

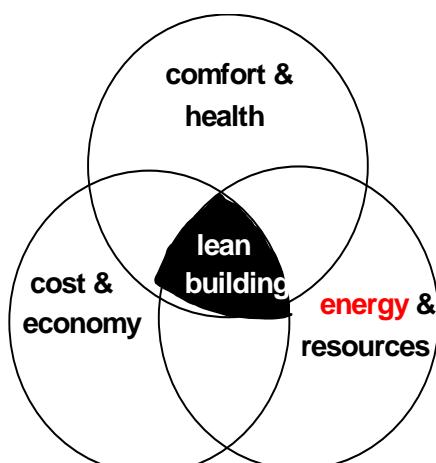
Energy efficiency in buildings and new technologies

Czech-Austrian Winter/Summer School

Wolfgang Streicher
Institut für Wärmetechnik, TU Graz
Inffeldgasse 25B
A-8010 Graz
Tel: 0316.873-7306
E-Mail: w.streicher@tugraz.at
<http://www.iwt.tugraz.at>

Whole life
optimised
building

=>



Gebäudebestand in Österreich

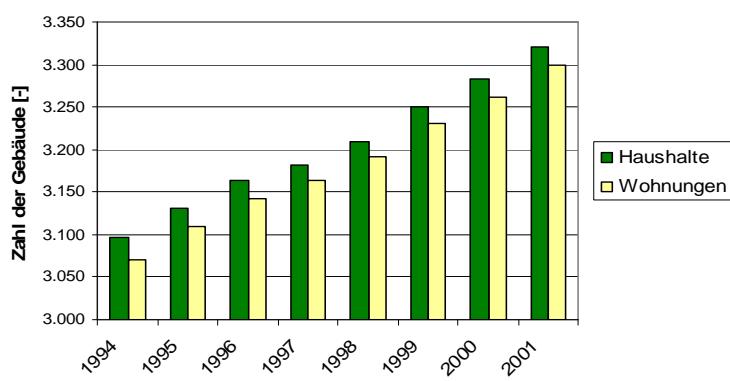
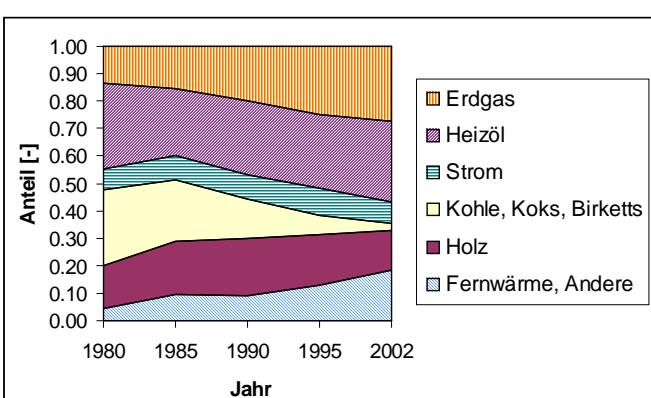


Abbildung: Entwicklung des Gebäudebestandes in Österreich, Quelle:
www.statistik.austria.at, 15.03.2005

Quelle: Statistik Austria, (2004)

Energy carriers in Austrian households



Quelle: Statistik Austria, (2005)

Heating values and specific CO₂-emissions of fossil fuels

Energy carrier	Lower heating value	CO ₂ -emissions (related to lower heating value)
Hard coal	8,14 kWh/kg	0,350 kg/kWh
Lignite	2,68 kWh/kg	0,410 kg/kWh
Ignite briquetts	5,35 kWh/kg	0,380 kg/kWh
Coke	7,50 kWh/kg	0,420 kg/kWh
Heavy duty oil	10,61 kWh/l	0,290 kg/kWh
Oil „extra light“	10,08 kWh/l	0,270 kg/kWh
Natural gas	10,00 kWh/m ³	0,200 kg/kWh

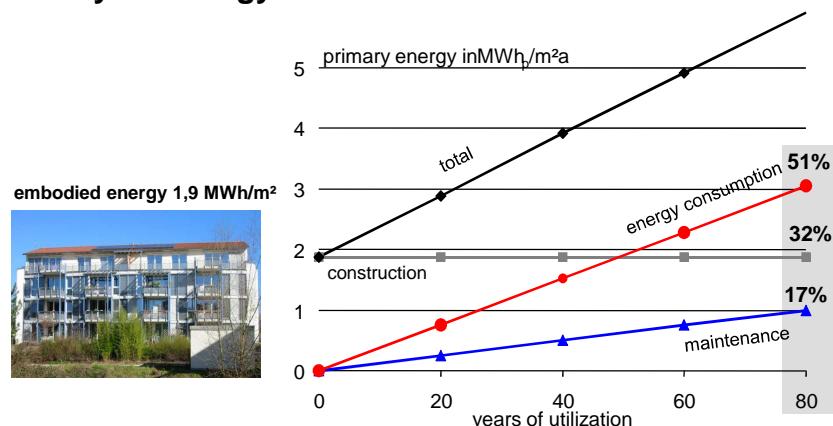
Energy balance of a building over its lifetime

Construction

Maintenance

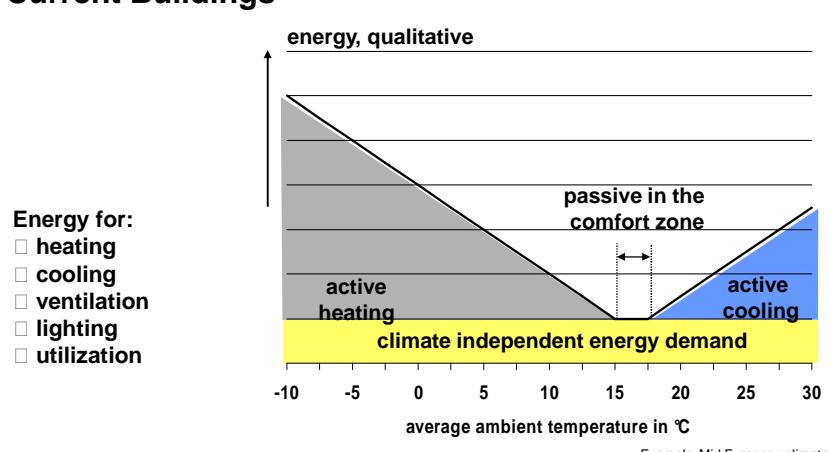
Energy consumption

Life Cycle Energy

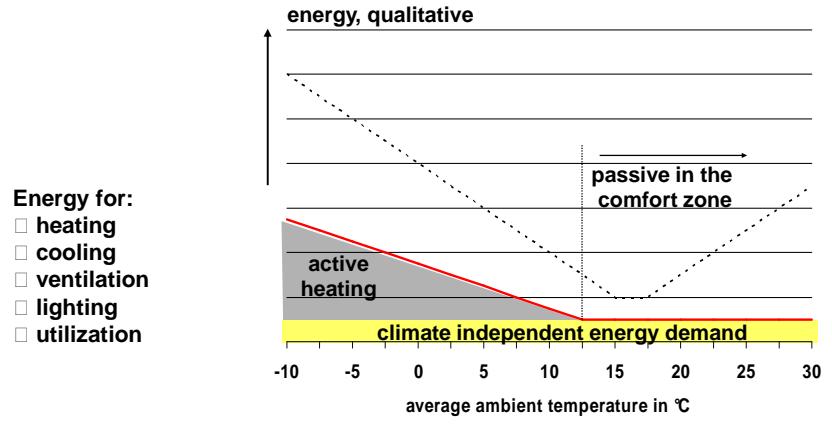


embodied energy 1.9 MWh/m²

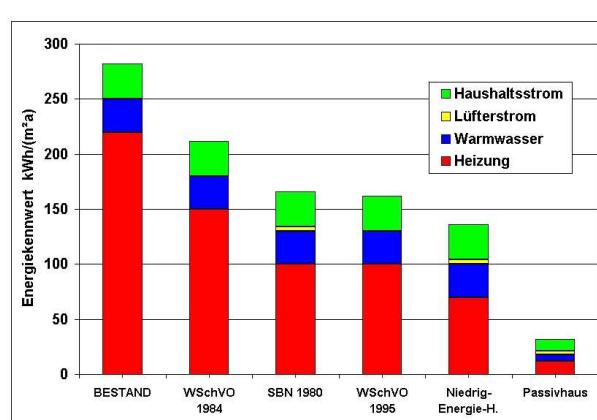
Current Buildings



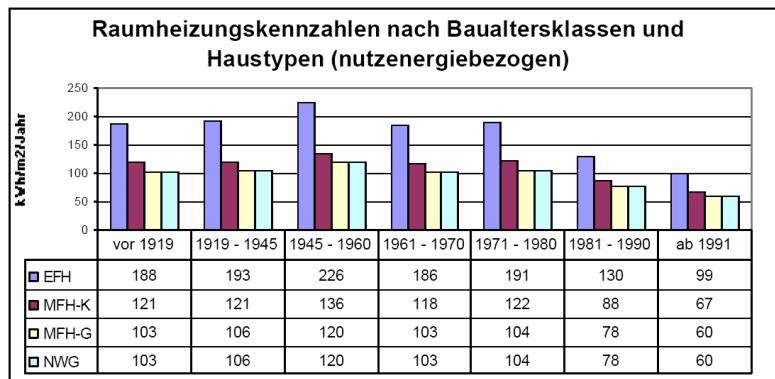
Lean Buildings



Energy demand of buildings

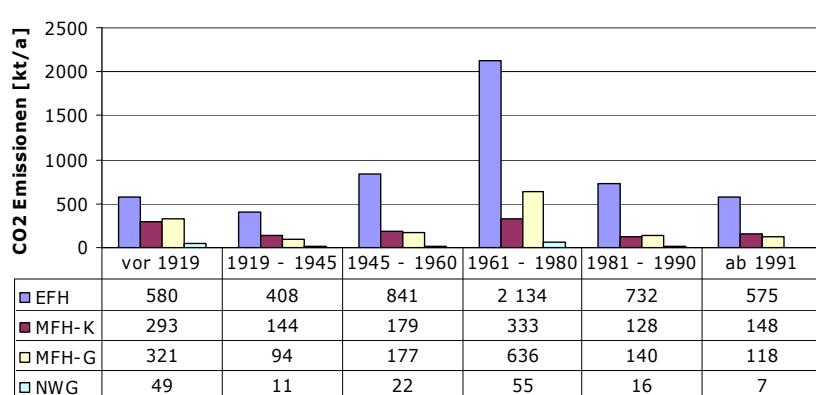


Specific space heating energy demand of single (SFH) and multi family buildings (MFH-K : small, MFH-G big) in dependence of year of erection in Austria



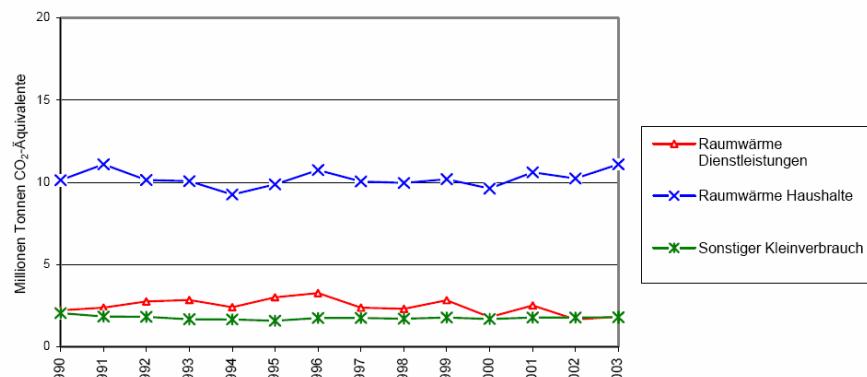
Quelle: Jungmeier, et al. (1996)

CO₂-emissions from space heating of appartements in Austria



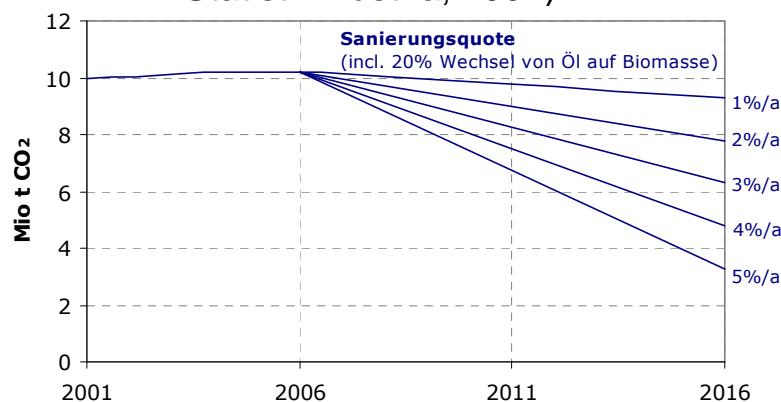
Quelle: eigene Berechnung

CO₂-equivalent emissions from the residential sector (Raumwärme Haushalte) and other small



Quelle: BMLFUW (2005)

Trendscenario of thermal renovation and fuel switch of all Austrian dwellings (basic data from Statistik Austria, 2001)



Quelle: eigene Berechnung

Steps of integrated building design für low energy demand

Boundary conditions

(Size, orientation, number of persons, climatic indoor conditions, Costs (erection and operation), etc.)



Energetical optimization of the building itself

(measures at the building)



Simple and efficient heating, ventilation, cooling system



Ecologically benign heat and cold production

(renewable energy carriers)

Energetical System Building

Building behaviour

- Active thermal mass
- Passive solar energy use

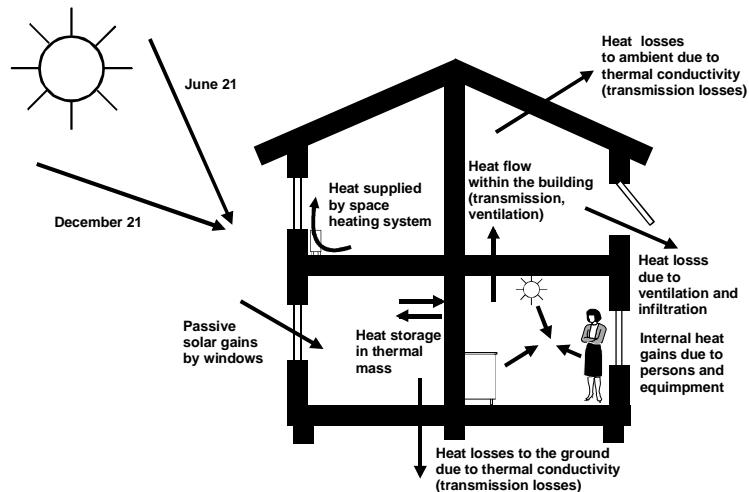
Control

- Indoor air temperature controlled (centralized, decentralized)
- Outdoor air temperature dependend (centralized)
- Analog - digital
- Irradiation controlled
- Positioning of sensors

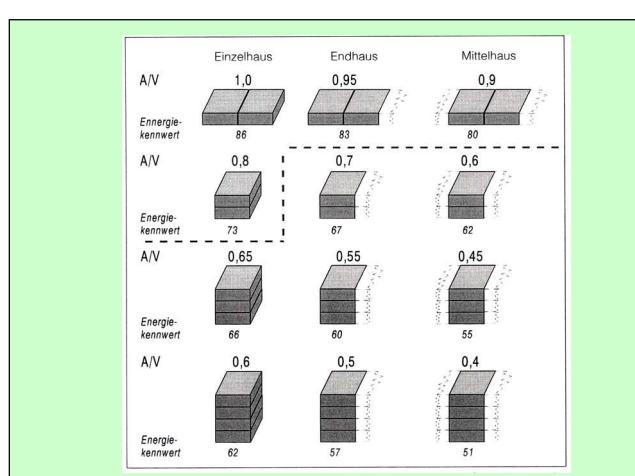
User behaviour

- Ventilation
- Internal Heat gains
- Indoor air set temperature
- Shading

Energetical System Building



Building Shape: Ratio of A/V for differetn shapes



Quelle: Feist, W., 1998, Das Niedrigenergiehaus

Heat transfer coefficient for transmission heat losses

$$U = \frac{\dot{Q}}{A \cdot \Delta T} (= k) \quad [W/(m^2 K)]$$

mit A... Heat transfer surface [m²]

Q... Transferred heat [W]

ΔT... Forcing temperature difference [K]

$$\dot{q} = \frac{\dot{Q}}{A} = U \cdot \Delta T \quad \dots \text{specific heat flow } [W/m^2]$$

Heat conduction through a wall

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_n \frac{s_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_a}$$

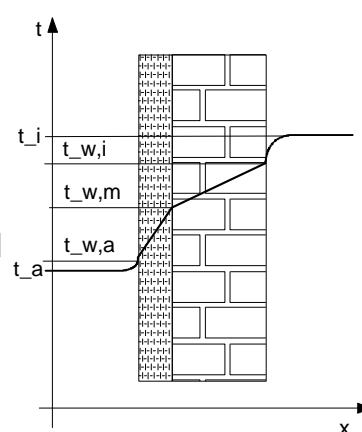
$$R = R_i + \sum_n R_n + R_a$$

mit α... heat transfer coefficient [W/(m² K)]

λ_n... thermal conductivity [W/(m K)]

s_n... thickness of layer [m]

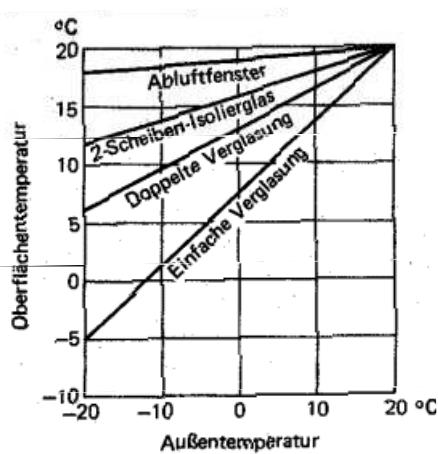
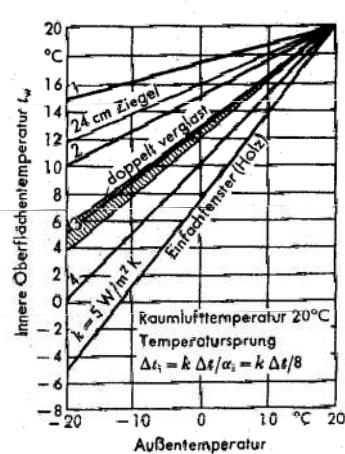
R... thermal resistance [(m² K)/W]

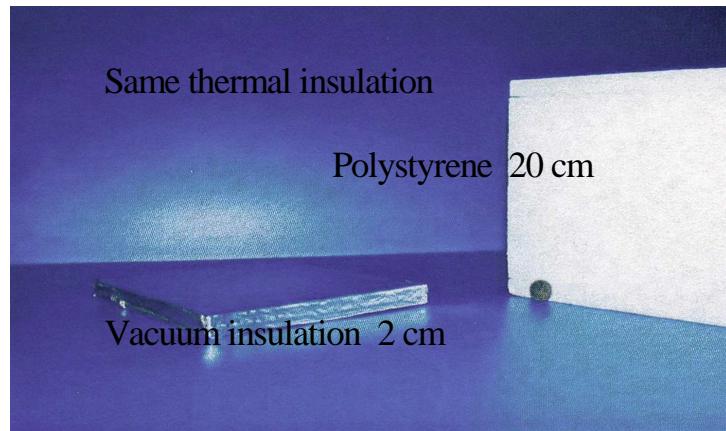


**Maximum
U-values
(W/m²K)
Austria
(2007)**

Bauteil	U-Wert [W/m ² K]
WÄNDE gegen Außenluft	0,35
Kleinfächige WÄNDE gegen Außenluft (z.B. bei Gaupen), die 2% der Wände des gesamten Gebäudes gegen Außenluft nicht überschreiten, sofern die ÖNORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird.	0,70
TRENNWÄNDE zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten	0,90
WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume)	0,60
WÄNDE gegen unbeheizte oder nicht ausgebauten Dachräume	0,35
WÄNDE gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50
ERDBERÜHRTE WÄNDE UND FUSSBÖDEN	0,40
FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE oder UNVERGLASTE TÜREN (bezogen auf Prüfnormmaß) und sonstige vertikale TRANSPARENTE BAUTEILE gegen unbeheizte Gebäudeteile	2,50
FENSTER und FENSTERTÜREN in Wohngebäuden gegen Außenluft (bezogen auf Prüfnormmaß)	1,40
Sonstige FENSTER, FENSTERTÜREN und vertikale TRANSPARENTE BAUTEILE gegen Außenluft, VERGLASTE oder UNVERGLASTE AUSSENTÜREN (bezogen auf Prüfnormmaß)	1,70
DACHFLÄCHENFENSTER gegen Außenluft	1,70
Sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft	2,00
DECKEN gegen Außenluft, gegen Dachräume (durchlüftet oder ungeädämmt) und über Durchfahrten sowie DACHSCHRÄGEN gegen Außenluft	0,20
INNENDECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40
INNENDECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,90

Room air temperature – temperature of surrounding surfaces ⇔ thermal comfort

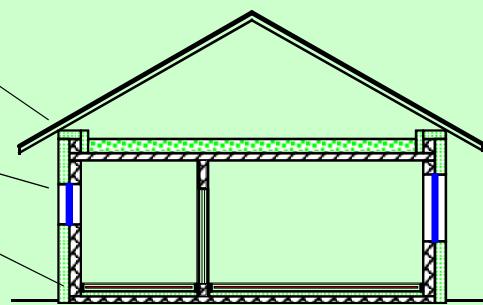


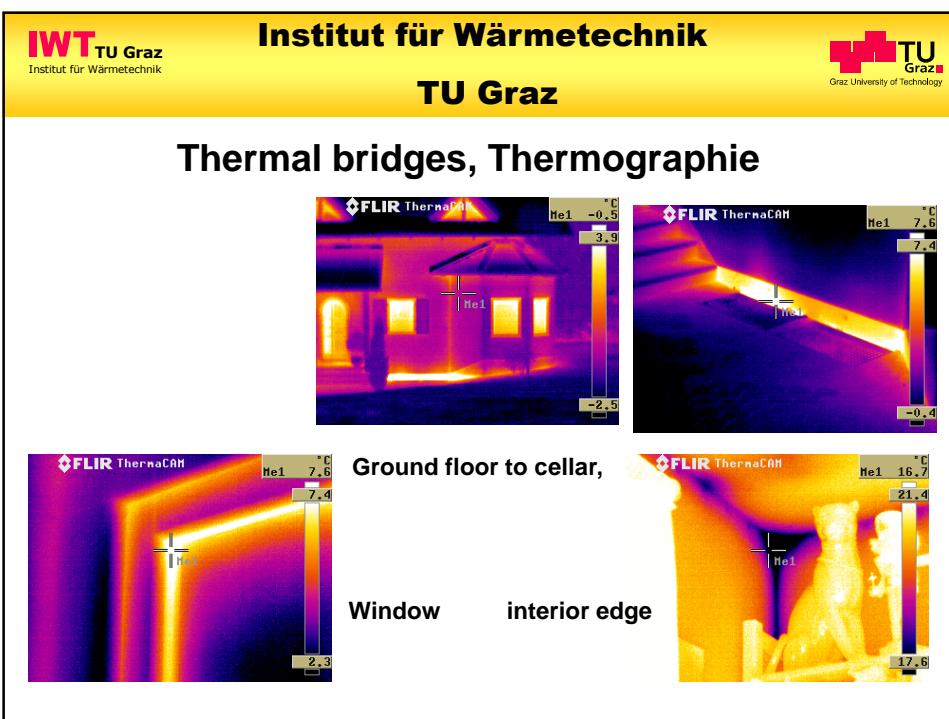
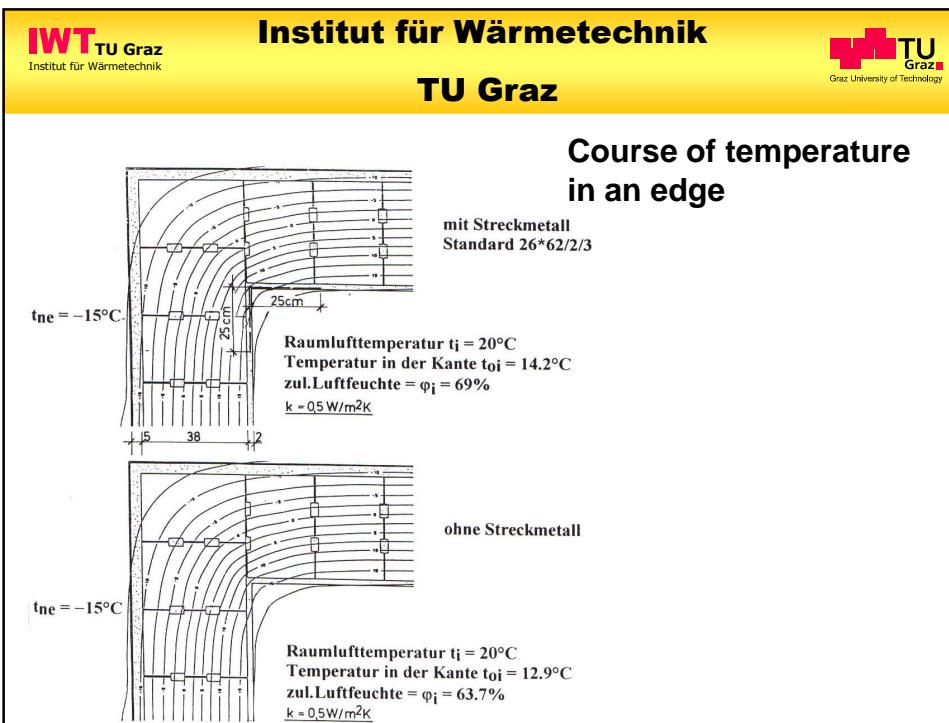


Avoiding thermal bridges

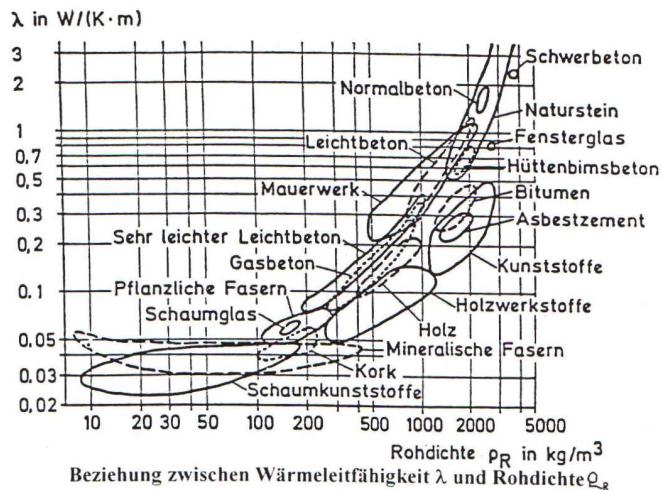
Problematic zones:

- Connection of roof
- Windows
- Floor e.g. cellar ceiling
- Balkonies



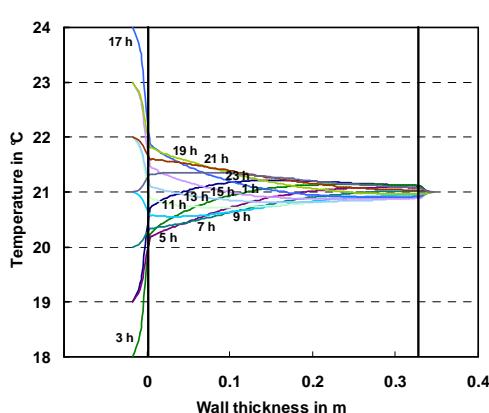


Material: Thermal conductivity λ and density ρ



Principal of active thermal mass

$$\dot{q} = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \quad \frac{\partial \dot{q}}{\partial x} = -\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \rho_s c_p \frac{\partial T}{\partial t}$$



Needs room air temperature shifts

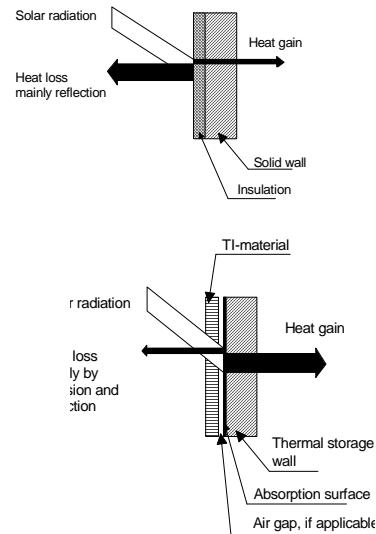
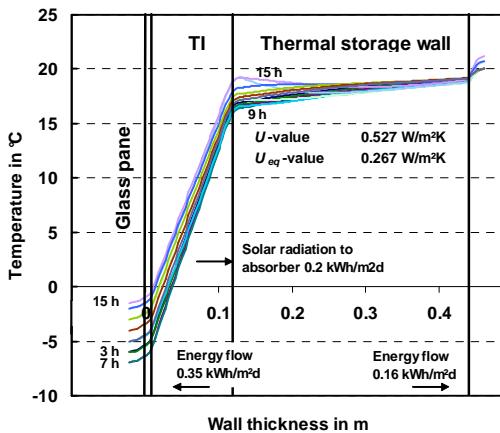
Stored and released heat :
0.076 kWh/(m² d).

Significant temperature change up to a depth of ca.
10 cm (concrete wall)

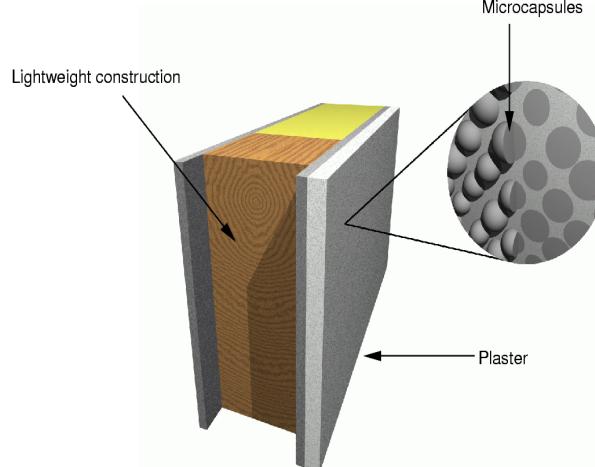
It is not useful to make this
wall thicker

Thermal mass means AREA
not DEPTH

Transparent Insulation

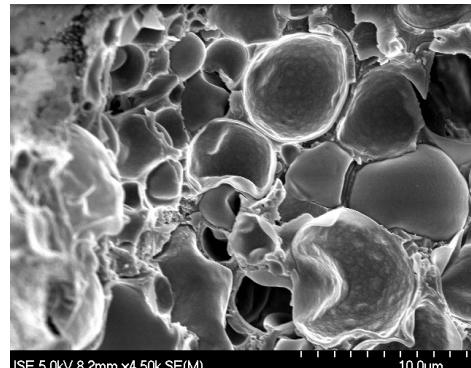


Micro-encapsulated phase change material, heat storage



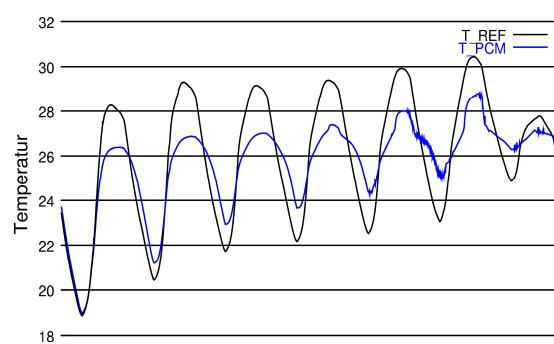
Micro encapsulated phase change materials

- Organic phase change materials
- PMMA-capsule (BASF), ~20 µm
- Integration into plaster, gypsum, concrete
- Increase of the thermal mass in a small temperature range
- Reduction of temperature peaks in summer time
- No active air conditioning



Application of PCMs on inner walls

Temperature behaviour
of a test and a reference
cell in comparison



Energy transmittance through windows

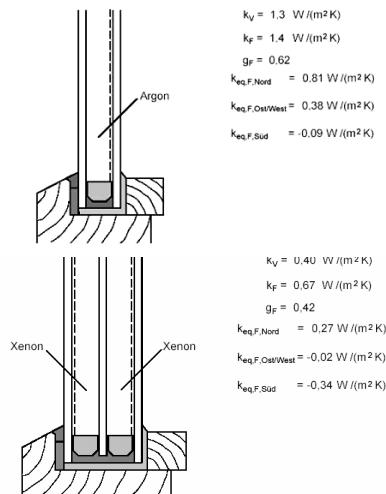
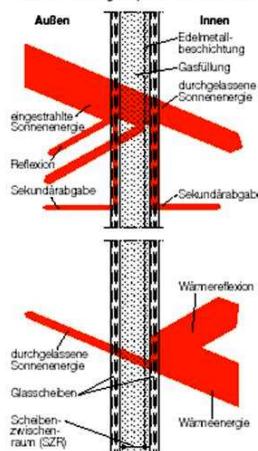


Bild 3.7: Wärmedurchgang durch ein Fenster mit Wärmeschutzglas (schematische Darstellung)



Energy transmittance (g) and heat transfer coefficient (U) for different glazings

	Diffuse g-value	U-value glazing in W/(m ² K)
Insulating glazing (4 + 16 + 4 mm, air)	0.65	3.00
Thermal insulation double-glazing (4 + 14 + 4 mm, argon)	0.60	1.30
Thermal insulation double-glazing (4 + 14 + 4 mm, xenon)	0.58	0.90
Thermal insulation triple-glazing with argon filling	0.44	0.80
Thermal insulation triple-glazing with krypton filling	0.44	0.70
Thermal insulation triple-glazing with xenon filling	0.42	0.40
10 cm plastic capillaries, one cover pane	0.67	0.90
10 cm plastic honeycombs, one cover pane	0.71	0.90
10 cm glass capillaries, two panes	0.65	0.97
2.4 cm granular aerogel, two panes filled with air	0.50	0.90
2 cm evacuated (100 mbar) aerogel plate, two panes	0.60	0.50

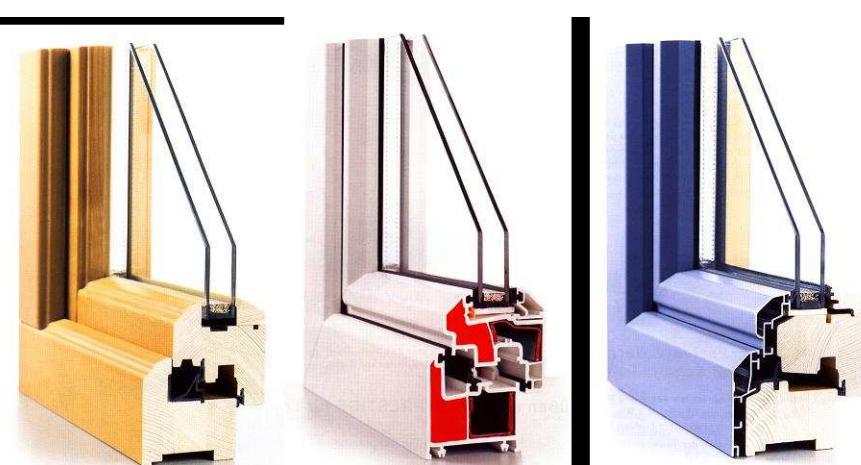
The diffuse g-values were measured for a poor iron 4 mm front pane, whereas for the U-values an average sample temperature of 10 °C has been assumed.

$$U_{eq} = U_w - S_F g \quad S_F = 0.95 \text{ north}, 1.65 \text{ east/west}, 2.4 \text{ south}$$

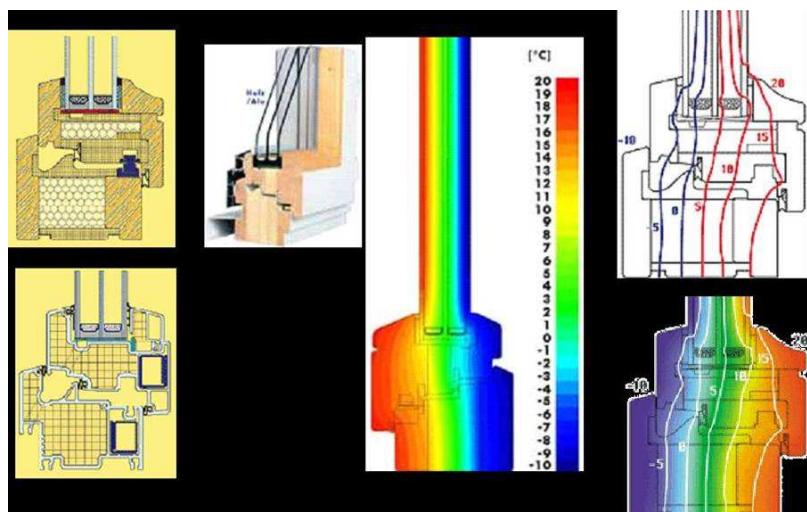
Diffuse g-value ($g_{diffuse}$), U -value of the window (U_w) and equivalent U -values (U_{eq}) corresponding to different glazing types (see /3-5/)

	$g_{diffuse}$	U_w	U_{eq} (south)	U_{eq} (east/west)	U_{eq} (north)
			in W/(m ² K)		
Simple glazing	0.87	5.8	3.7	4.4	5.0
Double-glazing (air 4 + 12 + 4 mm)	0.78	2.9	1.0	1.6	2.2
Double-glazing with thermal insulation and argon filling (6 + 15 + 6 mm)	0.60	1.5	0.1	0.5	0.9
Triple-glazing with thermal insulation and krypton filling (4 + 8 + 4 + 8 + 4 mm)	0.48	0.9	-0.3	0.1	0.4
Triple-glazing with thermal insulation and xenon filling (4 + 16 + 4 + 16 + 4 mm)	0.46	0.6	-0.5	-0.2	0.2

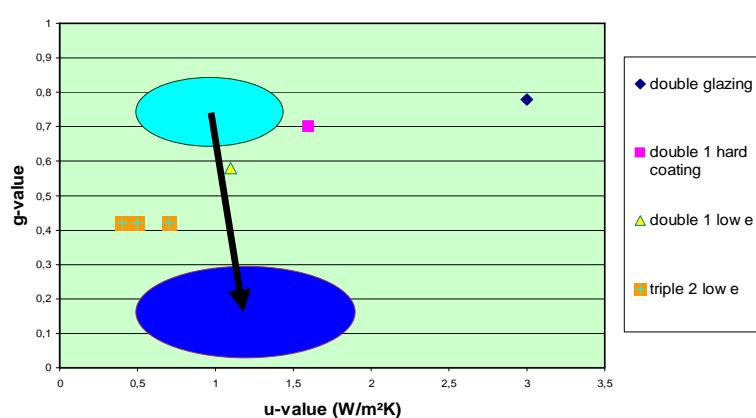
2-panes windows



3-pane low U windows



Potential for future glazings



Switchable glazings



Factors influencing the solar transmittance of windows

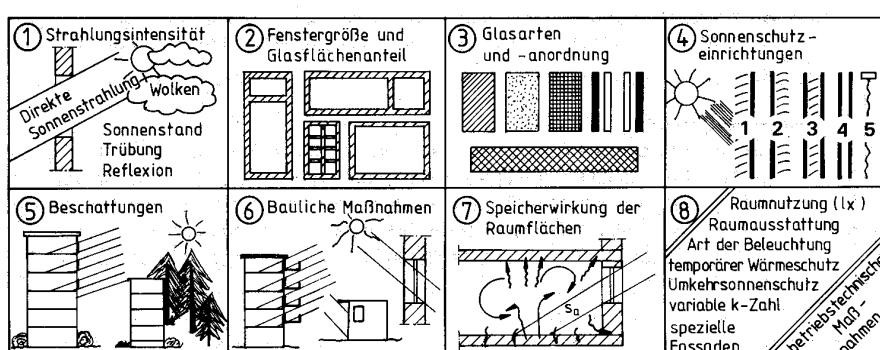
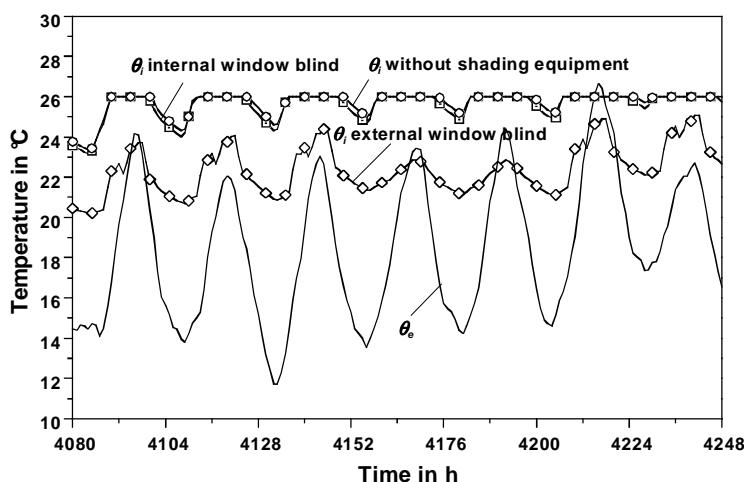
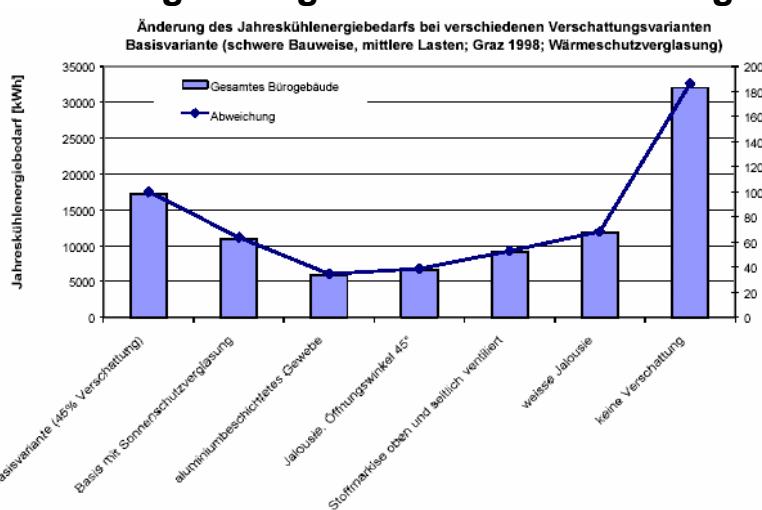


Abb. 7.24 Einflußgrößen auf Sonnenwärme durch Fenster

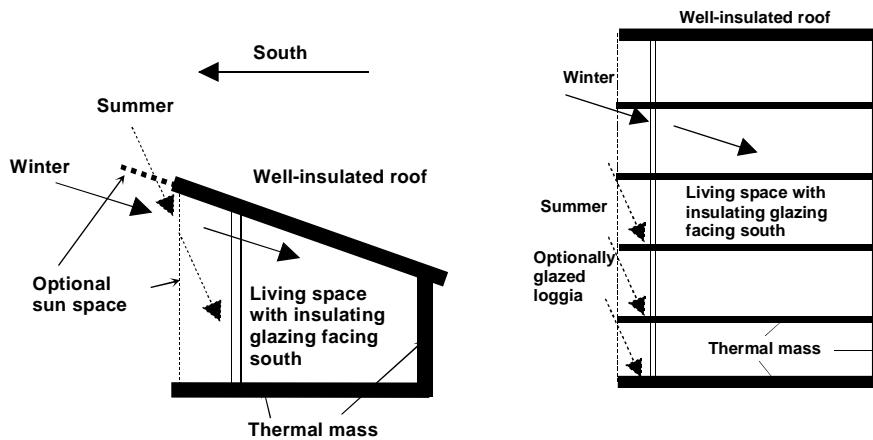
Shading by internal and external window blinds (θ_e ambient temperature, θ_i room temperature)



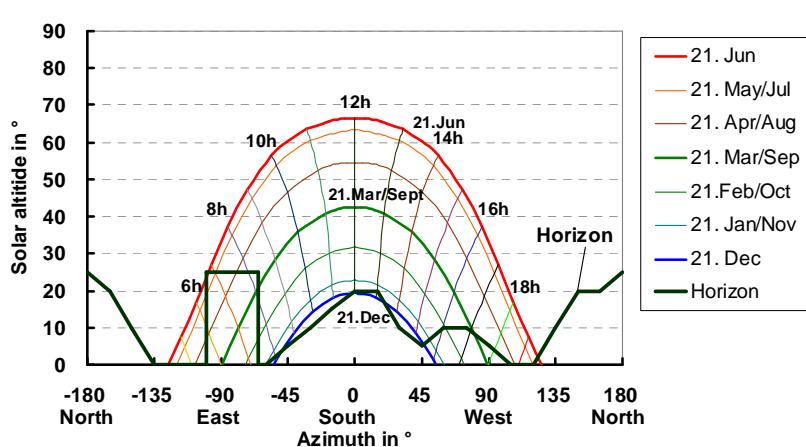
Cooling energy demand for different shading strategies in an office building



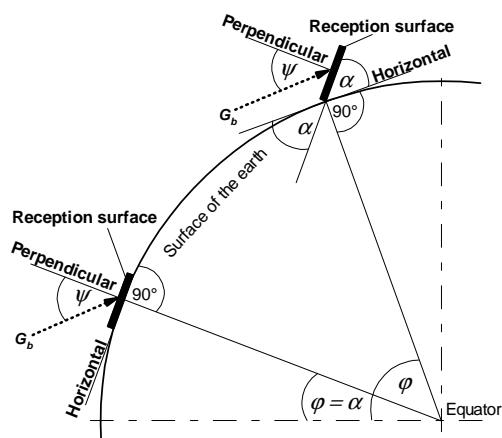
Shading of transparent building surfaces by roof overhangs (left: one family home, right: multiple families home)



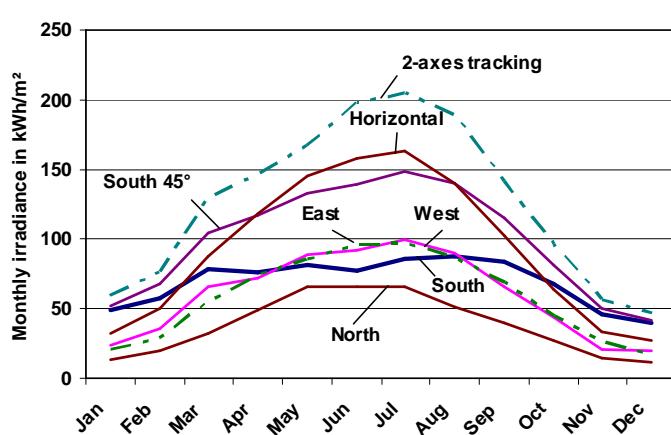
Solar position plot



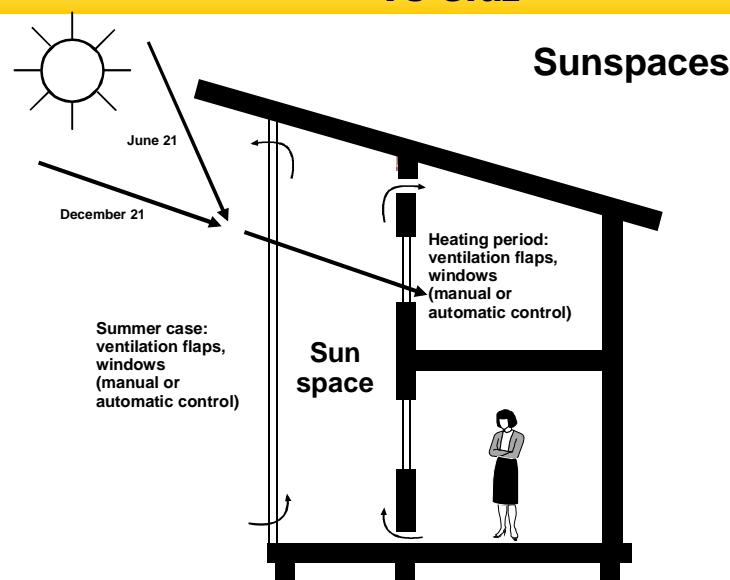
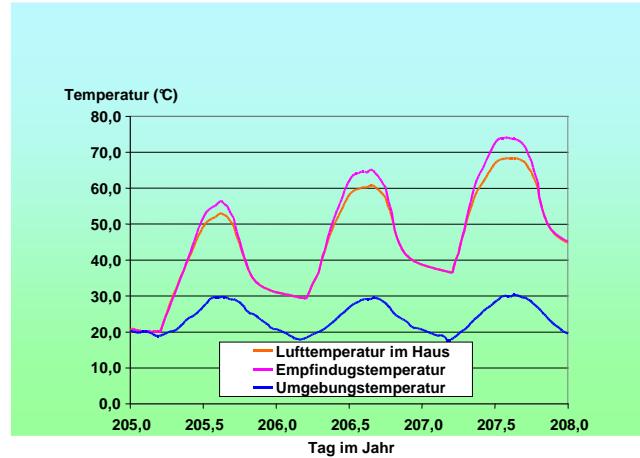
Geometrical interrelationship of solar radiation incident on tilted surfaces



Global radiation incident on surfaces with various alignments in Central Europe (climate Graz/Austria, 47° latitude)



Summer Overheating in an office building (simulated)



IWT TU Graz
Institut für Wärmetechnik

Institut für Wärmetechnik

Sunspace

TU Graz

TU Graz
Graz University of Technology

The diagram includes two floor plans of a Sunspace house. The top plan shows a layout with a living room (10.0 m x 5.0 m), a dining room (4.0 m x 3.0 m), a kitchen (3.0 m x 3.0 m), a bathroom (2.0 m x 1.5 m), and a sunspace (3.0 m x 3.0 m). The bottom plan shows a more detailed layout with a sunroom (3.0 m x 3.0 m), a dining room (4.0 m x 3.0 m), a kitchen (3.0 m x 3.0 m), a bathroom (2.0 m x 1.5 m), and a sunspace (3.0 m x 3.0 m). To the right is a graph titled 'Temperatur im °C' showing temperature fluctuations from July 27 to 29. The graph plots various temperatures: T_{Ra} (red line), T_{Rb} (blue line), T_{Rc} (green line), T_{Rd} (black line), and T_{Re} (grey line). The y-axis ranges from -10 to 45 degrees Celsius.

IWT TU Graz
Institut für Wärmetechnik

Institut für Wärmetechnik

TU Graz

TU Graz
Graz University of Technology

Low-energy lean multi family building

A photograph of a modern, multi-story residential building with a curved facade. The building features large glass windows and doors, some with solar shades. A green roof with vegetation is visible on the upper part of the building. The building is set against a backdrop of hills and a clear blue sky.



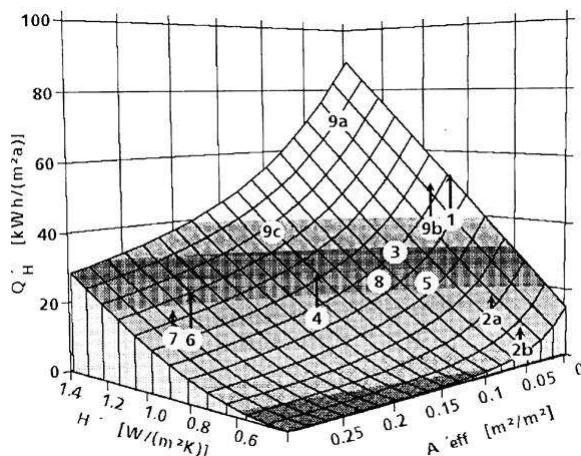
Solar houses

„Passive row houses“



„Solarhouses“ – „Passivhouses“

Gebäudekennfeld für ein Gebäude mittelschwerer Bauart und einigen realisierten Gebäuden: 7: Solarhaus Freiburg, 2: Passivhaus Kranichstein (a: Endhaus, b: Mittelhaus), Q'H: spezifischer Heizenergiebedarf (Voss, 1997)



EU Directive on the overall energy performance of buildings (EPBD) and its effect on the planning of buildings

Directive 2002/91/EG of the European Parliament and the Commission

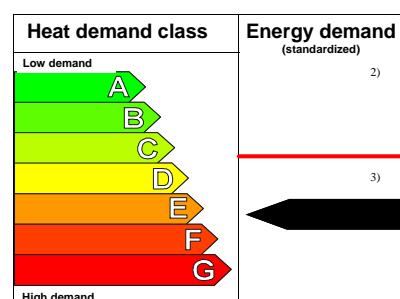


Motivation for Directive (16.12.2002)

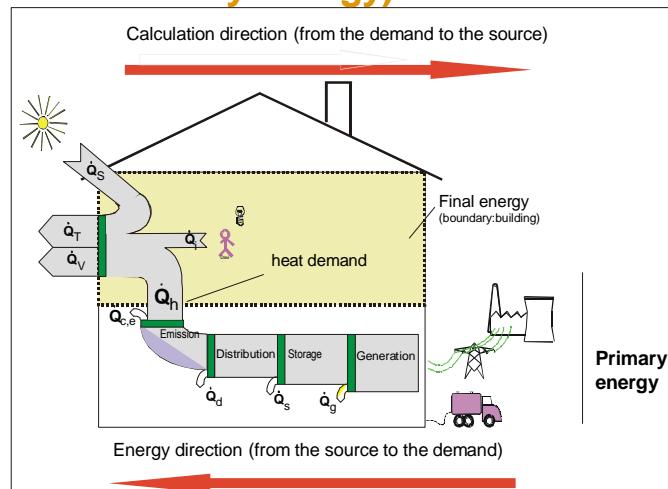
- Reduction of the energy demand and the CO₂ emission of buildings (space heating and hot tap water amounts to 40% of the total end-use energy demand in Europe)
- Value of buildings not (only) because of the location but also because of the energy demand and the operating costs
- European harmonization of standards for calculation and evaluation (certificates) of energy demand of buildings
- Reduction of emissions by constant maintenance of boilers and air-conditioning systems

Content of the Directive

- Development of the calculation method (energy demand of heating (EN 13790), cooling (new), lightning (new) and losses of the production- and distribution systems (new))
- Fixing of average, minimum and maximum energy demand of buildings by the national governments
- Development of energy certificates for buildings



Calculation of Final, End-Use (and Primary Energy) Demand



Possibilities of energetical limits in the building sector

- U-Values of the components in $\text{W/m}^2\text{K}$
- LEK- Value of the building envelope in [-]
- Useful energie demand in $\text{kWh/m}^2\text{a}$
- End-use energy demand in $\text{kWh/m}^2\text{a}$
- primaryenergy demand in $\text{kWh/m}^2\text{a}$
- CO_2 – key figure $\text{kgCO}_2/\text{m}^2\text{a}$

Content of the Directive

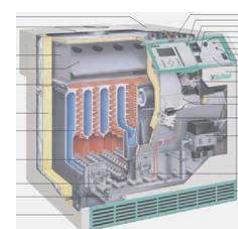
- Application for all new and refurbished buildings
 - Private houses: new buildings, (partly) selling, renovation
 - Public buildings: right after the directive comes into force
- Increasing the use of renewable energy sources, combined heat and power plants (CHP) and heat pumps if economically feasible



Content of the Directive

- Regularly inspections of boilers (>100 kW every 2 / 4(gas) years; <20 kW every 15 years)
- Regularly inspection of air-conditioning systems
- Inspection by independent specialists
- Set into force by

!!! January 4th 2006 !!!



Three Levels of Energy-Demand Evaluation

- **Level A**

Calculation of End-Use Energy demand
(predefined user behaviour, Asset Rating)

- **Level B**

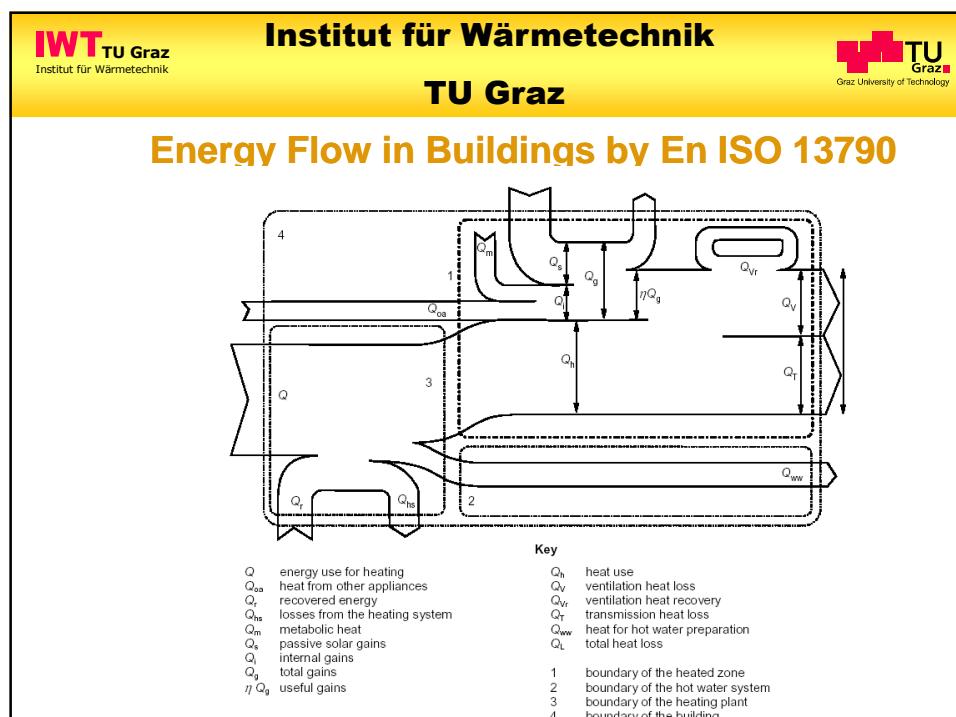
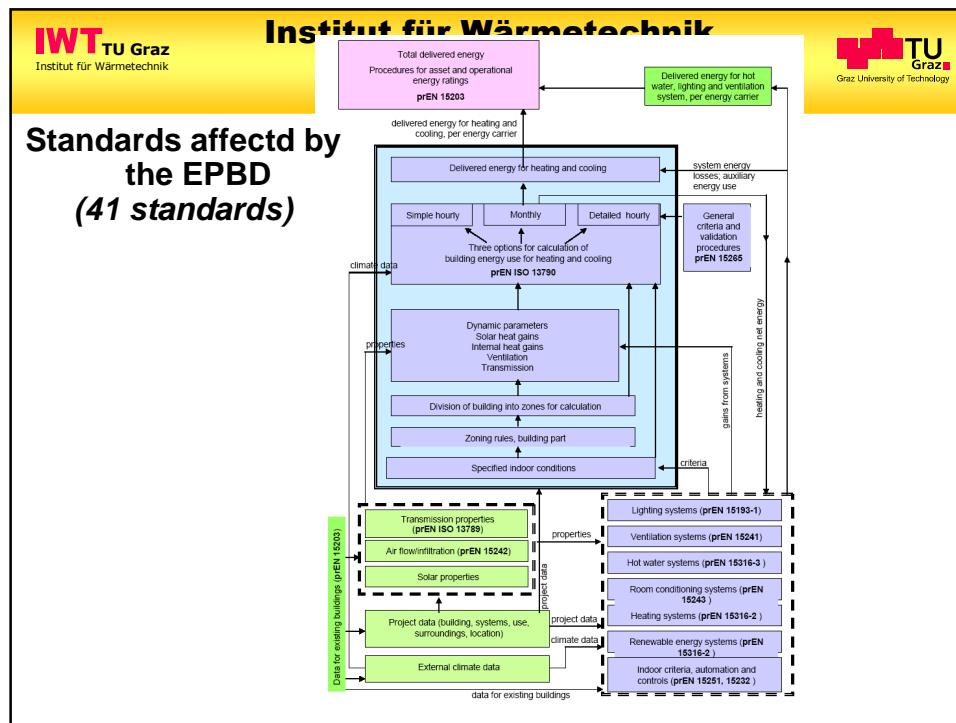
Measurement of End-Use Energy demand
(actual user behaviour, Operational Rating)

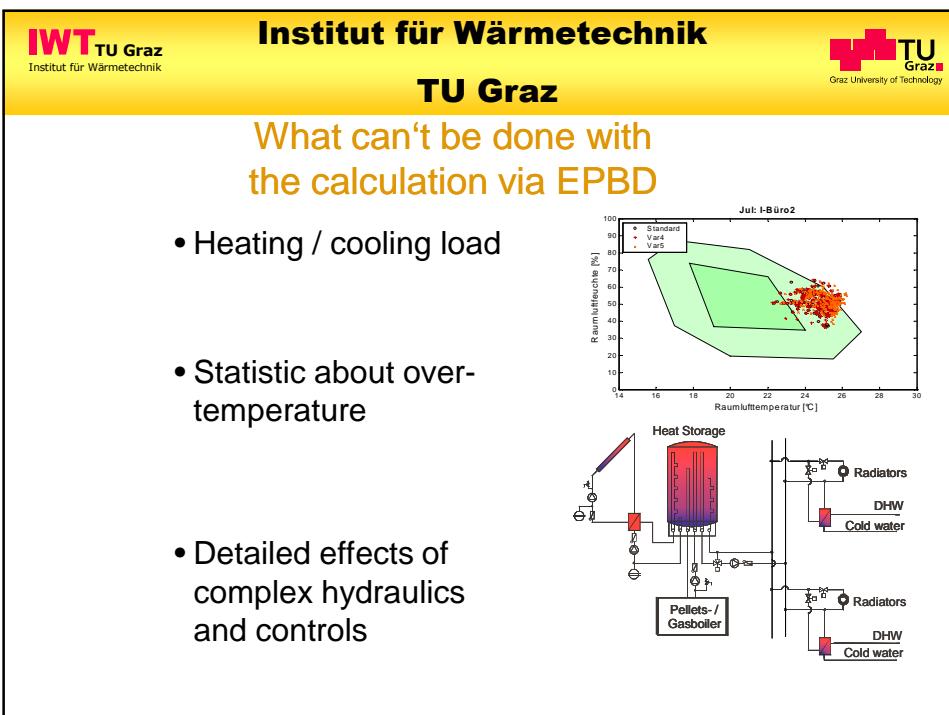
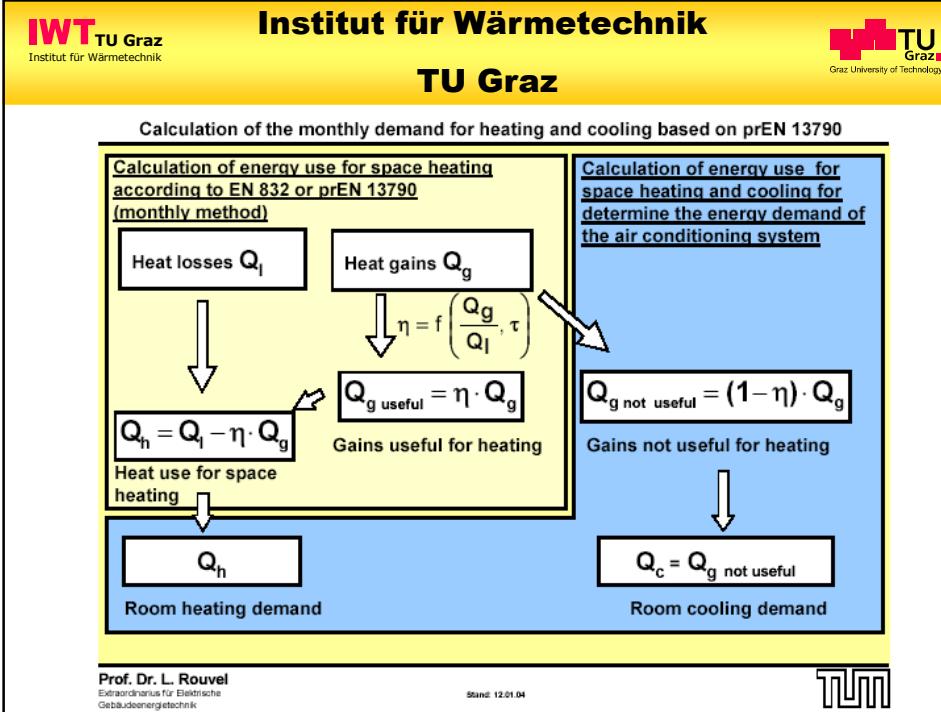
- **Level C**

Estimation of End-Use Energy demand using
statistical values for different types, architectures
and ages of buildings

Status of the EPBD development (CEN)

- Mandate to CEN (October 2003) for developing calculation systems
- Affected Technical Committees (TCs)
 - CEN/TC 89 Thermal performance of buildings and building components
 - CEN/TC 156 Ventilation for buildings
 - CEN/TC 169 Light and lighting
 - CEN/TC 228 Heating systems in buildings
 - CEN/TC 247 Building Automation, Controls and Building Management
- Till this time big activities in the standardization bodies





Energy Certificate Berlaymont Gebäude

Year of erection: 1967 (renovated from 1995 to 2004)

Useful area: 241.515 m²

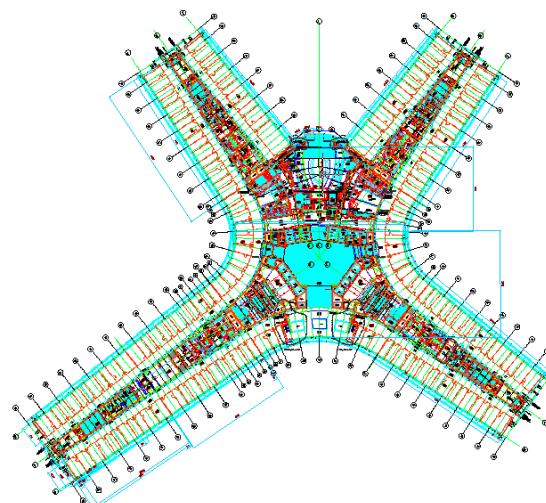
Persons: over 3000 Persons per day

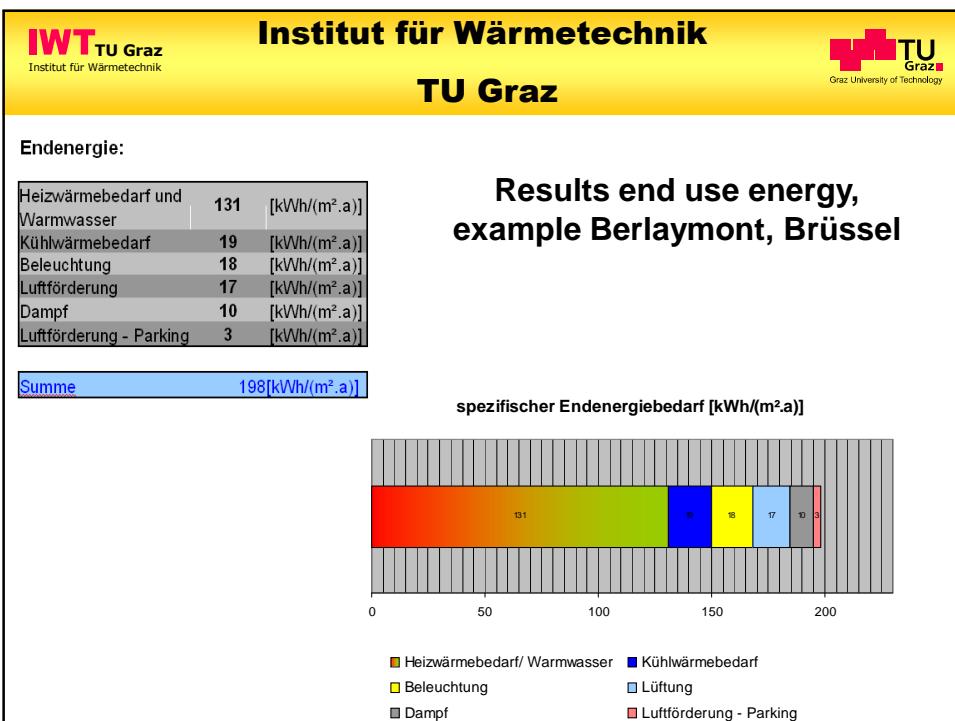
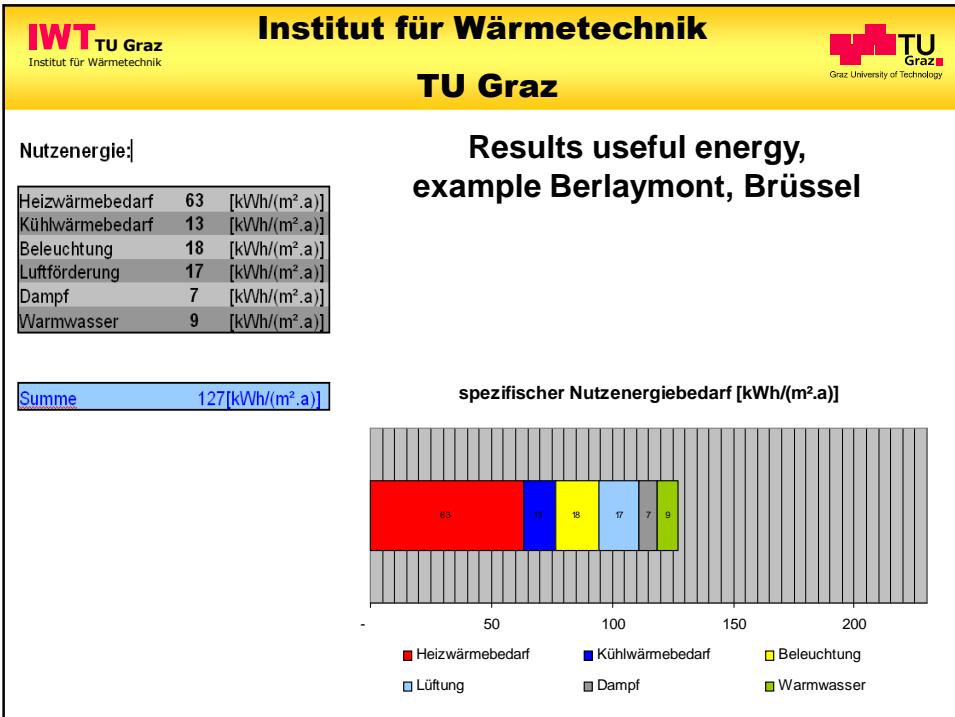
Heating: 3 Gas burners with a total capacity of 7.800 [kW]

Cooling: 4 Compression cooling machines with a total cooling capacity of 8.900 [kW]



Energy Certificate Berlaymont Gebäude





IWT TU GRAZ
Institut für Wärmetechnik

Institut für Wärmetechnik

Energieausweis

Energy certificate
Berlaymont Building – Styria

Gebäudeart: Klimatisiertes Verwaltungsgebäude	Eigentümer/Errichter: Name: Europäische Union	
Erbaut: 1967 / 2004	Adresse: Rue de la Loi B-1040 Brüssel	
Standort: PLZ: B-1040 Ort: Brüssel EZ: — Grundst.Nr.: — KG.: —		
Spezifischer Heizwärmebedarf:		
Heizwärmebedarf: 63 kWh/m²a	Kühlwärmebedarf: 13 kWh/m²a	Endenergiebedarf: 198 kWh/m²a
Heizenergiebedarf: 131 kWh/m²a	Kohlenstoffdioxidemissionen: 19 t/a	
Beleuchtung: 18 kWh/m²a	Lüftung: 17 kWh/m²a	
Endenergiebedarf: 100 150 200 250 300 350 400 und mehr	Aussteller: Institut für Wärmetechnik (IWT) Technische Universität Graz Inffeldgasse 25/B A-8010 Graz www.iwt.tugraz.at	
Ausweis Nr: 2005-1167 Gültigkeit: 2015 Datum: 02.05.2005 Unterschrift:		

IWT TU GRAZ
Institut für Wärmetechnik

Institut für Wärmetechnik

TU Graz

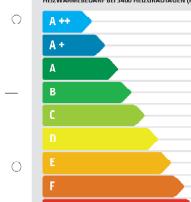
Energieausweis Wohngebäude

Energieausweis für Wohngebäude gen. ÖNORM O 2002 VAT-BESTÄTIGT OIB	Energieausweis für Wohngebäude gen. ÖNORM O 2002 VAT-BESTÄTIGT OIB																														
GEBAÜDE Gebäudeart: Einzelhaus Etage: 202 Gebäudeform: Einfamilienhaus Hauszugehörigkeit: Doppelhaushalt Straße: Schillerstraße 1 EG-Nr.: 445 PLZ/Ort: 4600 Dornbirn Erstgekauft: 23 Eigentümer: Karl Schöller GmbH Grundstücksnr.: 154	KLIMADATEN Bruttogeschossfläche: 192,00 m² bebaute Fläche: 57,0 m² durchschnittliche Lage (Lz): 1,33 m Kopplungs (W): 0,75 W/m mindest L-Wert (LW): 0,34 W/m²K LG-Nr.: 26																														
HBWÄRMEBEDARF BGB 3460 HEIZRAD/GEN (REFERENZKUMA) HBW-ref = 57,09 kWh/m²a	WÄRME- UND ENERGIEDARF <table border="1"><tr><th>Informationsanforderungen</th><th>Standardanforderungen</th><th>Änderungen</th></tr><tr><td>IMH: 10917,7 kWh/a</td><td>17,1 kWh/m²a</td><td>17,4 kWh/m²a</td></tr><tr><td>WMB: 2452,6 kWh/a</td><td>32,0 kWh/m²a</td><td>34,0 kWh/m²a</td></tr><tr><td>HTB: 10,00</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>HTB: 10,00</td><td>5451,7 kWh/a</td><td>21,6 kWh/m²a</td></tr><tr><td>HTB: 10,00</td><td>7050,2 kWh/a</td><td>34,0 kWh/m²a</td></tr><tr><td>HED-WG:</td><td>20944,9 kWh/a</td><td>100,1 kWh/m²a</td></tr><tr><td>EEB:</td><td>20944,9 kWh/a</td><td>100,1 kWh/m²a</td></tr><tr><td>PEB:</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>O₂:</td><td>—</td><td>—</td></tr></table>	Informationsanforderungen	Standardanforderungen	Änderungen	IMH: 10917,7 kWh/a	17,1 kWh/m²a	17,4 kWh/m²a	WMB: 2452,6 kWh/a	32,0 kWh/m²a	34,0 kWh/m²a	HTB: 10,00	—	—	HTB: 10,00	5451,7 kWh/a	21,6 kWh/m²a	HTB: 10,00	7050,2 kWh/a	34,0 kWh/m²a	HED-WG:	20944,9 kWh/a	100,1 kWh/m²a	EEB:	20944,9 kWh/a	100,1 kWh/m²a	PEB:	—	—	O ₂ :	—	—
Informationsanforderungen	Standardanforderungen	Änderungen																													
IMH: 10917,7 kWh/a	17,1 kWh/m²a	17,4 kWh/m²a																													
WMB: 2452,6 kWh/a	32,0 kWh/m²a	34,0 kWh/m²a																													
HTB: 10,00	—	—																													
HTB: 10,00	5451,7 kWh/a	21,6 kWh/m²a																													
HTB: 10,00	7050,2 kWh/a	34,0 kWh/m²a																													
HED-WG:	20944,9 kWh/a	100,1 kWh/m²a																													
EEB:	20944,9 kWh/a	100,1 kWh/m²a																													
PEB:	—	—																													
O ₂ :	—	—																													
ERSTELLT Ersteller: Robert Gschlach Ausstellungsdatum: 13.03.2006 Organisation: Institut für Bautechnik Gütekundamt: 13.03.2006 Geschäftsführer: —	ERLÄUTERUNGEN Raumluftwärmepotential (RWP): Energiedarfsatz die bei Raumlufttemperatur und -volumen verhältnis geltet. Energiebedarf (EB) = (EEB): Energiebedarf der im Energieausweis angegebenen Nutzungseinheit. Der Energiebedarf ist der tatsächliche Energieverbrauch des Wohngebäudes für die Wirtschaftsweise der Standardheizung abgestimmt worden. Heizwärmebedarf (HWB): Energiebedarf der im Energieausweis angegebenen Nutzungseinheit, die konstruktiv am wickelnden Heizkreislauf bei einer standardisierten Messung eine Temperatur von 20°C erreicht.																														

Die Berechnungen der Energieausweise werden über einen Wärmedurchgangskoeffizienten (WTK) durchgeführt. Aufgrund der unterschiedlichen Bezugsgrenzen kann es zu Abweichungen in den Ergebnissen kommen. Die Angaben sind nur für die dargestellten Betriebsarten und Lebensdauern sowie die im Energieausweis aufgeführten Werte gültig.

00-01200-B-0-1
00-01200-B-0-2
00-01200-B-0-3
00-01200-B-0-4
00-01200-B-0-5
00-01200-B-0-6
00-01200-B-0-7
00-01200-B-0-8
00-01200-B-0-9
00-01200-B-0-10
00-01200-B-0-11
00-01200-B-0-12
00-01200-B-0-13
00-01200-B-0-14
00-01200-B-0-15
00-01200-B-0-16
00-01200-B-0-17
00-01200-B-0-18
00-01200-B-0-19
00-01200-B-0-20
00-01200-B-0-21
00-01200-B-0-22
00-01200-B-0-23
00-01200-B-0-24
00-01200-B-0-25
00-01200-B-0-26
00-01200-B-0-27
00-01200-B-0-28
00-01200-B-0-29
00-01200-B-0-30
00-01200-B-0-31
00-01200-B-0-32
00-01200-B-0-33
00-01200-B-0-34
00-01200-B-0-35
00-01200-B-0-36
00-01200-B-0-37
00-01200-B-0-38
00-01200-B-0-39
00-01200-B-0-40
00-01200-B-0-41
00-01200-B-0-42
00-01200-B-0-43
00-01200-B-0-44
00-01200-B-0-45
00-01200-B-0-46
00-01200-B-0-47
00-01200-B-0-48
00-01200-B-0-49
00-01200-B-0-50
00-01200-B-0-51
00-01200-B-0-52
00-01200-B-0-53
00-01200-B-0-54
00-01200-B-0-55
00-01200-B-0-56
00-01200-B-0-57
00-01200-B-0-58
00-01200-B-0-59
00-01200-B-0-60
00-01200-B-0-61
00-01200-B-0-62
00-01200-B-0-63
00-01200-B-0-64
00-01200-B-0-65
00-01200-B-0-66
00-01200-B-0-67
00-01200-B-0-68
00-01200-B-0-69
00-01200-B-0-70
00-01200-B-0-71
00-01200-B-0-72
00-01200-B-0-73
00-01200-B-0-74
00-01200-B-0-75
00-01200-B-0-76
00-01200-B-0-77
00-01200-B-0-78
00-01200-B-0-79
00-01200-B-0-80
00-01200-B-0-81
00-01200-B-0-82
00-01200-B-0-83
00-01200-B-0-84
00-01200-B-0-85
00-01200-B-0-86
00-01200-B-0-87
00-01200-B-0-88
00-01200-B-0-89
00-01200-B-0-90
00-01200-B-0-91
00-01200-B-0-92
00-01200-B-0-93
00-01200-B-0-94
00-01200-B-0-95
00-01200-B-0-96
00-01200-B-0-97
00-01200-B-0-98
00-01200-B-0-99
00-01200-B-0-100
00-01200-B-0-101
00-01200-B-0-102
00-01200-B-0-103
00-01200-B-0-104
00-01200-B-0-105
00-01200-B-0-106
00-01200-B-0-107
00-01200-B-0-108
00-01200-B-0-109
00-01200-B-0-110
00-01200-B-0-111
00-01200-B-0-112
00-01200-B-0-113
00-01200-B-0-114
00-01200-B-0-115
00-01200-B-0-116
00-01200-B-0-117
00-01200-B-0-118
00-01200-B-0-119
00-01200-B-0-120
00-01200-B-0-121
00-01200-B-0-122
00-01200-B-0-123
00-01200-B-0-124
00-01200-B-0-125
00-01200-B-0-126
00-01200-B-0-127
00-01200-B-0-128
00-01200-B-0-129
00-01200-B-0-130
00-01200-B-0-131
00-01200-B-0-132
00-01200-B-0-133
00-01200-B-0-134
00-01200-B-0-135
00-01200-B-0-136
00-01200-B-0-137
00-01200-B-0-138
00-01200-B-0-139
00-01200-B-0-140
00-01200-B-0-141
00-01200-B-0-142
00-01200-B-0-143
00-01200-B-0-144
00-01200-B-0-145
00-01200-B-0-146
00-01200-B-0-147
00-01200-B-0-148
00-01200-B-0-149
00-01200-B-0-150
00-01200-B-0-151
00-01200-B-0-152
00-01200-B-0-153
00-01200-B-0-154
00-01200-B-0-155
00-01200-B-0-156
00-01200-B-0-157
00-01200-B-0-158
00-01200-B-0-159
00-01200-B-0-160
00-01200-B-0-161
00-01200-B-0-162
00-01200-B-0-163
00-01200-B-0-164
00-01200-B-0-165
00-01200-B-0-166
00-01200-B-0-167
00-01200-B-0-168
00-01200-B-0-169
00-01200-B-0-170
00-01200-B-0-171
00-01200-B-0-172
00-01200-B-0-173
00-01200-B-0-174
00-01200-B-0-175
00-01200-B-0-176
00-01200-B-0-177
00-01200-B-0-178
00-01200-B-0-179
00-01200-B-0-180
00-01200-B-0-181
00-01200-B-0-182
00-01200-B-0-183
00-01200-B-0-184
00-01200-B-0-185
00-01200-B-0-186
00-01200-B-0-187
00-01200-B-0-188
00-01200-B-0-189
00-01200-B-0-190
00-01200-B-0-191
00-01200-B-0-192
00-01200-B-0-193
00-01200-B-0-194
00-01200-B-0-195
00-01200-B-0-196
00-01200-B-0-197
00-01200-B-0-198
00-01200-B-0-199
00-01200-B-0-200
00-01200-B-0-201
00-01200-B-0-202
00-01200-B-0-203
00-01200-B-0-204
00-01200-B-0-205
00-01200-B-0-206
00-01200-B-0-207
00-01200-B-0-208
00-01200-B-0-209
00-01200-B-0-210
00-01200-B-0-211
00-01200-B-0-212
00-01200-B-0-213
00-01200-B-0-214
00-01200-B-0-215
00-01200-B-0-216
00-01200-B-0-217
00-01200-B-0-218
00-01200-B-0-219
00-01200-B-0-220
00-01200-B-0-221
00-01200-B-0-222
00-01200-B-0-223
00-01200-B-0-224
00-01200-B-0-225
00-01200-B-0-226
00-01200-B-0-227
00-01200-B-0-228
00-01200-B-0-229
00-01200-B-0-230
00-01200-B-0-231
00-01200-B-0-232
00-01200-B-0-233
00-01200-B-0-234
00-01200-B-0-235
00-01200-B-0-236
00-01200-B-0-237
00-01200-B-0-238
00-01200-B-0-239
00-01200-B-0-240
00-01200-B-0-241
00-01200-B-0-242
00-01200-B-0-243
00-01200-B-0-244
00-01200-B-0-245
00-01200-B-0-246
00-01200-B-0-247
00-01200-B-0-248
00-01200-B-0-249
00-01200-B-0-250
00-01200-B-0-251
00-01200-B-0-252
00-01200-B-0-253
00-01200-B-0-254
00-01200-B-0-255
00-01200-B-0-256
00-01200-B-0-257
00-01200-B-0-258
00-01200-B-0-259
00-01200-B-0-260
00-01200-B-0-261
00-01200-B-0-262
00-01200-B-0-263
00-01200-B-0-264
00-01200-B-0-265
00-01200-B-0-266
00-01200-B-0-267
00-01200-B-0-268
00-01200-B-0-269
00-01200-B-0-270
00-01200-B-0-271
00-01200-B-0-272
00-01200-B-0-273
00-01200-B-0-274
00-01200-B-0-275
00-01200-B-0-276
00-01200-B-0-277
00-01200-B-0-278
00-01200-B-0-279
00-01200-B-0-280
00-01200-B-0-281
00-01200-B-0-282
00-01200-B-0-283
00-01200-B-0-284
00-01200-B-0-285
00-01200-B-0-286
00-01200-B-0-287
00-01200-B-0-288
00-01200-B-0-289
00-01200-B-0-290
00-01200-B-0-291
00-01200-B-0-292
00-01200-B-0-293
00-01200-B-0-294
00-01200-B-0-295
00-01200-B-0-296
00-01200-B-0-297
00-01200-B-0-298
00-01200-B-0-299
00-01200-B-0-300
00-01200-B-0-301
00-01200-B-0-302
00-01200-B-0-303
00-01200-B-0-304
00-01200-B-0-305
00-01200-B-0-306
00-01200-B-0-307
00-01200-B-0-308
00-01200-B-0-309
00-01200-B-0-310
00-01200-B-0-311
00-01200-B-0-312
00-01200-B-0-313
00-01200-B-0-314
00-01200-B-0-315
00-01200-B-0-316
00-01200-B-0-317
00-01200-B-0-318
00-01200-B-0-319
00-01200-B-0-320
00-01200-B-0-321
00-01200-B-0-322
00-01200-B-0-323
00-01200-B-0-324
00-01200-B-0-325
00-01200-B-0-326
00-01200-B-0-327
00-01200-B-0-328
00-01200-B-0-329
00-01200-B-0-330
00-01200-B-0-331
00-01200-B-0-332
00-01200-B-0-333
00-01200-B-0-334
00-01200-B-0-335
00-01200-B-0-336
00-01200-B-0-337
00-01200-B-0-338
00-01200-B-0-339
00-01200-B-0-340
00-01200-B-0-341
00-01200-B-0-342
00-01200-B-0-343
00-01200-B-0-344
00-01200-B-0-345
00-01200-B-0-346
00-01200-B-0-347
00-01200-B-0-348
00-01200-B-0-349
00-01200-B-0-350
00-01200-B-0-351
00-01200-B-0-352
00-01200-B-0-353
00-01200-B-0-354
00-01200-B-0-355
00-01200-B-0-356
00-01200-B-0-357
00-01200-B-0-358
00-01200-B-0-359
00-01200-B-0-360
00-01200-B-0-361
00-01200-B-0-362
00-01200-B-0-363
00-01200-B-0-364
00-01200-B-0-365
00-01200-B-0-366
00-01200-B-0-367
00-01200-B-0-368
00-01200-B-0-369
00-01200-B-0-370
00-01200-B-0-371
00-01200-B-0-372
00-01200-B-0-373
00-01200-B-0-374
00-01200-B-0-375
00-01200-B-0-376
00-01200-B-0-377
00-01200-B-0-378
00-01200-B-0-379
00-01200-B-0-380
00-01200-B-0-381
00-01200-B-0-382
00-01200-B-0-383
00-01200-B-0-384
00-01200-B-0-385
00-01200-B-0-386
00-01200-B-0-387
00-01200-B-0-388
00-01200-B-0-389
00-01200-B-0-390
00-01200-B-0-391
00-01200-B-0-392
00-01200-B-0-393
00-01200-B-0-394
00-01200-B-0-395
00-01200-B-0-396
00-01200-B-0-397
00-01200-B-0-398
00-01200-B-0-399
00-01200-B-0-400
00-01200-B-0-401
00-01200-B-0-402
00-01200-B-0-403
00-01200-B-0-404
00-01200-B-0-405
00-01200-B-0-406
00-01200-B-0-407
00-01200-B-0-408
00-01200-B-0-409
00-01200-B-0-410
00-01200-B-0-411
00-01200-B-0-412
00-01200-B-0-413
00-01200-B-0-414
00-01200-B-0-415
00-01200-B-0-416
00-01200-B-0-417
00-01200-B-0-418
00-01200-B-0-419
00-01200-B-0-420
00-01200-B-0-421
00-01200-B-0-422
00-01200-B-0-423
00-01200-B-0-424
00-01200-B-0-425
00-01200-B-0-426
00-01200-B-0-427
00-01200-B-0-428
00-01200-B-0-429
00-01200-B-0-430
00-01200-B-0-431
00-01200-B-0-432
00-01200-B-0-433
00-01200-B-0-434
00-01200-B-0-435
00-01200-B-0-436
00-01200-B-0-437
00-01200-B-0-438
00-01200-B-0-439
00-01200-B-0-440
00-01200-B-0-441
00-01200-B-0-442
00-01200-B-0-443
00-01200-B-0-444
00-01200-B-0-445
00-01200-B-0-446
00-01200-B-0-447
00-01200-B-0-448
00-01200-B-0-449
00-01200-B-0-450
00-01200-B-0-451
00-01200-B-0-452
00-01200-B-0-453
00-01200-B-0-454
00-01200-B-0-455
00-01200-B-0-456
00-01200-B-0-457
00-01200-B-0-458
00-01200-B-0-459
00-01200-B-0-460
00-01200-B-0-461
00-01200-B-0-462
00-01200-B-0-463
00-01200-B-0-464
00-01200-B-0-465
00-01200-B-0-466
00-01200-B-0-467
00-01200-B-0-468
00-01200-B-0-469
00-01200-B-0-470
00-01200-B-0-471
00-01200-B-0-472
00-01200-B-0-473
00-01200-B-0-474
00-01200-B-0-475
00-01200-B-0-476
00-01200-B-0-477
00-01200-B-0-478
00-01200-B-0-479
00-01200-B-0-480
00-01200-B-0-481
00-01200-B-0-482
00-01200-B-0-483
00-01200-B-0-484
00-01200-B-0-485
00-01200-B-0-486
00-01200-B-0-487
00-01200-B-0-488
00-01200-B-0-489
00-01200-B-0-490
00-01200-B-0-491
00-01200-B-0-492
00-01200-B-0-493
00-01200-B-0-494
00-01200-B-0-495
00-01200-B-0-496
00-01200-B-0-497
00-01200-B-0-498
00-01200-B-0-499
00-01200-B-0-500
00-01200-B-0-501
00-01200-B-0-502
00-01200-B-0-503
00-01200-B-0-504
00-01200-B-0-505
00-01200-B-0-506
00-01200-B-0-507
00-01200-B-0-508
00-01200-B-0-509
00-01200-B-0-510
00-01200-B-0-511
00-01200-B-0-512
00-01200-B-0-513
00-01200-B-0-514
00-01200-B-0-515
00-01200-B-0-516
00-01200-B-0-517
00-01200-B-0-518
00-01200-B-0-519
00-01200-B-0-520
00-01200-B-0-521
00-01200-B-0-522
00-01200-B-0-523
00-01200-B-0-524
00-01200-B-0-525
00-01200-B-0-526
00-01200-B-0-527
00-01200-B-0-528
00-01200-B-0-529
00-01200-B-0-530
00-01200-B-0-531
00-01200-B-0-532
00-01200-B-0-533
00-01200-B-0-534
00-01200-B-0-535
00-01200-B-0-536
00-01200-B-0-537
00-01200-B-0-538
00-01200-B-0-539
00-01200-B-0-540
00-01200-B-0-541
00-01200-B-0-542
00-01200-B-0-543
00-01200-B-0-544
00-01200-B-0-545
00-01200-B-0-546
00-01200-B-0-547
00-01200-B-0-548
00-01200-B-0-549
00-01200-B-0-550
00-

Energieausweis Nichtwohngebäude

Energieausweis für Nicht-Wohngebäude		OIB	Logo
GERÄLDE			
Gebäudetyp	Wohngebäude	Fläche	2002
Gebäudenutzung	Schulzentrale 1	External Name	Berlin
Strasse	Königstraße 1	External Name	465
PLZ/Ort	6900 Darmstadt	Etagenanzahl	23
Operator	Karl Schubert GmbH	Gesamtstckenzahl	105
HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZTAGEN (REFERENZKLAUSE)			
 <p>HWB-ref = 57,09 kWh/m²a</p>			
ERSTELLT			
Ersteller	Robert Gerhart	Ausstellungsdatum	13.03.2006
Organisation	Institut für Wärmetechnik	Urgentierungsdatum	13.03.2006
Fachhochschule			

Die Berechnungen basieren auf den tatsächlichen Betriebsbedingungen des Gebäudes. Die Angaben sind eine geschätzte Auskunft über die Energieeffizienz des Gebäudes. Die tatsächliche Energieeffizienz kann durch technische Veränderungen im Gebäude oder im Betrieb abweichen.

Energieausweis für Nicht-Wohngebäude		OIB	Logo																																																																																																																	
GEBAUDEDATEN																																																																																																																				
Basisobergeschossfläche	110,00 m²	Klimaregion	N																																																																																																																	
beheiztes Bruttovolumen	576,0 m³	Seehöhe	172 m																																																																																																																	
charakteristische Länge (lc)	1,33 m	Heizgratlage	3401 kd																																																																																																																	
Kompattheit (A/V)	0,75 l/m	Höhe	226 d																																																																																																																	
mittlerer U-Wert (Um)	0,34 W/m²K	Norm-Außentemperatur	-12°C																																																																																																																	
LEK-Wert	31	mittlere Innentemperatur	20°C																																																																																																																	
KUMADATEN																																																																																																																				
WÄRME- UND ENERGIEBEDARF																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Referenzklima</th> <th>zonenbezogen</th> <th>Standortklima</th> <th>zonenbezogen</th> <th>Anforderungen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HWB-WG</td> <td>10960,7 kWh/a</td> <td>97,1 kWh/m²a</td> <td>11400,9 kWh/a</td> <td>59,4 kWh/m²a</td> <td>erfüllt</td> </tr> <tr> <td>HWB-NVG</td> <td>10960,7 kWh/a</td> <td>19,0 kWh/m²a</td> <td>11400,9 kWh/a</td> <td>19,6 kWh/m²a</td> <td>erfüllt</td> </tr> <tr> <td>HWB-NGe</td> <td>8200,1 kWh/a</td> <td>32,2 kWh/m²a</td> <td>8553,5 kWh/a</td> <td>34,9 kWh/m²a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>WWB</td> <td>1457,6 kWh/a</td> <td>12,3 kWh/m²a</td> <td>2152,8 kWh/a</td> <td>12,8 kWh/m²a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NBRI-1</td> <td>2152,8 kWh/a</td> <td>17,2 kWh/m²a</td> <td>2152,8 kWh/a</td> <td>17,2 kWh/m²a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NBRI-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NBRI-D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-SH</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-MW</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-WG</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-NVG</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>K8B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EEB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P2B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO₂</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Referenzklima	zonenbezogen	Standortklima	zonenbezogen	Anforderungen	HWB-WG	10960,7 kWh/a	97,1 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	59,4 kWh/m²a	erfüllt	HWB-NVG	10960,7 kWh/a	19,0 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	19,6 kWh/m²a	erfüllt	HWB-NGe	8200,1 kWh/a	32,2 kWh/m²a	8553,5 kWh/a	34,9 kWh/m²a		WWB	1457,6 kWh/a	12,3 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	12,8 kWh/m²a		NBRI-1	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a		K8						NBRI-C						NBRI-D						NE						HTB-SH						HTB-MW						HTB						HTB-WG						HTB-NVG						K8B						EEB						P2B						CO ₂					
Referenzklima	zonenbezogen	Standortklima	zonenbezogen	Anforderungen																																																																																																																
HWB-WG	10960,7 kWh/a	97,1 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	59,4 kWh/m²a	erfüllt																																																																																																															
HWB-NVG	10960,7 kWh/a	19,0 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	19,6 kWh/m²a	erfüllt																																																																																																															
HWB-NGe	8200,1 kWh/a	32,2 kWh/m²a	8553,5 kWh/a	34,9 kWh/m²a																																																																																																																
WWB	1457,6 kWh/a	12,3 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	12,8 kWh/m²a																																																																																																																
NBRI-1	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a																																																																																																																
K8																																																																																																																				
NBRI-C																																																																																																																				
NBRI-D																																																																																																																				
NE																																																																																																																				
HTB-SH																																																																																																																				
HTB-MW																																																																																																																				
HTB																																																																																																																				
HTB-WG																																																																																																																				
HTB-NVG																																																																																																																				
K8B																																																																																																																				
EEB																																																																																																																				
P2B																																																																																																																				
CO ₂																																																																																																																				
<small>Die Berechnungen der einzelnen Spalten basieren auf den tatsächlichen Betriebsbedingungen des Gebäudes. Die tatsächliche Energieeffizienz kann durch technische Veränderungen im Gebäude oder im Betrieb abweichen.</small>																																																																																																																				

Energieausweis für Wohngebäude		OIB	Logo																																																																																																																	
GEBAUDEDATEN																																																																																																																				
Basisobergeschossfläche	192,00 m²	Klimaregion	N																																																																																																																	
beheiztes Bruttovolumen	576,0 m³	Seehöhe	172 m																																																																																																																	
charakteristische Länge (lc)	1,33 m	Heizgratlage	3401 kd																																																																																																																	
Kompattheit (A/V)	0,75 l/m	Höhe	226 d																																																																																																																	
mittlerer U-Wert (Um)	0,34 W/m²K	Norm-Außentemperatur	-12°C																																																																																																																	
LEK-Wert	31	mittlere Innentemperatur	20°C																																																																																																																	
KUMADATEN																																																																																																																				
WÄRME- UND ENERGIEBEDARF																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Referenzklima</th> <th>zonenbezogen</th> <th>Standortklima</th> <th>zonenbezogen</th> <th>Anforderungen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HWB-WG</td> <td>10960,7 kWh/a</td> <td>57,1 kWh/m²a</td> <td>11400,9 kWh/a</td> <td>59,4 kWh/m²a</td> <td>erfüllt</td> </tr> <tr> <td>HWB-NVG</td> <td>10960,7 kWh/a</td> <td>19,0 kWh/m²a</td> <td>11400,9 kWh/a</td> <td>19,6 kWh/m²a</td> <td>erfüllt</td> </tr> <tr> <td>HWB-NGe</td> <td>8200,1 kWh/a</td> <td>34,2 kWh/m²a</td> <td>8553,5 kWh/a</td> <td>34,9 kWh/m²a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>WWB</td> <td>1457,6 kWh/a</td> <td>12,3 kWh/m²a</td> <td>2152,8 kWh/a</td> <td>12,8 kWh/m²a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NBRI-1</td> <td>2152,8 kWh/a</td> <td>17,2 kWh/m²a</td> <td>2152,8 kWh/a</td> <td>17,2 kWh/m²a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NBRI-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NBRI-D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-SH</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-MW</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-WG</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-NVG</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>K8B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EEB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P2B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO₂</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Referenzklima	zonenbezogen	Standortklima	zonenbezogen	Anforderungen	HWB-WG	10960,7 kWh/a	57,1 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	59,4 kWh/m²a	erfüllt	HWB-NVG	10960,7 kWh/a	19,0 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	19,6 kWh/m²a	erfüllt	HWB-NGe	8200,1 kWh/a	34,2 kWh/m²a	8553,5 kWh/a	34,9 kWh/m²a		WWB	1457,6 kWh/a	12,3 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	12,8 kWh/m²a		NBRI-1	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a		K8						NBRI-C						NBRI-D						NE						HTB-SH						HTB-MW						HTB						HTB-WG						HTB-NVG						K8B						EEB						P2B						CO ₂					
Referenzklima	zonenbezogen	Standortklima	zonenbezogen	Anforderungen																																																																																																																
HWB-WG	10960,7 kWh/a	57,1 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	59,4 kWh/m²a	erfüllt																																																																																																															
HWB-NVG	10960,7 kWh/a	19,0 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	19,6 kWh/m²a	erfüllt																																																																																																															
HWB-NGe	8200,1 kWh/a	34,2 kWh/m²a	8553,5 kWh/a	34,9 kWh/m²a																																																																																																																
WWB	1457,6 kWh/a	12,3 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	12,8 kWh/m²a																																																																																																																
NBRI-1	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a																																																																																																																
K8																																																																																																																				
NBRI-C																																																																																																																				
NBRI-D																																																																																																																				
NE																																																																																																																				
HTB-SH																																																																																																																				
HTB-MW																																																																																																																				
HTB																																																																																																																				
HTB-WG																																																																																																																				
HTB-NVG																																																																																																																				
K8B																																																																																																																				
EEB																																																																																																																				
P2B																																																																																																																				
CO ₂																																																																																																																				
<small>Die Berechnungen der einzelnen Spalten basieren auf den tatsächlichen Betriebsbedingungen des Gebäudes. Die tatsächliche Energieeffizienz kann durch technische Veränderungen im Gebäude oder im Betrieb abweichen.</small>																																																																																																																				
Energiechromatogramm		Entsorgungsbedarf																																																																																																																		
Heiztechnikenergielos	100	Entsorgungsbedarf	0 100 200 300 400																																																																																																																	
36,9	100,1																																																																																																																			
ERLÄUTERUNGEN																																																																																																																				
Heiztechnikenergielos (HTB):	Energiebedarf bei der Wärmebereitstellung und -verteilung verhindert.																																																																																																																			
Entsorgungsbedarf (EEB + P2B):	Energiebedarf die aus Entfernung des Gebäudes für Wärme und Wasserversorgung entsteht. Umweltbelastungen müssen für die HTB bereitstellt. Bei einer systematischen Standortanpassung aufzuheben.																																																																																																																			
Heizungsbedarf (HWB):	Von Heizsystem in die Räume übergeordnet Wärmebedarf die benötigt wird, um während der Nutzung bei einer standortspezifischen Nutzung eine Temperatur von 20°C zu halten.																																																																																																																			
<small>Die Berechnungen der einzelnen Spalten basieren auf den tatsächlichen Betriebsbedingungen des Gebäudes. Die tatsächliche Energieeffizienz kann durch technische Veränderungen im Gebäude oder im Betrieb abweichen.</small>																																																																																																																				

Die Berechnungen der einzelnen Spalten basieren auf den tatsächlichen Betriebsbedingungen des Gebäudes. Die tatsächliche Energieeffizienz kann durch technische Veränderungen im Gebäude oder im Betrieb abweichen.

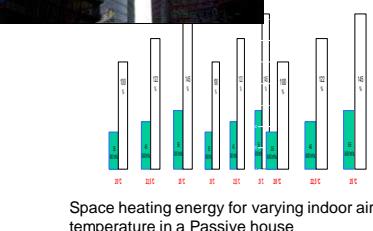
Energieausweis für Nicht-Wohngebäude		OIB	Logo																																																																																																																	
GEBAUDEDATEN																																																																																																																				
Basisobergeschossfläche	192,00 m²	Klimaregion	N																																																																																																																	
beheiztes Bruttovolumen	576,0 m³	Seehöhe	172 m																																																																																																																	
charakteristische Länge (lc)	1,33 m	Heizgratlage	3401 kd																																																																																																																	
Kompattheit (A/V)	0,75 l/m	Höhe	226 d																																																																																																																	
mittlerer U-Wert (Um)	0,34 W/m²K	Norm-Außentemperatur	-12°C																																																																																																																	
LEK-Wert	31	mittlere Innentemperatur	20°C																																																																																																																	
KUMADATEN																																																																																																																				
WÄRME- UND ENERGIEBEDARF																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Referenzklima</th> <th>zonenbezogen</th> <th>Standortklima</th> <th>zonenbezogen</th> <th>Anforderungen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HWB-WG</td> <td>10960,7 kWh/a</td> <td>57,1 kWh/m²a</td> <td>11400,9 kWh/a</td> <td>59,4 kWh/m²a</td> <td>erfüllt</td> </tr> <tr> <td>HWB-NVG</td> <td>10960,7 kWh/a</td> <td>19,0 kWh/m²a</td> <td>11400,9 kWh/a</td> <td>19,6 kWh/m²a</td> <td>erfüllt</td> </tr> <tr> <td>HWB-NGe</td> <td>8200,1 kWh/a</td> <td>34,2 kWh/m²a</td> <td>8553,5 kWh/a</td> <td>34,9 kWh/m²a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>WWB</td> <td>1457,6 kWh/a</td> <td>12,3 kWh/m²a</td> <td>2152,8 kWh/a</td> <td>12,8 kWh/m²a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NBRI-1</td> <td>2152,8 kWh/a</td> <td>17,2 kWh/m²a</td> <td>2152,8 kWh/a</td> <td>17,2 kWh/m²a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NBRI-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NBRI-D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-SH</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-MW</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-WG</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTB-NVG</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>K8B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EEB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P2B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO₂</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Referenzklima	zonenbezogen	Standortklima	zonenbezogen	Anforderungen	HWB-WG	10960,7 kWh/a	57,1 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	59,4 kWh/m²a	erfüllt	HWB-NVG	10960,7 kWh/a	19,0 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	19,6 kWh/m²a	erfüllt	HWB-NGe	8200,1 kWh/a	34,2 kWh/m²a	8553,5 kWh/a	34,9 kWh/m²a		WWB	1457,6 kWh/a	12,3 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	12,8 kWh/m²a		NBRI-1	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a		K8						NBRI-C						NBRI-D						NE						HTB-SH						HTB-MW						HTB						HTB-WG						HTB-NVG						K8B						EEB						P2B						CO ₂					
Referenzklima	zonenbezogen	Standortklima	zonenbezogen	Anforderungen																																																																																																																
HWB-WG	10960,7 kWh/a	57,1 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	59,4 kWh/m²a	erfüllt																																																																																																															
HWB-NVG	10960,7 kWh/a	19,0 kWh/m²a	11400,9 kWh/a	19,6 kWh/m²a	erfüllt																																																																																																															
HWB-NGe	8200,1 kWh/a	34,2 kWh/m²a	8553,5 kWh/a	34,9 kWh/m²a																																																																																																																
WWB	1457,6 kWh/a	12,3 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	12,8 kWh/m²a																																																																																																																
NBRI-1	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a	2152,8 kWh/a	17,2 kWh/m²a																																																																																																																
K8																																																																																																																				
NBRI-C																																																																																																																				
NBRI-D																																																																																																																				
NE																																																																																																																				
HTB-SH																																																																																																																				
HTB-MW																																																																																																																				
HTB																																																																																																																				
HTB-WG																																																																																																																				
HTB-NVG																																																																																																																				
K8B																																																																																																																				
EEB																																																																																																																				
P2B																																																																																																																				
CO ₂																																																																																																																				
<small>Die Berechnungen der einzelnen Spalten basieren auf den tatsächlichen Betriebsbedingungen des Gebäudes. Die tatsächliche Energieeffizienz kann durch technische Veränderungen im Gebäude oder im Betrieb abweichen.</small>																																																																																																																				

What can't be done with the calculation via EPBD

- Effect of complex calculations (big sunspaces, double skin facades)



- Consideration of user-behaviour (window-ventilation, attendance, internal loads ...)



- Worst/best case scenarios regarding climate

Effects of the EPBD on the Design Process of Buildings

- Energy demand for heating and cooling will be relevant already in architectural competitions.
- As the first sketch of the architect fixes about 40 % of the energy demand of the building, integrated design approaches (architect, civil engineer, mechanical engineer...) will become relevant
- Building codes and subsidy schemes will use the EPBD certificates.
- Detailed questions to the building still need dynamic building simulation.

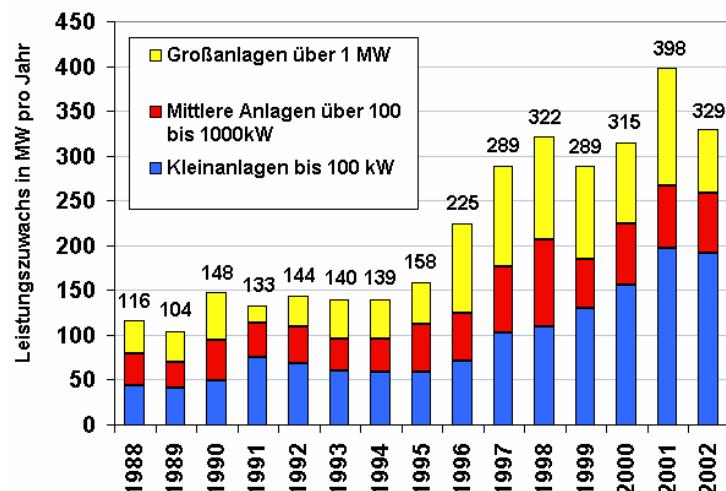
Further upcoming EU-regulations

- Draft Standardization Mandate to CEN, “Development of horizontal standardized methods for the assessment of the integrated environmental performance of buildings” (into force presumably 12/2007)
- Directive on energy end-use efficiency and energy services (into force presumably 6/2006).
(1 % increase of end-use energy efficiency per year)
- Thematic strategy for urban environment (sustainable building) (KOM(2004)60, 11.02.2004)

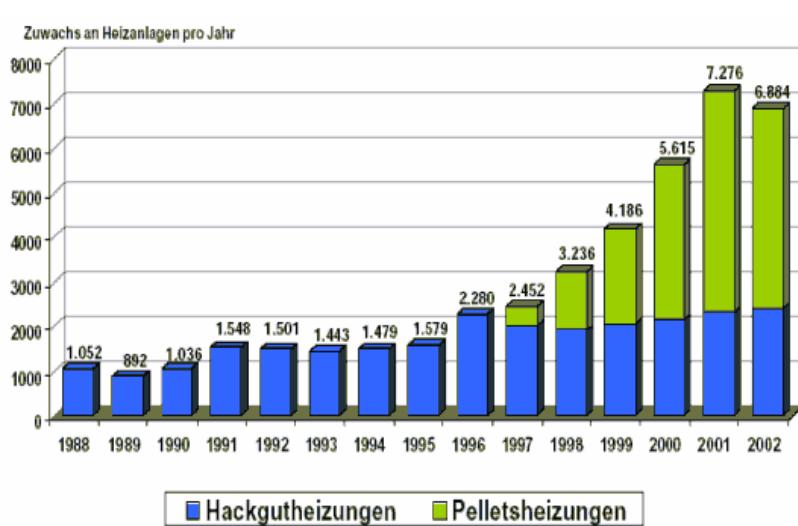
Biomass



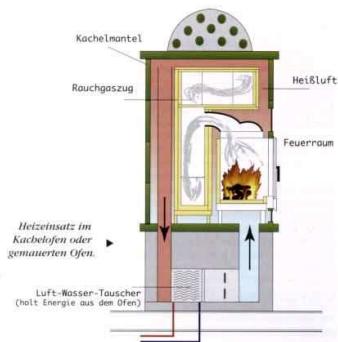
**Jährlicher Leistungszuwachs bei Hackschnitzelanlagen
(1998 - 2002)**



Yearly increase of biomass heating systems in Austria



„Kachelofen“



- Positioning that several rooms can be heated, with water HX inside a coupling to a water heating system can be done
- Efficiency about 60-70 %
- High startup emissions (cold burning chamber)

“Kaminofen”



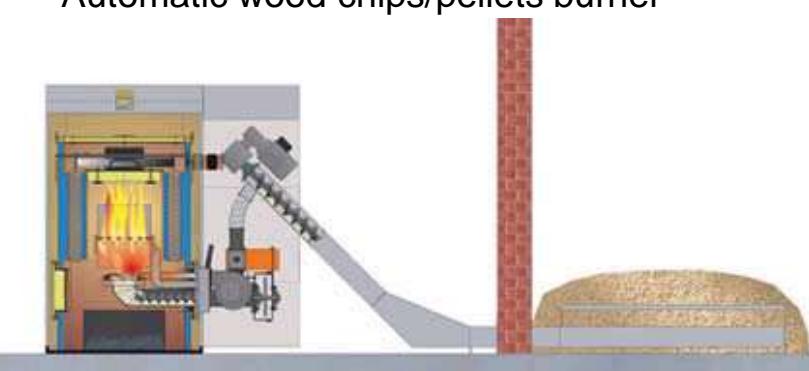
- Positioning that several rooms can be heated, with water HX inside a coupling to a water heating system can be done
- Efficiency about 60-70 %
- High startup emissions (cold burning chamber)

Log wood burner with downward flame



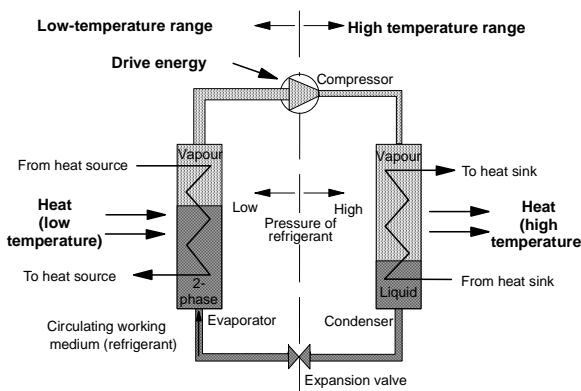
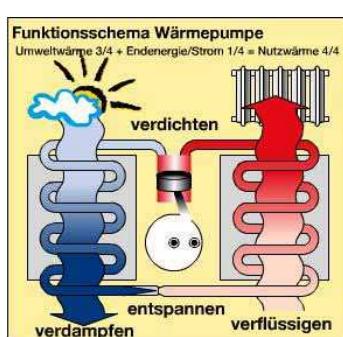
- Logs and ash is transported automatically downwards
- Logs are dried before burned
- Burning chamber is NOT cooled

Automatic wood chips/pellets burner

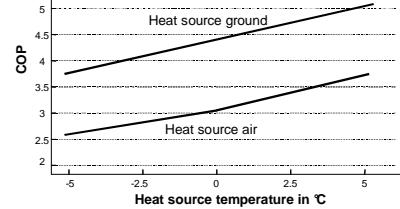
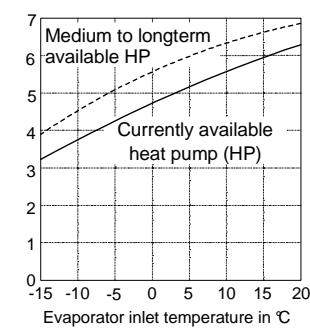
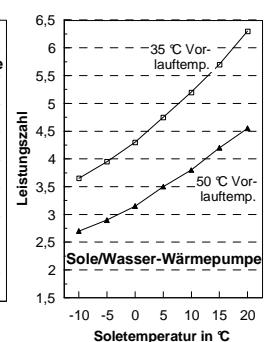
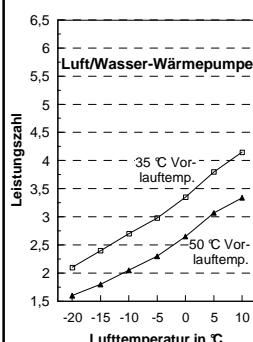


- Similar maintenance as oil or gas burners
- Similar emissions as oil burner
- Slightly higher investment than oil burner
- Biomass store has to be reached by the blowing tube of the truck

Heat pumps

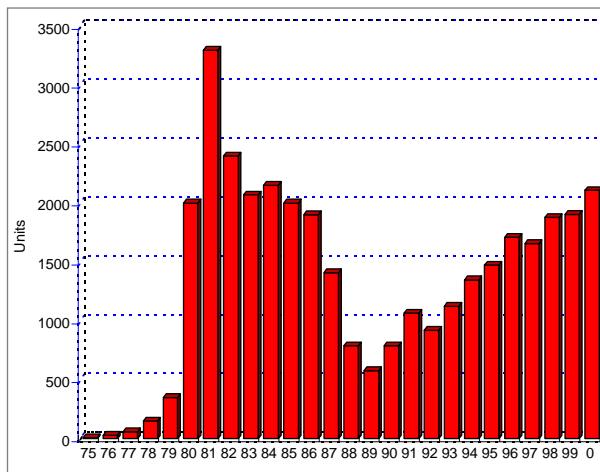


Heat pump COP and boundary conditions

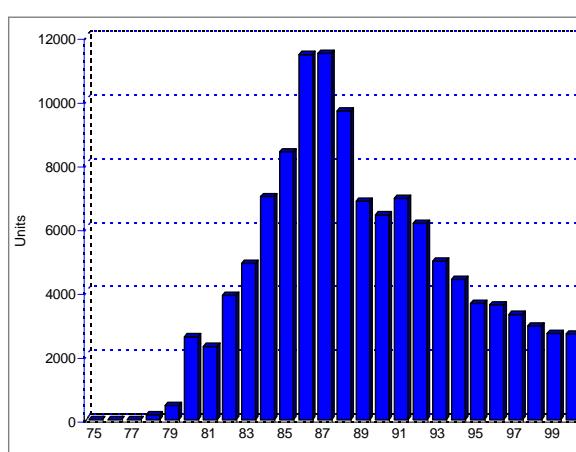


Quelle: Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006

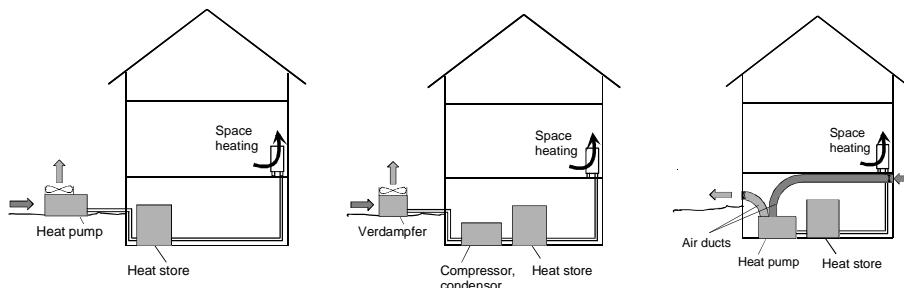
Space heating heat pumps in Austria



Domestic hot water heat pumps in Austria

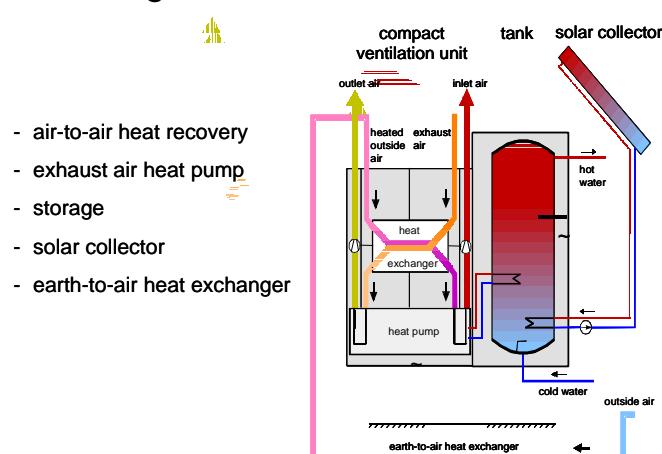


Ambient air as heat source

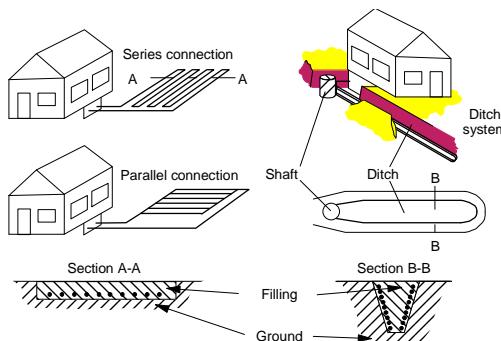


Quelle: Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006

Compact heating and domestic hot water unit



Source: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, 2000

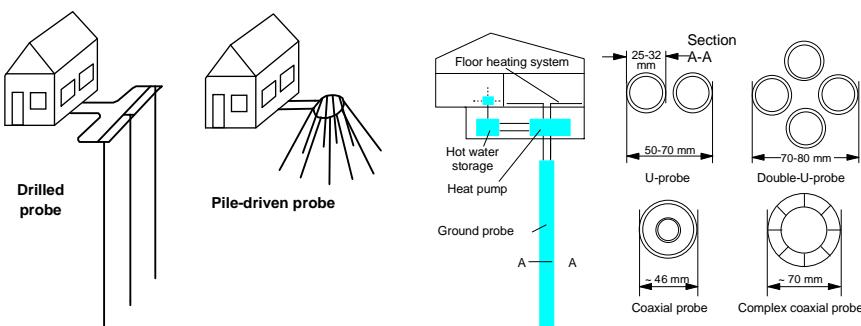


Ground as heat source

Type of soil	Withdrawn heat capacity
Dry, sandy soil	10 – 15 W/m ²
Humid, sandy soil	15 – 20 W/m ²
Dry loamy soil	20 – 25 W/m ²
Humid loamy soil	25 – 30 W/m ²
Water saturated sand/gravel	30 – 40 W/m ²

Quelle: Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006, VDI 4640

Ground as heat source



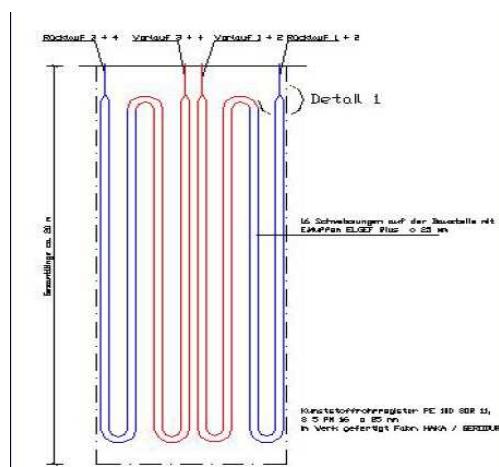
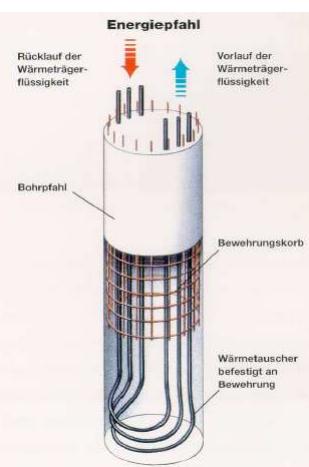
Quelle: Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006

	1 800 h/a	2 400 h/a
General guidelines		
Bad subsoil (dry loose rocks)	25 W/m	20 W/m
Solid rock subsoil, water-saturated loose rock	60 W/m	50 W/m
Solid rock with high heat conductivity	84 W/m	70 W/m
Individual soils		
Gravel, sand, dry	< 25 W/m	< 20 W/m
Gravel, sand, carrying water	65 – 80 W/m	55 – 65 W/m
Gravel, sand, strong groundwater flow, for small systems.	80 – 100 W/m	80 – 100 W/m
Clay, loam, moist	35 – 50 W/m	30 – 40 W/m
Limestone (solid)	55 – 70 W/m	45 – 60 W/m
Sandstone	65 – 80 W/m	55 – 65 W/m
Acidic magmatites (e. g. granite)	65 – 85 W/m	55 – 70 W/m
Alkaline magmatites (e. g. basalt)	40 – 65 W/m	35 – 55 W/m
Gneiss	70 – 85 W/m	60 – 70 W/m

The requirement for using the table: only heat withdrawal (heating incl. hot water) takes place; length of the individual ground probes between 40 and 100 m; smallest space between two ground probes would be a minimum of 5 m for ground probe lengths of 40 to 50 m or at least 6 m for ground probes with lengths of over 50 to 100 m. Suitable ground probes are double-U probes with an individual tube diameter of 25 or 32 mm or coaxial probes with at least a diameter of 60 mm. The values given above can fluctuate considerably, depending on rock formations such as crevasses, foliation and weathering.

Quelle: Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006, VDI 4640

Energy poles



Quelle: Sauerwein, Bilfinger Berger,

Vorgefertigter Bewehrungskorb



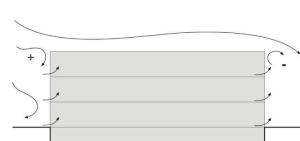
Energy poles

Verteilerstation Energiepfähle

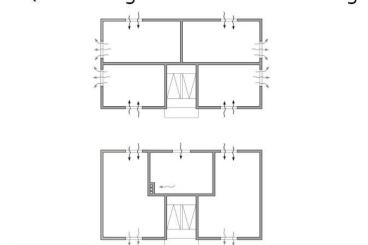


Natural ventilation

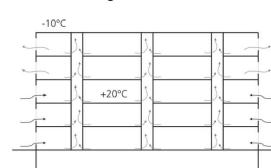
Natürliche Luftströmung durch Gebäude



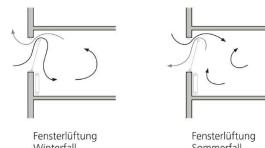
Querlüftung bei natürlicher Lüftung



Schachtwirkung durch thermischen Auftrieb



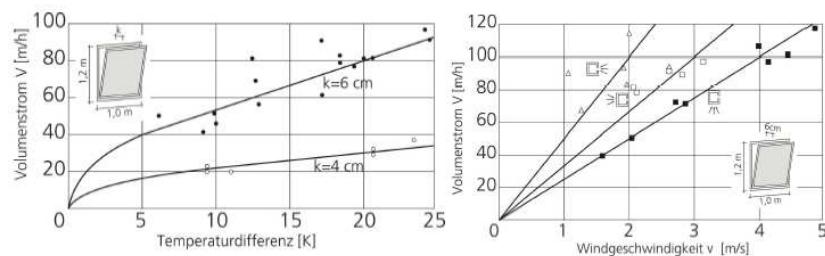
Natürliche Lüftung Sommer/Winter



Quelle: Bohne, Skript techn.
Gebäudeausrüstung, UNI-Hannover

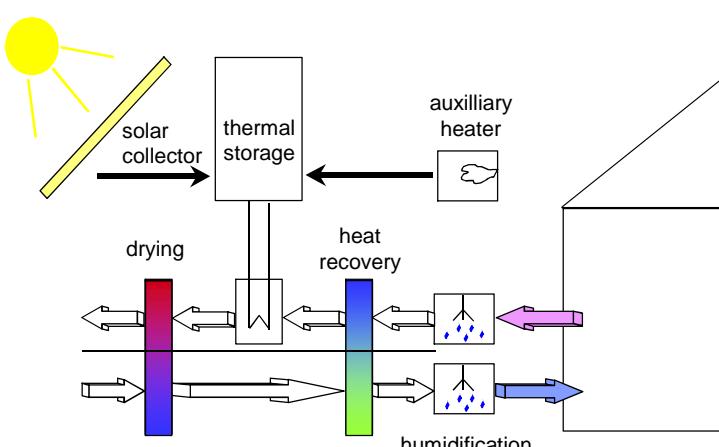
Natural ventilation

Luftaustausch bei natürlicher Lüftung durch Temperaturdifferenz und Windgeschwindigkeit

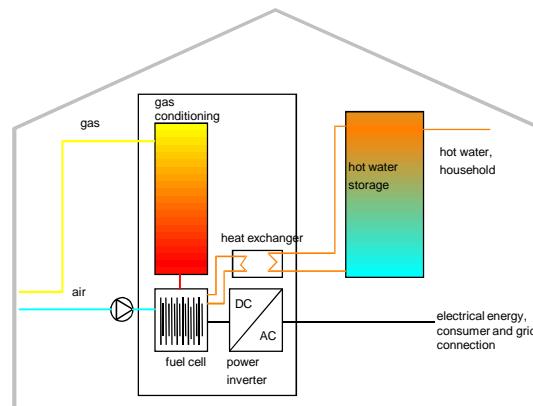


Quelle: Bohne, Skript techn.
Gebäudeausrüstung, UNI-Hannover

Solar dessicant cooling



Domestic fuel cell system



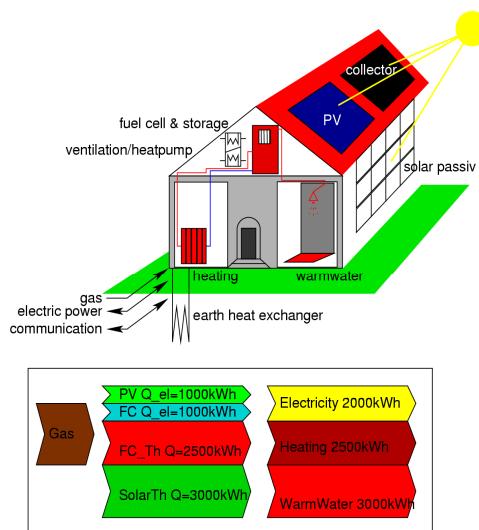
New control strategies

Higher efficiency

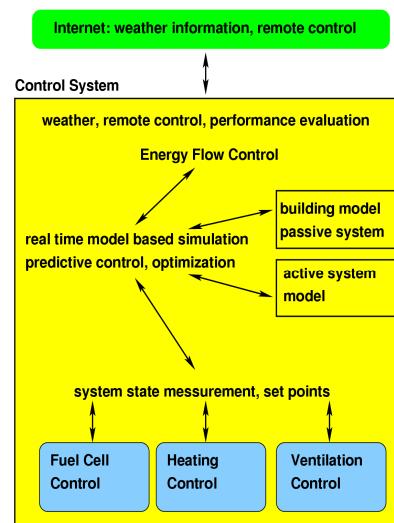
Total energy supply concepts

Integration into the grids

Concept of the domestic supply with fuel cells



Control strategy



Summary

New materials enable new systems

New systems enable new energy concepts for buildings

New control strategies enable an optimized energy supply

Always under consideration of comfort and health, cost and economy and available resources