



ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

SIEMENS

gruner >

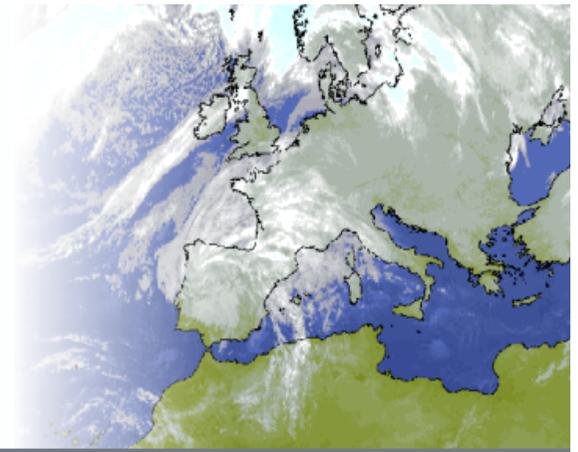
EMPA
Materials Science & Technology

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

swisselectric
research

 **CCEM-CH**
Competence Center Energy and Mobility

 **ACTELION**



Erkenntnisse aus Sicht des Anbieters von Gebäudeautomation: Vorfeldentwicklung und Bewährungsprobe für Lösungsideen

Fachveranstaltung «Gesamtheitliche vorausschauende Gebäudeautomation»
Allschwil, 20. September 2012

Markus Gwerder
Siemens Schweiz AG, Building Technologies Division
Gubelstrasse 22
6300 Zug, Schweiz

markus.gwerder@siemens.com

Inhalt

- **Einleitung**
 - Vorstellung Siemens BT
 - Prinzip, Nutzen und Arten von vorausschauender Regelung
 - Vorausschauende Regelung bei Siemens BT heute
- **Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes**
 - Gebäudeinstrumentierung
 - Übergeordnete und untergeordnete Regelung
 - Regelbasierte Regelstrategien
 - On-line Demo
- **Resultate für die regelbasierten Strategien**
 - Vergleiche verschiedener Strategien bezüglich Komfort und Energiekosten
- **Erkenntnisse**
- **Vorausschauende Regelung bei Siemens BT morgen**

Vorstellung Siemens BT Siemens – Sektoren und Divisionen

Energy

Divisionen

- Fossil Power Generation
- Wind Power
- Solar & Hydro
- Oil & Gas
- Energy Service
- Power Transmission



Healthcare

Divisionen

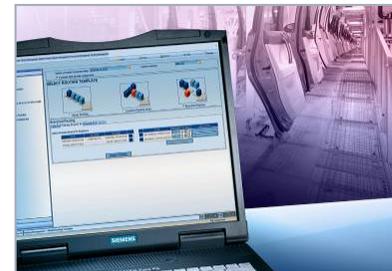
- Imaging & Therapy Systems
- Clinical Products
- Diagnostics
- Customer Solutions



Industry

Divisionen

- Industry Automation
- Drive Technologies
- Customer Services



Infrastructure & Cities

Divisionen

- Rail Systems
- Mobility and Logistics
- Low and Medium Voltage
- Smart Grid
- Building Technologies
- OSRAM*



* Siemens hat im März 2011 angekündigt, OSRAM an die Börse bringen zu wollen und langfristig als Ankeraktionär eine Minderheitsbeteiligung an der OSRAM AG zu halten

Vorstellung Siemens BT Marktleistung Building Technologies

SIEMENS

Building Automation (BAU)



- Intelligente Gebäudeautomationslösungen
- Total Building Solutions (TBS) und Vertical Market Angebote
- Life Cycle Management Services und Lösungen
 - Advantage Services
 - Energiespar-Contracting

Fire Safety and Security (FSS)



- Life Safety Lösungen und Services
- Integrierte Sicherheitslösungen
- Lebenszyklus Management
- Managed Sicherheitsservices
- Leitzentralsysteme
- Intelligente Notfall Reaktionslösungen und Services
- Marktspezifische Lösungen und Services

Control Products and Systems (CPS)

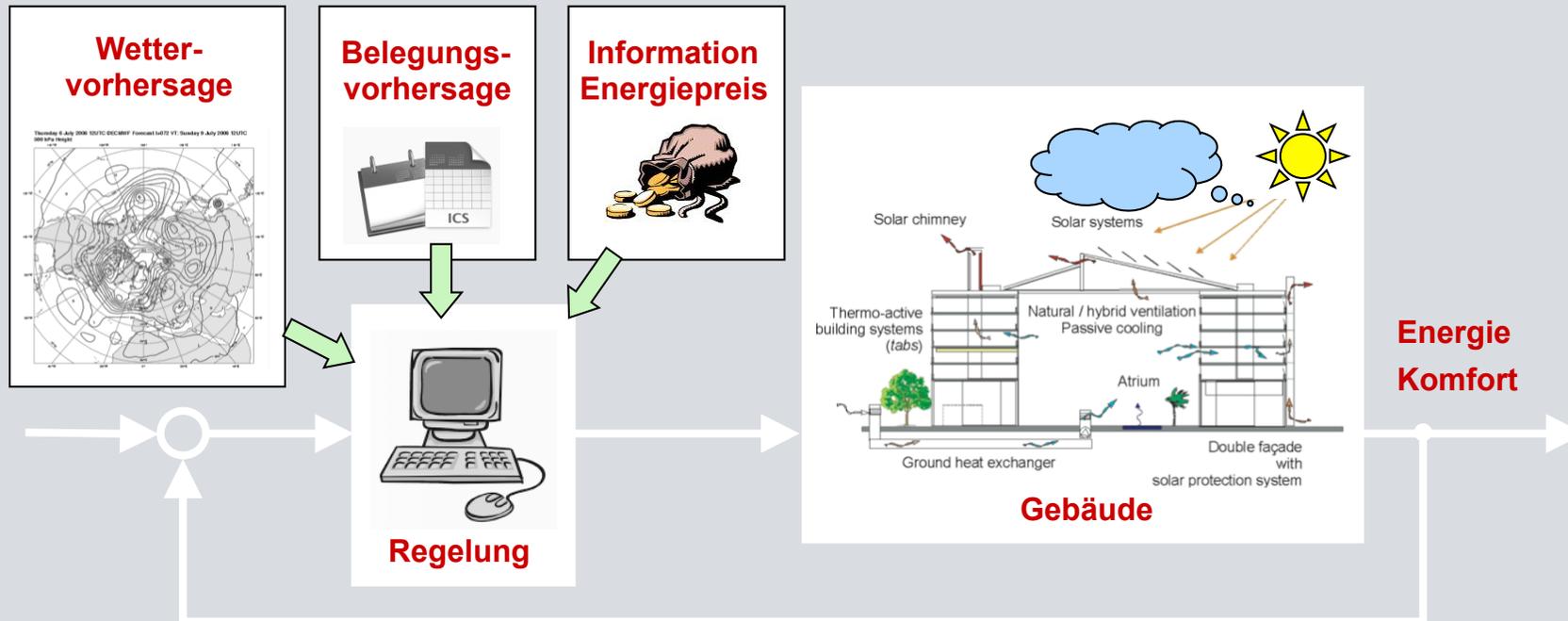


- Gebäudeautomationssysteme
- Raumautomation (HVAC, Beleuchtung, Beschattung)
- Standardsysteme/-regler für HLK (Heizung Lüftung, Klima)
- Fühler, Wärmehähler
- Ventile und Stellantriebe, Luftklappenantriebe, Frequenzumrichter
- Geprüfte Applikationen
- Tools zur Entwicklung, Inbetriebnahme und Optimierung des Energieverbrauchs

Brandschutzsysteme

- Brandmeldesysteme
- Löschsysteme
- Sprachalarmsysteme
- Gefahrenmanagement-Systeme
- Spezialmelder und umgebungsspezifische Lösungen
- Tool für die rechtzeitige Übergabe und Fernbetreuung

Vorausschauende Gebäudeautomation Prinzip



- Ziele** Einhalten der Komfortspezifikationen (bzw. Maximieren des Komforts), Minimieren von Energiekosten
- Ideen** Optimales Ausnutzen von Energien aus zeitweise knappen, erneuerbaren oder preiswerten Quellen, optimale Anpassung auf den (zukünftigen) Bedarf
- Methode** *Vorausschauende Regelung* mithilfe von Wetter- und Belegungsvorhersage sowie Informationen zu den Energiepreisen

Vorausschauende Gebäudeautomation Nutzen von Vorhersagen

- Energieverbrauchs- und/oder Energiekosteneinsparungen
- Verbessertes Raumklima
- Reduzierte elektrische Spitzenlast
- Das Verhalten von Reglern, welche (Wetter)vorhersagen nutzen, ist einfach zu verstehen für die meisten Personen. Dies erhöht die Akzeptanz solcher Regelungen und verbessert die Interaktion zwischen Benutzer und System, was zu einer höheren totalen Performance führt.

Vorausschauende Gebäudeautomation

Zwei verschiedene Arten von vorausschauender Regelung

1

(Vorausschauende) regelbasierte Regelung (RBC)

d.h. Regeln der Art “wenn ... dann ...”

Konventionelle Art der Regelung, weitverbreitet in der Gebäudeautomation

2

Modellprädiktive Regelung (MPC)

Neuere Art der Regelung, wenig verbreitet in der Gebäudeautomation

Vorausschauende Regelung bei Siemens BT heute

Beispiel: Forschungsprojekt «Neue Monte Rosa Hütte (Phase-II)»

SIEMENS

Hauptziele

- Entwicklung eines optimierten Energiemanagements basierend auf der vorgesehenen Infrastruktur, um den Zielwert des Energie-Autarkiegrads ($\geq 90\%$) zu ermöglichen
- Monitoring und visuelle Aufbereitung des Anlagenbetriebs sowie gebäudeexterne Überwachung und Beeinflussung des Gebäudemanagements

Laufzeit

Juni 2008 bis Dezember 2012

Partner

Institut für Dynamische Systeme und
Regelungstechnik, ETH Zürich

Hochschule Luzern, Technik & Architektur, ZIG
Siemens Schweiz AG, Zug

Sponsoren

Bundesamt für Energie BFE



Neue Monte Rosa Hütte

Website (Gesamtprojekt Neue Monte Rosa Hütte)

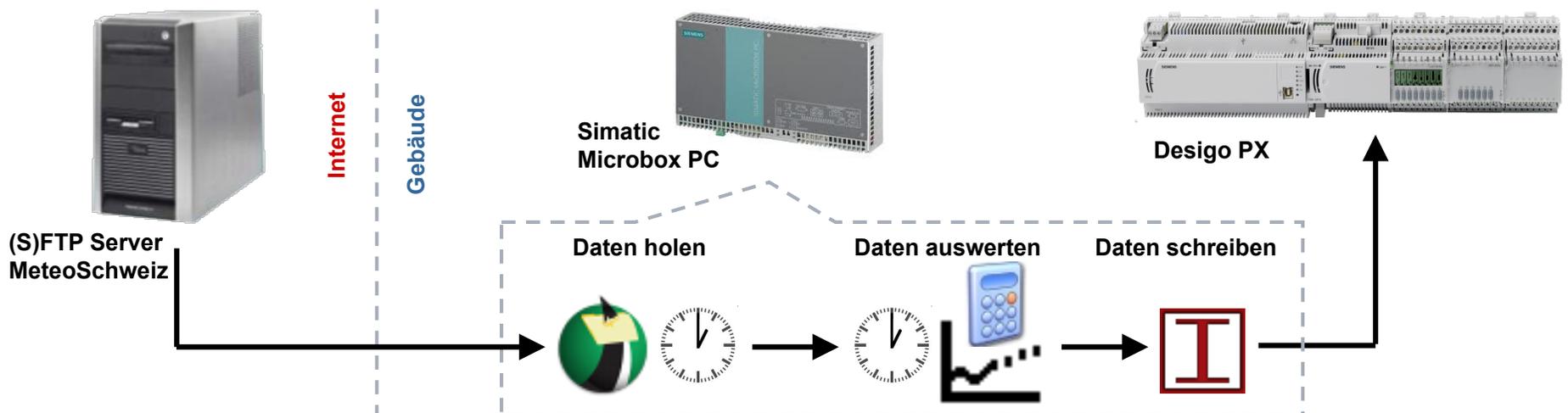
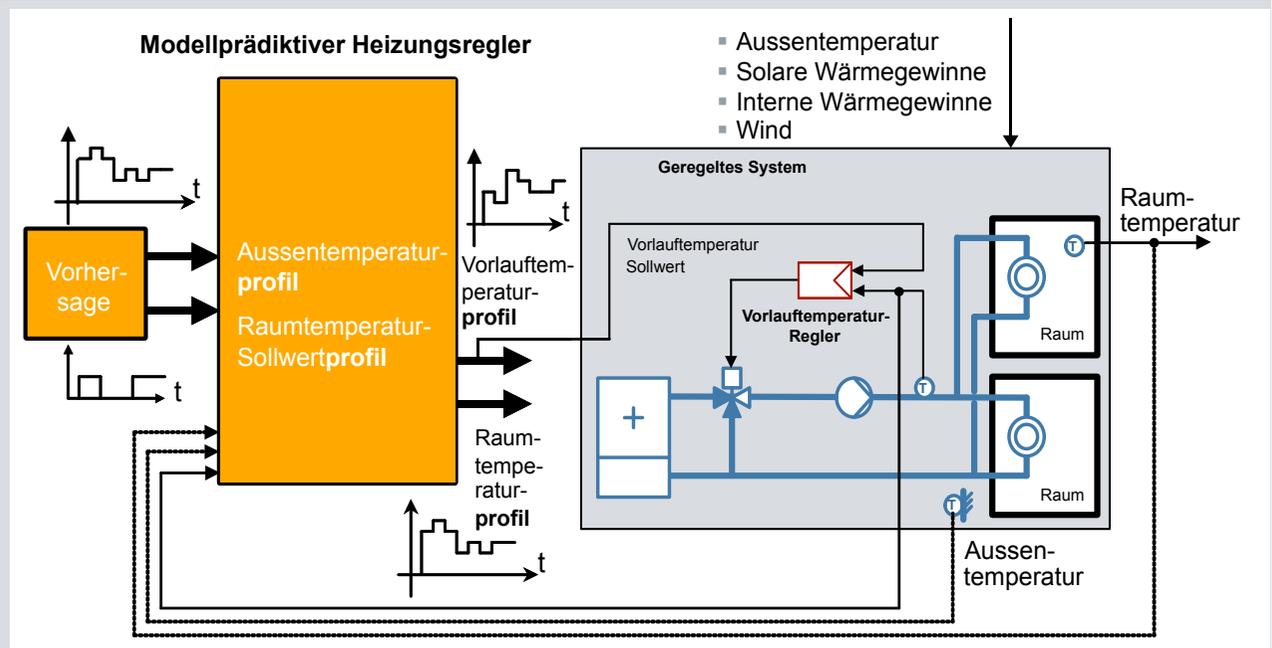
www.neuemonterosahuette.ch

Vorausschauende Regelung bei Siemens BT heute

Beispiel: Produkt «Prädiktive Heizungsregelung»



Geprüfte Applikation im
Siemens
Gebäudeautomationsystem
Desigo™, Version 4.0 (2009)



Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Gebäudeinstrumentierung

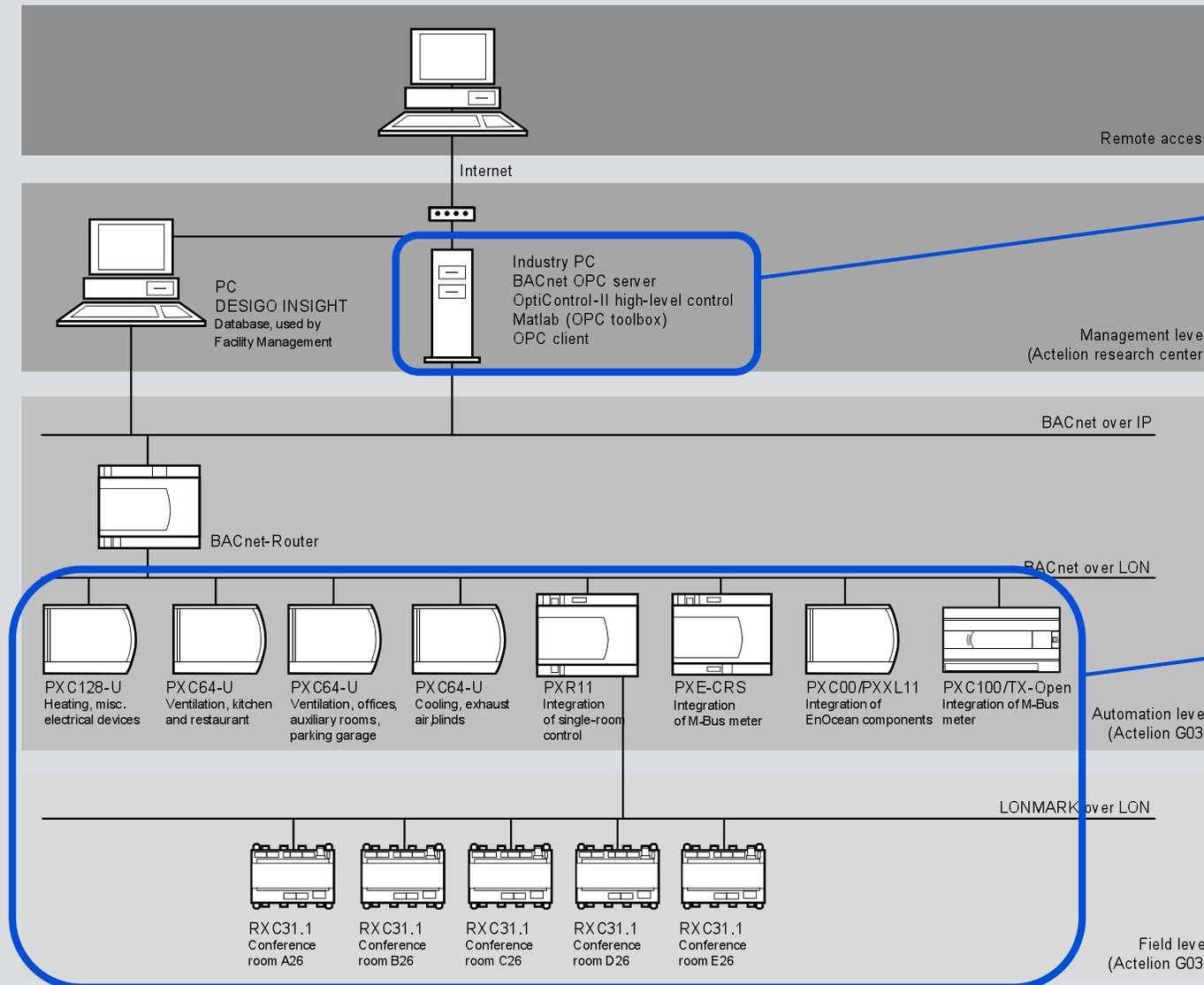
Zusätzlich installierte Instrumentierung für Komfort- und Energieauswertung, Modellvalidierung

| Beschreibung | Hardware Typ | Hardware Name | Anz. |
|---|----------------|--------------------------|------|
| Raumtemperatursensor | Sensor (Funk) | Siemens QAX95.4 | 29 |
| Kombifühler | Sensor (Funk) | Thermokon SR04 CO2 | 3 |
| Raumtemperatursensor, rel. Feuchte, CO2 Konzentration | | | |
| Präsenz- und Helligkeitsfühler | Sensor (Funk) | Thermokon SR-MDS | 19 |
| Aussenhelligkeitsfühler | Sensor (Funk) | Thermokon SR65 LI | 4 |
| Fensterkontakt | Sensor (Funk) | Thermokon SRW01 | 31 |
| Elektrozähler Beleuchtung | Sensor | Elko MIZ | 18 |
| Andere Elektrozähler | Sensor | Elko KIZ | 13 |
| Solarstrahlungsfühler | Sensor | Siemens QLS60 | 5 |
| Wärme- und Kältezähler | Sensor | Siemens WSM | 4 |
| Differenzdruckfühler für Volumenstrommessung | Sensor | Siemens QBM65-10 (dP) | 2 |
| Temperaturfühler Luftkanäle | Sensor | Siemens QAM2120.040 | 1 |
| Feuchtefühler Luftkanäle | Sensor | Siemens QFM2100 | 1 |
| CO2/VOC Konzentrationsfühler Luftkanäle | Sensor | Siemens QPM2102 | 1 |
| I/O Module für Jalousienintegration | I/O module | Griesser FS-4I Flexmodul | 6 |
| Automationsstation für Integration Funkfühler | Control device | Siemens PXC00 | 1 |
| Automationsstation für Integration Zähler | Control device | Siemens PXC100 | 1 |
| Industrie PC | PC | Fujitsu Server TX100 | 1 |



Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Übergeordnete und untergeordnete Regelung



Vorausschauende übergeordnete Regelung (high-level control)

Konventionelle untergeordnete Regelung (low-level control)

Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Übergeordnete und untergeordnete Regelung

Werte, die von der übergeordneten Regelung an die untergeordnete Regelung übertragen werden

Eigenschaften der übergeordneten Regelung:

- Lese/Schreibzugriff
alle 15 Minuten
- Zugriff auf neueste MeteoSchweiz COSMO-7 Wettervorhersagen
3x pro Tag neu
- Zugriff auf neueste MeteoSchweiz Messwerte Station Basel Binningen
alle 10 Minuten neu

| Beschreibung | Einheit | Bereich |
|---|---------|---------------|
| Enable high-level control | No/Yes | [0, 1] |
| Life check set | No/Yes | [0, 1] |
| High-level control version | --- | [0, MAX] |
| Heating TABS: Enable high-level control | No/Yes | [0, 1] |
| Heating TABS: High-level operating mode | --- | [Auto/Off/On] |
| Heating TABS: High-level flow temperature setpoint | degC | [10...35] |
| Heating TABS: High-level enable PWM | No/Yes | [0, 1] |
| Cooling TABS: Enable high-level control | No/Yes | [0, 1] |
| Cooling TABS: High-level operating mode | --- | [Auto/Off/On] |
| Cooling TABS: High-level flow temperature setpoint | degC | [10...35] |
| Heating static: Enable high-level control | No/Yes | [0, 1] |
| Heating static: High-level operating mode | --- | [Auto/Off/On] |
| Heating static: High-level flow temperature setpoint | degC | [10...35] |
| Ventilation: Enable high-level control | No/Yes | [0, 1] |
| Ventilation: High-level operating mode | --- | [Auto/Off/On] |
| Ventilation: High-level supply air temp. setpoint heating | degC | [10...35] |
| Ventilation: High-level supply air temp. setpoint cooling | degC | [10...35] |
| Ventilation: High-level supply air temp. setpoint ERC | degC | [10...35] |
| Ventilation: High-level diff. pressure setpoint supply | Pa | [0...300] |
| Ventilation: High-level diff. pressure setpoint exhaust | Pa | [0...300] |
| Blinds: Enable high-level control | No/Yes | [0, 1] |
| Blinds: High-level control open N/E/W/S/Awnings | No/Yes | [0, 1] |
| Blinds: High-level control close N/E/W/S/Awnings | No/Yes | [0, 1] |
| Blinds: High-level control pos.1 N/E/W/S | No/Yes | [0, 1] |
| Blinds: High-level control pos.2 N/E/W/S | No/Yes | [0, 1] |
| Blinds: High-level control disable scheduling | No/Yes | [0, 1] |
| Blinds: High-level control enable shading | No/Yes | [0, 1] |

Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS** Anpassungen untergeordnete Regelung aufgrund Anlagenmonitoring



TABS Heizverteilung

„Einrohrzirkulation“
↓
Einführung Taktbetrieb



11:30, 22.9.2011

Aussentemperaturfühler

Von Sonne angestrahlt
↓
Berücksichtigung aller
vorhandenen Fühler



Lüftungsanlage Büros

z.T. Abluftkühler aktiv ohne
Kälterückgewinnung
↓
Korrektur Programm

Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Regelbasierte Strategien

Die untersuchten RBC Strategien

| | RBC-0 | RBC-1 | RBC-2 |
|-----------------------------|---------|--|---|
| Zusätzliche Sensoren | Keine | - Raumtemperaturen - Solarstrahlungen | - Raumtemperaturen - Solarstrahlungen - Fensterkontakte |
| Zusätzliche Aktoren | Keine | Jalousienbefehle | Jalousienbefehle |
| Vorausschauend | Nein | Nein | Ja |
| „Komplexität“ ¹⁾ | Niedrig | Niedrig | Mittel |
| Gesamtheitliche Regelung | Nein | Ja ²⁾ | Ja ²⁾ |
| Aufwand Instrumentierung | Niedrig | Niedrig | Mittel |
| Einstellaufwand | Hoch | Mittel | Niedrig |

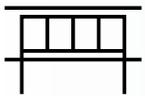
1) Für Projekt-/Serviceingenieur

2) Gesamtheitliche Regelung Heizen, Kühlen, Lüften, Jalousien über Bedarfsmeldungen

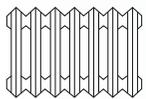
Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Regelbasierte Strategie RBC-0

Nachbildung der Vor-OptiControl Strategie (Separate Regelung der Gewerke)



TABS Heizen: Betrieb über Heizkurve und Heizgrenzenschalter
TABS Kühlen: Betrieb über Aussentemperaturkriterien



Statische Heizung (Eckräume): Regelung durch Raumthermostaten
Realität: Raumtemperatursollwerte werden durch Benutzer z.T. verändert
Simulation: Vorgegebene konstante Raumtemperatursollwerte



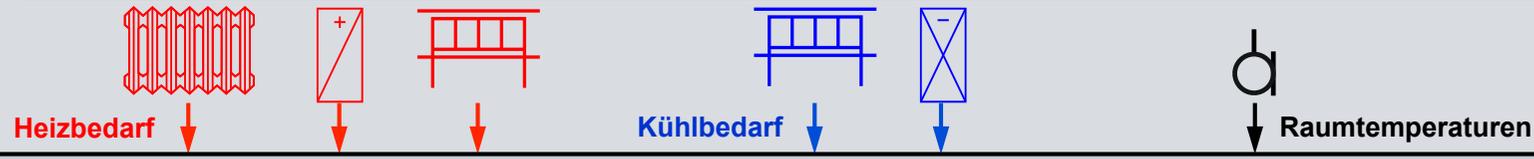
Lüftung: Zulufttemperaturregelung
Realität: Sollwerte durch Operateur vorgegeben
Simulation: Sollwerte aussentemperaturabhängig geschoben



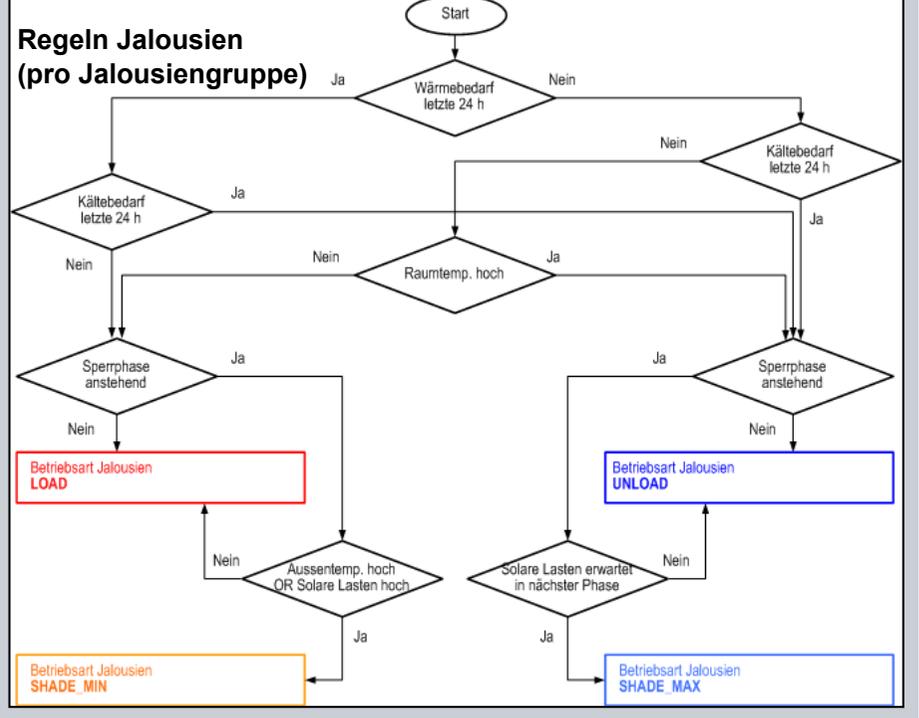
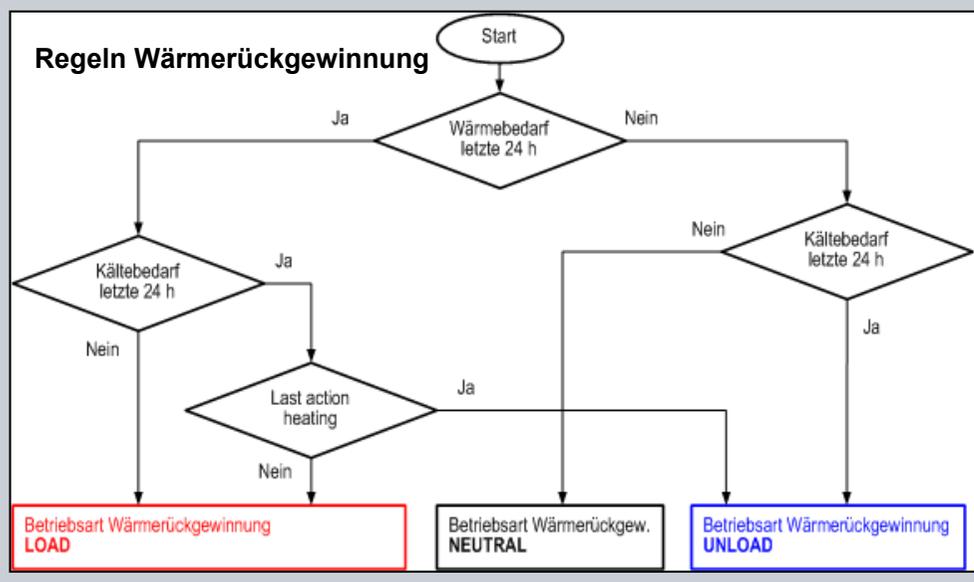
Jalousien: fixes Wochen-Zeitschaltprogramm
Realität: Jalousienstellungen werden von den Benutzern z.T. verändert
Simulation: Jalousienstellungen bleiben auf den vorgegebenen Stellungen

Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Regelbasierte Strategie RBC-1



1. Bestimmung der Betriebsarten für Wärmerückgewinnung und Jalousien



2. Umsetzung der Betriebsarten in Sollwerte und Befehle



Copyright © Siemens

Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Regelbasierte Strategie RBC-2

Nutzung von Heiz- und Kühlbedarfssignalen für die Koordination der Gewerke ähnlich wie RBC-1



Raumtemperaturregelungen für TABS (Tag zu Tag Korrektur) und Lüftung



Taktbetrieb der Umwälzpumpen für TABS Heizen und Kühlen



Vorgebbare gesperrte Intervalle für automatische Jalousieneingriffe (während Gebäudenutzung)



Nutzung der MeteoSchweiz Wettervorhersage für

- TABS Witterungskompensation (Aussentemp., Solarstrahlung)
- Lüftung Zulufttemperatursollwertbandbeschränkung (Aussentemp.)
- Lüftung Nachtkühlung (Aussentemp.)
- Jalousiensteuerung vor gesperrten Intervallen (Aussentemp., Solarstrahlung)



 *Energieeinsparungen erwartet*

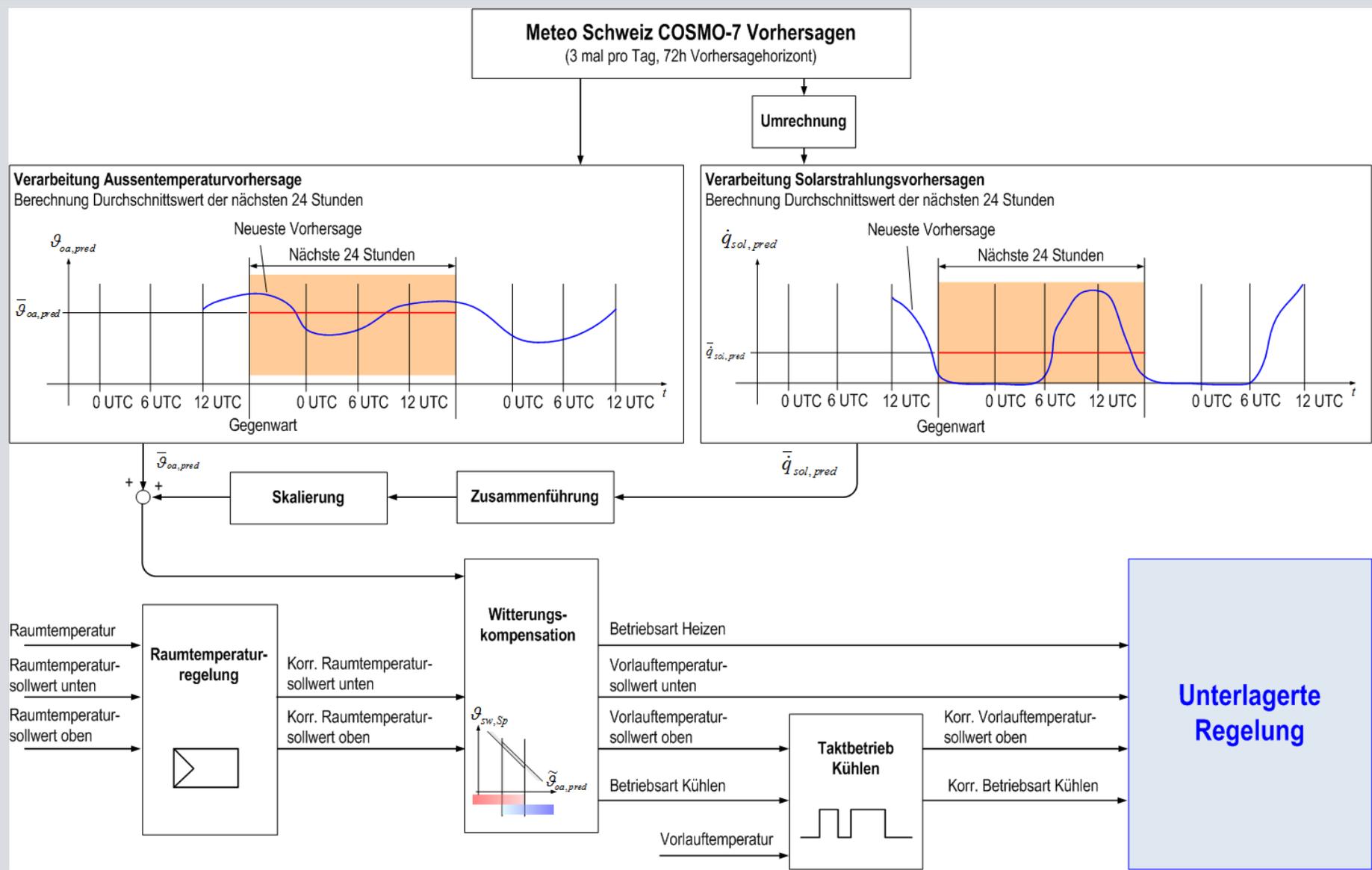
 *Komforterhöhung erwartet*

 *Nutzerakzeptanzerhöhung erwartet*

Copyright © Siemens

Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Regelbasierte Strategie RBC-2: Regelung von TABS



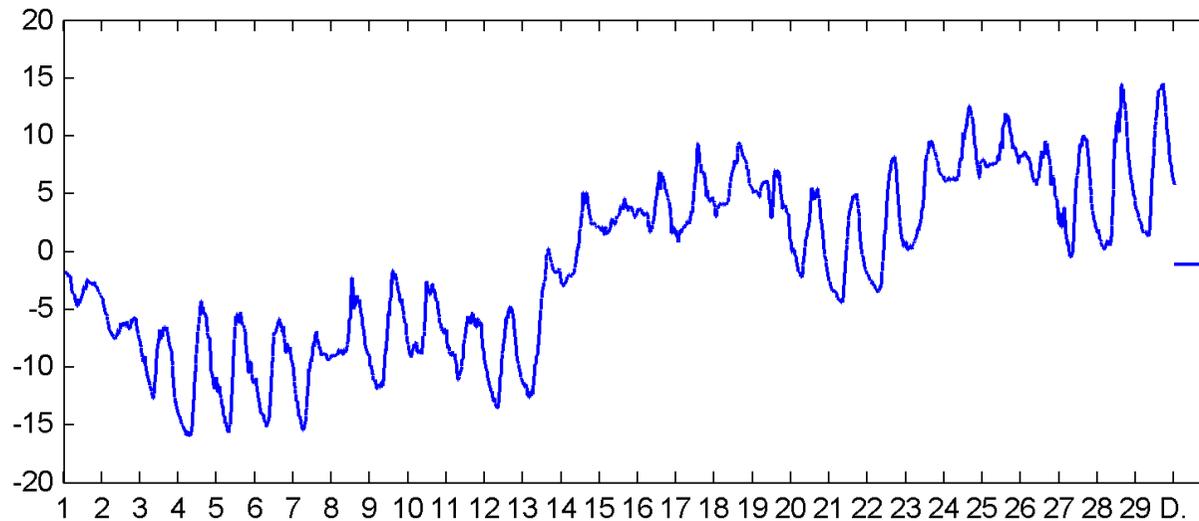
Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS** On-line Demo Gebäudeversuch RBC-2

on-line demo



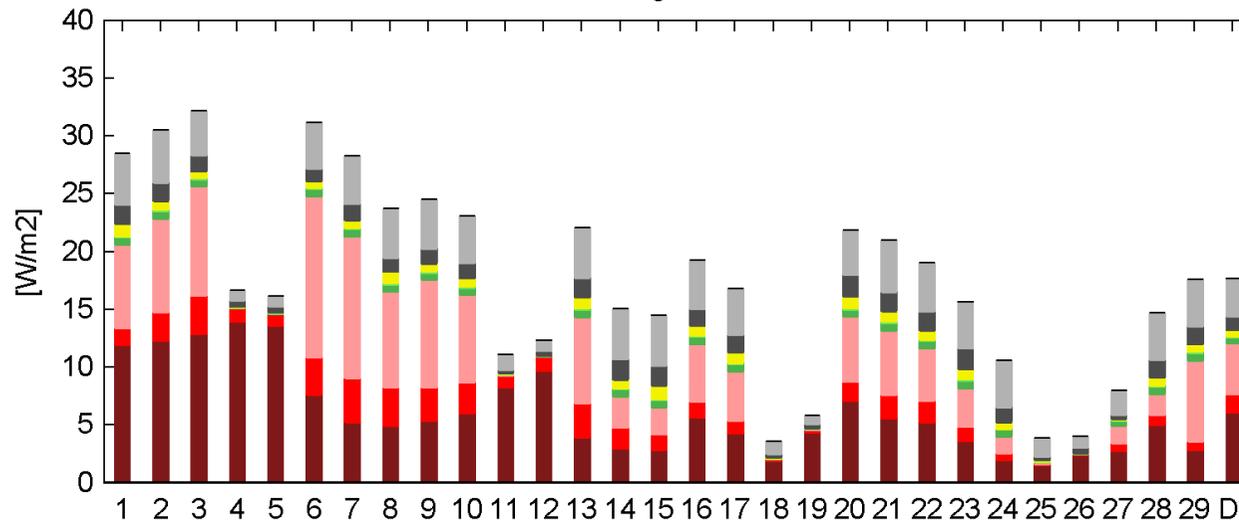
Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Messdatenauswertung Strategie RBC-2: Februar 2012



— Aussentemperatur

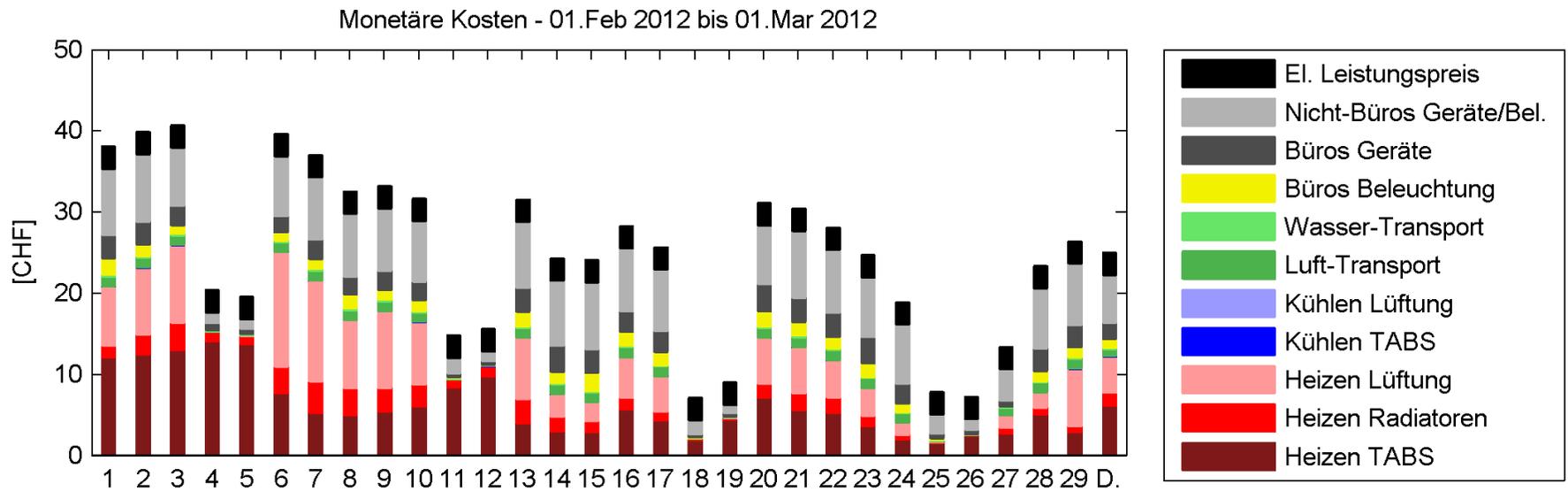
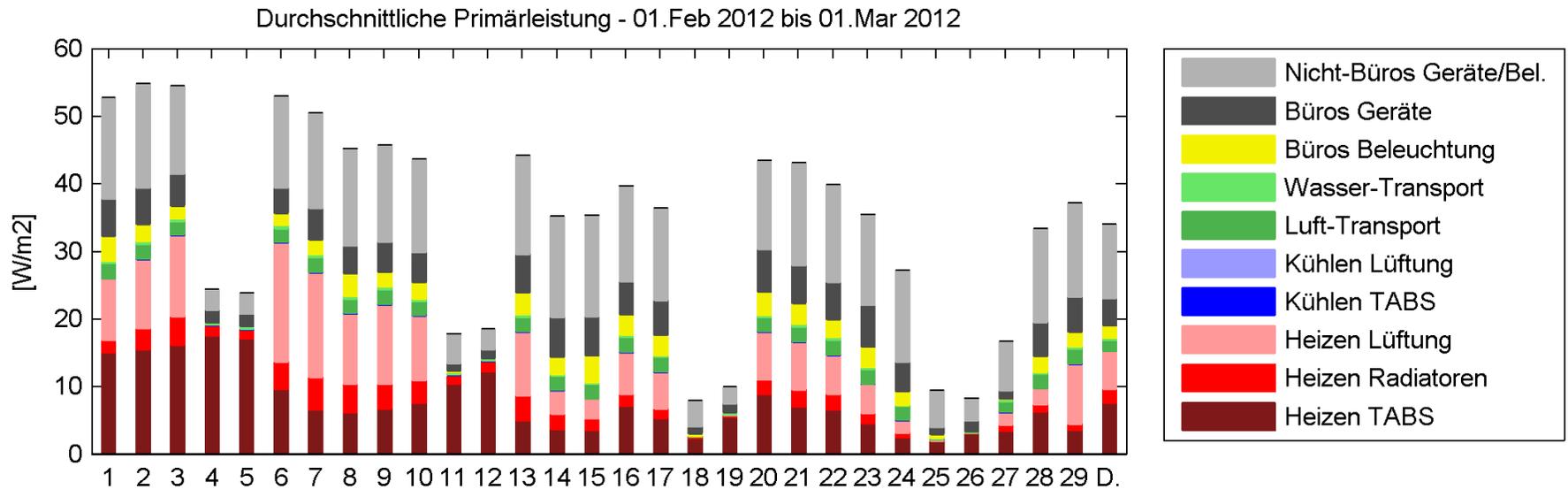
Durchschnittliche Nutzleistung - 01. Feb 2012 bis 01. Mar 2012



- Nicht-Büros Geräte/Bel.
- Büros Geräte
- Büros Beleuchtung
- Wasser-Transport
- Luft-Transport
- Kühlen Lüftung
- Kühlen TABS
- Heizen Lüftung
- Heizen Radiatoren
- Heizen TABS

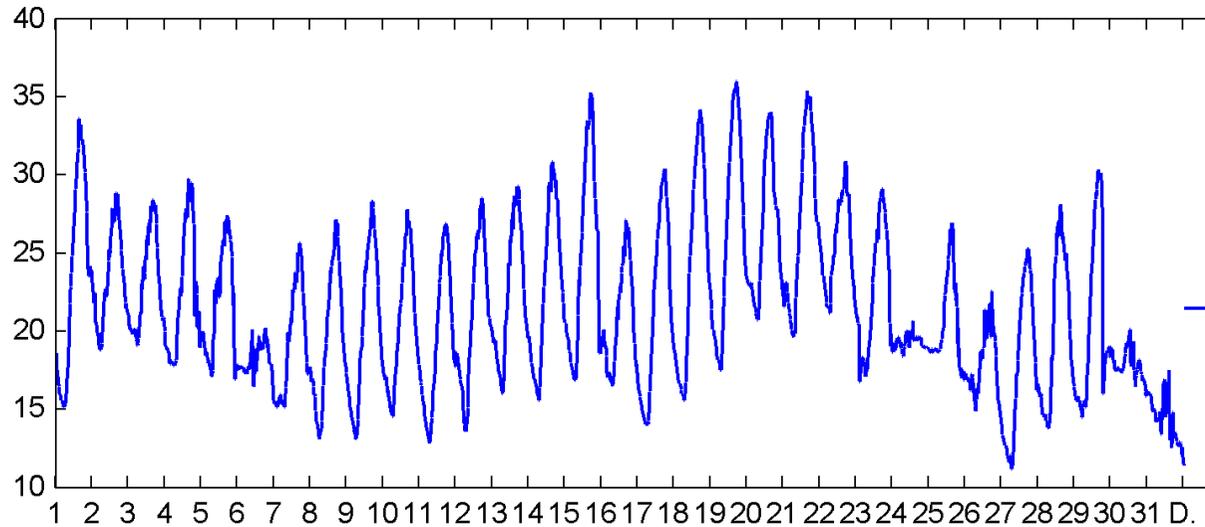
Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Messdatenauswertung Strategie RBC-2: Februar 2012



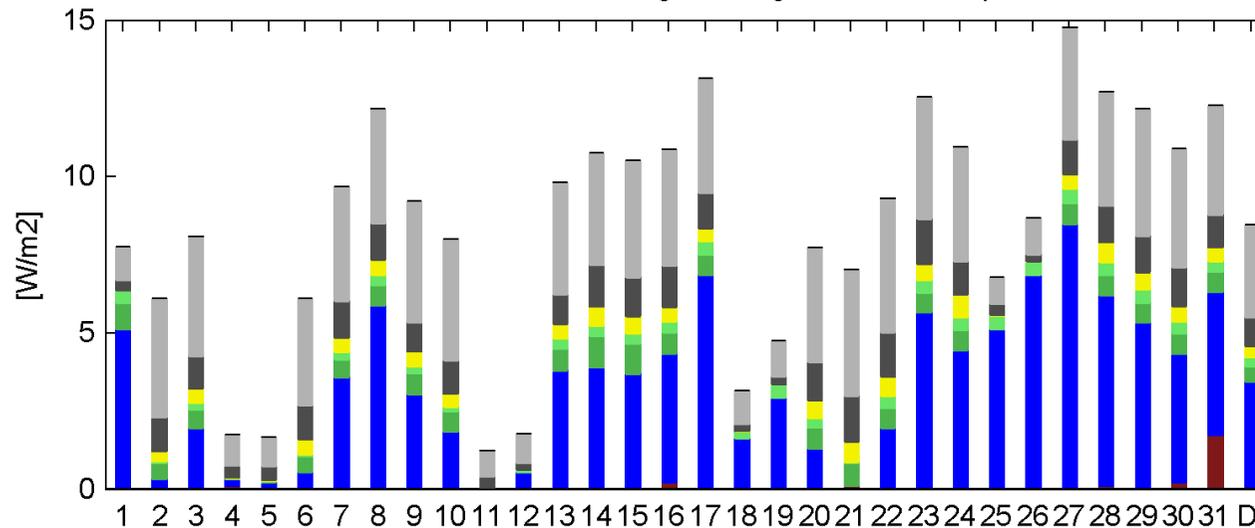
Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Messdatenauswertung Strategie RBC-2: August 2012



— Aussentemperatur

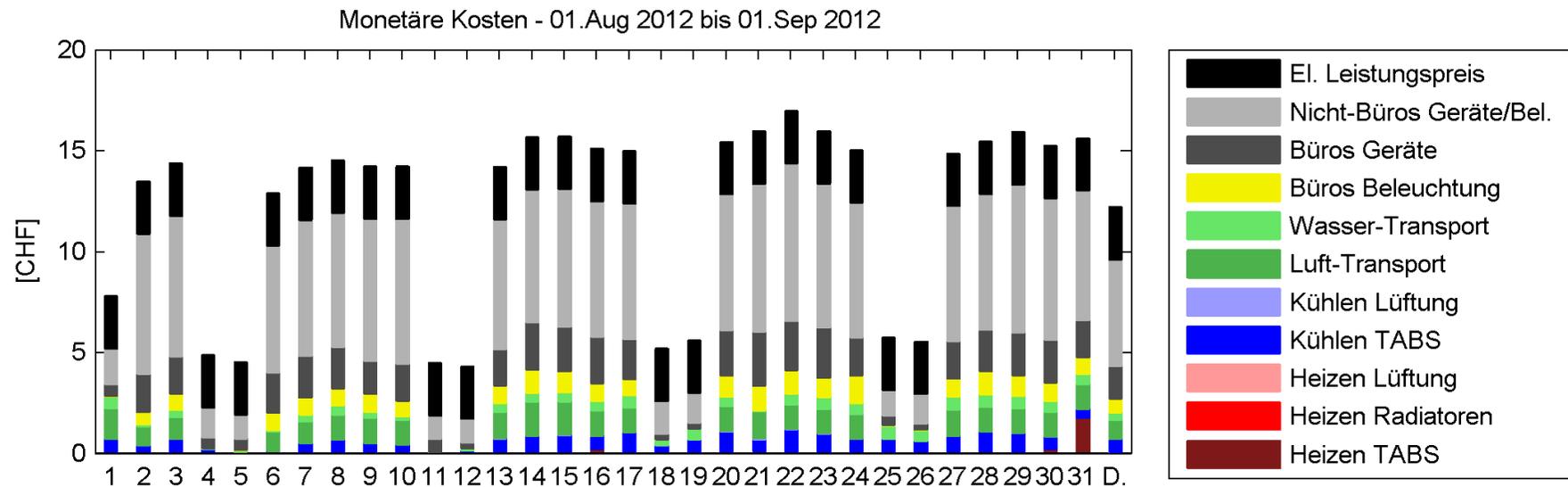
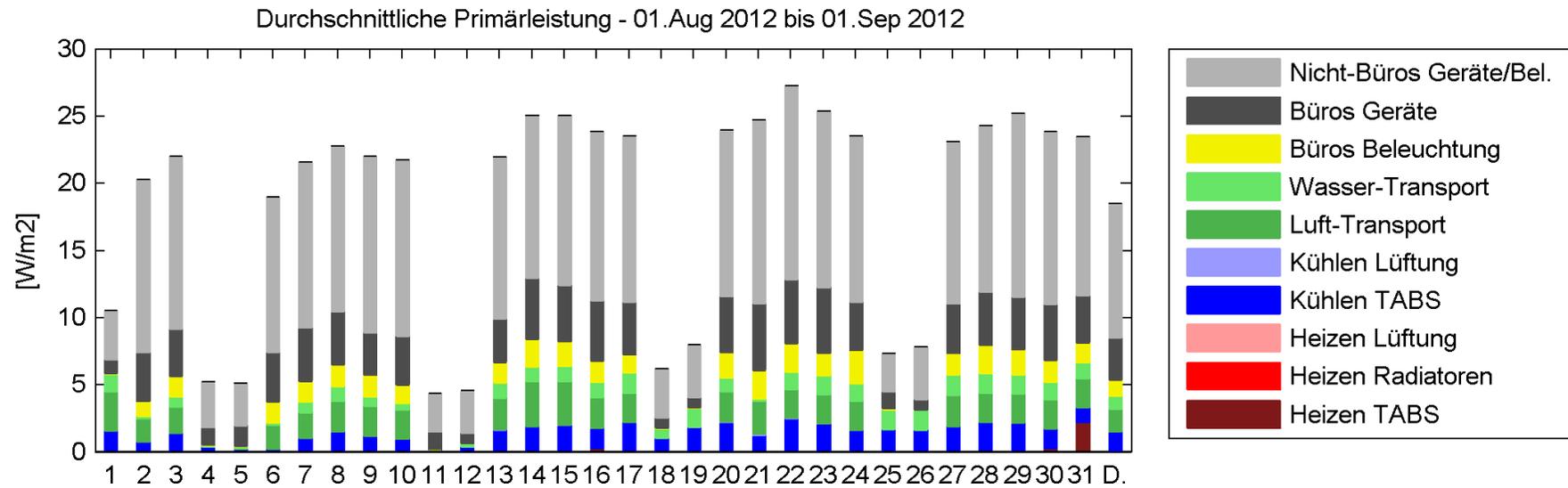
Durchschnittliche Nutzleistung - 01.Aug 2012 bis 01.Sep 2012



- Nicht-Büros Geräte/Bel.
- Büros Geräte
- Büros Beleuchtung
- Wasser-Transport
- Luft-Transport
- Kühlen Lüftung
- Kühlen TABS
- Heizen Lüftung
- Heizen Radiatoren
- Heizen TABS

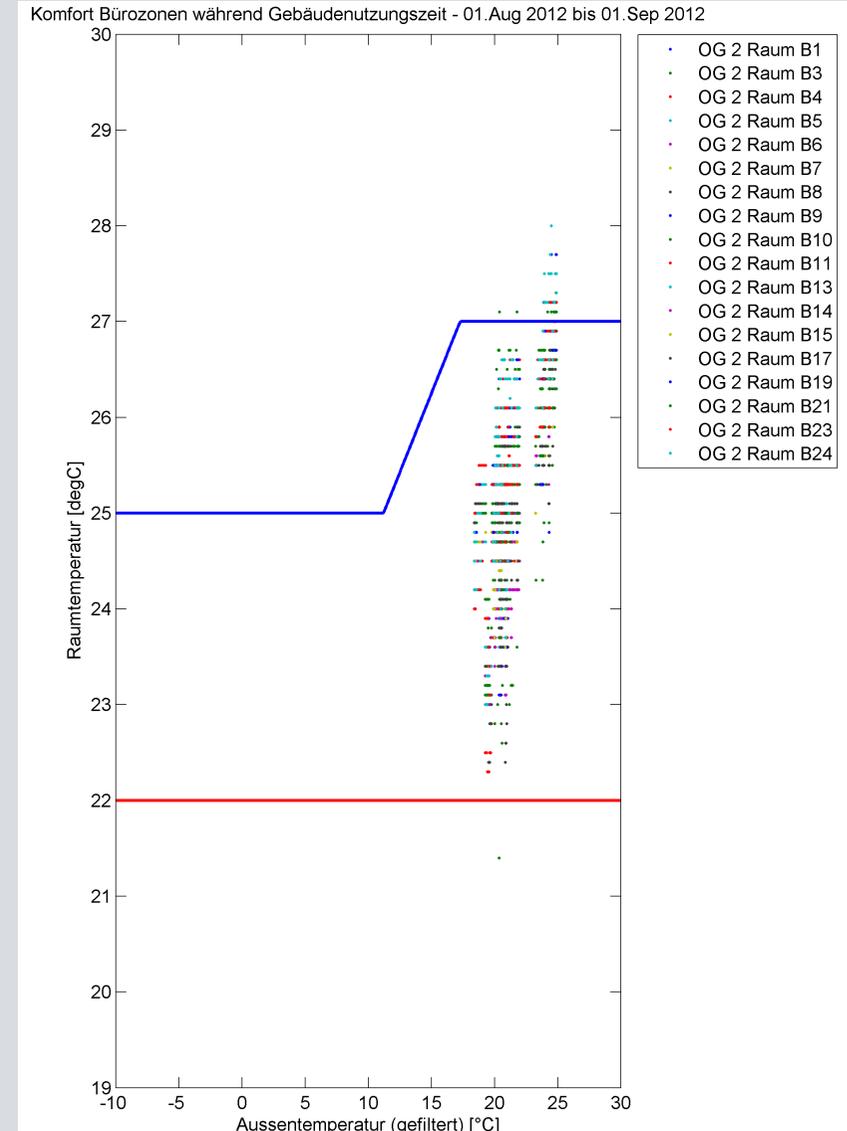
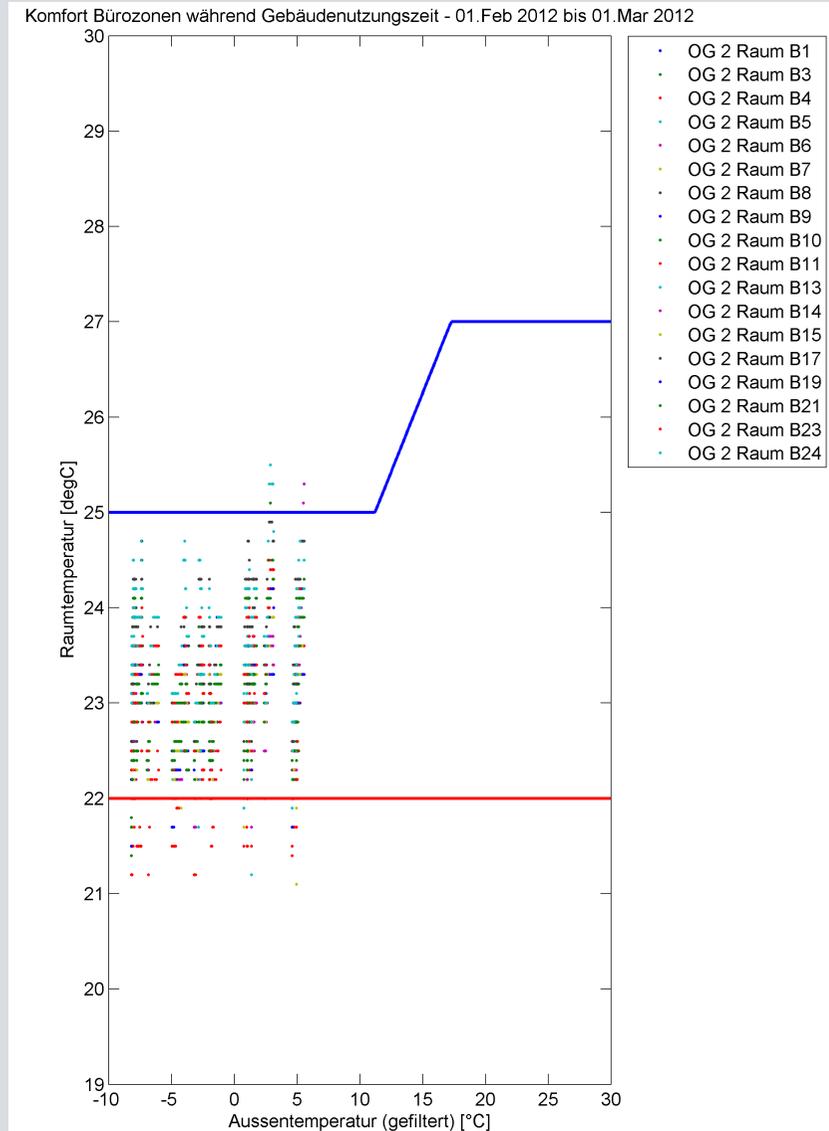
Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Messdatenauswertung Strategie RBC-2: August 2012



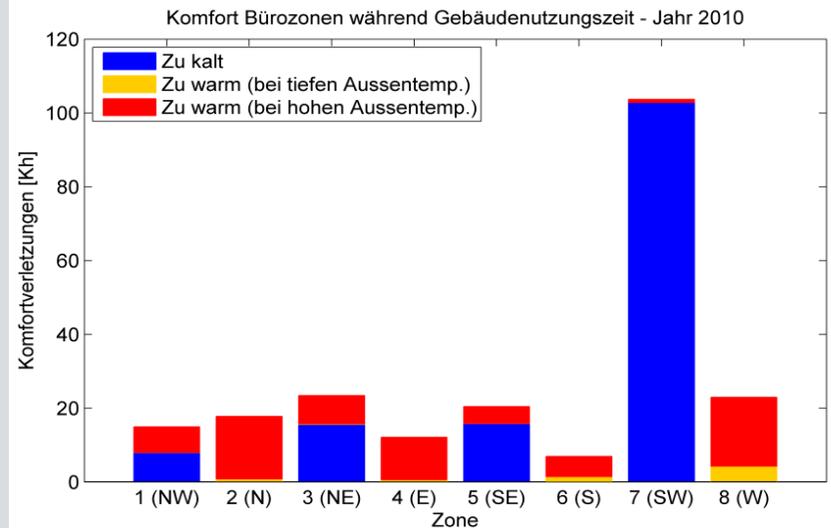
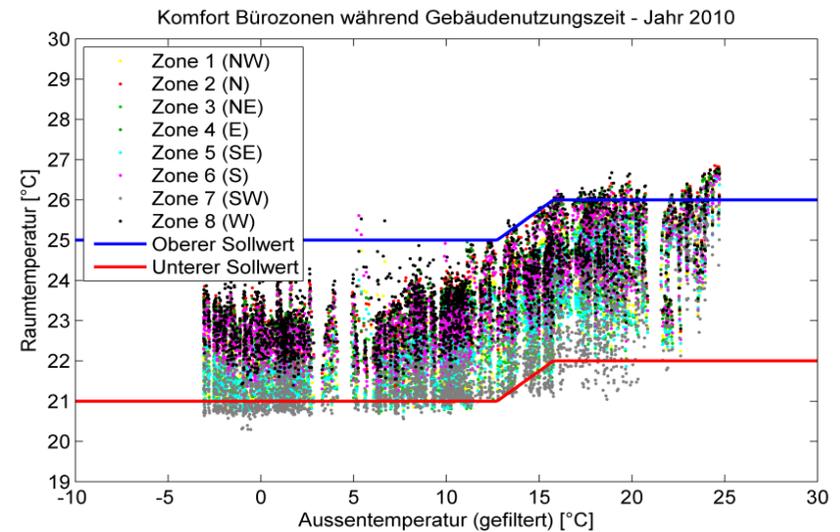
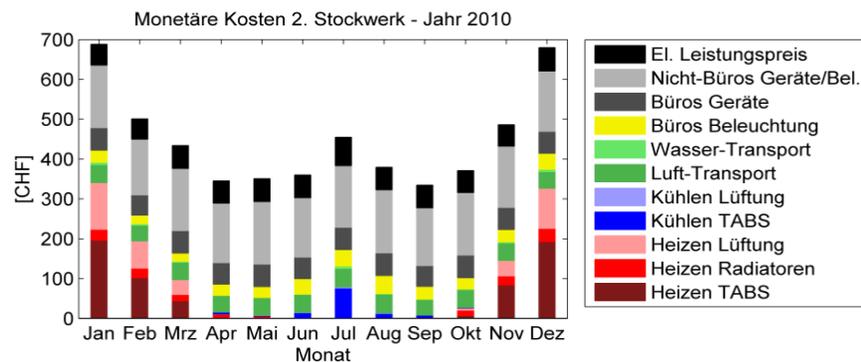
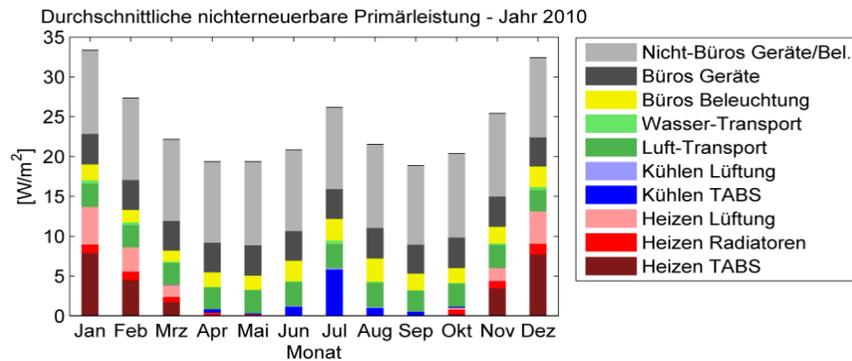
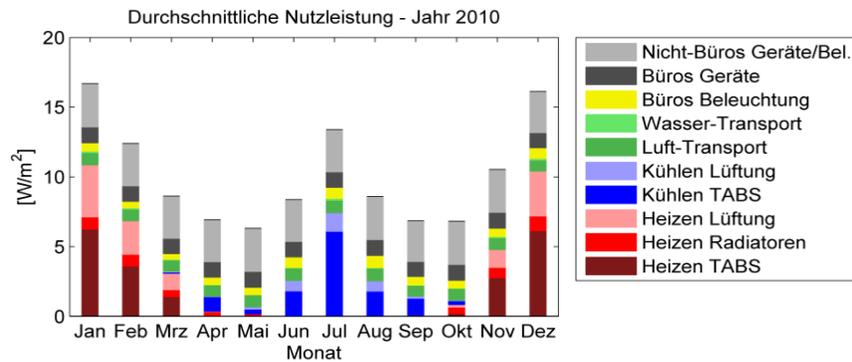
Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Messdatenauswertung Strategie RBC-2: Februar/August 2012



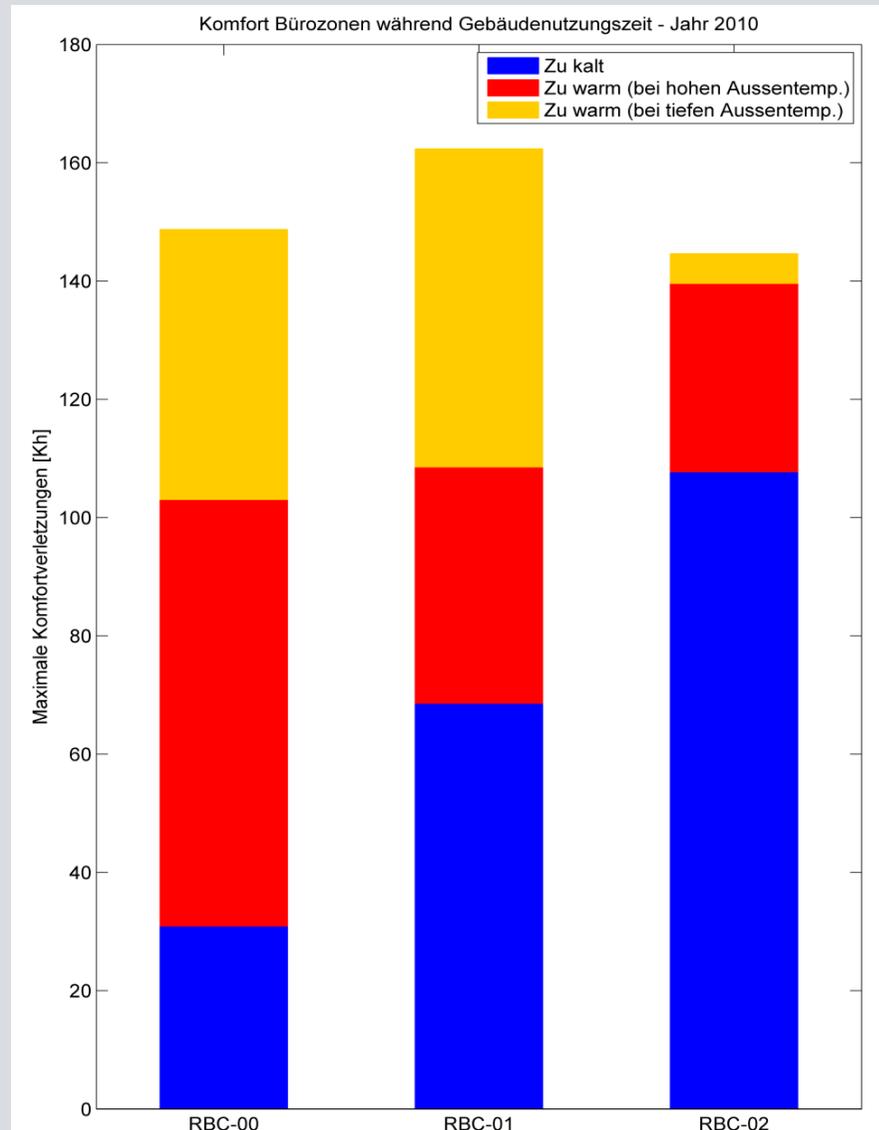
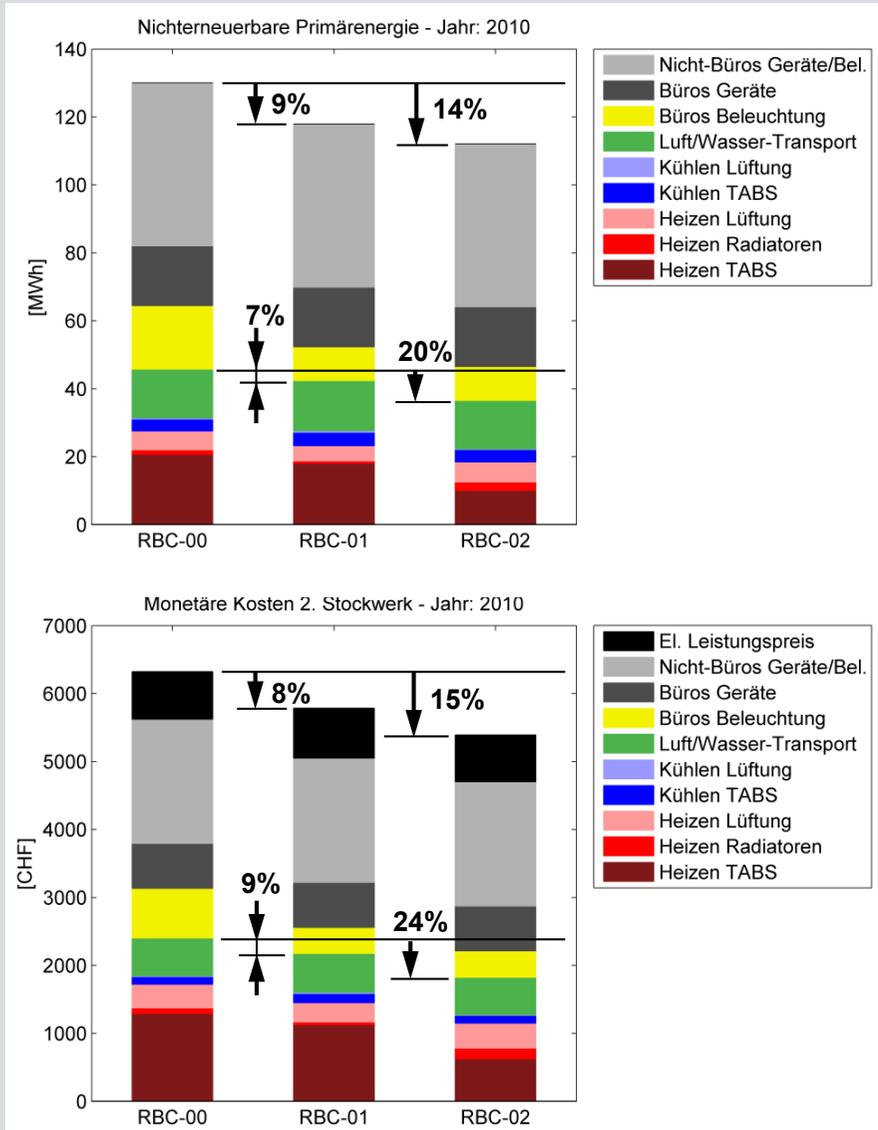
Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Simulationsauswertung Strategie RBC-2



Regelung und Steuerung des Demonstrationsgebäudes **SIEMENS**

Vergleich Simulationen RBC Strategien



Bisherige Erkenntnisse

- Nur durch **geeignetes Monitoring** inkl. Zusatzinstrumentierung können Fehler und Optimierungspotential schnell und sicher erkannt werden
- Getrennte (Regel)systeme erschweren das Monitoring und verunmöglichen die **gesamtheitliche, koordinierte Regelung**
- Zusätzlich zur klassischen Anlagenoptimierung lassen sich durch einen Ausbau mit **einfachen regelbasierten evt. vorausschauenden Strategien** weitere Verbesserungen der Energieeffizienz und des Komfort realisieren
- Die untersuchten überlagerten regelbasierten Strategien sind vollautomatisch – wir glauben, dass sie sich auch **einfach bedienbar** sind
- Die überlagerten regelbasierten **Strategien sind einfach einzustellen**, ein Vorgehen für Erstparametrierung und Betriebsoptimierung ist definiert

Vorausschauende Regelung bei Siemens BT morgen

Kurz bis mittelfristig:

- Integration von verschiedenen Vorhersagen (Wetter, Energiepreise, ...) in Gebäudeautomationssysteme
→ Internationale Standards benötigt für zu beziehende Informationen (Wettervorhersagen, SmartGrid)
- Entwicklung geprüfter prädiktiver RBC Lösungen für Standardanwendungen wie z.B. TABS oder Einzelraumregelungen

Längerfristig:

- Fortführung der Mitarbeit an Forschungsprojekten zur prädiktiven Gebäudeautomation
- Umsetzung weiterer modellprädiktiver Regelungen für ausgewählte Anwendungen