

**Autor**

Dipl.-Ing. Markus Werner,  
Dr. Stefan Hardt  
MeteoViva GmbH,  
Aachen

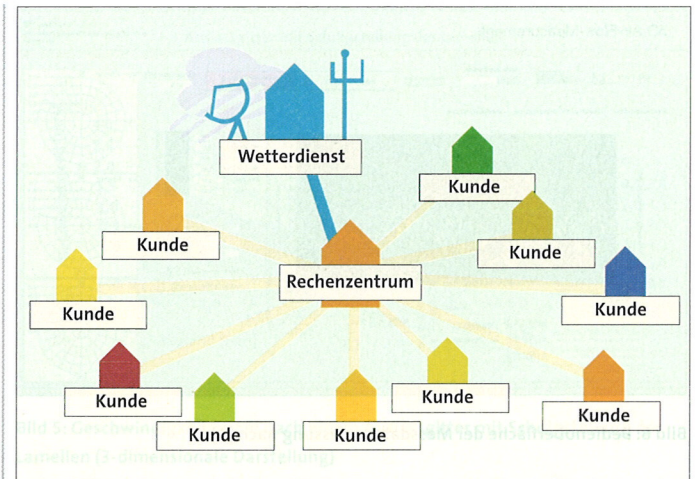


Bild 1: In einem Rechenzentrum wird die optimale Betriebsweise beliebig vieler Objekte berechnet und via Internet, ISDN oder GSM an die Objekte übertragen

## Betriebsoptimierung mit Wettervorhersage-Steuerung

Das Wetter ist die Ursache Nummer eins dafür, dass Gebäude oder Industrieprozesse künstlich beheizt oder gekühlt werden müssen. In Zeiten steigender Energiepreise sind mehr denn je Technologien gefragt, welche die Kosten für thermische und elektrische Energie minimieren und den thermischen Komfort im Gebäude maximieren. Die Wettervorhersage-Steuerung erlaubt einen bedarfsgerechten, kosteneffizienten Betrieb wetterabhängiger Energieanlagen.

### Klassisches Regelungskonzept

Eine konventionelle Regelungstechnik arbeitet mit fest eingestellten Zeiten (z. B. für Tag-Nacht-Absenkung) und fest eingestellten Kennlinien (z. B. Heizkennlinie in Kopplung mit Außentemperaturfühler). Die Starrheit dieses Konzeptes hat zum Nachteil, dass bei Wetterwechseln von Hand nachjustiert werden muss.

Um Klagen der Nutzer aus dem Weg zu gehen, wird dies in der Regel vom Hausmeister „gelöst“, indem er die Betriebszeiten und Kennlinien so großzügig eingestellt, dass der „worst case“ (z. B. kältester Tag im Jahr) von der Heiz- oder Kühltechnik noch sicher abgefangen wird. Die Folge ist, dass an allen übrigen Tagen, nämlich die Mehrzahl der Tage mit milderem und weniger dynamischem Wetter die Heizung

„stur“ zu einer festen Uhrzeit anspringt und trotz Außentemperaturführung mit überhöhter Vorlauftemperatur fährt, obwohl die Wetterlage es gar nicht verlangt.

Auch wird grundsätzlich nicht der Fall berücksichtigt, dass in den Stunden nach einer Nachtabsenkung solare Gewinne je nach Himmelsorientierung und Anteil der Glasflächen an der Fassade einen großen Anteil der Beheizung übernehmen können, d.h. möglicherweise die Heizung morgens gar nicht erst hochgefahren werden muss. Dies trifft insbesondere für moderne, transparent gestaltete Gebäude mit guter Wärmedämmung zu.

### Phasenverschiebung

Sowohl Wetter wie Nutzung sind zeitlich mitunter sehr dynamisch: Beim Wetter variiert die Außentemperatur, Sonneneinstrahlung oder Windgeschwindigkeit; die Nutzung des Gebäudes variiert nach Belegungszeiten, die von einem Tag/Nacht- oder Werktag/Wochenende-Rhythmus geprägt sind. Des Weiteren macht sich in massiven Gebäuden aufgrund der Wärmespeichermasse der Wände und Geschossdecken eine Veränderung der Außentemperatur erst Stunden, je nach Dämmstandard, Wärmetauscherart (Radiatoren, Betonkernaktivierung) und Lüftungsgewohnheiten der Nutzer sogar erst nach mehreren Tagen im Innenraum bemerkbar.

Zwischen Wetteränderung außen und dem daraus resultierenden Wärmebedarf zur Einhaltung einer gewünschten Temperatur des

### Das Unternehmen

Kernkompetenz des Unternehmens MeteoViva GmbH ([www.meteoviva.de](http://www.meteoviva.de)) ist die Optimierung gekoppelter Energiesysteme im Bauwesen. Ein Schwerpunkt bei den Aufgabenstellungen ist es, Anforderungen an Wohlbefinden und Gesundheit des Menschen mit einem ökonomischen und ökologischen Betrieb eines Gebäudes zu verknüpfen. Die MeteoViva GmbH leistet wesentliche Beiträge in der Konzeptions- und Planungsphase als auch dem dauerhaften Betrieb von Gebäuden. Im Jahr 2001 mit Dienstleistungen unter Einsatz des Analyse- und Simulationswerkzeugs „La-casa“ auf den Markt gegangen, bietet das Unternehmen seit November 2006 die dynamische Wettervorhersage-Steuerung an.

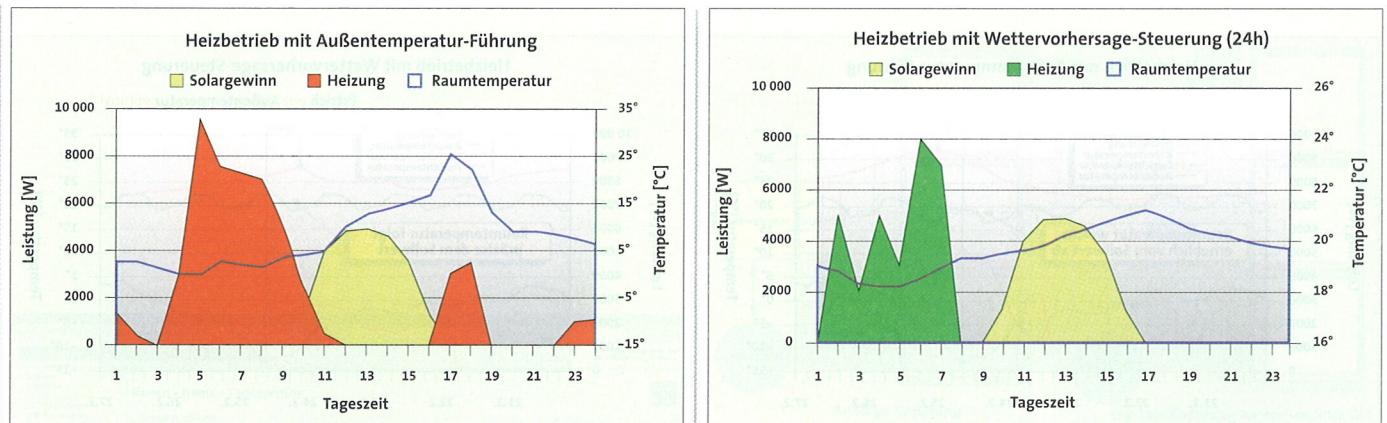


Bild 2: Vergleich der Regelungskonzepte – durch vorausschauende Betriebsweise wird die Temperaturdynamik im Raum reduziert; Solarwärme wird optimal in die Energiebilanz des Gebäudes einbezogen (hier: Beispiel einer Fußbodenheizung)

Gebäudeinneren tritt also eine nicht unerhebliche zeitliche Phasenverschiebung auf. Eine konventionelle, Außentemperatur geführte Heizungsregelung fordert jedoch Wärme für das Gebäudeinnere so an, als gäbe es die Phasenverschiebung gar nicht. Bei Gebäuden mit diesem weit verbreiteten Regelungskonzept sind also tatsächlicher Wärmebedarf und Wärmezufuhr prinzipiell niemals deckungsgleich. Das bedeutet:

- Komfortminderung durch Überheizung oder Unterkühlung,
- unzufriedene Gebäudenutzer,
- erhöhter Energieverbrauch,
- überdimensionierte Anschlussleistungen.

### Konzept Wettervorhersage-Steuerung (WVS)

Die MeteoViva GmbH hat ein Verfahren entwickelt, welches auf einer vorausschauenden Wärme- bzw. Kältezufuhr basiert, also Wärme nicht klassisch auf Vorrat, sondern Wärme nach Bedarf in die Räume bringt. „Wärme nach Bedarf“ bedeutet, dass der Kessel, die Kältemaschine oder der Heizkreismischer nur soviel Wärme freigeben darf, wie in der daran angeschlossene Zone bei geplanter Nutzung für die Einhaltung des Wunschklimas voraussichtlich benötigt wird. In der Konsequenz dessen werden alle thermodynamisch das Raumklima beeinflussenden Faktoren in der Energiebilanz des Gebäudes voll berücksichtigt.

Die vorausschauende Betriebsweise erlaubt einen sanfteren Betrieb der Technik (weniger Takten) und damit eine Erhöhung der Lebensdauer der Anlagen. Die erforderliche Anschlussleistung, der Energiebedarf und der regelungstechnische Aufwand vor Ort werden auf ein Minimum reduziert.

Durch die tägliche Betriebsoptimierung der gebäudetechnischen Anlagen wird je nach Bauphysik, Fensterflächen und Gebäudetechnik ein Energiekosten-Einsparpotential von 10 bis 35 % erschlossen. Darin eingeschlossen sind die ebenfalls betriebsoptimierten Hilfsaggregate wie Zirkulationspumpen, die je nach Optimierungsergebnis zeitweise ganz abgeschaltet werden.

Über Kalender-Zeitprofile („Zonenkalender“) werden die Belegung des Gebäudes (interne Lasten wie Menschen und elektrische Geräte) und die Verfügbarkeit der Wärmequelle (z. B. Wärmepumpe mit Tag-Nacht-Tarif) definiert. Mittels eines mathematischen Rechenmodells wird das physikalische thermodynamische Verhalten des realen Gebäudes inklusive seiner Anlagentechnik (Heizung, Lüftung etc.) mathematisch exakt beschrieben. Das Rechenmodell ist zentraler Bestandteil eines rechnergestützten Optimierungsverfahrens, das auf Basis von Wettervorhersagedaten und der vom Nutzer vorgegebenen Zeitprofile optimale Steuerwerte für den Betrieb der Anlagentechnik im Gebäude ermittelt.

„Optimal“ bedeutet dabei, dass nur soviel Wärme oder Kälte von der WVS freigegeben wird, wie das Gebäudeinnere tatsächlich unter dem Einfluss von Wetter und Nutzung des Gebäudes braucht.

### Realisierung der Wettervorhersage-Steuerung (WVS)

Das Rechenmodell wird mit dem eigens entwickelten Simulationstool „Lacasa“ für jedes Gebäude individuell erstellt. Das einmal erstellte Rechenmodell ist sowohl für die Projektierung und dynamische Simulation in der Planungsphase als auch in der WVS-Implementierung identisch. Das hat den großen Vorteil, dass der Schritt von der Planung in den Betrieb ohne die sonst üblichen fehlerhaften Parametrierungen und

Reibungsverluste zwischen den Gewerken stattfindet, d.h. falsch parametrisierte Regelkreise und dadurch bedingte erhöhte Betriebskosten gehören bei Einsatz der WVS der Vergangenheit an. Bisherige Ansätze einer WVS scheiterten an den Kosten, da man versuchte mit einer proprietären Lösung die Berechnung der optimalen Steuerstrategie in jedem Gebäude vor Ort zu implementieren. MeteoViva bündelt stattdessen die Rechenleistung in einem Rechenzentrum. Dadurch wird der Aufwand vor Ort auf preiswerte, einfache und vor allem robuste Mess- und Steuerorgane reduziert. Servicekosten für Parameteränderungen vor Ort entfallen. Mit Wettervorhersagedaten von einem professionellen Wetterdienst werden gebäudespezifisch ein- bis zwei-

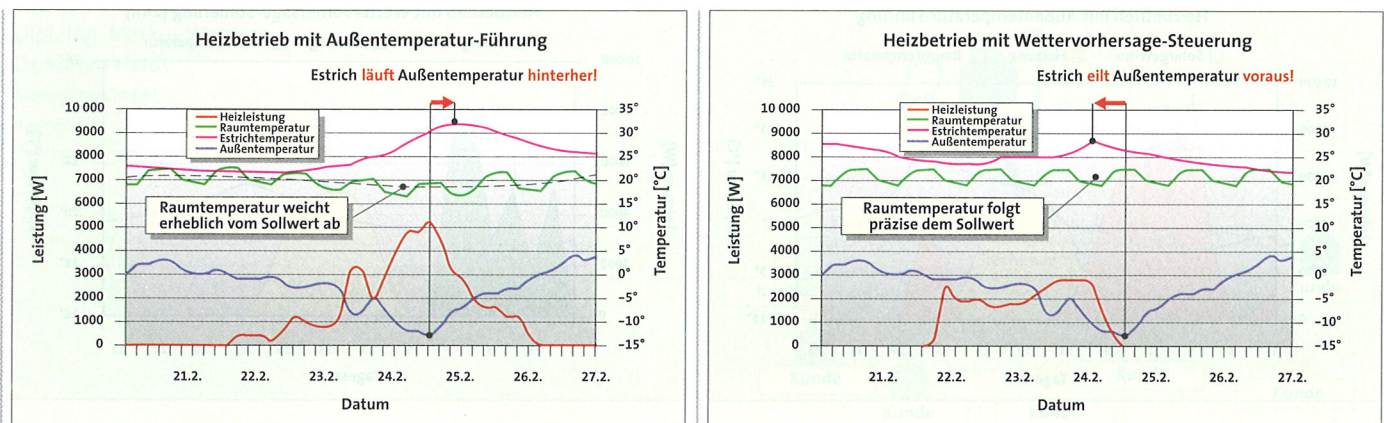


Bild 3: Vergleich der Regelungskonzepte – durch vorausschauende Betriebsweise wird bedarfsgerecht Wärme oder Kälte, in das Gebäude eingekoppelt (hier: Beispiel einer Bauteilaktivierung mit zusätzlichen internen Lasten am Tag)

mal täglich für alle Steuerkreise die optimalen Steuerwerte in 15 min Auflösung für die kommenden 72 h berechnet. Per Modem, GSM oder DSL-Internet erfolgt ein Datenaustausch zwischen Rechenzentrum und dem Kundengebäude. Die Wahl der Übertragungs- und Einkopplungstechnik richtet sich nach der technischen Infrastruktur des Kunden.

Als Koppelgerät vor Ort kann die so genannte MeteoVivaBox mit daran angeschlossenen I/O-Modulen benutzt werden. Sie steuert aktiv die Anlagentechnik mit Hilfe der zuvor vom Rechenzentrum gelieferten und vor Ort gespeicherten optimalen Steuerdaten. Zusätzlich können beliebige Schaltvorgänge ausgelöst werden (z. B. Lüftung, Gartenbeleuchtung, Videoüberwachung u.a.). Des Weiteren zeichnet die MeteoVivaBox Raumtemperaturen, Daten der Wetterstation am Gebäude sowie Zustände der Räume (z. B. Raumtemperatur) und Anlagentechnik (z. B. Vorlauf- und Rücklaufemperatur) auf, um Abweichungen zwischen Prognose und Realität erkennen und an das Rechenzentrum für die nächste Optimierungsrechnung rückkoppeln zu können.

Ist innerhalb des Gebäudes kein Bussystem zur Datenübertragung vorhanden, so kann zur Überbrückung von Entfernungen und Brandschutzzonen auf die PowerLine-Technik zurückgegriffen werden. Diese erlaubt es, Daten über das 230 V-Stromnetz bis zu 200 m weit zu verschicken. Alternativ kann je nach Gebäude auch Funktechnik zum Einsatz kommen. Beide Varianten sparen Verkabelungskosten und sind flexibel. In größeren Objekten wird das Koppelgerät direkt mit einem LON-Bus-System zur Verteilung der Steuerdaten und Aufzeichnung relevanter Messgrößen im Gebäude gekoppelt. Alternativ zum Einsatz der MeteoVivaBox kann eine international genormte OPC-Schnittstelle für die direkte digitale Einkopplung in eine vorhandene Gebäudeleittechnik verwendet werden.

#### Auch für Nichttechniker bedienbar

Der Gebäudebetreiber parametrisiert die WVS denkbar einfach: Von jedem Rechner mit Internetanschluss kann er für sein Gebäude via das Internetportal „Mein MeteoViva“ Zeitprofile für das gewünschte Klima und die voraussichtlichen internen Lasten einzelner Gebäudezonen erstellen und verwalten. Zu Standard-Wochenprofilen zusammengefügt, entlasten sie den Betreiber von zeitraubenden Planungsschritten. Lediglich Abweichungen und Sondernutzungen einzelner Tage sind über Kalenderfunktionen manuell zu definieren.

Daneben zeigt das Portal dem Betreiber anhand von Messwerten und Auswertungen an, ob das Wunschklima eingehalten wurde und wo die Energie in der Anlagentechnik zur Herstellung des Klimas benötigt wurde. So ist eine zeitdynamische und örtliche Zuordnung möglich.

#### Vorteile und Unterschiede zur klassischen Regelungstechnik

Im Vergleich mit einer konventionellen Außentemperatur-Steuerung mit Raumthermostaten weist die Wettervorhersage-Steuerung (WVS) folgende Vorzüge auf:

- Verringerung der Raumtemperaturdynamik, damit Steigerung des Komforts und der Leistungsfähigkeit der in dem Gebäude arbeitenden und lebenden Menschen
- Bedarfsgerechte Betriebsweise der Anlagentechnik, insbesondere tägliche Anpassung des Zeitpunktes des Übergangs von Nachtabsenkung auf Tagbetrieb (und umgekehrt), damit stets exakte Temperierung zu den gewünschten Kernzeiten (d.h. keine „kalten Füße“ am Montagmorgen nach einem Temperatursturz am Wochenende)
- Energieeinsparung 10 bis 35 % durch bedarfsgerechte Betriebsweise der wärmetechnischen Anlagen und elektrischen Hilfsaggregate unter voller Berücksichtigung solarer Gewinne und interner Lasten (diese Einsparung wurde in der Praxis an unterschiedlichen Gebäuden messtechnisch nachgewiesen). Die dazu erforderlichen Betriebskosten belaufen sich je nach Größe und Anzahl von Heiz- und Kühlkreisen auf nur 5 bis 12 % der bisherigen Wärmekosten (Stand Oktober 2006). Diese Relation wird mit steigenden Energiepreisen noch begünstigt.
- Reduzierte Anschlussleistung und damit Minderung von Leistungskosten durch optimierte Betriebsweise. Lastspitzen werden gekappt und „in die Breite gezogen“ (interessant für Fernwärme und Kälte-technik!).
- Erhöhte Lebensdauer der heiz- und kältetechnischen Komponenten, da durch sanftere Betriebsweise der Materialstress der Maschinen und Aggregate reduziert wird. Wartungsintervalle können auf diese Weise gestreckt und damit Wartungskosten gesenkt werden.
- Einheitliche Bedienungsfläche via Internet-Browser für alle möglichen unterschiedlichen, vor Ort an die WVS angeschlossenen Mess-, Steuer- und Regelsysteme. Dies ist von besonderer Bedeutung für das zentrale Gebäudemanagement in einem „Pool“ verschiedener heterogener Gebäude. Die Bedienung beschränkt sich auf Kalender für frei wählbare, gewünschte Raumzonen-Zustände (Temperatur,

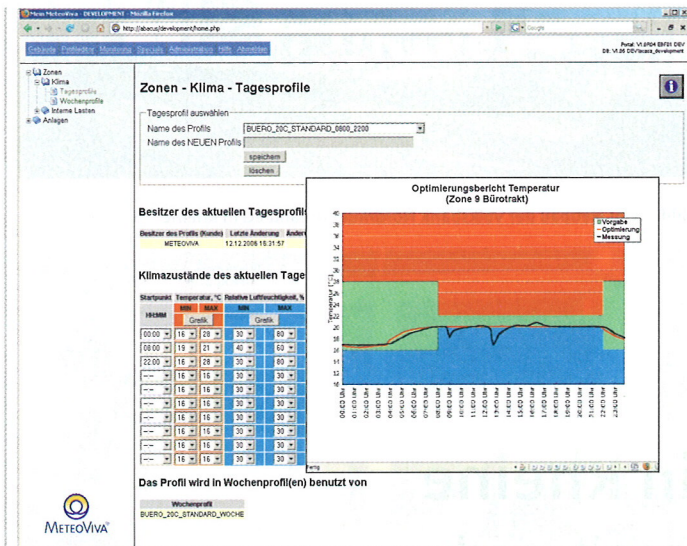


Bild 5: Die WVS ist für die Bedienung von Nichttechnikern konzipiert; eine klar gegliederte Menüstruktur, grafische Bestätigung der Eingabe und eine Online-Hilfe ermöglichen eine leichte Bedienung von jedem Internetrechner aus

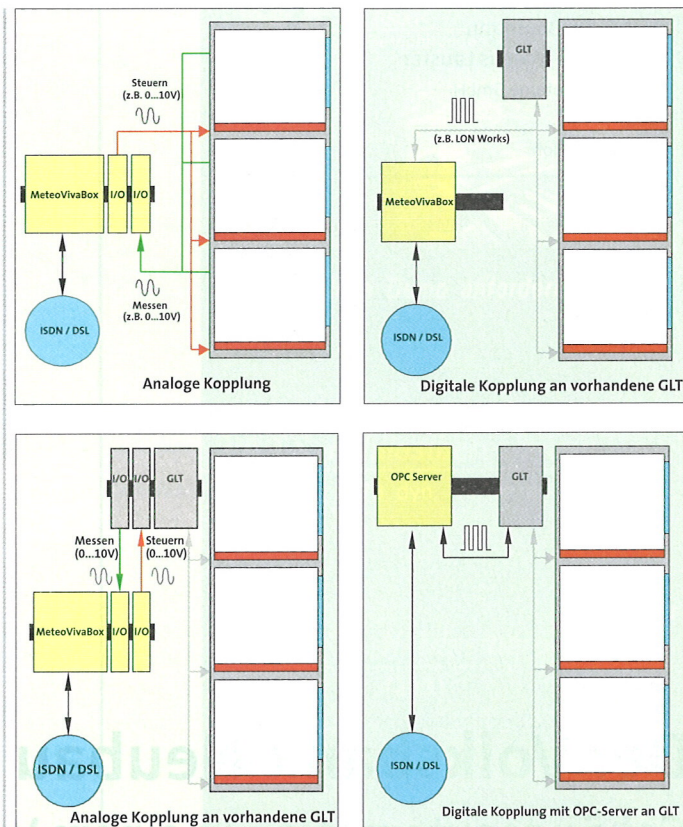


Bild 6: Datenkommunikation – die Art der Ankopplung der WVS richtet sich nach der vorhandenen IT-Infrastruktur; das Konzept der MeteoViva-Wettervorhersage-Steuerung kann mit jeder vorhandenen MSR-Technik kommunizieren

Luftfeuchte etc.) und Schaltvorgänge (Lüftungsgeräte, Gartenbeleuchtung u.a.). Dem Gebäudebetreiber wird nicht mehr das bisher erforderliche Verständnis für technische Kennlinien und MSR-Technik unterschiedlichster Hersteller abverlangt. Diese Informationen werden nur einmal zu Beginn bei der Implementierung der Rechenmodelle durch den Projektgenieur verwertet. Danach adaptiert sich das System mittels Optimierungsverfahren täglich von selbst.

■ Energie- und Comfort-Controlling: Messung der Raumzustände (z. B. Temperatur, Luftqualität), des lokalen Wetters (zur täglichen Korrektur von systematischen Fehlern zwischen Modellrechnung und realem Betrieb), Aufzeichnung von Gas-, Wasser- und Stromzählern, Dokumentation des Betriebes.

■ „Service on demand“: SMS-Alarm auf ein Handy, wenn Grenzwerte überschritten werden und technischer Service erforderlich ist. D.h. bedarfsoptimierte Wartung ersetzt Wartung nach bisher starrem Wartungszeitplan. Das spart Wartungskosten.

■ Hardware-Aufwand für Regelungstechnik vor Ort wird durch Ersatz weiter Teile der Funktionen konventioneller Regelungskonzepte mit Einsatz von Rechenmodellen, Optimierungsverfahren und Störgrößenvorhersage im Rechenzentrum minimiert. Das spart Investitions-, Reparatur- und Wartungskosten.

### Einsatz in der Praxis

Prädestiniert ist die Wettervorhersage-Steuerung für Gebäude mit Fußbodenheizung oder mit wassergeführten Rohrsystemen im Beton zum Heizen oder Kühlen über thermisch aktivierte Geschossdecken. Die WVS bietet aber auch in Massivbauten mit großer thermischer Speichermasse und Radiatorenheizung (z. B. Behörden und Gerichtsgebäude) deutliche Komfort- und Betriebskostenvorteile. Für Frei- und Hallenbäder ist das System besonders attraktiv.

**profil**

Die Versandbuchhandlung  
im Bauverlag

Unverzichtbare Fachliteratur rund um das Thema „Bauen“  
finden Sie in unserem Buch-Shop

[www.profil-medien.de](http://www.profil-medien.de)