

Entwicklung eines Systemreglers für standardisierte Solar Cooling Kits



▲ **Abbildung 1**
chillii® System Controller HC

Quelle: SolarNext AG

Von Dr. Uli Jakob*

Die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Solar Cooling Systemen wird ganz entscheidend von den implementierten Regelstrategien der Solaranlage, der Kältemaschine, der Rückkühlung, der Kälteverteilung und dem Zusammenspiel der Regelung der Einzelkomponenten im Gesamtsystem bestimmt. Die wichtigste Komponente von Solar Cooling Kits ist daher der Systemregler, welcher das gesamte Kühlsystem optimal regelt und einen effizienten Betrieb gewährleistet.

* Dr. **Uli Jakob** ist Senior Consultant beim internationalen Solar Cooling Systemanbieter Solar Next AG
E-Mail: uli.jakob@solarnext.de

1. Einleitung

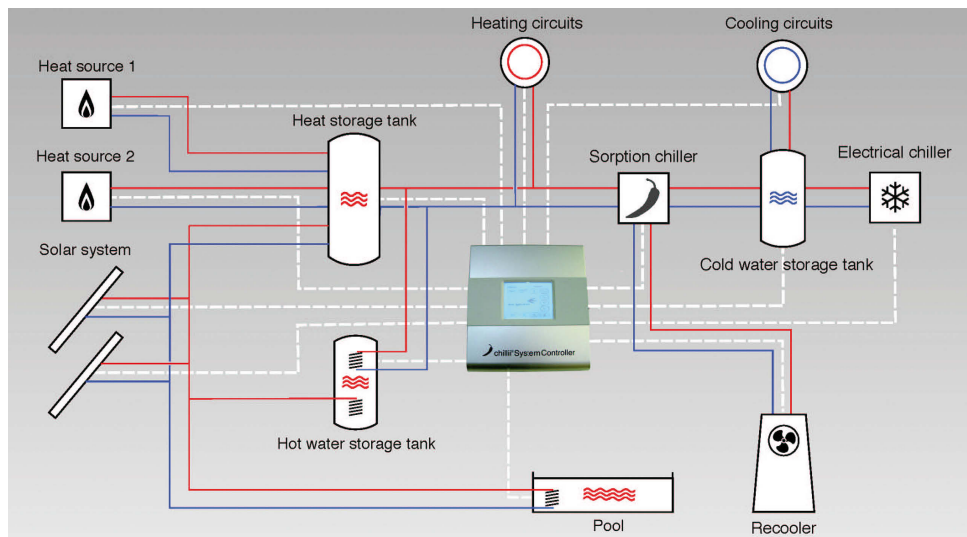
In den kommenden Jahren wird die Zahl der klimatisierten Gebäude voraussichtlich stark ansteigen, da steigender Komfortbedarf und fortschreitender Klimawandel dies fördern. Thermische Kühlung mit Solarthermie, BHKW-Abwärme, Fern-/Nahwärme, Biomasse oder Prozessabwärme kann daher zu einer deutlichen Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen führen. Bei Solar Cooling Systemen wird der größte Anteil der benötigten elektrischen Energie für den Betrieb der Pumpen der zugehörigen Kreisläufe und der Ventilatoren des Rückkühlers verwendet. Die elektrische Energieaufnahme der Absorptions- bzw. Adsorptionskältemaschinen selbst ist dagegen vernachlässigbar klein. Um diesen Energieaufwand zu minimieren, aber auch die Betriebskosten der chillii® Cooling Kits zu reduzieren ist eine sinnvolle Regelung des gesamten Systems unabdingbar.

Bisher wurden Solar Cooling Systeme durch mehrere Einzelregler oder durch eine teure SPS-Steuerung geregelt. Daher entwickelte SolarNext einen chillii® System Controller, der die Regelung des gesamten chillii® Cooling Kits übernimmt. Der Systemregler befindet sich seit 2008 im Feldtest und wird 2009 in den Markt eingeführt.

2. chillii® System Controller

Bei der Entwicklung standardisierter Solar Cooling Kits ist es unabdingbar, dass für das Gesamtsystem nur ein Systemregler existiert. In bisherigen Demonstrations- und Pilotprojekten von Solar Cooling Systemen wurden stets mehrere Einzelregler beispielsweise für die Solaranlage, die Kältemaschine, den Rückkühler sowie für die Kälte- und Wärmeverteilung eingesetzt. Solche Systeme erwiesen sich als kostenintensiv, wobei die einzelnen Regler nicht immer optimal zusammenarbeiteten. Die Alternative war bisher eine teure SPS-Steuerung, die in jedem Einzelfall neu programmiert werden musste. Daher entschloss man sich bei SolarNext im Jahr 2007, einen eigenen Systemregler für Solar Cooling Systeme zu entwickeln, den chillii® System Controller HC (**Abbildung 1**). Weil Erfahrungen aus dem Automotivbereich einfließen, wurde schnell eine kostengünstige und systemorientierte Regelung entwickelt. Als weitere Variante gibt es seit 2009 den chillii® System Controller H, welcher für komplexe thermische Heizsysteme konzipiert ist. Der Funktionsumfang des Systemreglers chillii® System Controllers HC (Heating and Cooling Version) umfasst die Regelung (**Abbildung 2**):

- verschiedener Wärmequellen (beispielsweise Solarwärme, BHKW-Abwärme und Fern-/Nahwärme),
- das Backup-System (beispielsweise steuerbare Öl-/Gaskessel oder nicht steuerbare Holzvergaser-/Stückholzkessel oder Abgasrückgewinnung),



◀ **Abbildung 2**
Systemschaubild chillii® Solar Cooling System mit chillii® System Controller HC

Quelle: SolarNext

▶ **Abbildung 4**
chillii® Cooling Kits PSC12 und ISC10

Quellen: SolarNext

- das Speichermanagement (Wärme- und Kältespeicher),
- die Trinkwassererwärmung,
- die Kältemaschine (beispielsweise chillii® ISC7, STC8, ISC10, PSC12, ESC15, STC15, WFC18, ESC30, Yazaki WFC-SC10) und
- die Rückkühlung (Nass-, Trocken- und Hybridkühler) sowie
- Heiz- und Kühlkreise.

Der chillii® System Controller HC gehört somit zu den ersten Systemreglern für thermische Kühl- und Heizsysteme, mit dem viele umfangreiche Hydraulikvarianten (mehr als 43 Millionen Varianten) durch ein einziges Gerät regelbar sind. Über den Touchscreen und den integrierten Einrichtungsassistenten können selbst umfangreiche Hydrauliken schnell und einfach abgebildet werden. Durch Komfort- und Ecofunktionen bestimmt der Anlagenbetreiber den Anteil bevorzugter Energiequellen unter Berücksichtigung seiner Komfortgrenzen. Damit wird eine hohe Systemeffizienz durch bedarfsgerechte Energieerzeugung mit Vorrang regenerativer Energiequellen erreicht. Zudem ist ein optimierter Betrieb der Kältemaschine sowie der Rückkühlung mit Drehzahlregelung der Pumpen und der Rückkühlflüster möglich.

Der Systemregler ist ein mikroprozessorgesteuerter Hocheffizienzregler für solare bzw. thermische Kühlsysteme, welcher eine Leistungsaufnahme von maximal 14 W hat. Der Hardwareumfang umfasst:

- 127 Ein-/ Ausgänge für Sensoren und Aktoren,
- beleuchteter Touchscreen für hohen Bedienkomfort,
- Ethernet Schnittstelle zur einfachen Wartung und Datenfernübertragung,
- CAN-Bus für Erweiterungsmodule,
- SD-Karte für Datenaufzeichnung, Software-Update und Parametrierung und
- die verschiedene Ansteuerung der Einzelkomponenten wie z. B. Leistungsregelung der Pumpen wahlweise über 0-10 V für Hocheffizienzpumpen oder Taktung für Standardpumpen.

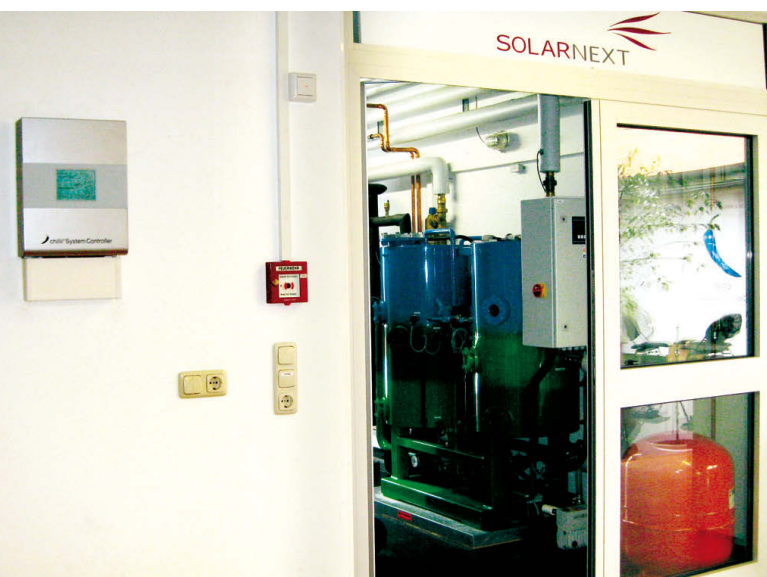
Für reine Heizanwendungen mit mehreren Energiequellen ist der Systemregler auch für Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie gewerbliche Gebäude, für Nahwärmenetze und Energiezentralen als chillii® System Controller H (Heating Version) verfügbar. Der Hardwareumfang besteht hier aus 81 Ein-/ Ausgängen für Sensoren und Aktoren sowie den selbigen weiteren Merkmalen wie beim chillii® System Controller HC.

3. Feldtest

Das chillii® Solar Cooling und Heating System im Bürogebäude der Hightex GmbH in Rimsting, welches im Jahr 2007 in Betrieb genommen wurde, entsprach bisher bzgl. Regelung und Hydraulik dem Stand der Technik von 2006. Das solare Kühlsystem besteht aus 34 m² Vakuumröhren- und 37 m² Flachkollektoren, der chillii® ESC15 Wasser/LiBr Absorptionskältemaschine von EAW sowie ein Nasskühlturm, zwei 1.000 Liter Warmwasserspeicher und ein 1.000-Liter-Kaltwasserspeicher. Im Jahr 2008 wurde diese Anlage hydraulisch umgebaut und der chillii® System Controller HC für den Feldtest installiert (**Abbildung 3**).

◀ **Abbildung 3**
chillii® System Controller HC und Absorptionskältemaschine chillii® ESC15 des solaren Kühlsystems der Hightex GmbH

Quelle: SolarNext





Der bisherige Regelungsumfang vor dem Umbau umfasste vier unabhängige Regelungssysteme, wobei nur die Pumpen der Regelung 1 (Solar) geregelt waren:

- Regelung 1: Solaranlage und Wärmespeicher mit Umschaltungen
- Regelung 2: Hilfsheizung und gemischter Heizkreis mit Raum- und Kennlinienregelung
- Regelung 3: Gemischter Heiz-/Kühlkreis mit Raum- und Kennlinienregelung
- Regelung 4: Kältemaschine, Nasskühlturm (Entleerung, Abschlämmen, Leitfähigkeit)

Nach dem Umbau gibt es nun nur noch einen Systemregler, den chillii® System Controller HC, welcher nun den gesamten Regelungsumfang übernimmt. Alle Ausgänge (Pumpen, Ventilator) werden nun getaktet bzw. über ein 0-10-V-Signal drehzahlregelt. Die neue Hydraulik entspricht dem neuesten Stand der chillii® Cooling Kits und steht damit für eine optimierte vereinfachte Hydraulik, die eine robuste und effiziente Anlagentechnik gewährleistet. So konnte der elektrische COP der Anlage von ehemals 3 bis 4 auf 6 bis 7 deutlich verbessert werden.

4. Solar Cooling Kits

SolarNext bietet im kleinen Kälteleistungsbereich bis 30 kW standardisierte chillii® Cooling Kits für verschiedene thermi-

sche Energiequellen (Solar, Biomasse, BHKW Abwärme, Prozesswärme, Nah- bzw. Fernwärme) an. Diese Cooling Kits beinhalten grundsätzlich die Sorptionskältemaschine, den Rückkühler, Pumpen-Set, Mischventile und den Systemregler. Es werden für die Cooling Kits sowohl Adsorptionskältemaschinen (chillii® ISC7, STC8, ISC10, STC15) wie auch Absorptionskältemaschinen (chillii® PSC12, ESC15, WFC18, ESC30) verwendet [Jakob, 2008].

Beispielhaft ist in **Abbildung 4** ein chillii® Cooling Kit PSC12 (Ammoniak/Wasser Absorber) bzw. chillii® Cooling Kit ISC10 (Wasser/Zeolith Adsorber) abgebildet, welche optional noch durch Solar-, Kältespeicher-, Kälteverteilungspakete, etc. ergänzt werden können. Die chillii® Cooling Kits eignen sich je nach Sorptionstechnologie für verschiedene Applikationen wie Wohngebäude, Bürogebäude, Hotels, Verwaltungsgebäude, Kreditinstitute und Bäckereien oder auch Prozesskühlung z. B. Milch- oder Weinkühlung.

Die Systemkosten für Solar Cooling Kits im Leistungsbereich von 7,5 bis 35 kW Kälte liegen ohne Installation derzeit zwischen 5.100 EUR/kW und 3.200 EUR/kW. Die spezifische Kollektorfläche der chillii® Solar Cooling Kits liegt bei 4,5 m²/kW Kälte.

5. Zusammenfassung

Mit dem chillii® System Controller wurde ein Systemregler entwickelt, der im Zusammenhang mit einer optimierten Hydraulik der chillii® Cooling Kits zu einer deutlichen Verbesserung der Gesamteffizienz von Solar Cooling Systemen beiträgt. Somit kann eine deutliche Senkung der Betriebskosten und ein hoher solarer Deckungsgrad (möglichst größer 70%) erzielt werden. Während des Feldtests des Systemreglers u.a bei dem chillii® Solar Cooling und Heating System der Hightex GmbH wurden die neuen Regelungsalgorithmen umfangreichen Tests unterzogen. Der Systemregler wurde von den Prototypen im Jahr 2007 erfolgreich in die Vorserie 2008/2009 bzw. Serie in 2009 überführt.

Referenzen

- Jakob, U. (2008). „Solare Klimatisierung und Kälteerzeugung aus Sicht eines Systemanbieters“. Tagungsband DBU Workshop Kälte aus Wärme, Zentrum für Umweltkommunikation der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück, 02.-03.12.2008.

Zuwachs im internationalen Experten-Team von Solem Consulting



Dr. Paul Kohlenbach (links) und Dr. Uli Jakob (rechts) von Solem Consulting

Im Juli 2009 hat sich mit Dr. Uli Jakob ein weiterer Experte dem internationalen Team von Solem Consulting angeschlossen. Dr. Jakob, ein international anerkannter Experte für solares Kühlen, führt die Geschäfte im kürzlich eröffneten Europa-Büro in Stuttgart.

Solem Consulting ist ein internationales Expertenkonsortium mit Kernkompetenzen in den Bereichen solares Kühlen, solarthermische Prozesswärme und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK). Gegründet wurde Solem 2008 von Dr. Paul

Kohlenbach in Australien. Zusammen vereinen Dr. Jakob und Dr. Kohlenbach mehr als 18 Jahre internationale Erfahrung in Theorie, Wissenschaft und Praxis. Solem Consulting bietet vielfältige Beratungsdienstleistungen an, von kompletter technischer Systemauslegung inklusive Simulationen über Wirtschaftlichkeits- und Marktanalysen bis zu Seminaren und Workshops. Unternehmenssitze sind Stuttgart/Deutschland und Sydney/Australien. Weitere Informationen unter www.solem-consulting.com