

Automation regenerativer Wärme- und Kälteversorgungssysteme für Gebäude



Prof. Elmar Bollin, Leiter der Forschungsgruppe NET Nachhaltige Energiesysteme an der Hochschule Offenburg

Die Zukunft der globalen Wärme- und Kälteversorgung lässt sich heute nicht mehr ohne einen wesentlichen Beitrag erneuerbarer Energiequellen denken. In Deutschland wird im Neubaubereich in den nächsten Jahrzehnten das Solaraktiv-Haus, mit solaren Deckungsanteilen bei der Wärmeversorgung von über 60%, Einzug halten. Wärmepumpensysteme zur Ausnutzung von Abwärme, Geothermie und Umgebungs-

wärme werden die solarthermischen Systeme ergänzen und zusätzliche Kühloptionen für den Sommer anbieten. Thermische Kühlsysteme auf Basis der Ad- und Absorptionstechnik ermöglichen die Nutzung von Solarwärme oder Abwärme aus BHKW als Antriebsenergie auf niedrigem Temperaturniveau und stellen so eine willkommene Alternative zur energieaufwändigen Kompressionskältetechnik dar. Thermisch aktivierte Gebäude sind in der Lage je nach Bedarf Wärme und Kälte zu speichern und bieten einen gleichmäßigen Raumkomfort bei minimalem Energieeinsatz.

Durch die Einbindung regenerativer Energiequellen in die Wärme- und Kälteversorgung von Gebäude nimmt der Komplexitätsgrad dieser Systeme zu. Aus systemischer Sicht sind hier weit reichende Anpassungen im Bereich des Energiemanagements, der Anlagenhydraulik und der Gebäudeautomation erforderlich. Die Bereitstellung von Energie aus erneuerbaren En-

ergiequellen erfordert zusätzliche Systemkomponenten und eine sorgfältige Abstimmung mit den in der Regel vorhandenen konventionellen Wärme- und Kälteerzeugern.

Dabei ist es das ausgewiesene Ziel dieser energetischen Verbundsysteme möglichst wenig fossile Energieträger zum Einsatz zu bringen und damit im Betrieb möglichst wenig CO₂ zu emittieren. Zugleich müssen die im Vergleich zur konventionellen Wärme- und Kälteversorgung erhöhten Investitionskosten durch Energieeinsparungen im Betrieb erwirtschaftet werden. Dies erfordert neben einer optimalen Anlagenplanung, in der Regel auf Basis dynamischer Anlagen- und Gebäudesimulation, eine funktionale Gebäudeautomation, die sämtliche Systemkomponenten einbindet und über erweiterte Werkzeuge verfügt, um den Anlagenbetrieb zu überwachen, zu bewerten und entsprechend optimal zu führen.

Bei der energetischen Optimierung des Anlagenbetriebs im Sinne eines nachhaltigen

Betreibens mit minimiertem Einsatz fossiler Energieträger ermöglicht die Gebäudeautomation einen zentralen Zugang zum Gebäudebetrieb und dessen Überwachung, Steuerung und Regelung. Die Gebäudeautomation ist somit ein Schlüssel zu einem nachhaltigen Gebäudebetrieb. Für eine umfassende Nutzung der Gebäudeautomation ist es zunächst entscheidend, dass die Gebäudeautomation entsprechend der VDI 3814 detailliert dokumentiert und die Steuer- und Regelalgorithmen offen gelegt sind. Siehe hierzu Bild 3 und 4.

Heute ist die kommunikative digitale Steuerungs- und Regelungstechnik auf Basis der DDC-Technik Stand der Technik im Bereich der kommerziellen Gebäude und als Hausautomation auch in vielen Wohngebäuden vorhanden. Hochentwickelte Bussysteme verbunden mit offenen Kommunikationsprotokollen ermöglichen die Vernetzung sämtlicher Systemkomponenten der Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden.



Bild 1: Ansicht Kollektorfeld mit Flachkollektoren einer Großanlage zur solaren Nahwärmeversorgung in Holzgerlingen.



Bild 2: Ansicht Kollektorfeld mit Vakuumröhrenkollektoren einer Großanlage zur solaren Beheizung in -kühlung eines Bürogebäudes in Ostfildern.

Datenserver und komfortable Schnittstellen zu Internet und übergeordneten Managementsystemen ermöglichen eine flexible und dynamische Datenauswertung und Visualisierung. Im Rahmen einer Remote Control Option können heute fortschrittliche Betreiberwerkzeuge wie Wetterprognosen und modellbasierte Simulationen für die Erweiterung von Steuer- und Regelalgorithmen genutzt werden.

Im Rahmen eines neuen Lehrbuches mit dem Titel „Automation regenerativer Wärme- und Kälteversorgungssysteme von Gebäuden“, das im Mai 2009 im Verlag Vieweg und Teubner auf den Markt kommt, hat der Arbeitskreis der Professoren für Regelungstechnik an den Fachhochschulen mit dem Herausgeber Elmar Bollin die Besonderheiten der Nutzung regenerativer Energiequellen für die Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden umfassend dargelegt. Neben solarthermischen Heizsystemen werden Wärmepumpen-

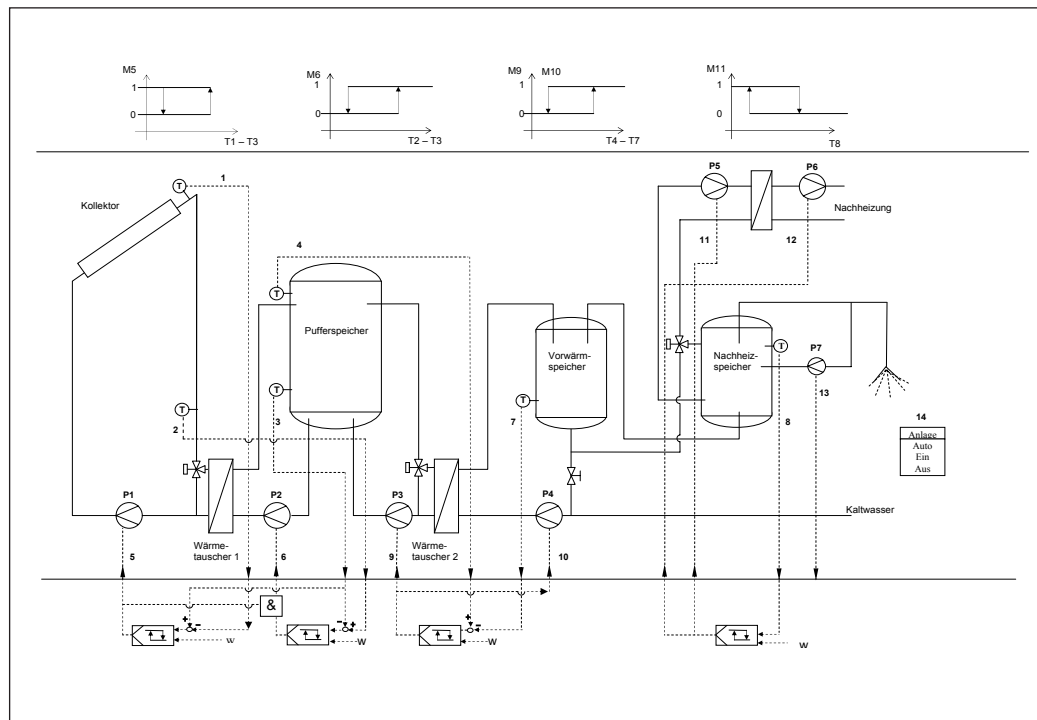


Bild 3: Automationsschema zur solaren Trinkwassererwärmung mit Zusatzheizung für eine Einfamilienhaus. Als Einschaltkriterium für den Kollektorkreis wird die Absorbtemperatur verwendet. Die Warmwasser-Zirkulation wird über eine Zeitschaltuhr gesteuert.

systeme für die Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energiequellen behandelt und die solaren Systeme zur Gebäudekühlung vorgestellt.

Dabei kommt es den Autoren vor allem auf die Darstellung des dynamischen Verhaltens der regenerativen Energiesysteme und deren Komponenten an. Wärmespeicher, die in regenerativen Energiesystemen vor allem dem Ausgleich

zwischen variablem Energieangebot und Energiebedarf dienen, werden als wesentliche Systemkomponente behandelt. Ferner wird im neuen Lehrbuch des Arbeitskreises der Beschreibung des thermischen Verhaltens des

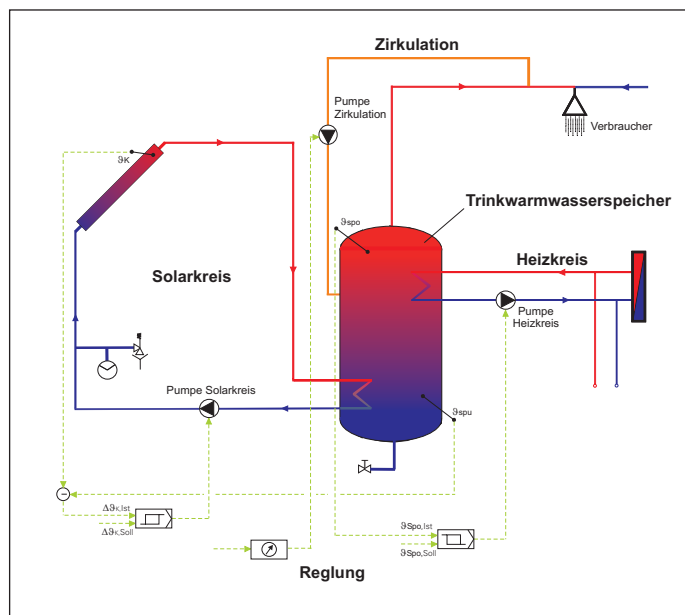


Bild 4: Automationsschema zur solaren Trinkwassererwärmung mit Zusatzheizung für eine Einfamilienhaus. Als Einschaltkriterium für den Kollektorkreis wird die Absorbtemperatur verwendet. Die Warmwasser-Zirkulation wird über eine Zeitschaltuhr gesteuert.

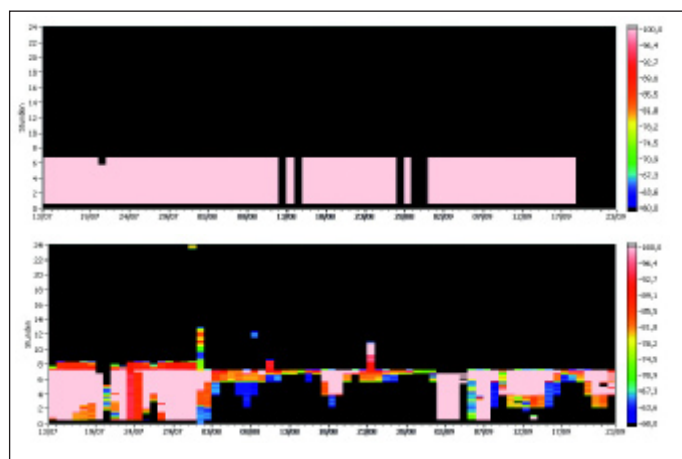


Bild 5: Verlauf der nächtlichen freien Kühlung im sic in Freiburg im Zeitraum 13.7.2007 bis 23.09.2007. Dargestellt sind die Lüftungsintensität in der Vergleichszone (oben) und in der Versuchszone. Rot und rosa bedeutet hohe Lüftungsintensität, blau und schwarz geringe oder keine Lüftungsintensität. Deutlich ist die fein differenzierte Ansteuerung der Nachlüftung in der Versuchszone zu erkennen.

Raumes breiten Raum geben. Denn schließlich ist das Verständnis der Dynamik des Raumes der Zugang zu einem behaglichen Raumklima bei minimalem Heizenergieeinsatz.

Im Forschungsbereich Nachhaltige Energietechnik NET wird an der Hochschule Offenburg seit über zehn Jahren an neuen Werkzeugen für den optimalen Betrieb erneuerbarer Energiesysteme im Bereich Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden gearbeitet. Im Fokus stehen sowohl Methoden und Techniken für das energetische Anlagen- und Gebäudemonitoring als auch die erweiterte Nutzung der Gebäudeautomation für die Optimierung des Energiemanagements von Gebäuden und regenerativen Energieversorgungssystemen.

Monitoring und Optimierung von Solarthermischen Großanlagen:

Im Rahmen der Forschungsvorhaben Solarthermie2000 und Solarthermie2000plus begleitet die Hochschule Of-

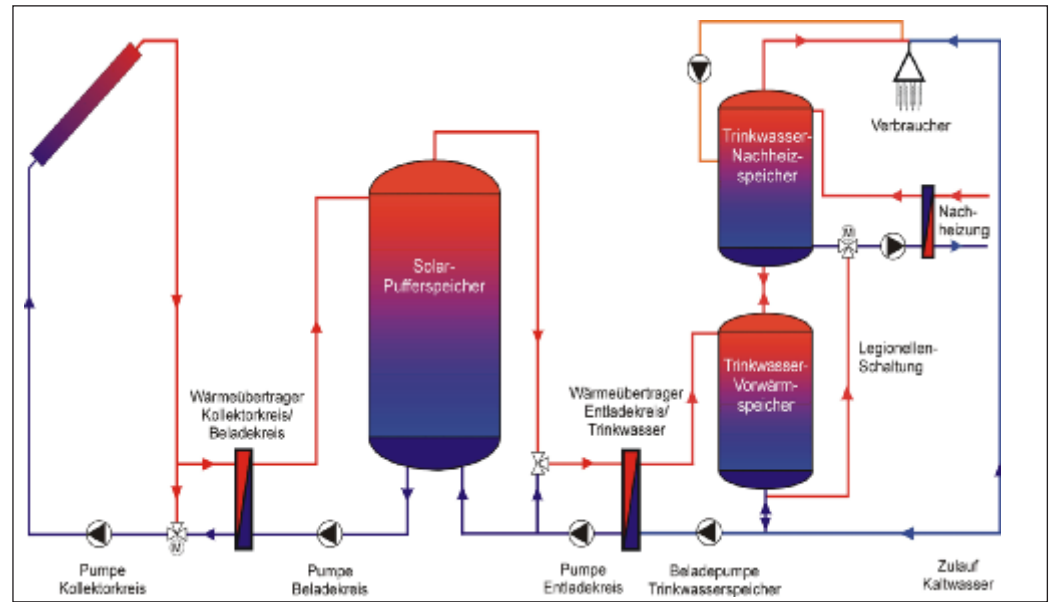


Bild 6: Anlagenschema einer Großanlage zur solaren Trinkwassererwärmung mit Vorwärmespeicher mit Frostschutzschaltung und Legionellenschaltung.

fenburg im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit seit 1999 die systemtechnische Einbindung von solarthermischen Anlagen in die Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden (siehe auch www.fh-offenburg.de/mv/st2000). Nach einer detaillierten Analyse der jeweiligen

Bedarfssituation werden unter Einbeziehung dynamischer Anlagensimulation die Anlagenkomponenten dimensioniert und die Steuer und Regelstrategien festgelegt. Siehe hierzu Bild 6.

Mittels einer aufwändigen Messtechnik lassen sich der Anlagenbetrieb sowie das jeweilige Energieangebot und

der Bedarf im Detail über Jahre hinweg analysieren. Auf Basis von Messdaten, die bei Bedarf im Minutenrhythmus erfasst werden, können der Anlagenbetrieb kontinuierlich evaluiert und mit Kennwerten ähnlicher Systeme bzw. Simulationsrechnungen verglichen werden. So können fehlerhafte Betriebszustän-

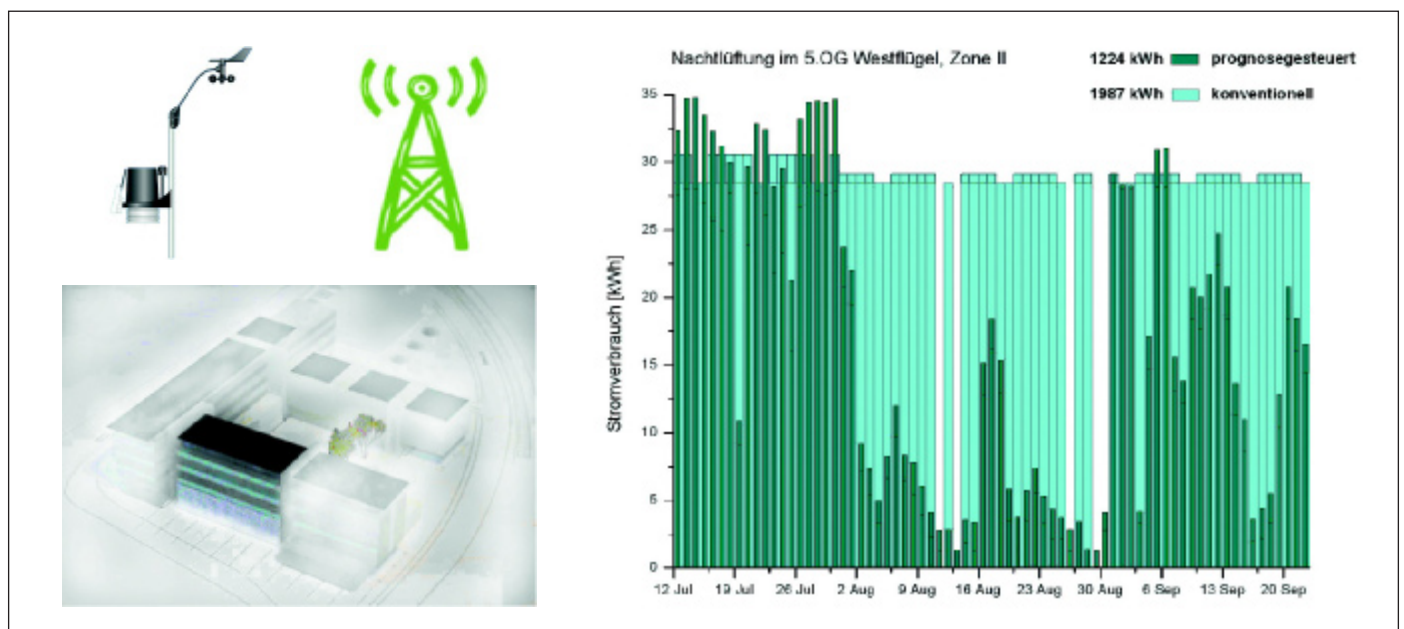


Bild 7: Ergebnis der auf Wetterprognosen gestützten nächtlichen, freien Kühlung im sic in Freiburg. Prognosegesteuert konnten 38% an elektrischer Antriebsenergie des Ventilators eingespart werden. In Zukunft kann die Prognose über Langwellenfunksignal direkt an die Gebäudeautomation erfolgen.

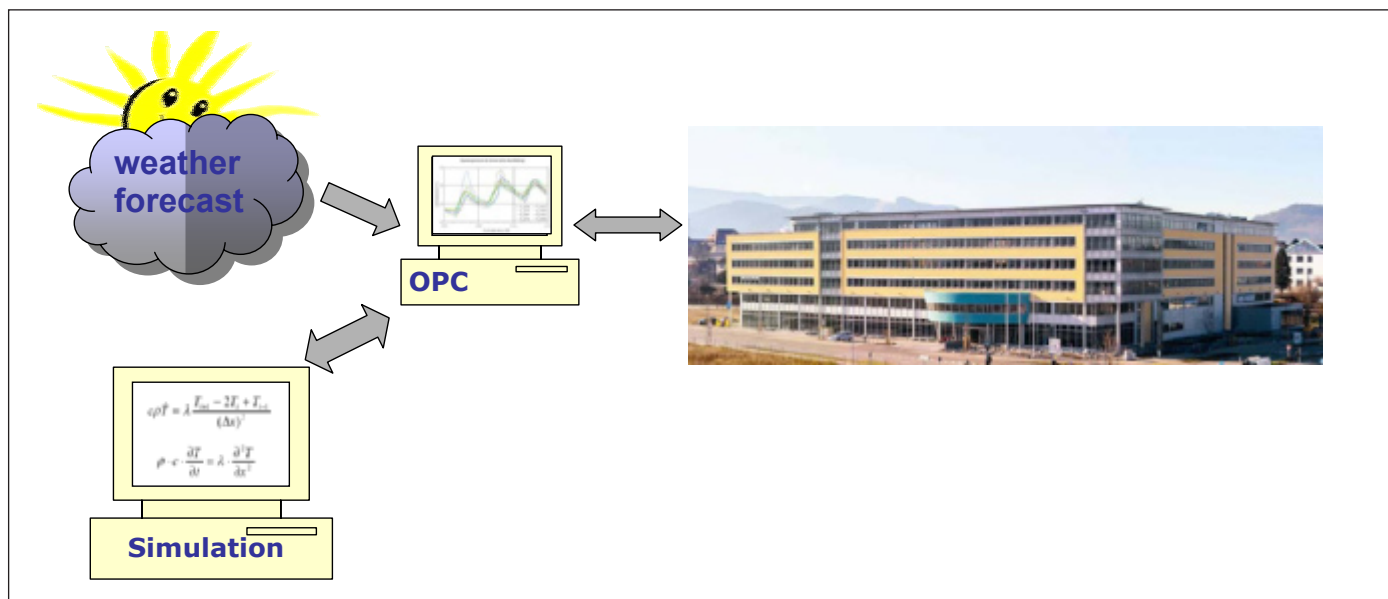


Bild 8: Erweiterte Gebäudeautomation mit Einbindung von aktuellen Wetterprognosen und Unterstützung durch modellbasierte dynamische Simulationsrechnungen am Beispiel des sic Freiburg.

de rechtzeitig erkannt und Optimierungsmaßnahmen zeitnah eingeleitet werden. Damit ist es möglich eine Ertrags- und Funktionskontrolle zu realisieren um so zur Qualitätssicherung und letztlich zur Wirtschaftlichkeit regenerativer Energiesysteme beizutragen.

Nachhaltiges Betreiben von Gebäuden:

Im Rahmen des Forschungsvorhabens Solarbau:Monitor sic konnten in Deutschland in den letzten Jahren zahlreiche Verwaltungs- und Produktionsgebäude energetisch analysiert und bewertet werden. Seit 2005 begleitet die Hochschule Offenburg im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit den Betrieb des solarinfo-center sic in Freiburg (siehe auch www.archiv.solarbau.de). Mit Hilfe zusätzlicher Messtechnik in Räumen und Energieversorgung konnte auf Basis der vorhandenen Gebäudeautomation ein Gebäudemonitoring realisiert werden. Über eine OPC-Schnittstelle werden sämtliche Betriebsdaten aus der Gebäudeautomation

an die Hochschule übertragen, archiviert und evaluiert (Bild 8).

Mittels der OPC-Schnittstelle ist es ferner möglich, gezielt auf den Gebäudebetrieb einzuwirken um zusätzliche Energieeinsparpotentiale zu realisieren. Durch eine Detailanalyse der Steuer- und Regelstrukturen sowie deren ständige Anpassung an die sich ändernde Gebäudenutzung, konnte der Komfort kontinuierlich verbessert und unnötige Energieverbräuche vermieden werden.

Erweiterte Betreiberwerkzeuge auf Basis der Gebäudeautomation:

Auf Basis der detaillierten Kenntnis des sic Gebäudes und dessen Energieversorgungssystems konnten mit Hilfe einer transparenten und offenen Gebäudeautomation zusätzliche Betreiberwerkzeuge in das Energiemanagement des Gebäudes mit einbezogen werden. So konnte an der Hochschule Offenburg im Rahmen einer Remote Control Strategie eine vorausschauende Anlagensteuerung

unter Einbeziehung von Wetterprognosen für den Standort Freiburg realisiert werden.

Dazu wurde die freie Kühlung einer ausgewählten Zone des sic Freiburg beispielhaft über die OPC-Schnittstelle in Angriff genommen. In Anlehnung an die Methoden der Fuzzy Control konnte so die nächtliche, freie Kühlung dieser Zone besser an die Bedingungen des folgenden Tages angepasst werden. Ergebnis des Versuches war eine Verbesserung des Raumkomforts und ein um 40% reduzierter Energieverbrauch bei der freien Kühlung im Vergleich zu den benachbarten Zonen (Bild 5 und 7).

Ein weiteres großes Einsatzgebiet für die vorausschauende, prediktive Gebäudeautomation ergibt sich aus Sicht der Offenburger Forscher bei der thermischen Bauteilaktivierung. Geplant ist mit Hilfe von individuellen und auf die jeweilige geographische Lage abgestimmten Wetterprognosen, die per Langwellen Funk-signal von der Gebäudeautomation empfangen werden

können, das Gebäude und seine thermische Masse auf die jeweiligen klimatischen Gegebenheiten und Komfortansprüche vorausschauend einzustellen. ◀

Internetlinks:

www.fh-offenburg.de/mv/st2000.
www.archiv.solarbau.de

Literaturhinweis:

Elmar Bollin (Hrsg.)
 „Automation regenerativer Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden“.
 Verlag Vieweg und Teubner, ab Mai 2009 im Handel.