesamte Badegeschehen.

Als wichtiger Kommunikationspunkt dient die vergrösserte und geschickt in das Badegeschehen integrierte Bewirtschaftungsterrasse. Von hier aus geniesst man einen herrlichen Überblick auf die Beckenlandschaft. Behinderten wurde der Zugang mit einer normenkonformen Rampe erleichtert. Abgesetzt von der eigentlichen Badeplatte liegt als eigenständiger Bereich das bestehende Planschbecken.

Badewasseraufbereitung

Das Innenleben des geringfügig veränderten Technikraumes im Kellergeschoss des Hallenbades wurde auf engstem Raum komplett erneuert: ein effizienter Filter, leistungsstarke Pumpen, korrosionsbeständige Rohrleitungen und Armaturen, eine wirtschaftliche Dosierungs-, Mess- und Regeltechnik sowie eine risikofreie Desinfektionsanlage – das sind die neuen inneren Organe des Bades.

Die Badenden und die Umwelt belasten das Badewasser mit Kosmetika, Mikroorganismen, Insekten, Blütenstaub, Russ usw. Zur Entfernung dieser unerwünsch-

ten Stoffe ist eine stetige Wasseraufbereitung durch Filtration und Desinfektion notwendig. Die Aufbereitung erfolgt über einen Druckanschwemmfilter mit automatischer SPS-Steuerung unter Zugabe von aktivkohlehaltigem Anschwemmmaterial. Das Bedienungspersonal wird laufend über alle wichtigen Prozessabläufe und Hygieneparameter informiert und ist zusätzlich in der Lage, durch manuelle Schaltheilungen einzugreifen.

Auf einen weiteren Einsatz von Chlorgas für die Badewasserdesinfektion hat man verzichtet, um eine mögliche Schädigung der Badegäste, des Personals und der Umwelt auszuschliessen. Anstelle des giftigen Chlorgas wird in Zukunft das Desinfektionsmittel vor Ort gefahrlos vom neuen Nabados-System bedarfsabhängig produziert und dosiert. Platz gefunden hat das fortschrittliche Desinfektions-

system im neu geschaffenen Raum beim Eingangsbereich.

Eine Wasserumwälzung von zirka 23 Millionen Liter pro Tag – von den Becken zur Filtration, zur Adsorption und schliesslich über die Desinfektion wieder zurück in die Becken – garantiert auch bei hoher Badefrequenz eine einwandfreie Wasserqualität. Ein Leitungssystem, aus korrosionsbeständigem Kunststoffmaterial, von über 1 km Länge, verteilt das frische aufbereitete Wasser gleichmässig über eine Vielzahl von Einlaufdüsen, die knapp über dem Beckenboden in die Wände eingelassen sind.

Durch freien Fall des Badewassers über die Überflutungsrinne erneuert sich der gesamte Wasserkörper gleichmässig. Das ca. 140 m³ grosse unterirdisch angeordnete Ausgleichsbecken zwischen dem Sprung- und Nichtschwimmerbecken dient zur Aufnahme des Schwall- und Verdrängungswassers beim Badebetrieb. Dadurch beschränkt sich der Frischwasserzusatz (Kaltwasser) auf ein Minimum, so dass das Badewasser allgemein wärmer bleibt.

Zurecht werden an die Badewasserqualität hohe Anforderungen gestellt. Periodisch überprüft das Kantonale Laboratorium darum die Wasserqualität auf ihre einwandfrei Güte hin.

Badeabwasserneutralisationsanlage

Um den hygienischen und den chemischen Anforderungen des Kantonalen Laboratoriums zu genügen, muss das im Kreislauf aufbereitete Badewasser kontinuierlich durch die Zuleitung von Frischwasser erneuert werden. Ohne Verdünnung würden sich unerwünschte Badewasserinhaltsstoffe anreichern. Im Vergleich zum häuslichen Abwasser ist das verdrängte Badewasser klar und praktisch unbelastet. Es enthält nur eine geringe Menge Desinfektionsmittel. Eine mengenmässige Belastung des Kanalisationssystems und der Kläranlage mit diesem



Liegeroste dem Becken entlang zum Sünnele.

«sauberen Wasser» ist unsinnig und unerwünscht.

Dank der neuen Badeabwasser-Neutralisationsanlage kann das verdrängte Badewasser direkt in das Meteorwassersystem geleitet werden. Der kostenverursachende Umweg über das Kanalisationssystem entfällt. Durch die Einsparung von Abwassergebühren lassen sich die Betriebskosten signifikant reduzieren.

Badwassererwärmung mit Wasser-Wasserwärmepumpe

Das wünschenswerte Ziel, mit vertretbaren Investitions- und Betriebskosten, dem Badegast eine Wassertemperatur um 23 °C zu garantieren und dabei erneuerbare Energie zu verwenden, wurde mit dem Einbau einer Wasser-Wasserwärmepumpe schon auf die Badesaison 2000 erreicht.

Diese kühlt das zur Verfügung stehende Grundwasser um ca. 8 °C ab. Die dadurch gewonnene Wärme wird dem Badewasser übertragen.

Die Wasser-Wasserwärmepumpe wird von einem Elektromotor mit ca. 72 kW angetrieben. Die Wärmeleistung beträgt ca. 425 kW. Der Grundwasservolumenstrom liegt bei ca. 10 l/s. Die Wärmepumpenanlage konnte im Erdgeschoss des Hallenbades platziert werden.

Die zur Verfügung stehende Wärmeleistung von 425 kW ermöglicht die Erwärmung des Wassers im Hallenbad oder

Kenndaten

Bauzeit:	19.9.2000 bis 30.4.2001
Baukosten:	3.1 Millionen Franken
Bauherr:	Stadt Bremgarten, Bauverwaltung, 5620 Bremgarten
Projektleitung:	C. Hophan, Ing. SIA, 8126 Zumikon
Badewassertechnik:	bafilco ag, 8406 Winterthur

die tägliche Erwärmung des gesamten Beckeninhaltes des Freibades um etwa 3,4 °C pro Tag.

Beachvolleyballfeld

Das Beachen liegt im Trend. Die Beliebtheit dieser Sportart bei Jugendlichen und sich trimmen wollenden Badegäste hat viele Gründe, vor allem macht es riesig Spass. Das normenkonforme Beachvolleyballfeld liegt neu etwas besser abgegrenzt von der Spiel- und Liegewiese. Diese Lage ermöglicht einen besseren Betrieb ohne Störung der angrenzenden Nutzungen.

Umfassende Sanierung genau nach Plan

Rechtzeitig vor der neuen Badesaison mit Beginn am 1. Mai 2001 konnten die

umfassenden Sanierungsmassnahmen abgeschlossen werden. Gerade mal knapp acht Monate standen für die umfassende Sanierung zur Verfügung. Erschwerend kam dazu, dass ein grosser Teil der Arbeiten auf die Wintermonate fiel mit einem anhaltend kalten und nasen Frühling und die Planung keine Zeitreserven vorsah. Es verwundert deshalb nicht, dass in den letzten Wochen mit Hochdruck an allen Ecken und Enden gearbeitet wurde. Der Aufwand und die Mühe haben sich gelohnt, was alle Beteiligten zurecht mit Stolz erfüllt.

Weitere Informationen:
 probading, Carlo Hophan, ing. sia,
 Postfach, 8125 Zumikon
 Tel. 052 269 22 11
 Fax 052 269 22 10

institut bachema

Analytische Laboratorien

MIKROBIOLOGISCHES LABOR

für die

Untersuchung von
 Trinkwasser, Mineral- und
 Thermalwasser sowie
 Wasser öffentlicher Bäder

akkreditiert nach EN 45001/STS Nr.064

Mikrobiologie seit 35 Jahren

institut bachema

Rütistrasse 22 • CH-8952 Schlieren
 Telefon 01/738 39 00 • Fax 01/738 39 90
 Postadresse: Postfach, 8010 Zürich

Die Maas®-Sauna.
Die echtfinnische Erdsauna!

SAUNAS, die Maßstäbe setzen.

Die Tuli®-Sauna.
Die echtfinnische Feuersauna!

BERTSCHI
B+S FINNLAND SAUNA

Tel 061-813 13 00 • Fax 061-813 13 03
 Bertschi Handels AG • 4422 Arisdorf • www.welt-der-sauna.ch