

The background of the slide is a photograph of two women. The woman in the foreground is a young woman with blonde hair, looking slightly to the right with a neutral expression. The woman behind her is partially visible, looking in the same direction. They appear to be in a professional or office setting, possibly looking at a computer screen.

**••● adhoco ●••**

adaptive home control

# **Automation: brachliegendes Energiesparpotential für Gebäude**

**Thomas Schumann  
Adhoco AG**

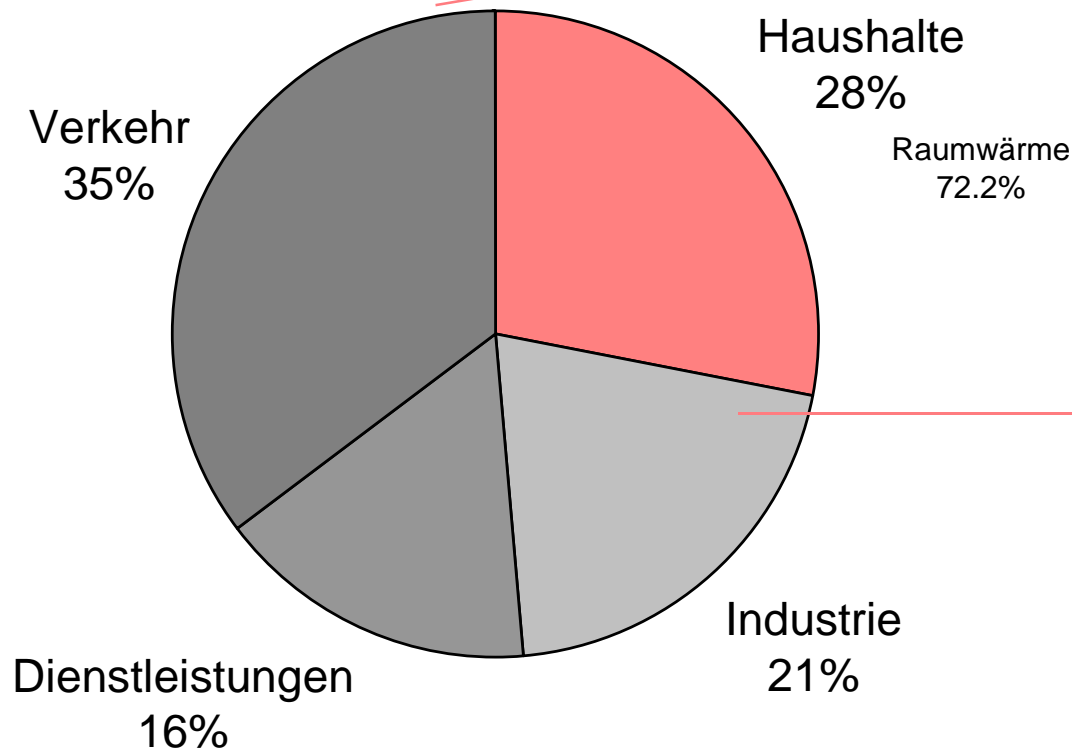


# Übersicht

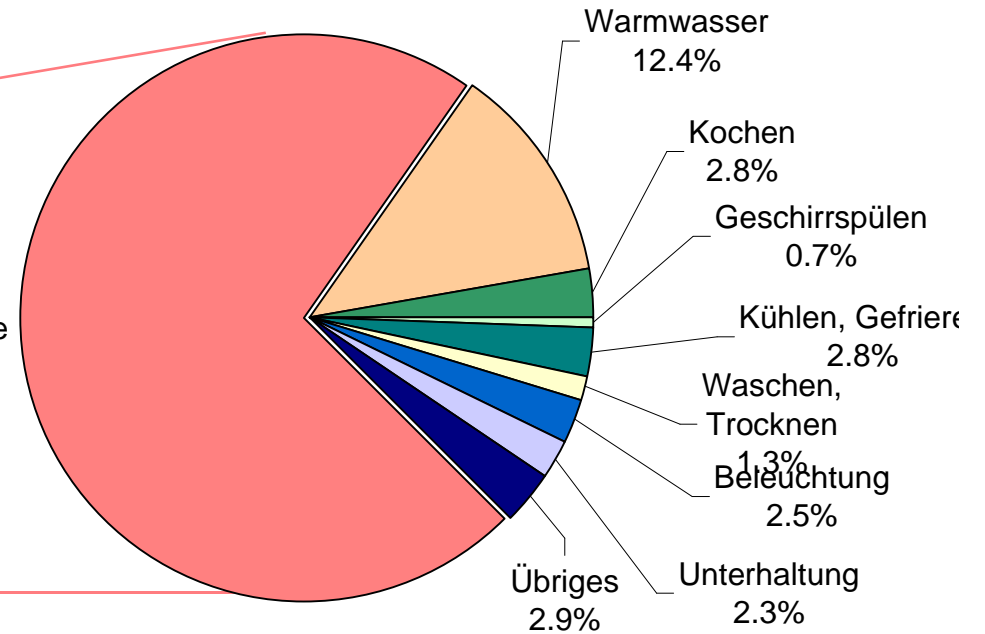
- **Strategie des Bundes** (Ausgangslage)
- **Wieso Automation ?** (Motivation)
- **Wie automatisieren ?** (unsere Lösung)
- **Wieviel Energie sparen ?** (unsere Resultate)
- **Was muss ich investieren ?** (Finanzierungsüberlegungen)
- **Projekt in Winterthur** (Aufruf zur Tat)

# Gebäudestrategie des Bundes

## Energieverbrauch CH 2007

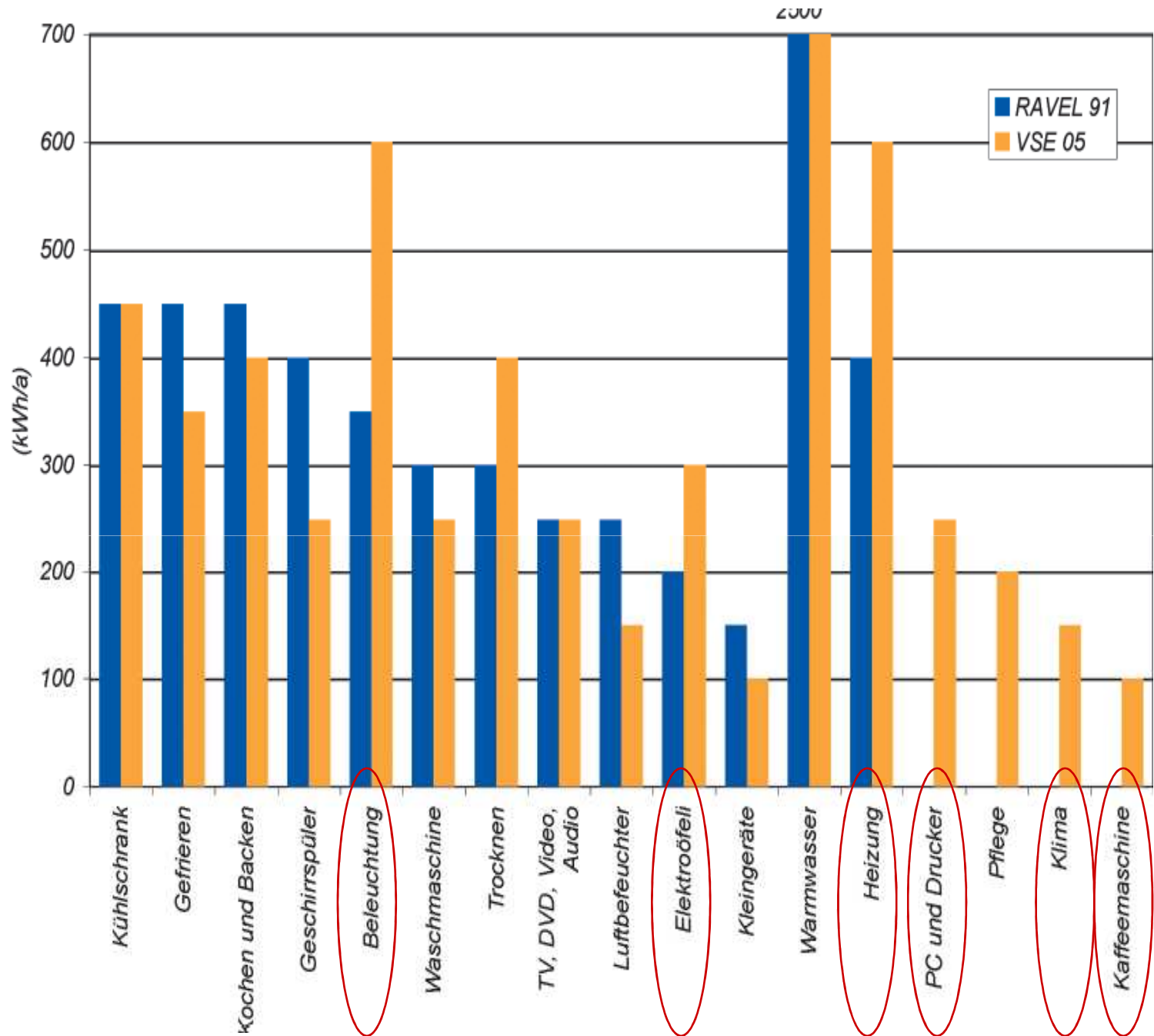


## Verbrauchszwecke Haushalt 2006





# Verbrauch Elektri- zität



- Beleuchtung
- HLK
- Stand-by

••adhoco••

# Hauptstossrichtung des Bundes: Raumwärme

- **Zielgrösse:**  
tiefer Energieverbrauch  
pro m<sup>2</sup> Wohnfläche
- **Technologien zur Senkung  
des Verbrauchs:**
  - Isolieren
  - Wärmebezug aus Umwelt  
(Wärmepumpe, Solarthermie)  
oder CO<sub>2</sub>-neutraler Quelle (Holz)
- **aktuelle Probleme  
bei der Umsetzung:**
  - gute Isolation erfordert  
mechanische Lüftungsanlage
  - hohe Investitionskosten  
(200 - 400 CHF/m<sup>2</sup>)
  - langer Zeithorizont für Invest.  
(30 – 50 Jahre)
  - bestehende Gebäude:
    - Sanierung schwierig
    - Eigentümerschaft im Alter 50+

# Bau- und Renovationsperiode des Schweizer Wohnungsbestandes, 2000

Anzahl Wohnungen

700'000

600'000

500'000

400'000

300'000

200'000

100'000

0

Vor 1919

1919–1945

1946–1960

1961–1970

1971–1980

1981–1990

1991–1995

1996–2000

Baujahr

■ Nicht renoviert

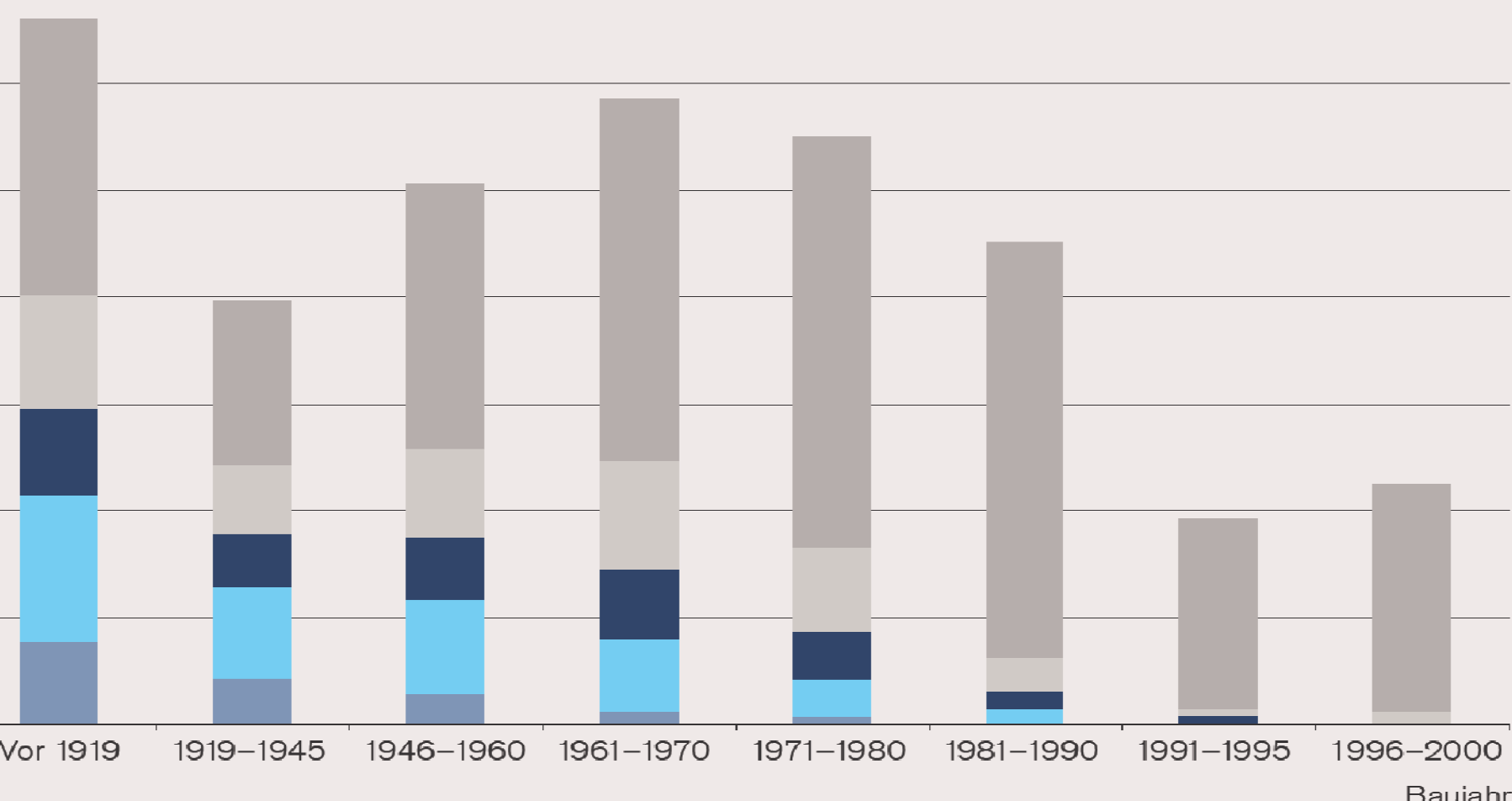
■ 1996–2000 renoviert

■ 1981–1990 renoviert

■ 1991–1995 renoviert

■ 1971–1980 renoviert

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS), Credit Suisse Economic Research





# Konzeptionelle Probleme bei der Umsetzung

- **individuelleres Wohnen**
  - **Wohlstand nimmt weiter zu**
  - **Immobilien als Investitionsobjekt**
  - **Informatik und Unterhaltungselektronik im Haushalt nimmt zu**
  - **Klima wird wärmer**
  - **Zahl älterer Menschen nimmt zu**
- ▶ **Single Haushalte nehmen zu**
  - ▶ **Wohnfläche pro Kopf nimmt zu**
  - ▶ **Zweitwohnungsbau wächst weiter**
  - ▶ **höherer Stromverbrauch durch dauernd aktive Geräte**
  - ▶ **Kühlung von Wohnraum als neue Herausforderung**
  - ▶ **ältere Eigentümer investieren ungern**

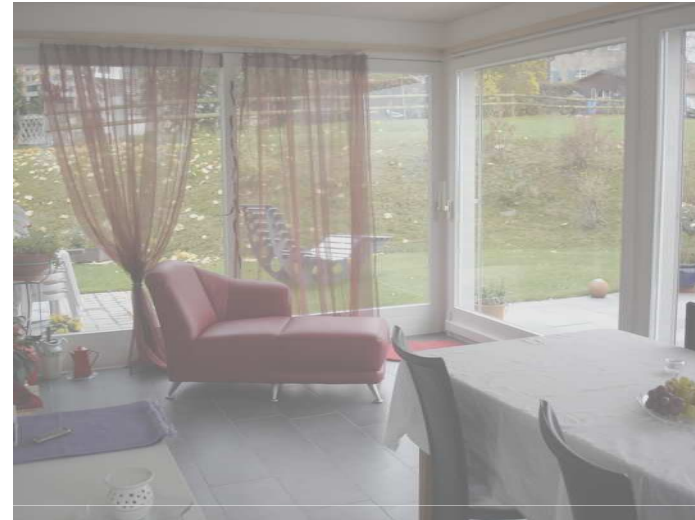
# Spezifischer Energieverbrauch



- definiert in Liter pro 100 km
- Grundlage: standardisierter Fahrzyklus
- idealisierte Bedingungen (Reifendruck, Dachlast, geschlossene Fenster, ...)
- idealisierter Fahrer (fährt Fahrzyklus ab)
- Label: z.B. **Energieetikette (A, B, ...)**

- definiert in MJ/m<sup>2</sup> bzw. kWh/m<sup>2</sup> a
- Grundlage:
  - standardisierte Nutzung
  - standardisierte Fläche (EBF)
  - standardisierte Wirkungsgrade
- idealisierte Bewohner (Verhalten)
- Label: z.B. **Minergie, Gebäudeetikette**

# Praxis: höherer Energieverbrauch



- „sportliches“ Fahren
- offene Fenster, niedriger Reifendruck, „vergessene“ Dachträger
- höhere Kilometerleistung
- schwerere, leistungsfähigere Fahrzeuge
- **pro-Kopf-Treibstoffverbrauch sinkt nicht**
- überheizte Räume
- offene Fenster, schlecht gewartete Anlagen
- grössere Wohnungen, Zweitwohnungen
- zusätzliche Verbraucher (PC, Unterhaltungselektronik, Wellness, ...)
- **pro-Kopf-Energieverbrauch sinkt nicht**




## Zwischenfragen...

- Ist in Ihrer Wohnung momentan jemand zu Hause ?  
Wenn nicht: sind Sie sicher dass alle Fenster geschlossen sind?
- Wie warm ist es momentan in Ihrem Schlafzimmer?
- Hatten Sie letzte Nacht Ihre Rolläden unten?
- Haben Sie alle Elektroverbraucher ohne Nutzen abgeschaltet?



# Was wirklich zählt:

- Energieverbrauch **pro Person** (2000 W Gesellschaft)
- tatsächliches Verhalten der Bewohner
- Einbezug aller Aktivitäten
- richtiger Einbezug aller Energieträger, insb. Elektrizität
  
- Spezifischer Energieverbrauch als Masszahl und Zielgrösse:  
gut für Planung, Systemvergleiche und Bauqualitätsprüfung
  
- echter pro-Kopf-Energieverbrauch:  
relevant für Umweltschutz und Nachhaltigkeit

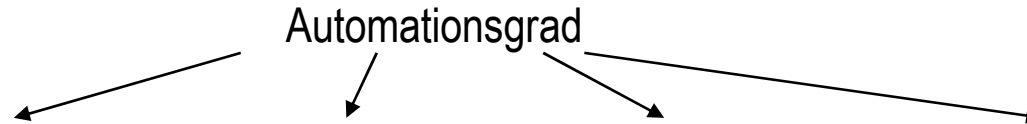


Unser Vorschlag zur Senkung des tatsächlichen  
pro-Kopf-Energieverbrauchs:  
**adaptive Automation der Haustechnik**

- Korrektur des energetisch unerwünschten Verhaltens durch **Automation** (Prinzip „Heinzelmännchen“)
- **Kombination** der Beleuchtungs-, Beschattungs-, Heizungs- und Lüftungs-Regelung in ein einziges System
- **Anpassung an die Benutzerwünsche** (Komfort) zur Sicherstellung der Akzeptanz
- speziell bei Abwesenheit der Bewohner nutzbar
- einfache, **kostengünstige** Installation, damit **bestehende Bauten** damit ausgerüstet werden (grösstes bauliches Energiesparpotential)
- **Tiefer Eigenenergieverbrauch** zur Maximierung des Sparpotentials

# Automation macht Häuser energieeffizient

EN 15232:2007



| Heizen/Kühlen | D               | B        | C                 | A              |
|---------------|-----------------|----------|-------------------|----------------|
| Gebäudetyp    | nicht effizient | standard | erhöhte Effizienz | gute Effizienz |
| Büro          | 1.51            | 1.00     | 0.80              | 0.70           |
| Hotels        | 1.31            | 1.00     | 0.85              | 0.68           |
| Wohnen        | 1.12            | 1.00     | 0.88              | 0.81           |

| Beleuchtung | D               | B        | C                 | A              |
|-------------|-----------------|----------|-------------------|----------------|
| Gebäudetyp  | nicht effizient | standard | erhöhte Effizienz | gute Effizienz |
| Büro        | 1.10            | 1.00     | 0.93              | 0.87           |
| Hotels      | 1.07            | 1.00     | 0.95              | 0.90           |
| Wohnen      | 1.08            | 1.00     | 0.93              | 0.92           |

# adaptive Automation ist noch besser

adaptiv: sich selbst anpassend an Gebäudeverhalten und Benutzerwünsche

## ○ 9 monatiges Experiment

- 3 Jahreszeiten und 3 Systemarten
  - Manuell
  - Automatisch ohne Benutzeranpassung
  - Automatisch mit Benutzeranpassung

## ○ 14 Büros

- Systeme zugeteilt auf Zufallsart
- « Single-blind » Studie

## ○ 23 betroffene Benutzer

- Meinungen durch Fragebogen evaluiert

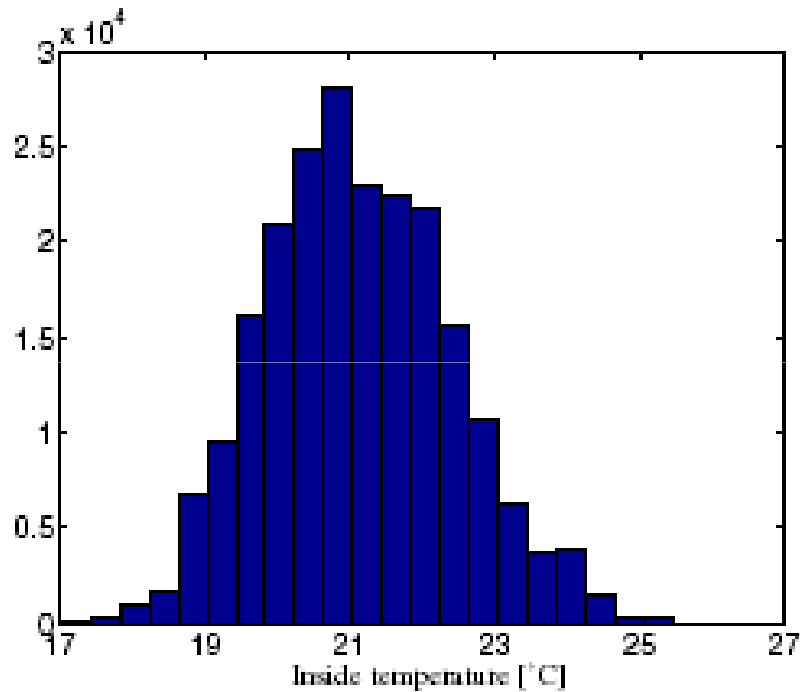


LESO-PB, ETH Lausanne

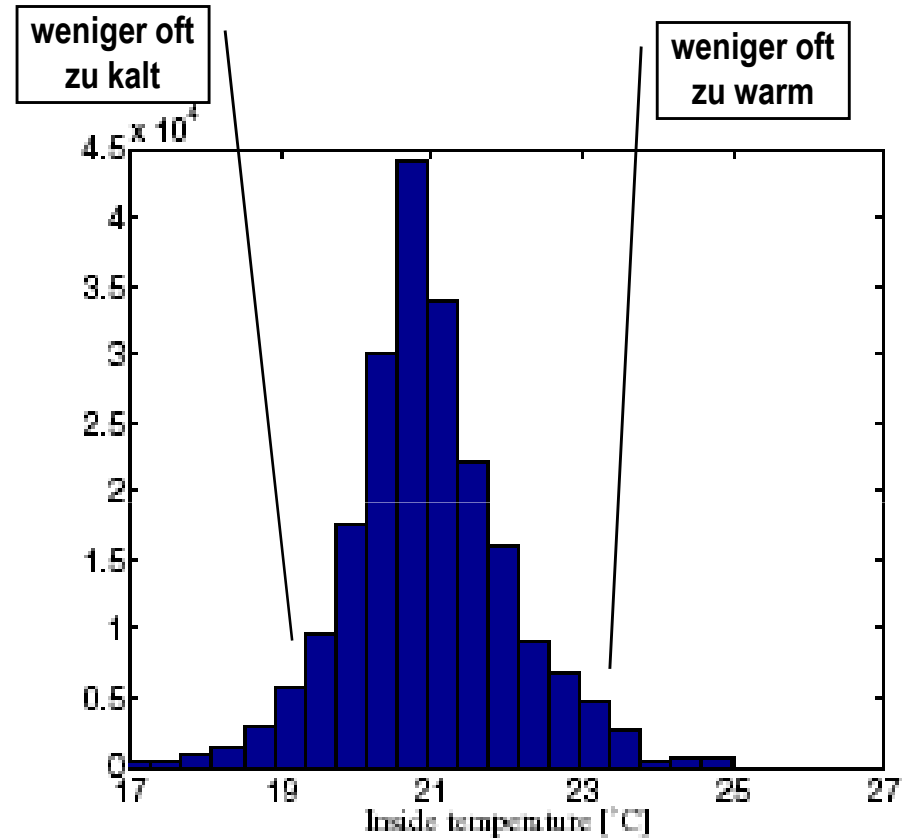
## ○ Resultat

- 26% weniger Energieverbrauch
- Kein Akzeptanzproblem

# Experimentelle Resultate - Temperatur



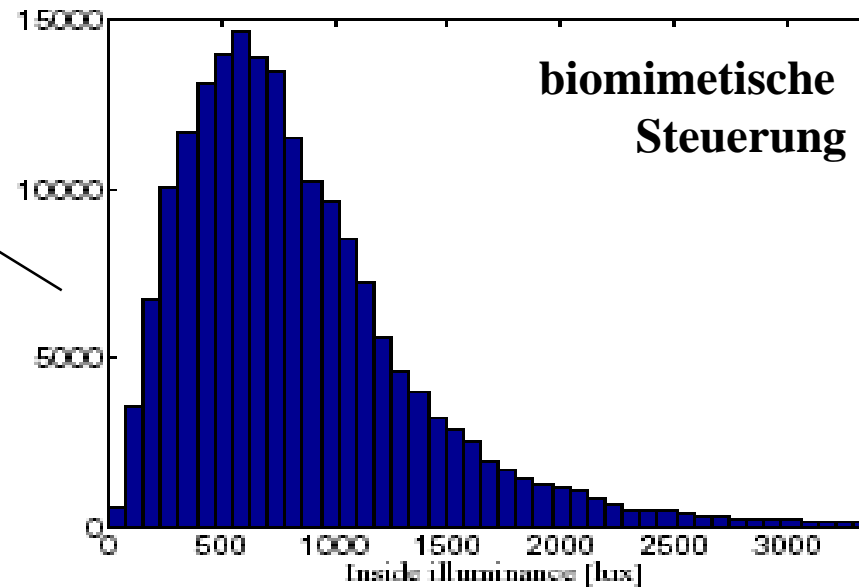
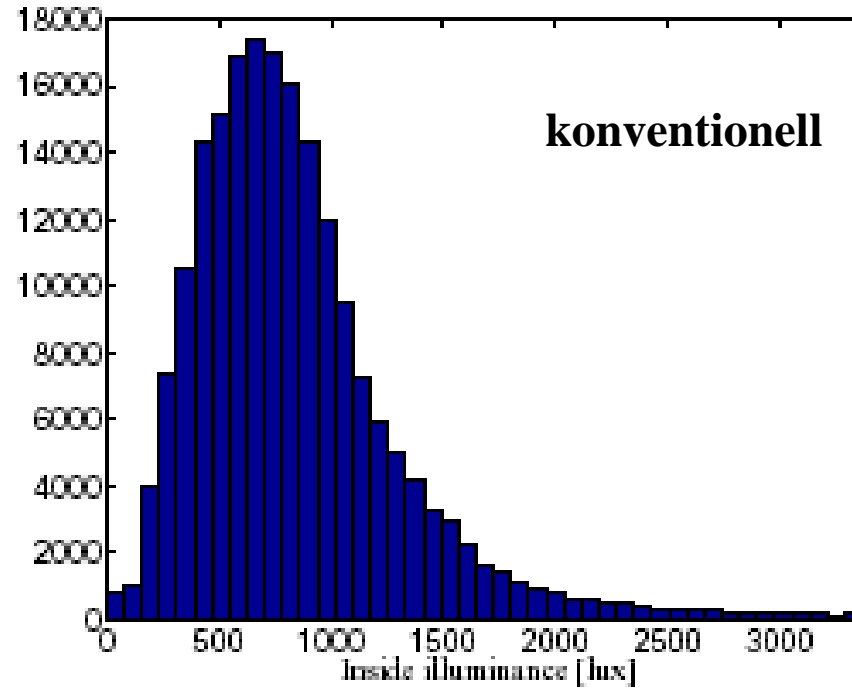
**konventionell**



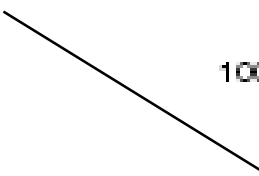
**biomimetische Steuerung**



# Helligkeit

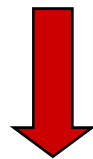


häufiger weniger hell



# Fazit: akzeptierte Energieeinsparung

| Steuerungstyp | Energie-<br>Einsparung | Rückweisung<br>nach 4 Wochen |
|---------------|------------------------|------------------------------|
| Manuell       | 0%                     | -                            |
| Automatik     | 26%                    | 25%                          |
| Adaptiv       | 26%                    | 5%                           |



adaptives biomimetisches System wirkt



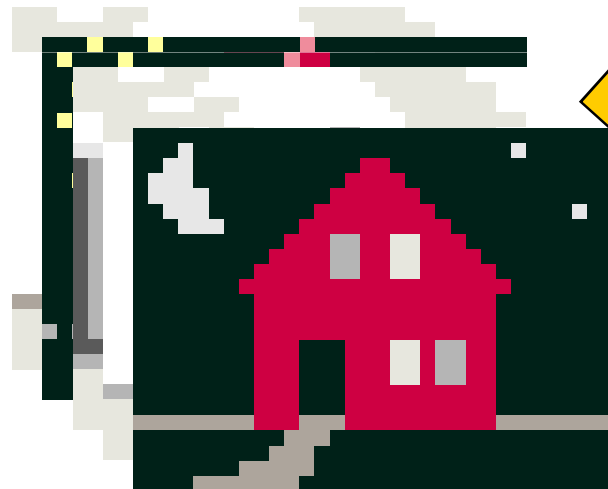


# Gebäudesimulation

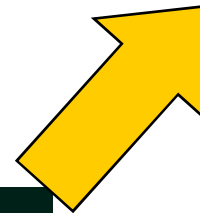
Wetterverhältnisse



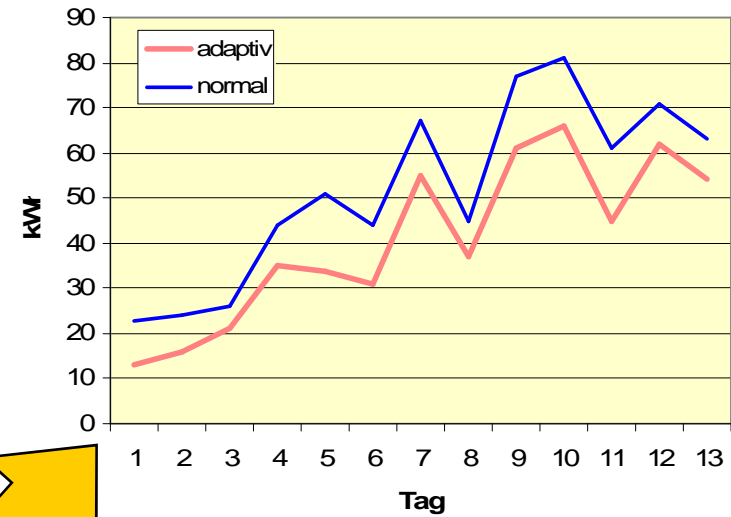
Benutzerverhalten



Virtuelles Haus



Energiebedarf



Adhoco Steuerung



# Resultate

Vergleich mit üblicher Regelung (fixe Sollwerte):

- **Energieeinsparung für Beleuchtung: 35% bis 45%**
- **Energieeinsparung für Heizung: 20% bis 30%**  
**(für gut isolierte Gebäude)**
- **Energieeinsparung für Heizung: 35% bis 45%**  
**(für schlecht isolierte Gebäude)**

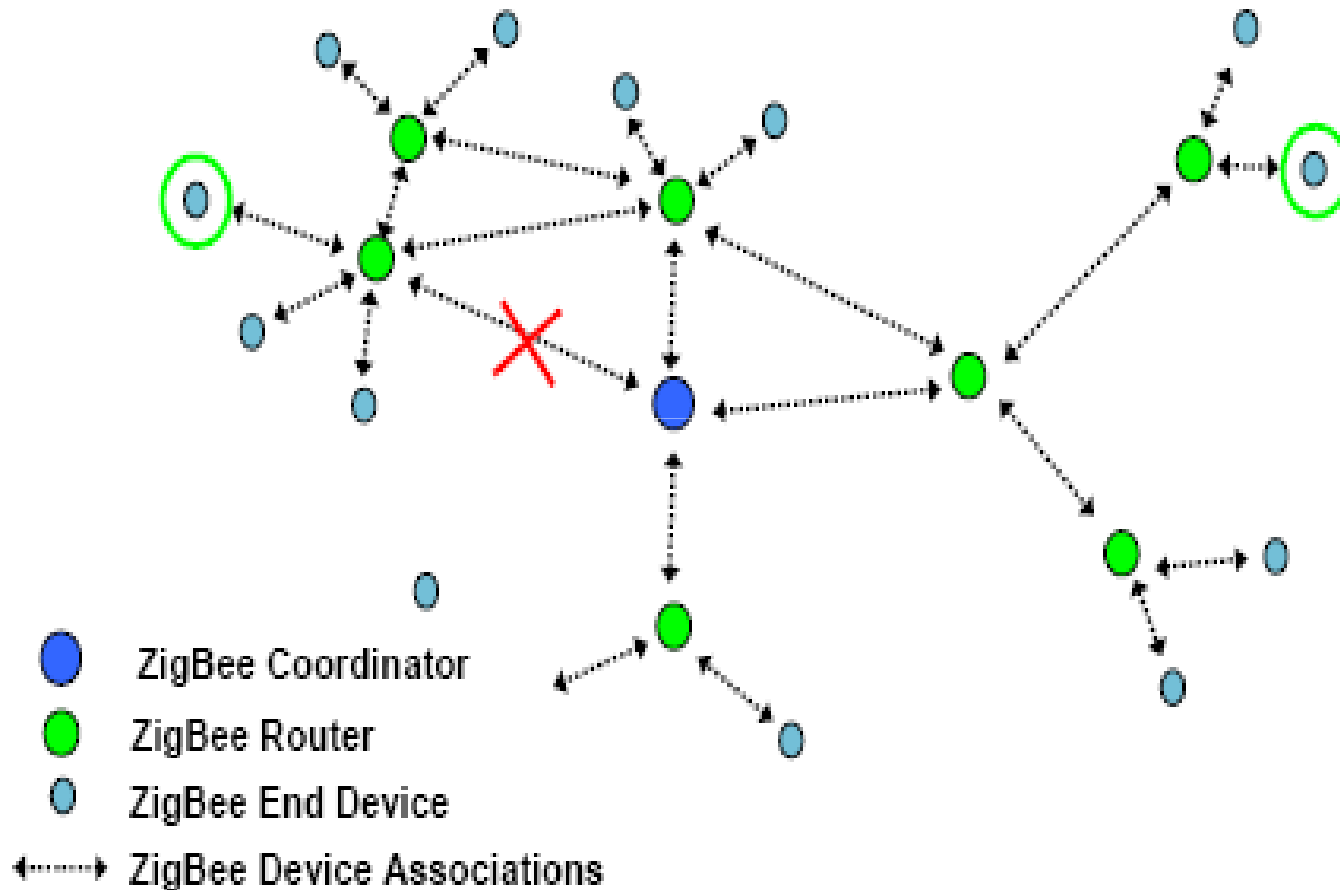
# System heute als Produkt verfügbar



## adhoco.H1: die Zentrale

- **komplett vorprogrammiert**
- **kommuniziert über Funk mit Sensoren und Aktoren**
- **erhält Information von allen Sensoren sowie von allen Benutzerinteraktionen**
- **erteilt intelligente Steuerbefehle an alle Aktoren (Beleuchtung, Beschattung, Heizung, Lüftung, Klima)**
- **attraktives Design**
- **geringster Stromverbrauch (1.5 W)**
- **auch über Internet bedienbar**

# Die Nervenbahnen des Systems: Zigbee® Funkstandard



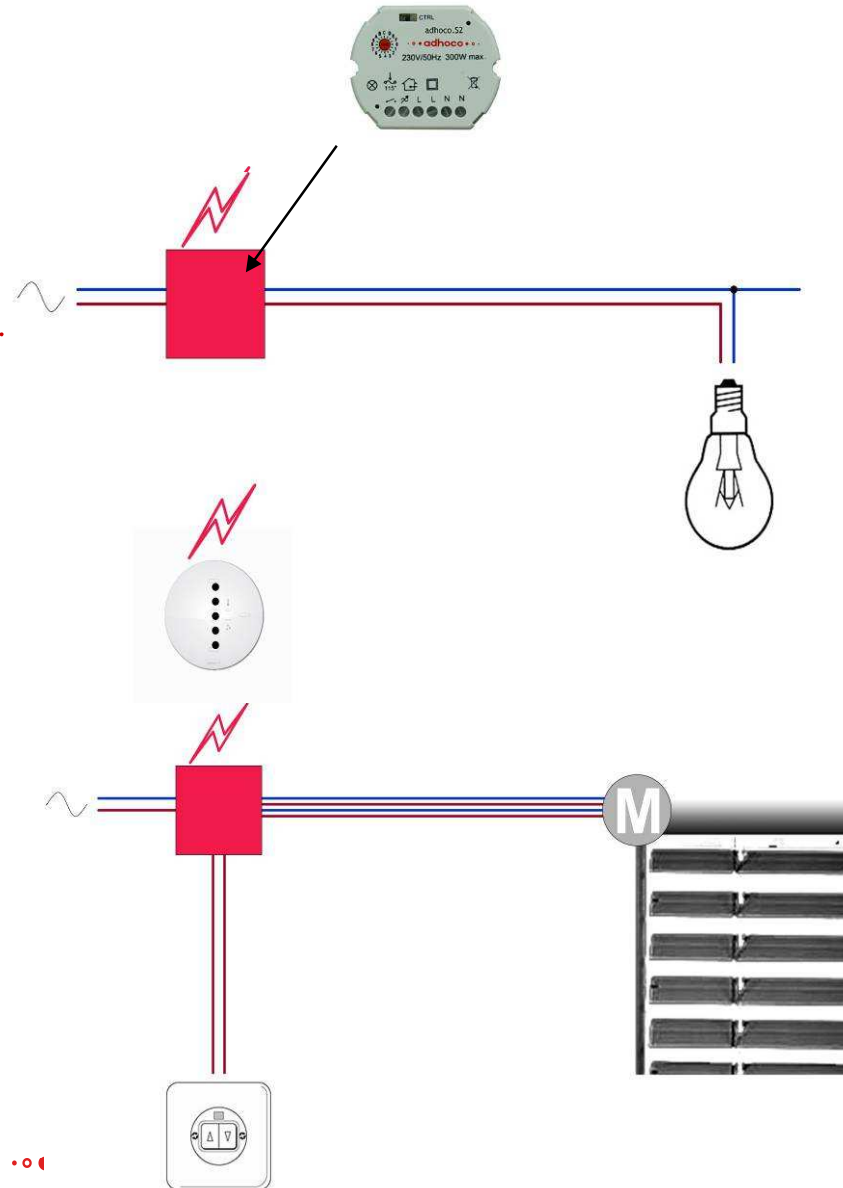
- echtes Netzwerk
- bidirektional
- verschlüsselt
- tiefer Energieverbrauch
- tiefe Strahlenbelastung
- internationaler Standard (IEEE 802.15.4)
- offen für andere Anbieter

# Die Sensoren: Voraussetzung für gute Automation



- einfache Sensoren (Intelligenz ist in der Zentrale)
- kabellos (einfach zu installieren)
- selbstkonfigurierend (kein PC erforderlich)
- batterieless (optionales indoor-Solarmodul)
- ein oder mehrere Sensoren pro Raum
- Drittprodukte mit ZigBee Funkstandard integrierbar

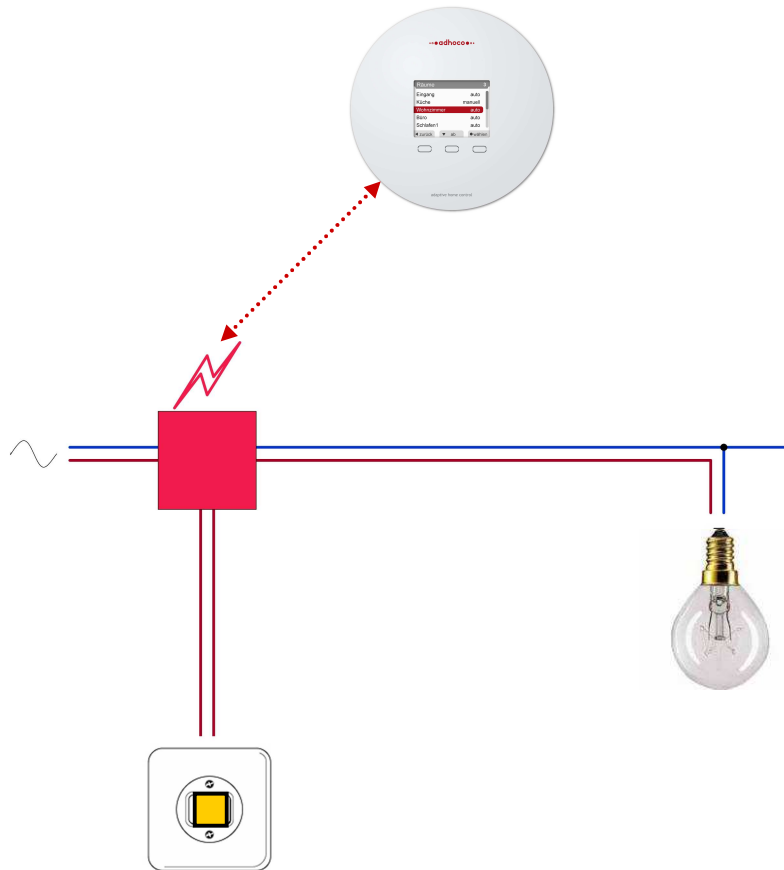
# Die Akteure: klein und clever



- konventionelle Installationstechnik
- bestehende Schalter / Taster verwendbar
- keine Konfiguration erforderlich
- Installation nur wo sinnvoll

# So lernt das System vom Benutzer\*

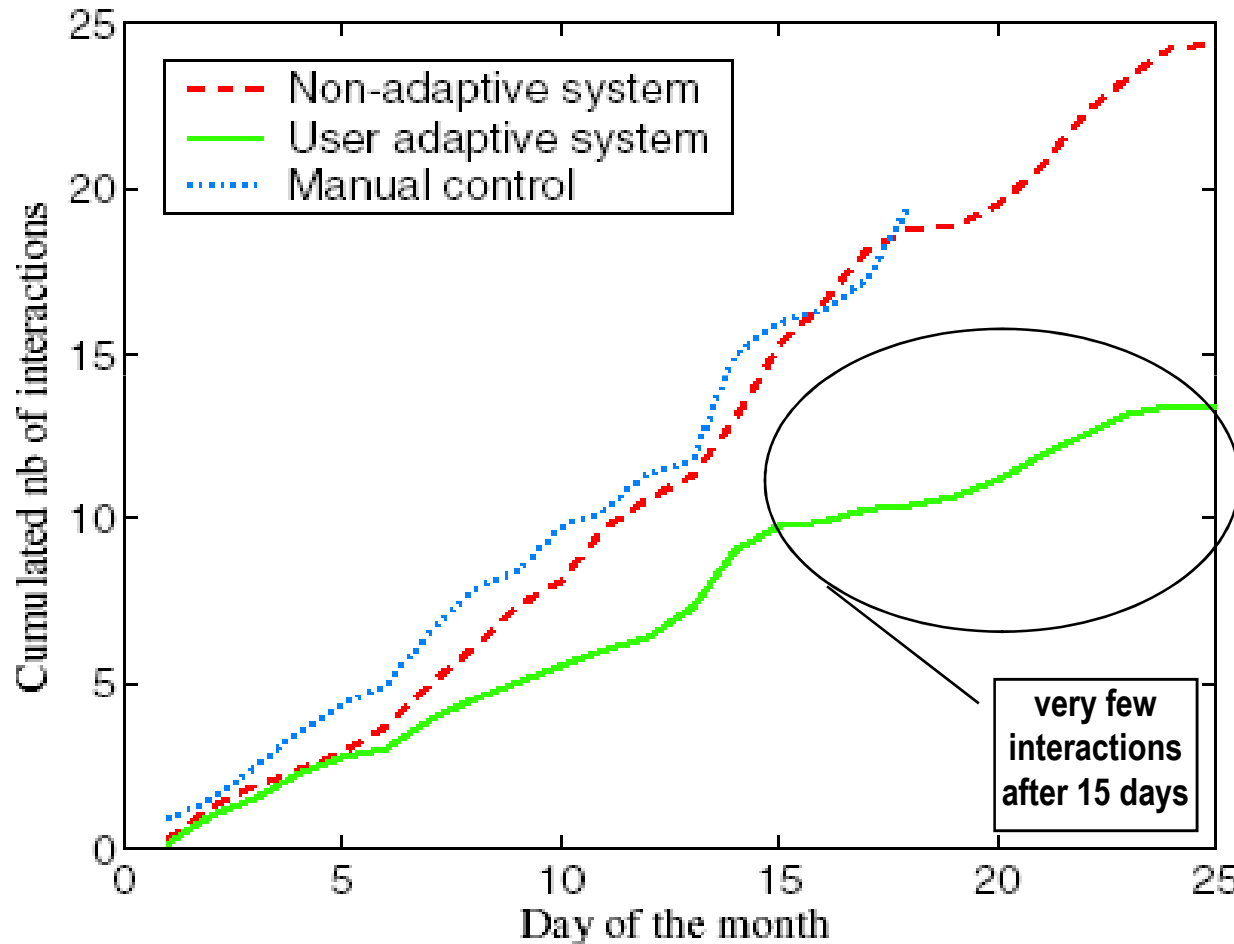
\*int'l patentiert



1. Bewohner ist mit Beleuchtung nicht zufrieden → bedient üblichen Taster
2. Licht wird über uC / Relais geschaltet
3. Gleichzeitig wird per Funk Schaltzustand an Zentrale gemeldet
4. System registriert Unzufriedenheit, zusammen mit weiteren Umgebungsparametern (Zeit, Helligkeit, ...)
5. (nach mehrmaliger Intervention): System schaltet über Funk bei ähnlichen Umgebungsparametern automatisch richtig → System hat gelernt.

# Lernverhalten das Systems

(Bürogebäude, 23 Nutzer in 17 Räumen)



- weniger Interaktionen
- grössere Nutzer-Zufriedenheit
- keine Rückweisung der Automation
- höhere Energiespareffekte

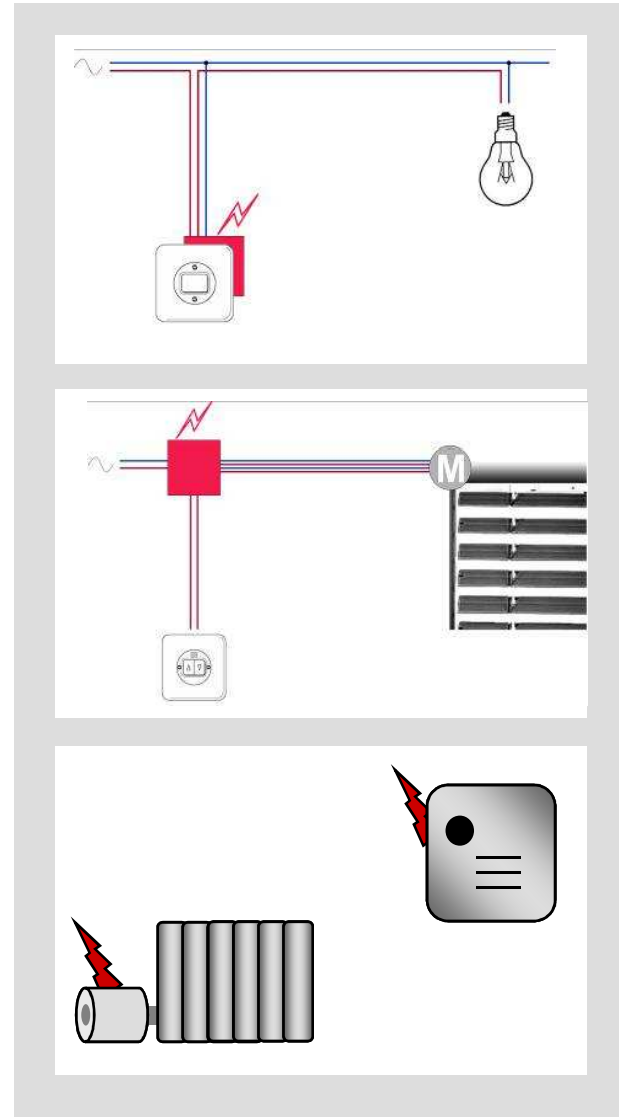
# echte Automatisierung aller Haustechnik-Geräte



Zentrale



Fernbedienung

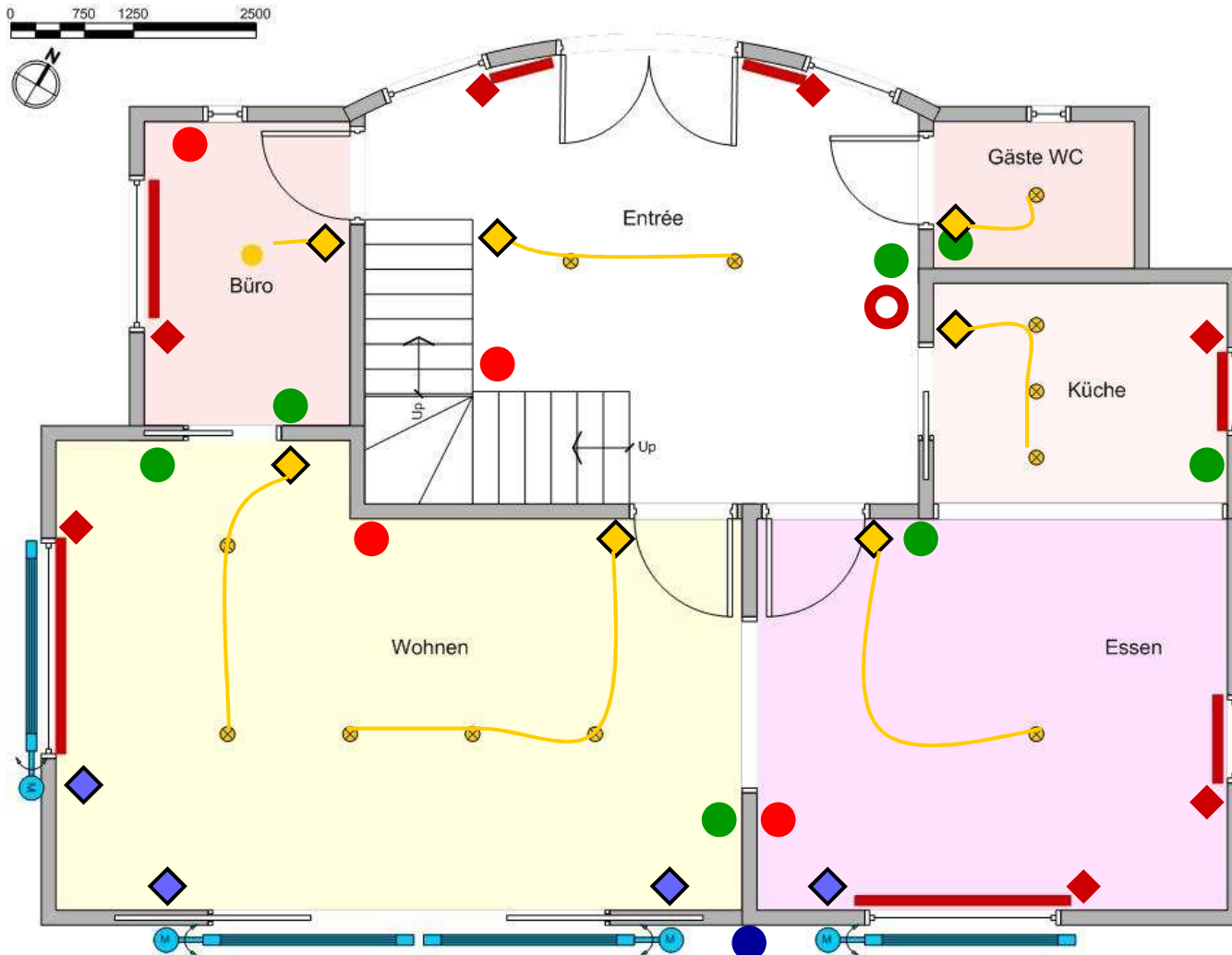


Beleuchtung

Rolläden und Fenster

Heizung, Lüftung

# Installation – ein Beispiel



- Zentrale (1)
- Präsenzmelder (7)
- Temp/Feuchtemelder (4)
- Meteomelder (1)
- ◇ Lichtschalter/-dimmer (7)
- ◇ Rollläden (4)
- ◇ Heizkörper (7)

Total: 31 Komponenten

# Nutzen

## Komfort

- Automatisierung von Licht, Storen, Heizung
- System passt sich von allein den Benutzerwünschen an



## Energieeffizienz

- 25 to 40% Einsparung bei Heizung und Beleuchtung
- ohne Komforteinbuße



## Sicherheit

- Anwesenheitssimulation
- Einbrucherkennung
- Panik- / Abschreckfunktionen



## Wohnen im Alter

- Monitoring durch Freunde und Verwandte
- Meldung von unüblichem Verhalten





# Energiesparpotential des Produkts

integrales selbstlernendes Heimautomationssystems

## ○ Thermische Energie

- **präsenz- und bedarfsorientierte** Heizungsregelung (raum-individuell, prognosefähig)
- selbstlernende Anpassung an **Bewohnerverhalten** und **gebäudephysikalische Parameter**
- **Solare Energiegewinne** dank intelligenter Jalousiensteuerung
- **Verlustminimierung mit automatischem Luftaustausch** (Fenster, Ventilation)

## ○ Elektrische Energie

- Präsenzabhängige **Lichtsteuerung**, optimale Nutzung der natürlichen Lichtquellen
- Bedarfsorientierte **Lüftung**
- Ausnutzung der Nachtabkühlung (Fensterlüftung); Einsparung **Klimatisierungsenergie**

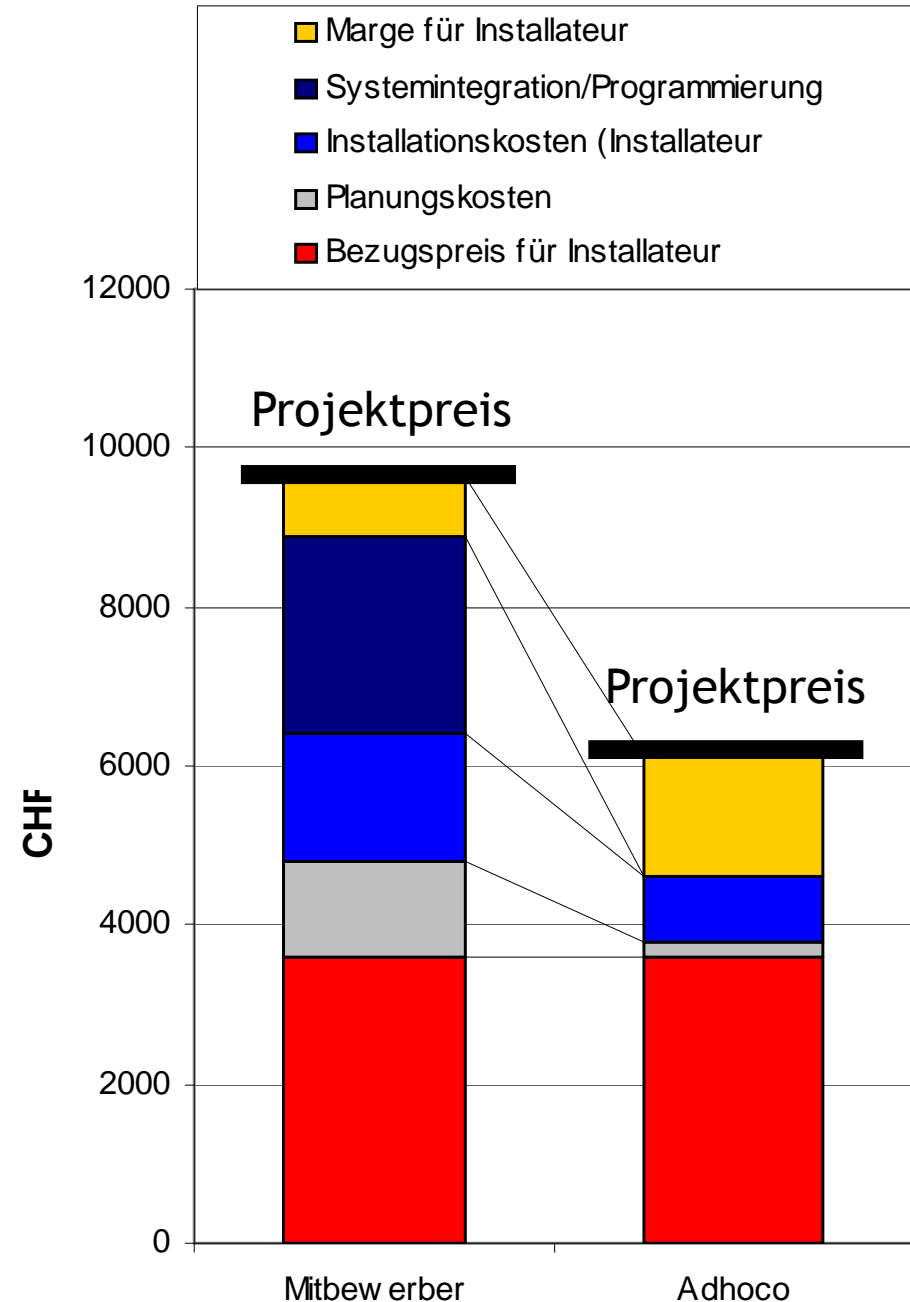
## ○ Eigenbedarf an Energie

- Zentrale: **1 W**
- Sensoren: **Solar oder Batterie**
- Aktoren: wie konventionell installierte Geräte (kein relevanter Zusatzenergiebedarf)

# Nutzen (II): Tiefe Kosten

## Tiefer Gesamtpreis

- mässige Komponentenpreise
- kaum Planung erforderlich
- einfache Installation
- negative Betriebskosten (Energieeffizienz)
- Kaum Wartungskosten
- Tiefes Investment – tiefe Kapitalkosten



# Investitionsrechnung

|   |     |        |
|---|-----|--------|
| Standard-Baukosten des Objekts            | CHF | 600000 |
| Zusatzkosten Adhoco Heimautomationssystem | CHF | 7000   |
| Zusatzkosten Adhoco Heimautomationssystem | %   | 1.2%   |
| Gesamt-Baukosten des Objekts              | CHF | 607000 |

|  |     |      |
|--|-----|------|
| Jährliche Energiekosten (Standard)         | CHF | 3000 |
| jährliche Energiekosten-Einsparung         | %   | 25%  |
| jährliche Energiekosten-Einsparung         | CHF | 750  |
| Wartung&Unterhalt Heimautomations-Bauteile | CHF | 100  |

|                                      |   |       |
|--------------------------------------|---|-------|
| Jährliche Zunahme des Energiepreises | % | 5.00% |
|--------------------------------------|---|-------|

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Abschreibungszeitraum des Heimautomationssystems | Jahre | 12    |
| Betrachtungszeitraum für Investitionsrechnung    | Jahre | 12    |
| Kapitalisierungszins                             | %     | 6.00% |

**Barwert der Investition für Heimautomation CHF 316**



# Demonstrationsprojekt in Winterthur

## ○ Ziel:

- Ermittlung des Energiesparpotentials von Hausautomation
- Hinweise zur Akzeptanz des Systems und zur Wertschätzung des Zusatznutzens

## ○ Vorgehen:

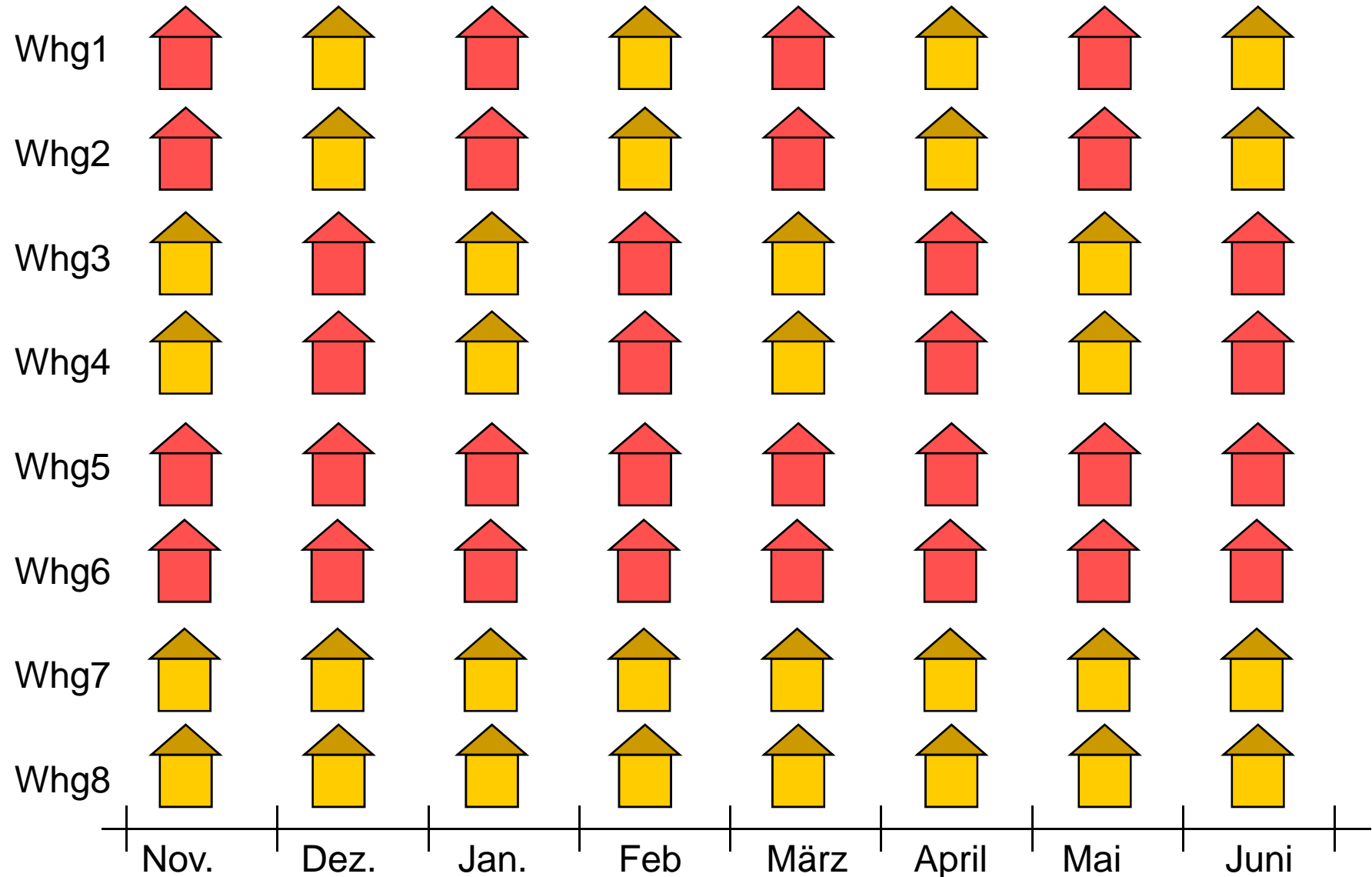
- Betrieb von Hausautomation in repräsentativen Wohnungen
- ausführliche Messungen zur Ermittlung des Energieverbrauchs
- Hochrechnung auf CH mittels Gebäudemodell

## ○ Arbeitspakete:

- Projektdesign ✓
- Suche geeigneter Wohnungen; Suche von Sponsoren
- Installation
- Betrieb mit laufender Rohdatenauswertung
- Auswertung und Berichterstattung



# Experimentelles Design



••adhoco••

**Herzlich willkommen an unserem Stand !**



Thomas Schumann  
Geschäftsführer  
Adhoco AG  
Technopark  
8406 Winterthur  
[www.adhoco.com](http://www.adhoco.com)