

# Verwendung von Wettervorhersagen in der Gebäudeautomation

Markus Gwerder  
Siemens Schweiz AG  
Building Technologies Group  
HVAC Products  
Systems / Applications

12. Juni 2008

## Inhalt

- **Gebäudeautomation verwendet Wettervorhersagen:  
Neue Optionen**
  1. Regelbasierte Methoden: Die neue Monte Rosa Hütte
  2. Ersetzen von Messdaten durch Vorhersagen: Thermoaktive Bauteilsysteme (TABS)
  3. Modellbasierte prädiktive Regelung: Prädiktiver Heizungsregler
  4. Stochastische Methoden
- **Forschungsprojekt OptiControl**
- **Erwarteter Nutzen von Wettervorhersagen**
- **Schlussfolgerungen**

# Was soll die Gebäudeautomation mit der Wettervorhersage tun?

**SIEMENS**

Einige Optionen:

**1**

**Auf Regeln basierende Methoden,**  
d.h. Anwendung von Regeln der Art "Wenn ..... dann ....."

**2**

**Ersetzen von Messdaten durch Vorhersagen**

**3**

**Modellprädiktive Regelung (MPC)**

**4**

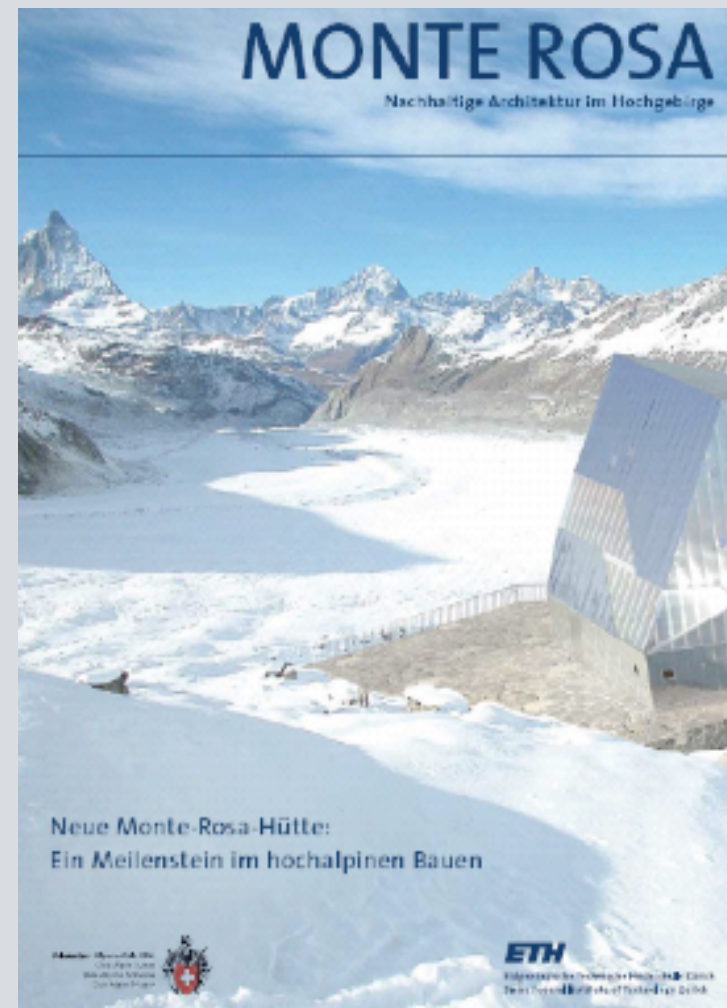
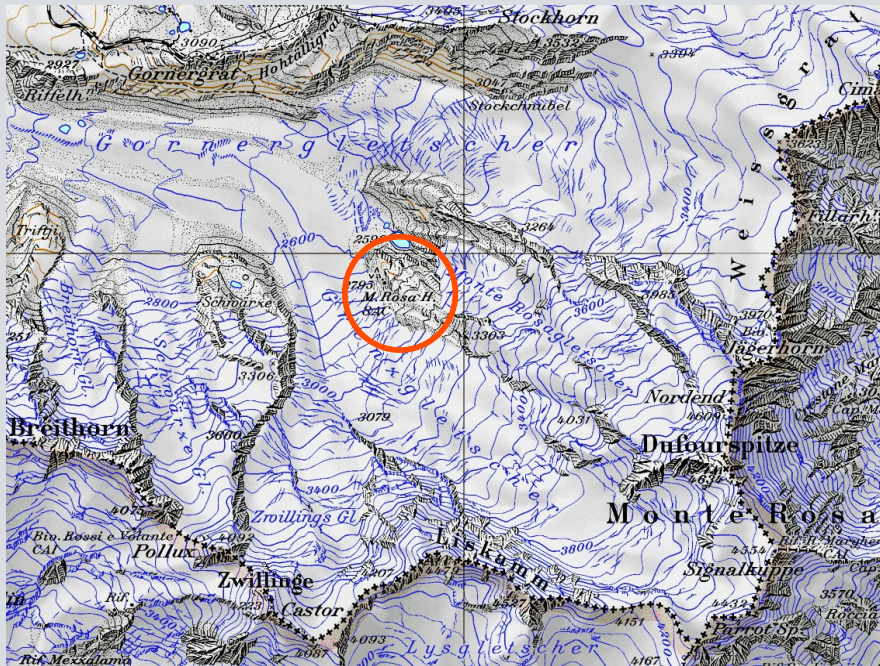
**Stochastische Methoden**

# 1. Möglichkeit: Regelbasierte Methoden

## Dargestellt anhand der neuen Monte Rosa Hütte

**SIEMENS**

Neue Monte Rosa Hütte: Ein Projekt der ETH Zürich anlässlich ihres 150jährigen Bestehens. Mit Beiträgen von Siemens Building Technologies.

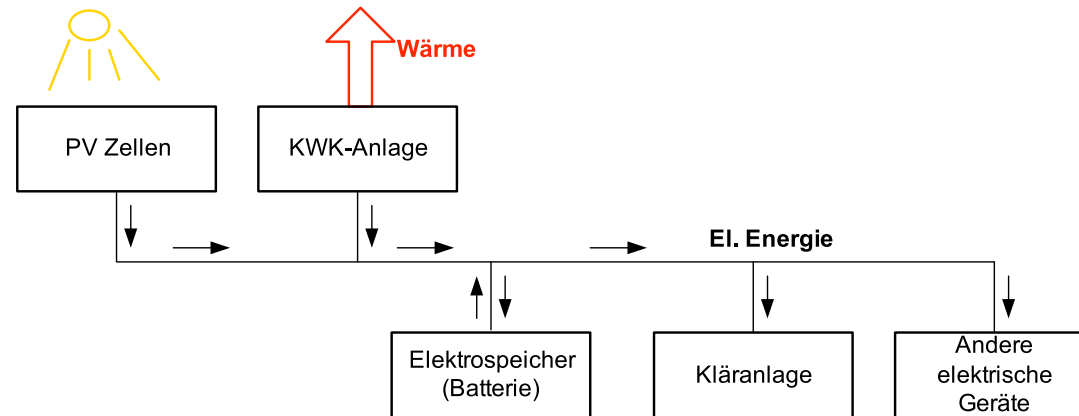


© Siemens Switzerland Ltd. 2008. All rights reserved.

## Die neue Monte Rosa Hütte (2): Automatische Steuerung der Kläranlage

SIEMENS

Wann soll die Steuerung den Abwasserreinigungsprozess einschalten?



### Auf Regeln basierende Strategie:

- **Wenn** die Batterie halb geladen **und** der Abwassertank halb voll **und** für die nahe Zukunft viel Sonnenschein vorhergesagt ist, **dann** ...  
... löst der Regler den Reinigungsprozess aus (**um das Risiko zu mindern, dass Solarenergie abgewiesen werden muss, weil die Batterie vollständig geladen ist**)
- **Wenn** die Batterie halb geladen **und** der Abwassertank halb voll **und** für die nahe Zukunft kein Sonnenschein vorhergesagt ist, **dann** ...  
... bricht der Regler den Reinigungsprozess ab (**um das Risiko zu mindern, dass die Batterie entladen und deshalb die KWK-Anlage in Betrieb genommen wird, um die andern Energieverbraucher mit Strom zu versorgen**)

© Siemens Switzerland Ltd. 2008. All rights reserved.

## 2. Möglichkeit: Ersetzen von Messdaten durch Vorhersagen: Regelung TABS

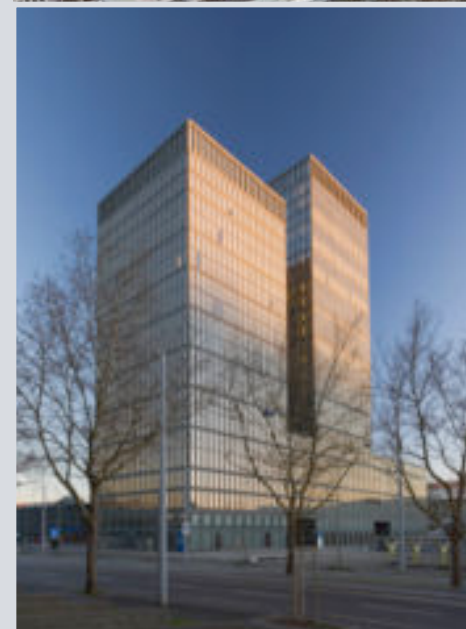
SIEMENS

Regler für thermoaktive Bauteilsysteme (TABS) verwendet Wettervorhersage von MeteoSchweiz

- **Etablierte Praxis:**  
Vorlauftemperatur ändert mit der **gemessenen** Aussentemperatur
- **Neue Option (umgesetzt):**  
Vorlauftemperatur ändert mit der **Eintages-Vorhersage** für die Aussentemperatur
- **Begründung für Einbezug der Vorhersage:**  
Wegen der grossen thermischen Masse der Decken reagiert die Temperatur sehr langsam auf Regeleingriffe.



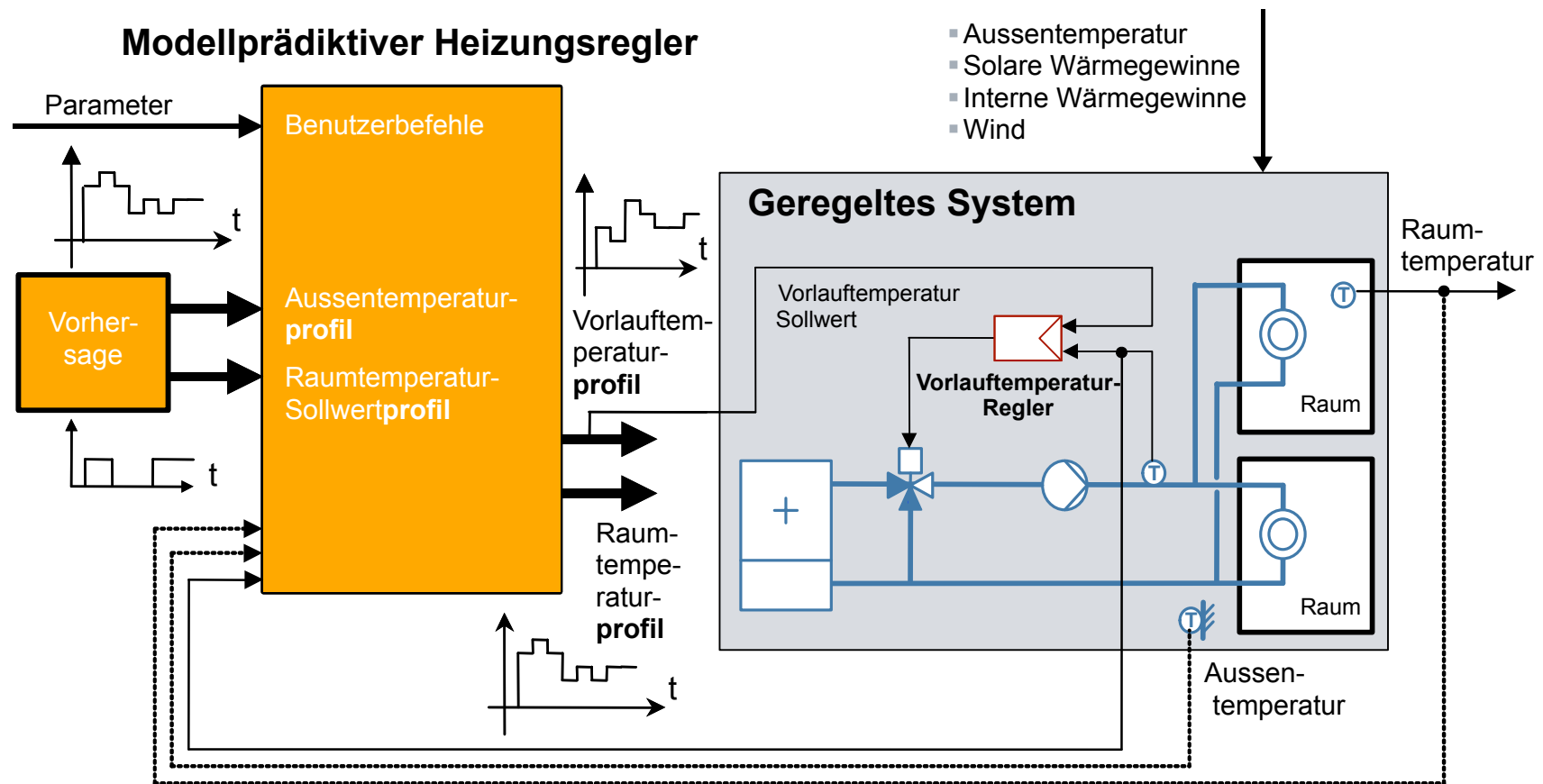
Leonardo Bürogebäude in Zürich



Sunrise Tower in Zürich

© Siemens Switzerland Ltd. 2008. All rights reserved.

### 3. Möglichkeit: Modellbasierte prädiktive Regelung: Prädiktiver Heizungsregler



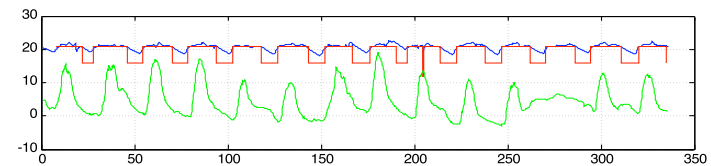
# Prädiktiver Heizungsregler (2): Anwendung

SIEMENS

## Implementation in die Softwarebibliothek des Gebäudeautomationssystems DESIGO



HTGCTL	PREDCTL	Predicti
Ja	EnFnc	PrOpMod
Ja	Auto	SpTF1
Pre-Comfort	OpModR	SpTR
Schutzbetr.	NxOpModR	EnHDstr
16#FFFFFFF	TnxOpMod	
Ein	OpSta	
20.0	TR	
Nein	TREv	
50.0	TF1	
20.0	T0a	
Nein	ExT0a	
21.0	SpHCmf	
13.0	SpHPef	
15.0	SpHEco	
12.0	SpHPxt	



© Siemens Switzerland Ltd. 2008. All rights reserved.

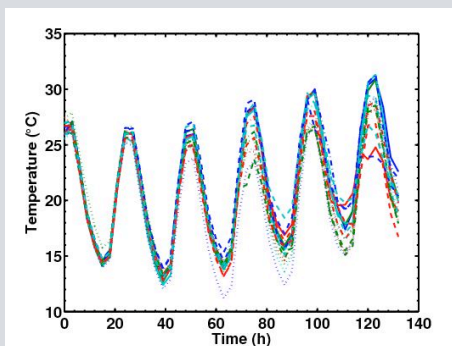


## 4. Möglichkeit: Stochastische Methoden

Diese berücksichtigen explizit Unsicherheiten in der Wetterentwicklung der Wettersvorhersage, unter Anwendung wahrscheinlichkeitstheoretischer Modelle

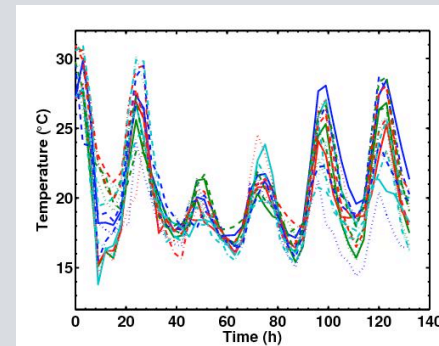
Vorhersage für Zürich Kloten mit COSMO-LEPS  
(LEPS = Local Ensemble Prediction System)

Vorhersage am 15.06.2006:



**Geringe Unsicherheit**

Vorhersage am 05.06.2006:



**Hohe Unsicherheit**

**Diese Methoden können das Risiko verringern, dass Komfortansprüche missachtet werden in Anwendungen, wo eine unzutreffende Vorhersage zu solchen Missachtungen führt.**

# Verwendung von Wetter- und Belegungsvorhersagen für Optimal Building Climate Control (OptiControl)

**SIEMENS**

## Forschungsprojekt **OptiControl**


### Projekt-partner:

- ETH Zürich, Institut für terrestrische Ökologie (Projektleitung)
- ETH Zürich, Institut für Automatik
- EMPA Building Technologies (ETH-Bereich)
- MeteoSchweiz, Bundesamt für Meteorologie & Klimatologie
- Siemens Building Technologies

**ETH** Eidgenössische Technische Hochschule Zürich



Materials Science & Technology

 Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**SIEMENS**

### Dauer:

- 2007 bis 2010

### Finanziert von:

- Swisselectric Research
- CCEM (ETH-Bereich)
- Siemens Building Technologies

swisselectric  
research



cceem.ch

**SIEMENS**

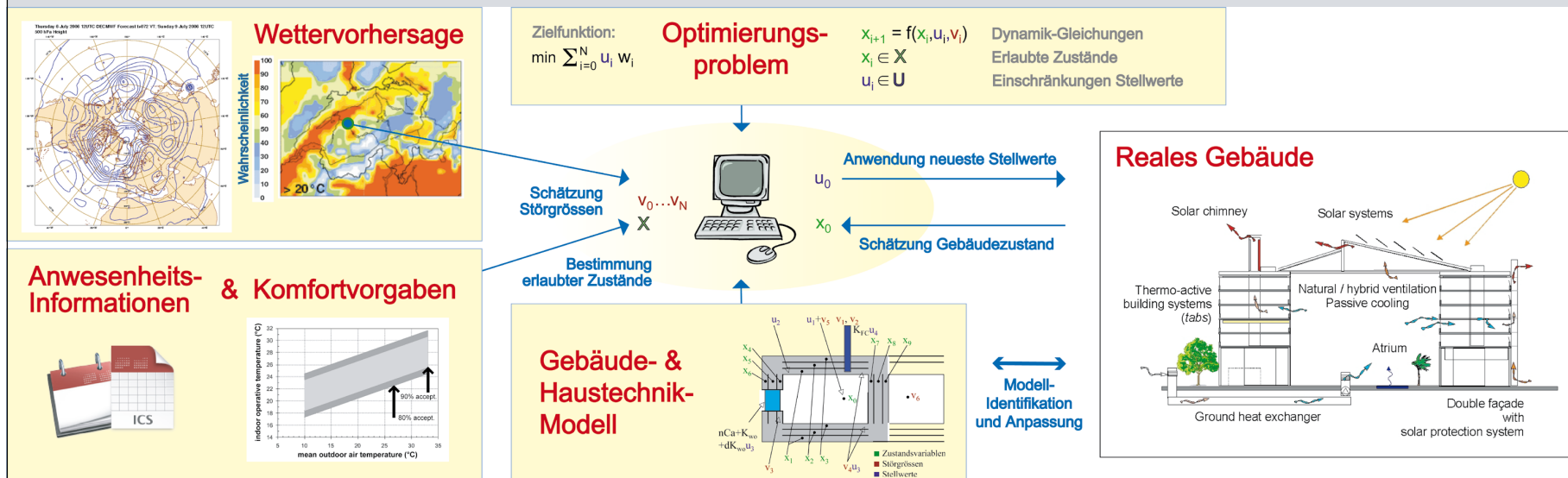
© Siemens Switzerland Ltd. 2008. All rights reserved.

# Verwendung von Wetter- und Belegungsvorhersagen für Optimal Building Climate Control (OptiControl)

**SIEMENS**

## Forschungsprojekt OptiControl

<http://www.opticontrol.ethz.ch>



© Siemens Switzerland Ltd. 2008. All rights reserved.

## Erwarteter Nutzen von Wettervorhersagen

- Energie- oder Energiekosteneinsparungen
- Besseres Innenraumklima
- Der Nutzen bezüglich Energie und Innenraumklima ist für viele Menschen offensichtlich.  
Das könnte eine grössere Verbreitung von prädiktiven Reglern fördern.
- Das Verhalten von Reglern mit Wettervorhersage ist für viele Menschen nachvollziehbar.  
Das führt zu einer besseren Akzeptanz solcher Regelungen und zu einem besseren Zusammenwirken zwischen Nutzer und System und damit zu einer besseren Gesamtleistung.

## Schlussfolgerungen

### Prädiktive Regelung ist eine vielversprechende Option weil

- eine Verbesserung der Energieeffizienz und des Innenraumklimas von vielen Anwendungen erwartet werden darf;
- der Nutzen der Verwendung von Wettervorhersagen für viele Menschen offensichtlich ist;
- das Verhalten eines Reglers mit Wettervorhersagen für viele Menschen plausibel ist.

### Die Zeit ist jetzt gekommen für prädiktive HLK-Regler weil

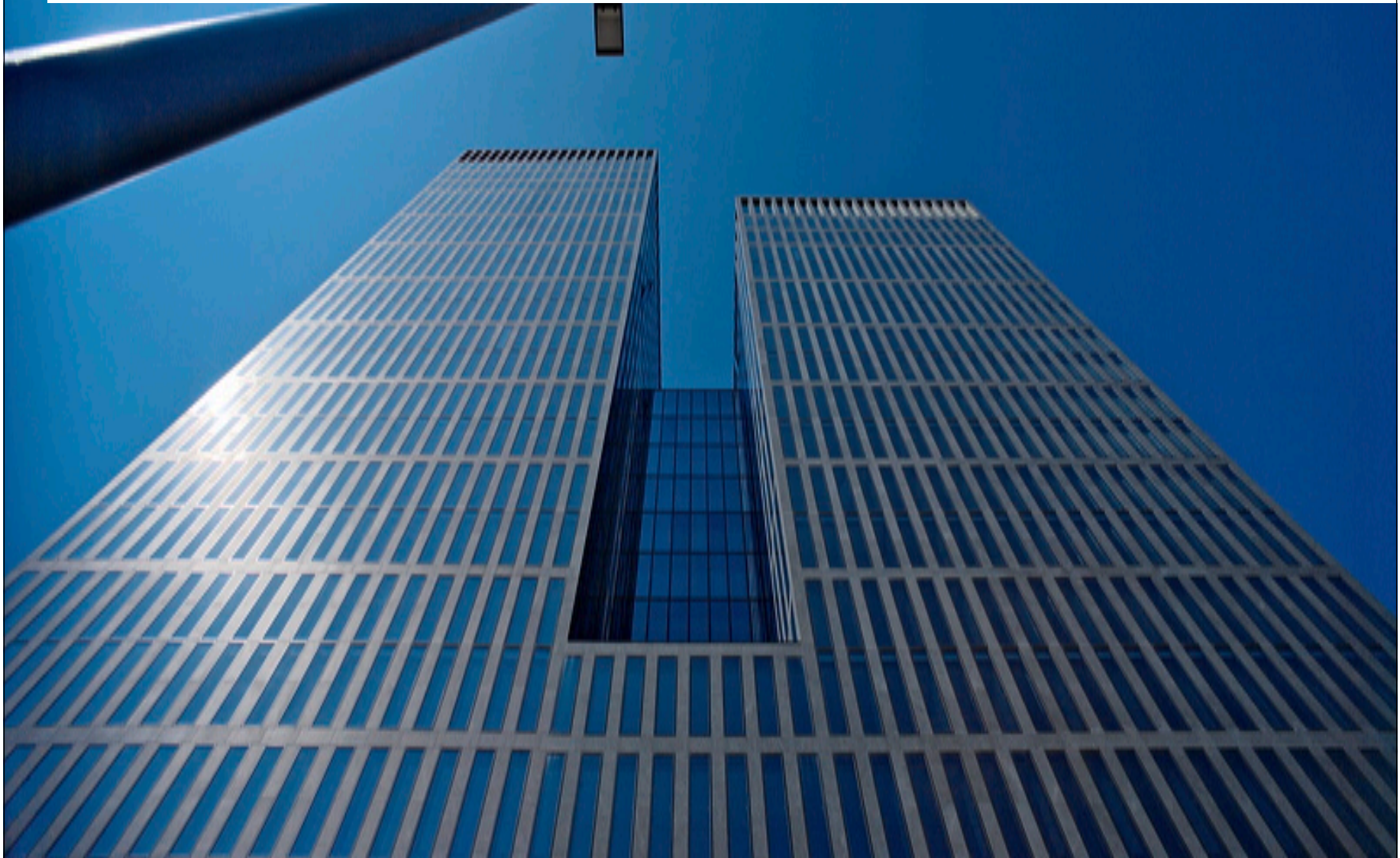
- preiswerte leistungsfähige Prozessoren verfügbar sind für modellbasierte prädiktive Regler;
- leistungsfähige Kommunikationsnetze verfügbar sind;
- verlässliche und genaue lokale Wettervorhersagen verfügbar sind;
- das Thema ein aktuelles Gesprächsthema ist.

### Und es ist der richtige Zeitpunkt für das Forschungsprojekt OptiControl weil

- die Zeit jetzt gekommen ist für prädiktive HLK-Regler;
- bald die ersten statistischen Daten der neu verfügbaren lokalen Wettervorhersagen greifbar sind.

**SIEMENS**

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



## Welche Arten von Wettervorhersagen können in GA-Systemen verwendet werden?

**SIEMENS**

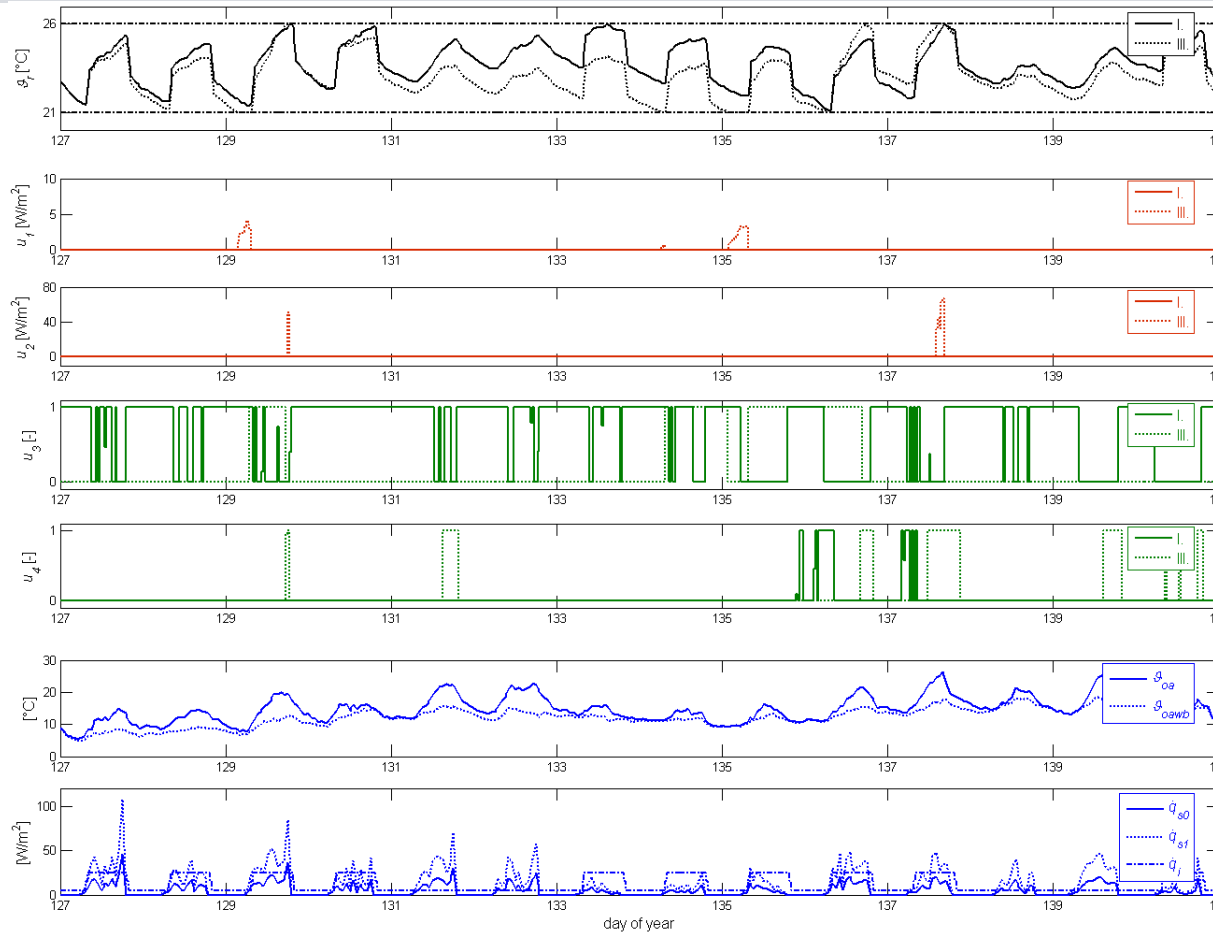
### Verschiedene Optionen

- Vorhersagen welche der Regler selber erzeugt  
z.B. durch "morgen wie heute"-Vorhersagen oder durch Extrapolation aus der Vergangenheit
- Vorhersagen von einem Wetterdienst
- Vorhersagen von einem Wetterdienst, einschliesslich Angaben zur Unsicherheit der Vorhersage, auf Basis von COSMO-LEPS (LEPS = Local Ensemble Prediction System)





# Prädiktive Regelung für integrierte Raumautomation (2): Simulationsergebnisse



## Regelstrategie I:

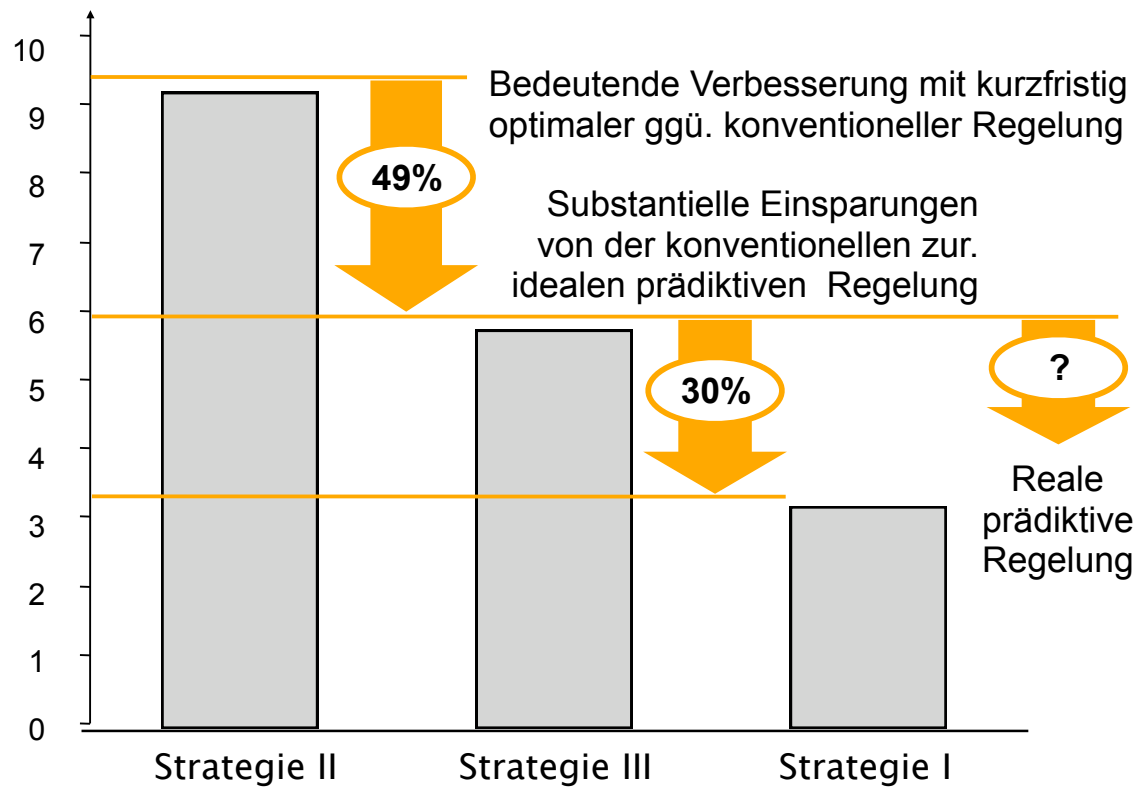
- Ideale prädiktive Regelung (Performance bound)

## Regelstrategie III:

- Beispiel für konventionelle Regelung

# Prädiktive Regelung für integrierte Raumautomation (3): Simulationsergebnisse

Durchschnittliche Kosten  
(W/m<sup>2</sup>)



## Regelstrategie II:

- Kurzfristig optimale Regelung

## Regelstrategie III:

- Beispiel für konventionelle Regelung

## Regelstrategie I:

- Ideale prädiktive Regelung (**Performance bound**)

## The use of weather forecasts in BACS

### The current state



- **Only a few unique implementations**
- **Not considered in standards**
  - **EN 16484**
  - **EN 15232 (EPBD)**
- **Publications on the topic since 25 years**
- **No analysis done on the question what can be gained with local weather forecasts, as those based on COSMO-2**
- **No standard method to estimate the impact of the predictive controller on the energy performance of the building in the planning phase (That's what a customer wants to know)**

## Ein Beispiel aus der Praxis: Klimaregelung im Atrium

Klimaregelung im Atrium des Bürogebäudes Grafenau in Zug, Schweiz

### Input an das Gebäudeautomationssystem:

- Aussentemperatur
- Innentemperatur im Atrium
- Solarstrahlung
- Wind und Regen
- Zeit
- Benutzerbefehle

### Steuerung von:

- Markisen
- Lüftungsklappen



## Ein Beispiel aus der Praxis: Klimaregelung im Atrium

### Ziel der Regelung:

Erzeugen eines moderaten Klimas im Atrium. Das reduziert die Heiz- und Kühllast in den umliegenden Büros.

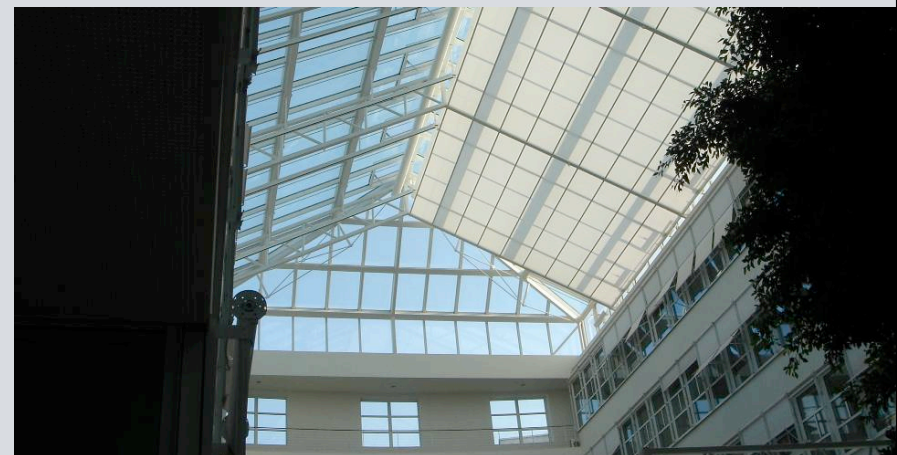
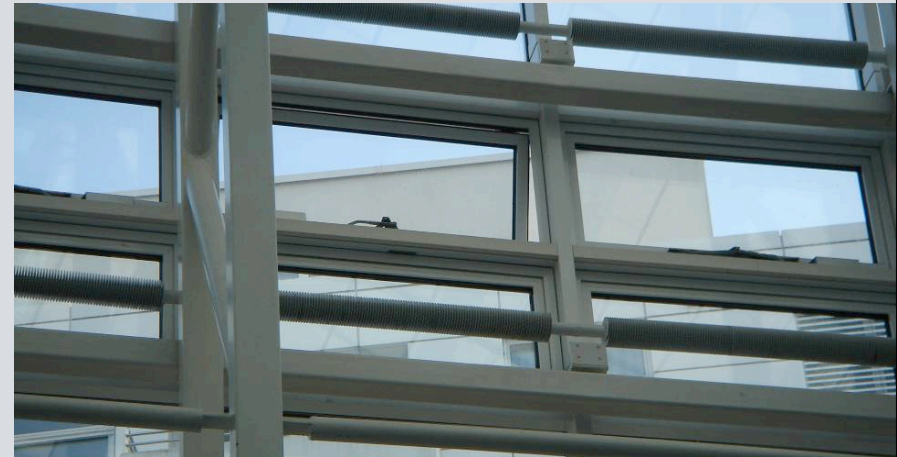
### Regelstrategie:

**Heisser Sommertag** → Betriebsart REJECT (GA-System steuert Markisen und Lüftungsklappen so, dass die Temperatur im Atrium so tief wie möglich ist)

**Kalter Wintertag** → Betriebsart COLLECT (GA-System steuert Markisen und Lüftungsklappen so, dass die Temperatur im Atrium so hoch wie möglich ist)

**Zwischensaison & warmes sonniges Wetter vorhergesagt** → Betriebsart REJECT

**Zwischensaison & kaltes bewölktes Wetter vorhergesagt** → Betriebsart COLLECT



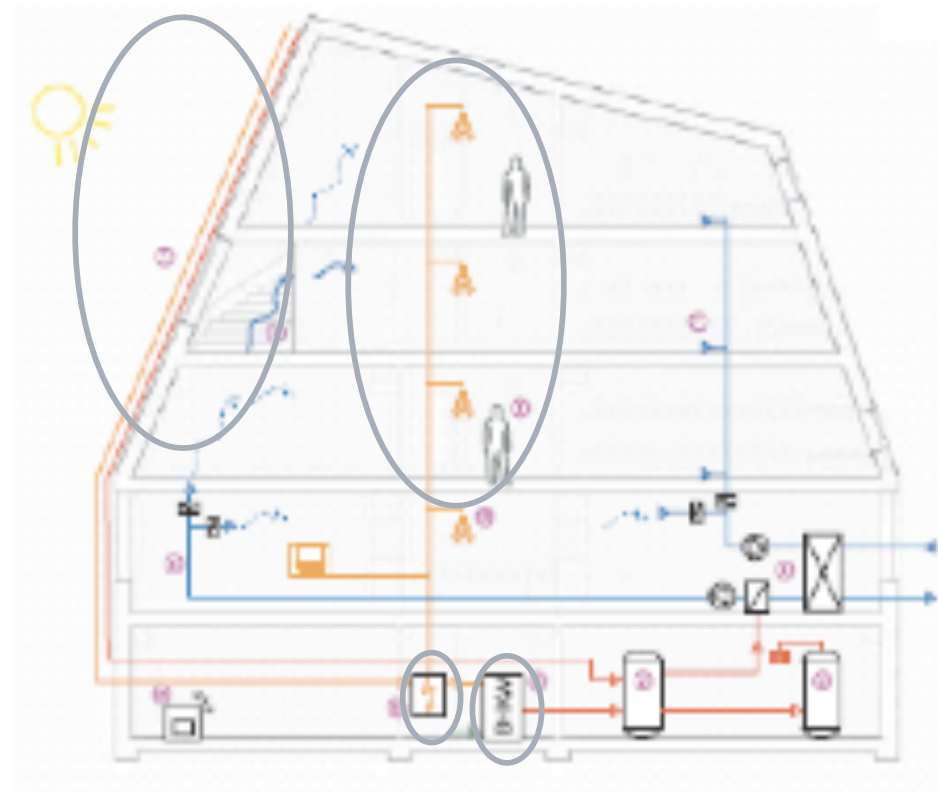
# Die neue Monte Rosa Hütte (2): Das Energie- und HLK-System

SIEMENS

## Schema der Energieversorgung

- Luft
- Thermische Energie
- Elektrische Energie
- Brenngas

1. Solarfassade  
Thermische Kollektoren  
Photovoltaik-Zellen
2. Wärmespeicher
3. Warmwasserspeicher
4. Elektrospeicher / Verteilung
5. Lüftungsgerät  
Luftheizer  
Wärmerückgewinnung
6. Zuluft via Treppenhaus
7. Abluft im Zimmer
8. Blockheizkraftwerk
9. Personen als interne Wärmequellen
10. Elektrische Geräte
11. Holzofen im Winterraum



© Siemens Switzerland Ltd. 2008. All rights reserved.

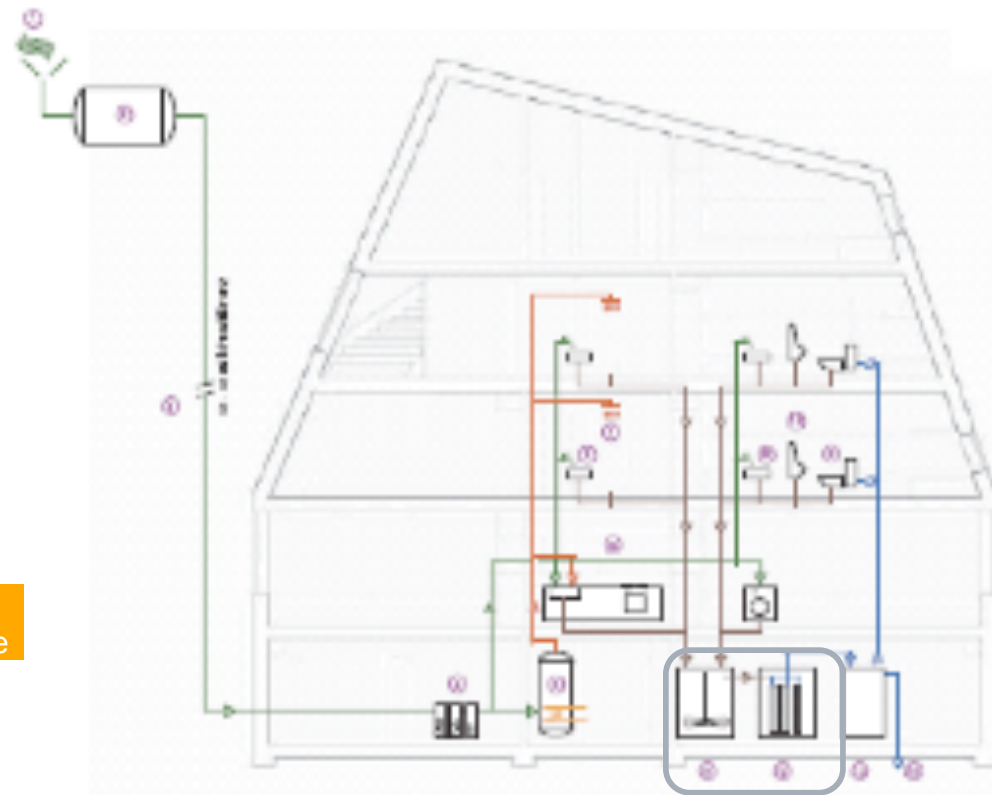
## Die neue Monte Rosa Hütte (3): Das Wassersystem

SIEMENS

### Schema des Wasserkreislaufs

- Brauchwasser kalt
- Brauchwasser warm
- Abwasser
- Aufbereitetes Wasser

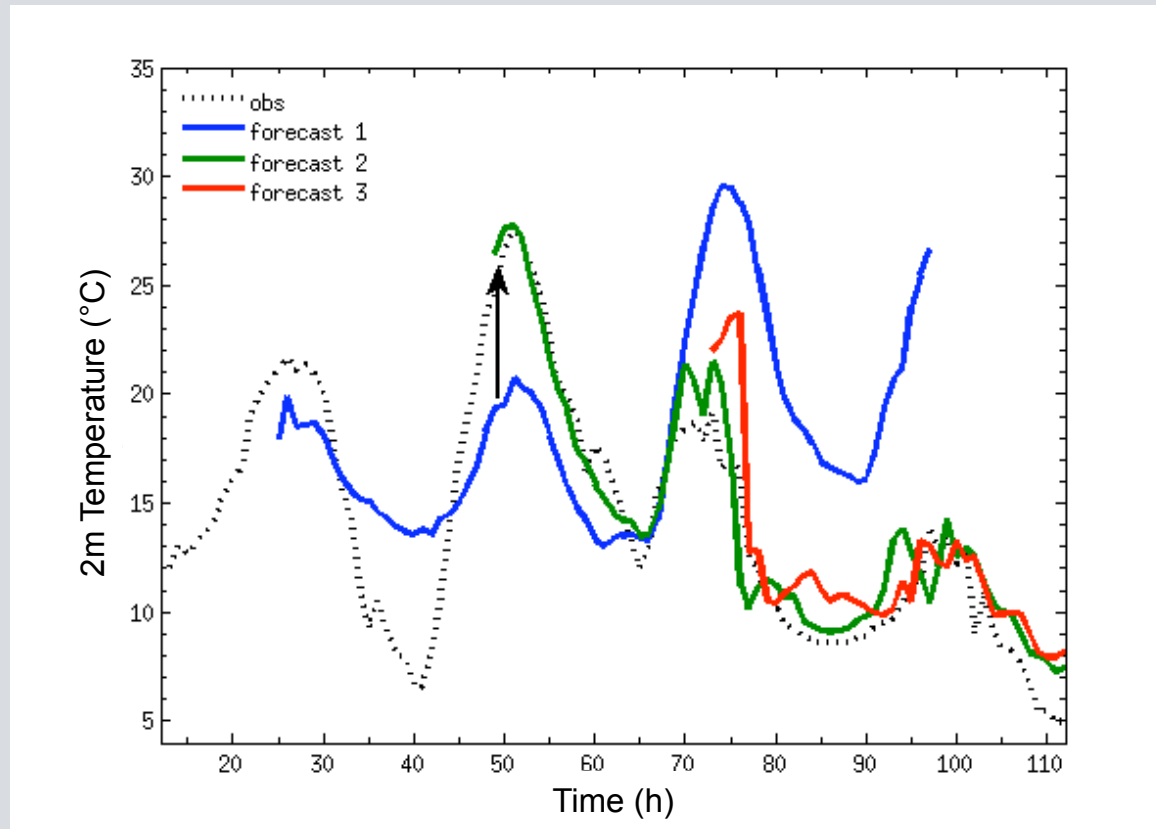
1. Schmelzwasserfassung, Quelle
2. Reservoir
3. Druckleitung
4. Filtrierung Brauchwasser
5. Wassererwärmung
6. Küche
7. Duschen
8. Waschtisch
9. Toiletten
10. Urinal (wasserlos)
11. Abwasser-Sammelbehälter
12. Mikrobiologische- / Membrankläranlage
13. Geklärtes Abwasser  
Rückführen zur WC-Spülung
14. Ablassen in die Umgebung



© Siemens Switzerland Ltd. 2008. All rights reserved.

**OptiControl: Forecast Frequency**

Temperature of COSMO-7 Zürich-Kloten (11.05.07 – 14.05.07)



Assess the benefit of more frequent forecast update,  
e.g. 3-hourly with COSMO-2

Quelle: MeteoSchweiz

© Siemens Switzerland Ltd. 2008. All rights reserved.