

Monitoring und Automatisierung im Gebäudebestand

Dr. Thomas Bernard

Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und
Bildauswertung (Karlsruhe)

EnOB-Symposium 2014
Essen, 20.03.2014

Monitoring und Automatisierung im Gebäudebestand



Bosch Thermotechnik



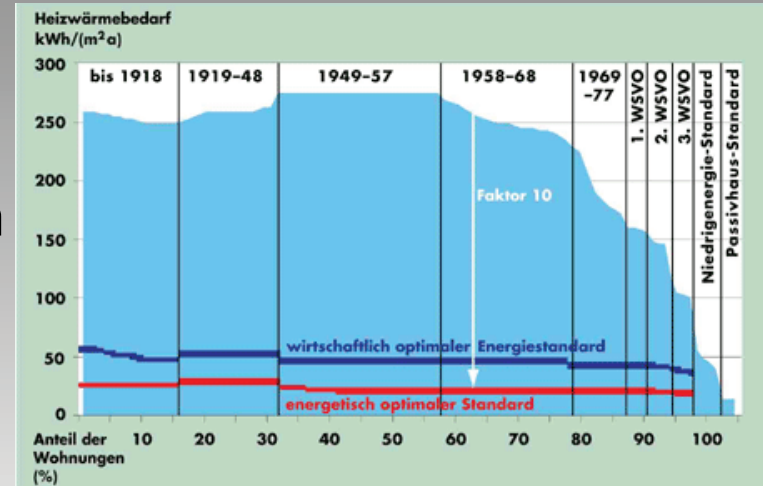
Fakultät Elektro- und
Informationstechnik



Institut für Werkstoffe im
Bauwesen

Motivation und Ziele

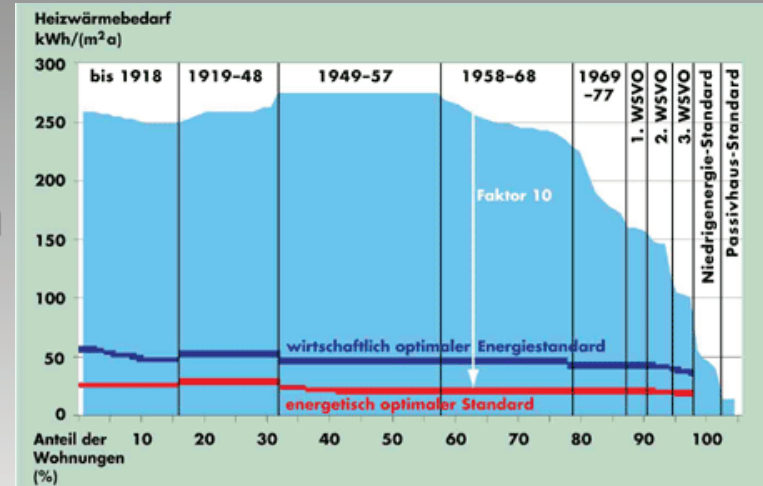
- 40 % des Endenergieverbrauchs für Konditionierung von Gebäuden
- Sanierungsrate nur etwa 1 %



Struktur des Gebäudebestands

Motivation und Ziele

- 40 % des Endenergieverbrauchs für Konditionierung von Gebäuden
- Sanierungsrate nur etwa 1 %



Struktur des Gebäudebestands

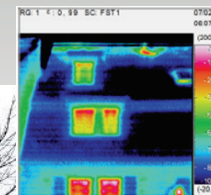
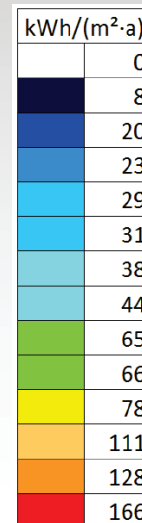
Zielstellungen:

- Senkung des Energieverbrauches durch geringinvestive Monitoring- und Automatisierungskonzepte
- Aktiver Schutz der Bausubstanz
- Berücksichtigung individueller Nutzerbedürfnisse

Demonstrator-Gebäude

- Denkmalgeschütztes Gebäude in Stuttgart-Wangen
- 14 Einheiten (gewerblich, privat, Hotel-Appartments)
- Bauphysikalische Untersuchungen zur Gebäudehülle, Modellierung und Simulation

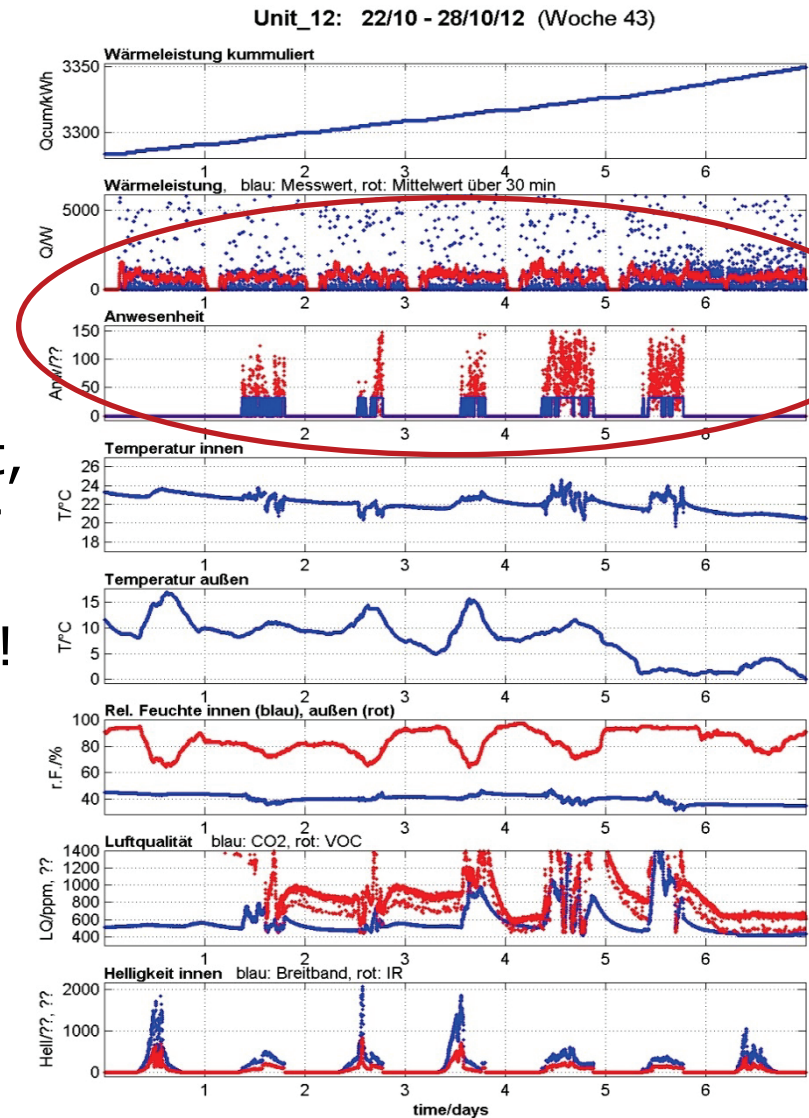
Energieverbrauch der Wohneinheiten



Einfluss Nutzerverhalten

- Oft kontinuierlicher Betrieb der Heizung auch bei Abwesenheit, unabhängig von Außentemperatur
→ enorme Energieverschwendung!

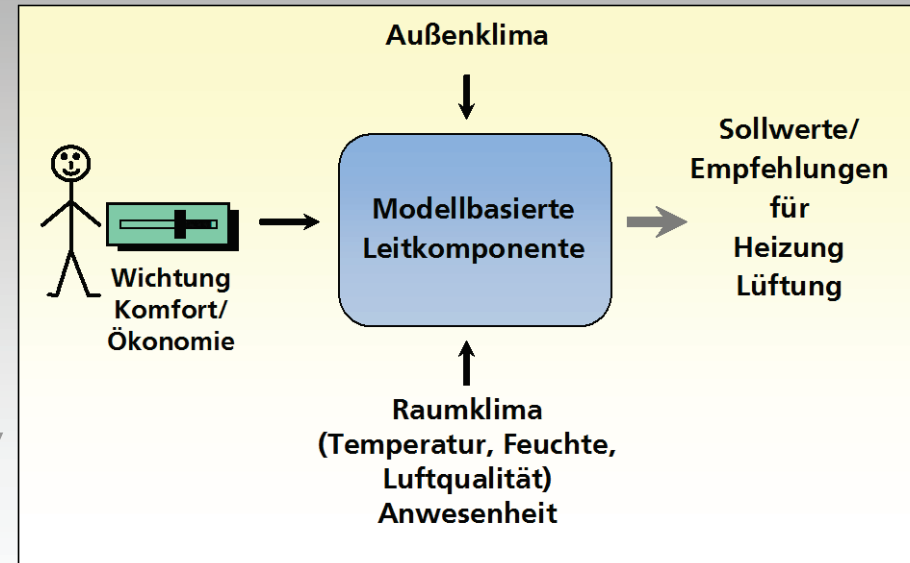
Messergebnis einer Wohneinheit
aus 2012, KW 43



Lösungskonzept

Ziel: Bedarfsgerechtes Heizen und Lüften

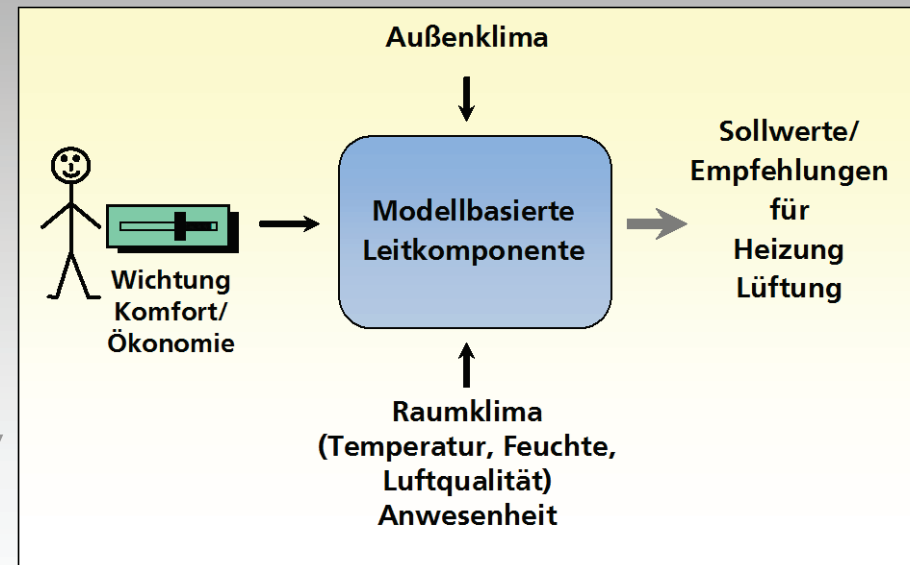
- Generierung von Sollwerten oder Empfehlungen für Heizung und Lüftung
- Funk-basiertes Sensor- und Aktornetzwerk
- Selbstlernende Komponenten, online mitlaufende Modelle
- Einfachste Bedienbarkeit (z.B. über Kosten-Komfort-Schieber, keine Programmierung!)



Lösungskonzept

Ziel: Bedarfsgerechtes Heizen und Lüften

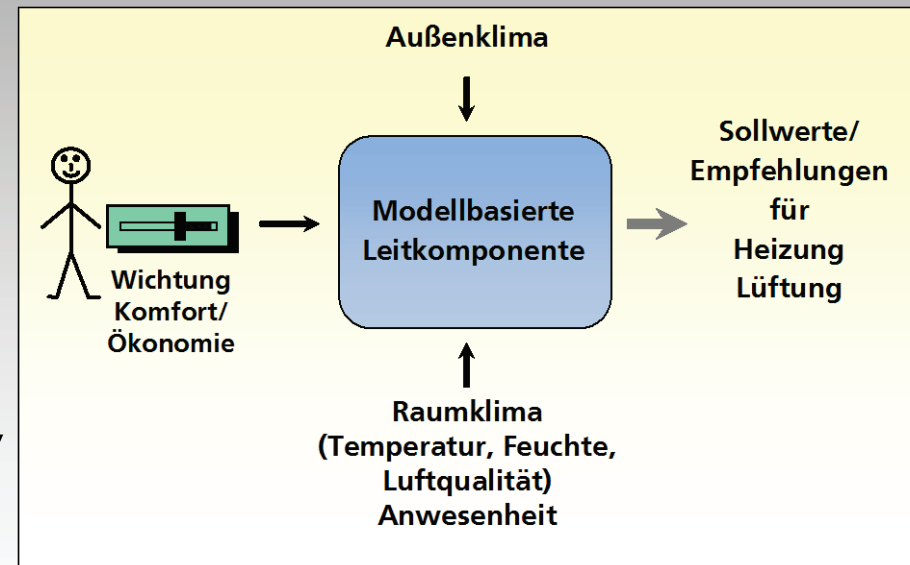
- Generierung von Sollwerten oder Empfehlungen für Heizung und Lüftung
- Funk-basiertes Sensor- und Aktornetzwerk
- Selbstlernende Komponenten, online mitlaufende Modelle
- Einfachste Bedienbarkeit (z.B. über Kosten-Komfort-Schieber, keine Programmierung!)



Lösungskonzept

Ziel: Bedarfsgerechtes Heizen und Lüften

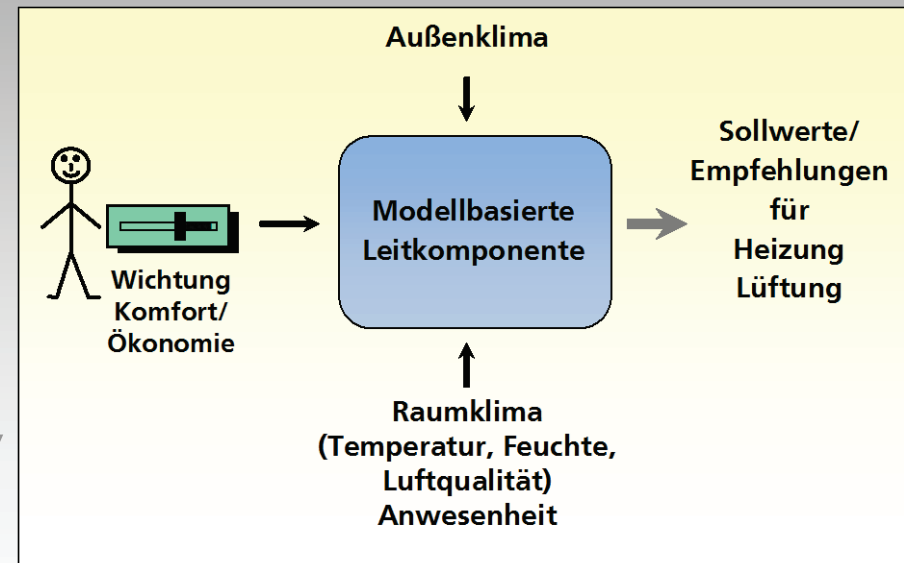
- Generierung von Sollwerten oder Empfehlungen für Heizung und Lüftung
- Funk-basiertes Sensor- und Aktornetzwerk
- Selbstlernende Komponenten, online mitlaufende Modelle
- Einfachste Bedienbarkeit (z.B. über Kosten-Komfort-Schieber, keine Programmierung!)



Lösungskonzept

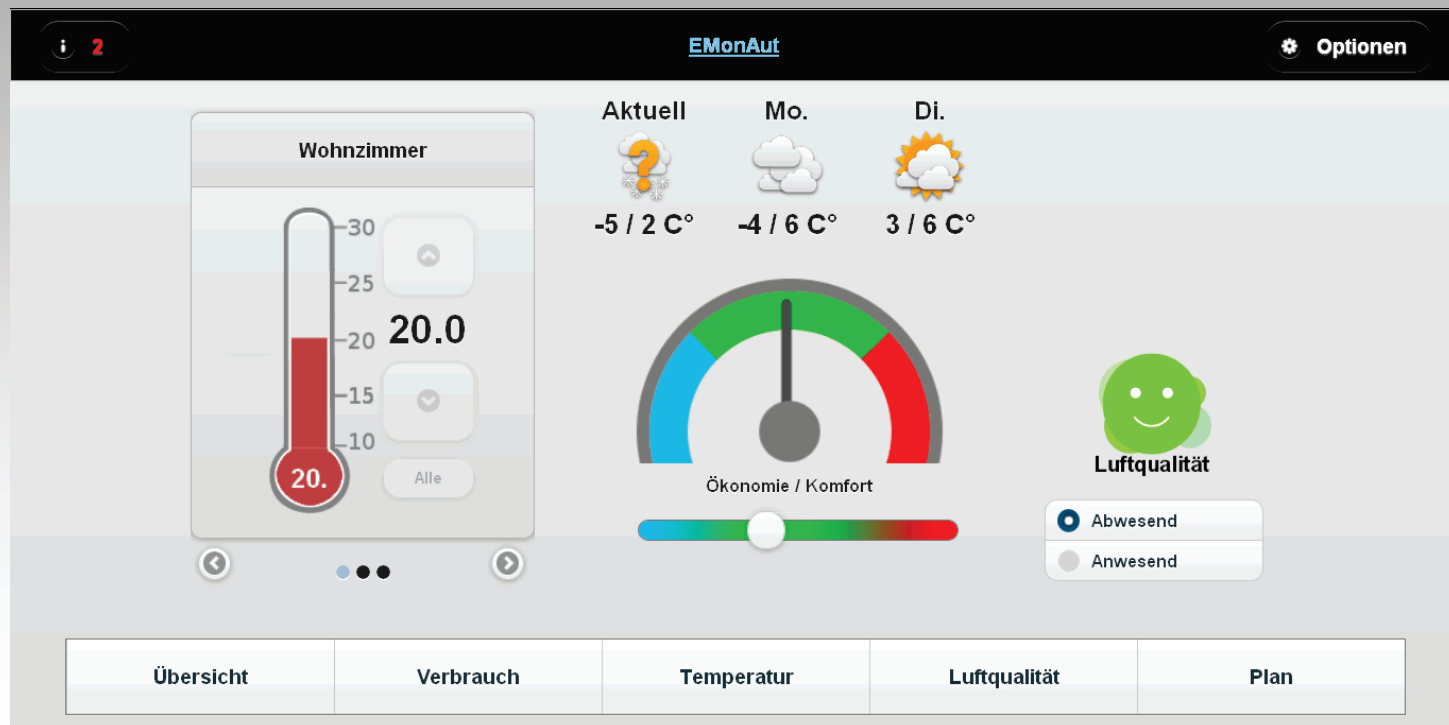
Ziel: Bedarfsgerechtes Heizen und Lüften

- Generierung von Sollwerten oder Empfehlungen für Heizung und Lüftung
- Funk-basiertes Sensor- und Aktornetzwerk
- Selbstlernende Komponenten, online mitlaufende Modelle
- Einfachste Bedienbarkeit (z.B. über Kosten-Komfort-Schieber, keine Programmierung!)



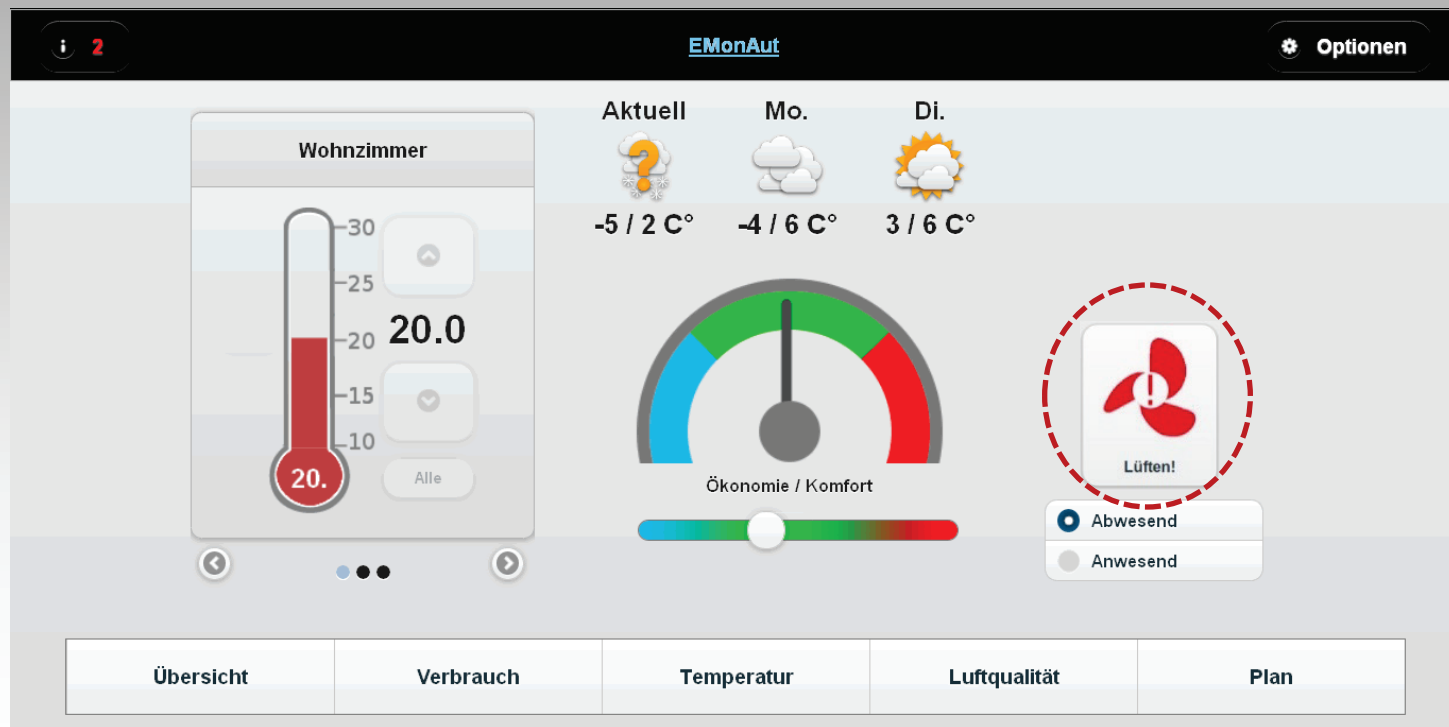
Bedienoberfläche

- Tablet-PC, mit Internet-Zugang



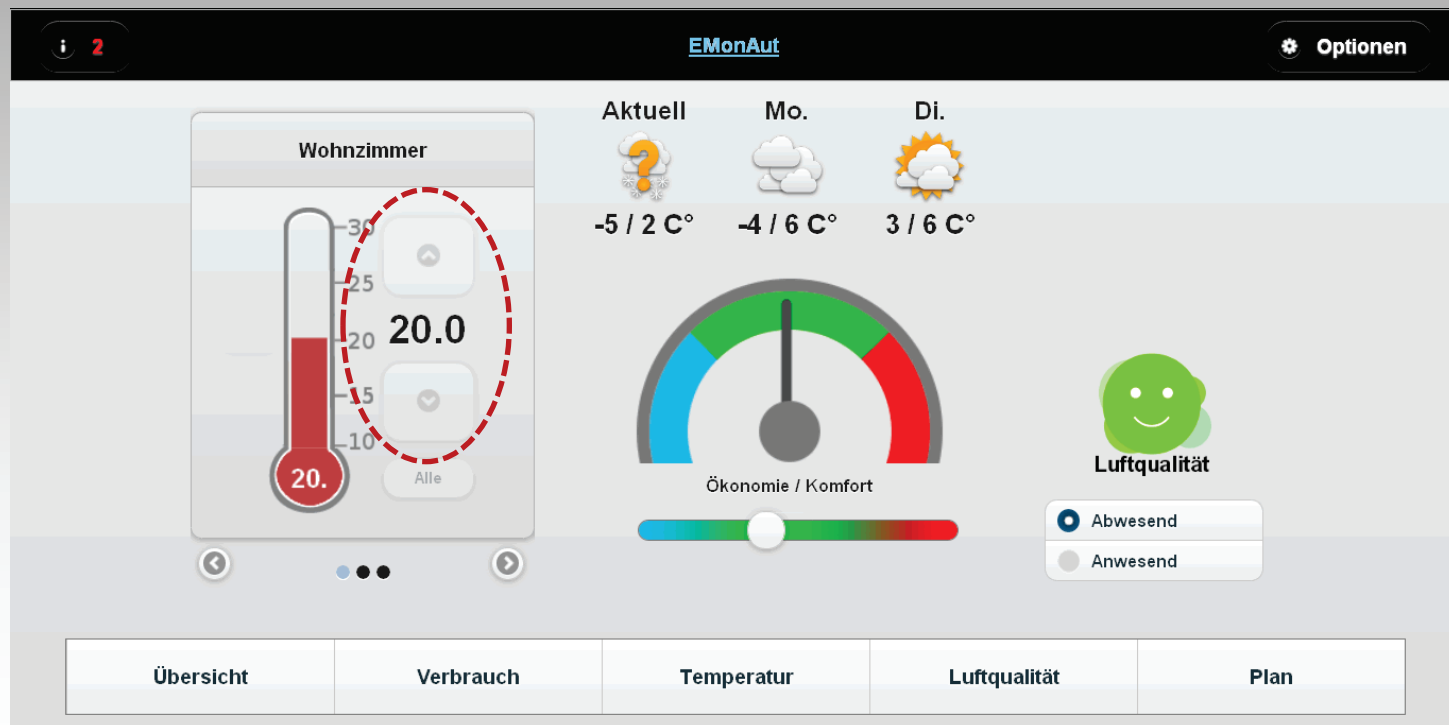
Bedienoberfläche

- System gibt Lüftungsempfehlung oder steuert Lüftung an



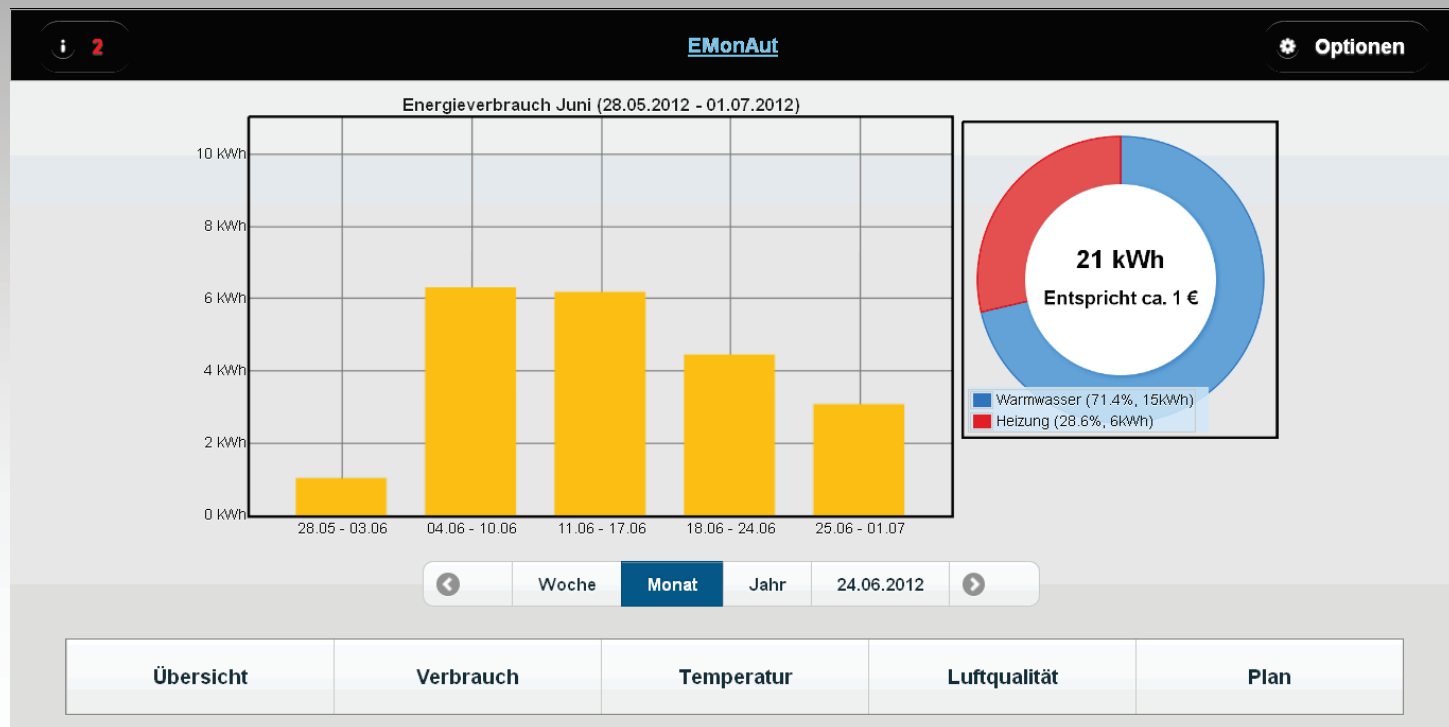
Bedienoberfläche

- Nutzer kann Automatik leicht überstimmen
- System lernt aus Nutzereingriffen



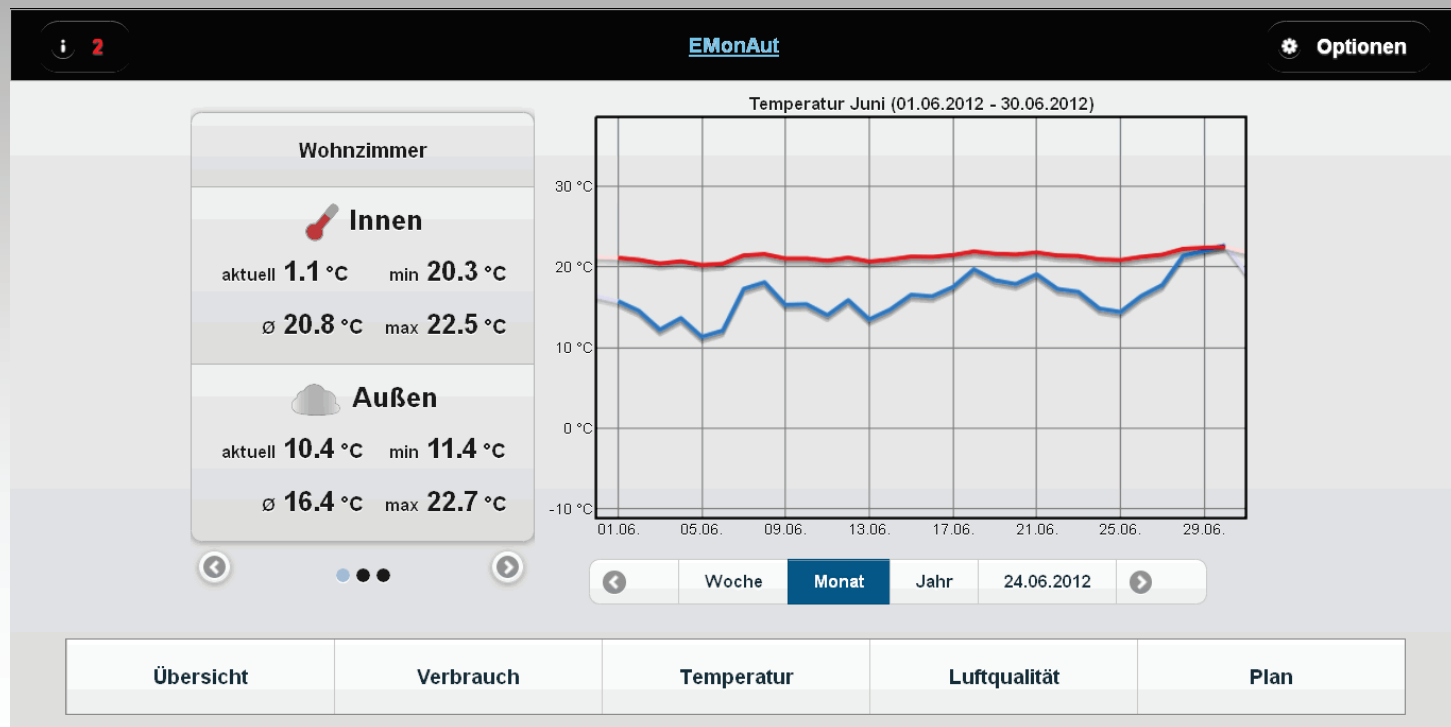
Bedienoberfläche

- Anzeige Energieverbrauch



Bedienoberfläche

- Anzeige Temperaturen





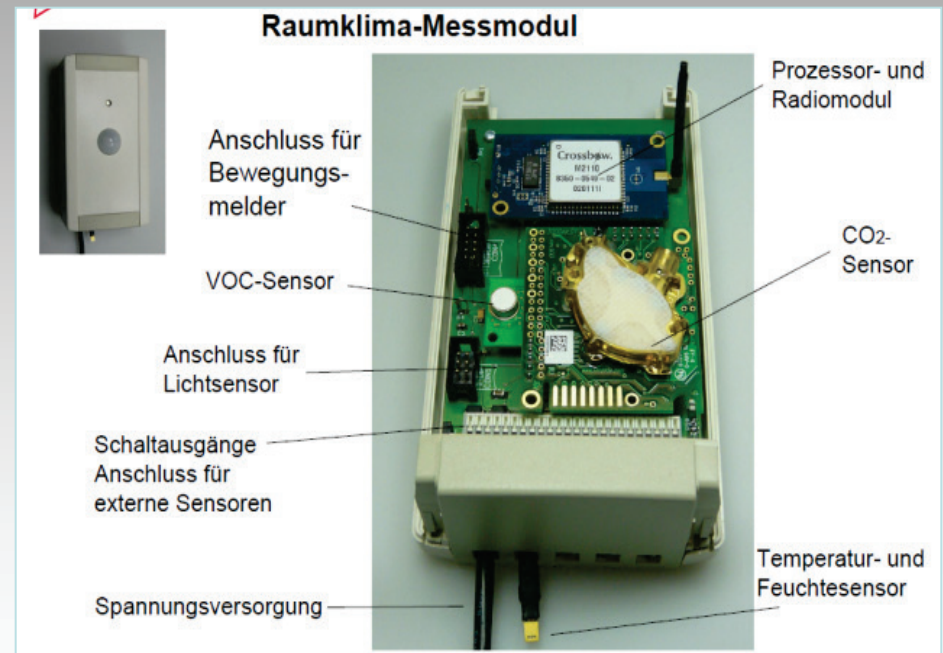
Sensorik

Funkbasiertes Raumklima-Sensormodul (Hochschule Karlsruhe)

- Temperatur
- rel. Feuchte
- Luftqualität (CO₂, VOC)
- Helligkeit
- Bewegungsmelder

Kommerzielle Sensoren:

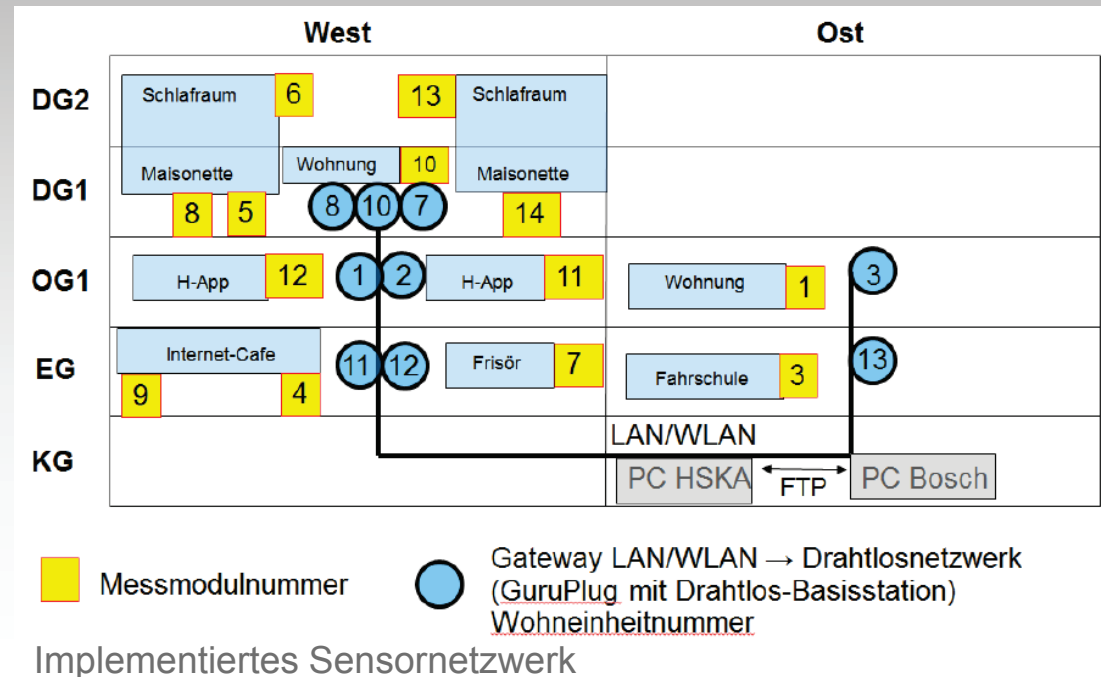
- Wärmemengenzähler
- Außenklima



Drahtlose Datenübertragung

- Internet-Protokoll für drahtlose Netzwerke
(6LoWPAN: IPv6 low power wireless personal area network)
- Protokoll-Stack TinyOS Blip (Berkeley low power internet protocol)

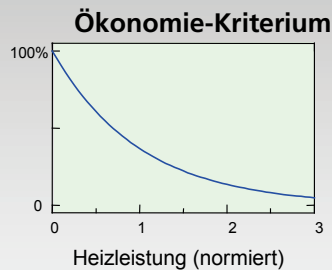
- Probleme mit Protokoll-Stacks
→ robuster Betrieb nur mit automatisiertem Hardware-Reset möglich



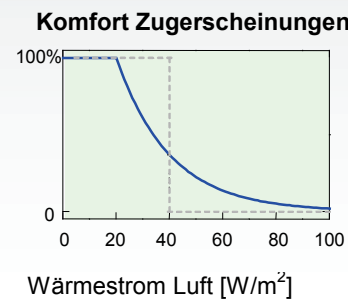
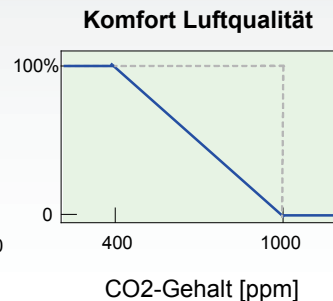
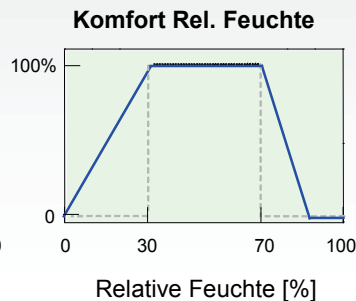
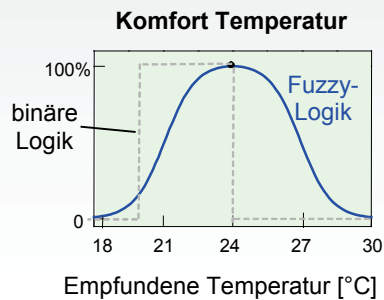
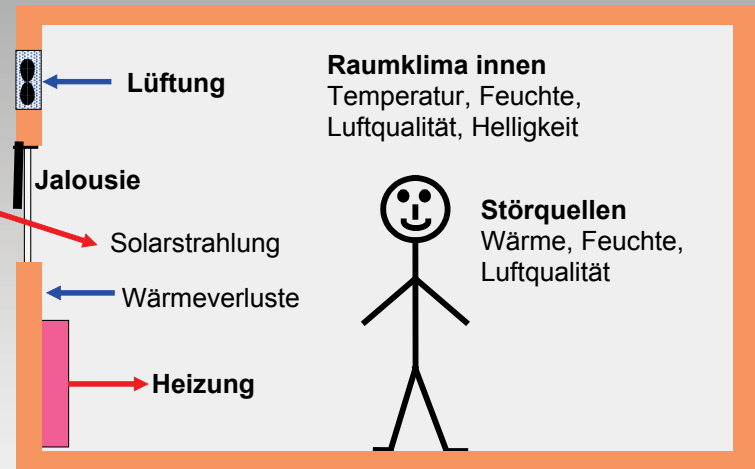
Optimierung auf Raumebene

- Berücksichtigung von Ökonomiekriterium sowie Komfortkriterien mittels Fuzzy-Logik

(empfundene Temperatur, Luftqualität, rel. Feuchte, Zugserscheinungen)

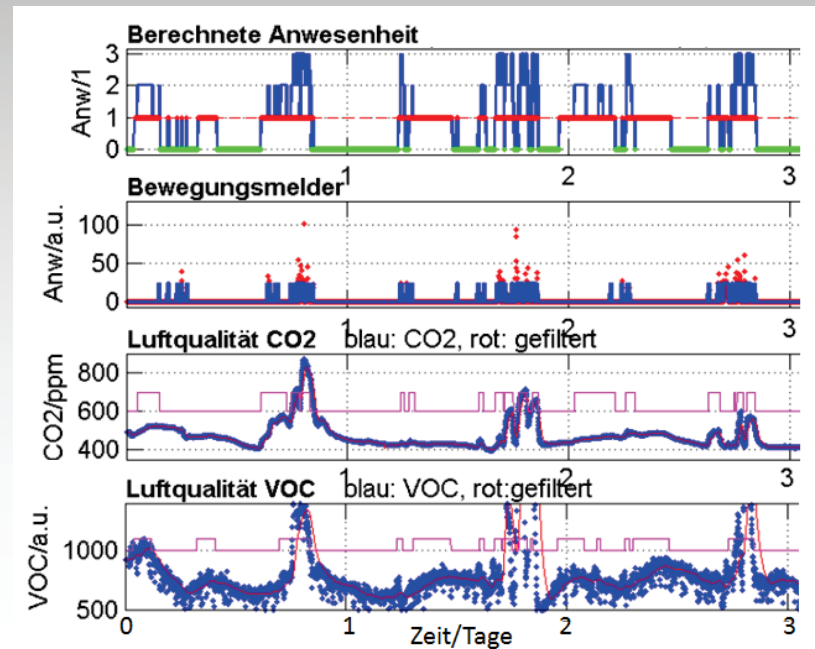


Klima außen
Temperatur, Feuchte,
Luftqualität, Helligkeit



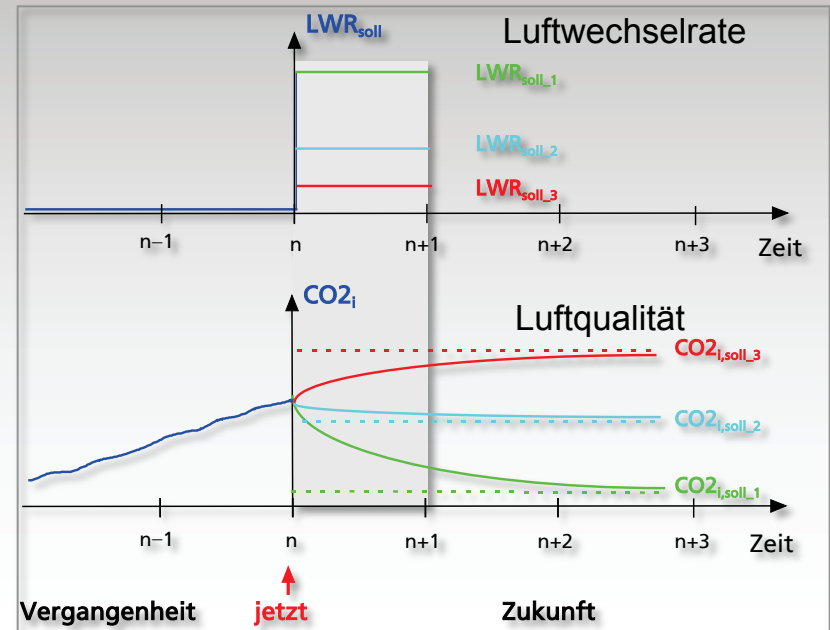
Echtzeitfähige Modelle

- Anwesenheitserkennung aus Bewegungsmelder und Luftqualität; Anlernen von Anwesenheitsprofilen
- Prädiktive Modellkomponenten berechnen Auswirkung von Heizen und Lüften hinsichtlich Ökonomie und Komfort
- Echtzeitfähiges Modell der Wand-Temperaturschichtung → Schutz der Bausubstanz



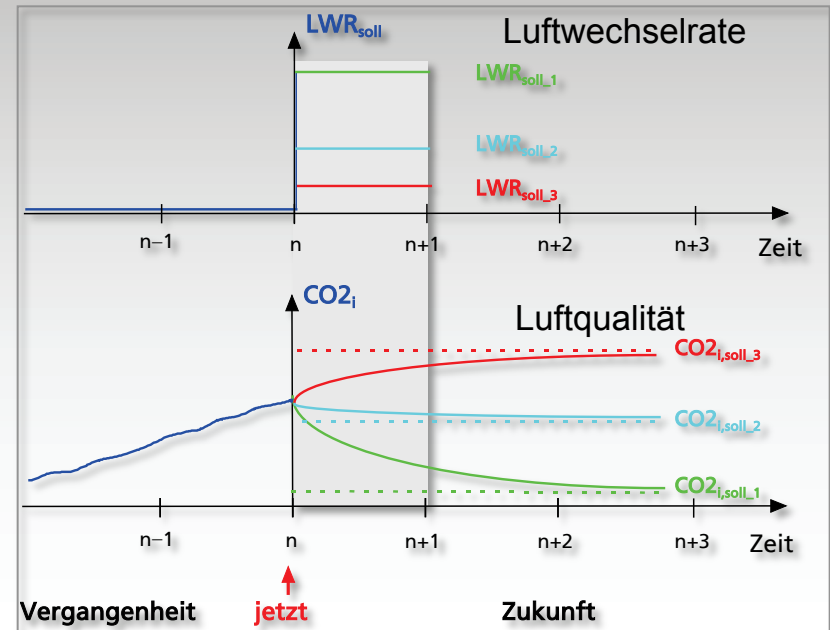
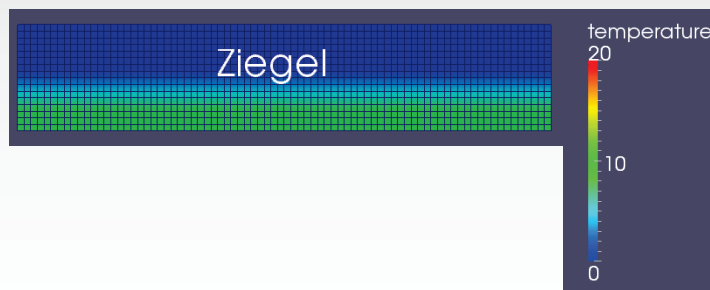
Echtzeitfähige Modelle

- Anwesenheitserkennung aus Bewegungsmelder und Luftqualität; Anlernen von Anwesenheitsprofilen
- Prädiktive Modellkomponenten berechnen Auswirkung von Heizen und Lüften hinsichtlich Ökonomie und Komfort
- Echtzeitfähiges Modell der Wand-Temperaturschichtung → Schutz der Bausubstanz



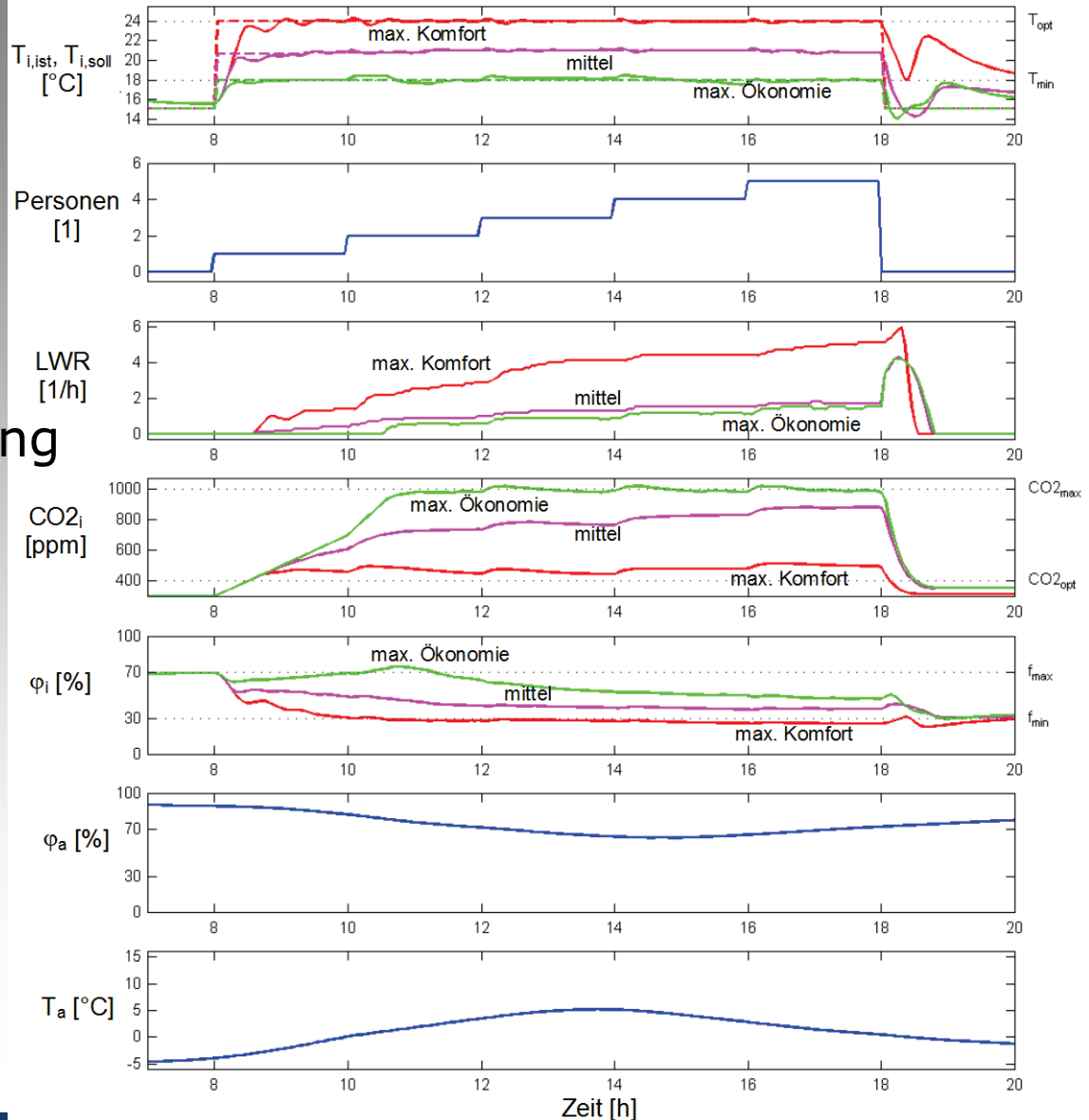
Echtzeitfähige Modelle

- Anwesenheitserkennung aus Bewegungsmelder und Luftqualität; Anlernen von Anwesenheitsprofilen
- Prädiktive Modellkomponenten berechnen Auswirkung von Heizen und Lüften hinsichtlich Ökonomie und Komfort
- Echtzeitfähiges Modell der Wand-Temperaturschichtung
→ Berechnung Taupunkt, Schutz der Bausubstanz

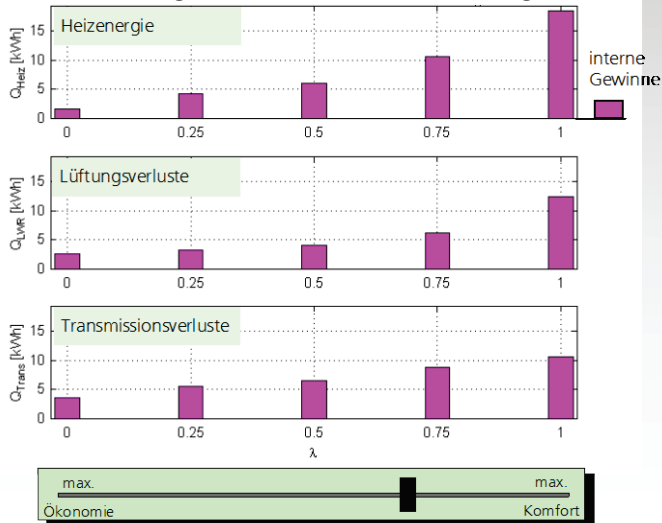


Simulation Wintertag

■ Analyse Einfluss Kosten-Komfort-Wichtung



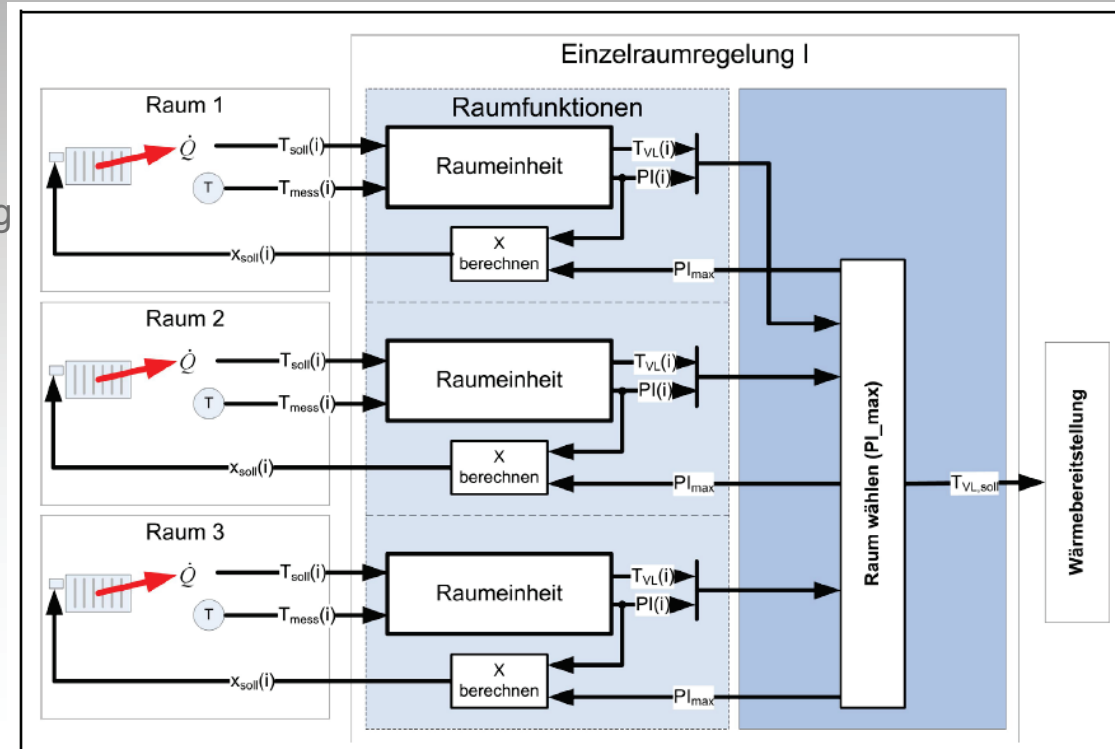
Energie vs. Schieberstellung



Optimierung Wärmebereitstellung

- Wärmebedarf wird raumweise berechnet (über Soll-/Istwert Temperatur, Ventilstellung) und an Heizkessel übermittelt

Neues Ventil mit Erfassung der Ventilstellung (Bosch Thermotechnik, Prototyp)

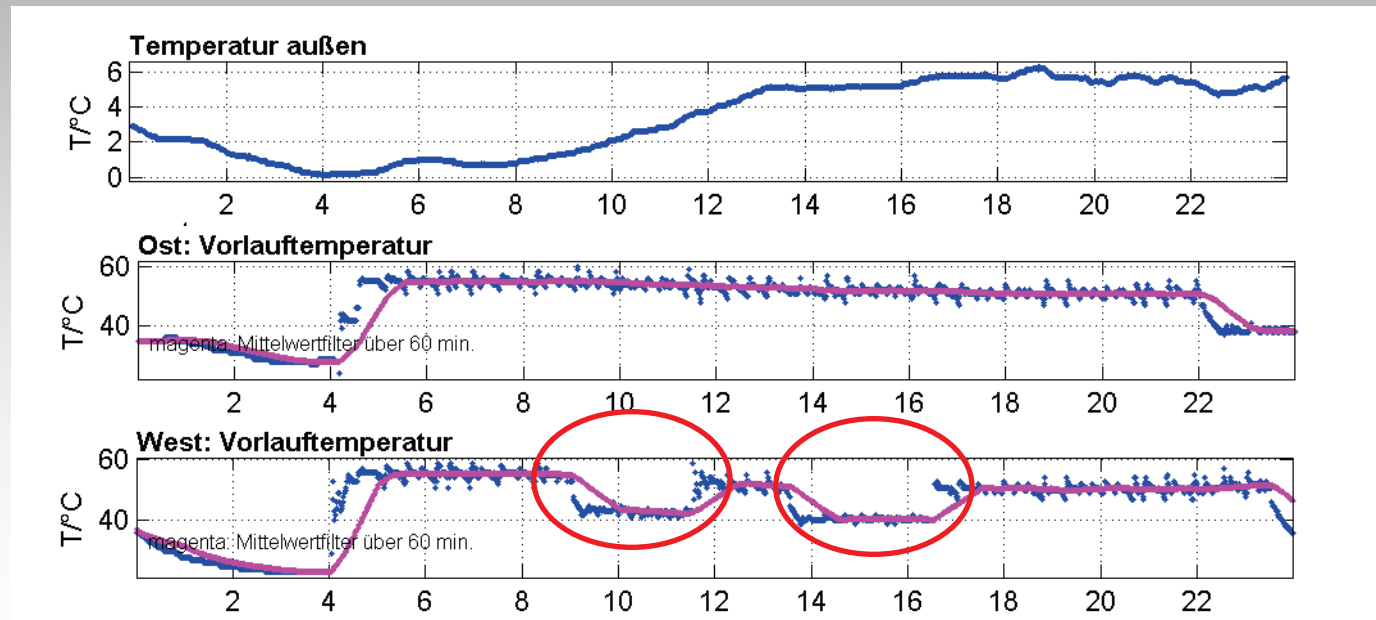


Adaption Vorlauftemperatur

■ Exemplarischer Tagesverlauf (5.2.2014)

Ohne Adaption
(Heizstrang Ost)




Mit Adaption
(Heizstrang Ost)

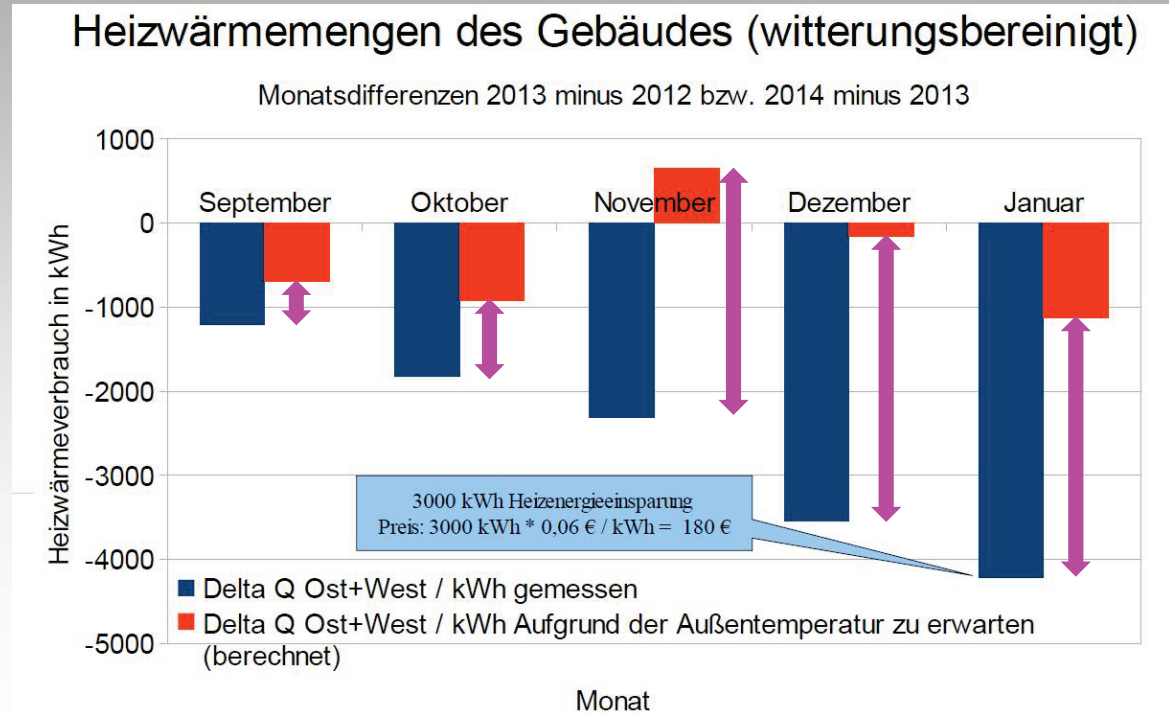


→ bedarfsgerechte Energiebereitstellung

Erzielte Energieeinsparung

- Vergleich 2012 (ohne Optimierung) mit 2013 (mit Optimierung)

-  tatsächliche Differenz 2013 zu 2012
-  zu erwartende Differenz 2013 zu 2012 ohne Optimierung
-  witterungsbereinigte Energieeinsparung durch Optimierung



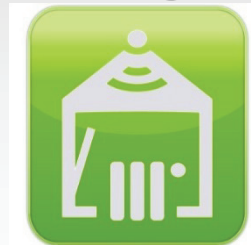
→ deutliche Energie-Einsparung (witterungsbereinigt ca. 20%)

Zusammenfassung und Ausblick

- Gewerkeübergreifende Monitoring- und Automatisierungskonzepte erfolgreich realisiert, in Simulationen und in Demonstratorobjekt untersucht
- Energie-Einsparung von ca. 20%

Herausforderungen und Chancen für breite Anwendung:

- Aufwand für Inbetriebnahme bisher noch hoch
- Einfacherer Zugang zu Schnittstellen (z.B. Kessel) notwendig
- Energieautarke Sensoren / Aktoren sind wichtig!
- Synergieeffekte durch Nutzung neuer funk-basierter Plattformen (z.B. Qivicon von Telekom)
- Anbindung an neue Produkte möglich (z.B. en:key, tado)

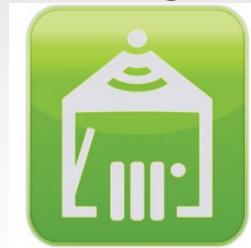


Zusammenfassung und Ausblick

- Gewerkeübergreifende Monitoring- und Automatisierungskonzepte erfolgreich realisiert, in Simulationen und in Demonstratorobjekt untersucht
- Energie-Einsparung von ca. 20%

Herausforderungen und Chancen für breite Anwendung:

- Aufwand für Inbetriebnahme bisher noch hoch
- Einfacherer Zugang zu Schnittstellen (z.B. Kessel) notwendig
- Energieautarke Sensoren / Aktoren sind wichtig!
- Synergieeffekte durch Nutzung neuer funk-basierter Plattformen (z.B. Qivicon von Telekom)
- Anbindung an neue Produkte möglich (z.B. en:key, tado)



Vielen Dank!

Thomas.Bernard@iosb.fraunhofer.de

