

# 페시브아우스의 단열 및 장오기술

2011. 06. 07



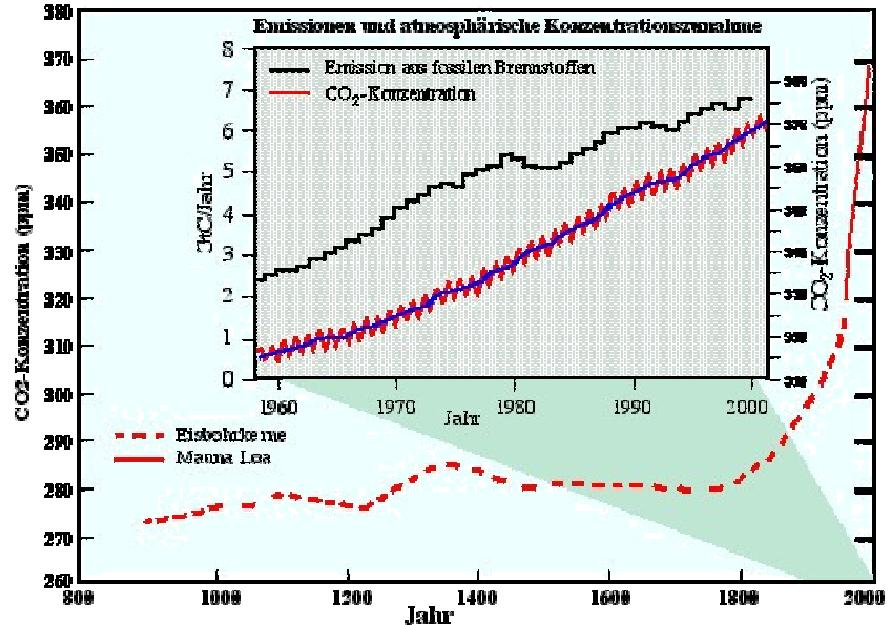
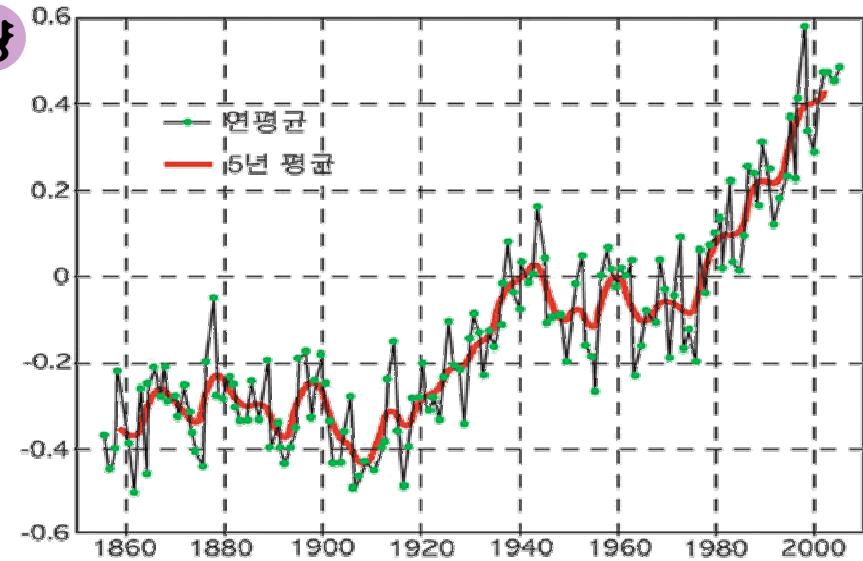
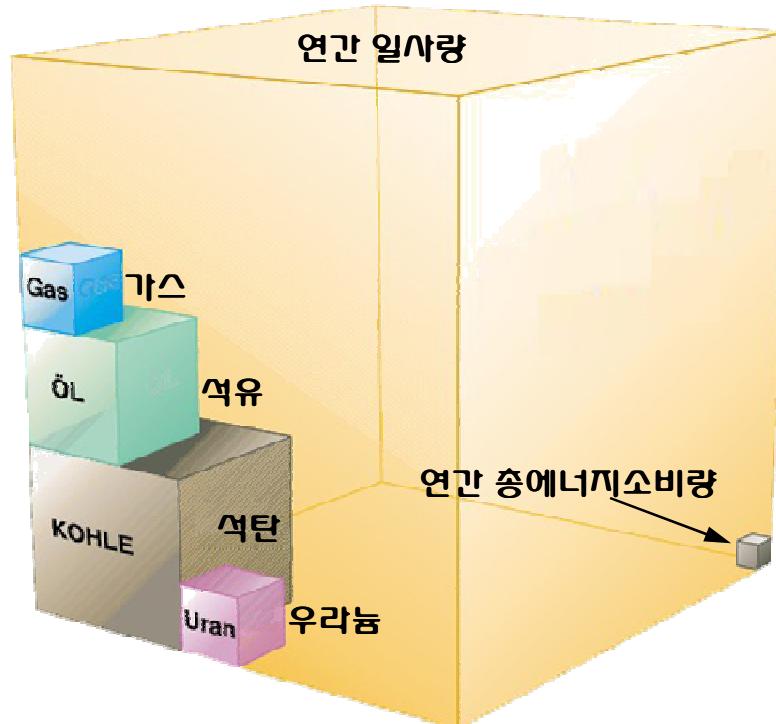
한국건설기술연구원  
KOREA INSTITUTE OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY

건축도시연구본부 건축·계획환경연구실  
수석연구원 윤용상

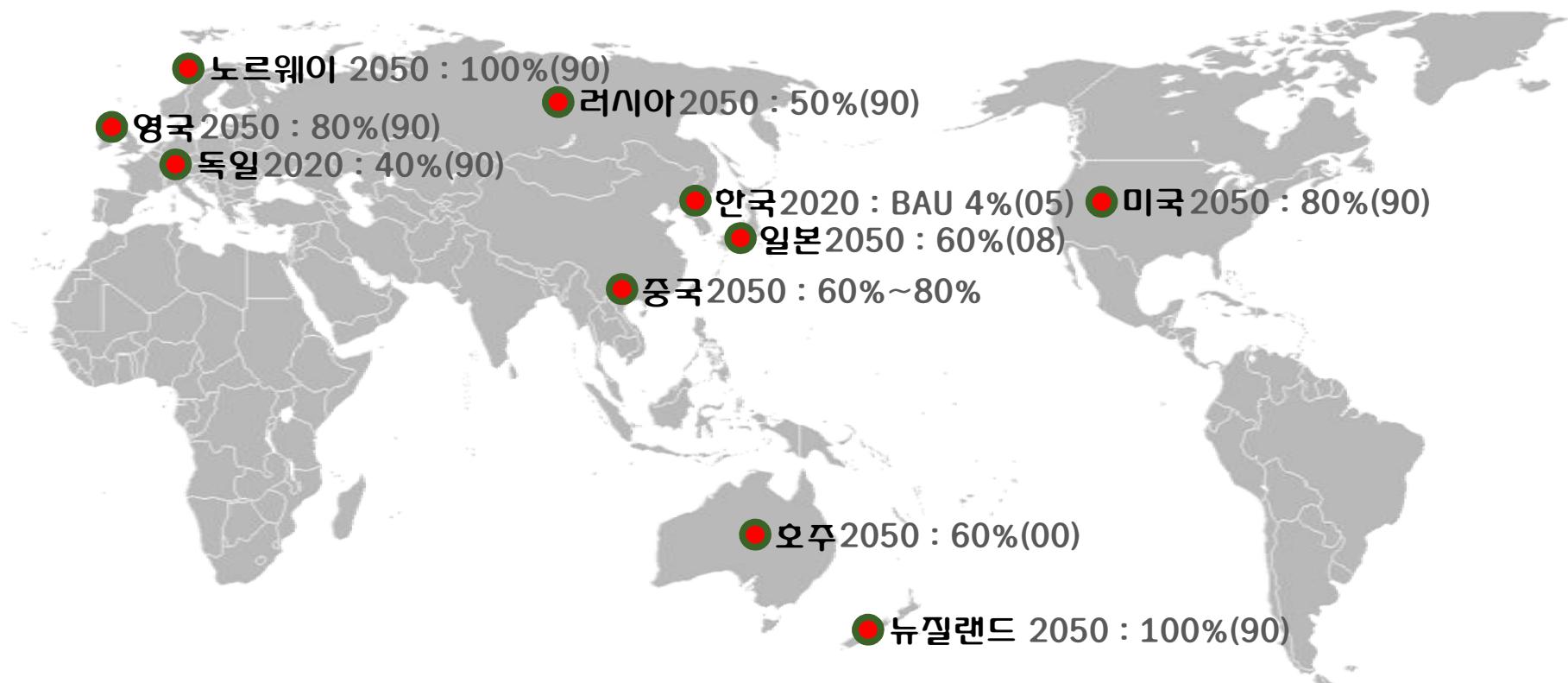
# 패시브아우스 필요성 – 자원 고갈 및 기후변화 대응

## 연평균기온 변화 및 CO<sub>2</sub> 배출량

## 에너지원별 보유량 vs 소비량

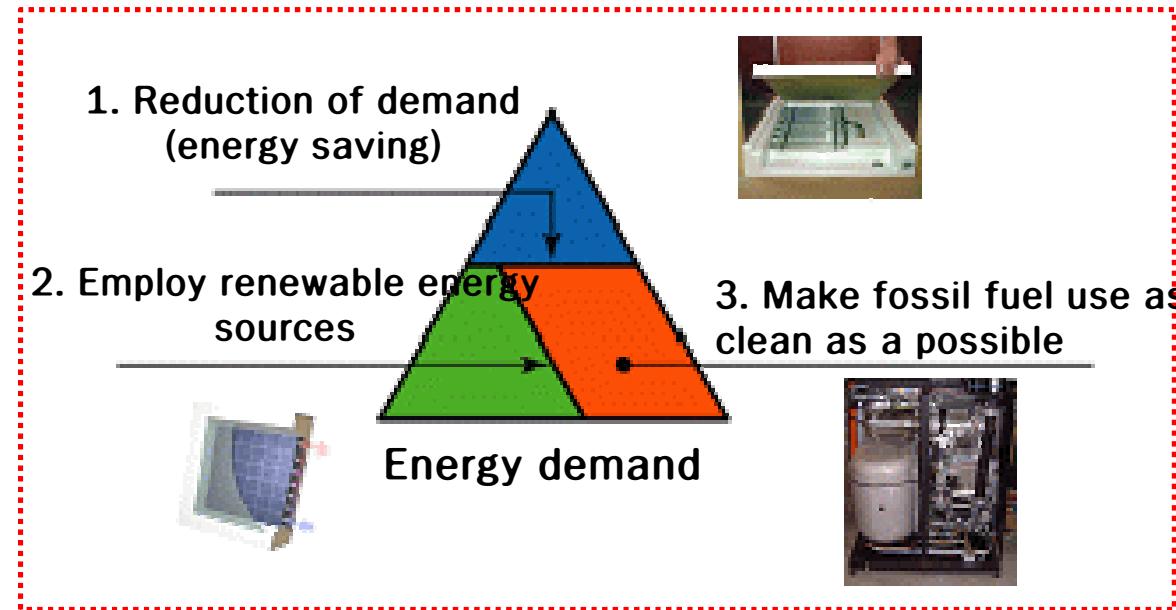


## 패시브아우스 필요성 – 포스트 교토 온실가스 감축 목표(안)



# 패시브아우스 필요성 – 건물부문 온실가스 저감 컨셉

## ❖ IEA(국제에너지기구) 제로 에미션 빌딩을 위한 3개 범주



### 건물부문 에너지컨셉

1. 에너지 절감

2. 신·재생에너지 사용

3. 정정에너지 사용

1. 이산화탄소 저감

2. 에너지자립도 양상

3. 에너지·자원 순환성 양상

# 패시브아우스 필요성 – 에너지절약 설계기준 강화



- 에너지와 탄소배출량 평가 의무화 : 2008년 5월부터 모든 신축주택에 적용
- 탄소제로 의무화 : 2016년부터 모든 신축 주택에 적용
- 2050년까지 전력생산에서 화석 연료 사용 제로, 이산화탄소 배출량 최소 60% 저감
- 2030년까지 모든 주택 에너지 효율화

## ❖ The Code for Sustainable Homes

([www.communities.gov.uk](http://www.communities.gov.uk))

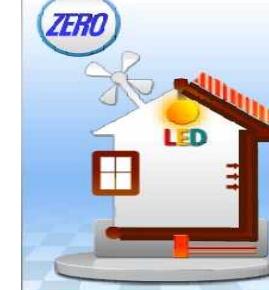


Building Regulation Part L 대비 CO<sub>2</sub> 배출 저감률  
Code level 1 – 10%  
Code level 2 – 18%  
Code level 3 – 25%  
Code level 4 – 44%  
Code level 5 – 100%  
Code level 6 – Zero carbon (inc. appliances)

# 패시브아우스 필요성 – 에너지절약 설계기준 강화



(출처: '09.11 보도자료)



## 주거용 건물

연간에너지 소비량

현 수준 대비 30%  
(냉난방에너지 50%)  
연간에너지 소비량  
현 수준 대비 15%

패시브하우스 수준

(연간에너지 소비 현 수  
준 대비 60% 이상 개선)  
연간에너지 소비량  
현 수준 대비 30%

## 비주거용 건물

제로에너지하우스 수준  
(외부에서 유입되는 에  
너지가 없는 수준)

연간에너지 소비량  
현 수준 대비 60%

재정부 정부 부처 최초로 에너지 사용량 목표관리제 실시 (2009.12.16)

:국세청 등 4개 외청, 산하기관 함께 에너지 사용량 감축계획 수립

# 패시브아우스 개요

## 정의

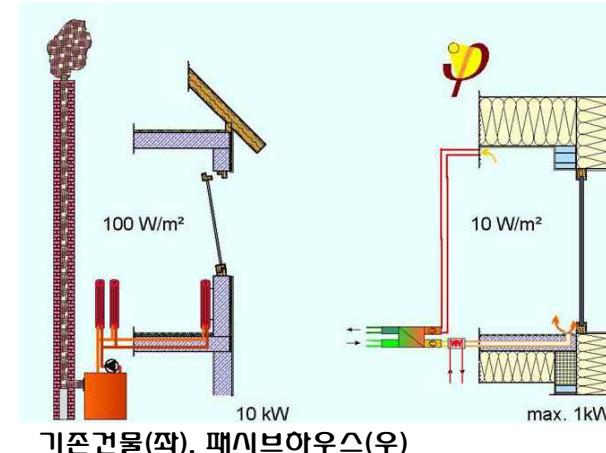
- 실내공기질에 요구되는 공기의 재가열 또는 재냉각을 통해  
열적으로 쾌적한 공간 창출이 가능한 건물
- 기존 난방 – 또는 공조시스템 없이 쾌적한 실내환경 창출이  
가능한 건물

## 성능기준

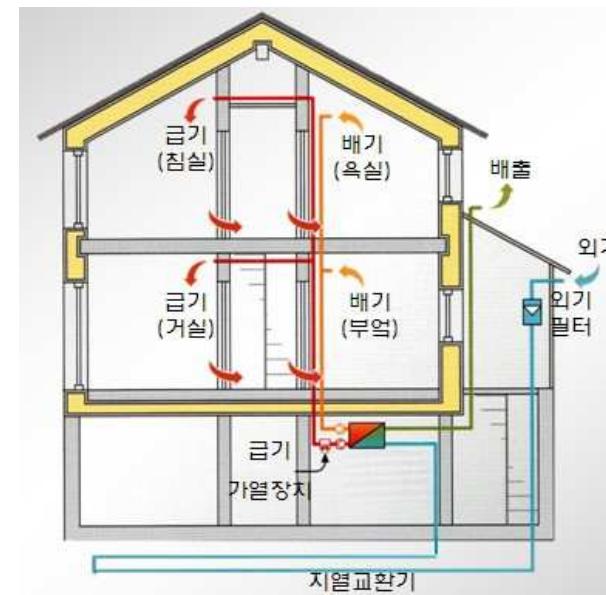
- 난방에너지 요구량  $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- 열에너지 요구량  $\leq 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- 난방, 급탕, 완기, 전력에 대한 1차에너지소요량  $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

## 시방기준

- 고단열 성능,  $U \leq 0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  [대략  $0.06 \sim 0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ]
- 슈퍼 유리 및 장틀,  $U \leq 0.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ,  $g \geq 0.5$  [설치 시  $\dot{V} < 0.85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ]
- 50pa에서 침기기에 의한 완기량  $\leq 0.6 \text{ h}^{-1}$
- 배기 폐열 외수장치 요율,  $\eta \geq 75\%$
- 가변형 차양장치
- 열교 free  $\psi < 0.01 \text{ W}/(\text{mK})$
- 지열을 이용하여 급기 예열
- 고효율 가전제품

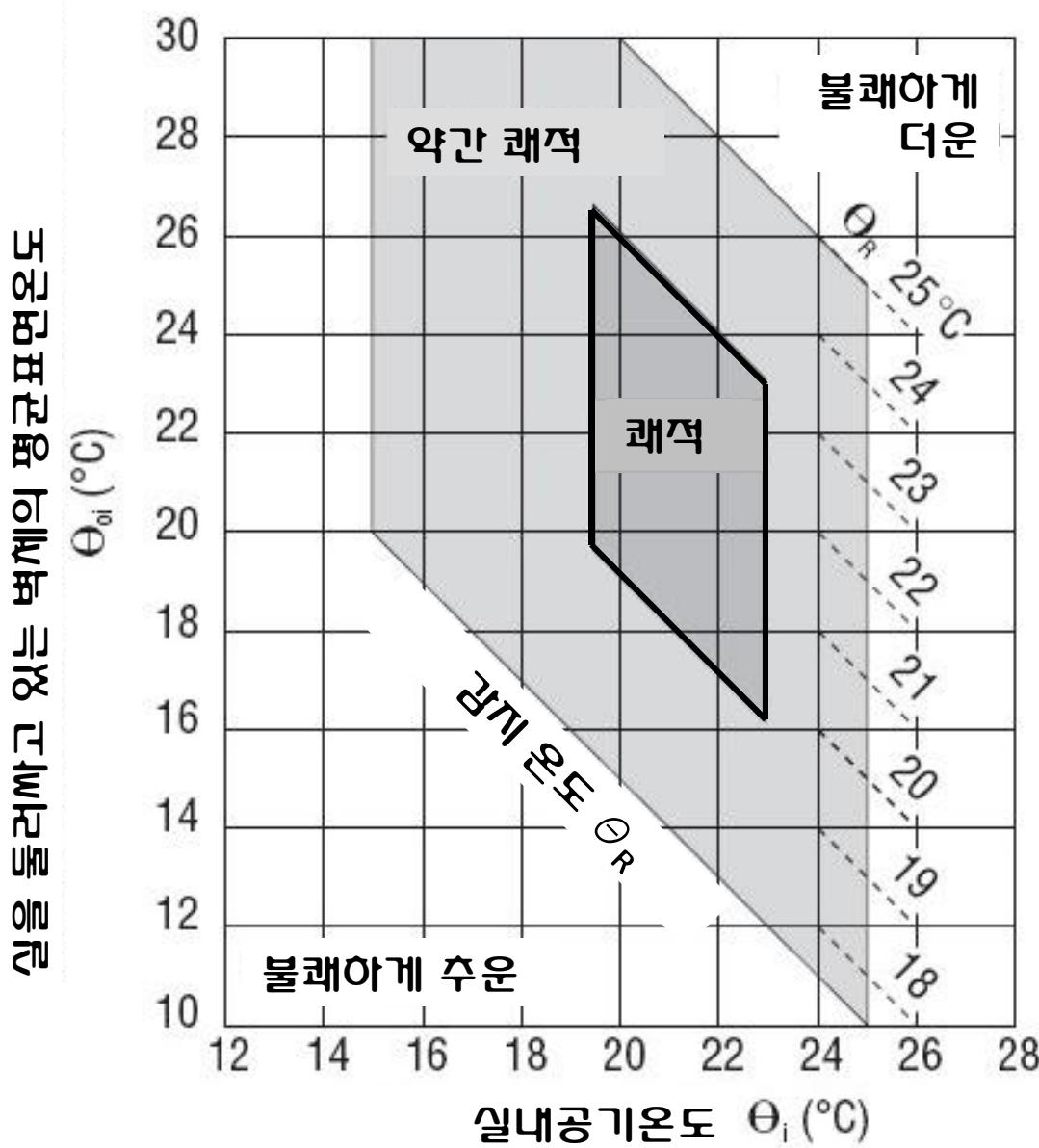


기존 건물(좌), 패시브아우스(우)



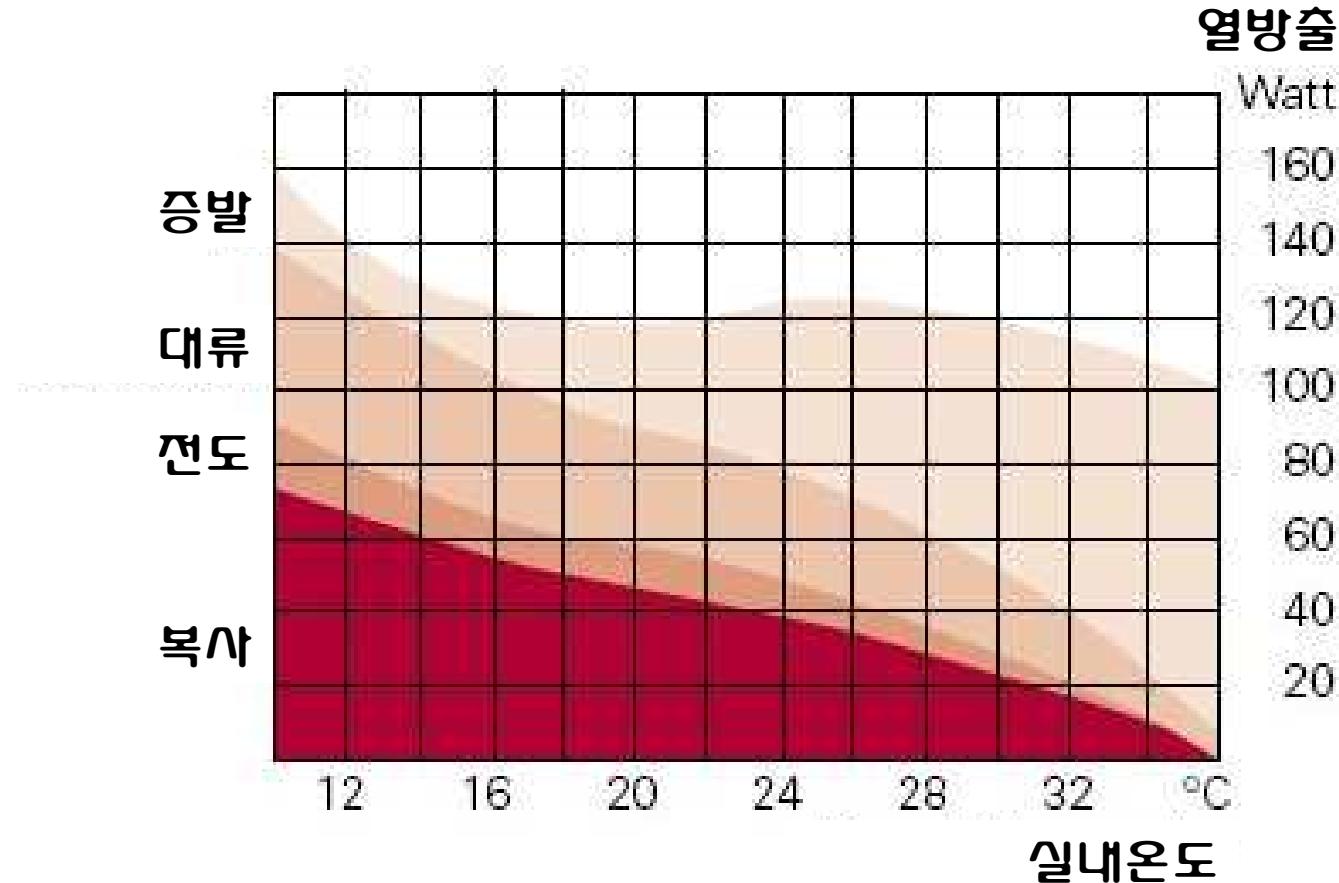
패시브아우스 개념도

# 패시브아우스 개요 – 쾌적한 열환경



$$\theta_R = \frac{\theta_{oi} + \theta_i}{2}$$

## 패시브아우스 개요 – 인체의 열적 평형



인간은 앙상  $37 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 의 체온을 유지해야 생존할 수 있다. 섭취한 음식물이 체내에서 산화하는 과정에서 열이 발생하는데, 체온을 일정하게 유지하기 위하여 인체는 이 열을 복사, 전도, 대류, 증발을 통하여 주변으로 발산한다.

# 패시브하우스 개요 – 난방부아

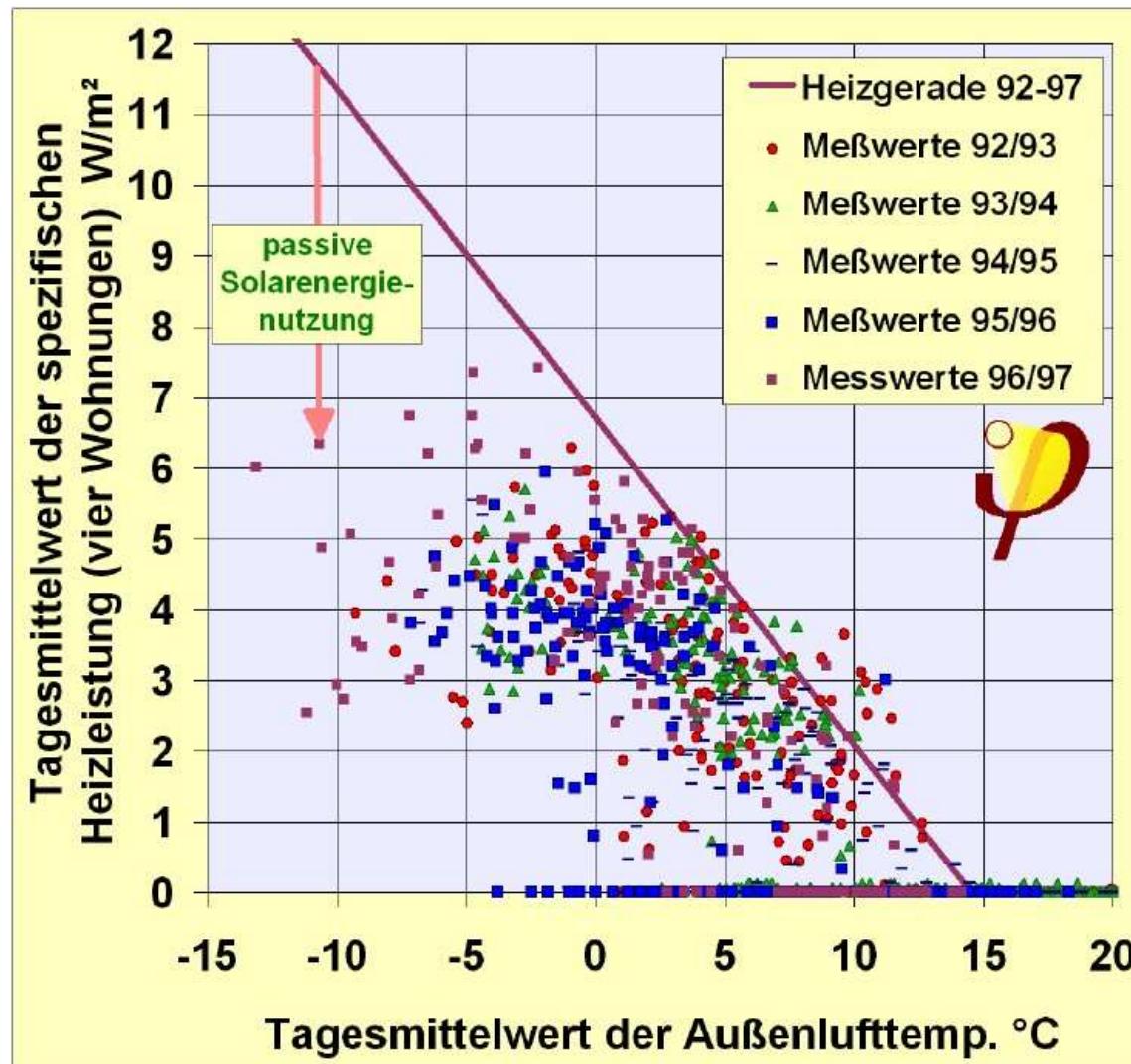
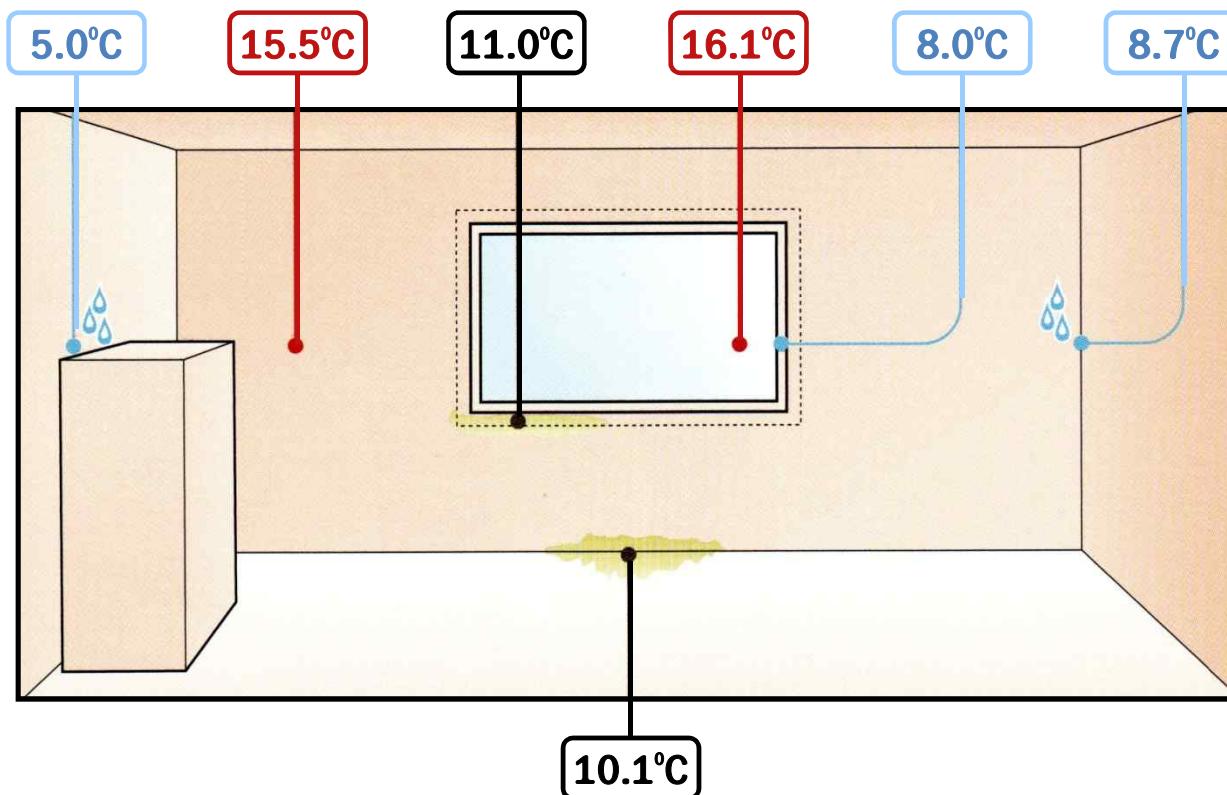


Abbildung 7: Gemessene Heizleistungen und Heizkurve für fünf Heizperioden im Passivhaus Darmstadt-Kranichstein. Die Extrem situation des Winters 1996/97 ist in dieser Darstellung klar

## 패시브아우스 개요 – 높은 벽체표면온도

>> 기존 건물 수준 – 낮은 벽체표면온도로 결로 발생



>> 패시브아우스 수준 – 벽체표면온도  $\geq 16^{\circ}\text{C}$

# 패시브아우스 개요 – 높은 창외표면온도

## 쾌적한 열환경

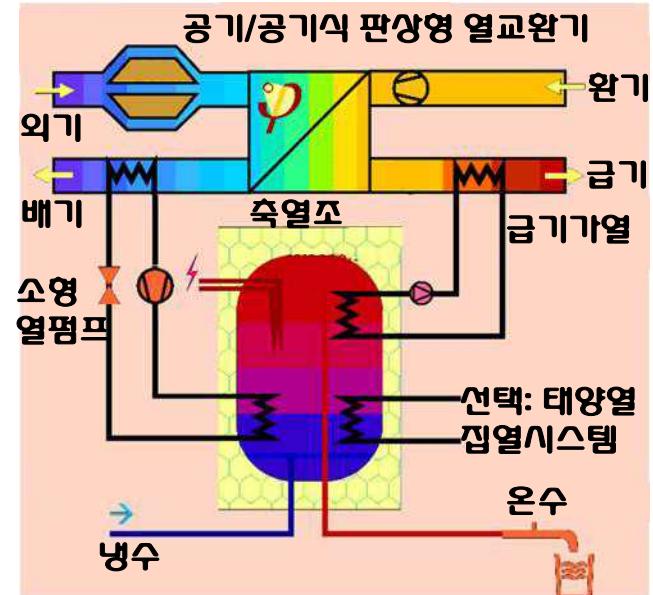
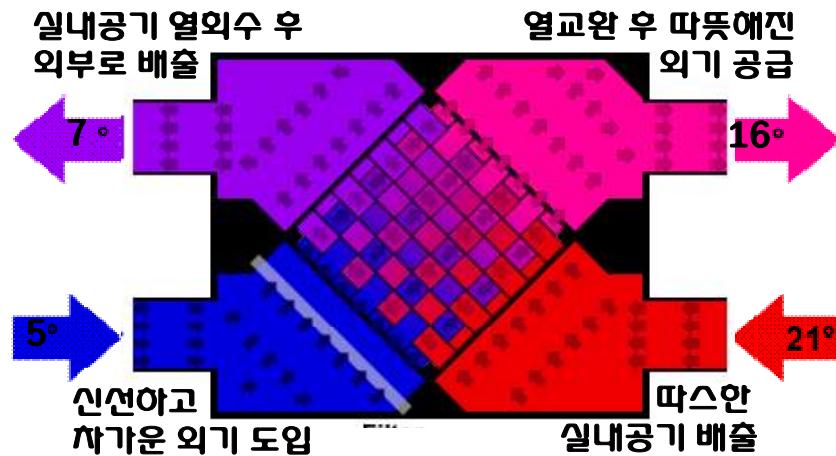
- 고단열 창외 사용으로 영하 기온에서 실내측 유리표면의 평균온도  $16^{\circ}\text{C}$  이상
- 창외부분 냉기가 거의 없음
- 실 전체에 대해 쾌적한 공간 창출



# 패시브아우스 요소기술 – 폐열외수 완기

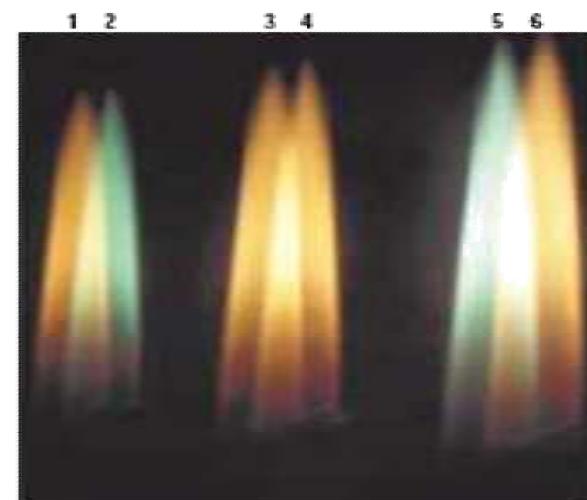
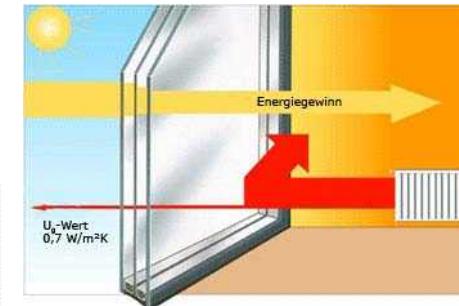
## 쾌적한 공기환경

### 교차형 열교환기 작동원리

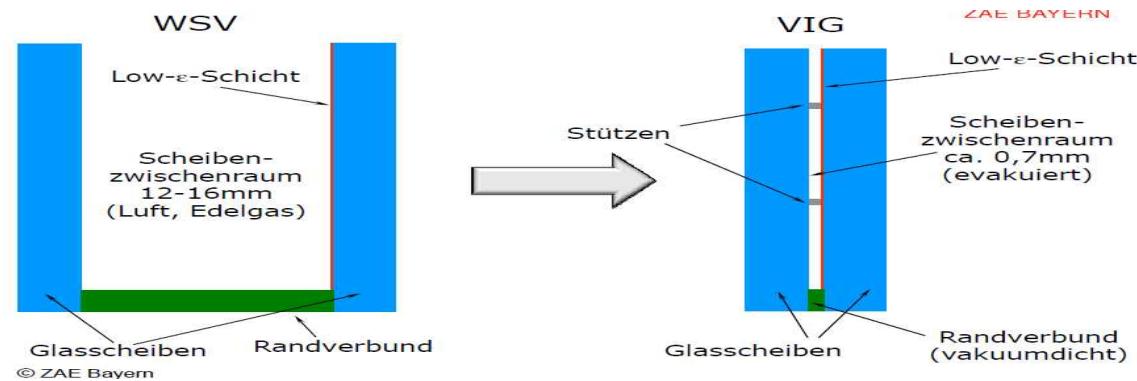
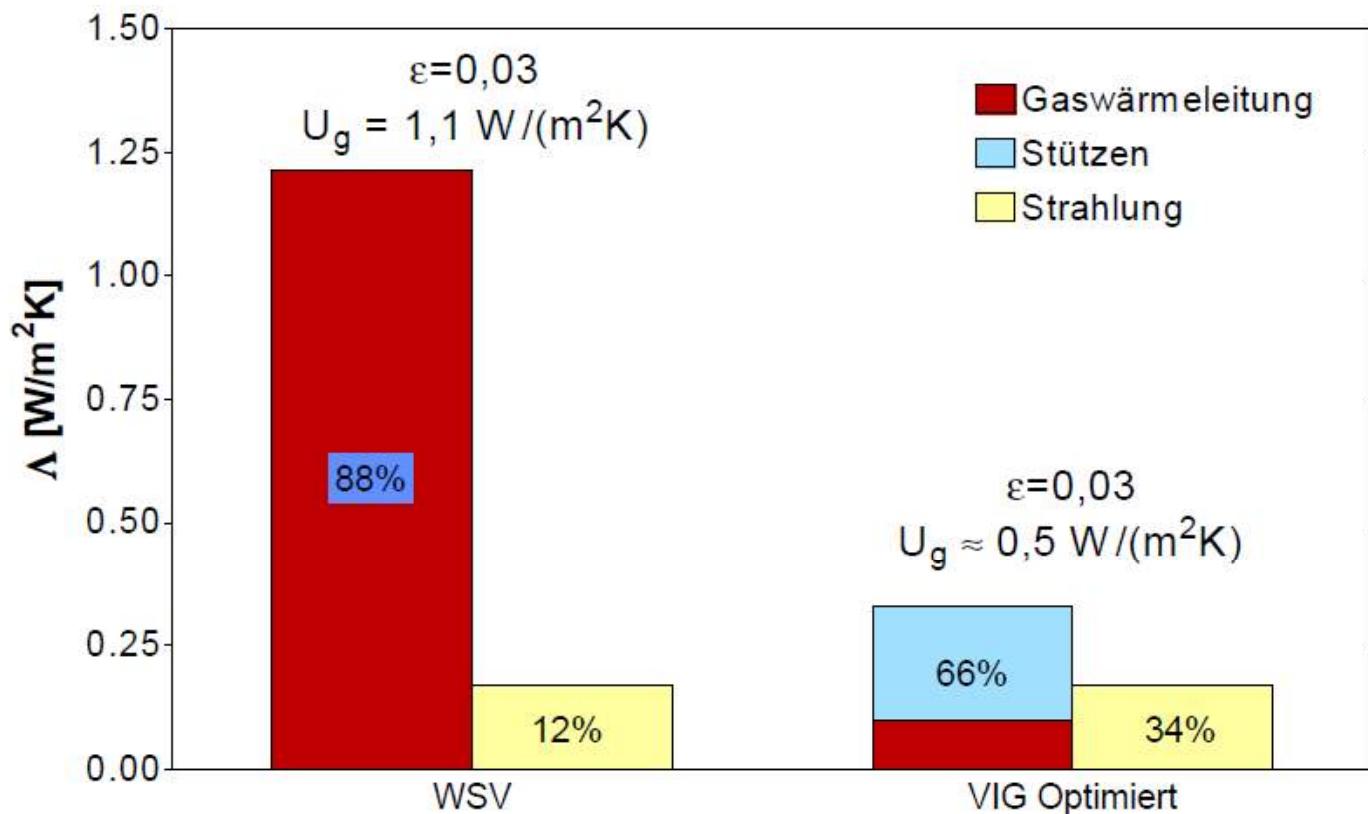


# 패시브하우스 요소기술 – 고효율 유리

Einscheiben Verglasung	2fach Verglasung mit Lufschicht, Alu Randverbund	2fach WSG mit Beschichtung auf 3, Edelgasfüllung aber Alu-Randverbund	3fach WSG mit Be- schichtung auf 2 und 5, thermisch getrenntem Randverbund und Edelgasfüllung
$U_g = 5,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$U_g = 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$U_g = 1,0 \dots 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$U_g = 0,5 \dots 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
$\theta = -2^\circ\text{C}$	$\theta = 9^\circ\text{C}$	$\theta \geq 14^\circ\text{C}$	$\theta \geq 17^\circ\text{C}$
$g = 0,85$	$g = 0,76$	$g = 0,5 \dots 0,65$	$g = 0,4 \dots 0,6$

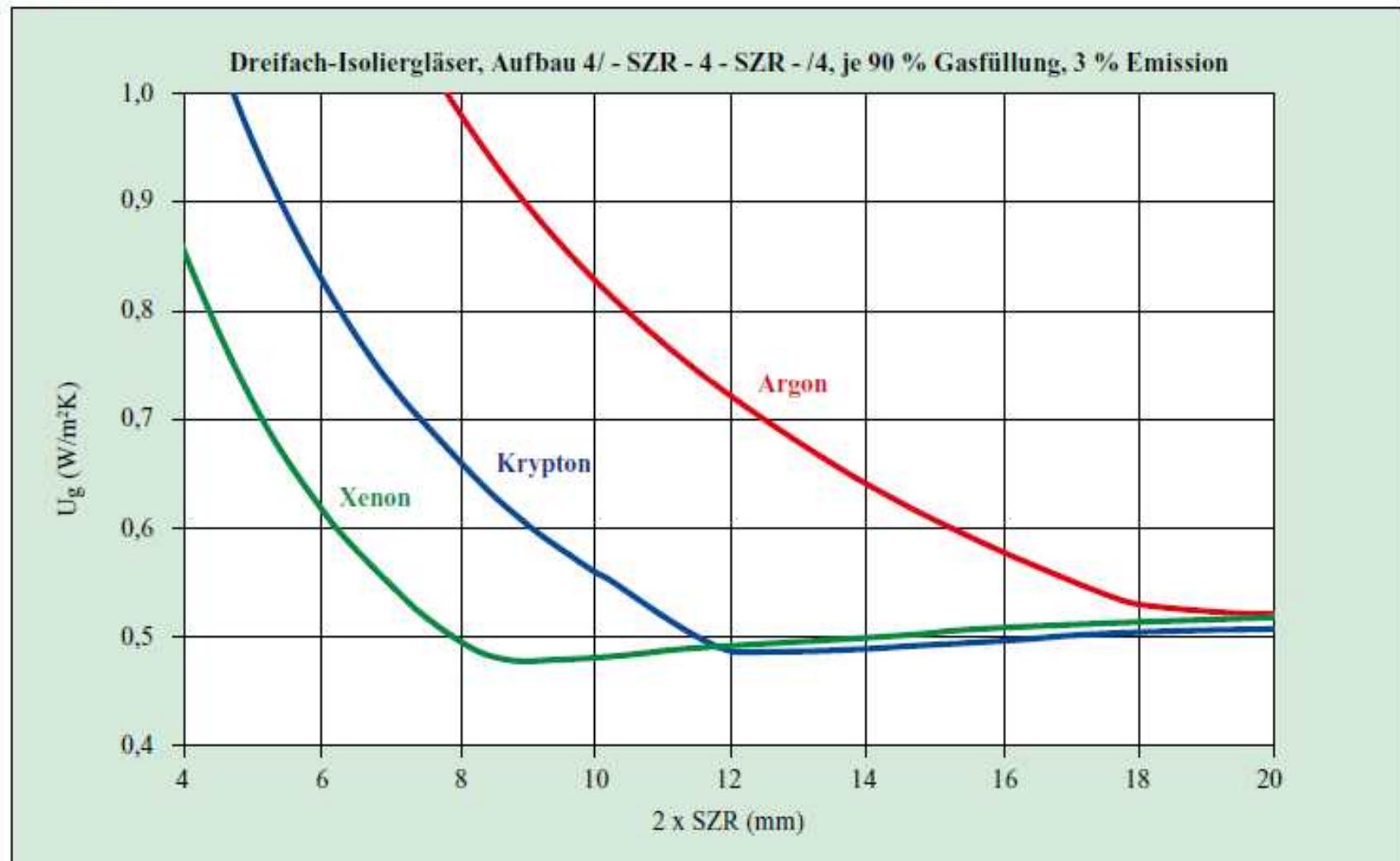


# 패시브아우스 요소기술 – 고효율 창호 단열성능 비교



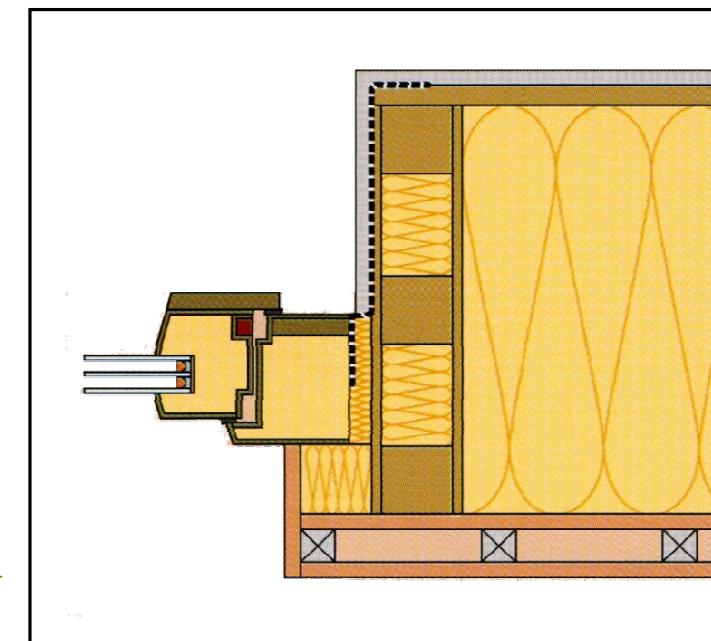
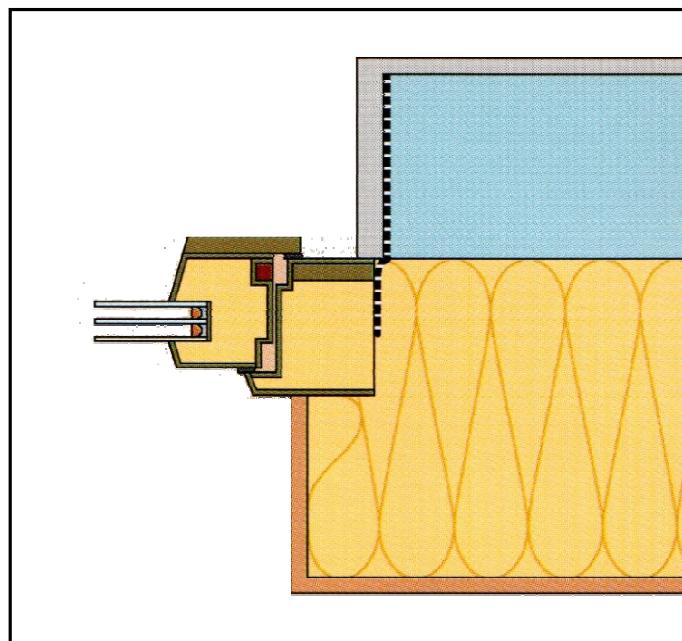
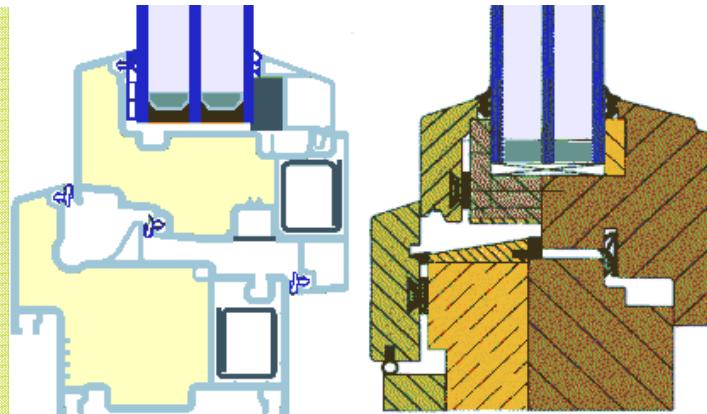
# 패시브아우스 요소기술 – 가스 충전 두께에 따른 열관류 성능

Abbildung 4

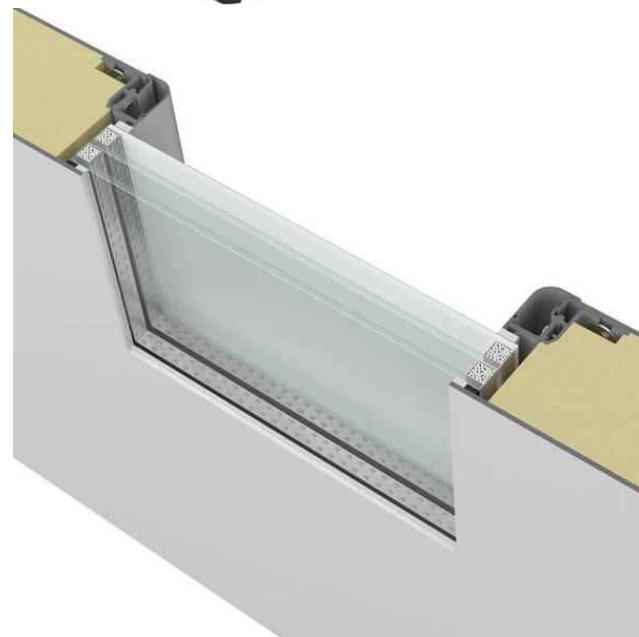
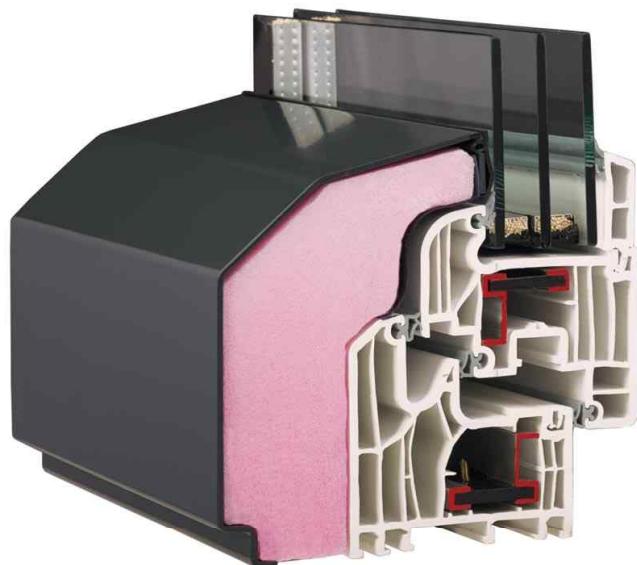


## 패시브하우스 요소기술 – 고효율 창오시스템

- 열관류율 값 :  $U \leq 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 유리 : 3중 Low-E 유리, 단열 간봉
- 창오면적에서 창틀이 차지하는 비율 : 30~40%
- 기존 창틀 :  $U = 1.5\sim2.0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 창을 단열재 위에 앉혀 열교 없애기



## 패시브아우스 요소기술 – 고효율 창오시스템

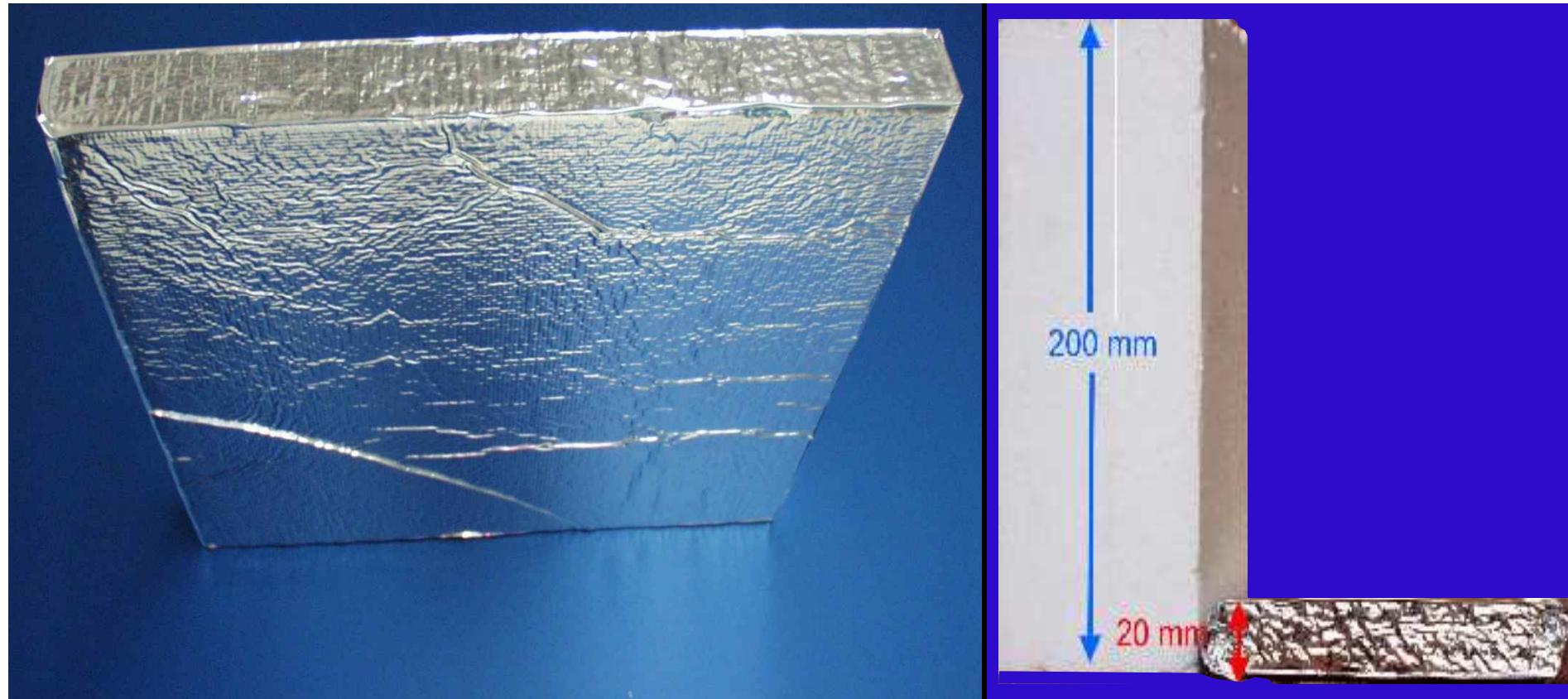


## 패시브아우스 요소기술 – 고효율 단열성능



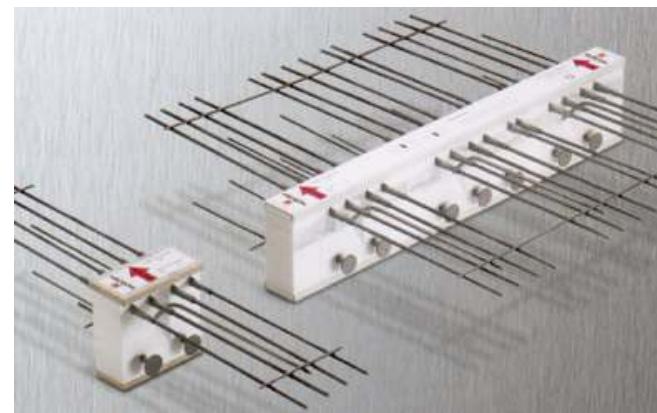
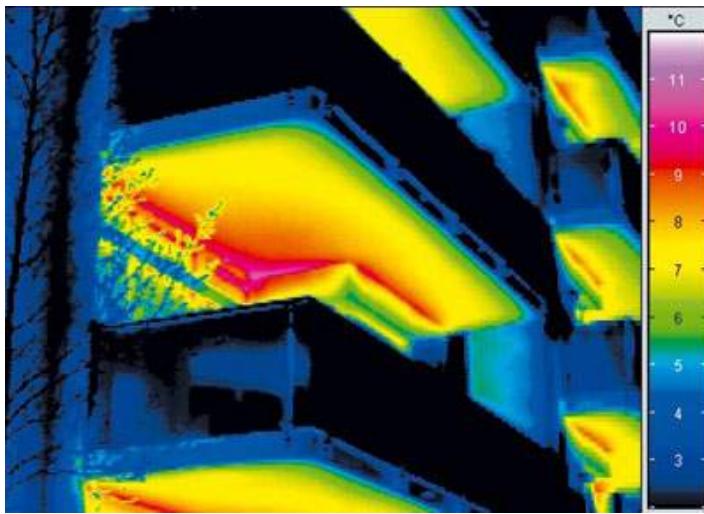
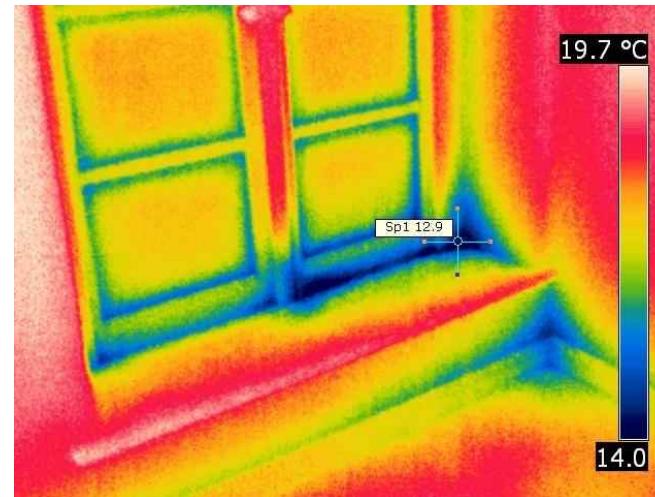
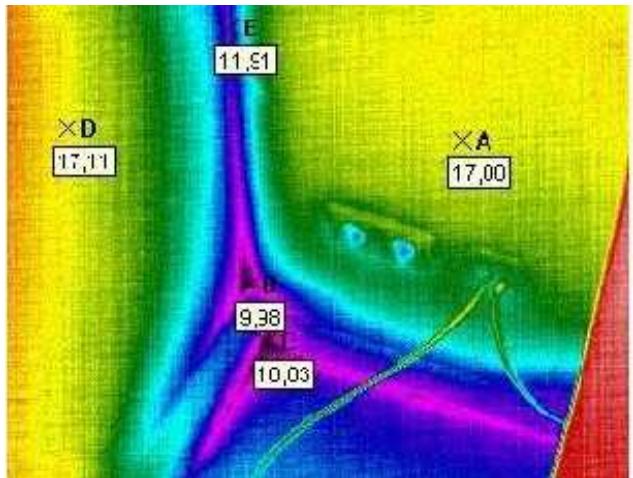
- 외기에 접하는 부위 열관류율,  $U \leq 0.15 \text{W/m}^2\text{K}$
- 일반 단열재 25~40cm 쪽용
- 진공단열재는 일반단열재 대비 8~10배 성능
- 진공 단열재 10~40mm 쪽용

## 패시브아우스 요소기술 – 단열성능 비교

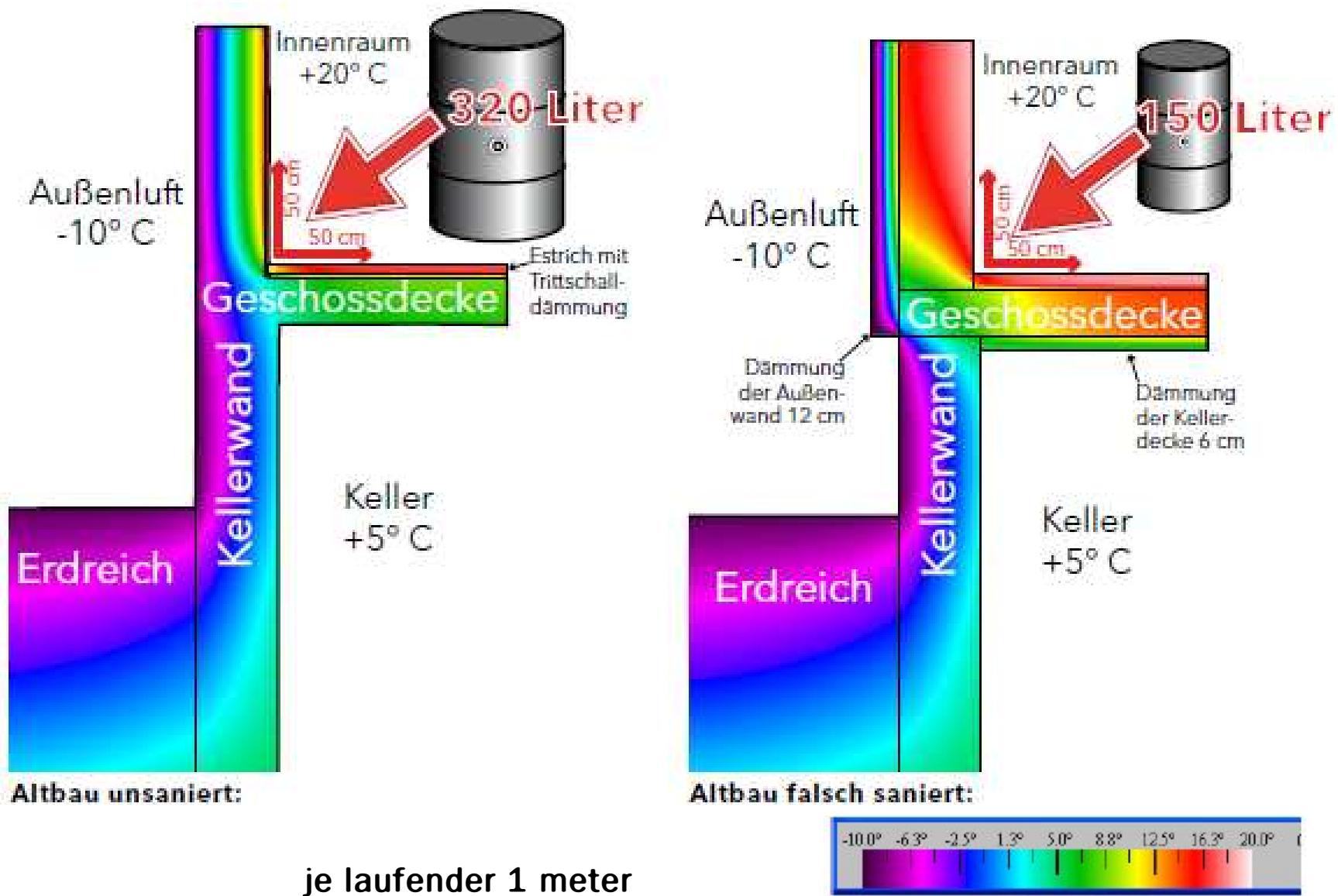


© ZAE Bayern

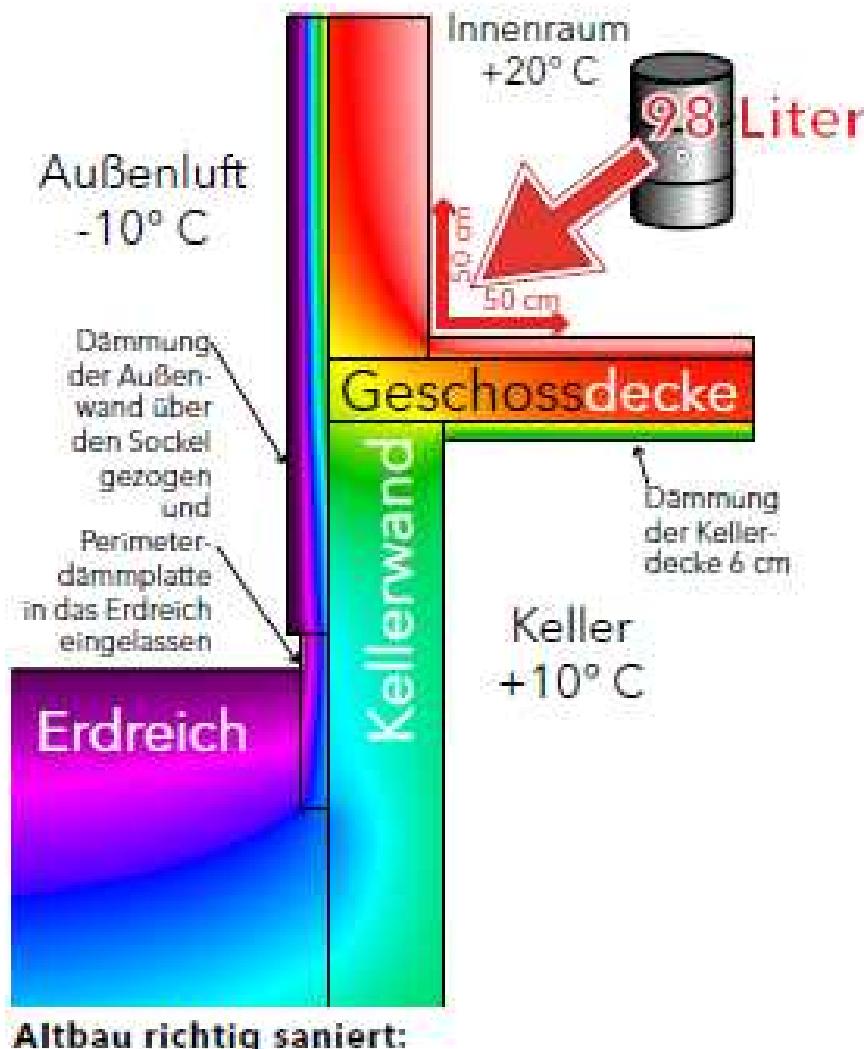
# 패시브하우스 요소기술 – 열교 free



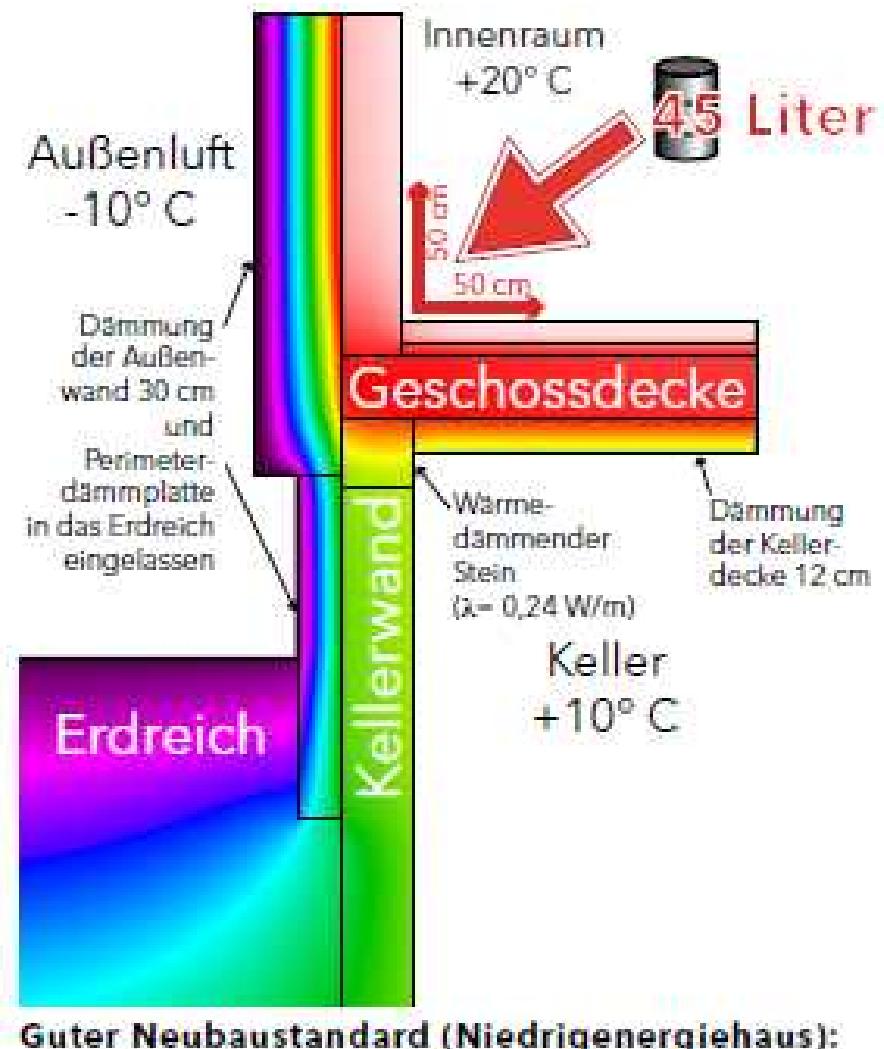
# 패시브아우스 요소기술 – 열교 free



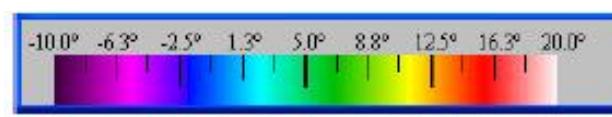
# 패시브아우스 요소기술 – 열교 free



je laufender 1 meter

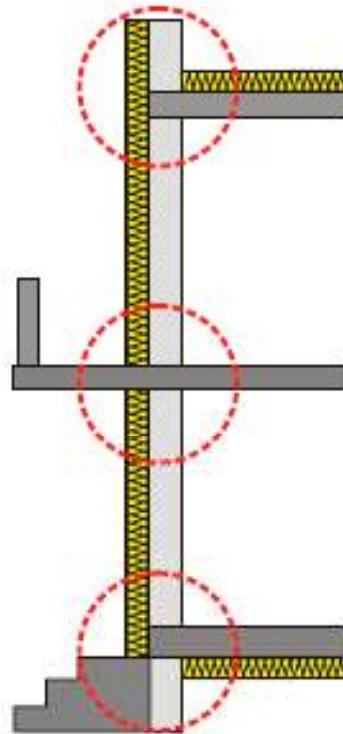


Guter Neubaustandard (Niedrigenergiehaus):

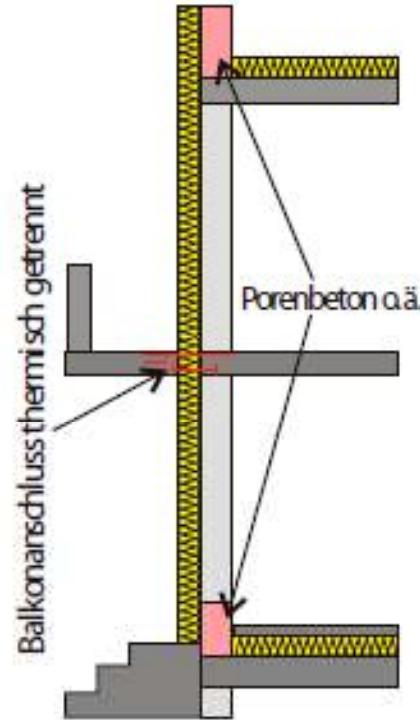


Die Zuordnung der Temperaturen zu den Farbverläufen in den vier Grafiken oben.

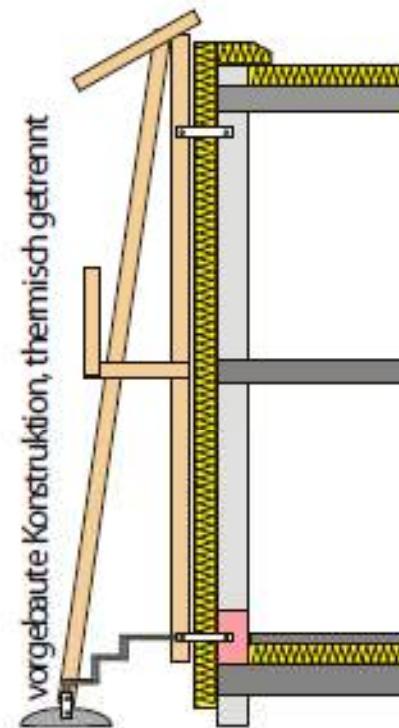
# 패시브아우스 요소기술 – 열교 free



ganz schlecht, aber  
leider immer noch  
Baupraxis



schon besser,  
normal geplant

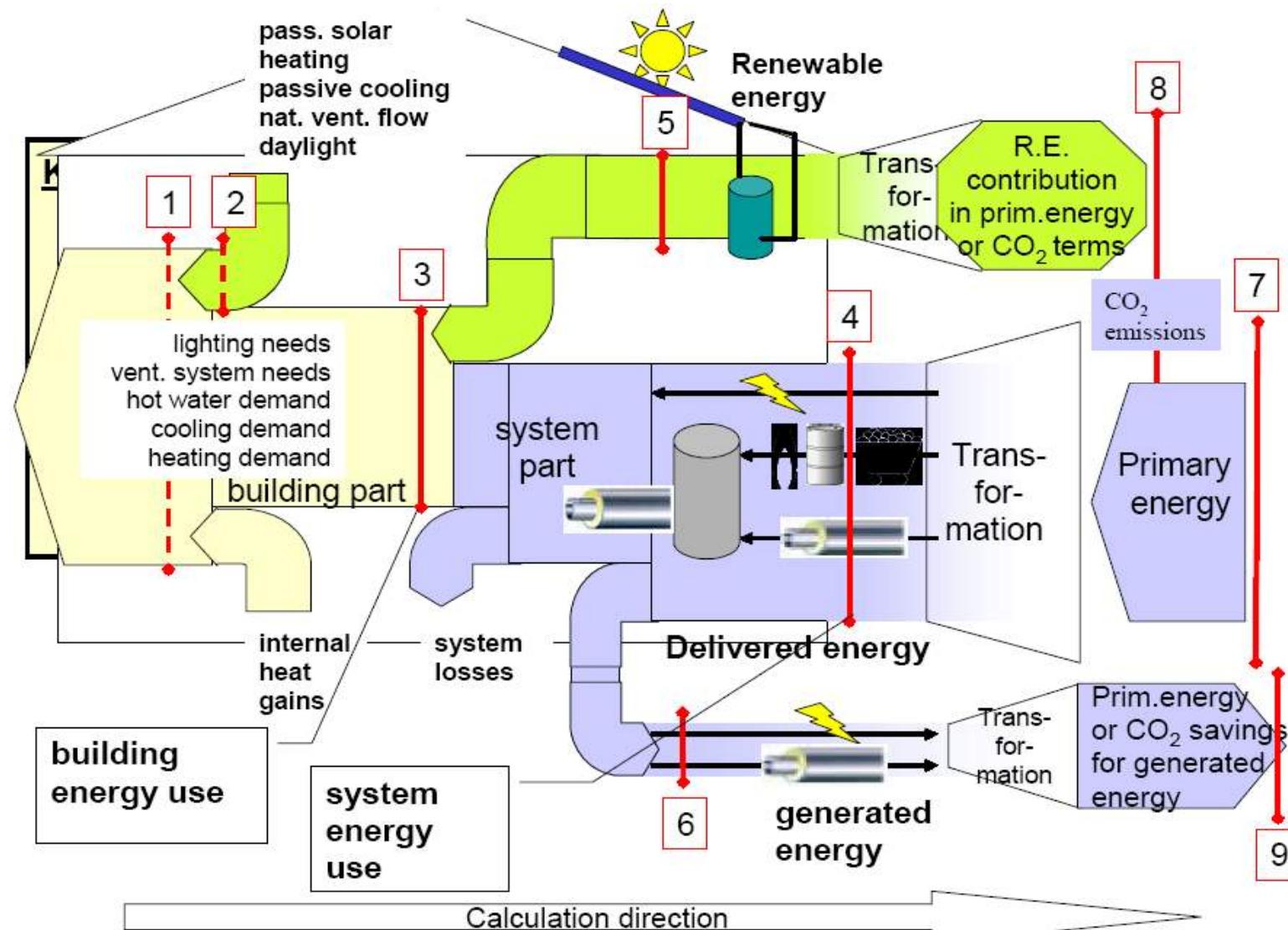


Wärmebrücken  
optimal konstruktiv  
vermieden

Regeln zur Vermeidung von Wärmebrücken im Massivbau

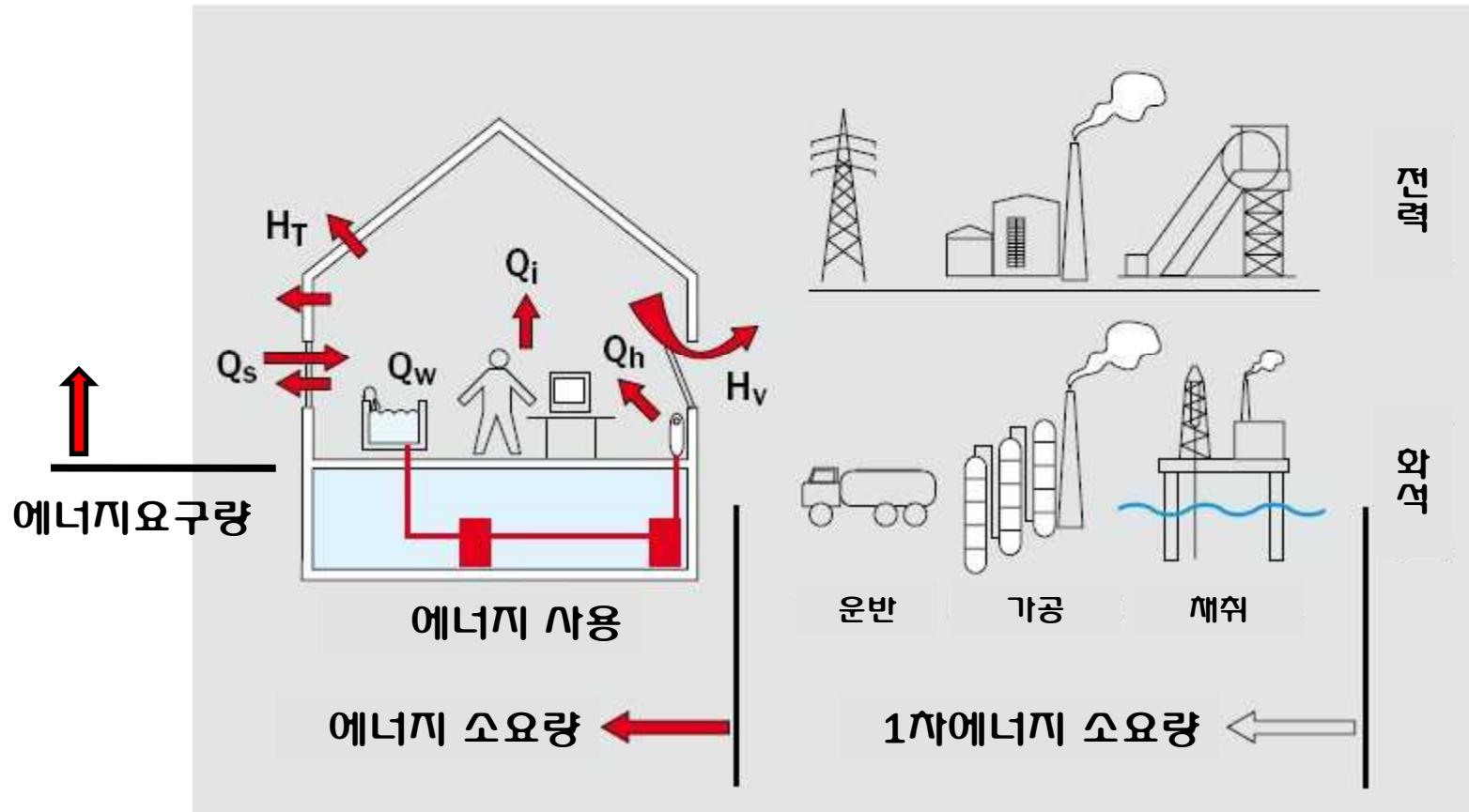
# 패시브아우스 개요 – 건물 에너지성능 평가방법

(ISO 13790 건물 에너지성능 평가 개요도)

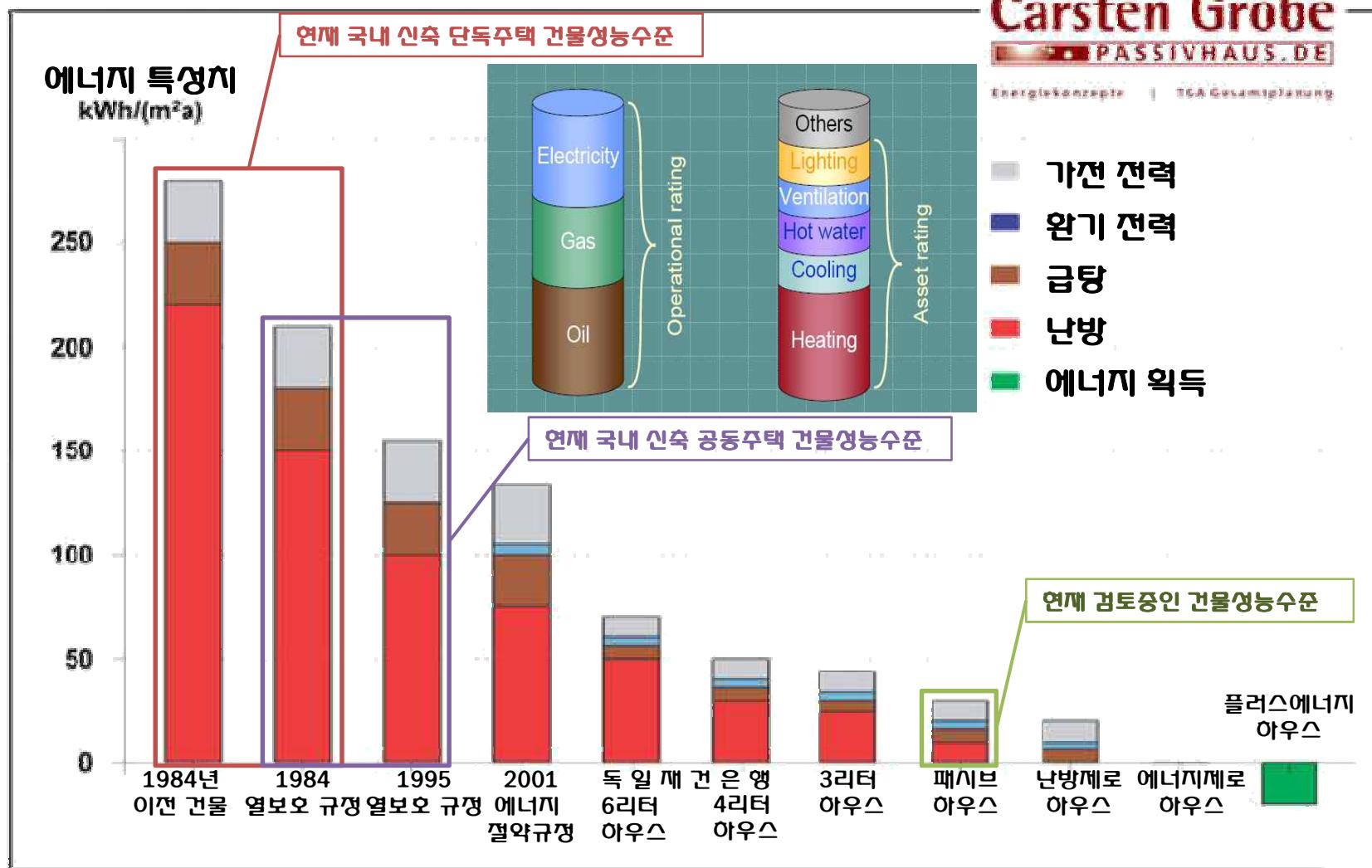


# 패시브아우스 개요 – 건물 에너지성능 평가방법

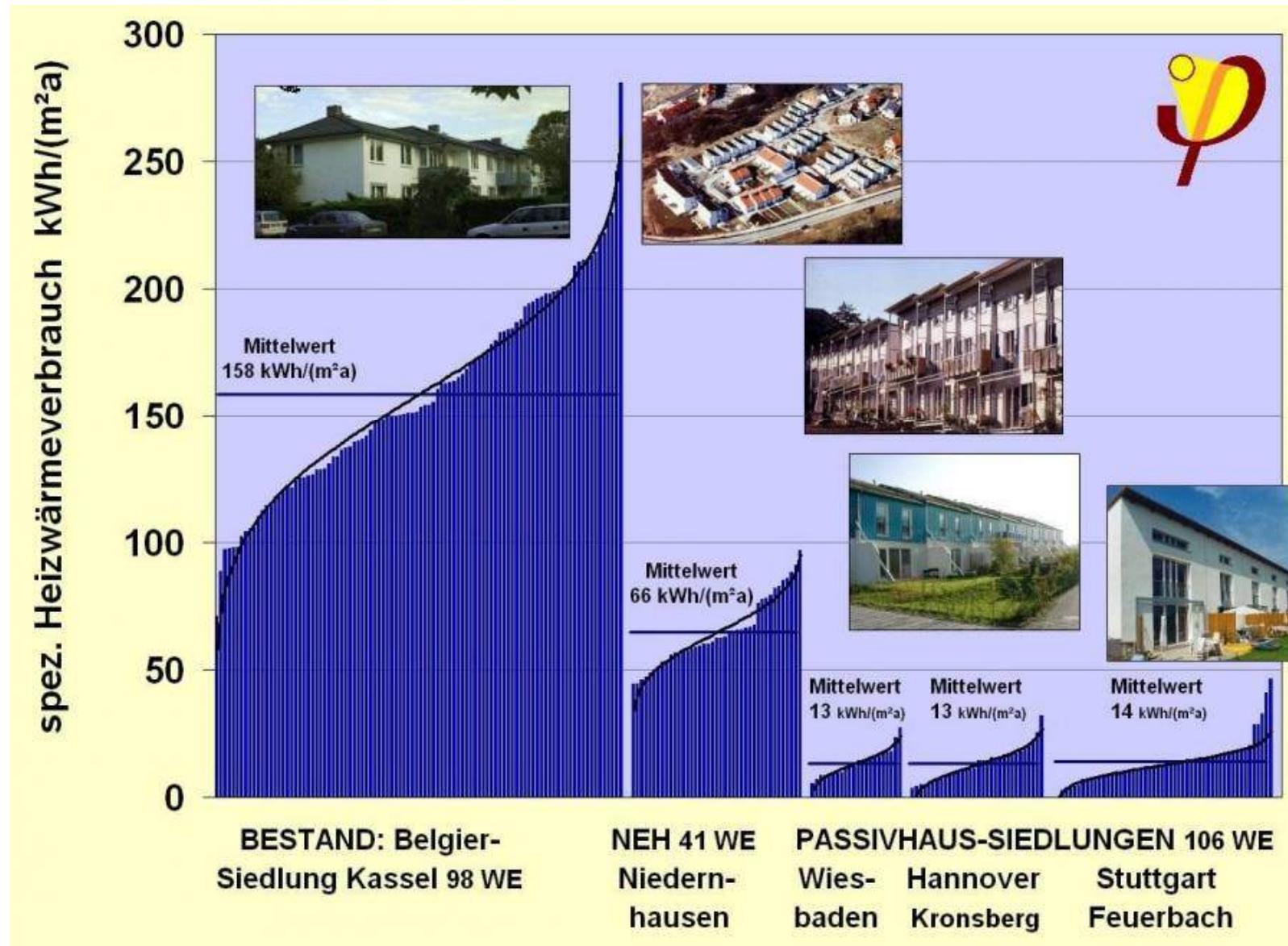
( DIN 18599 건물 에너지성능 평가개요 )



# 패시브아우스 개요 – 건물 에너지성능 평가



# 패시브아우스 개요 – 건물 에너지성능 평가



## 패시브아우스 사례 – 사무소건물



### 67295 BOLANDEN, GERMANY

단열성능 :  $U(\text{외벽}) = 0.12 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,  $U(\text{지붕}) = 0.10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,  $U(\text{바닥}) = 0.13 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

창호성능 :  $U(\text{유리+창틀}) = 0.88 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,  $U(\text{유리}) = 0.70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,  $g\text{값} = 50\%$

경사유리 : 안전유리,  $U(\text{경사}) = 0.72 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,  $g\text{값} = 48\%$

난방 : 목재 펠렛, 기밀성능 :  $n_{50} = 0.33/\text{h}$

난방에너지요구량 :  $14 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ , 열에너지소요량(난방, 완기, 급탕) :  $24 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

1차에너지소요량 :  $120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

# 패시브아우스 사례 – 연립주택

80797 MUENCHEN, GERMANY

U(외피) : 0.14 W/m<sup>2</sup> · K

U(기둥) : 0.11 W/m<sup>2</sup> · K

U(바닥) : 0.15 W/m<sup>2</sup> · K

U(창호) : 0.85 W/m<sup>2</sup> · K

U(유리) : 0.70 W/m<sup>2</sup> · K

g<sub>글</sub> : 60%

기밀성능  $n_{50} \leq 0.38/h$

난방에너지요구량 : 15 kWh/m<sup>2</sup> · a

1차에너지소요량(난방, 완기, 급탕)  
: 36 kWh/m<sup>2</sup> · a

1차에너지소요량 : 104 kWh/m<sup>2</sup> · a



# 패시브아우스 사례 – 초등학교

70376 STUTTGART, GERMANY

U(외피) : 0.16 W/m<sup>2</sup> · K

U(지붕) : 0.11 W/m<sup>2</sup> · K

U(바닥) : 0.35 W/m<sup>2</sup> · K

U(창호) : 0.74 W/m<sup>2</sup> · K

U(유리) : 0.60 W/m<sup>2</sup> · K

g값 : 45%

기밀성능  $n_{50} \leq 0.46/\text{h}$

난방에너지요구량 : 15 kWh/m<sup>2</sup> · a

1차에너지소요량 : 59 kWh/m<sup>2</sup> · a



**KPHI 개원을 축하합니다 !**