

---

# INTELLIGENTE GEBÄUDESTEUERUNGEN BEGRIFFE, STAND, PERSPEKTIVEN

Jürgen Haufe

---



Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen  
Institutsteil Entwurfsautomatisierung

# Agenda

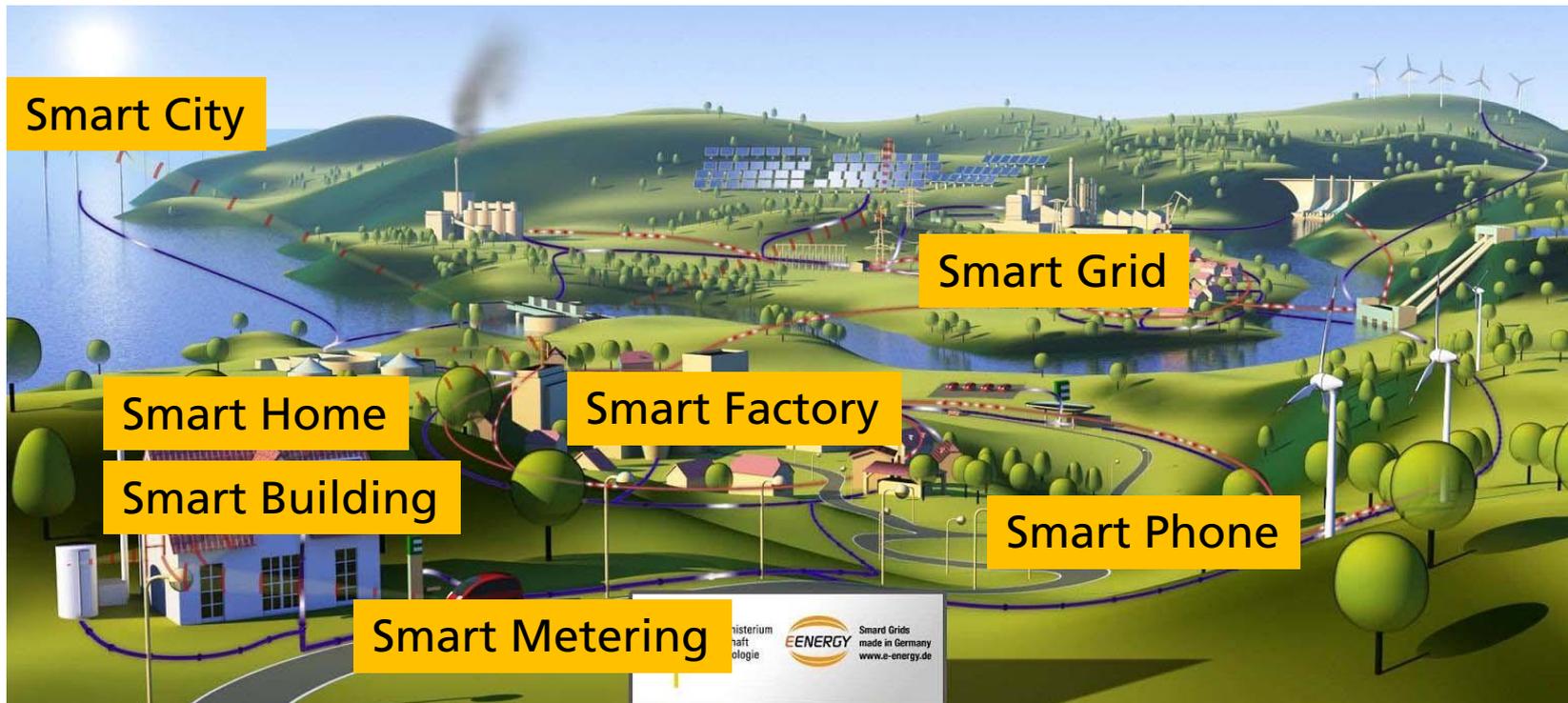
- Intelligentes Gebäude
- Intelligente Gebäudesteuerung
- Marktsituation
- Ausblick

# Was ist ein intelligentes Gebäude?

## Begriffe

„Home automation is [...] a set of expensive gadgets which make the house smart“

*Jose Santa et al: Energy-Efficient Indoor Spaces Through Building Automation, Springer 2014*



3

# Was ist ein intelligentes Gebäude?

## Begriffe

Intelligent Building Institute (IBI):

“...provides a productive and cost-effective environment through optimization of its four basic elements including structures, systems, services and management and the interrelationships between them”

Mehrwert durch Vernetzung und Interaktion

- Geringere Kosten: Energie, Verschleiß, Flexibilität, Gebäudemanagement
- Höherer Komfort und Arbeitseffizienz
- Mehr Sicherheit, auch AAL
- Verbesserte Gesundheit, auch AAL
- Luxus, Prestige

# Was ist ein intelligentes Gebäude?

## Voraussetzungen

### Ausrüster:

- Kommunikations- und Steuerungsnetzwerk
- vernetzungsfähige Steuerungshardware, Sensoren, Aktuatoren und TGA-Komponenten

### Planer, Systemintegrator:

- Intelligente Steuerungsstrategie bzw. Steuerungssoftware
- Angepasste Entwurfsumgebungen

### Installateur, Facility Manager:

- Neues Ausbildungsprofil erforderlich

### Eigner:

- Investmittel

# Was ist ein intelligentes Gebäude?

## Stand Smart Home, Hardware

Angebot für kleine Gebäude, Ein-Familienhäuser:

- Raumautomation
- Teilweise Heizungssteuerung
- Teilweise Sicherheit
- Teilweise Multimedia
- Teilweise Komplettsystem

Technologie / Standards:

- Funk / Kabel
- Keine gemeinsame Basis, viele Inseln



Powering Business Worldwide



# Was ist ein intelligentes Gebäude?

## Stand Smart Home, Software

Angebot für kleine Gebäude, Ein-Familienhäuser:

- Open Source ... kommerziell
- Schnittstellen zu Gebäudesteuerungs- und Multimediasystemen
- Systemintegration, Steuerung, Visualisierung
- Treiber für Vielzahl von Protokollen
- Java, C++, Script-Sprachen

KNX, M-Bus, Modbus, DALI, DMX, OPC

1-Wire, Z-Wave, EnOcean, ZigBee, WLAN

Ethernet, Funk, Serielle IF, ....



# Was ist ein intelligentes Gebäude?

## Stand Smart Building, Komplettsysteme

Angebot große Wohn- und Zweckgebäude

- Komplettlösungen
  - Entwicklungsumgebung
  - Raumsteuerung
  - Anlagensteuerung
  - Leittechnik
  - Kommunikation
  - Datenerfassung und Management
- Meist BACnet

**SIEMENS**

**Honeywell**

**Schneider**  
Electric

**Johnson**  
Controls

**SAUTER**  
Creating Sustainable Environments.

# Was ist ein intelligentes Gebäude?

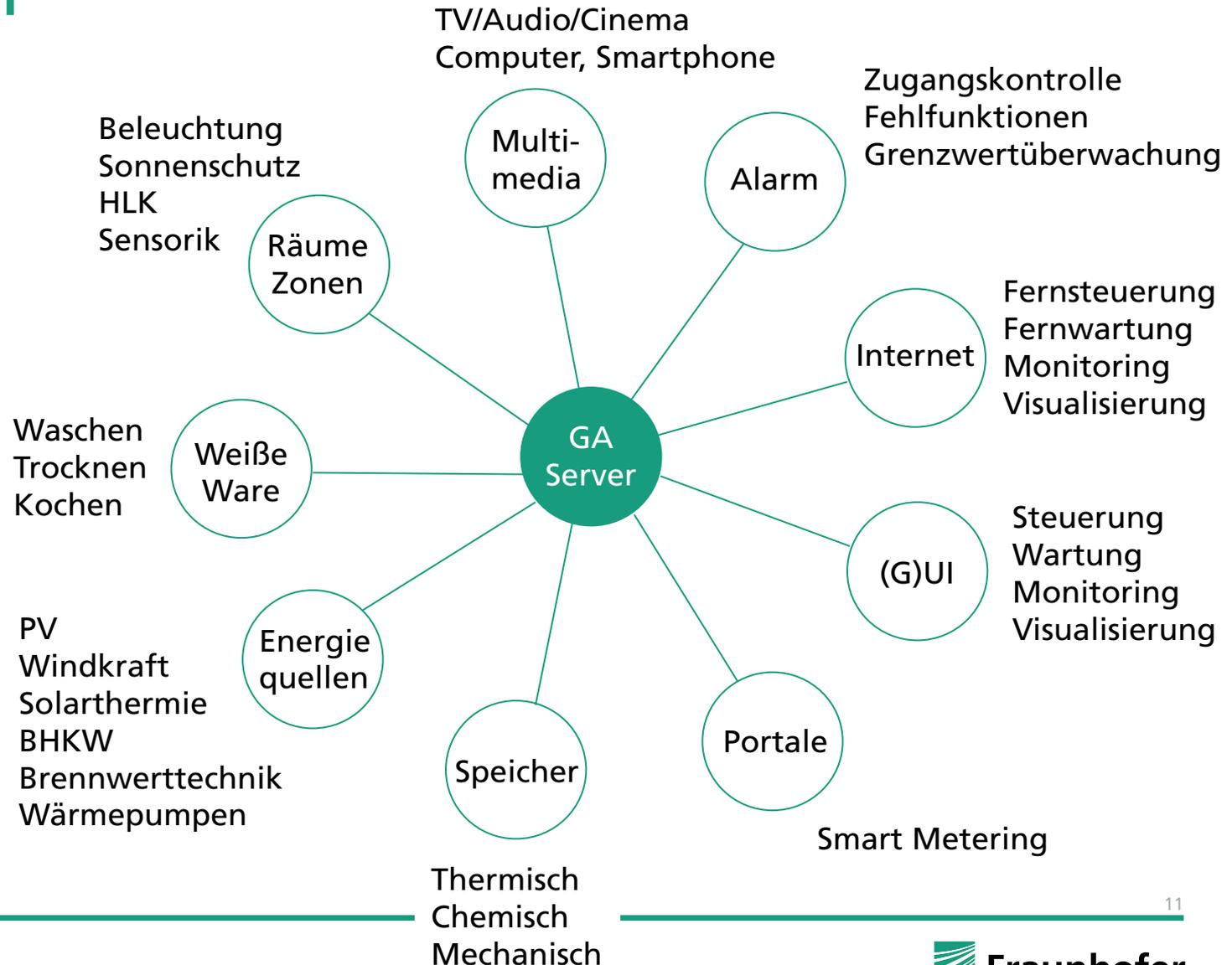
## Stand Gebäudeinstallationen

- Wohngebäude:
  - Technik-Ausstattung einfach, meist ohne Gebäudeautomation / aktuelle Verbrauchsdatenerfassung
  - Energie-Einsparung ca. 10-20% => Kostendruck hoch
  - Smart Home: Energieeinsparung durch GA eventuell nur als Zusatznutzen
- Nicht-Wohngebäude
  - Umfangreiche Gebäudetechnik (Aktoren / Sensoren)
  - Gebäudeautomation / Bedienpersonal vorhanden => Investitionskosten für Gebäudeautomation relativ niedrig
  - Energieeinsparung bis zu 70% => Kostensenkungen durch GA

# Intelligente Gebäudesteuerung

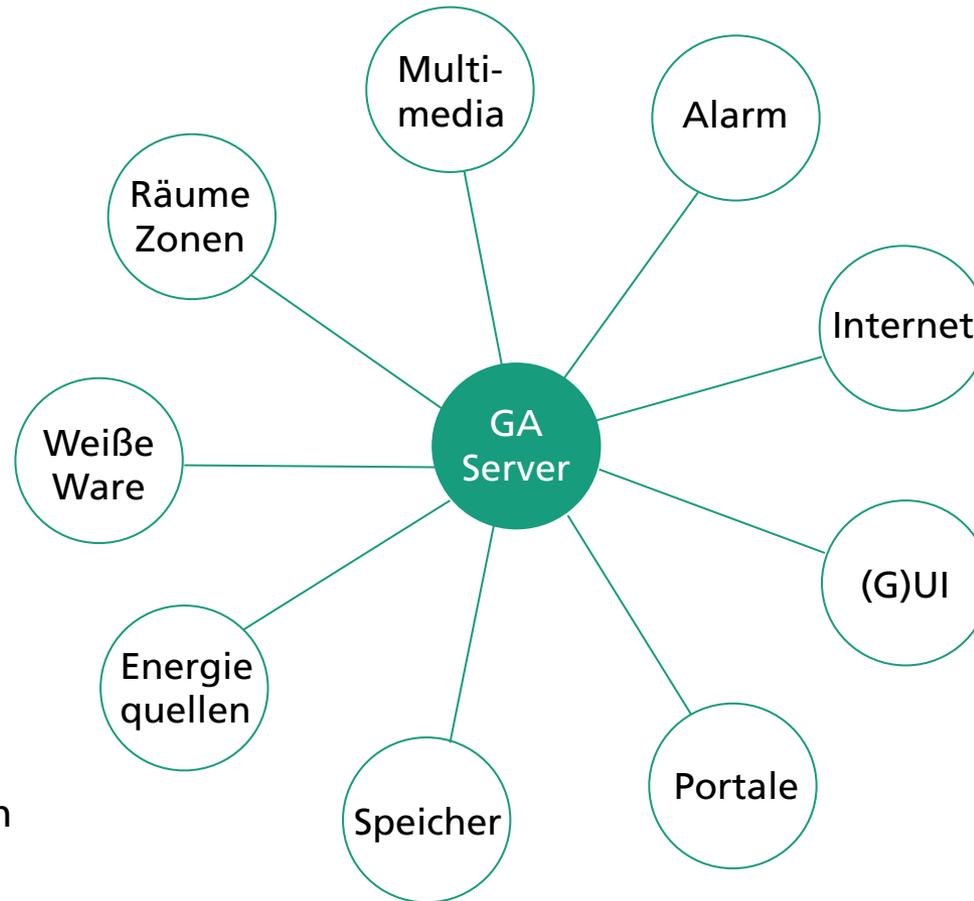
# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Funktionen



# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Funktionen

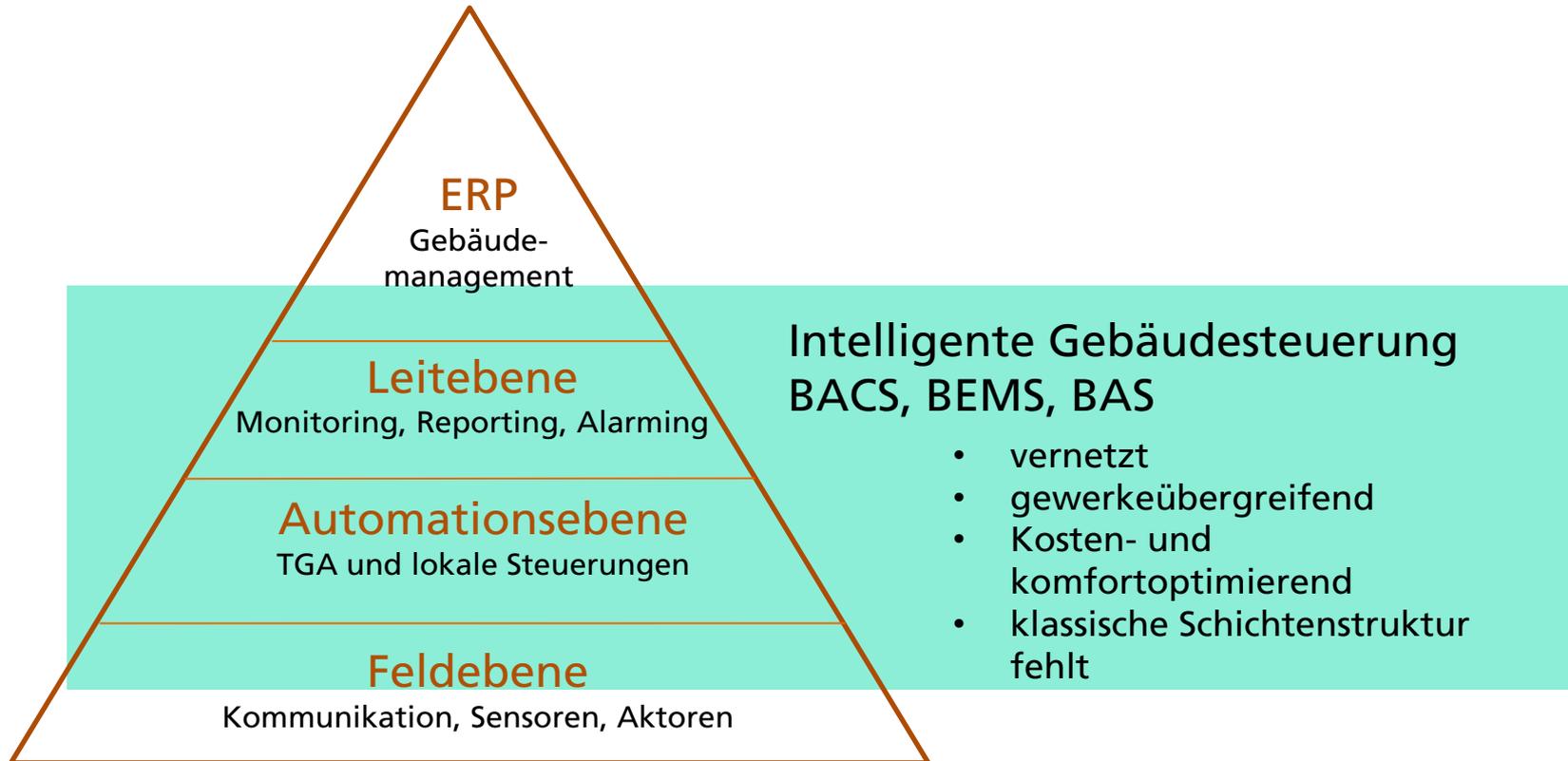


### Praxis:

- Inselsysteme
- Vermaschte Strukturen, auch Point 2 Point
- Vielzahl von Protokollen und Schnittstellen

# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Einordnung



# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Energieeffizienzklassen nach EN 15232

Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement

Building Automation and Control (BAC) efficiency classes to EN 15232	Efficiency factor for thermal energy			Efficiency factor for electrical energy		
	Office	School	Hotel	Office	School	Hotel
<b>A</b> High energy performance building automation and control system (BACS) and technical building management (TBM)	0.70	0.80	0.68	0.87	0.86	0.90
<b>B</b> Advanced BACS and TBM	0.80	0.88	0.85	0.93	0.93	0.95
<b>C</b> Standard BACS	1	1	1	1	1	1
<b>D</b> Non energy efficient BACS	1.51	1.20	1.31	1.10	1.07	1.07

Quelle: ABB

# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Energieeffizienzklassen nach EN 15232

	Heating / Cooling control	Ventilation / Air conditioning control	Lighting	Sun protection
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Individual room control with communication between controllers</li> <li>– Indoor temperature control of distribution network water temperature</li> <li>– Total interlock between heating and cooling control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Demand or presence dependent air flow control at room level</li> <li>– Variable set point with load dependant compensation of supply temperature control</li> <li>– Room or exhaust or supply air humidity control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatic daylight control</li> <li>– Automatic occupancy detection manual on / auto off</li> <li>– Automatic occupancy detection manual on / dimmed</li> <li>– Automatic occupancy detection auto on / auto off</li> <li>– Automatic occupancy detection auto on / dimmed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Combined light/blind/ HVAC control</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Individual room control with communication between controllers</li> <li>– Indoor temperature control of distribution network water temperature</li> <li>– Partial interlock between heating and cooling control (dependent on HVAC system)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Time dependent air flow control at room level</li> <li>– Variable set point with outdoor temperature compensation of supply temperature control</li> <li>– Room or exhaust or supply air humidity control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Manual daylight control</li> <li>– Automatic occupancy detection manual on / auto off</li> <li>– Automatic occupancy detection manual on / dimmed</li> <li>– Automatic occupancy detection auto on / auto off</li> <li>– Automatic occupancy detection auto on / dimmed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Motorized operation with automatic blind control</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Individual room automatic control by thermostatic valves or electronic controller</li> <li>– Outside temperature compensated control of distribution network water temperature</li> <li>– Partial interlock between heating and cooling control (dependent on HVAC system)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Time dependent air flow control at room level</li> <li>– Constant set point of supply temperature control</li> <li>– Supply air humidity limitation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Manual daylight control</li> <li>– Manual on/off switch + additional sweeping extinction signal</li> <li>– Manual on/off switch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Motorized operation with manual blind control</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>– No automatic control</li> <li>– No control of distribution network water temperature</li> <li>– No interlock between heating and cooling control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– No air flow control at room level</li> <li>– No supply temperature control</li> <li>– No air humidity control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Manual daylight control</li> <li>– Manual on/off switch + additional sweeping extinction signal</li> <li>– Manual on/off switch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Manual operation for blinds</li> </ul>

Quelle: ABB

# Intelligente Gebäudesteuerungen

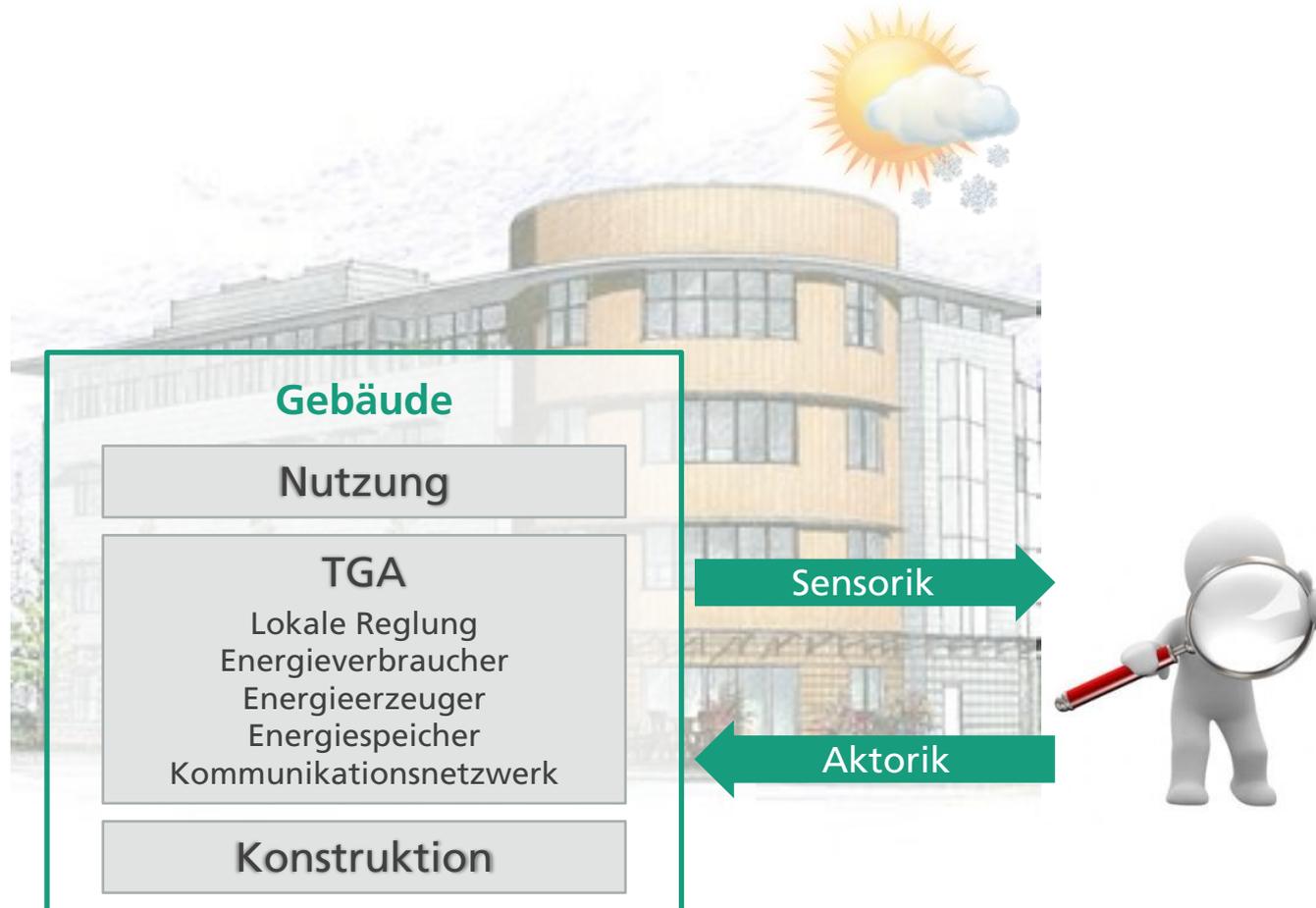
## Energieeffizienzklassen nach EN 15232

### Grundlegende Forderungen

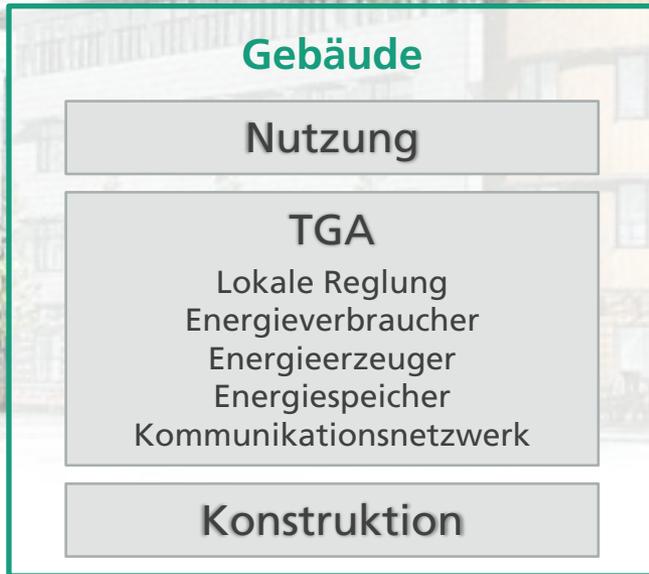
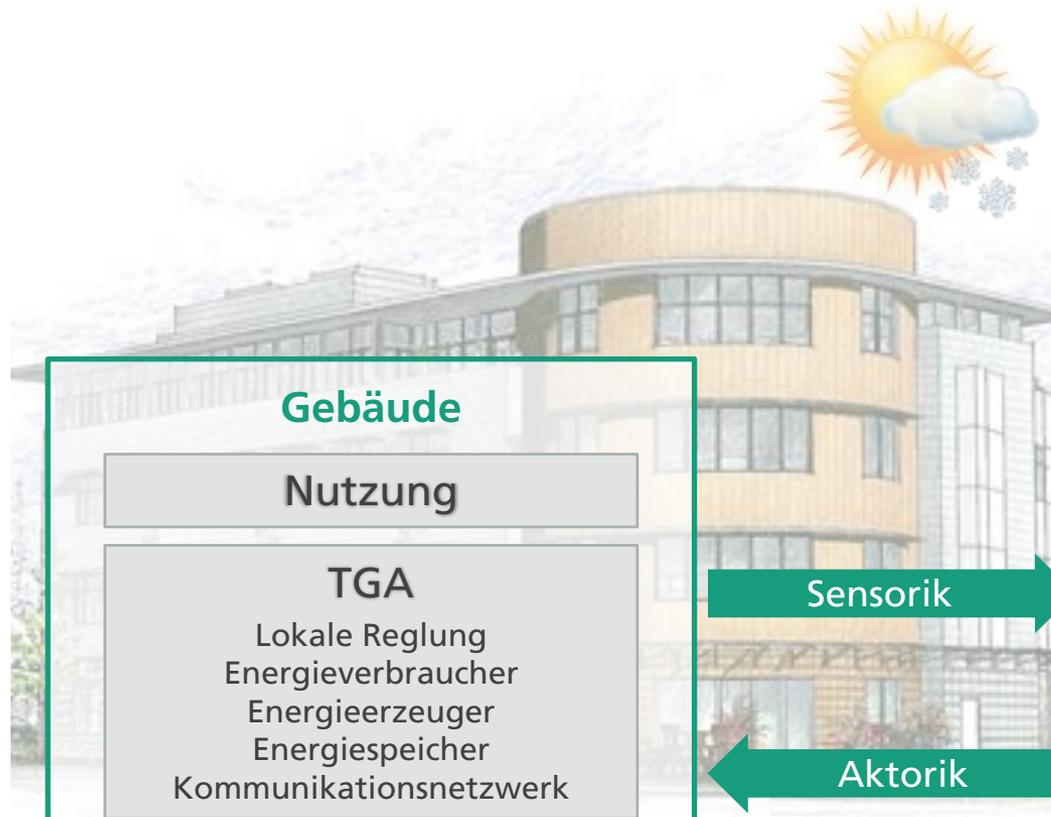
A	Bedarfsabhängige Regelung
B	Anwesenheitsabhängige Regelung
C	Zeitabhängige Regelung
D	Keine Regelung

# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Stand

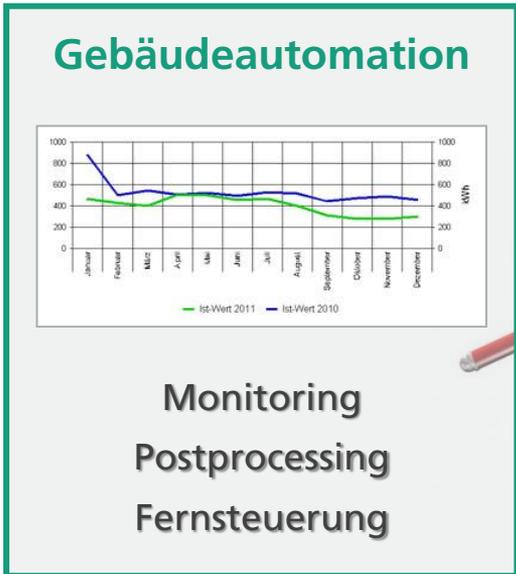


# Intelligente Gebäudesteuerungen Stand



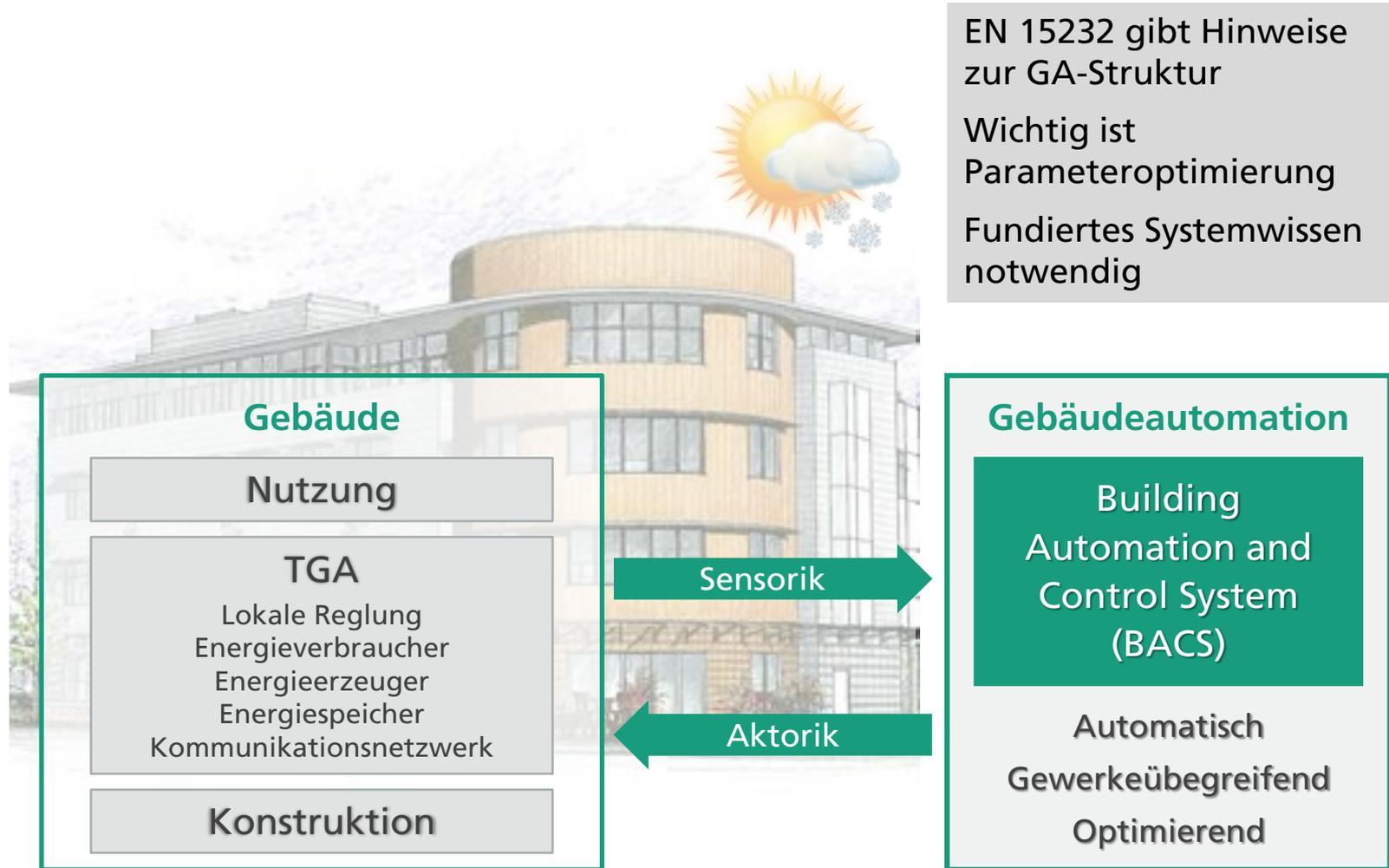
Sensorik →

← Aktorik



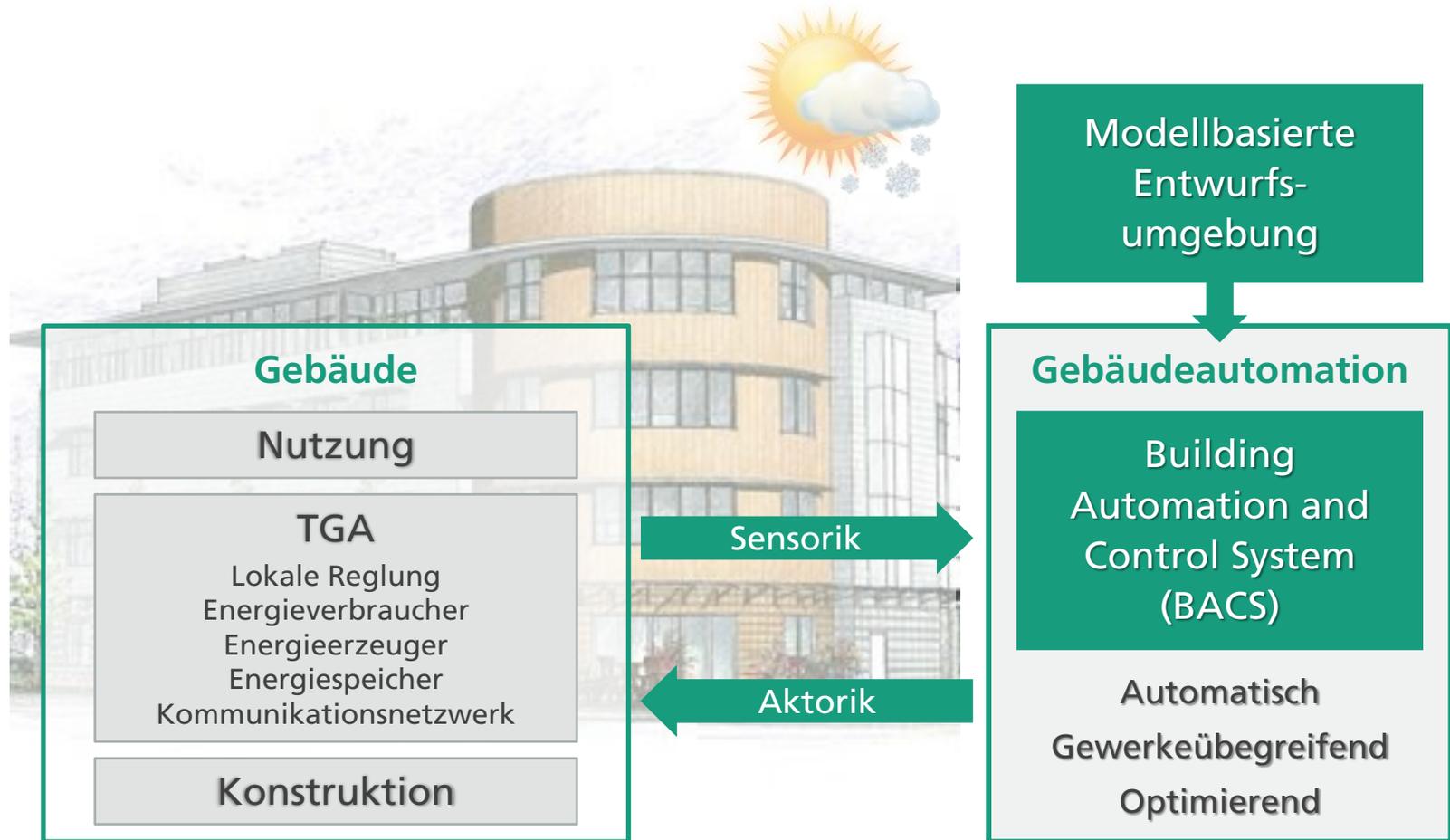
# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Perspektive



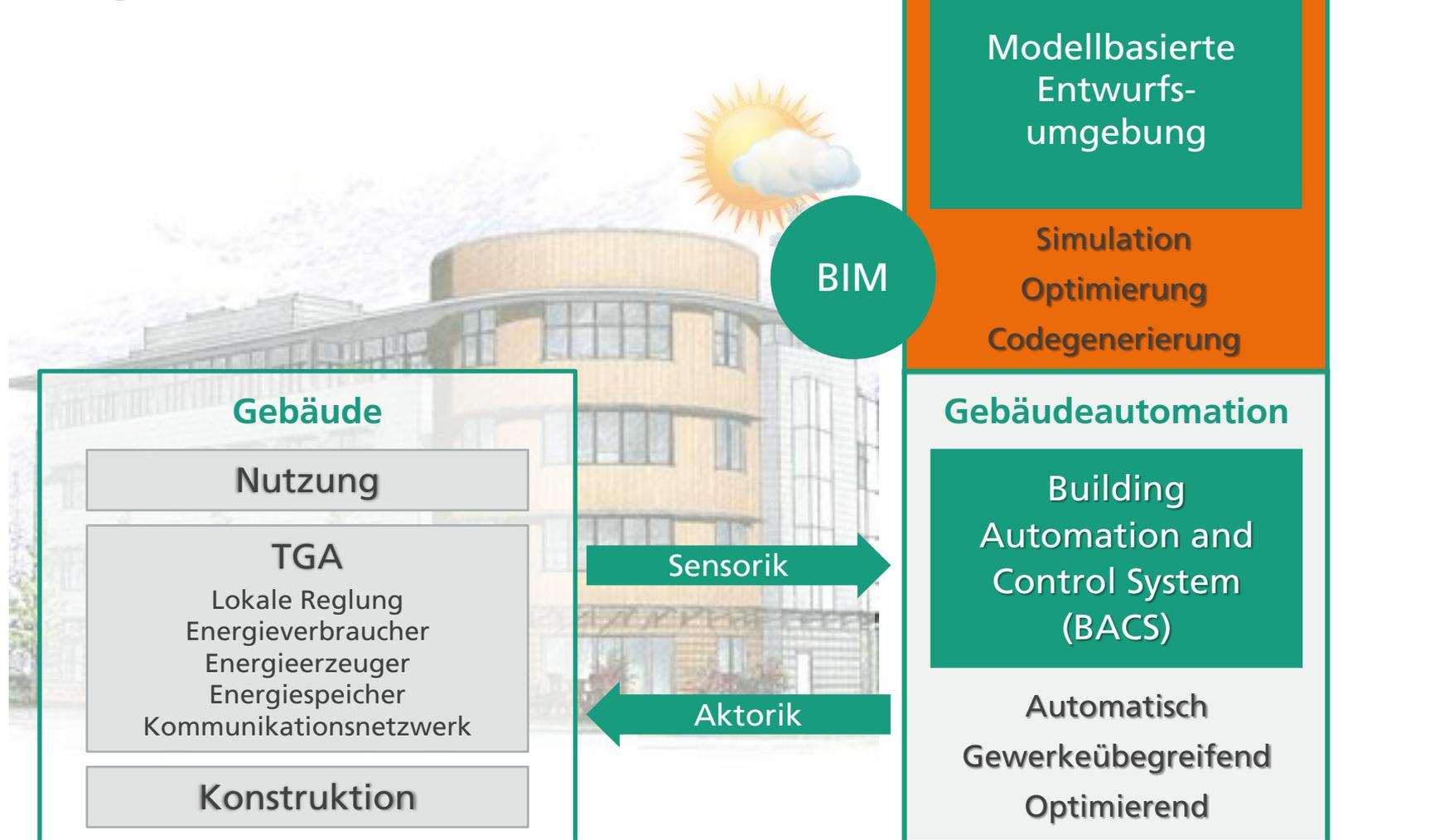
# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Perspektive



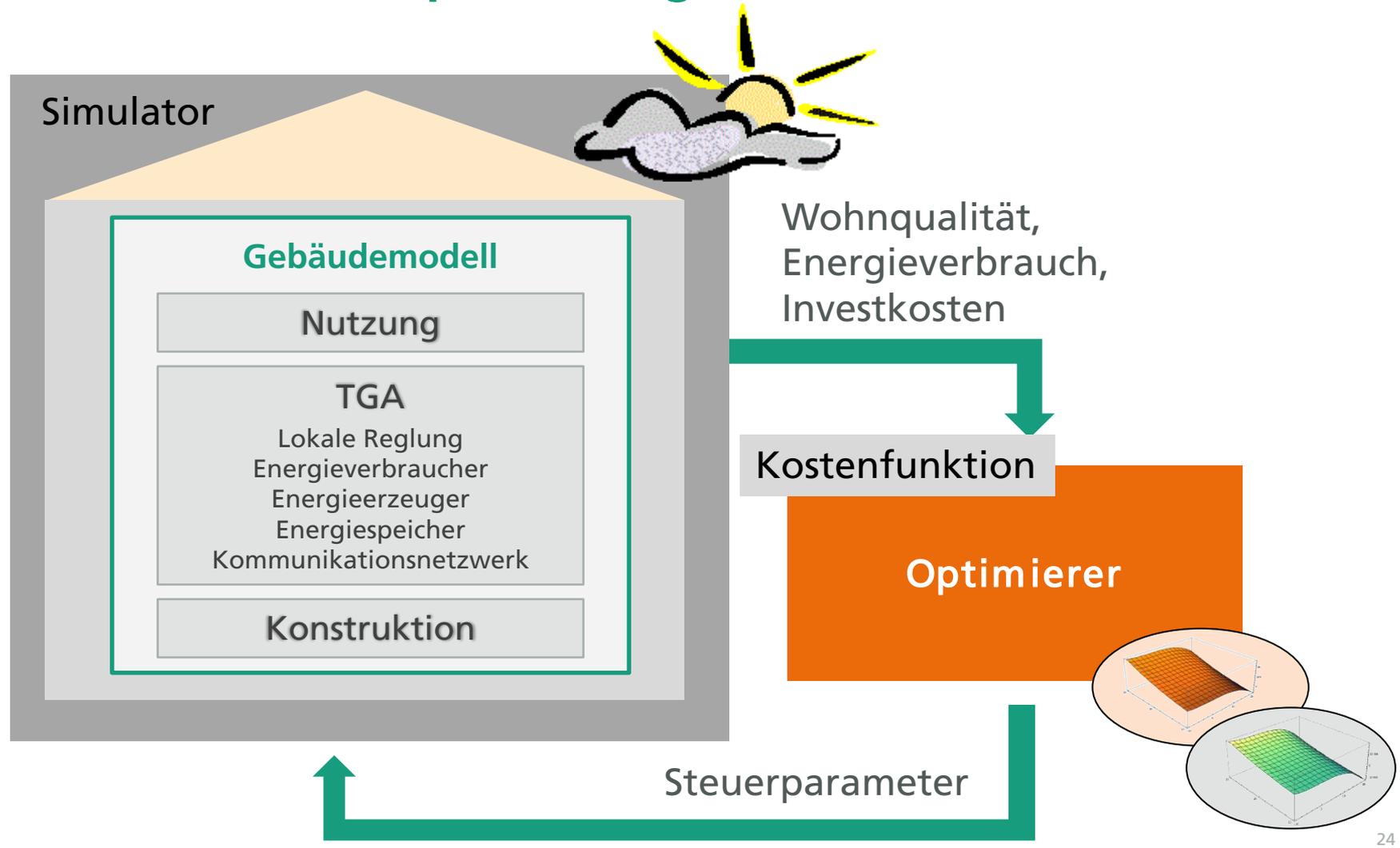
# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Perspektive



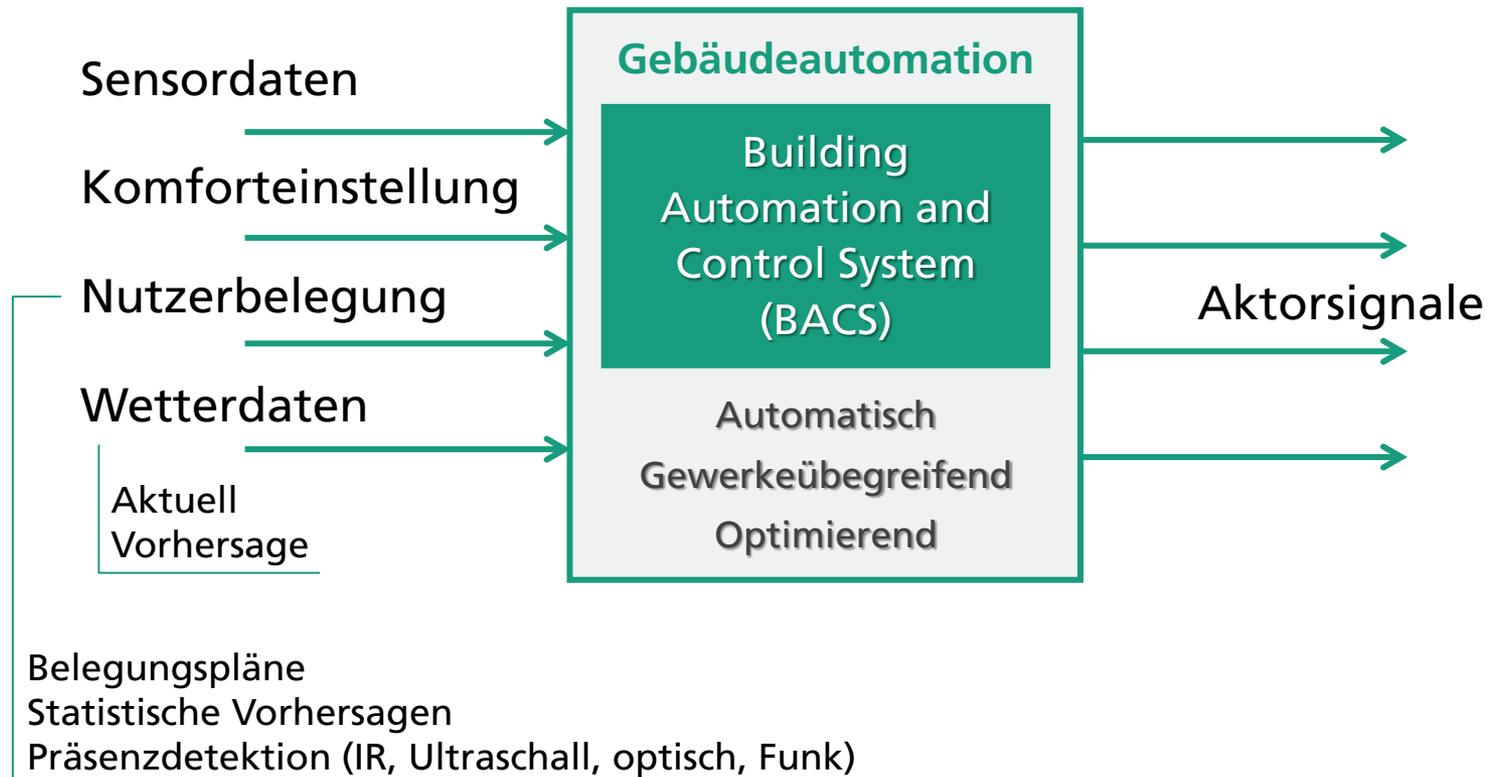
# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Modellbasierte Optimierung - Offline



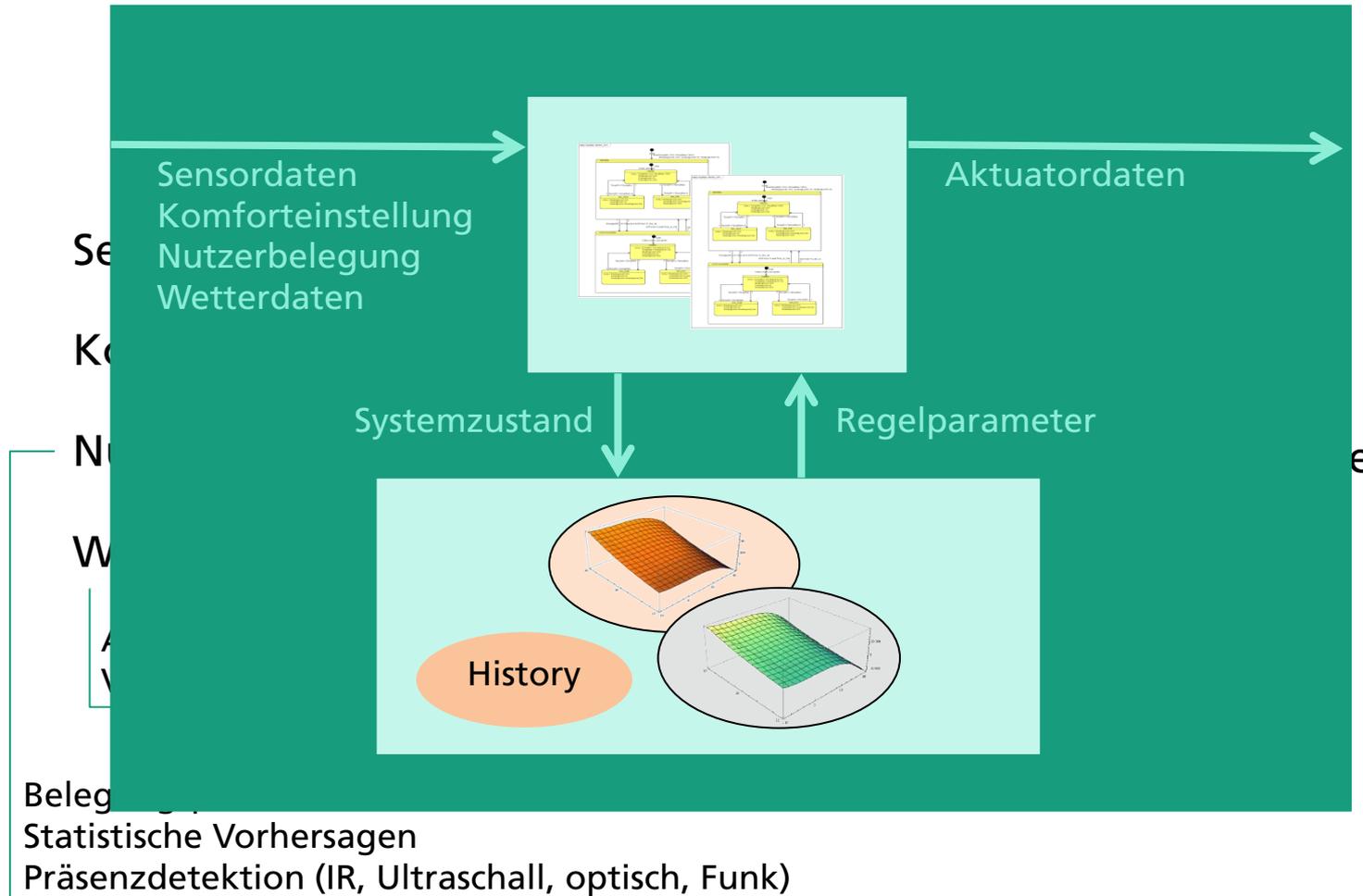
# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Architekturen - Überblick



# Intelligente Gebäudesteuerungen

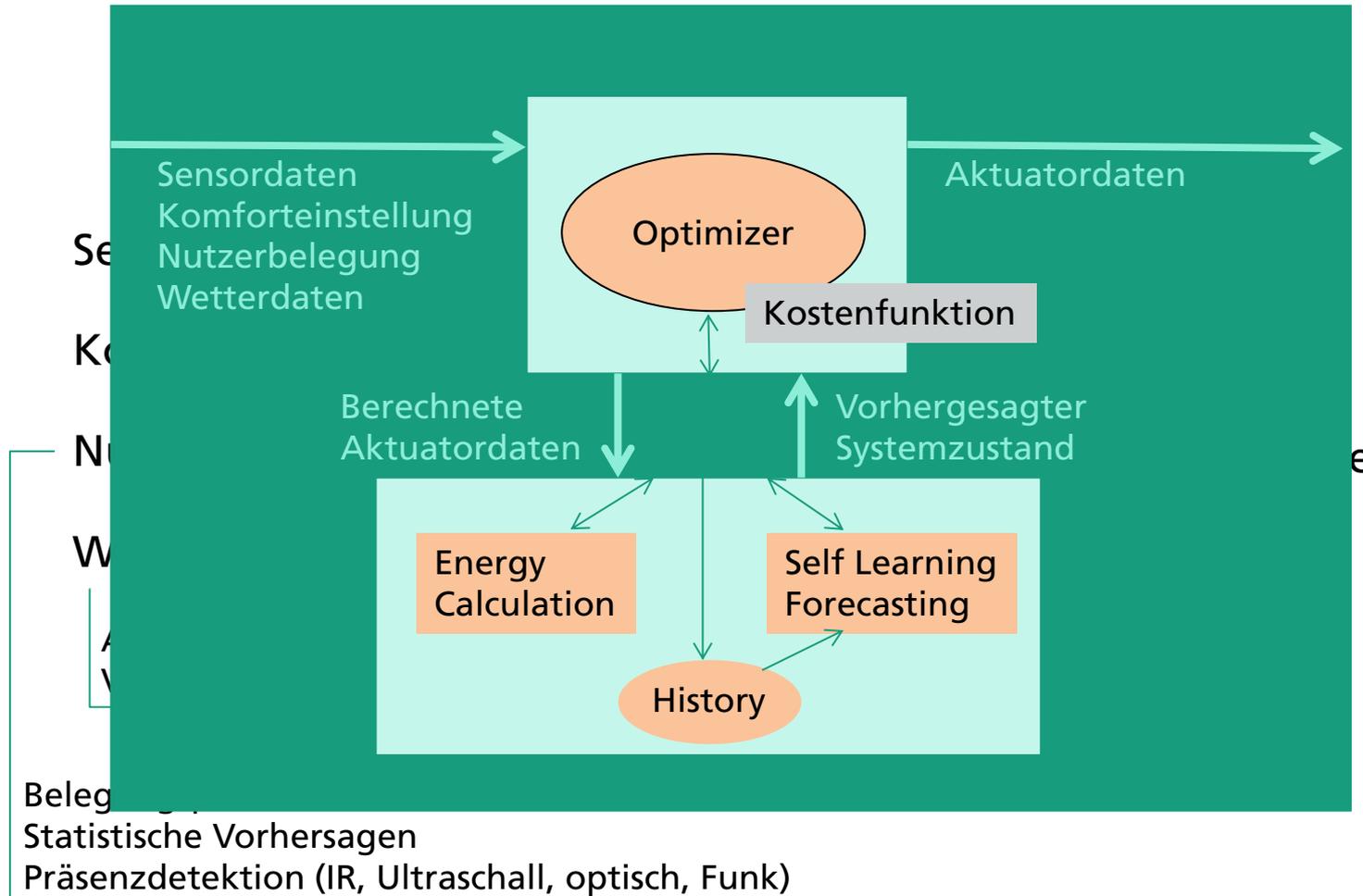
## Architekturen – Adaptive Regelung



Beleg  
Statistische Vorhersagen  
Präsenzdetektion (IR, Ultraschall, optisch, Funk)

# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Architekturen – Modellprädiktive Regelung

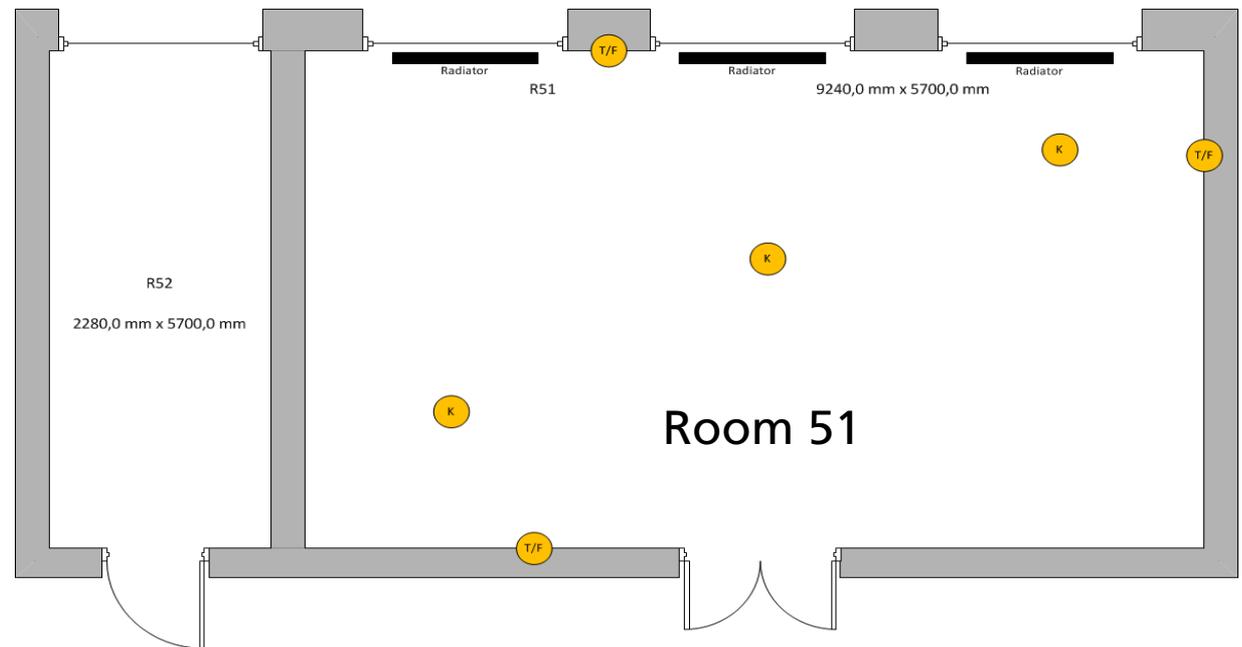


# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Beispiel Einzelraumsteuerung



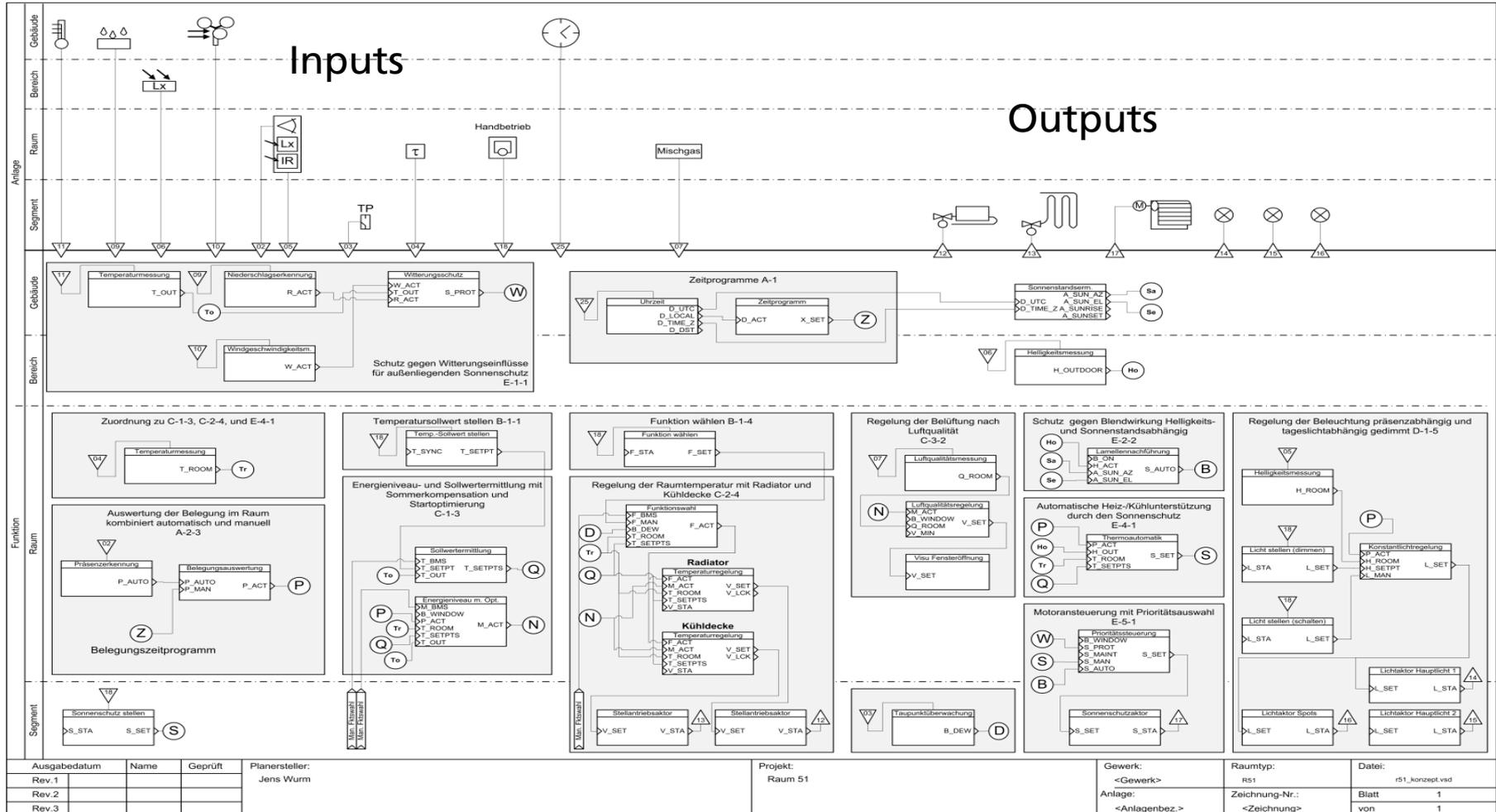
- Konferenzraum
- < 20 Personen
- Volumen: 169 m<sup>3</sup>
- 3 Kühlkassetten
- 3 Radiatoren
- Außenjalousie
- LED + Röhren



- Kompaktsensoren (Helligkeit, CO<sub>2</sub>, Bewegung)
- Feuchte- und Temperatursensoren

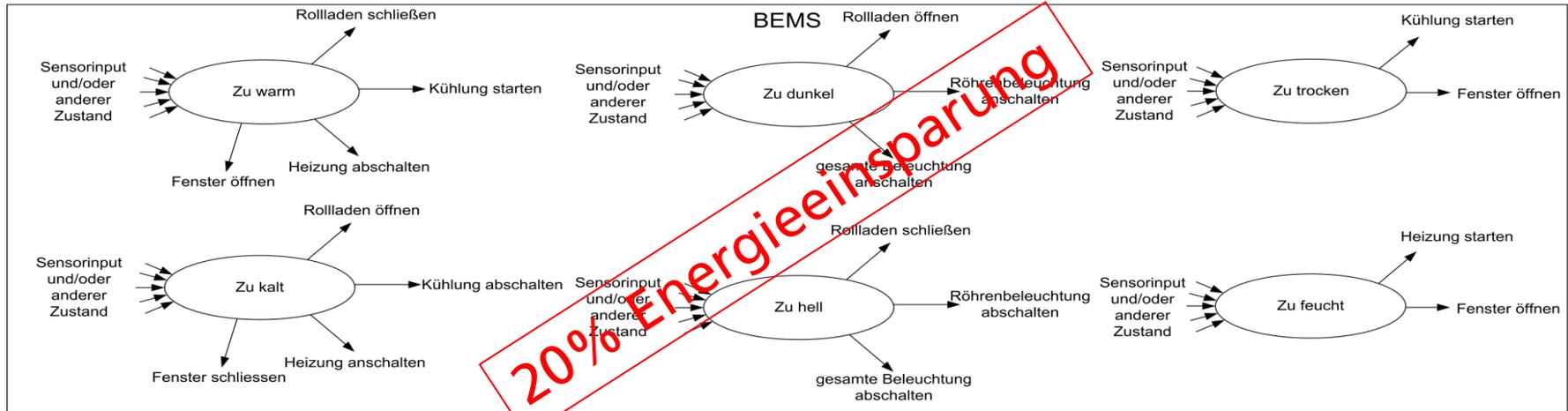
# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Beispiel Einzelraumsteuerung – VDE 3813

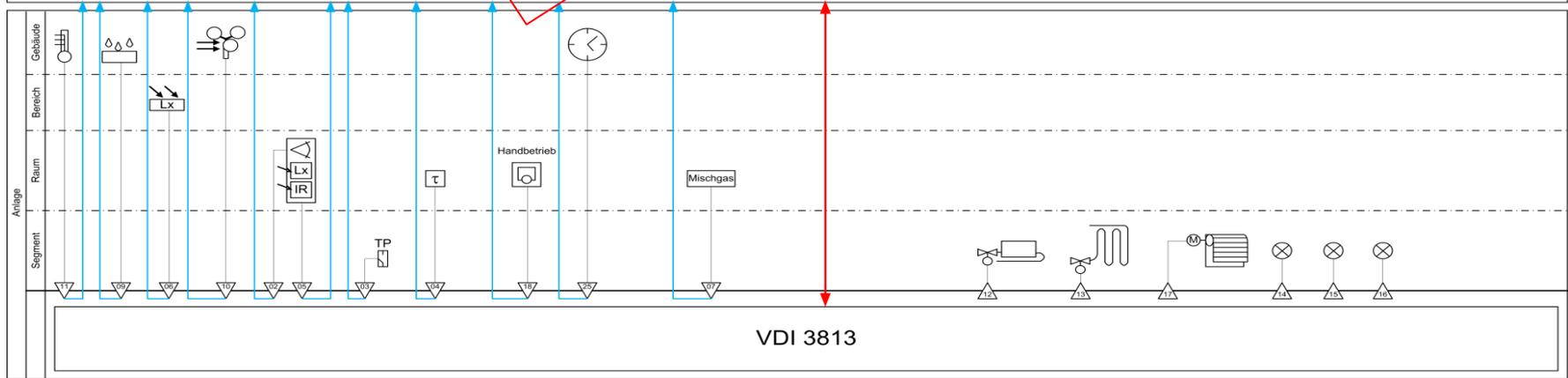


# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Beispiel Einzelraumsteuerung – VDI 3813



20% Energieeinsparung



Ausgabedatum			Name		Geprüft		Planersteller: Jens Wurm		Projekt: Raum 51		Gewerk: <Gewerk>		Raumtyp: RS1		Datei: r51_konzept_v2.vsd	
Rev.1											Anlage: <Anlagenbez.>		Zeichnung-Nr.:		Blatt 1	
Rev.2													<Zeichnung>		von 1	
Rev.3																

# Intelligente Gebäudesteuerungen

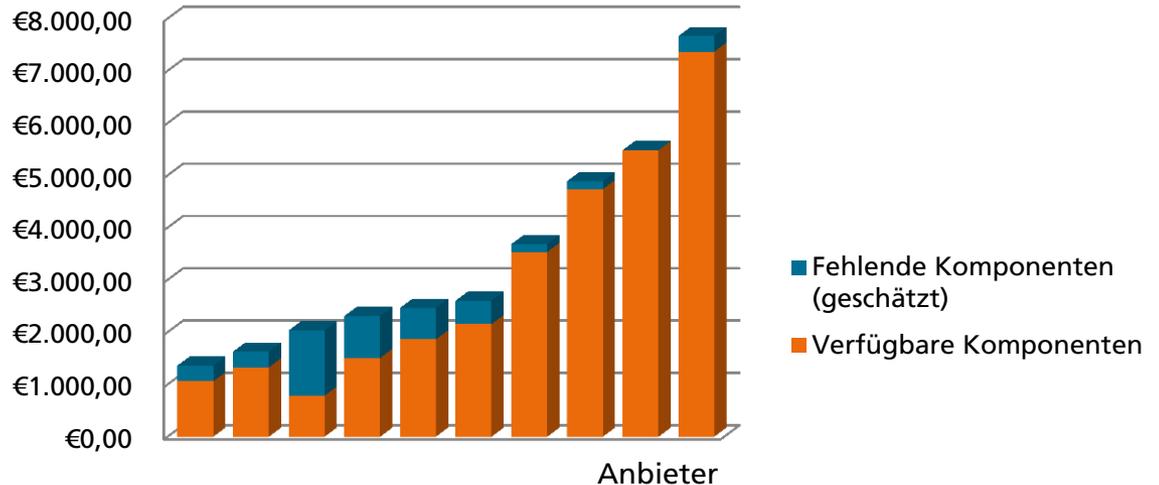
## Kostenabschätzung Einzelraum, ohne Installation



Powering Business Worldwide

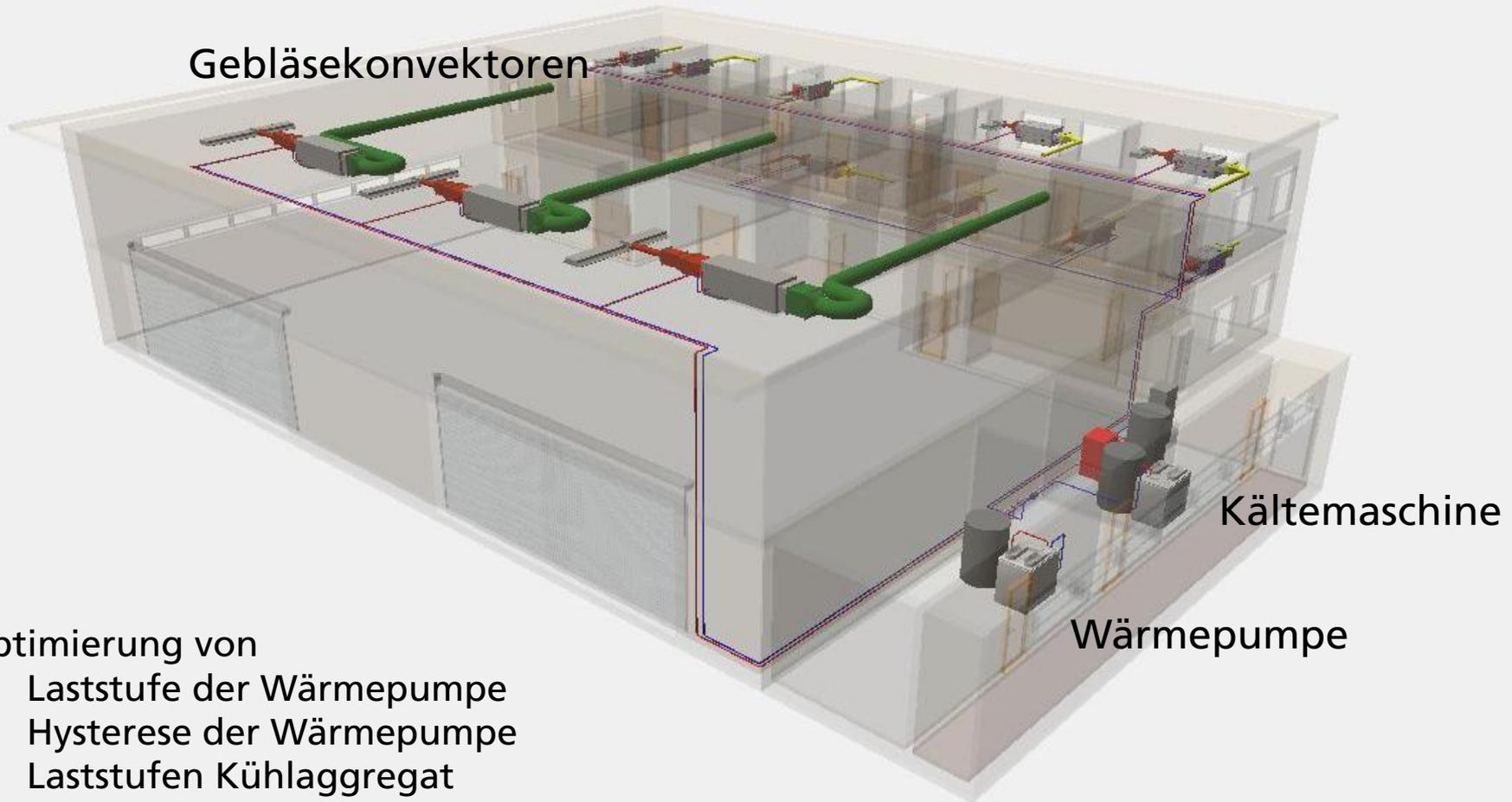


- Zentrale GUI
- 3x Jalousiesteuerung
- 3x Heizstellventil
- 3x Kombisensor (Feuchte, Temp.)
- 3x Fensterkontaktsensor
- Lichtsensor
- Wärmemengenzähler
- Strommesser
- 3x Lichtaktor
- 3x Taster
- Wetterstation
- Bewegungsmelder



# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Beispiel Gebäudekühlung

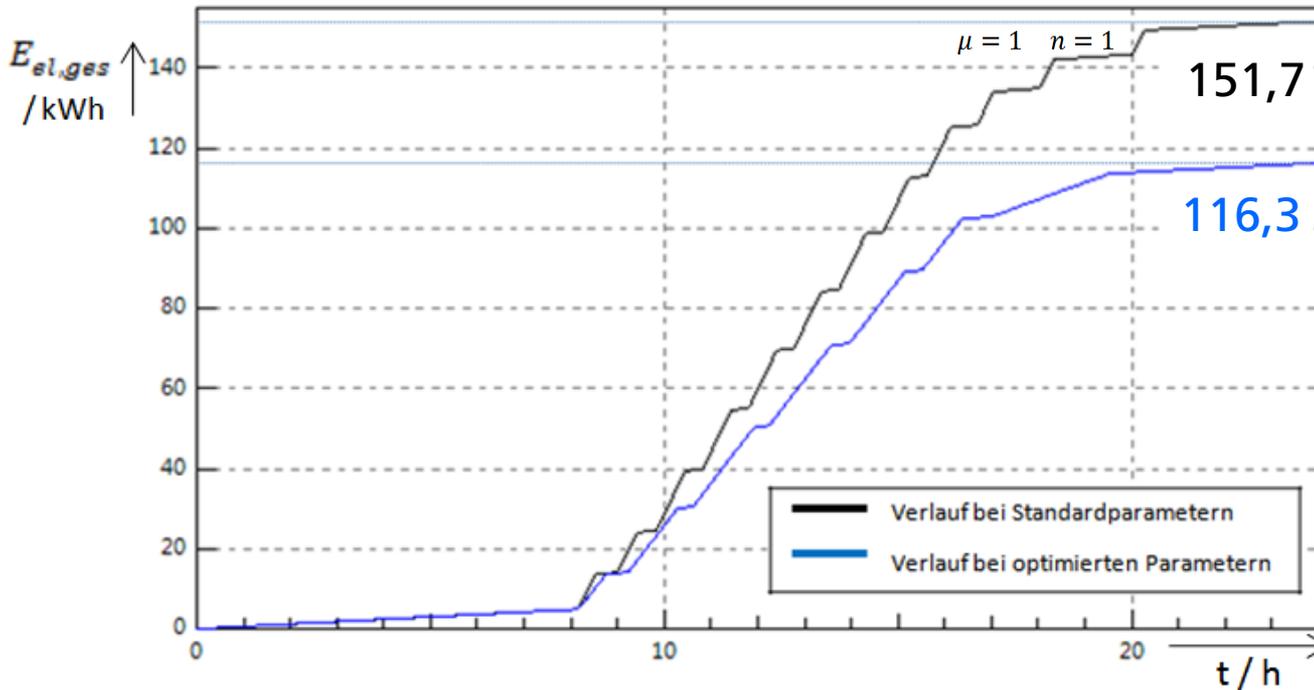


Optimierung von

- Laststufe der Wärmepumpe
- Hysterese der Wärmepumpe
- Laststufen Kühlaggreat
- Hysterese des Kühlaggreats

# Intelligente Gebäudesteuerungen

## Beispiel Gebäudekühlung



Einsparung

$$\Delta E_{el,ges} = 35,4 \text{ kWh} \sim 23 \%$$

# Marktsituation

## Fakten Smart Home/Building

- Umsatz in Europa 2010: 1,769 Mio EUR, Wachstum 2,6% bis 2017
- Anteil Deutschland 33%
- Schwerpunkte 2010 (2017)
  - HVAC+Sanitär: 50% (35%)
  - Energiemanagement 35 % (40%)
- Endnutzer
  - Bürogebäude 23%, Industrie 17%
  - Wohngebäude/Smart Home ????
- Anteil Neubau 56%, Rekonstruktion 44%
- Top 5 (87%):  
Siemens, Honeywell, Johnson Controls, Schneider Electric, Sauter

Quelle: Frost & Sullivan

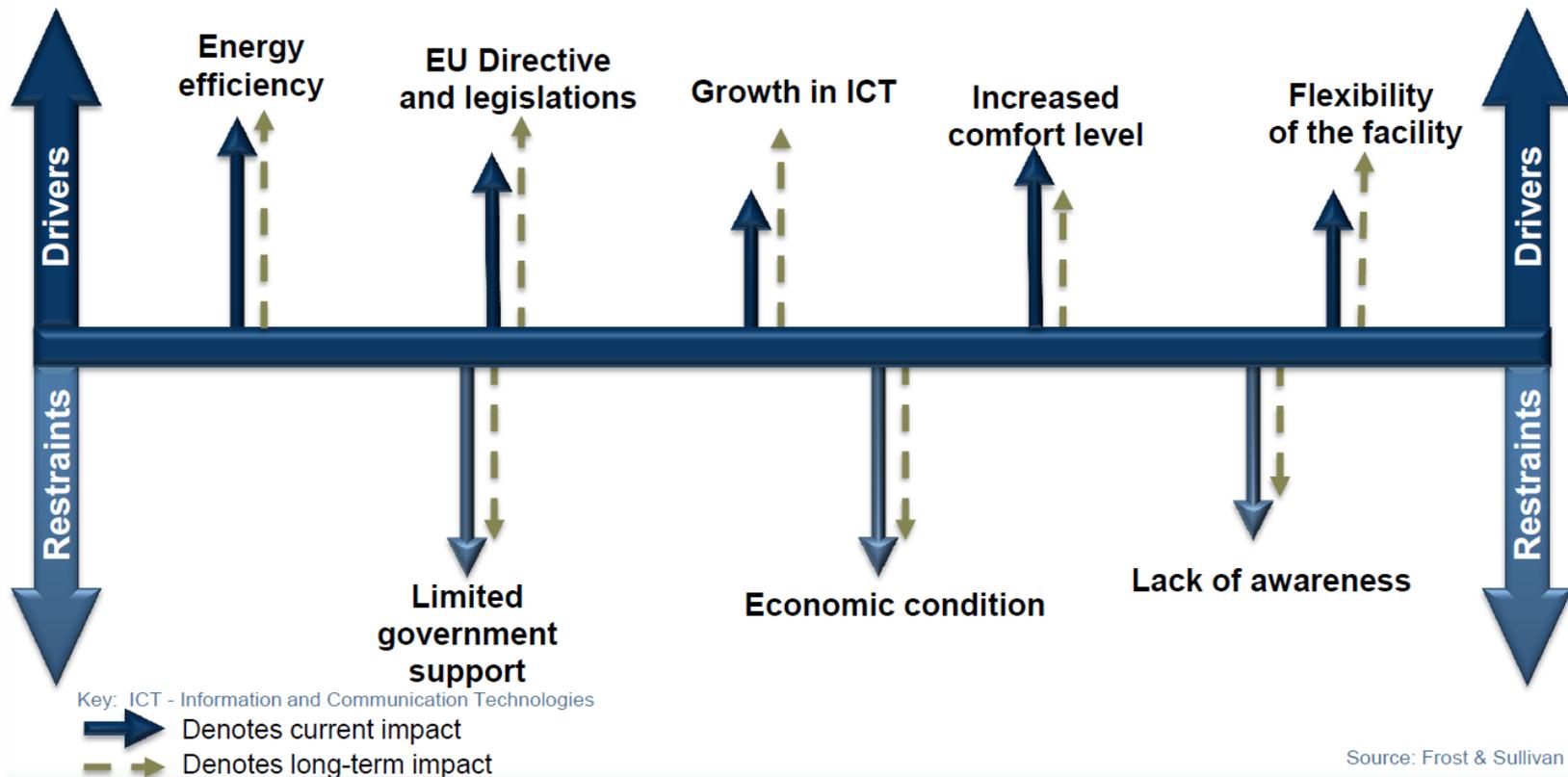
38

# Marksituation Smart Home/Building

## Treiber und Restriktionen

**Key Takeaway: Energy efficiency is the most important factor in the forecasting strategy.**

Total Building Automation Systems Market: Key Market Drivers and Restraints, Europe, 2013–2017



Source: Frost & Sullivan

41

# Intelligente Gebäude

## Ausblick

- Intelligente Gebäudesteuerung sind Wachstumsmarkt
- Haupttreiber ist Energieeffizienz neben Komfortverbesserung
- Smart Home derzeit eher Nischenmarkt, Markt ab 2015 erwartet
- Technologische Basis ausbauen:
  - ICT: Big Data, Clouds, Security, Funknetze
  - Sensor- und Aktuatortechnologie inkl. Energy Harvesting
  - Selbstlernende Systeme
- Erforderlich:
  - Vereinheitlichungen für Geräte-Schnittstellen und Protokolle
  - Ausbildungsprofile für Entwickler, Installateure und Dienstleister
  - Nutzerschnittstellen einschl. Nutzungsprofile
- Hemmnisse sind hohe Anfangsinvestitionen, lange Payback-Perioden, Skepsis der Endkunden

---

# Vielen Dank

---

für Ihre Aufmerksamkeit

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Institutsteil Entwurfsautomatisierung EAS  
Zeunerstraße 38  
01069 Dresden

[juergen.haufe@eas.iis.fraunhofer.de](mailto:juergen.haufe@eas.iis.fraunhofer.de)