



## Wenn Wetterprognosen die Heizung steuern

Betriebsoptimierung von Verwaltungsgebäuden mit Wettervorhersage-Steuerung



*Mit dem Ziel, optimales Raumklima zu erzielen und Betriebskosten dauerhaft zu senken, wird seit Ende 2007 in 3 Verwaltungsgebäuden des Landes Nordrhein-Westfalen die Leistungsfähigkeit einer so genannten „Betriebsoptimierung mit Wettervorhersage-Steuerung“ erprobt. Auf Grundlage eines thermodynamischen Rechenmodells und lokaler Wetterprognosedaten wird der Betrieb der Heizungsanlagen optimiert. Ergebnis: Spürbarer Komfortgewinn bei gleichzeitiger Einsparung von Heizenergie.*

Massive Gebäude speichern Wärme in Wänden, Geschossdecken und Inventar. Eine Veränderung der Außentemperatur macht sich – je nach Dämmstandard, Wärmetauscherart (Radiatoren, Betonkernaktivierung, RLT-Anlage) und Lüftungsgewohnheiten der Nutzer – oft erst nach Stunden, mitunter sogar erst nach Tagen im Innenraum bemerkbar. Zwischen einer Wetteränderung und dem daraus resultierenden Wärmebedarf im Gebäudeinneren tritt eine zeitliche Phasenverschiebung auf. Diese kann zu erhöhtem Energieverbrauch und zu Komfortminderung durch Überheizung führen.

Konventionelle Regelungstechnik arbeitet mit fest eingestellten Zeiten (z. B. Tag-Nacht-Absenkung) und starren Heizkennlinien in Kopplung mit einem Außentemperaturfühler. Dies ist technisch einfach, hat aber den Nachteil, dass bei auftretenden Wetterwechseln von Hand nachjustiert werden muss. Viele kennen das Problem von der Fußbodenheizung. In der Übergangszeit stellt der Nutzer hilflos an der Heizungstechnik herum. Mal ist es zu warm, mal zu kalt. Um Beschwerden aus dem Weg zu gehen, wird das Problem oft so „gelöst“, dass die Betriebszeiten und Kennlinien

---

Dieses Forschungsprojekt wird gefördert vom:

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

---

so großzügig eingestellt werden, dass auch der kälteste Tag im Jahr von der Heiztechnik noch sicher abgefangen wird. Die Folge: An den meisten Tagen mit mildem Wetter springt die Heizung „stur“ zu einer festen Uhrzeit viel zu früh an und läuft trotz Außentemperatur-Führung mit überhöhter Vorlauftemperatur. Und solare Gewinne, die je nach Gebäudeorientierung und Anteil der Glasflächen von großem Einfluss auf das Innenraumklima sein können, werden gar nicht berücksichtigt.

Heizkörper sind meistens unter Fenstern montiert. Nutzer bedingte Dauerlüftung „auf Kipp“ führt dazu, dass der – gesetzlich vorgeschriebene – Thermostatkopf auf dem Heizkörperventil wegen herabfallender kalter Luft öffnet und die maximale, vom Heizkessel freigegebene Leistung anfordert. Über dem Heizkörper steigt warme Luft auf, die deutlich über dem Raumtemperaturniveau liegt und direkt durch das Fenster nach draußen entweicht. Der Heizkörper gibt deutlich mehr Wärme ab, als der Raum bei korrektem Lüftungsverhalten (Stoßlüftung statt Dauerlüftung) benötigen würde. Gesucht ist deshalb eine Lösung für die Wärmezufuhr, die nicht klassisch auf Vorrat agiert, sondern die Wärme exakt nach dem bauphysikalischen und nutzungsbedingten Bedarf in die Räume bringt.

### Rechenmodell liefert exakt nach Bedarf

Der Grundgedanke der Steuerung ergibt sich aus dem Umstand, dass die Heizung im Gebäudeinneren heute vorwiegend auf Basis einer Außentemperaturmessung an der Fassade gesteuert wird. Doch was dort gemessen wird, gibt nicht präzise wieder, was im Gebäudeinneren auch tatsächlich an Wärme benötigt wird. Notwendig ist es deshalb, den Wärmebedarf innerhalb des Gebäudes und daraus die optimalen Vorlauftemperaturen der Heizungsanlage zu ermitteln.

In 3 Verwaltungsgebäuden des Bau- und Liegenschaftsbetriebes Nordrhein-Westfalen (BLB NRW) ist eine Wettervorhersage-Steuerung (WVS) im Einsatz, die ein Rechenmodell, ein mathematisches Optimierungsverfahren und Daten bekannter Wetterdienste der nächstgelegenen Wetterstation nutzt. Das Rechenmodell berücksichtigt Informationen zu Nutzungsart, Bauphysik, zum Lüftungsverhalten und zur Wunschtemperatur der Bewohner. Erst durch eine mathematische Beschreibung der Realität in einem Rechenmodell ist man überhaupt in der Lage, eine kontinuierliche Optimierung der Betriebsweise technischer Gebäudeausstattung durchzuführen. Alle sechs Stunden werden so per Simulation die optimalen Vorlauftemperaturen für die kommenden drei Tage vorausgerechnet und per GSM, ISDN- oder DSL-Anschluss an ein einfaches Steuermodul (die sogenannte „MeteoVivaBox“) der Heizungsanlage gesandt.

### Trendsetter mit anfänglichem Akzeptanzproblem

Der 2005 fertig gestellte Neubau des Landesbetriebes Straßen in Gelsenkirchen wird mit Fernwärme versorgt, die über 2 Heizkreise mit Radiatoren auf 13.340 m<sup>2</sup> BGF verteilt wird. Das Gebäude weist vergleichsweise niedrige Wärmekosten auf. Ende 2008 wurde es als erstes Objekt mit der WVS inkl. Messtechnik ausgestattet. Nach anfänglichen Hardware-Problemen konnten im Dezember 2009 Mängel im Optimierungsverfahren erfolgreich behoben werden, so dass die Heizungsanlage seit April 2010 zur Zufriedenheit der Belegschaft gesteuert wird.

In dieser Phase wurde eine für die Akzeptanz entscheidende Feststellung gemacht: Die WVS fuhr bei Erreichen der Raumtemperatur zwar ordnungsgemäß die Heizleis-

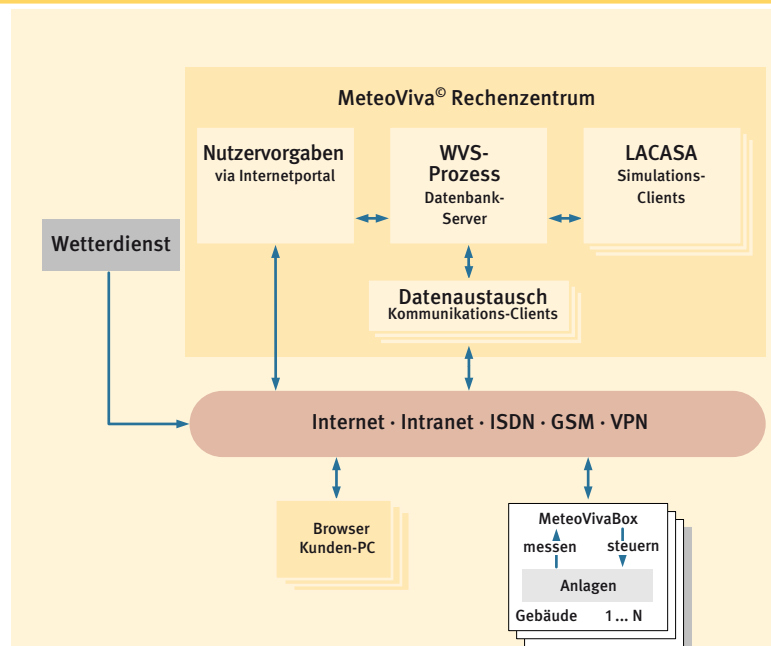


Abb. 1 Konzept des Zusammenspiels von Rechenzentrum und verteilten Liegenschaften. Quelle: MeteoViva

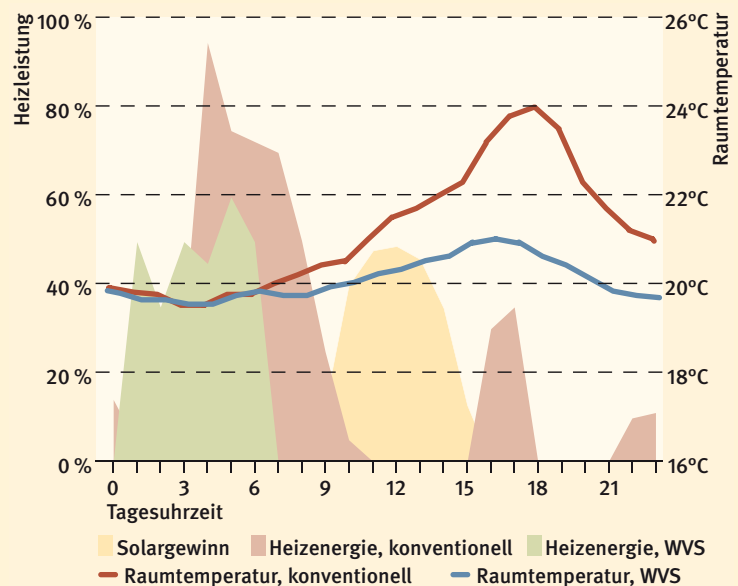


Abb. 2 Prinzipieller Unterschied zwischen Heizbetrieb mit Außentemperaturführung und Heizbetrieb mit WVS an einem sonnigen Tag (24 h). Durch vorausschauende Betriebsweise wird die Temperaturdynamik im Raum reduziert; Solarwärme wird in die Energiebilanz des Gebäudes maximal einbezogen. Quelle: MeteoViva

tung herunter, kühlte damit aber auch die Heizkörper bis auf Raumtemperaturniveau ab. Die subjektiv „kalten“ Heizkörper sorgten – trotz gemessener 21–22 °C Raumtemperatur – für massive Beschwerden durch die Mitarbeiter. Konsequenz: In allen Erprobungsobjekten wurde eine psychologisch wichtige Mindestoberflächentemperatur der Heizkörper von ca. 30 °C eingestellt. Sie wirkt nur in den Kernnutzungszeiten und nur dann, wenn die Außentemperatur eine frei einstellbare Heizgrenze unterschritten hat. Seitdem gibt es keine Beschwerden mehr.

### Lerneffekte im praktischen Betrieb

Das Gebäude des NRW-Landesministeriums für Bauen und Verkehr wurde 1933 in massiver Bauweise errichtet. Es wies bei der Installation der WVS im Jahr 2008 erhebliche Mängel auf: 7 von 10 Heizkreismischern waren defekt;





Abb. 3 Landesbetrieb Straßen in Gelsenkirchen, 13.340 m<sup>2</sup> BGF, 2 Zonen: Das erste Objekt mit Wettervorhersage-Steuerung. Quelle: MeteoViva



Abb. 4 Gebäude des Ministeriums für Bauen und Verkehr in Düsseldorf, 16.230 m<sup>2</sup> BGF, 13 Zonen: Referenzbetrieb unter erschwerten Startbedingungen. Quelle: MeteoViva



Abb. 5 Finanzamtszentrum Aachen, 30.500 m<sup>2</sup> BGF, 19 Zonen: Seit Februar 2011 erfolgreich mit der WVS gesteuert. Quelle: MeteoViva

sie wurden im Januar 2009 ersetzt. Außerdem gab es keine belastbaren Referenzdaten zum Energieverbrauch und zu den erzielten Raumtemperaturen. Daher wurde – wie bei den anderen beiden Objekten auch – dem WVS-Einsatz zunächst der Betrieb in konventioneller, Außentemperatur geführter Fahrweise vorgeschaltet und kontinuierlich protokolliert.

Im Oktober 2010 wurde die WVS aktiv geschaltet. Ein grundsätzliches, in einer Gebäudeleittechnik (GLT) immer wieder auftretendes Problem konnte aufgedeckt werden: Der Betriebsmodus „Automatik“ – unter dem die WVS wirkt – war am Leitreechner der GLT für diverse Pumpen und Vorlauftemperaturen seit Monaten unbemerkt auf Handbetrieb geschaltet, was im Portal des WVS-Rechenzentrums nicht sichtbar war. Prognose und Messung passten nicht zusammen. Die Lehre: Sämtliche Handbedienschalter einer GLT müssen in einer Betriebsoptimierung abgefragt und daraus ggfs. Alarme generiert

werden. Mit Umstellung aller Kreise auf „Auto“ waren die Abweichungen zwischen Prognose und Messung sofort beseitigt.

### Gute Ausgangsbedingungen, hohes Potenzial

Bis 2006 wurde das neue Finanzamtszentrum Aachen in nur 18 Monaten errichtet. Dazu trug vor allem der Einsatz vorgefertigter Bauelemente bei. Energiesparende Gebäudetechnik wie Betonkernaktivierung (BKA) und passive Gebäudekühlung wurden integriert. Glas, Holz und Beton prägen das Bild des Gebäudes. Die WVS kann hier ihre Stärken voll ausspielen: Sie ist in der Lage, die Ansteuerung der Heizkreise nach Gesichtspunkten von Kosten und Raumklima zu priorisieren. Eine klassische Regelungstechnik kann so etwas nicht. In einem ersten Optimierungslauf wird der Einsatz der BKA optimiert. Besagt das Rechenergebnis, dass das Raumklima allein mit der BKA nicht in der gewünschten Qualität hergestellt werden kann, wird in einem zweiten Optimierungslauf für jeden Heizkreis zusätzlich der Betrieb der Heizkörper in den Büros aktiviert.

Seit Februar 2011 ist die WVS aktiv geschaltet. In den Kernzeiten konnte die Raumtemperatur erstmals seit Inbetriebnahme des Gebäudes in allen Büros auf dem gewünschten Niveau von 21 °C gehalten werden. Eine erste Auswertung lieferte eine klimabereinigte Heizwärmeeinsparung von 12 %.

### Perspektiven

Die thermische Speichermasse eines Gebäudes verlangt für die energieeffiziente Klimatisierung nach einer vorausschauenden Fahrweise. Damit ist die WVS nicht nur für Gebäude mit Fußbodenheizung oder Betonkernaktivierung, sondern grundsätzlich für alle massiven Gebäude prädestiniert. So auch zur Betriebsoptimierung luftgeführter Klimaanlageanlagen. Hier liegt das Optimierungspotenzial insbesondere in der dynamischen Fahrweise der elektrischen Ventilatoren.

Durch die Fähigkeit zu priorisieren, können mit der WVS kombinierte Heiz- und Kühlsysteme – z. B. eine Umluftheizung in Verbindung mit Deckenstrahlplatten – nach unterschiedlichen Kriterien wie den Betriebskosten optimiert werden. Dabei gilt die Strategie: Erst Wärmetransport über Wasser, dann über Luft. Denn der Transport von Wärme über Luft ist physikalisch bedingt ca. 17mal teurer als über das Trägermedium Wasser. In gewerblichen Objekten wurden mit der WVS auf diese Weise Einsparungen von bis zu 47 % der Gas- und Hilfsstromkosten erzielt.

Die WVS lässt sich für alle gängigen gebäudetechnischen Anlagen mit geringem Aufwand nachrüsten. Damit ist sie auch für die Steigerung der Energieeffizienz im Bestand attraktiv.

Das Forschungsprojekt läuft noch bis Herbst 2012. Der BLB NRW erwartet von dem System deutliche Einspareffekte, da es wesentlich flexibler und exakter reagiert als herkömmliche Regelungstechnik. Derzeit ist der Betreiber trotz der geschilderten Anfangsprobleme sehr zufrieden mit den Ergebnissen. Daher ist geplant, die WVS auch in anderen Objekten des BLB NRW einzusetzen.

An der Markteinführung einer WVS für den Massenmarkt der Ein- und Mehrfamilienhäuser wird zurzeit gearbeitet.



## Optimieren statt investieren

Mit der energetischen Betriebsoptimierung werden Büro- und Verwaltungsgebäude, aber auch andere Nichtwohngebäude über mehrere Jahre evaluiert und ihr Betrieb mit überwiegend nicht-investiven Maßnahmen optimiert. Die Optimierung erfolgt unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten und fokussiert auf die Energiekosten, den Nutzungskomfort und ein effektives Gebäudemanagement. Sie umfasst alle wichtigen Bereiche des Gebäudebetriebs: Von der aussagekräftigen Funktionsbeschreibung der Komponenten über ein effektives Energiemanagement bis hin zur Mängelbeseitigung und Nutzer-schulung.

Bei Neubauten können die Grundlagen für eine optimale Betriebsführung schon in der Planungsphase gelegt werden. Die eigentliche Betriebsoptimierung beginnt dann mit der sorgfältigen Inbetriebnahme des Gebäudes. Im laufenden Betrieb sind es in erster Linie gering-investive Maßnahmen, die in vielen Gebäuden 20 % des Strom- und Wärmeverbrauchs und mehr einsparen können – zum Beispiel die Korrektur von Betriebseinstellungen wie Kennlinien und Zeitprogrammen oder der Austausch einzelner Komponenten. Aufgrund der geringen Kosten amortisieren sich derartige Investitionen häufig in weniger als drei Jahren.

In der Planungsphase werden Büro- und Verwaltungsgebäude oft als „innovativ“, „intelligent“ oder „ökologisch“ etikettiert. Wenn die Gebäude gebaut und in Betrieb genommen sind, enden meist Berichterstattung und Dokumentation. Die von den Planern verabreichten Etiketten bleiben – unabhängig vom tatsächlichen Erfolg des Gebäudekonzepts im realen Nutzungsalltag. Verschiedene Untersuchungen haben deutlich gemacht: Die Performance von Gebäuden bleibt oft deutlich hinter den in der Planungsphase gesetzten Zielvorgaben zurück. Deshalb werden im Bereich »Energieeffiziente Betriebsoptimierung« der BMWi-Forschungsinitiative EnOB konventionelle und innovative Büro- und Verwaltungsgebäude im laufenden Betrieb auf den Prüfstand gestellt.

## Projektorganisation

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)  
11019 Berlin

Projekträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Rolf Stricker  
52425 Jülich

Förderkennzeichen  
0327426A

## Impressum

ISSN  
0937 - 8367

Herausgeber  
FIZ Karlsruhe GmbH · Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Autor  
Uwe Friedrich

Titelbild  
panthermedia.net,  
PengGuang Chen

Urheberrecht  
Eine Verwendung von Text und Abbildungen aus dieser Publikation ist nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion gestattet. Sprechen Sie uns an.

## Projektadressen

- » **Projektleitung:** Bau- und Liegenschaftsbetrieb des Landes NRW (BLB), Düsseldorf, Fachbereich GM, Ulrich Weyhofen
- » **Forschung, Entwicklung, Systemoptimierung:** MeteoViva GmbH, Jülich, Markus Werner, info@meteoViva.com

## Links und Literatur

- » [www.meteoviva.com](http://www.meteoviva.com) | [www.enob.info/de/betriebsoptimierung](http://www.enob.info/de/betriebsoptimierung)
- » Gebäude energieeffizient betreiben. BINE-Themeninfo I/2010

## Mehr vom BINE Informationsdienst

- » Dieses Projektinfo gibt es auch online und in englischer Sprache unter [www.bine.info](http://www.bine.info) im Bereich Publikationen/Projektinfos. In der Rubrik „Service“ finden Sie ergänzende Informationen wie weitere Projektadressen und Links.
- » BINE Informationsdienst berichtet aus Projekten der Energieforschung in seinen Broschürenreihen und dem Newsletter. Diese erhalten Sie im kostenlosen Abonnement unter [www.bine.info/abo](http://www.bine.info/abo)

## Kontakt · Info

Fragen zu diesem Projektinfo?  
Wir helfen Ihnen weiter:

**0228 92379-44**

**BINE Informationsdienst**  
Energieforschung für die Praxis  
Ein Service von FIZ Karlsruhe

Kaiserstraße 185-197  
53113 Bonn  
Tel. 0228 92379-0  
Fax 0228 92379-29  
kontakt@bine.info  
www.bine.info

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages