

Jahresbericht 2002

Parkhotel Bellevue Adelboden

Messkampagne der WRG Wellness-Anlage

Autor und Koautoren	Christian Hilgenberg / André Buache / Peter Stähli
beauftragte Institution	Ingenieurbüro IEM
Adresse	C.F.L. Lohnerstrasse, 3645 Thun - Gwatt
E-mail,	iem@iem.ch
BFE Vertrags-Nummer	83'132
Dauer des Projekts (von – bis)	Okt. 2001 -März 2003

ZUSAMMENFASSUNG

Der aktuelle Trend in der Hotellerie in der Schweiz heisst Wellness. Viele moderne fünf-, vier- und dreisternen Hotelbetriebe erarbeiten Projekte zur Realisation von Wellnessangeboten. Dieser neue Schwerpunkt im Tourismus wird von der Dachorganisation Schweiz Tourismus mit Marketingkampagnen unterstützt.

Im Parkhotel Bellevue in Adelboden wurde im Jahre 2001 eine neue Wellnessanlage mit aussenliegendem Solebad erstellt. Zur effizienteren Energienutzung wurde in diesem Projekt eine Abwasser-Wärmerückgewinnungsanlage vorgesehen und eingebaut. Das Parkhotel wurde zum Wellnesshotel des Jahres 2002 gewählt.

In den ersten sechs Betriebsmonaten, wovon die gesamte Anlage und das Hotel rund anderthalb Monate geschlossen war, konnten dank der WRG bei einem Aufwand von rund 13'253 kWh gut 3'300 kWh aus dem Schmutzabwasser zurück gewonnen werden.

Damit konnten 25 % der im Schmutzwasser enthaltenen Energie zurückgewonnen werden.

Sehr gut bewährt hat sich die Wartungsfreundlichkeit der Anlage. Die speziellen Tauscher wurden nur mässig verschmutzt und sind äusserst einfach zu reinigen.

Mit den in diesem Zwischenbericht vorgeschlagenen Optimierungen sollten die jährlichen Einsparungen von heute ca. 7'700 kWh auf ca. 10'000 kWh (je auf ein ganzes Betriebsjahr hochgerechnet) verbessert werden.

Projektziele

Das Parkhotel Bellevue in Adelboden ist ein Familienbetrieb in der dritten Generation. Im zweiten Halbjahr 2001 wurde ein Erweiterungsbau mit einer Wellnessanlage mit einer Fläche von rund 1300 m² realisiert und per 20. Dezember 2001 in Betrieb genommen. Im Bewusstsein des grossen Wasserbedarfs der verschiedenen Wellnessanwendungen, stellte sich die Familie Richard die Frage, nach der ökologischen und wirtschaftlichen Relevanz einer Wärmerückgewinnungsanlage für das Schmutzabwasser.

Vorabklärungen der Ingenieure haben gezeigt, dass der Energieverbrauch für die Erwärmung des Warmwassers am Gesamtenergiebedarf für Wärme einen Anteil von bis zu 40 % ausmacht und dass eine Aussicht auf eine mittelfristige Amortisation der Zusatzinvestitionen besteht. Aufgrund dieser Ausgangslage wurde die Idee von einer kostengünstigen und platzsparenden Wärmerückgewinnungsanlage mit einem interdisziplinären Ingenieurteam in ein konkretes Projekt umgesetzt.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Da das Wellnesscenter „Aqua Vitalis“ zu einem grossen Teil unterirdisch in einen Park integriert wurde, musste mit Rücksicht auf die spezifisch hohen Baukosten unbedingt eine platzsparende Lösung gesucht werden. Die folgenden drei Punkte wurden als oberstes Projektziel definiert:

- Platzsparende Lösung
- Tiefe Investitionskosten bei möglichst hoher Effizienz
- Niedriger zeitlicher und finanzieller Aufwand für den Unterhalt bei gleichzeitiger hoher Betriebssicherheit

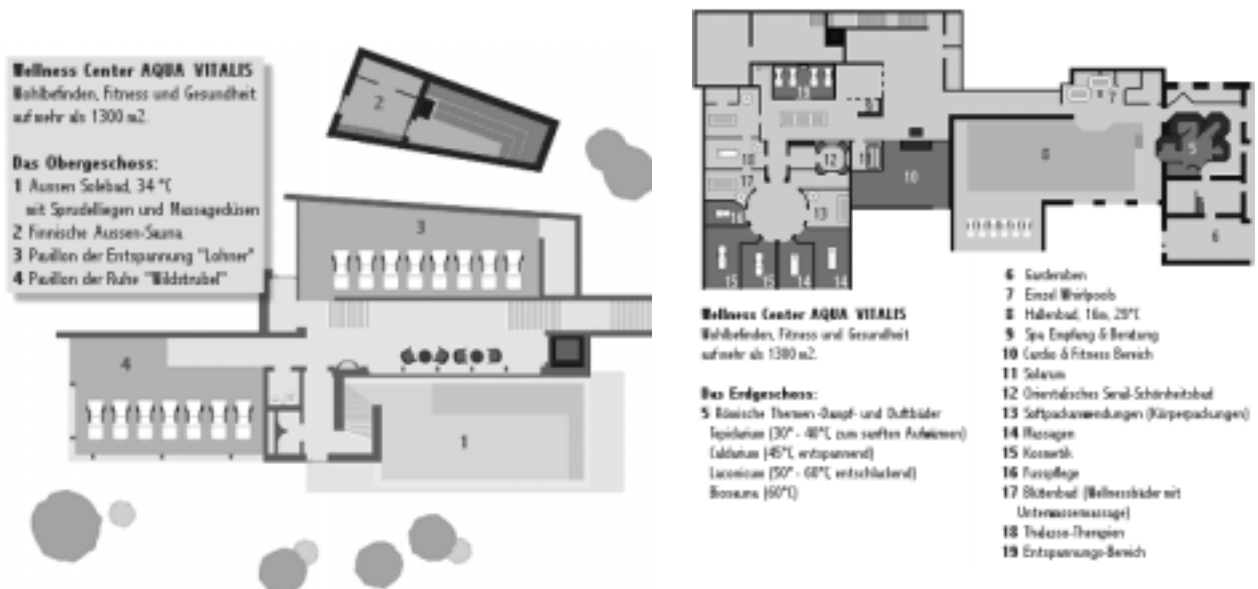


Bild 1: Grundrisse der Wellnessanlage

Die Ingenieure bestimmten in einem ersten Schritt die relevanten Wasserverbraucher mit einer hohen Frequenz von Anwendungen und einem interessanten Temperaturniveau. Folgende Anlagen wurden für eine Integration in die Wärmerückgewinnungsanlage evaluiert:

- Solepool (45m³ Inhalt bei 35°C Wassertemperatur, 10 Std. offen pro Tag)
- Unbescheidenwanne für Blütenbäder (230 ltr. Inhalt, 40°C, 45 Min./Bad)
- Unbescheidenwanne für Thalassoanwendungen (230 ltr. Inhalt, 40°C, 45 Min./Bad)



Bild 3: Natursolepool mitten in der Bergwelt

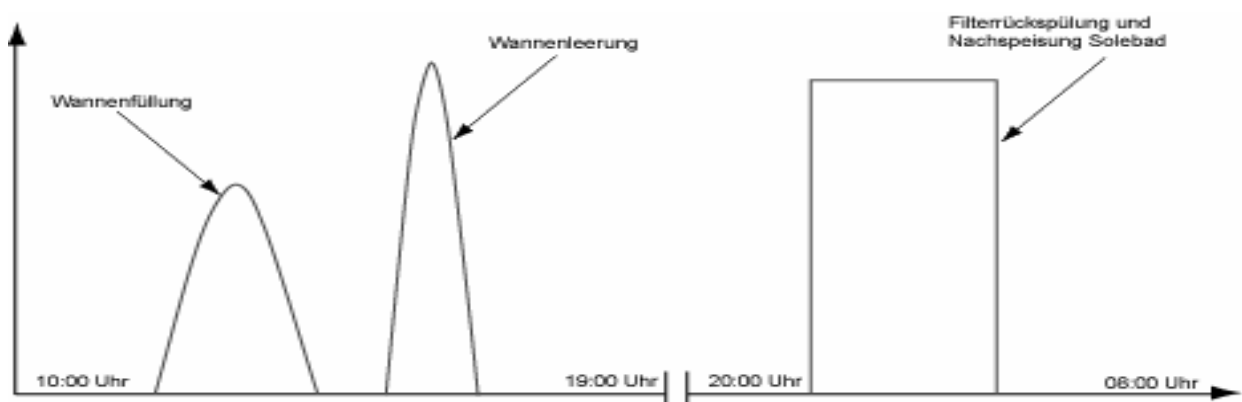


Bild 4: Thalassobad in Unbescheidenwanne

Um eine möglichst platzsparende Lösung realisieren zu können, wurde die Wärmerückgewinnung in das in der Solepoolanlage bereits vorgesehene Rückhaltebecken integriert. Dies hatte allerdings zur Konsequenz, dass der Wärmetauscher in einer solebeständigen V4A Variante ausgeführt werden musste. Zusammen mit einem spezialisierten Unternehmen wurde ein Wärmetauscher entwickelt, der bezüglich minimaler Verunreinigung und kleinstmöglichen Wartungsaufwand optimiert wurde. Persönliche Erfahrungen der Ingenieure und Hinweise aus der einschlägigen Fachliteratur flossen hierbei in die Entwicklung ein.

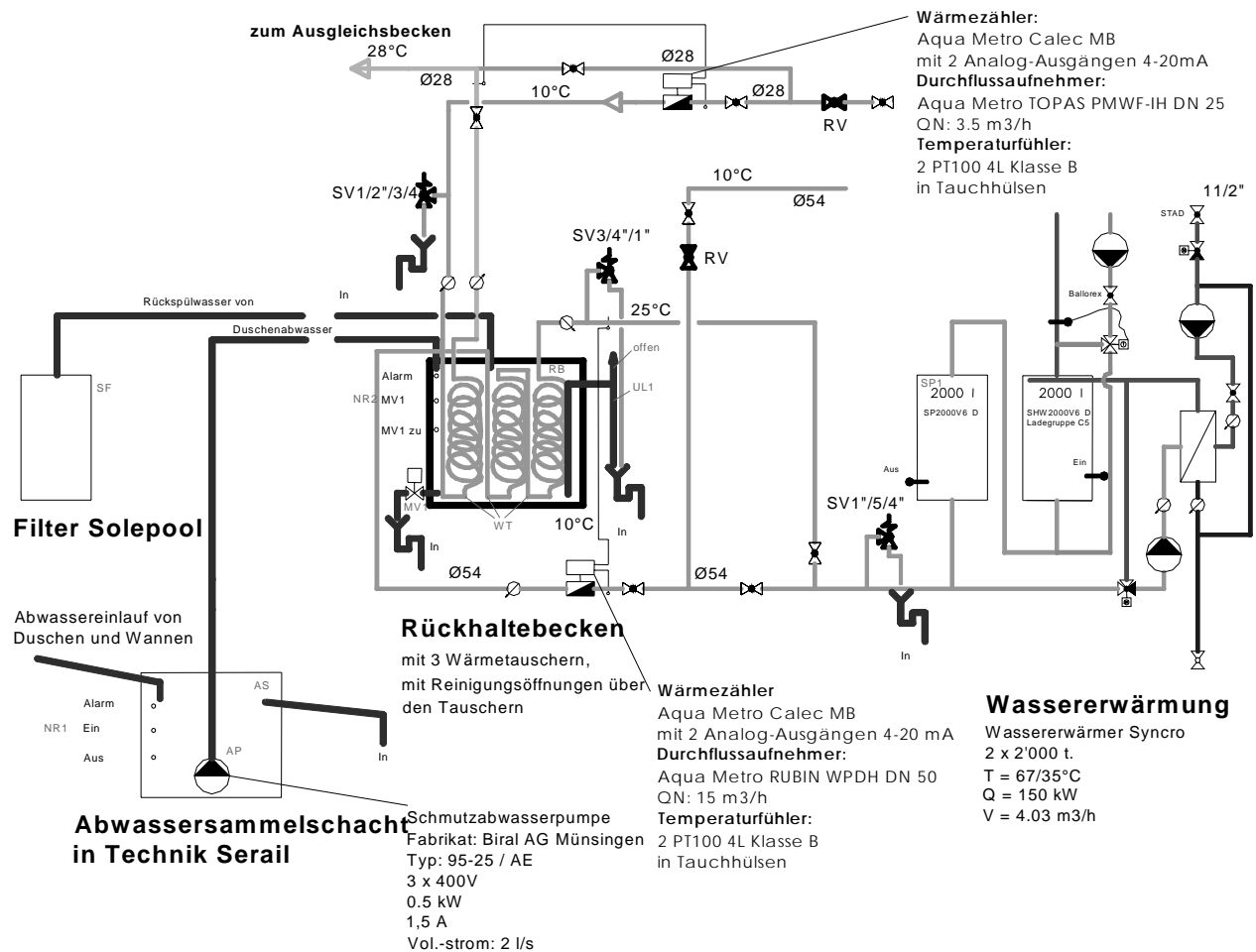
Das Schmutzwasser der oben erwähnten Anwendungen wurde mit separaten Kanalisationsrohren in einen Abwasserschacht geführt. Eine Abwasserpumpe bringt das rund 30°C warme Schmutzwasser anschliessend über eine Pumpendruckleitung in den Abwasserschacht. Diese Abwasserpumpe ist der einzige bewegte Teil der ganzen Wärmerückgewinnungsanlage. Das technische Design der Anlage wurde im interdisziplinären Ingenieurteam solange optimiert, bis alle anderen nötigen Funktionen durch natürliche physikalische Kräfte oder durch den bereits vorhandenen Netzdruck des Frischwassers übernommen werden konnten. Dadurch konnte dem Anspruch an tiefe Betriebskosten und niedrigen Unterhaltsaufwand sowie der hohen Betriebssicherheit voll Rechnung getragen werden.

Schliesslich wurde die Dimension der Zeit in die Auslegung und den Betrieb der Anlage eingebracht. Der Warmwasserbezug für die Wannen und die Abgabe des Schmutzwassers aus den Wannen hat eine zeitliche Verschiebung von ungefähr 45 Minuten. Diese kann mit dem Rückhaltebecken ohne weiteres überbrückt werden. Im Weiteren wird die Wärmerückgewinnungsanlage während den Öffnungszeiten des Wellness Centers am Tag für die Wannen eingesetzt, während den Randzeiten und über Nacht erfolgt die Vorwärmung des Speisewassers des Solepools durch die Rückgewinnung der Wärme aus der Filterrückspülung.



Grafik 1: Zeitlicher Ablauf der Anwendungen und Einträge ins Rückhaltebecken an einem Tag

Das Frischwasser wird direkt vor dem Eintritt in die Warmwasserspeicher vorgewärmt. Das nachstehende Anlagenschema gibt einen guten Überblick über den Aufbau der Anlage. Gut zu Erkennen sind auch die Spezialitäten wie der siphonierte Überlauf des Rückhaltebeckens. Dieser stellt gleichzeitig die selbsttätige Niveauregelung und den Erhalt der thermischen Schichtung sicher. Somit wird der wärmste Teil des Schmutzwassers immer im Rückhaltebecken zurückbehalten, der kälteste Teil wird über den Überlauf an die Kanalisation abgegeben.



Grafik 2: Anlagenschema Wärmerückgewinnungsanlage

Resultate und Erkenntnisse

Vorwärmung Brauchwarmwasser

Datum	Energie [kWh]	Wasser [m ³]	Bemerkungen
19.12.2001 - 21.06.2002	1'684	198.94	Ertrag / Wasser- verbrauch

Tabelle 1: Messresultate Brauchwarmwasservorwärmung

Aus Messwerten ergibt sich eine durchschnittliche Temperaturdifferenz ΔT_{WRG} zwischen Vor- und Rücklauf der WRG von 7.27 °C.

Anzahl Anwendungen

In der betrachteten Messperiode (19.12.01 – 21.6.02) wurden insgesamt 771 Behandlungen durchgeführt. Dabei wurden je Wanne ca. 230 Liter Warmwasser (ca. 40 °C) verbraucht. Das Badewasser musste von 9.5 °C auf 40 °C aufgeheizt werden → $\Delta T_{BW} = 30.5$ °C

Energiebetrachtungen

Total benötigte Energie für die Anwendungen:

$$Q_{BW} = \text{Wannen} \times \text{Inhalt} \times c \times \Delta T_{BW} = 771 \times 230 \text{ lt} \times 4.182 \text{ kJ}/(\text{kg} \times \text{K}) \times 30.5 \text{ °C} \times 1/3600 = \underline{6'283 \text{ kWh}}$$

→ verbrauchte Energie pro Anwendung = 8.15 kWh

Durch die Anwendungen und Duschen zurückgewonnene Energie:

$$Q_{WRG} = \text{gemäss Zählerablesungen} = \underline{1'684 \text{ kWh}}$$

27 % der im Schmutzwasser von den Badewannen enthaltenen Energie wurde zurückgewonnen.

Vorwärmung Frischwassernachspeisung Solepool

Datum	Energie [kWh]	Wasser [m ³]	Bemerkungen
19.12.2001 – 21.06.2002	1'615	244.9	Ertrag / Wasser- verbrauch

Tabelle 2: Messresultate Frischwasservorwärmung Solepool

Aus den Messwerten ergibt sich eine durchschnittliche Temperaturdifferenz ΔT zwischen Vor- und Rücklauf der WRG von 5.66 °C.

Wasserverbrauch der Nachspeisung und Filtrerrückspülung

In der betrachteten Messperiode (19.12.01 – 21.6.02) wurde laufend Badewasser nachgespeist und insgesamt 19 Filtrerrückspülungen vorgenommen. Dabei wurden total 244'900 Liter Wasser (Temperatur ca. 34 °C) verbraucht. Das Solewasser musste von 9.5 °C auf 34 °C aufgeheizt werden → $\Delta T_{SW} = 24.5$ °C

Total benötigte Energie für die Nachspeisung bzw. Filtrerrückspülungen:

$$Q_{SW} = \text{Total} \times c \times \Delta T_{BW} = 244'900 \text{ lt} \times 4.182 \text{ kJ}/(\text{kg} \times \text{K}) \times 24.5 \text{ °C} \times 1/3600 = 6'970 \text{ kWh}$$

Für bzw. durch die Nachspeisung bzw. Filtrerrückspülungen zurück gewonnene Energie:

$$Q_{WRG} = \text{gemäss Zählerablesungen} = 1'615 \text{ kWh}$$

Es werden 23 % der in der Filtrerrückspülung enthaltenen Energie zurückgewonnen.

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die Anlage kann im Betrieb noch weiter optimiert werden. Folgende Punkte stehen im Vordergrund:

- Durchflussmenge bei der Frischwassernachspeisung
- Zeitpunkt der Rückspülungen
- Zeitpunkt der Frischwassernachspeisung

Die prognostizierte total zurückgewonnene Energiemenge wird im ersten Betriebsjahr voraussichtlich nicht erreicht werden. Der Hauptgrund liegt in der viel tieferen Anzahl von vorgenommenen Filterrückspülungen im Solebad. Die Betreiber der Anlage erfüllen alle Anforderungen an die Wasserqualität bei weitem, obwohl nur etwa die Hälfte der nach den gängigen Richtlinien angegebenen Rückspülungen durchgeführt wird.

Dies wird natürlich auf die Wirtschaftlichkeit der Wärmerückgewinnungsanlage Auswirkungen haben. Der Schlussbericht des Pilotprojektes wird sich dem Schwerpunkt Wirtschaftlichkeit widmen und eine mögliche Multiplikation der Anlage thematisieren.

Der Momentan ausgewiesene Gesamtwirkungsgrad der Anlage wird noch tiefer untersucht werden. Eine Messung der Temperaturen und der Schichtung im Rückhaltebecken wird die Grundlage liefern um nähere Aussagen über den Wärmetauscherwirkungsgrad und die Wärmeverluste in den Leitungen und durch Abstrahlung des Rückhaltebeckens zu machen.

Referenzen

Literaturhinweise

- WRG aus Abwasser, Kursunterlagen des Nachdiplomstudiums Energietechnik an der Fachhochschule Burgdorf, 1999

Publikationen

- Haustech Nr.7-8 , Juli/August 2002, Seite 44/45
- Bauinfo Nr. 4/2002, April 2002, Seite 87
- Hotelrevue Nr.7, 14. Februar 2002, Seite 12