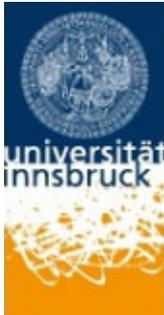




Monitoring Resultate und Optimierungspotential einer solarunterstützten Kühlanlage in Singapur.

Daniel Neyer ^(a), Alexander Thür ^(a), Moritz Schubert ^(b)



(a) Universität Innsbruck
Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften
AB Energieeffizientes Bauen



(b) SOLID GmbH, Graz



Inhalt

- Anlagenbeschreibung
- Monitoring
- Simulationen
- Zusammenfassung / Ausblick

Standort / Klima

- 1,4°N; 104°E

Tropischer Regenwald

(nach Geiger/Köppen)

- $\varnothing T_{\text{ausen}} 28^{\circ}\text{C}$
- \varnothing relative Luftfeuchtigkeit 85%
- 1'600kWh/m².a, 55% diffus
- Kaum saisonale Schwankungen

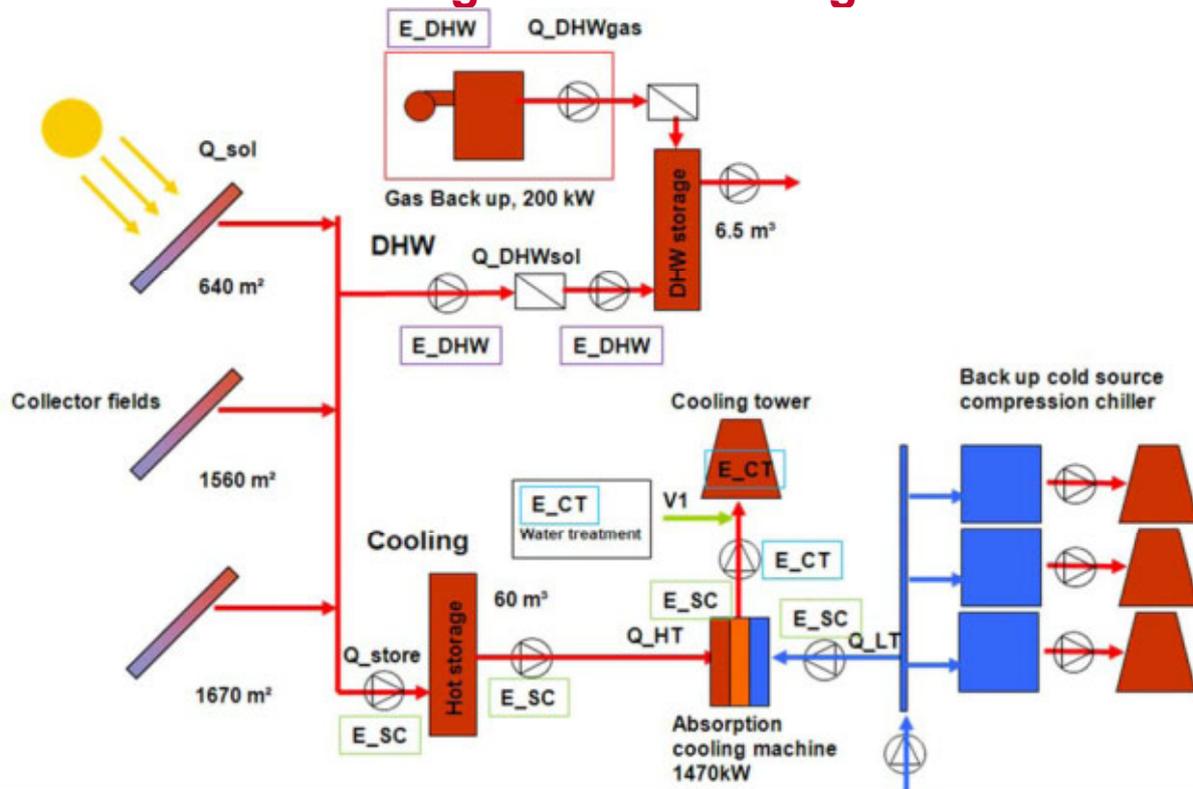


Source: wikipedia.com

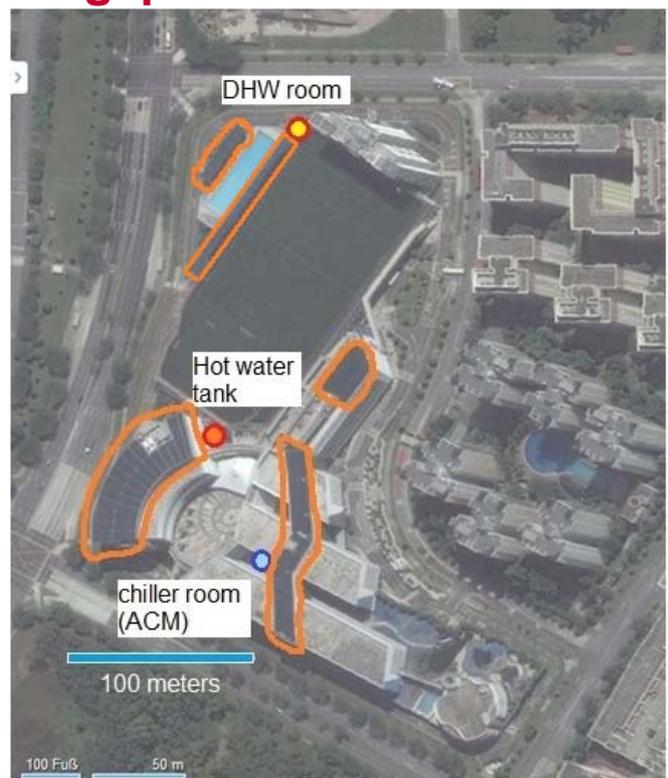
Anlagenbeschreibung

- Energy Service Company by SOLID (Contracting)
- 1'470 kW_K H₂O/LiBr AKM (Broad)
- 3'870 m² Hochtemperatur-Flachkollektor → 2,5 m²/kW_c
- 60 m³ Heißwasser Speicher → 15 l/m²
- Zuerst nur BWW (bis Mitte 2011)
- Vollständiger Betrieb seit Okt. 2011
- Letzte Änderungen in der Hydraulik (Okt. 2012)

Anlagenbeschreibung



Übersicht / Lageplan



Monitoring Ausrüstung

- Vollständig seit Juni 2012
- Monitoring Ausrüstung besteht aus
 - 3 Stromzähler
 - 5 Wärmemengenzähler
 - Solare Einstrahlung auf Horizontale
 - Temperaturen
 - ...
- Messdaten im 1 Minuten Intervall
- >25% der Daten fehlen oder sind unplausibel
 - 7 Tage Periode für Evaluierung der Simulationen
 - Energieflüsse für DHW nicht exakt zuordenbar
 - Auswertung basiert hauptsächlich auf Energiebilanzen

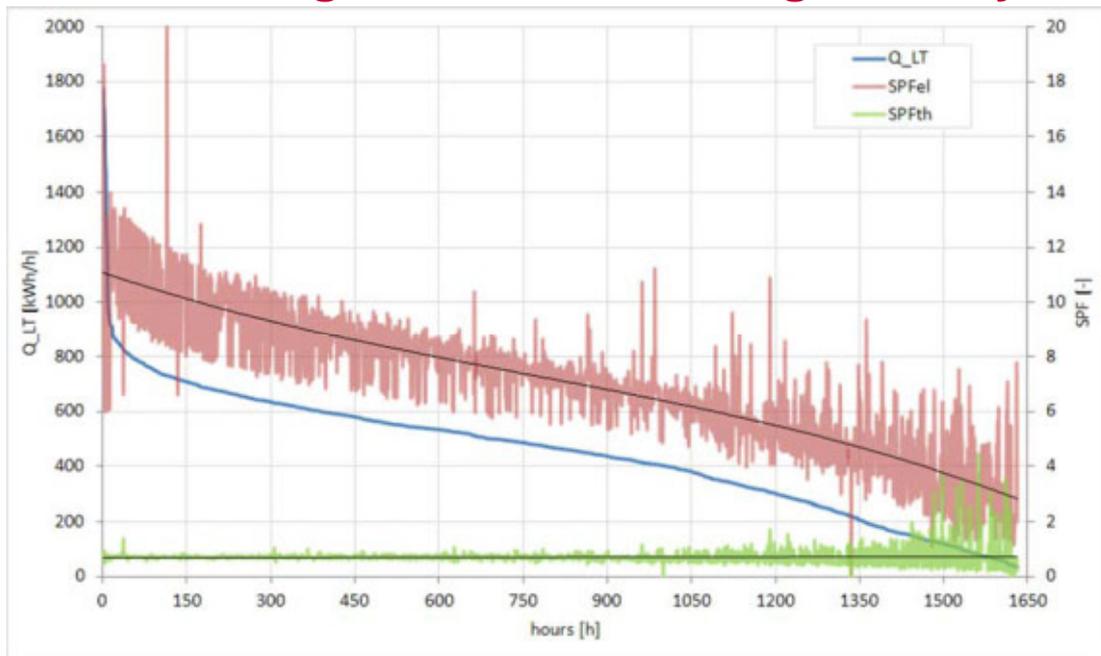
Monitoring - Übersicht

Periode 10/2012-04/2013

- Solarertrag 796 MWh
- BWW 76 MWh
- AKM-HT 682 MWh
- AKM-LT 454 MWh

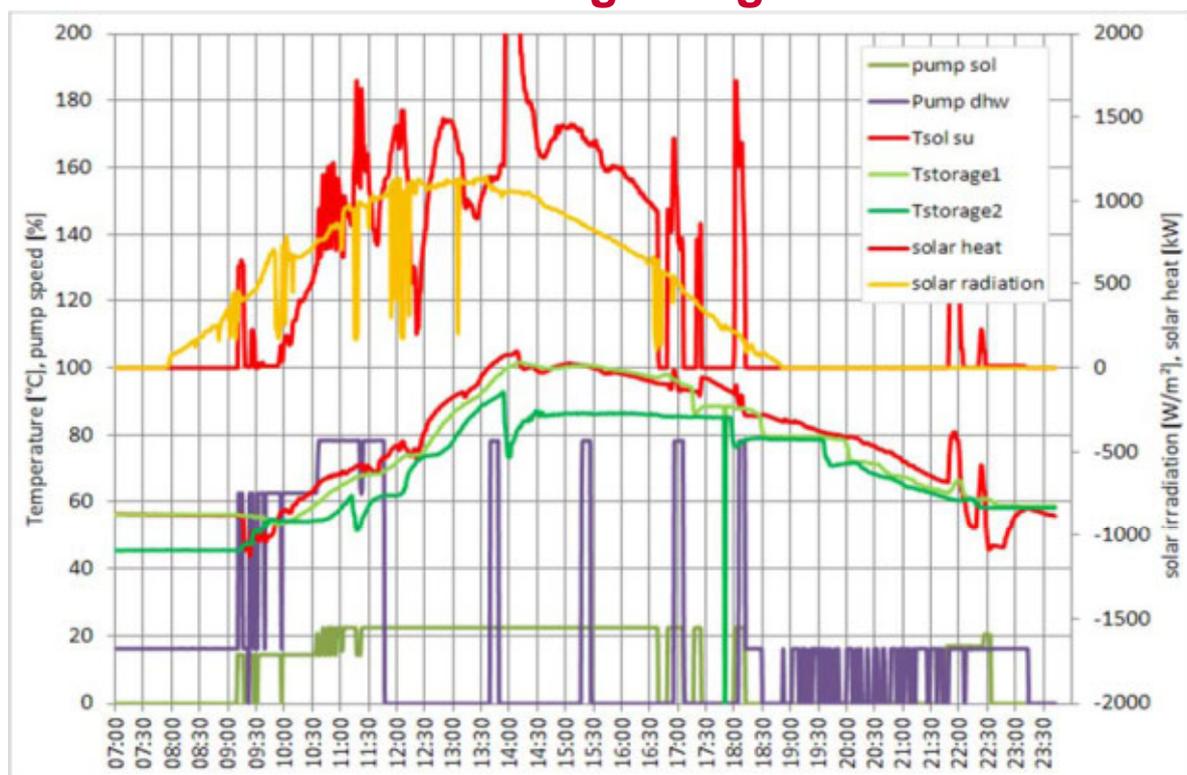
- Ø SPF th 0,66
- Ø SPF el BWW 71,4
- Ø SPF el LT 6,9
- Ø SPF el LT+BWW 8,0

Monitoring – Kaltwasser Ertrag, SC-only

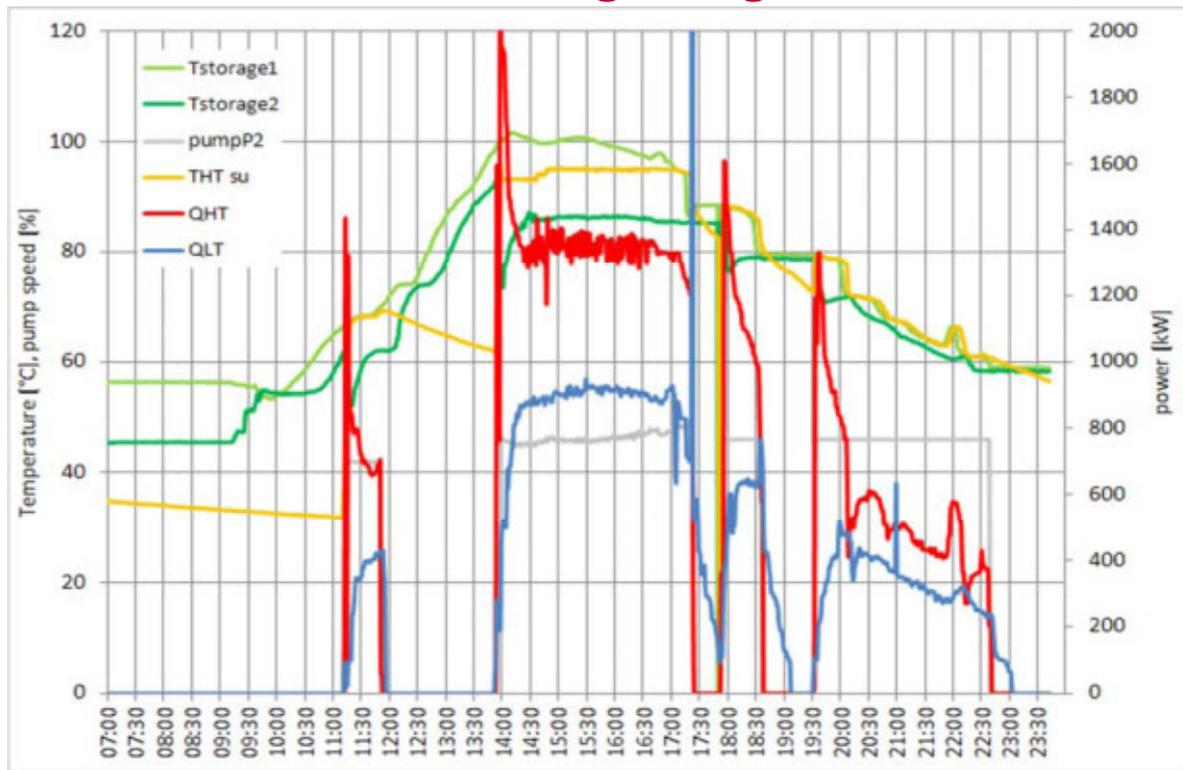


- Periode 10/2012- 04/2013, basierend auf Stundenmittelwerten
- $\bar{\text{SPF}}_{\text{el LT}} = 6,9$; große Teillast

Sonniger Tag



Sonniger Tag



Simulationsmodell

- TRNSYS 17
- Standard non-standard Modelle ;-)
- Einzelmodell Parametrierung mit Herstellerangaben und Monitoring Daten
- 4x Einzel Modelle (Input: Massenstrom, Temp.)
- Gesamtmodell inkl. Implementierung der Regelung
 - Schlechte Nachvollziehbarkeit von Regleränderungen
 - BWW nur primärseitig bekannt
 - Kälte Lastprofil: konstante Rücklauftemperatur
- Validierung der Einzelmodelle und des Gesamtmodells

Validierungsergebnisse Einzel- und Gesamtmodell

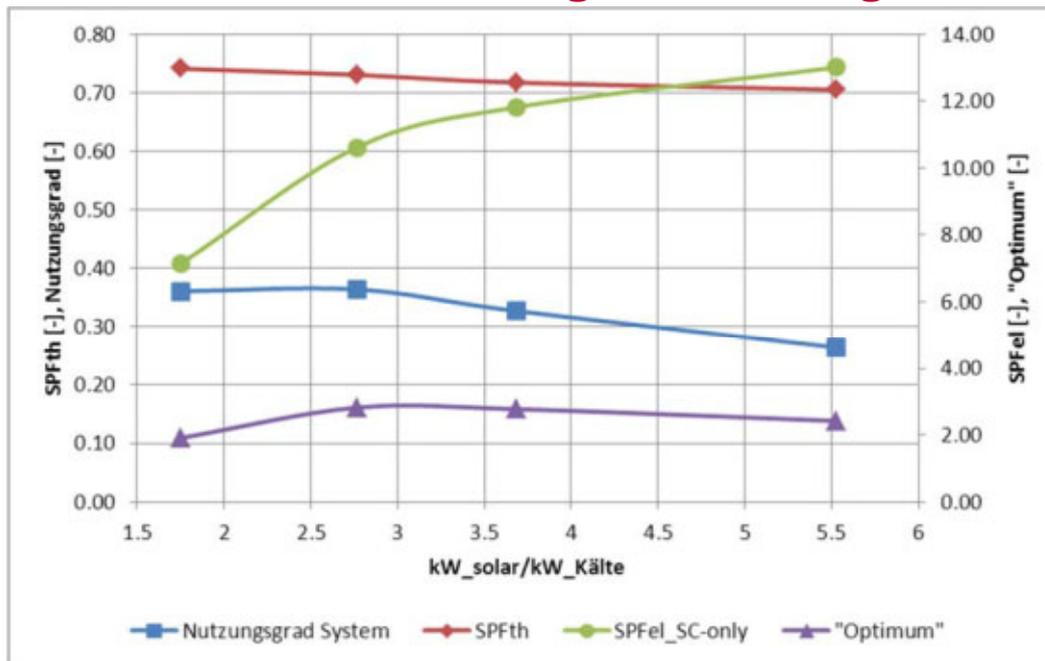
		MONITORING	SIMULATION	Deviation	
		kWh	kWh	kWh	%
SOLAR	Q_sol	28'035	28'269	233.9	0.8
	Q_dhw	1'581	1'588	6.7	0.4
STORAGE	Q_sol	27'867	26'454	-1413.2	-5.1
	Q_HT	24'852	25'020	167.5	0.7
AKM	Q_HT	24'852	26'040	1187.7	4.8
	Q_LT	17'717	17'452	-264.8	-1.5
KT	Q_MT	43'691	44'695	1003.2	2.3
	SOL	27'867	27'474	-392.9	-1.4
	DHW sum	2'852	2'787	-64.6	-2.3
ASSEMBLING	HT	24'852	24'170	-681.8	-2.7
	LT	17'717	17'601	-116.3	-0.7
	ESUM	2'351	2'449	97.6	4.2

- Validierung erfolgte mit Messdaten von 7 Tagen

Optimierung / Simulationsstudie

- Auf Basis von Jahressimulationen mit
 - Meteonorm Wetterdatensatz
 - Fiktives BWB Profil (Studentenheim)
 - Konstante Rücklauftemperatur Kaltwasser (16°C)
- Variation
 - der Auslegungsparameter / Kollektorgröße
 - Spez. Kollektorfläche
 - Spez. Speichervolumen
 - Spez. Leitungsverluste
 - Reglerparameter und –strategien
 - Konstant vs. variabler Massenstrom
 - Sollwerte in Regler (z.B. THTsu)

Simulationsstudie – Auszug aus den Ergebnissen



- Änderung der Solarfläche, alles andere bleibt gleich groß
- Energetisches "Optimum" = Nutzungsgrad * SPFth * SPFel

Zusammenfassung

Monitoring

- Datenbasis für Analyse des Betriebsverhalten sehr lückenhaft
- Energieflüsse für DHW nicht exakt zuordenbar
- Für Abrechnung des ESCO ausreichend

Betrieb

- Lange Aufwärmphasen
- Focus des ESCO max. LT-Produktion (& BWW)
- Extensive Teillastbedingungen
- Zuverlässiger Betrieb
- SPF_{el} im Vergleich schwach

Zusammenfassung / Ausblick

Entscheidendes aus der Simulationsstudie

- Was ist das Optimum ($\$$ vs. kWh_{prim})
- Auslegung ($\text{kW}_{\text{solar}}/\text{kW}_{\text{Kälte}}$) ist bei Grundlast wichtig
- Massenstromregelung und Regelstrategien
- Fokus auf die Strom-Hauptverbraucher reicht aus
- Regelparameter

ToDo für SOLID vor Ort

→ Optimierung der bestehenden Anlage

→ Erweiterung Kollektorfeld

→ Anpassung der Regelstrategien und -Parameter

Danke für ihre Aufmerksamkeit!

Daniel Neyer

Universität Innsbruck
AB Energieeffizientes Bauen
Technikerstr. 13
6020 Innsbruck
daniel.neyer@uibk.ac.at
0043 512 507- 63652

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.

