


Prozessoptimierung in Räumen und Gebäuden

Was können smarte Immobilien leisten ?



Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus
Leiter Fraunhofer-inHaus-Zentrum Duisburg
Technische Gebäudeausrüstung HRW Mülheim

Gliederung:

Prozessoptimierung in Räumen und Gebäuden

Was können smarte Immobilien leisten ?

Vorstellung Fraunhofer-inHaus-Zentrum

Energieversorgung von Wohngebäuden

- Steigerung der Energieeffizienz

Anforderungen an den Komfort

- Lüftung
- Beleuchtung

Anforderungen an die Sicherheit

Ausblick

Die Fraunhofer Gesellschaft

Mission:

Angewandte
Forschung
für neue Produkte
und Lösungen
in unterschiedlichen
Marktsegmenten



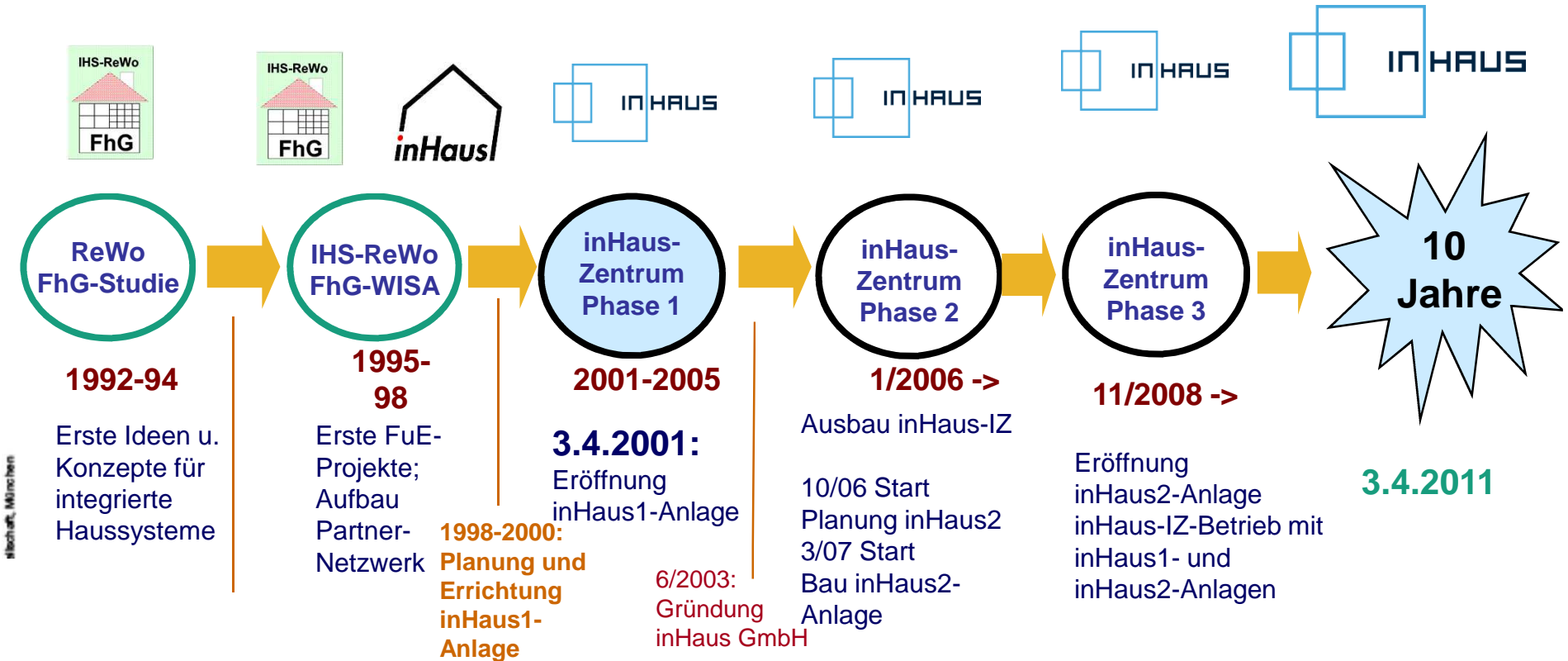
Joseph von Fraunhofer (1787 - 1826)

- Forscher
- Erfinder
- Unternehmer



- non-profit-Organisation; gegründet 1949
- 59 Institute; Personalbestand ca. 17.000 Beschäftigte
- 1.600 Mio. Euro jährliches Gesamtforschungs-Budget
davon ca. 2/3 Vertragsforschungs-Aufträge

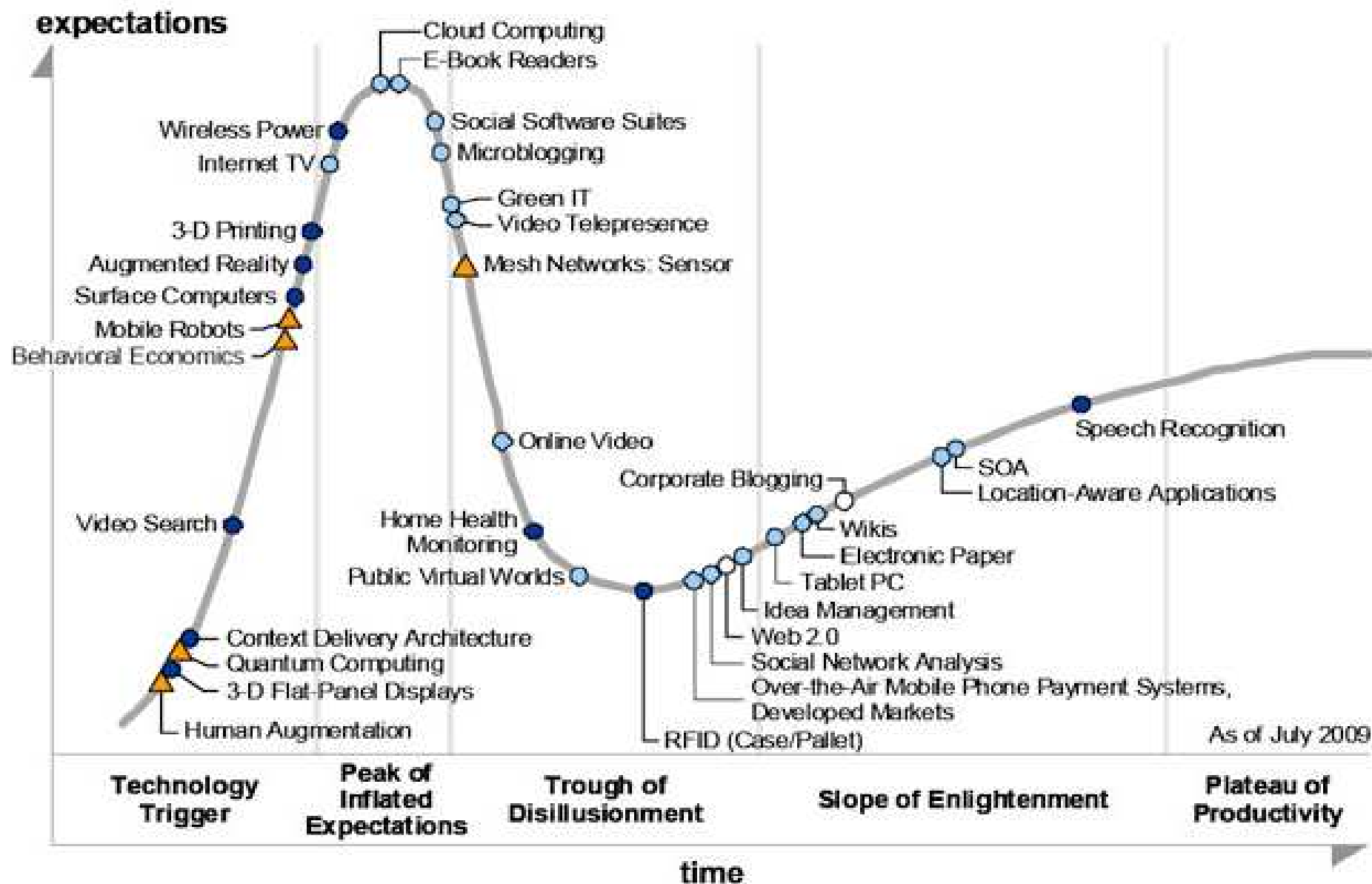
2001-2011: 10-Jahre-Fraunhofer-inHaus-Zentrum



Mitschelt, Mülincheim



Figure 1. Hype Cycle for Emerging Technologies, 2009



As of July 2009

Years to mainstream adoption:

○ less than 2 years

● 2 to 5 years

● 5 to 10 years

▲ more than 10 years

⊗ obsolete

⊗ before plateau

Source: Gartner (July 2009)

inHaus-1 Forschungsanlage

Wohn-Labor (Anwendungsteil)

- **SmartHome-Lab** mit Wohnräumen, Heimbüro, Auto und Garten
- Anwendungs-, Marktforschungs- und Akzeptanz-Tests von neuen Komponenten- und System-Lösungen **in realer Umgebung mit Testpersonen aller Art**



Source: Fraunhofer-IMS

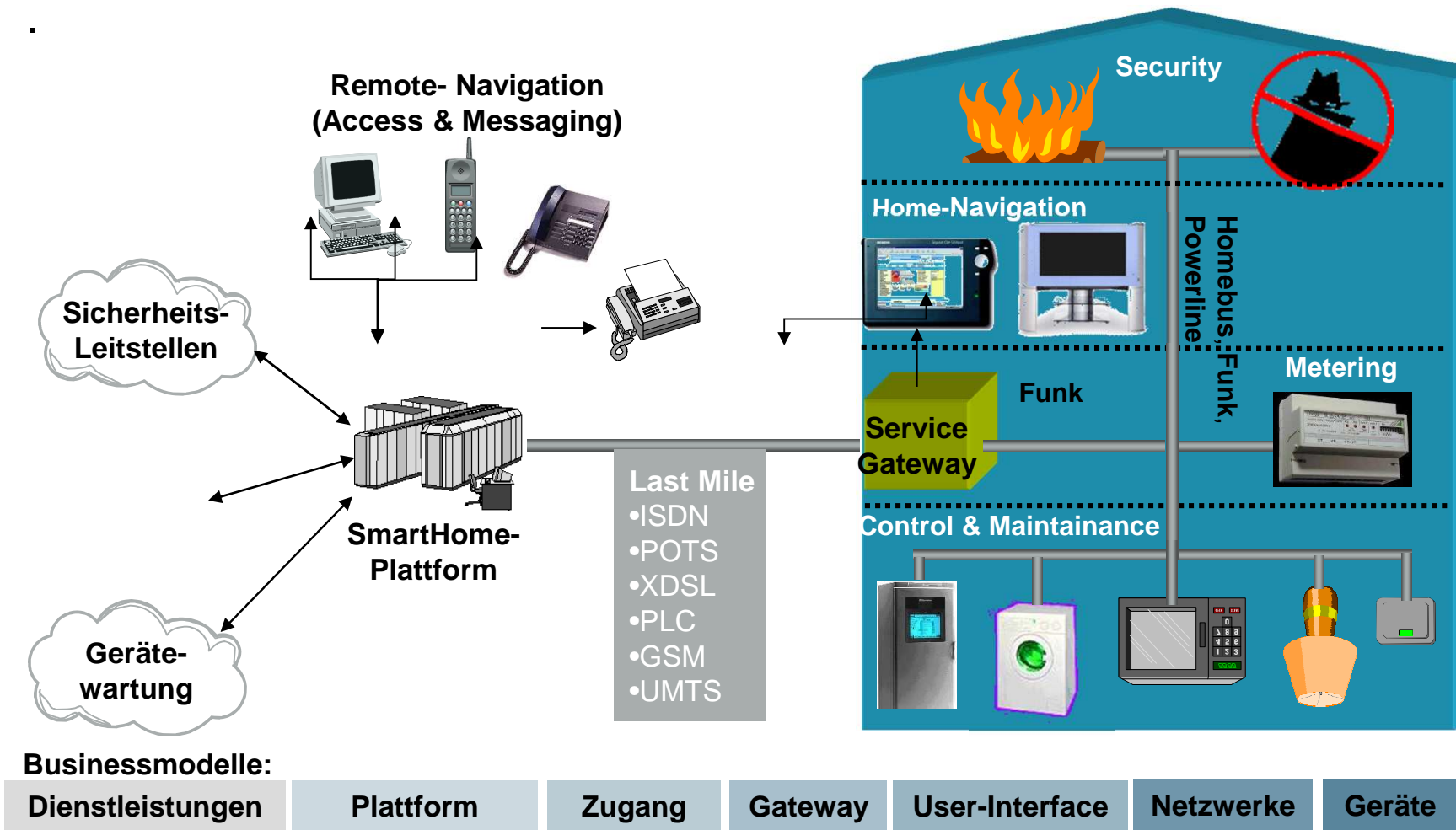
Technik-Labor (Infrastrukturteil)

- **inHaus-Büro**
- Technik-Test-Umgebung
- Technik-Services
- Beratung, Schulung

Zusätzliche Einrichtungen:
- Außenbereich-System
- vernetztes Auto (Sharan)



SmartHome realisiert Dienste und steuert Zugriff auf Geräte im Haus-System



Ziele und Fakten Fraunhofer-inHaus-Zentrum Intelligente Raum- u. Gebäudesysteme Duisburg



www.inhaus.de

• Mission:

Neue Systemlösungen zur Prozessoptimierung in sechs Marktsegmenten für neues Geschäft der inHaus-Partner

• Fakten

Innovationsprogramm bis 12/2011 im Volumen von ca. 28 Mio. €

Sieben Fraunhofer-Institute

Über 90 Wirtschaftspartner

inHaus1-Anlage: 300 qm:

inHaus2-Anlage 5200 qm für

Anwendungs- u. Techniklabore

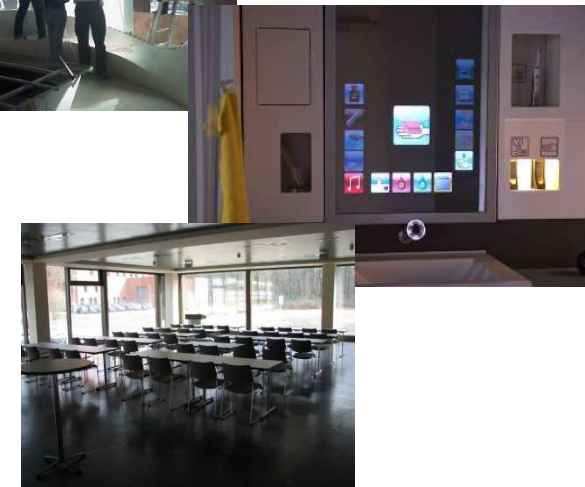
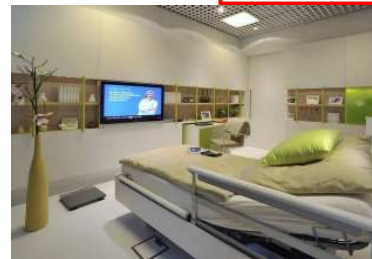
Fraunhofer inHaus-Zentrum – Einrichtungen und Labore

Technik- und Anwendungs-Labore für
Forschung, Entwicklung, Test und Demo
für die Geschäftsbereiche

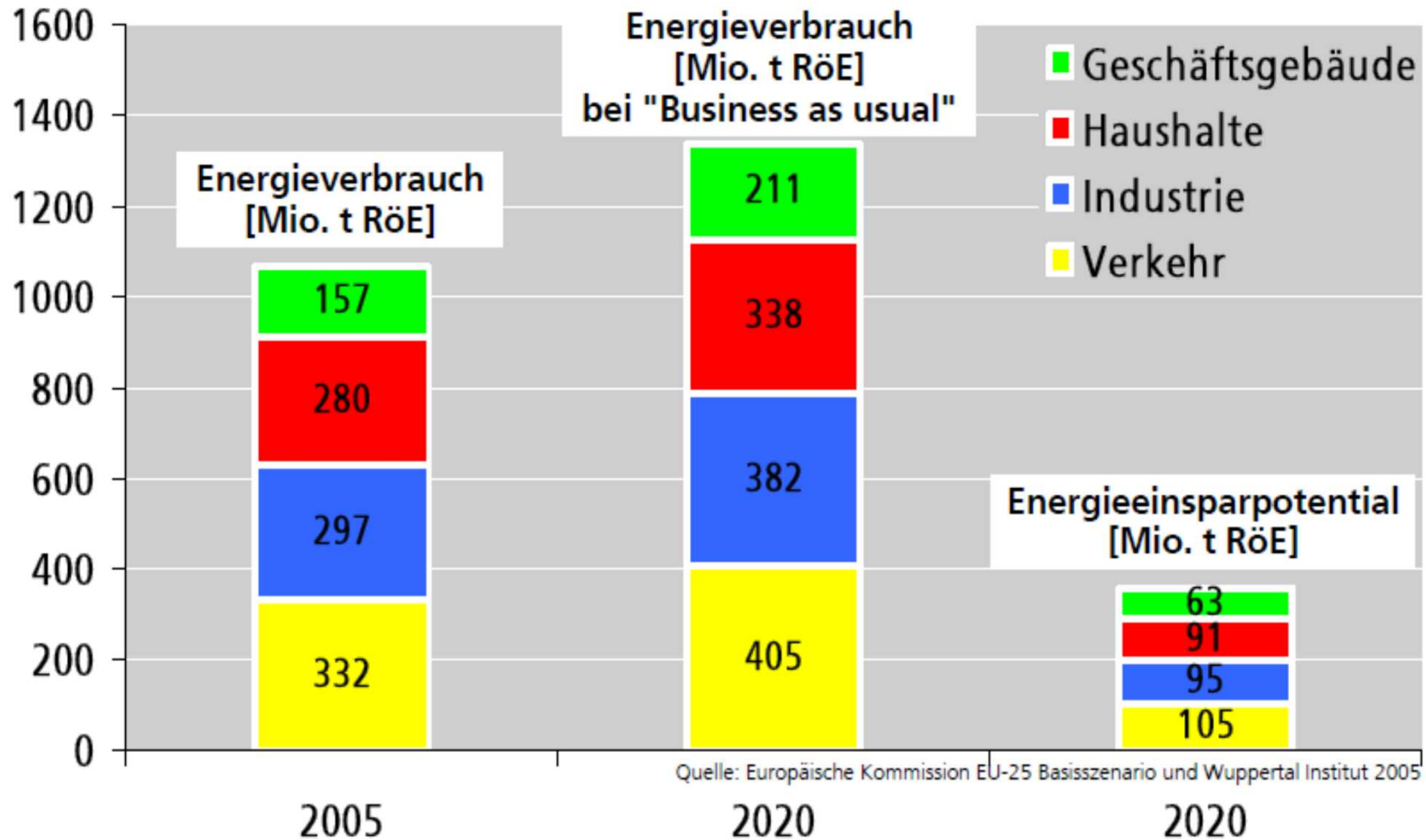
- **Wohnen (inHaus1)**
- **Gebäudebetrieb und Facility Management**
- **Pflegeheim und Hospital**
- **Office**
- **Hotel und Veranstaltungsräume**
- **Bauen und Bauprozess**

- **Veranstaltungsbereich und Partnerport (max. 250 Teiln.)**

inHaus1-Anlage seit 2001
inHaus2-Anlage seit 2008
8000 qm Gelände, 5.500 qm
Gebäudenutzflächen

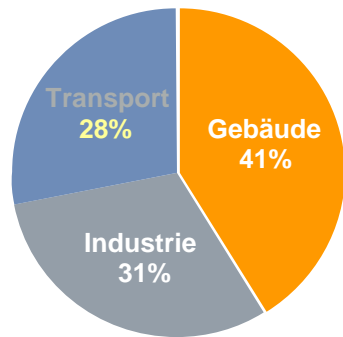


Gesamtverbrauch und Prognose des Energieverbrauchs in Europa

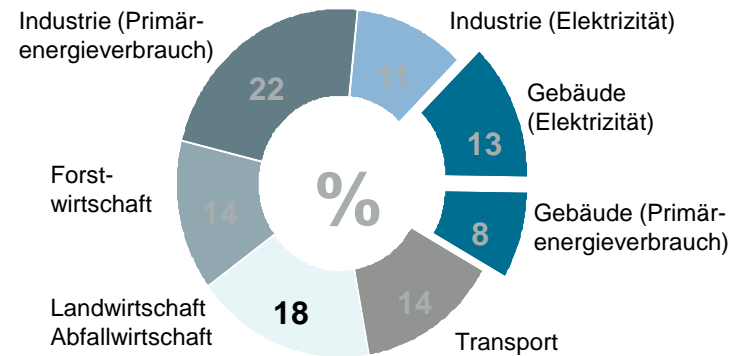


Was wir über Gebäude wissen....

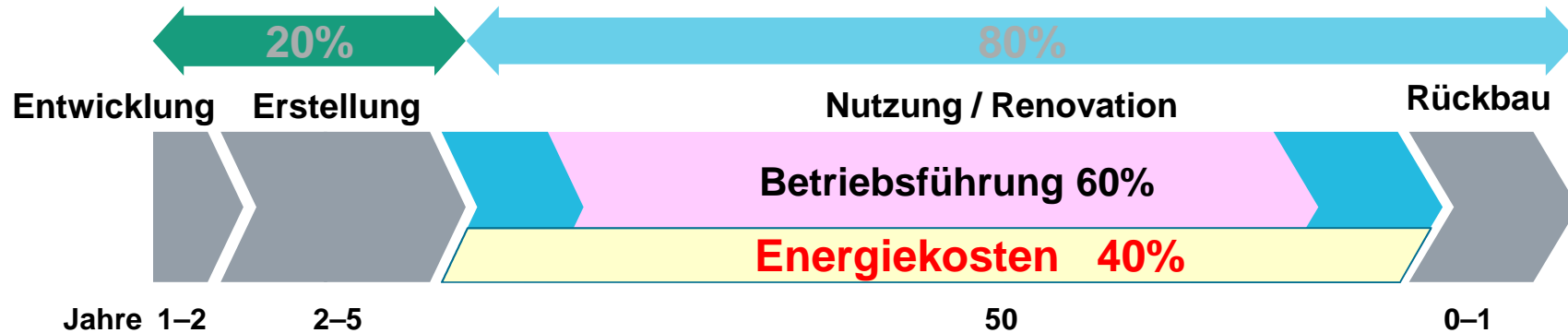
40% des Weltenergieverbrauchs*



Produzieren weltweit 21% der Treibhausgase***



Während der Nutzungsdauer eines Gebäudes werden 40% der Kosten für Energie benötigt**



*International Energy Association, auf weltweiter Basis, im Jahr 2002 / ** Dena Congress, Berlin, 2008 / *** „Global Mapping of Greenhouse Gas Abatement Opportunities up to 2030“, Building Sector deep dive, June 2007, Vattenfall AB, basiert auf Information von IEA, 2002, % der weltweiten Treibhausgasemissionen; Total 40 Gt CO₂e

Ziele der Energiewende der Bundesregierung: Deutliche Reduzierung des Energieverbrauches

Zielsetzungen für das Jahr:	2020	2030	2040	2050
Reduktion Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990)	-40%	-55%	-70%	-80 – 95%
Reduktion Primärenergieverbrauch (gegenüber 2008)	-20%	Steigerung Energie- produktivität um 2,1%/a		-50%
Reduktion Stromverbrauch (gegenüber 2008)	-10%			-25%
Reduktion Endenergieverbrauch im Verkehrsbereich (gegenüber 2005)	-10%			-40%
Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch	18%	30%	45%	60%
Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch	35%	50%	65%	80%

Quelle: FhG-ISE, Energiekonzept 2050, Bundesregierung, Sept 2010

Energiekonzept BMWi/BMU

Der Schlüssel zu mehr Energieeffizienz ist der Gebäudebereich

Unser zentrales Ziel ist es deshalb, den Wärmebedarf des Gebäudebestandes langfristig mit dem Ziel zu senken, bis 2050 nahezu einen klimaneutralen Gebäudebestand zu haben. Dafür ist die **Verdopplung der energetischen Sanierungsrate von jährlich etwa 1% auf 2%** erforderlich. **Bis 2020 wollen wir eine Reduzierung des Wärmebedarfs um 20 %** erreichen und streben **bis 2050 eine Minderung in der Größenordnung von 80 %** an.

Wofür die Energie benötigt wird: Energieverbrauch privater Haushalte nach Anwendungsbereichen

Quelle: destatis

Anteil	1995 [Mio t RöE]	2006 [Mio t RöE]	1995 = 100%
--------	---------------------	---------------------	----------------

Raumwärme

Warmwasser

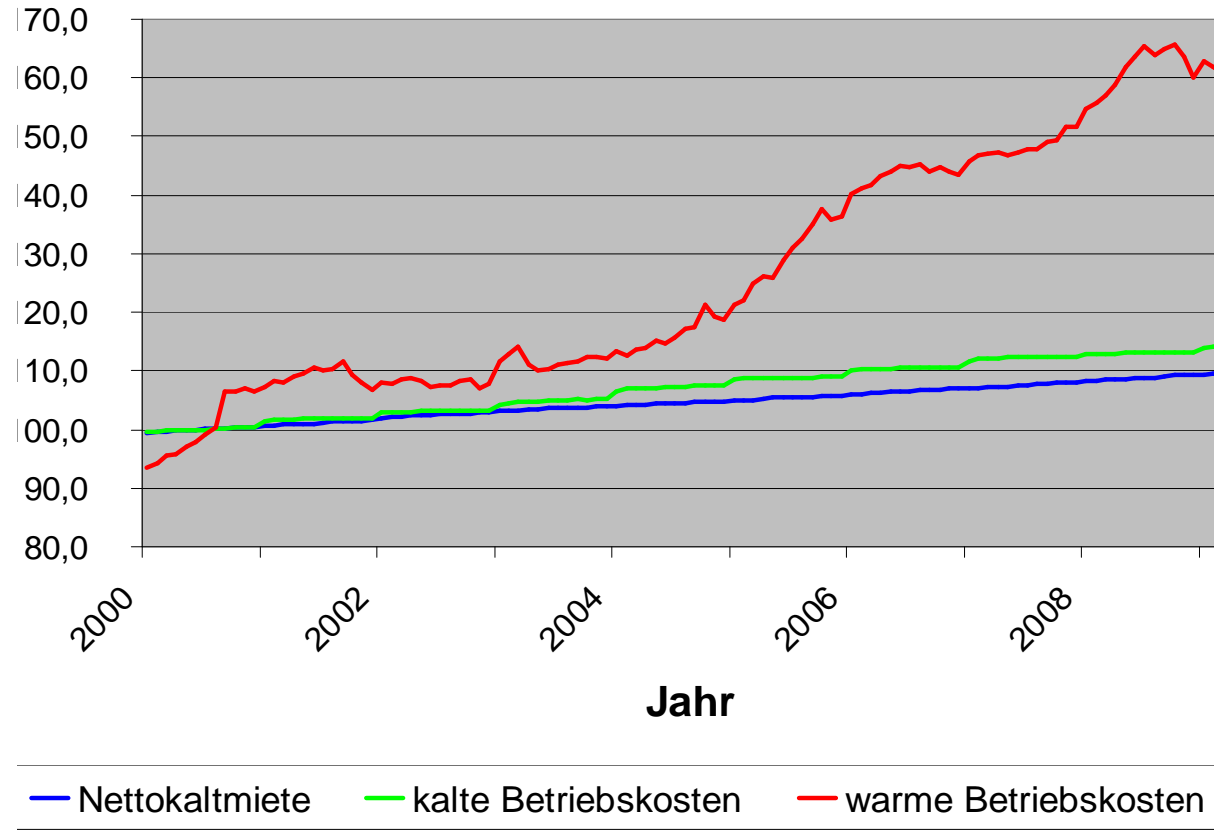
Prozesswärme (Kühlen,
Kochen)

Mechanische Energie+IT

Beleuchtung

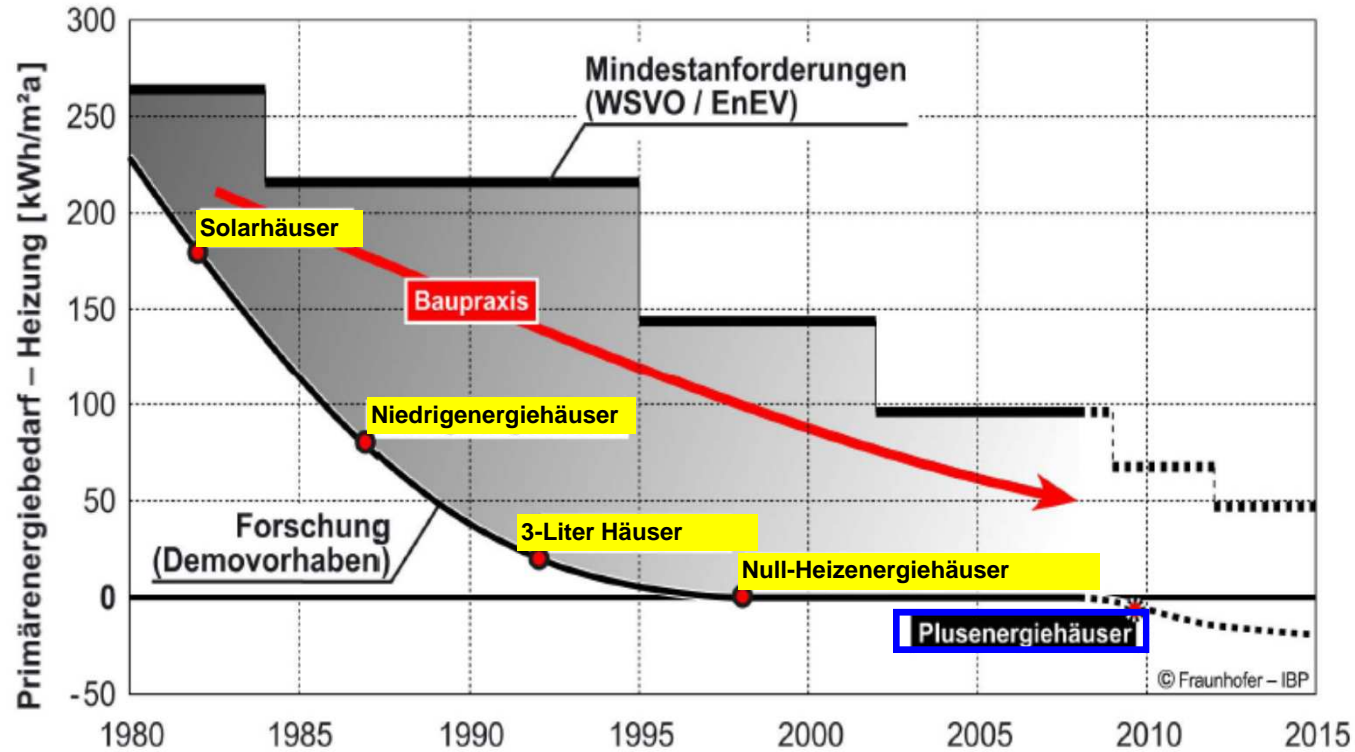
Gesamt

Entwicklung der Miete und der Betriebskosten



Quelle: BMVBS

Entwicklung von energiebedarfsreduzierten Gebäuden



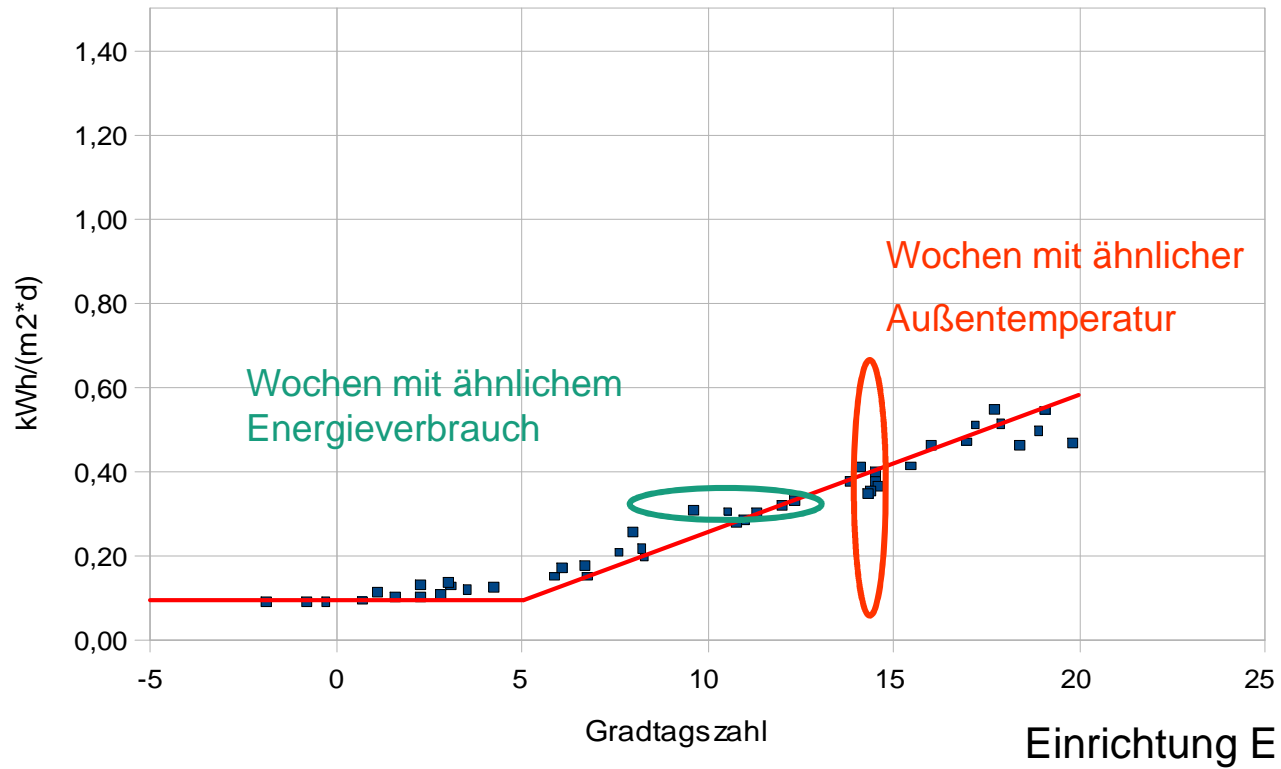
Ranking der Einrichtungen nach dem real aufgetretenen Heizenergieverbrauch (Jahreswerte)

Platz	Einrichtung	Planzahlen Wärme [kWh/(m ² *a)]
1	Einrichtung DT	63,42
2	Einrichtung A	68,18
3	Einrichtung E	68,96
4	Einrichtung M	72,49

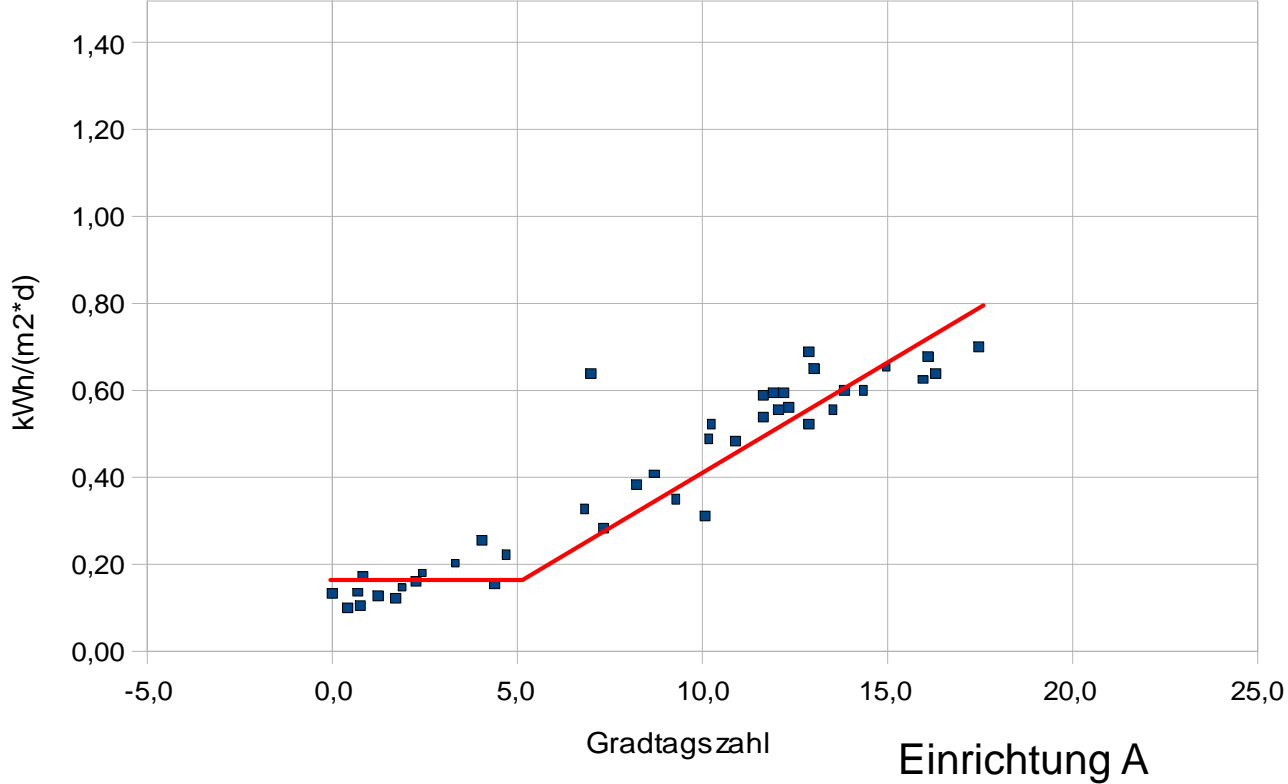
Ranking der Einrichtungen nach dem real aufgetretenen Heizenergieverbrauch

Platz	Einrichtung	Heizwärmebedarf [kWh/(m ² *a)]	Abweichung	Warmwasserbedarf [kWh/(m ² *a)]	Abweichung
1(4)	Einrichtung M	68,37	+ 14 %	43,71	+ 249 %
2(3)	Einrichtung E	69,25	+ 22 %	37,35	+198 %
3(1)	Einrichtung DT	102,16	+ 100 %	63,54	+ 408 %
4(2)	Einrichtung A	104,63	+ 87 %	43,91	+ 251 %

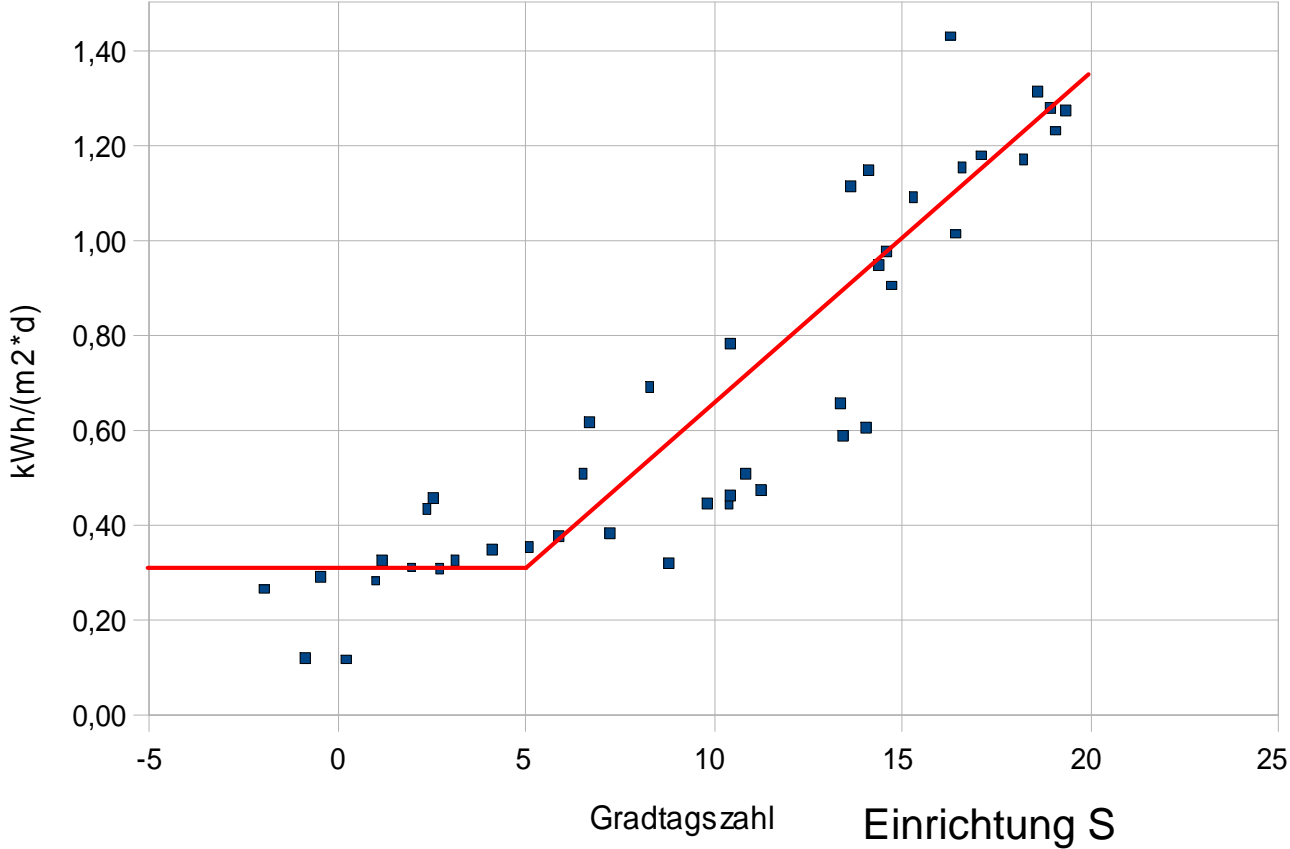
Nutzereinfluss auf den Energieverbrauch



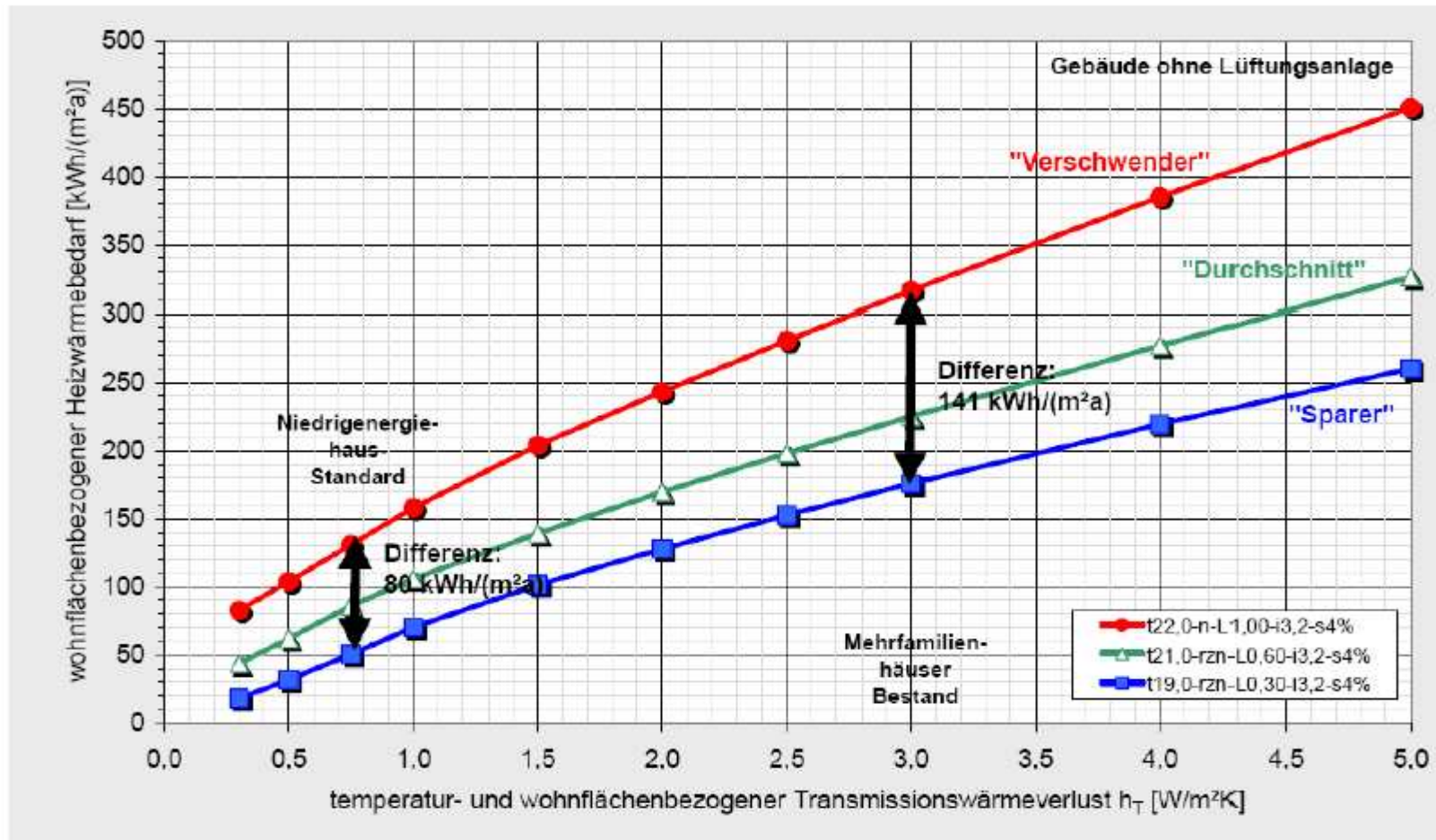
Nutzereinfluss auf den Energieverbrauch



Nutzereinfluss auf den Energieverbrauch



Berechnung der Differenz zwischen „Verschwendern“ und „Sparern“



Quelle: [4]

Effektive mittlere Raumtemperaturen nach EPHW / LEG

Auswirkung des Nutzungsfaktors, der Nachtabenkung und der räumlichen Teilbeheizung

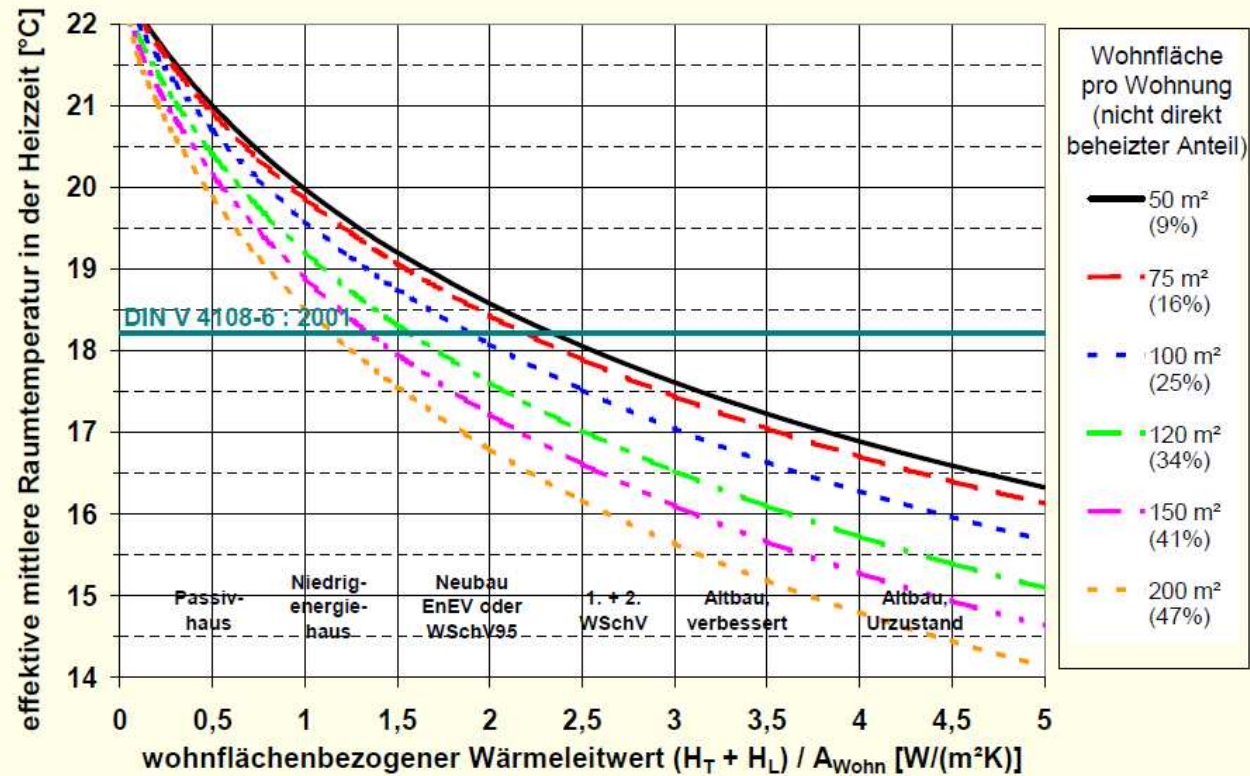


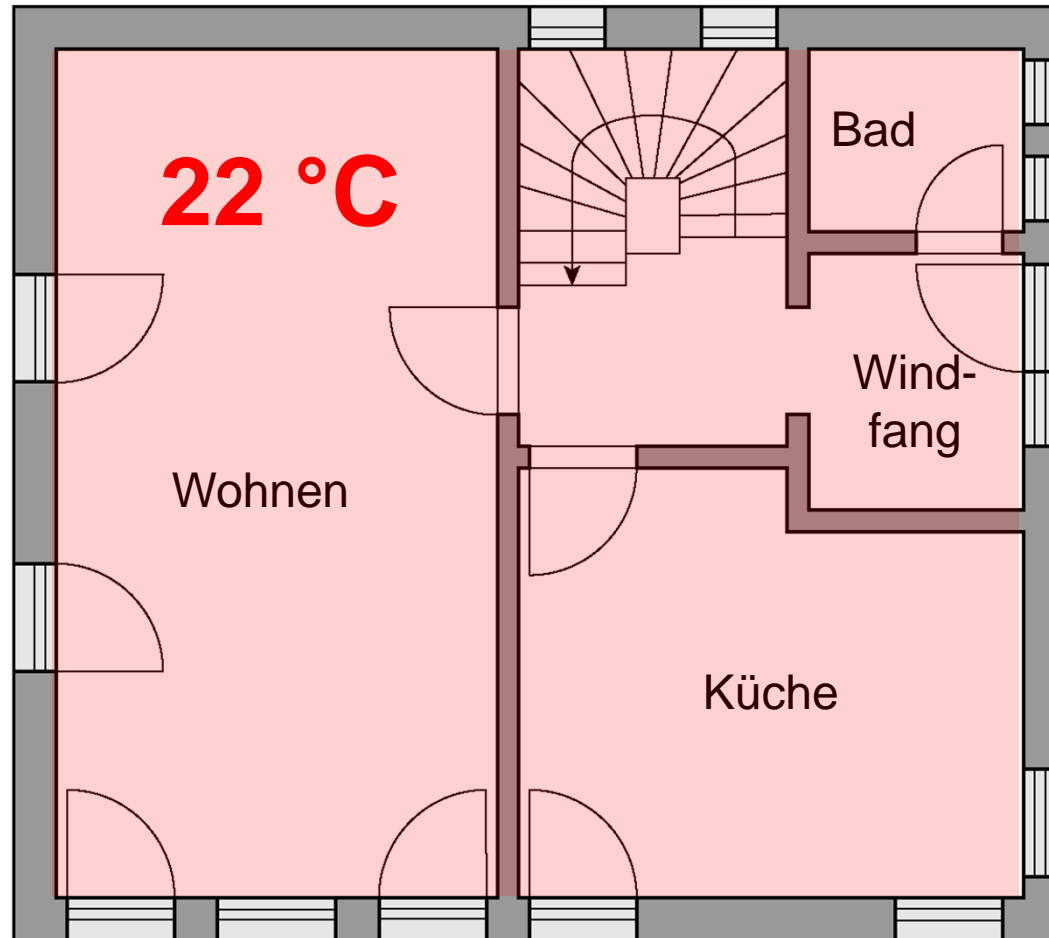
Bild 1: Mittlere Raumtemperaturen von Wohngebäuden unter Berücksichtigung von Nachtabenkung und räumlicher Teilbeheizung sowie unter Anwendung des neu eingeführten „Nutzungsfaktors“

Quelle: [4]

Steigender Energieverbrauch – Auswirkung in Zukunft

heute:

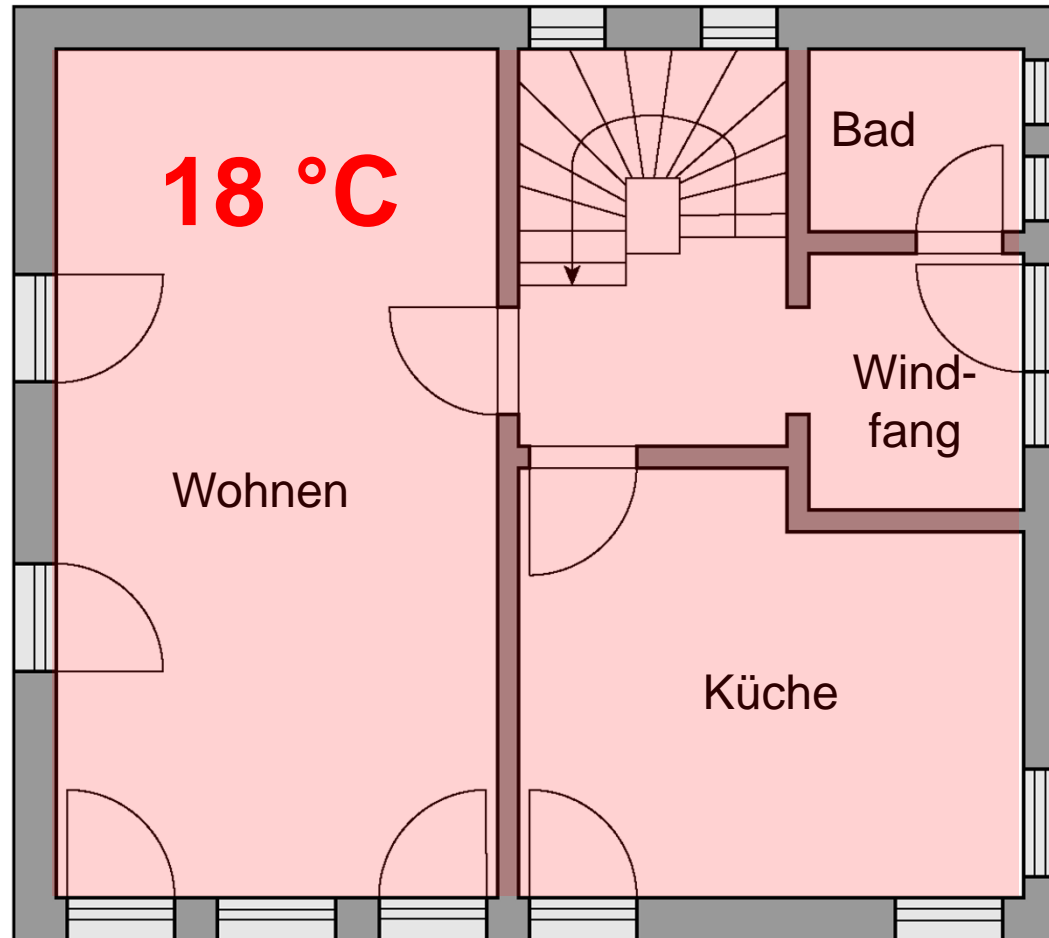
komplette
Beheizung



Steigender Energieverbrauch – Auswirkung in Zukunft

zukünftig:

nur Grund-
temperierung



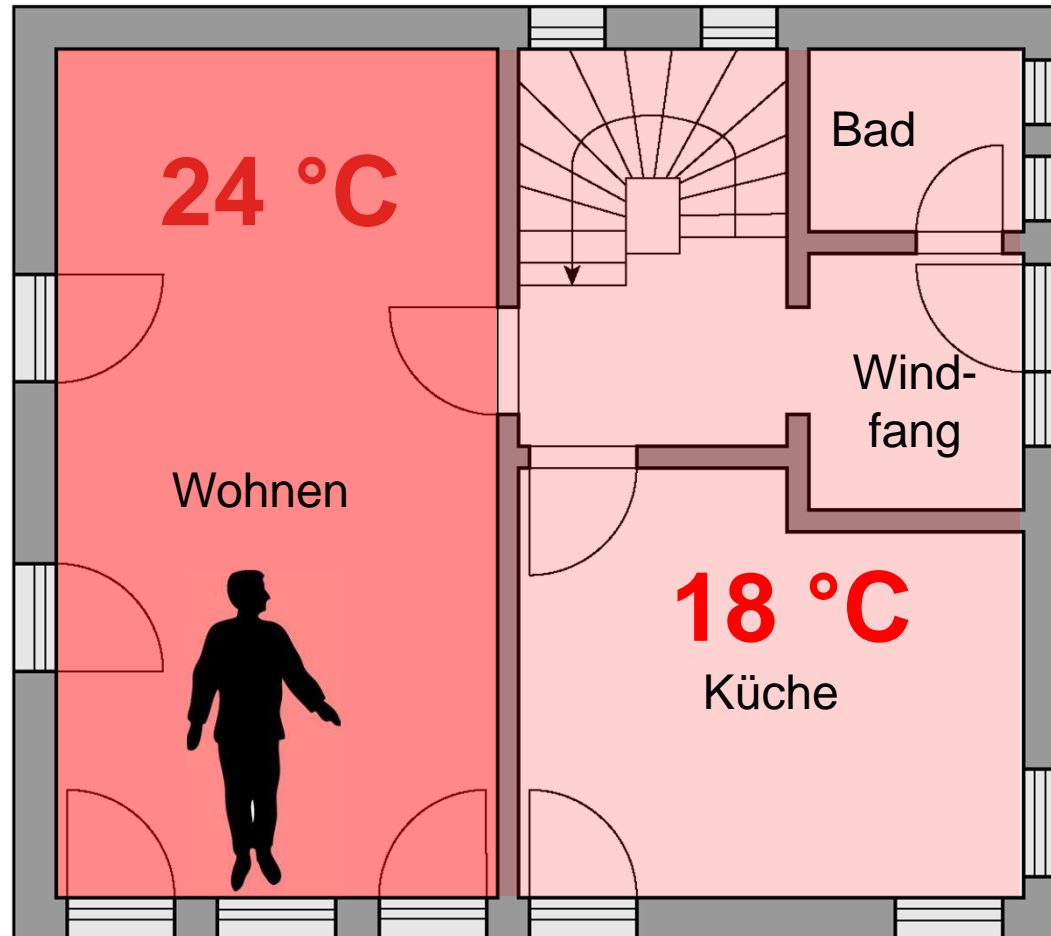
Quelle: FhG-IBP

Steigender Energieverbrauch – Auswirkung in Zukunft

bei Nutzung:

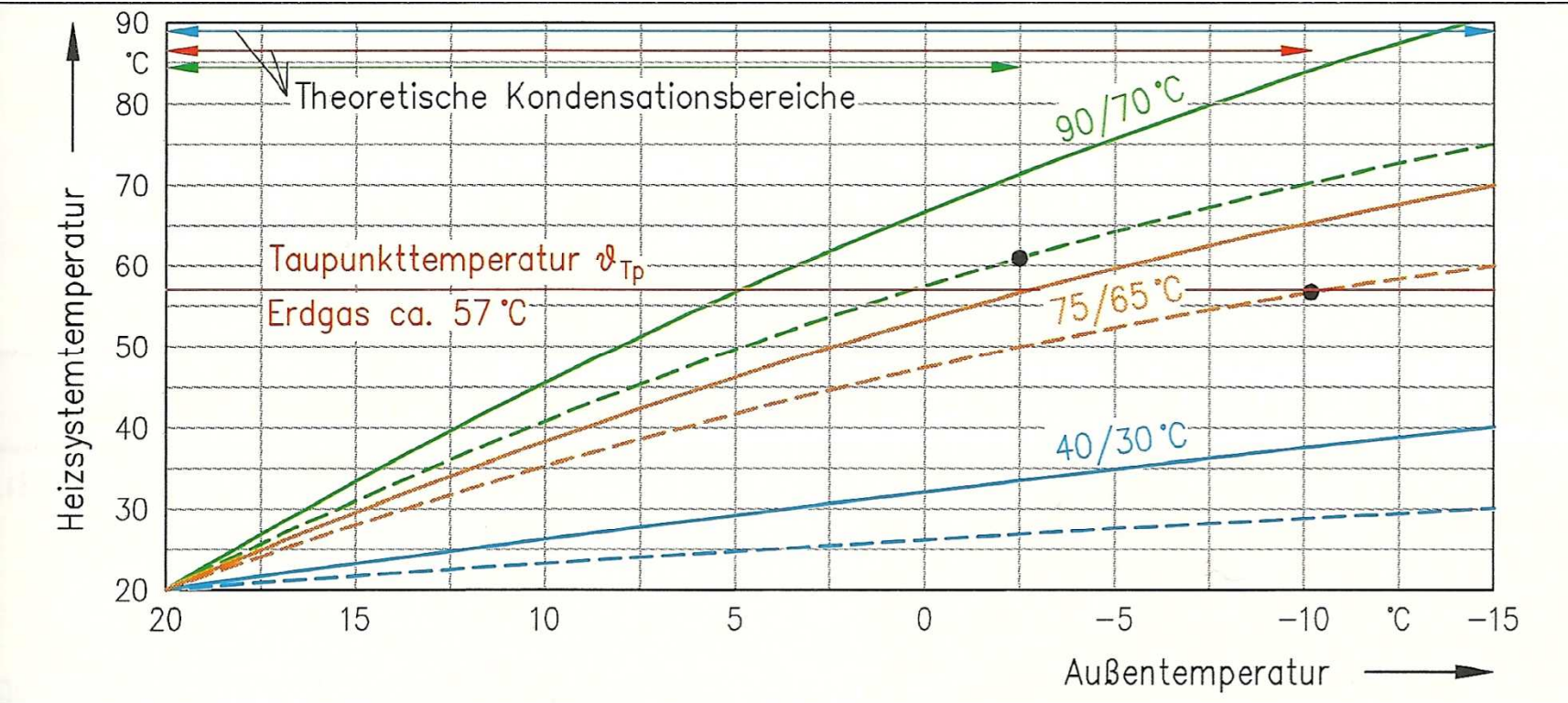
schnelles Aufheizen
auf komfortables
Niveau

Dämmung zwischen
den Räumen wird
wichtig,
Schnellaufheizung
gefordert



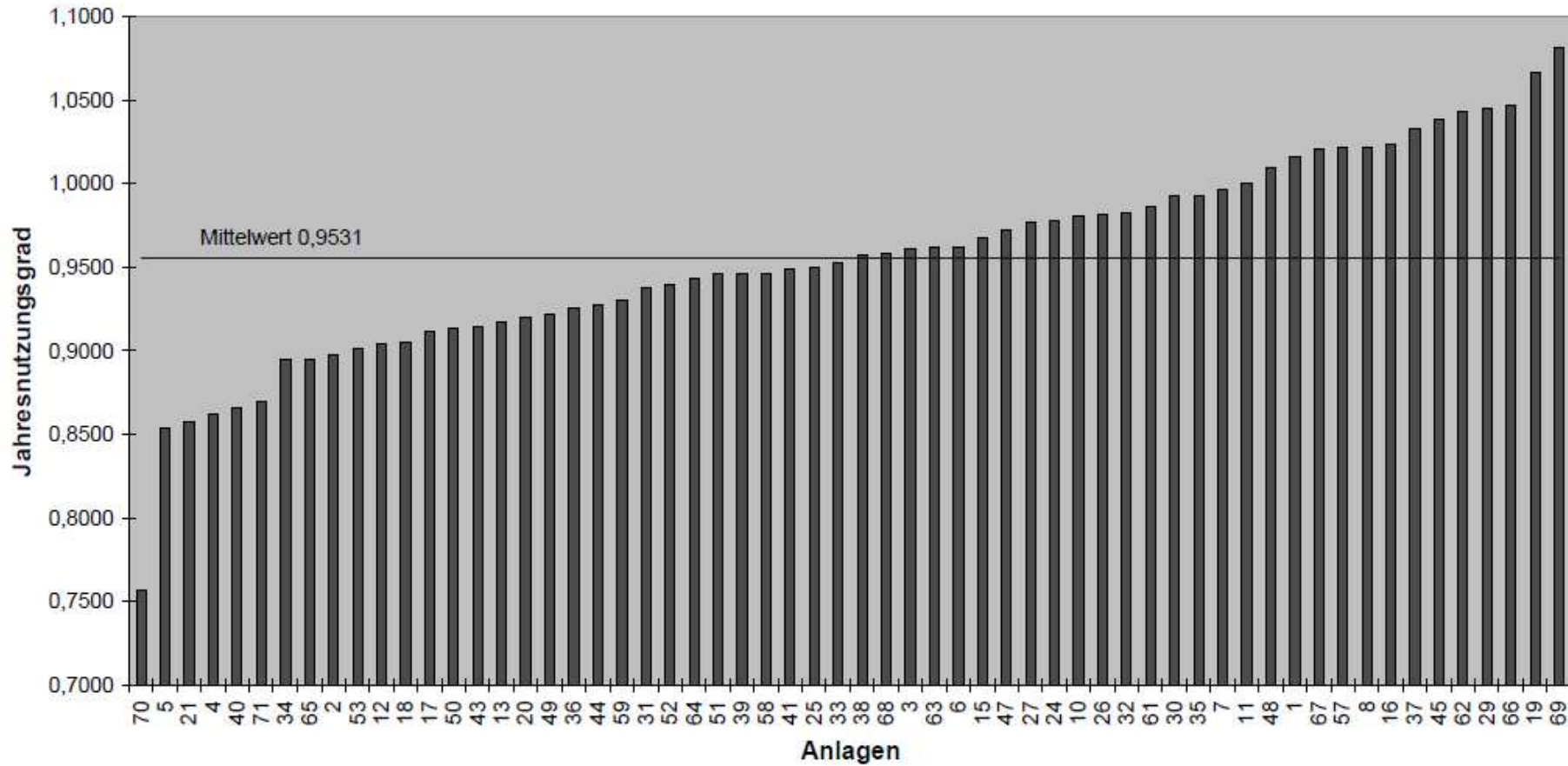
Quelle: FhG-IBP

Theoretische Kondensationsbildung bei unterschiedlichen Systemtemperaturen



Quelle: [32]

Messwerte für den Nutzungsgrad von Brennwertkesseln

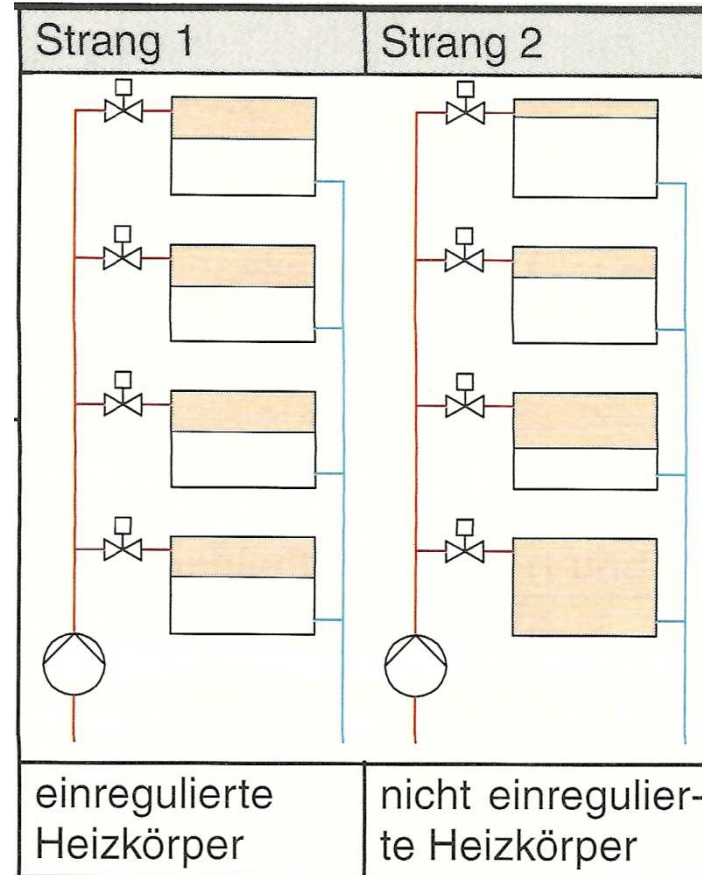


Quelle: [36]

Hydraulischer Abgleich

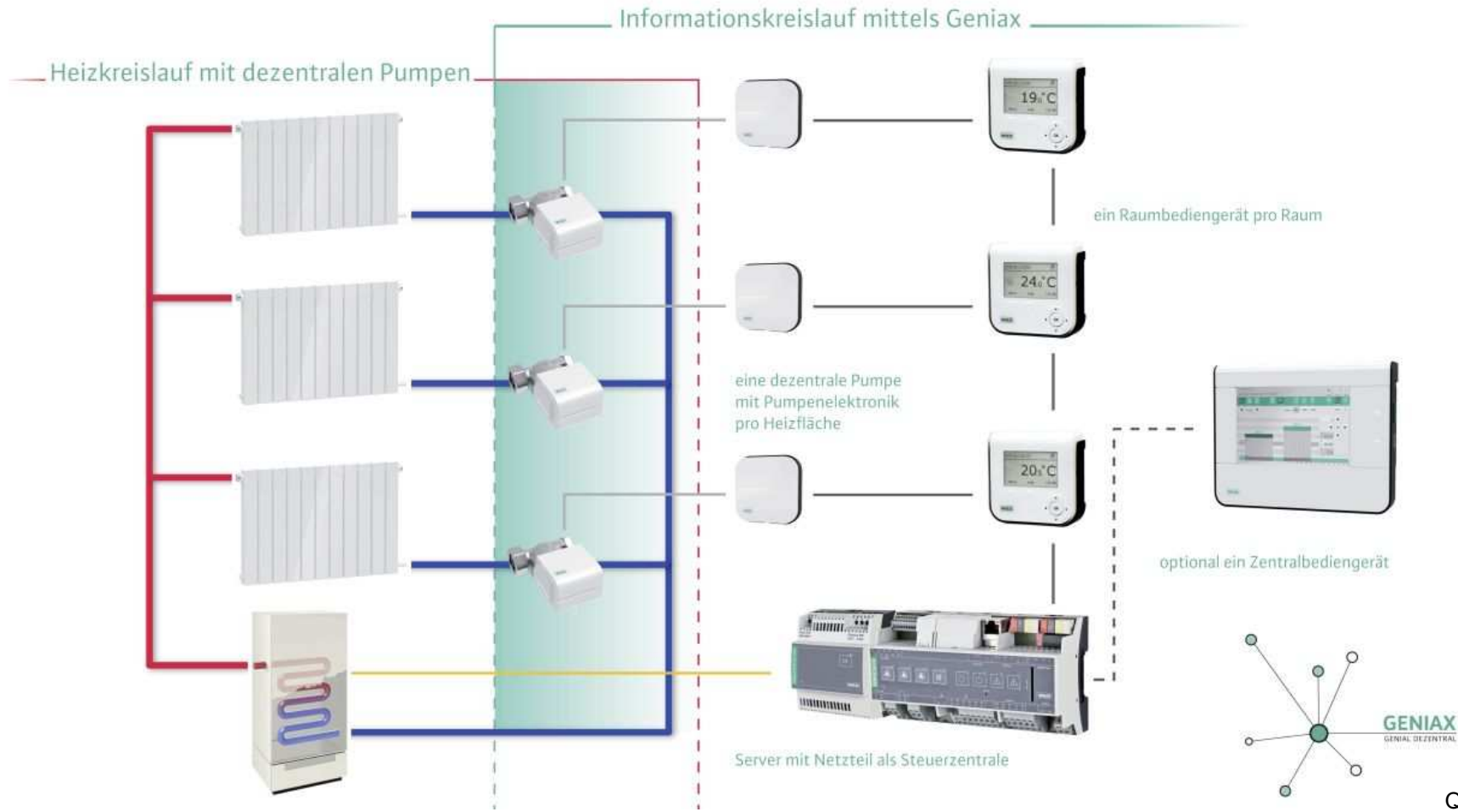
VOB:

Der hydraulische Abgleich ist so vorzunehmen, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb alle Wärmeverbraucher entsprechend ihrem Wärmebedarf mit Heizungswasser versorgt werden

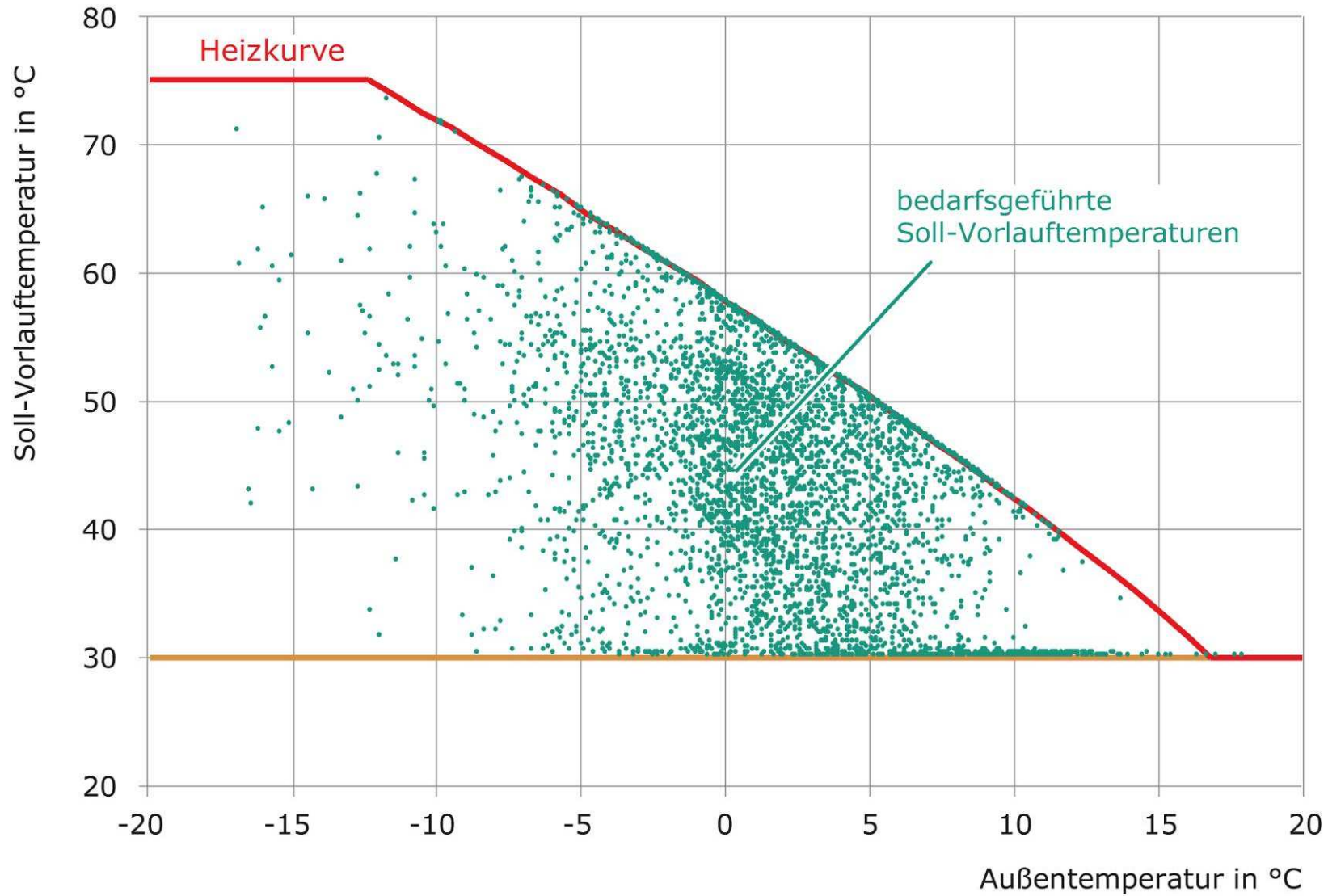


Quelle: [32]

Praxisbeispiel: WILO Geniax



Bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung



Quelle: [37]

Anforderungen an die Luftqualität

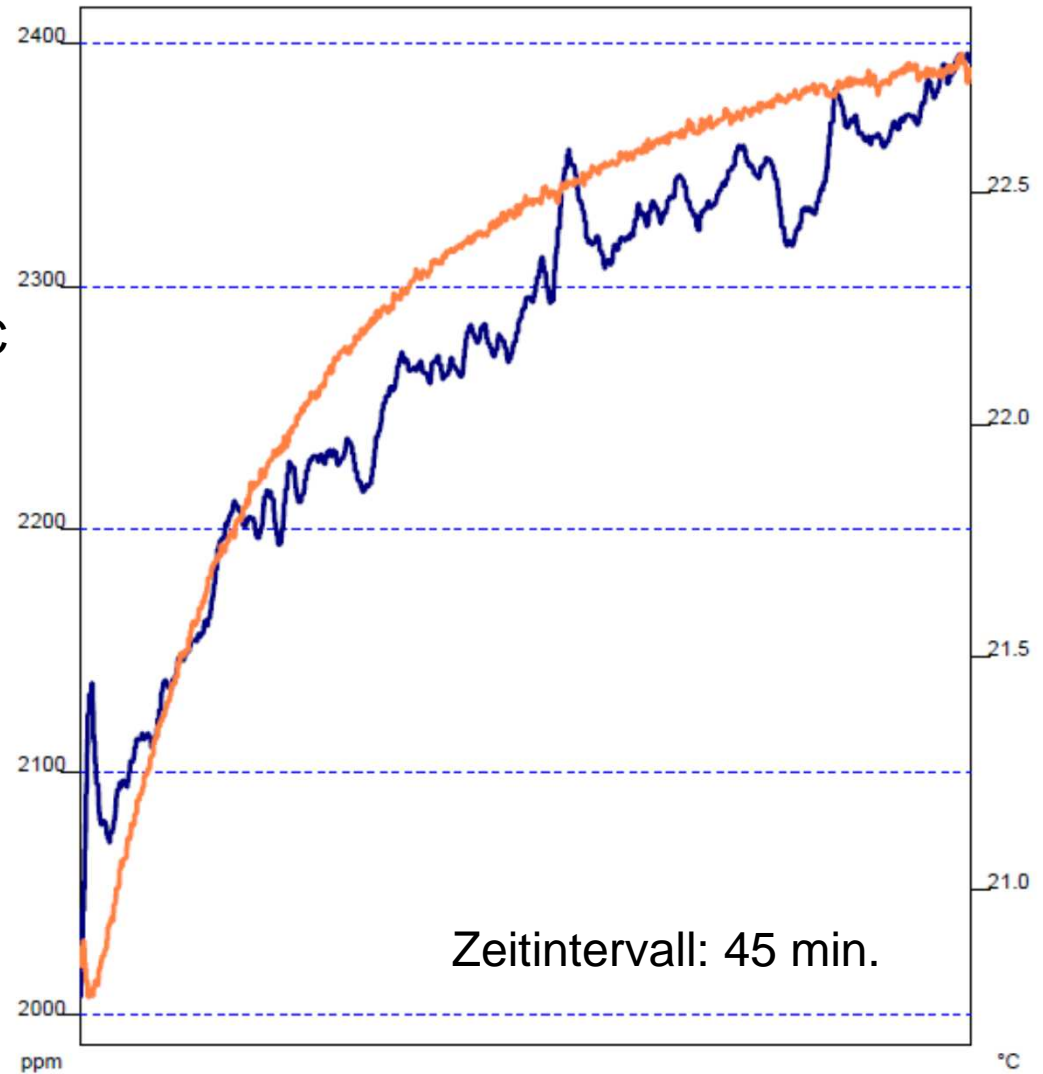
Maßstab für die Luftqualität ist der CO₂-Gehalt

Außenluft	330 ppm
Stadtluft	700 ppm
Grenzwert nach Pettenkofer	1000 ppm
Wohnungsluft, Grenzwert in Büros	1400 ppm
Grenzwert (nach DIN 1946)	1500 ppm



Verlauf der CO₂ Konzentration in einem Klassenzimmer

- Start mit einer CO₂-Konzentration von ca. 2000 ppm
- Nach 45 min. 2400 ppm erreicht
- Temperaturanstieg von 20,8 Grad C auf 22,8 Grad C.
- Optimale Randbedingungen für die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit ?



Wie lüftet man richtig ?

Richtig lüften zu jeder Jahreszeit
Wie lange soll stoßgelüftet werden?

The infographic features a central character of a window with a face, arms, and legs. It is surrounded by five callout boxes of different colors, each containing ventilation instructions for specific months. The background is a solid blue color.

Monatsgruppe	Empfohlene Lüftungsdauer
Juni, Juli, August	25-30 Minuten
Mai, September	16-20 Minuten
April, Oktober	12-15 Minuten
März, November	8-10 Minuten
Dezember, Januar, Februar	4-6 Minuten

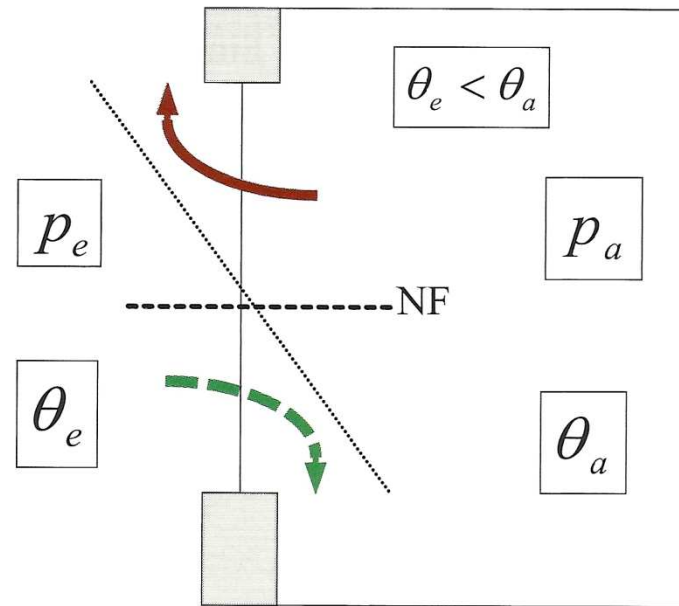
Quelle: DIN Deutsches Institut für Normung

Initiative **erdgas** pro umwelt



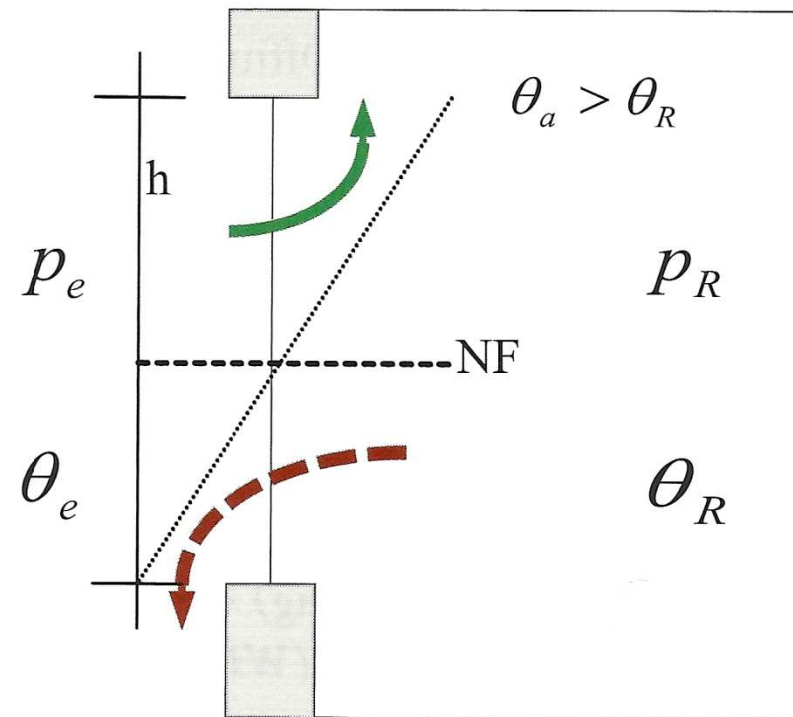
<http://www.einfach-genial-lueften.at/1decke1.jpg>

Freie Fensterlüftung bei einem voll geöffnetem Fenster Außentemp. < Innentemp.



[41], S.110

Freie Fensterlüftung bei einem voll geöffnetem Fenster Außentemp. > Innentemp.

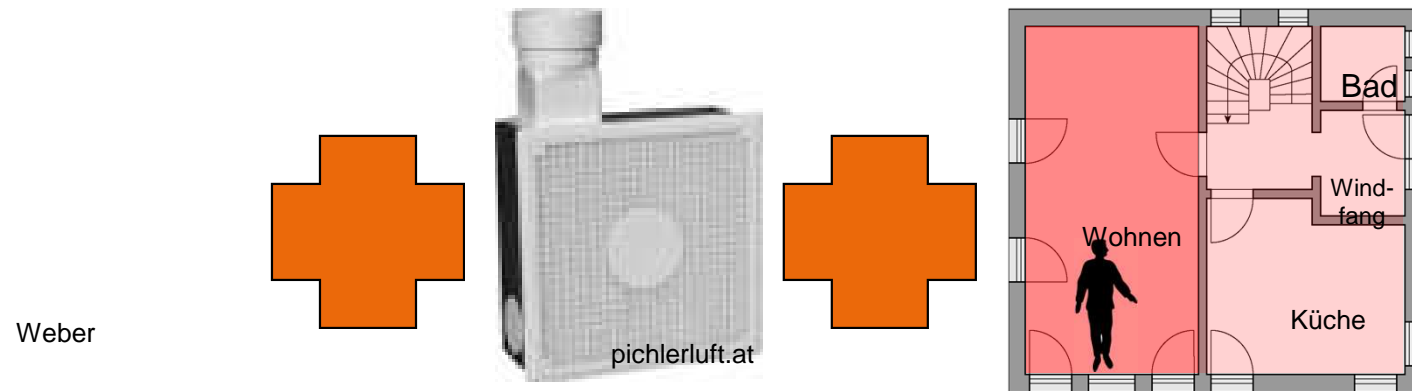


[41], S.110

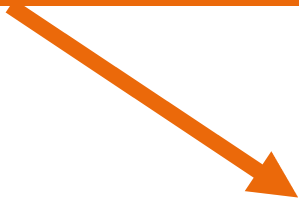
Kopfrechnen zur Fensterlüftung ?



Energieeffiziente Gebäude



Dämmung - Einzelraumlüftung - Klimasteuerung



**Systemintegration
Effiziente Gebäude**

Quelle: FhG-IBP

Web-Seite

Web-Seite

Erfahrungen

Zu Beginn Anwender interessiert an den Daten

- Mobiles Gerät ermöglicht es, Änderungen beim Ein- und Ausschalten von Geräten zu verfolgen
- Nach der ersten Zeit lässt das Interesse nach
- Es fällt Anwendern schwer, die Anzeige und Grafiken richtig zu interpretieren
- Zahlungsbereitschaft ist nur gering
- Für Aussagen zur Energieeffizienz Verdichtung und Interpretation der Daten notwendig

Kopplung von Smart Meter mit Smart Home

- Energieeffizienz-
Applikationen
- Überwachung von
Geräten
- Informationen für
andere
Anwendungen
(AAL)?



Beispiele für Assistenzfunktionen

Beispiele:

- Welche Verbraucher verbrauchen wieviel Energie (nicht als Absolutwert, sondern als Vergleichswert mit anderen Geräten) ?
- Sind Geräte defekt, zu alt, zu ineffizient ?
- Führt mein Verhalten zu unangemessenem Energieverbrauch ?
- Wie ist die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zu bewerten ?
- Gibt es Finanzierungsmodelle für effizienzsteigernde Maßnahmen ?
- Gibt es für einzelne Geräte spezielle Tarife, wenn ich sie in das Lastmanagement einbinden lasse ?
- Kann mein Smart Home meinen Haushalt energieeffizient steuern ?
- Welche Informationen aus dem Smart Home lassen sich übernehmen, um Verbräuche besser auszuwerten ?

Energieproduktion zuhause: Mikro-KWK

Simulation Lastprofile und Wirkungsgrade

Monitoring Betriebsverhalten in der inHaus-2 Anlage, Entwicklung
Management-Software für das KWK-Produkt

Wohnen im Alter: Zur Zeit Diskussion überwiegend über Möglichkeiten der Barrierefreiheit durch bauliche Maßnahmen

- Gut beleuchtete, ebene Wege
- Fahrstuhl im Haus
- Bedienknöpfe rollstuhlgerecht
- breite Türen
- markierte Treppenstufen
- beidseitige Handläufe im Treppenhaus
- rutschfeste Bodenbeläge
- Haltegriffe im Bad

Wo drückt der Schuh ?

Auszug aus Diskussion mit Wohnberatern

- Fehlende Flexibilität bei Steckdosen, Lichtschaltern, Fernseh-Anschlüssen (Stolperfallen)
- Stromversorgung am Bett nicht ausreichend (Steckerleisten)
- Raumbedienung am Bett nicht möglich
- Allgemein schlechte Raumbeleuchtung
- Gefahr durch Verbraucher, die vergessen werden (Herd, Bügeleisen)
- Reizsignale müssen verstärkt werden (Telefon, Klingel)
- Automatische Lichtsteuerung im Bad
- Zugang zur Wohnung beim Öffnen der Tür und im Notfall

Tödliche häusliche Unfälle 2009 nach Altersgruppen und Unfallkategorie in der Bundesrepublik Deutschland

Maßnahmen zum Thema Sturz

Beispiele: Aktive Maßnahmen zur Sturzverhinderung

- Beleuchtung
- Bewegungsmonitoring/Training
- Erkennen von Schlaf/Schlafqualität
- Erkennen von Aufstehen, Toilettengängen
- Kontrolle Tabletteneinnahme

Beispiele: Aktive Maßnahmen zur Sturzerkennung

- Erkennen von fehlender Aktivität
- Erkennung der Anwesenheit von Personen
- Erkennen von liegenden Personen

Just-in-Time Assistance

Laufzeit 01.10.2008 – 30.09.2011

- Entwicklung und Bereitstellung einer Just-in-Time Versorgung für den ambulanten Pflegedienst -> **selbstbestimmtes und weitgehend unabhängiges Leben sowie Sicherheit in der eigenen Häuslichkeit**, „Daheim statt Heim“
- Dienstleistungen auf individuellen Bedarf der Kunden zugeschnitten (Zeitpunkt und Qualität) -> **Nutzung von Sensoren zur automatischen Ermittlung des Unterstützungsbedarfs**
- Unterstützung des Pflegepersonals durch **vernetzte intelligente Einsatzfahrzeuge**
- **Integration familiärer oder ehrenamtlicher Hilfe**
- **Senkung der Kosten ohne Reduzierung der Qualität** der Versorgung durch bessere Zuordnung der Tätigkeiten und bessere Lenkung der Pflegekräfte auf erforderliche professionelle Tätigkeiten

Die Umsetzung: Ambiente Umgebung durch ambulante Sensorik

„Assistenzkoffer“ mit

- Bewegungsmelder
- Türsensoren
- Wegelicht
- Fensterkontakte
- Kontakte an Türen, Griffen und Stühlen
- Erweiterbar durch Personal Health Komponenten
- Bettsensorik
- Middlewaresystem Alhambra des IMS (FhG)

Die Verfahren: Kontexterkenkung von Aktivitäten

Das neue Licht: mehr als herkömmliche Beleuchtung...

Prof. Aarts, Philips

Farbtemperatur

Die Farbtemperatur ist ein Maß für den Farbeindruck einer Lichtquelle.

Die Farbtemperatur ist definiert als die Temperatur eines schwarzen Körpers, eines planckschen Strahlers, die zu einer bestimmten Lichtfarbe dieser Strahlungsquelle gehört. Im Einzelnen ist es die Temperaturangabe, die bei gleicher Helligkeit und unter festgelegten Beobachtungsbedingungen der zu beschreibenden Farbe am ähnlichsten ist (Englisch: *correlated colour temperature = ähnlichste Farbtemperatur*)

Die Einheit der *Farbtemperatur* ist Kelvin (K).

Vom LED-Chip zum Leuchtmittel und zur Leuchte

Lichtszzenarien im Future Hotel

Lichtszzenarien im Future Hotel

Umkehr Tag/Nachtrhythmus: Ursachen

- Eine einfache und **gleich bleibende Strukturierung des Tages** hilft Menschen mit Demenz, die zeitliche Orientierung aufrecht zu erhalten. Dies wirkt sich positiv auf den Schlaf-Wach-Rhythmus aus.
- Wichtig ist, dass Menschen mit Demenz **am Tag genug Licht bekommen**, wodurch das körpereigene Hormon Melatonin produziert wird, das den Schlaf reguliert.
- **Vor dem Zubettgehen dient das Herabsetzen der Lichtstärke** dazu, den Beginn der Nacht zu signalisieren.
- **Zu viel Schlaf am Tag**, also das lange Ausschlafen und längere Nickerchen, **sollte vermieden werden**. Auch sollte die betroffene Person nicht zu lange bei anderen Aktivitäten (Fernsehen, Essen etc.) im Bett liegen bleiben.
- Lläuft die betroffene Person für längere Zeit in der Nacht in der Wohnung herum, hat sie womöglich die Orientierung verloren. **Eine Beleuchtung mit Bewegungsmeldern hilft, den Weg zur Toilette immer ausgeleuchtet zu halten. Leuchtstecker in den Steckdosen markieren den Weg**

Quelle: Schweizerische Alzheimervereinigung

Lichttherapie: Zirkadianes Licht

Quelle:Waldmann

Orientierungslichter, Beispiele

Nutzung von Smartphones bei Jugendlichen

Umfrage in einem Gymnasium: Nutzt Du ein Smartphone

Stufe 12 25 %

Stufe 8 45 %

Stufe 6 80 %

Internet-Nutzung in den letzten 3 Monaten (65+, 75+)

Quelle: Schelling/Seifert: Internet-Nutzung im Alter

Alltags-Aktivitäten Onliner und Offliner

Quelle: Schelling/Seifert: Internet-Nutzung im Alter

Faktoren, die die Internet-Nutzung beeinflussen

Soziodemografische Merkmale (Alter, ´Bildung, Einkommen)

Persönliche Einstellung zur Technik

Zuraten zum Internet aus dem sozialen Umfeld

Möglichkeiten zur Unterstützung aus dem sozialen Umfeld

Einstellung zu Schwierigkeiten beim Erlernen des Umgangs

Das Internet ruft bei Onlinern einen Nutzen hervor, der bei den Offlinern nicht gesehen wird. Erst die interessierten oder zumindestens neutralen Offliner stellen sich die Frage nach einer Kosten-Nutzen Relation

Quelle: Schelling/Seifert: Internet-Nutzung im Alter

Videokonferenz aus dem Wohnzimmer

Megatrend „Smart-Cities“

Quelle: Prof. Wolff, IMST

