

패시브하우스의 단열 및 창호기술

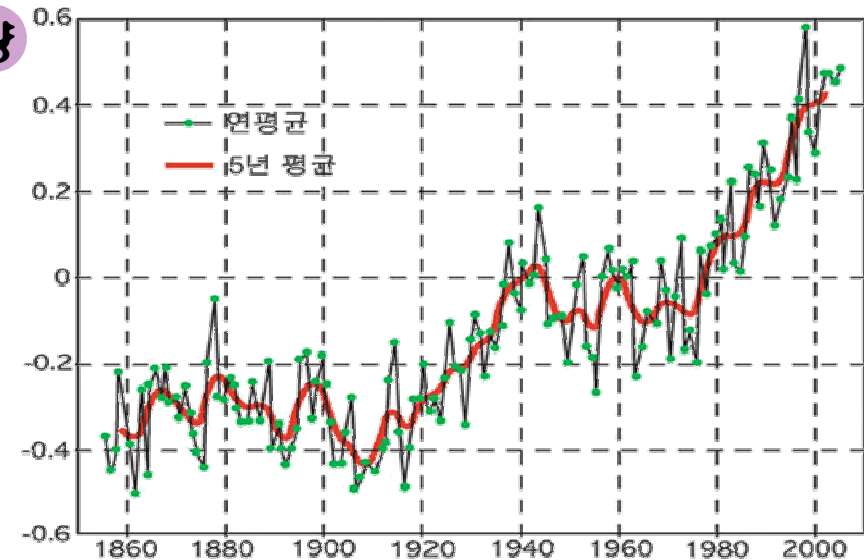
2011. 06. 07



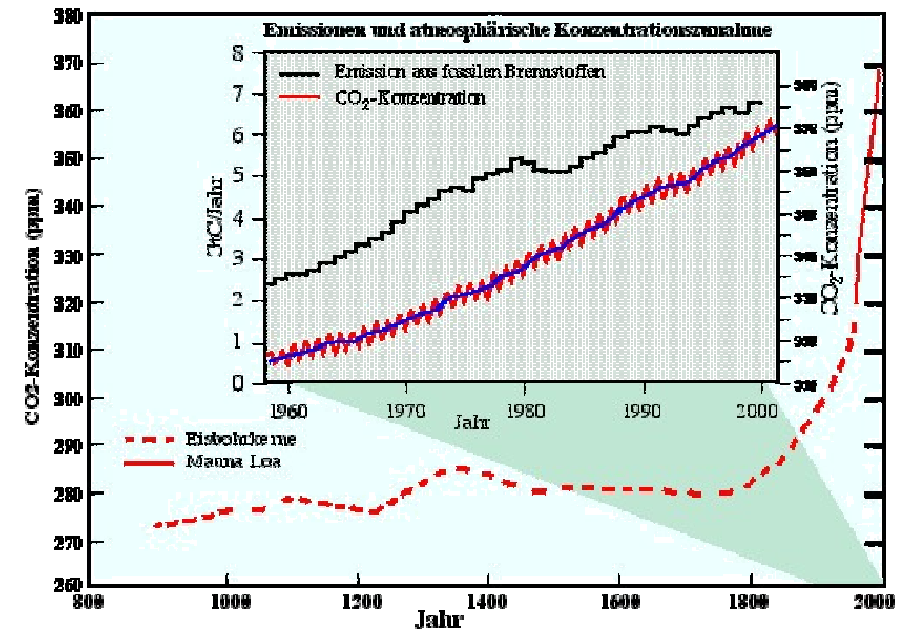
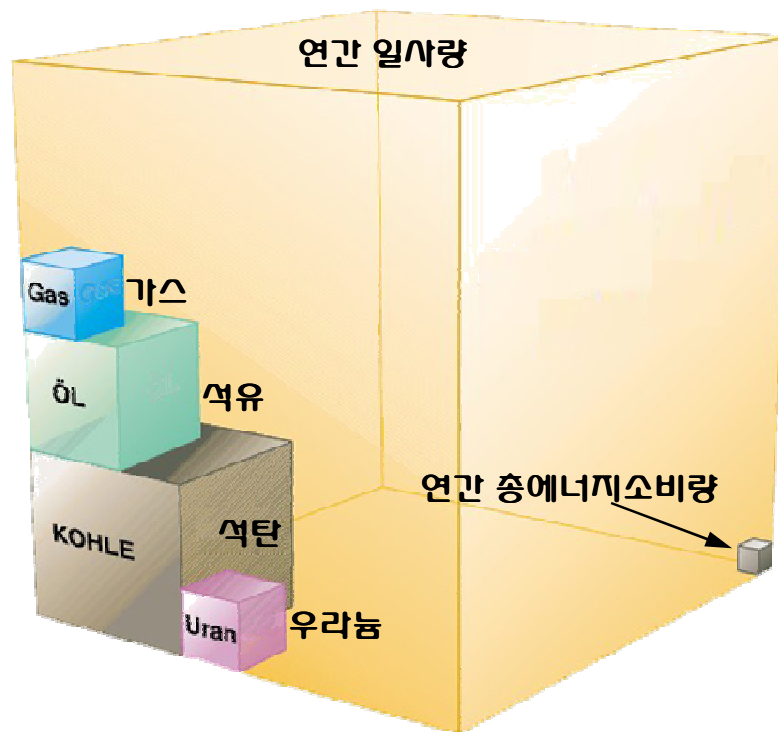
건축도시연구본부 건축·계획환경연구실
수석연구원 윤용상

패시브하우스 필요성 - 자원 고갈 및 기후변화 대응

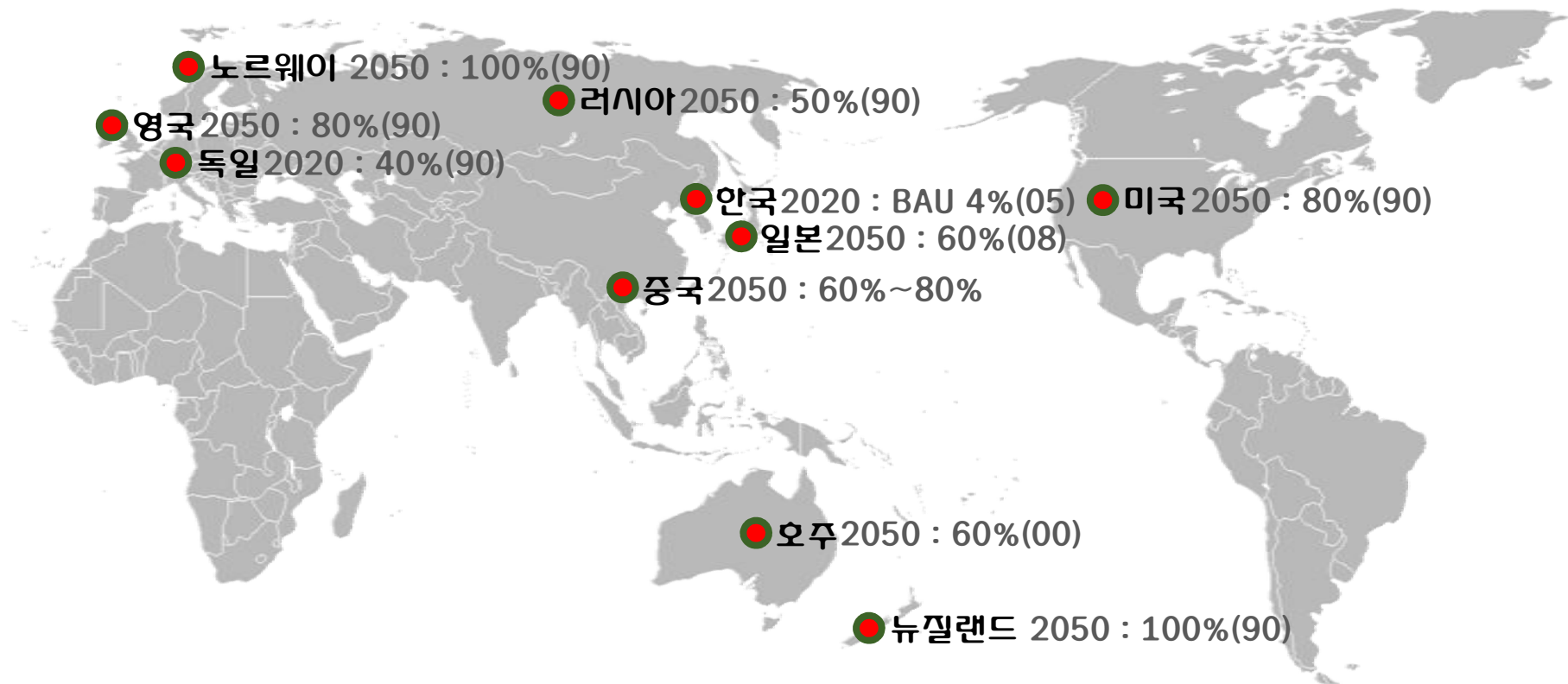
연평균기온 변화 및 CO₂ 배출량



에너지원별 보유량 vs 소비량

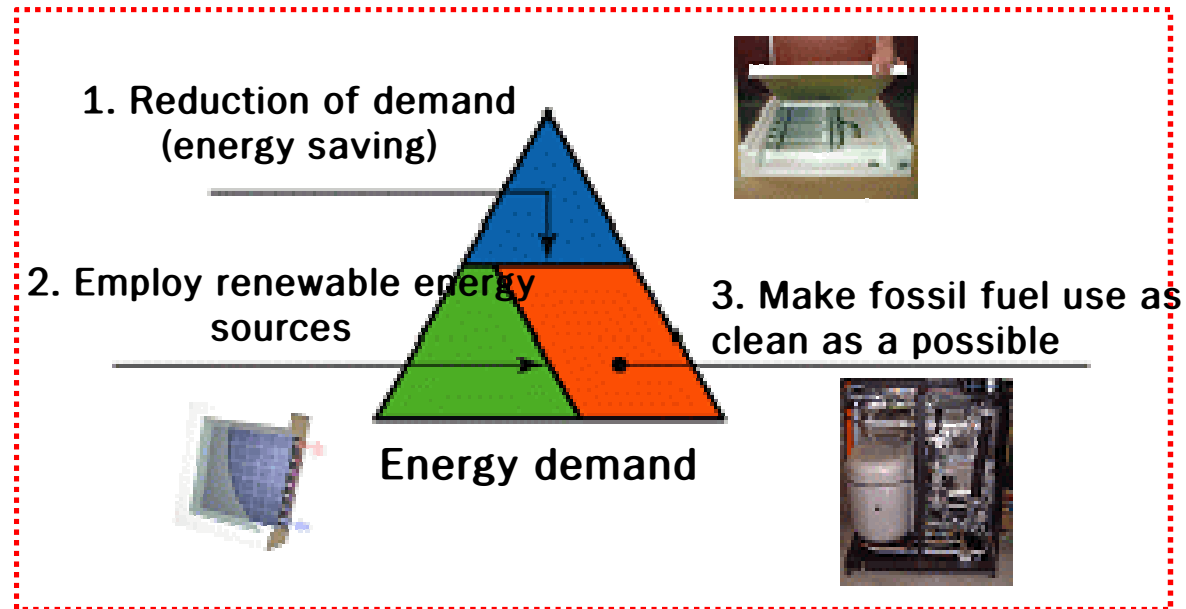


패시브하우스 필요성 - 포스트 교토 온실가스 감축 목표(안)



패시브하우스 필요성 – 건물부문 온실가스 저감 컨셉

❖ IEA(국제에너지기구) 제로 에미션 빌딩을 위한 3개 범주



건물부문 에너지컨셉

1. 에너지 절감

2. 신·재생에너지 사용

3. 청정에너지 사용

1. 이산화탄소 저감

2. 에너지자립도 향상

3. 에너지·자원 순환성 향상

패시브하우스 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)



Building Regulation Part L 대비 CO₂ 배출 저감률

Code level 1 – 10%

Code level 2 – 18%

Code level 3 – 25%

Code level 4 – 44%

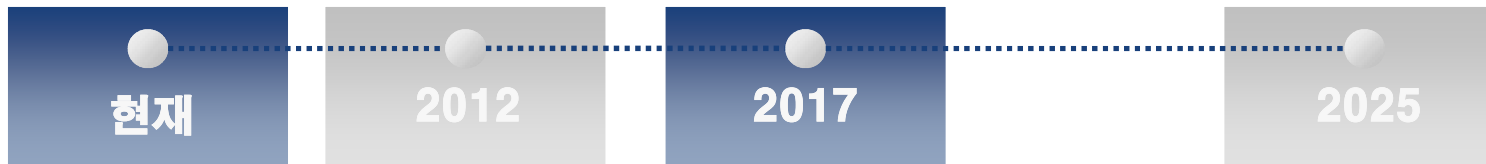
Code level 5 – 100%

Code level 6 – Zero carbon (inc. appliances)

패시브하우스 필요성 - 에너지절약 설계기준 강화

● 한국

(출처: '09.11 보도자료)



주거용 건물

비주거용 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%



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

패시브하우스 개요

정의

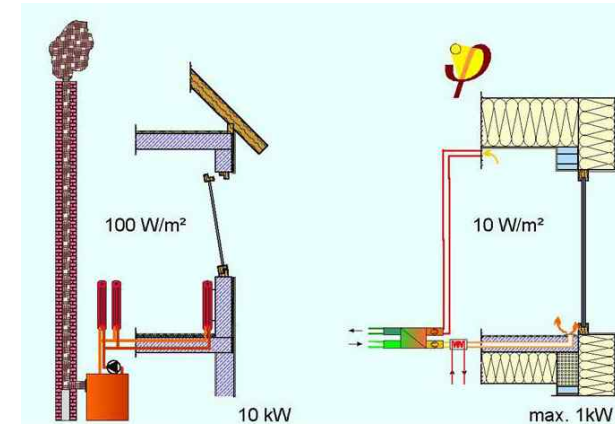
- 실내공기질에 요구되는 공기의 재가열 또는 재냉각을 통해 열적으로 쾌적한 공간 창출이 가능한 건물
- 기존 난방- 또는 공조시스템 없이 쾌적한 실내환경 창출이 가능한 건물

성능기준

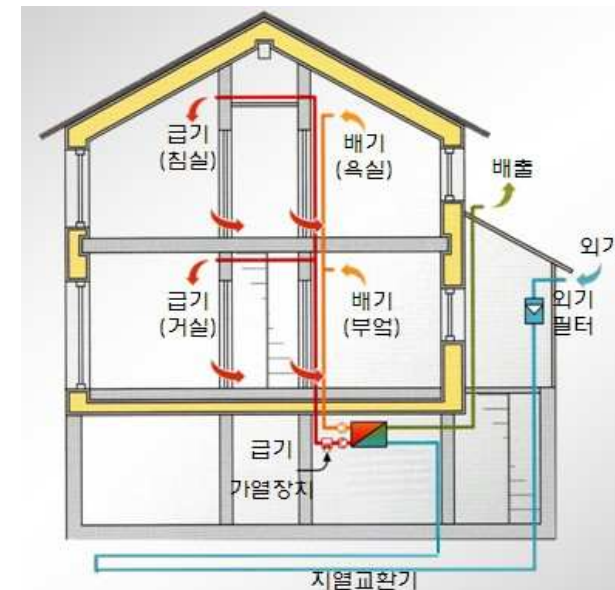
- 난방에너지 요구량 $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- 열에너지 요구량 $\leq 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- 난방, 급탕, 환기, 전력에 대한 1차에너지소요량 $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

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 창틀, $U \leq 0.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $g \geq 0.5$ [설치 시 $< 0.85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$]
- 50pa에서 침기에 의한 환기량 $\leq 0.6 \text{ h}^{-1}$
- 배기 폐열 회수장치 효율, $\eta \geq 75\%$
- 가변형 차양장치
- 열교 free $\psi < 0.01 \text{ W}/(\text{mK})$
- 지열을 이용하여 급기 예열
- 고효율 가전제품

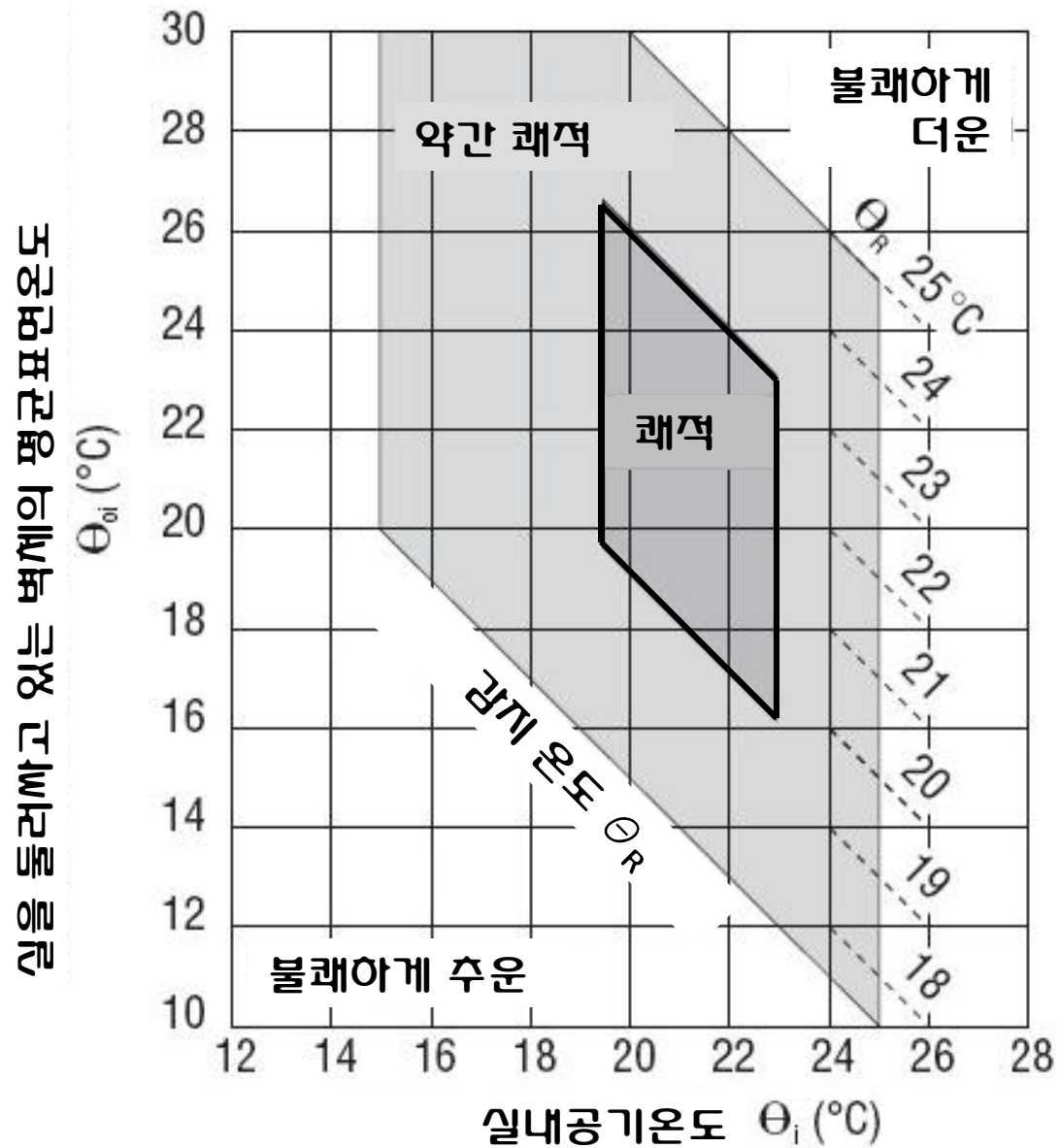


기존 건물(좌), 패시브하우스(우)



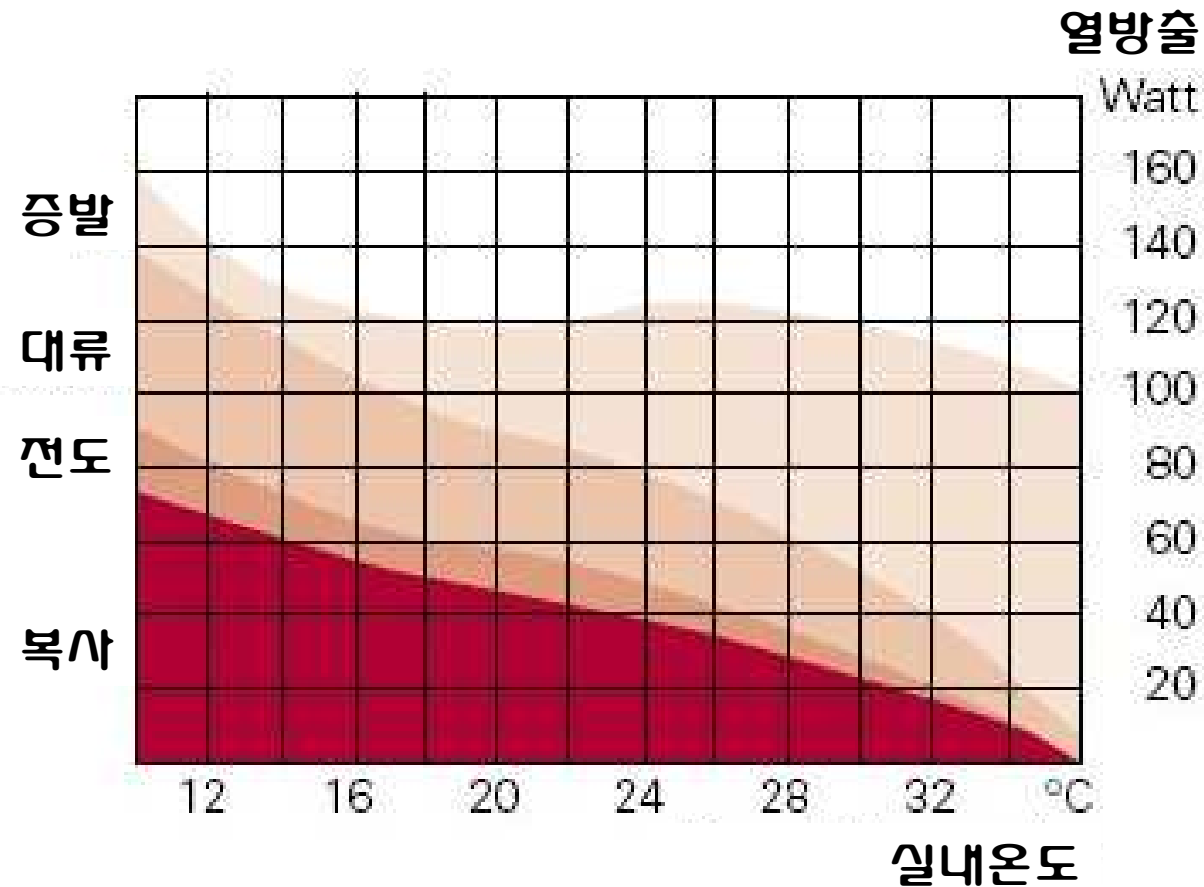
패시브하우스 개념도

패시브하우스 개요 - 쾌적한 열환경



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

패시브하우스 개요 – 인체의 열적 평형



인간은 항상 $37 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 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 - 난방부하

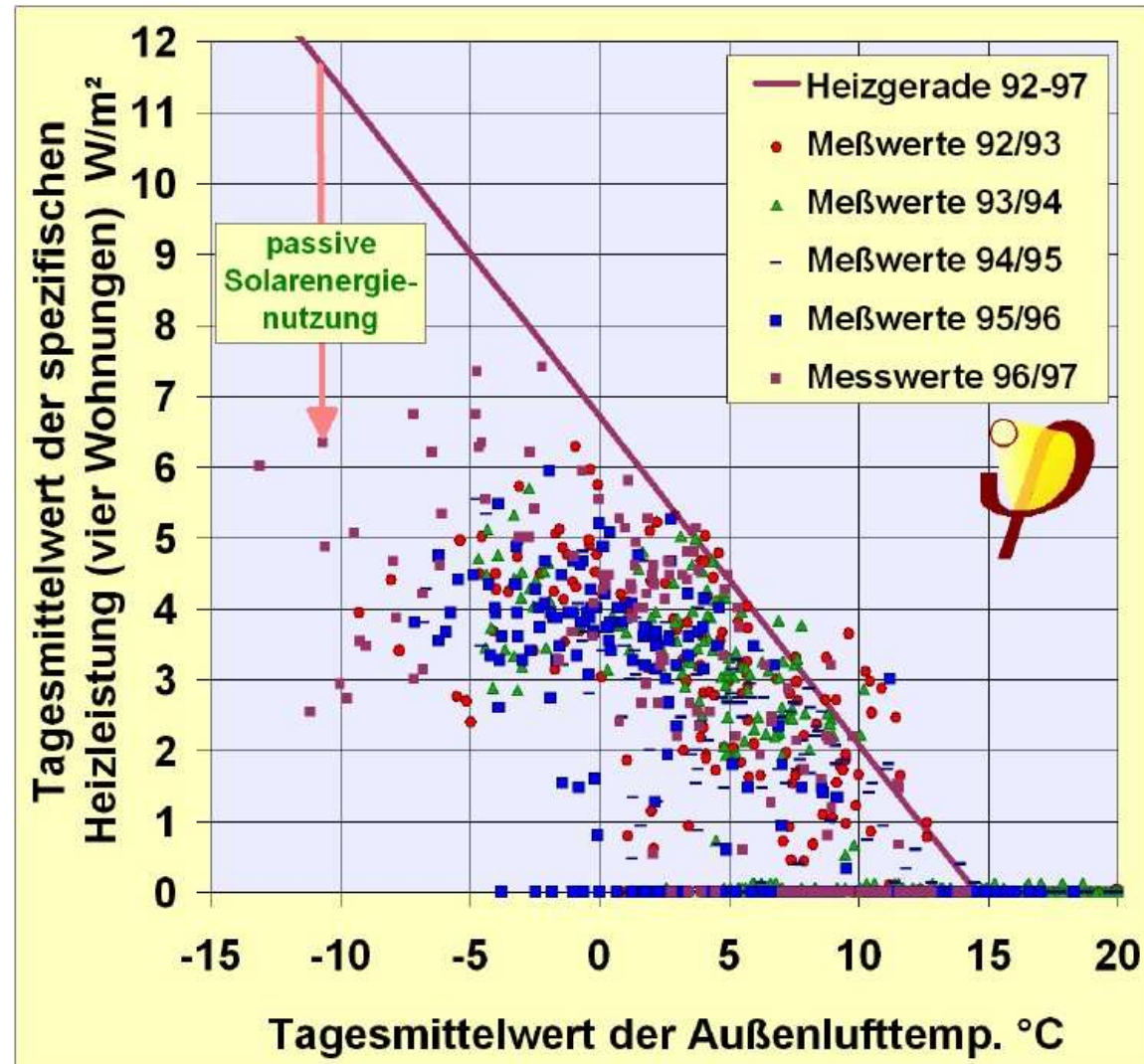
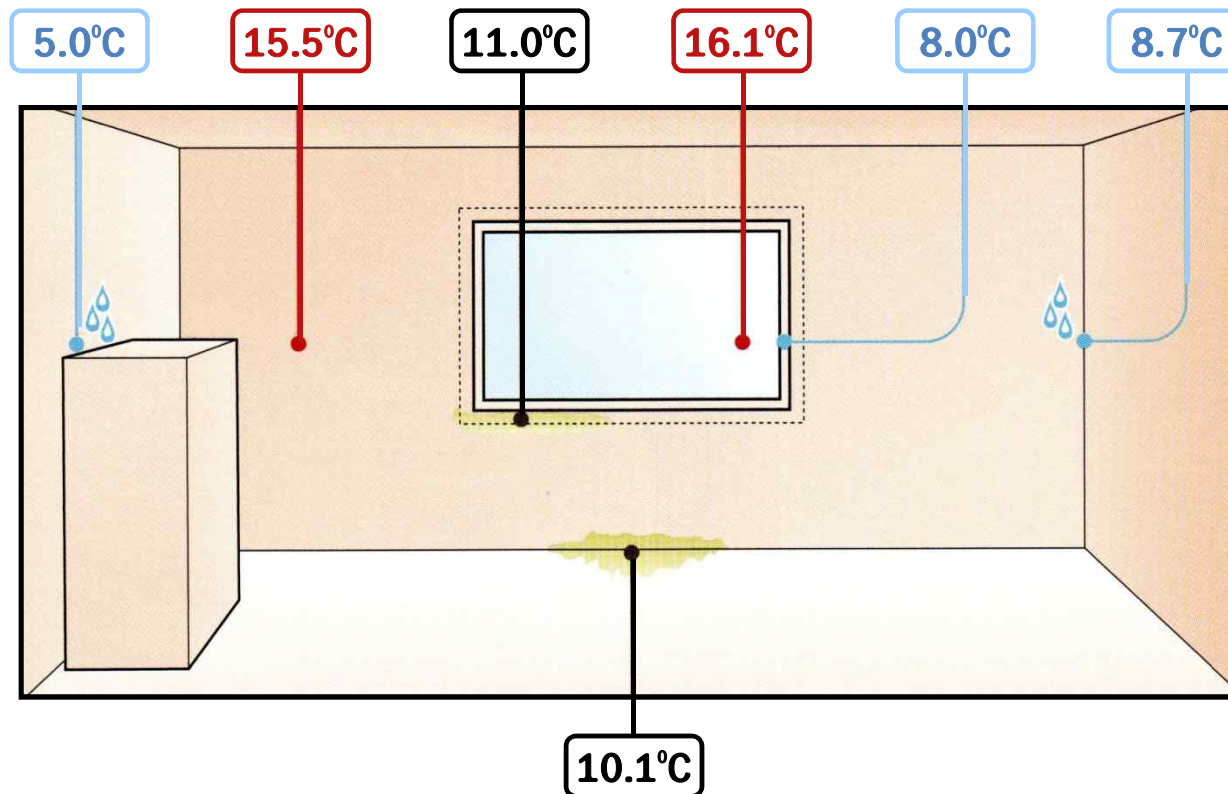


Abbildung 7: Gemessene Heizleistungen und Heizkurve für fünf Heizperioden im Passivhaus Jarmstadt-Kranichstein. Die Extremsituation des Winters 1996/97 ist in dieser Darstellung klar

패시브하우스 개요 - 높은 벽체표면온도

>> 기존 건물 수준 - 낮은 벽체표면온도로 결로 발생



>> 패시브하우스 수준 - 벽체표면온도 ≥ 16 °C

패시브하우스 개요 – 높은 창호표면온도

쾌적한 열환경

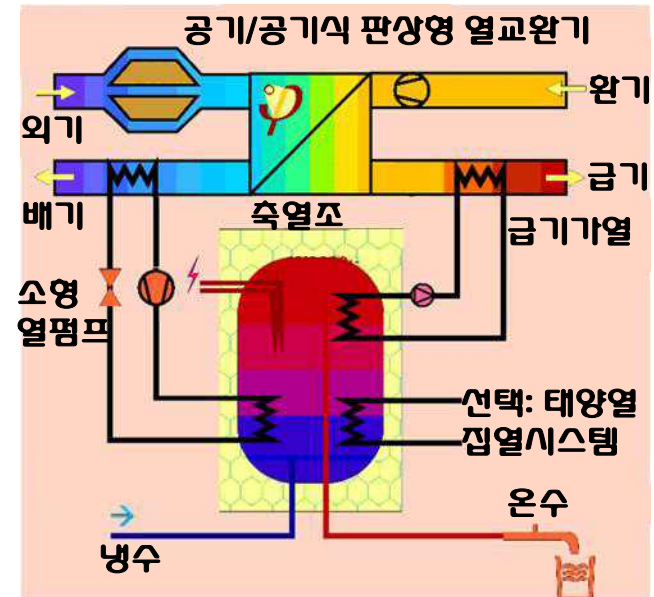
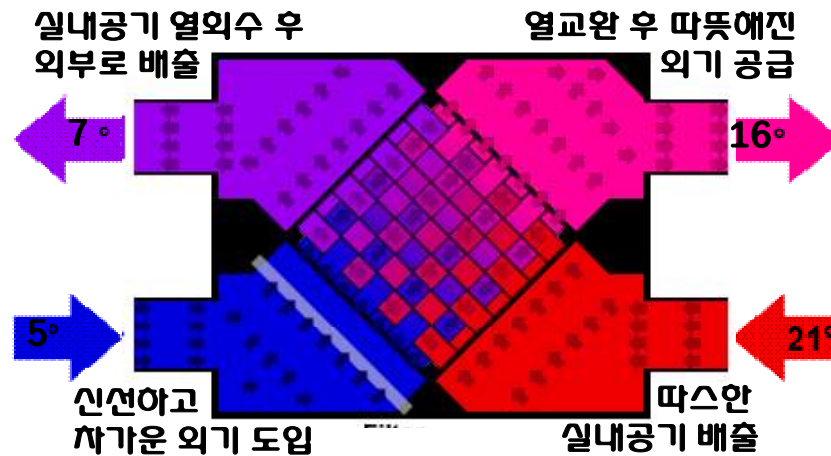
- 고단열 창호 사용으로 영하 기온에서 실내측 유리표면의 평균온도 16°C 이상
- 창호부분 냉기가 거의 없음
- 실 전체에 대해 쾌적한 공간 창출




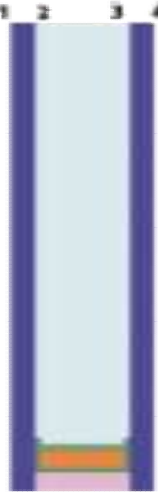

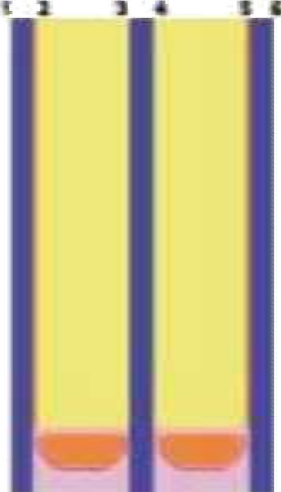
패시브하우스 요소기술 - 폐열회수 환기

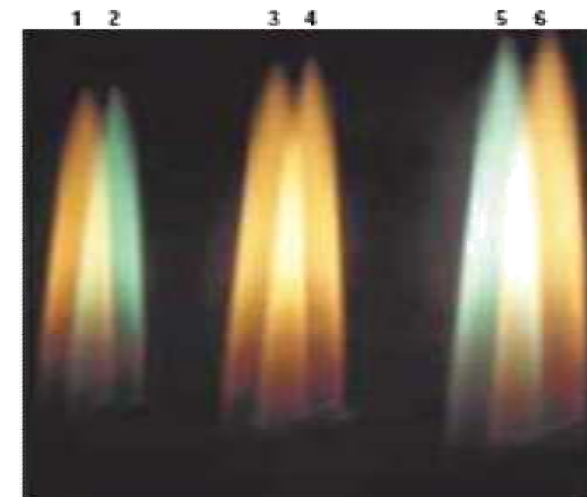
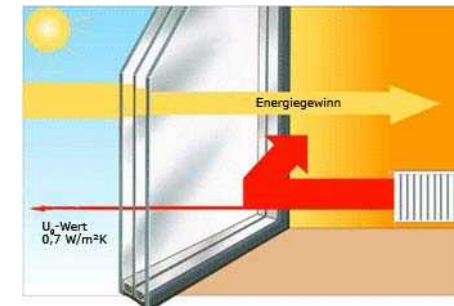
쾌적한 공기환경

교차형 열교환기 작동원리

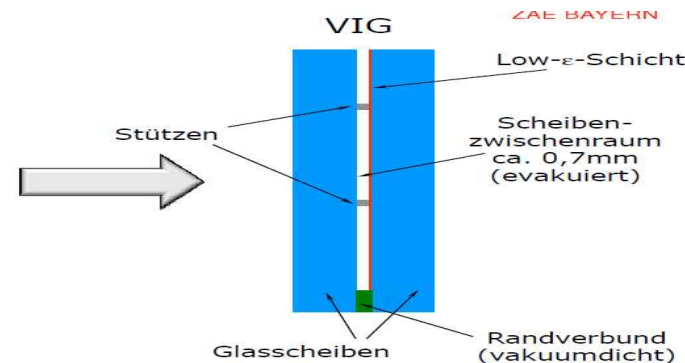
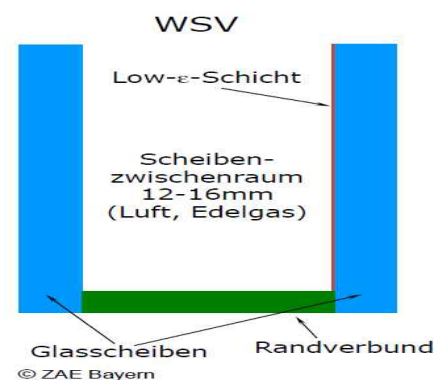
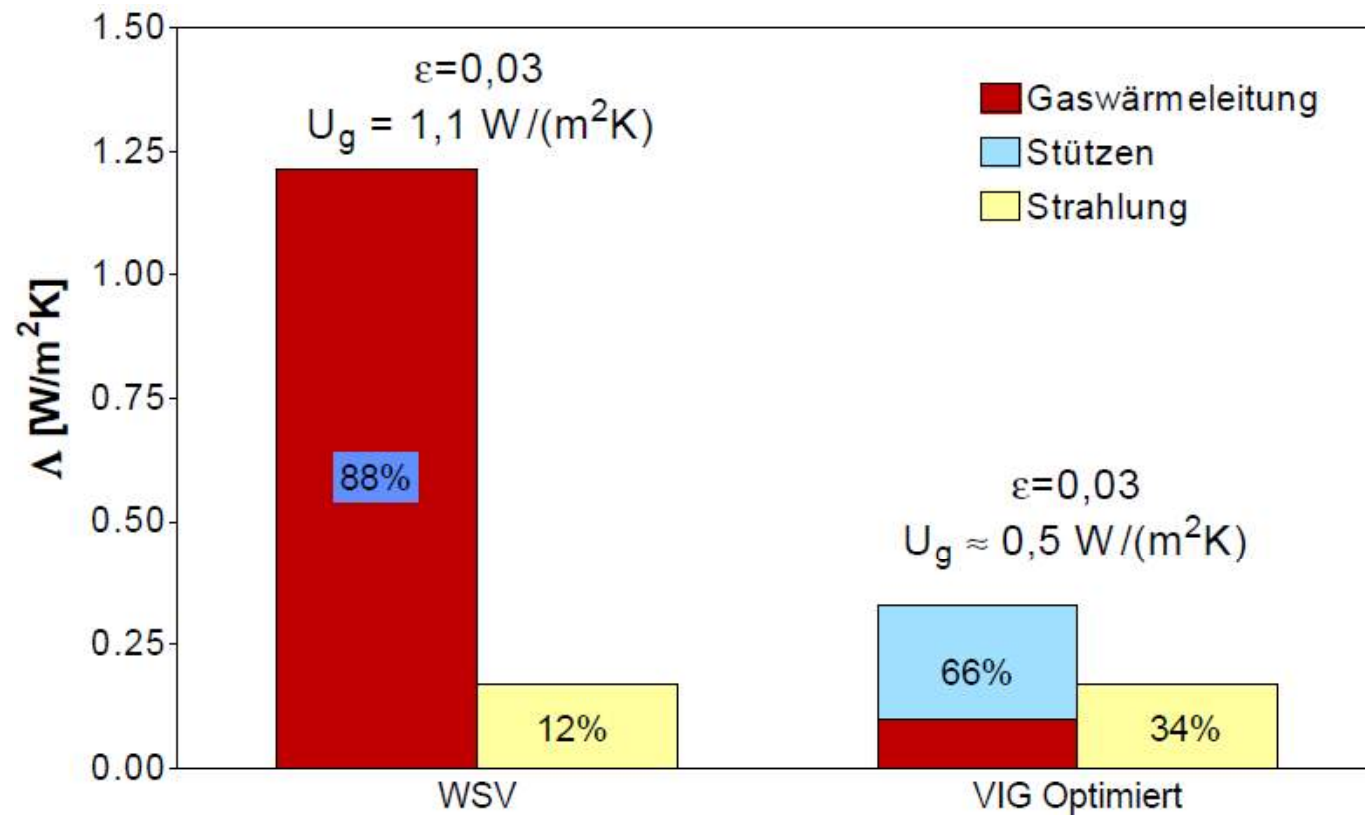


패시브하우스 요소기술 - 고효율 유리

Einscheiben Verglasung	2fach Verglasung mit Luftschicht, Alu-Randverbund	2fach WSVG mit Beschichtung auf 3, Edeigasfüllung aber Alu-Randverbund	3fach WSVG mit Be- schichtung auf 2 und 5, thermisch getrenntem Randverbund und Edeigasfüllung
$U_g = 5,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U_g = 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U_g = 1,0 \dots 1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U_g = 0,5 \dots 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
$\vartheta = -2^\circ\text{C}$	$\vartheta = 9^\circ\text{C}$	$\vartheta \geq 14^\circ\text{C}$	$\vartheta \geq 17^\circ\text{C}$
$g = 0,85$	$g = 0,76$	$g = 0,5 \dots 0,68$	$g = 0,4 \dots 0,6$
			

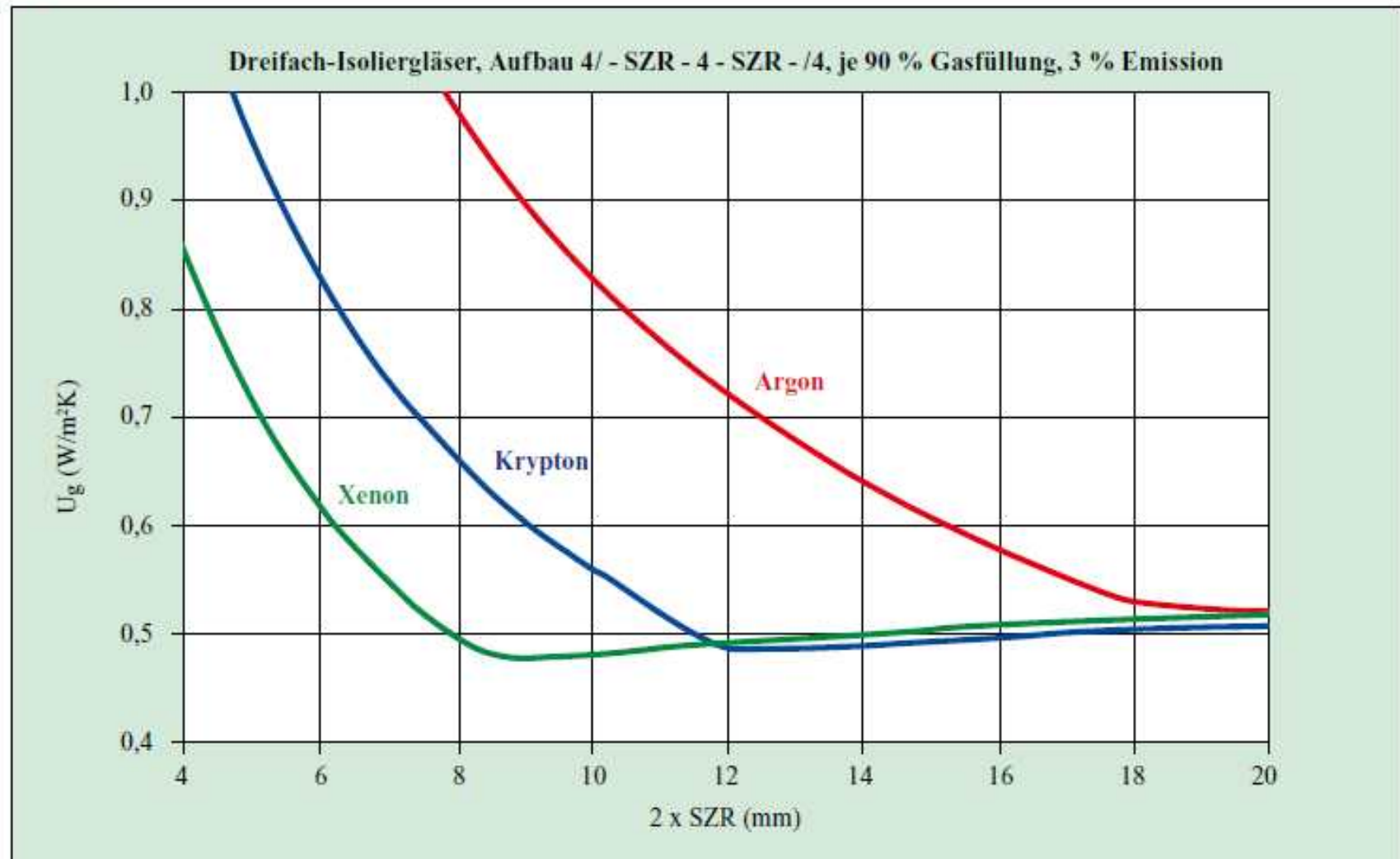


패시브하우스 요소기술 - 고효율 창호 단열성능 비교



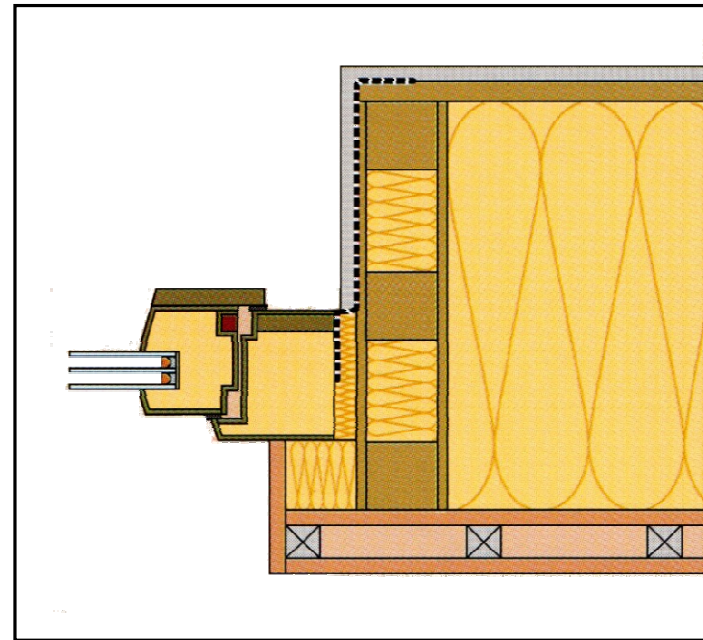
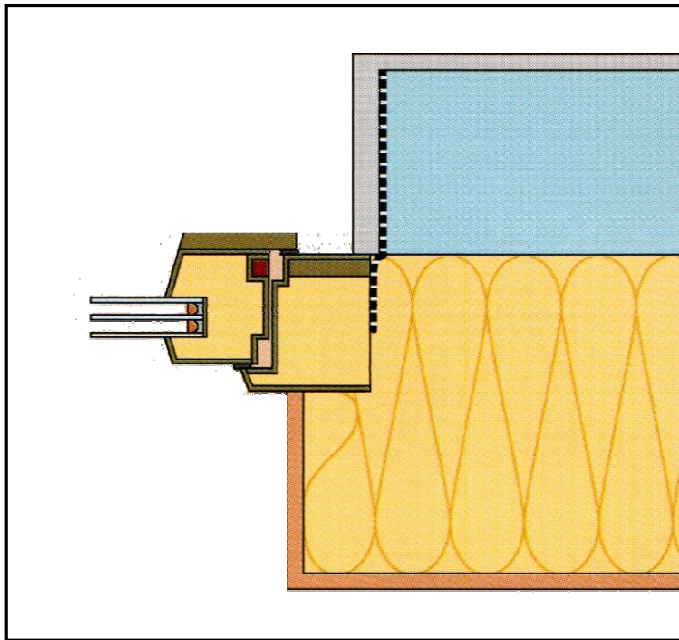
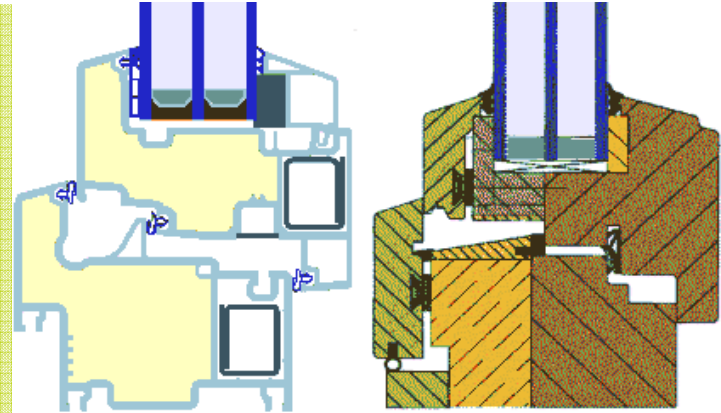
패시브하우스 요소기술 – 가스 충전 두께에 따른 열관류 성능

Abbildung 4

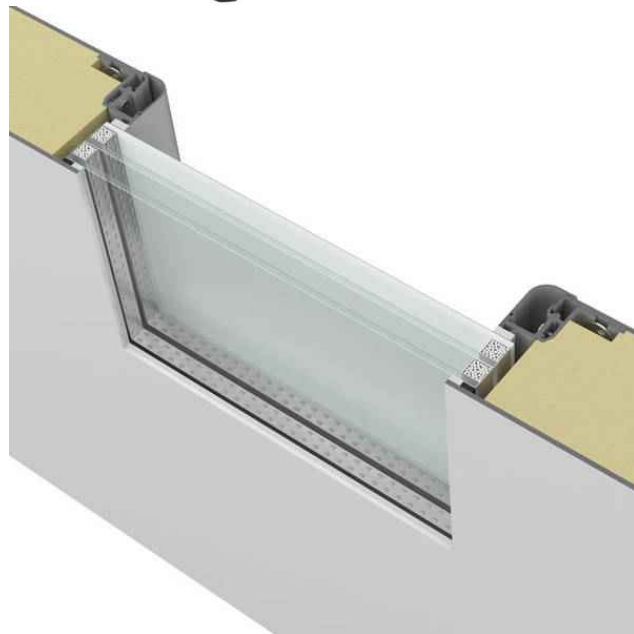
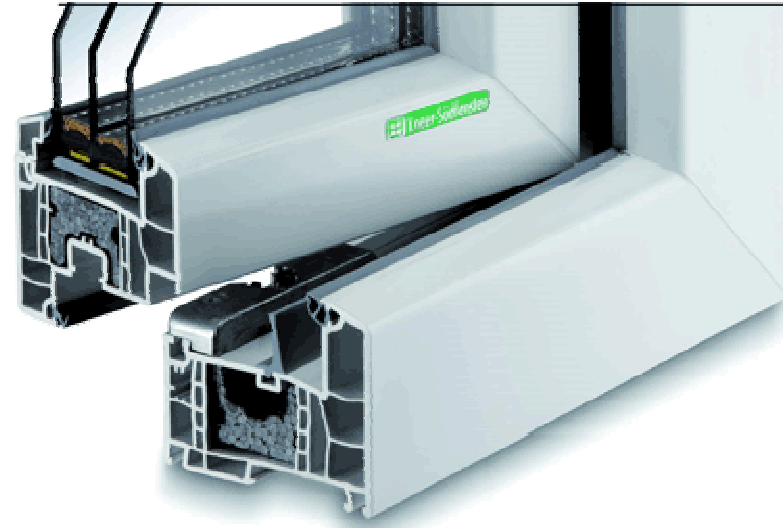


패시브하우스 요소기술 - 고효율 창호시스템

- 열관류율 값 : $U \leq 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 유리 : 3중 Low-E 유리, 단열 간봉
- 창호면적에서 창틀이 차지하는 비율 : 30~40%
- 기존 창틀 : $U = 1.5 \sim 2.0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 창을 단열재 위에 얹어 열교 없애기



패시브하우스 요소기술 - 고효율 창호시스템



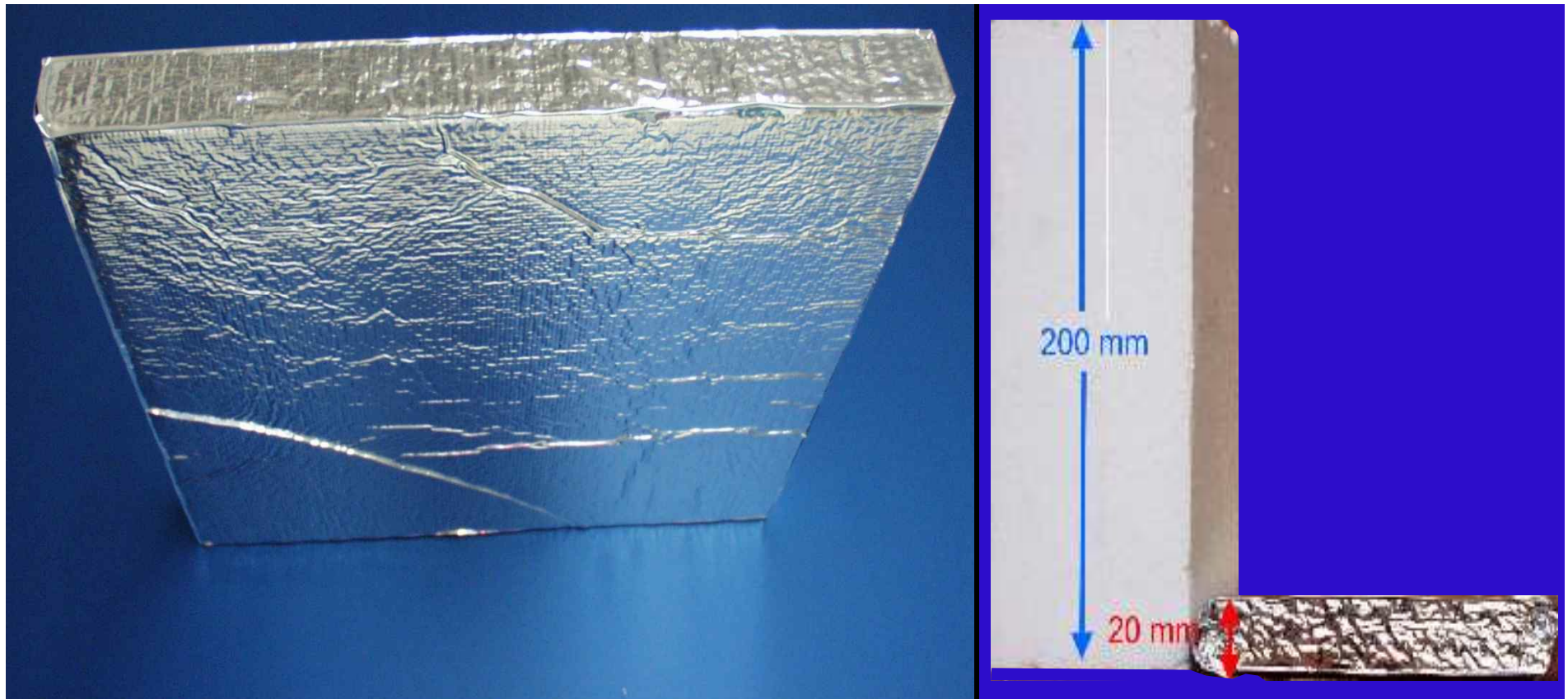
패시브하우스 요소기술 - 고효율 단열성능



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

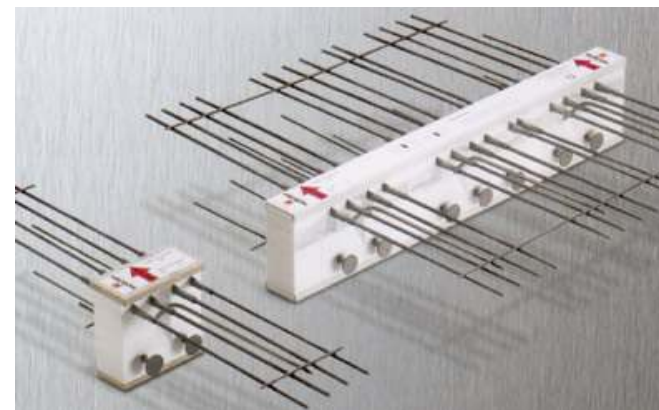
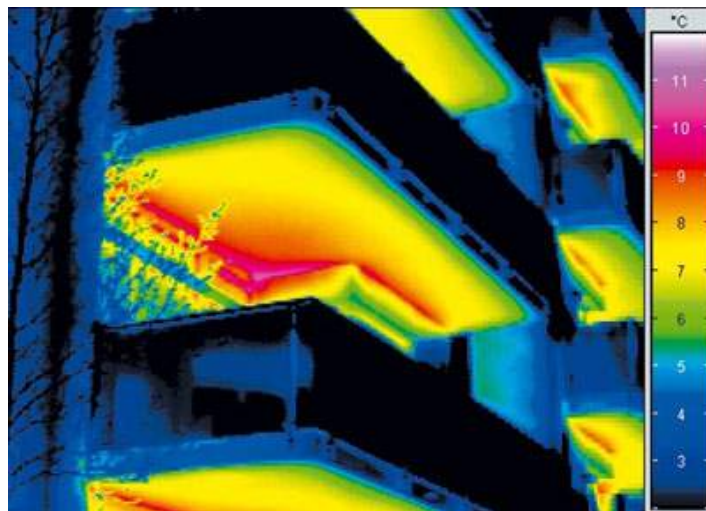
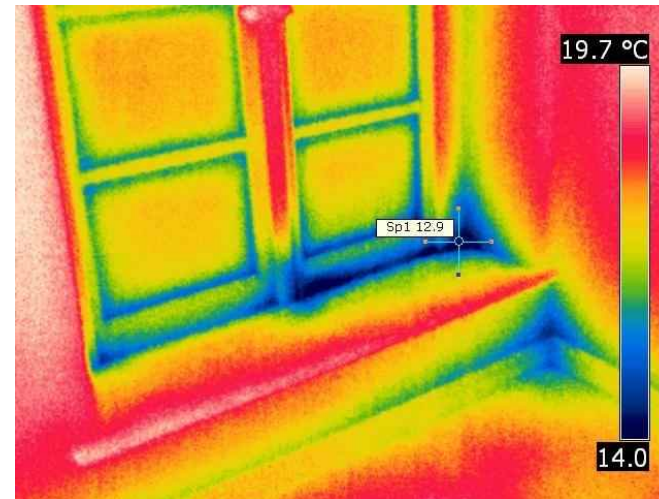
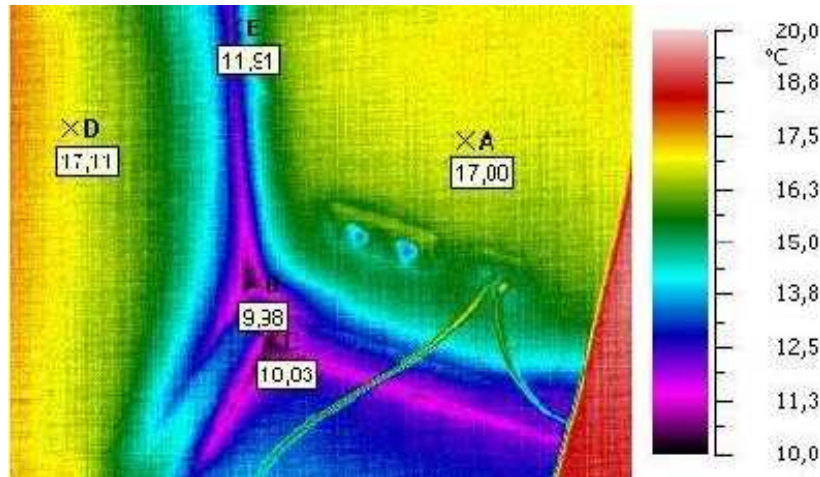


패시브하우스 요소기술 - 단열성능 비교

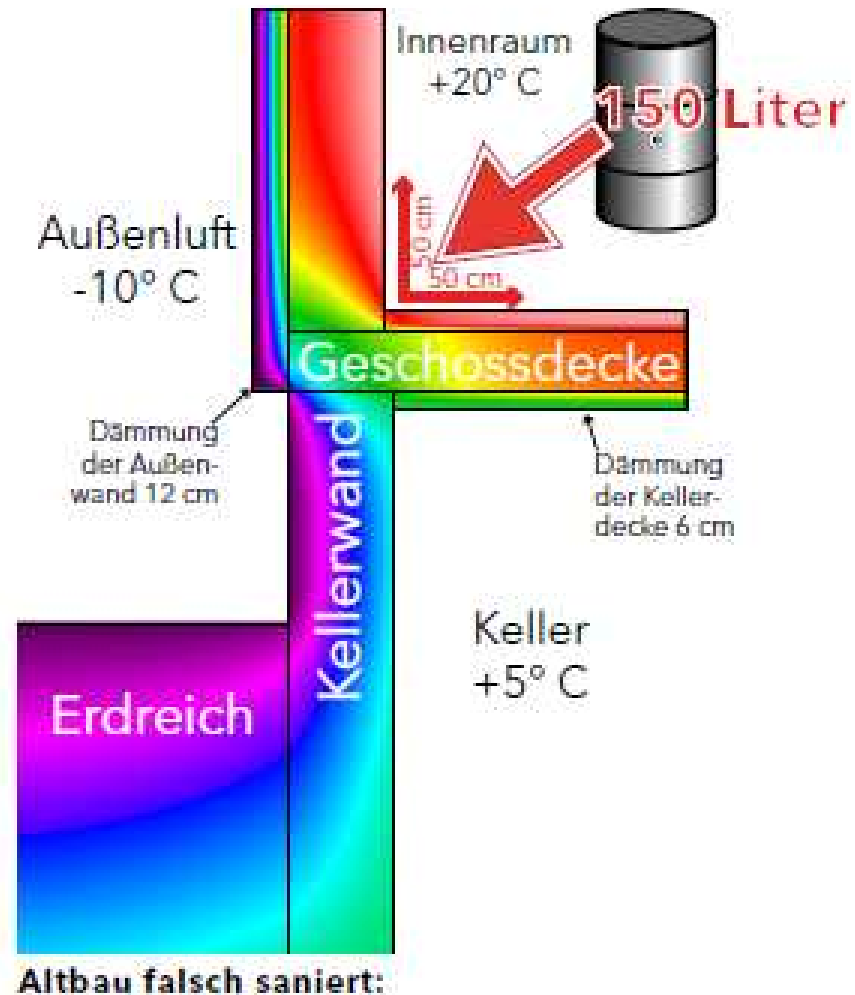
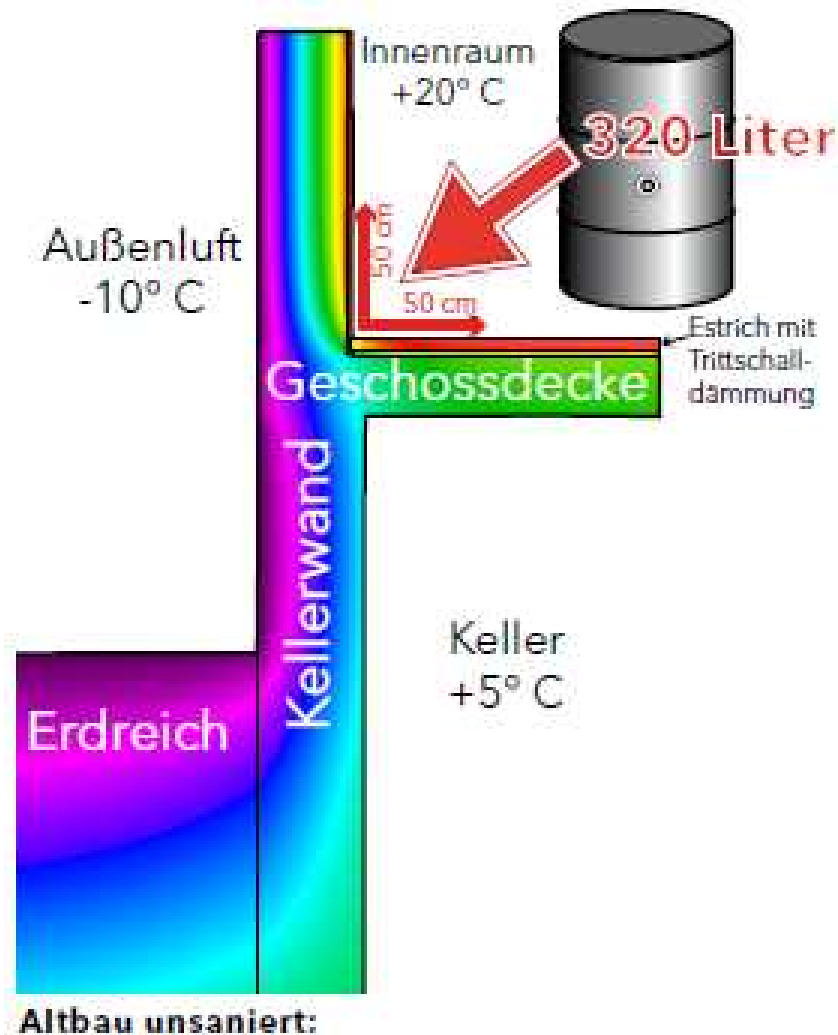


© ZAE Bayern

패시브하우스 요소기술 – 열교 free



패시브하우스 요소기술 – 열교 free

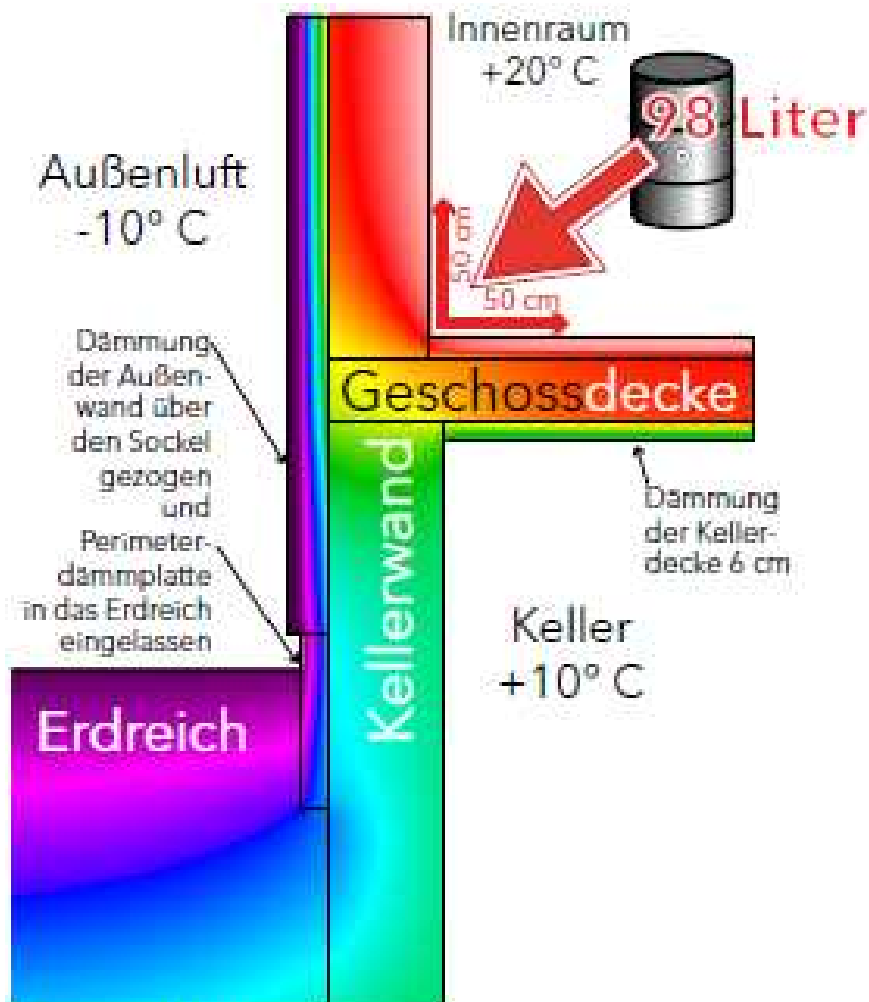


je laufender 1 meter

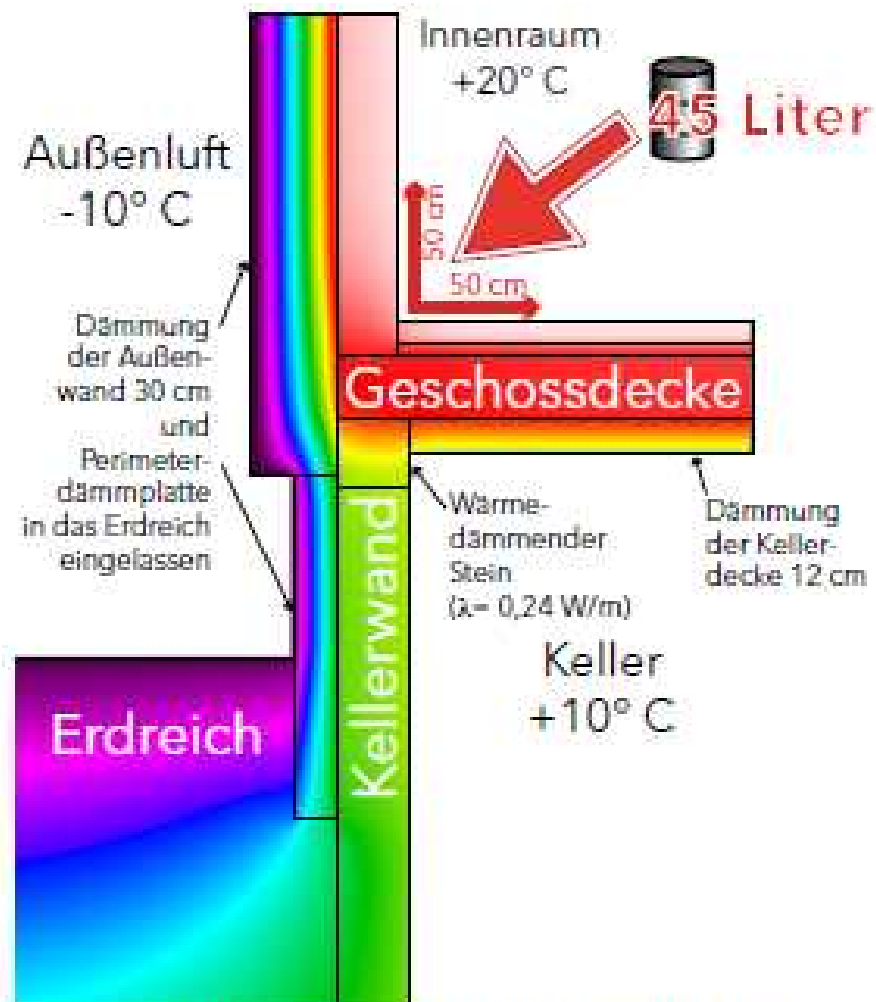


Die Zuordnung der Temperaturen zu den Farbverläufen in den vier Grafiken oben.

패시브하우스 요소기술 – 열교 free



Altbau richtig saniert:



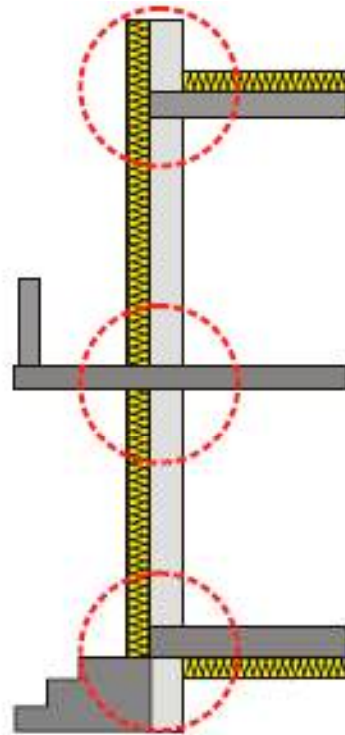
Guter Neubaustandard (Niedrigenergiehaus):

je laufender 1 meter

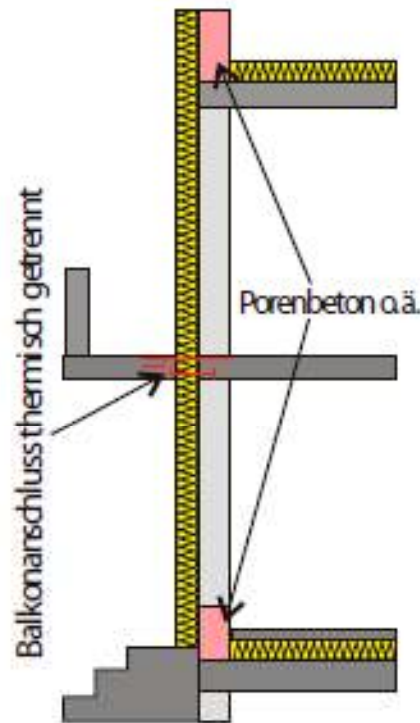


Die Zuordnung der Temperaturen zu den Farbverläufen in den vier Grafiken oben.

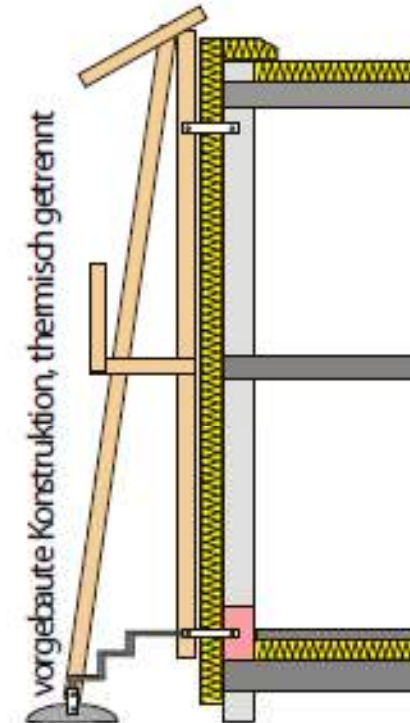
패시브하우스 요소기술 – 열교 free



ganz schlecht, aber
leider immer noch
Baupraxis



schon besser,
normal geplant

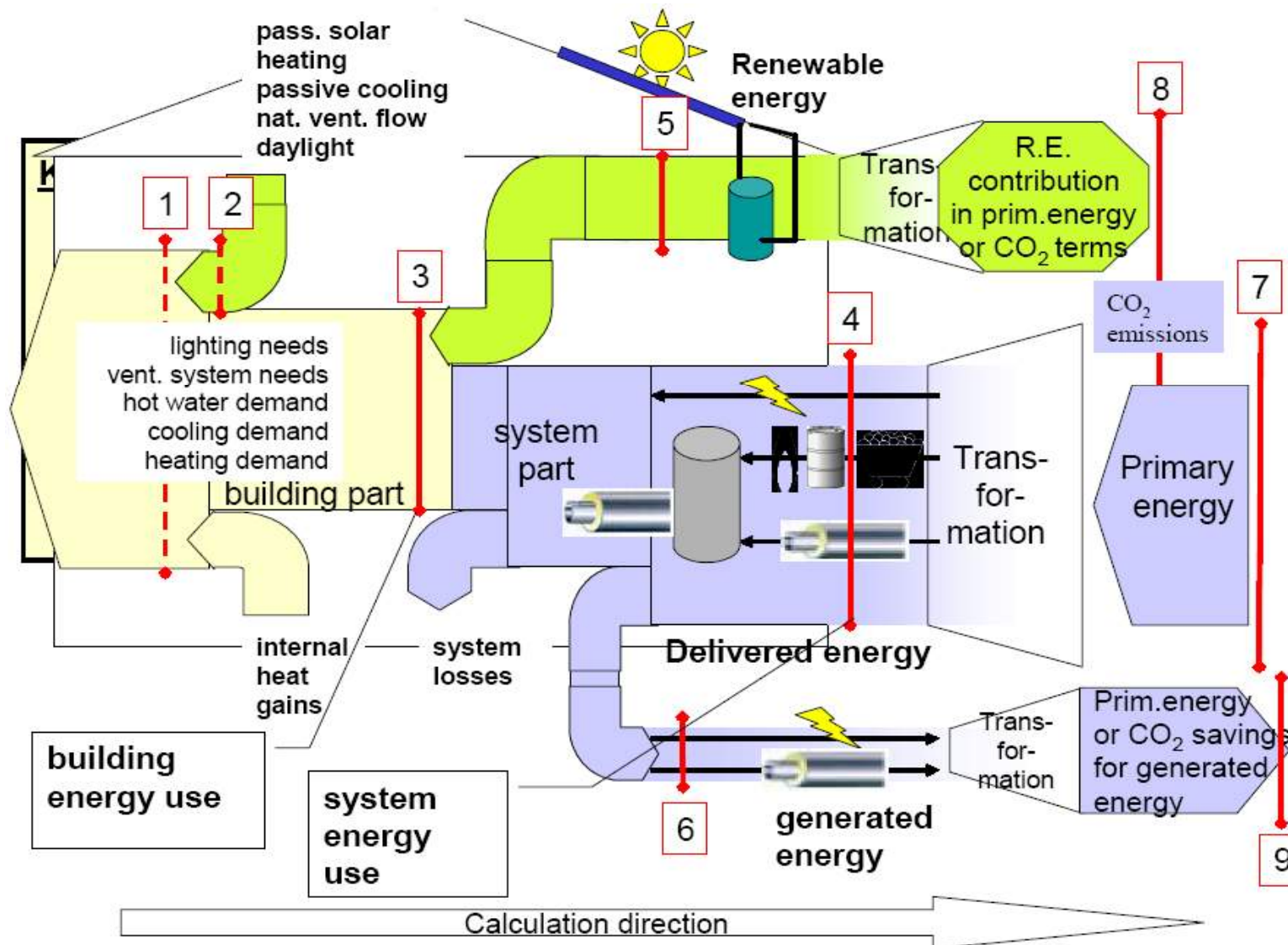


Wärmebrücken
optimal konstruktiv
vermieden

Regeln zur Vermeidung von Wärmebrücken im Massivbau

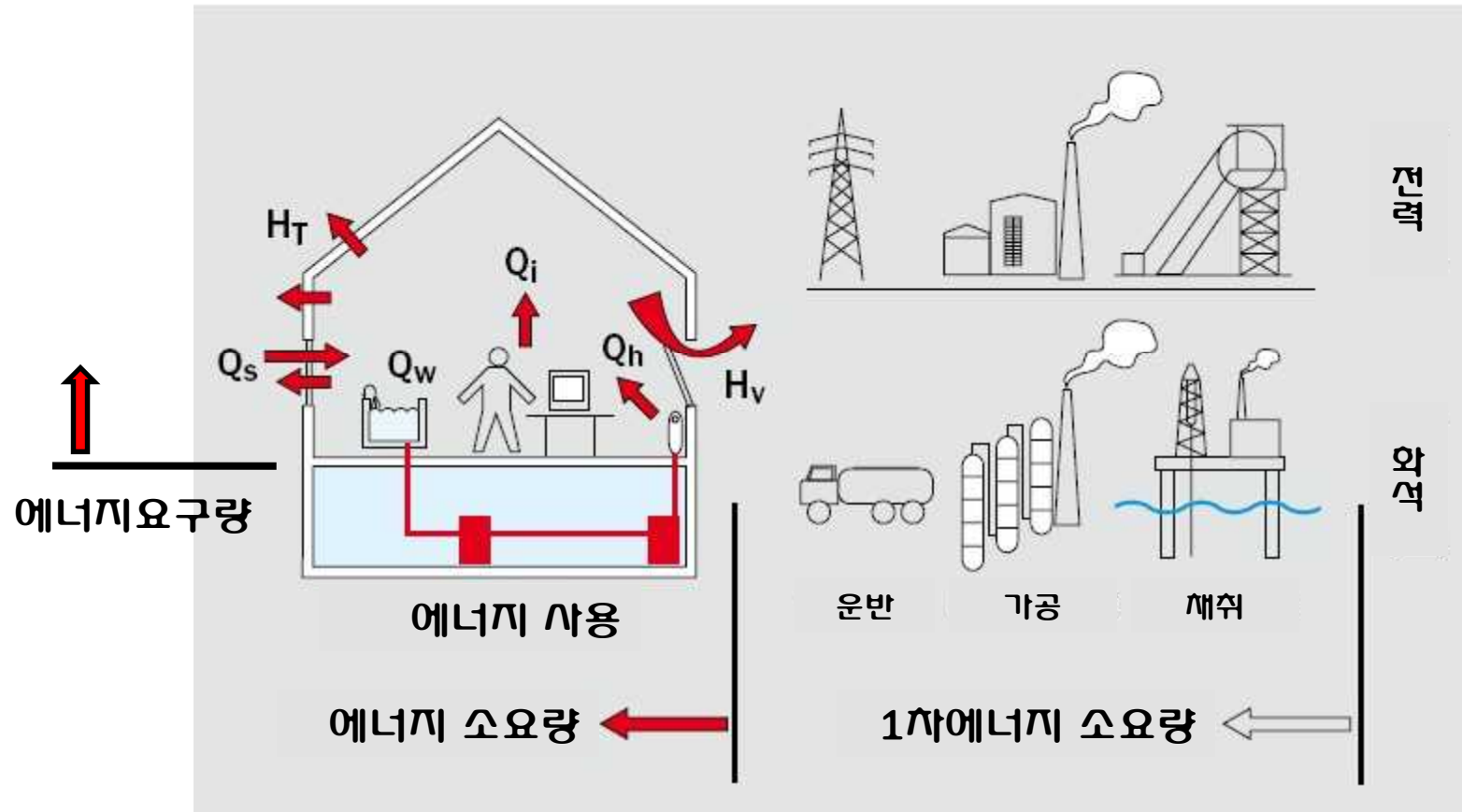
패시브하우스 개요 – 건물 에너지성능 평가방법

[ISO 13790 건물 에너지성능 평가 개요도]

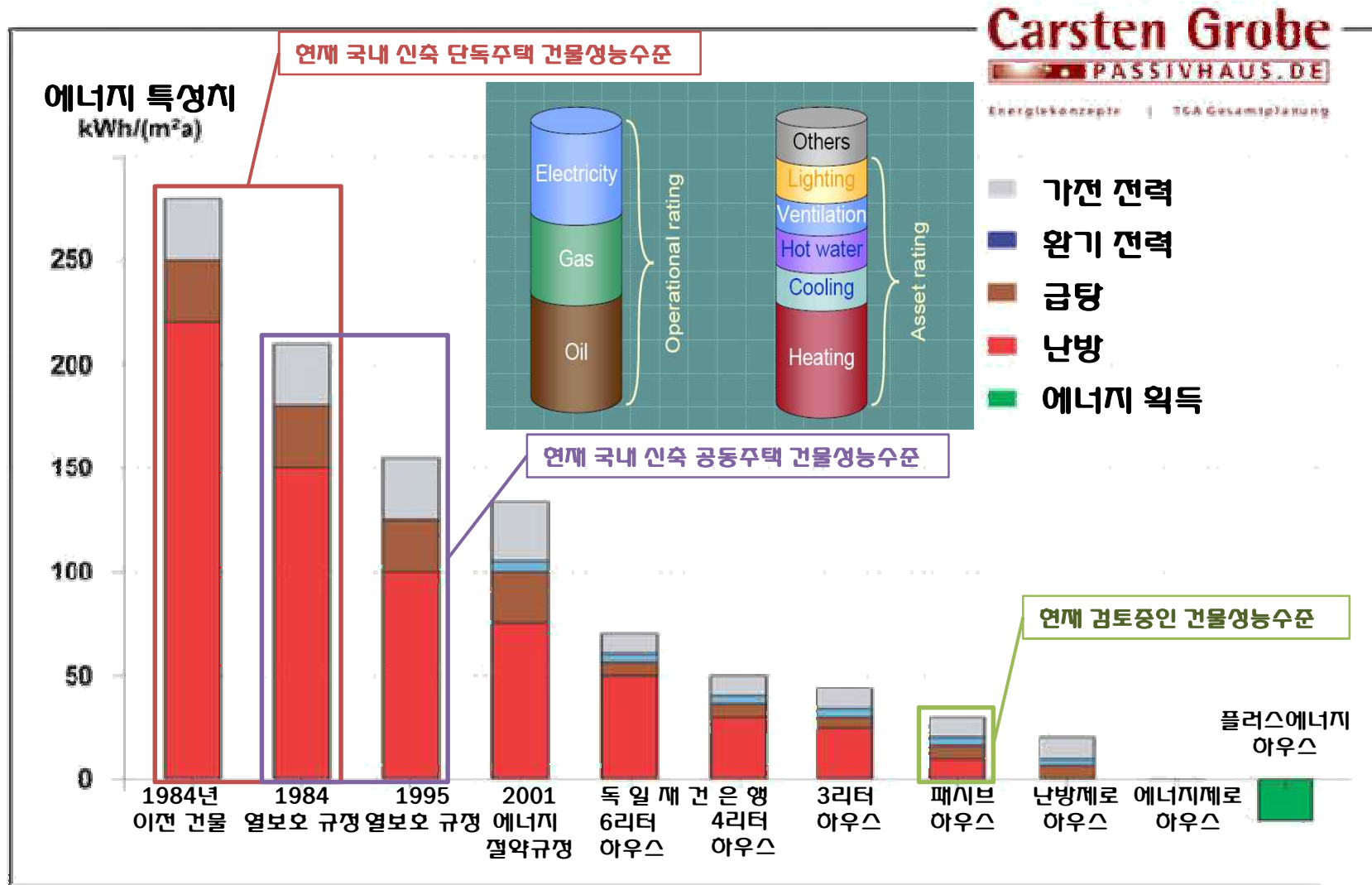


패시브하우스 개요 – 건물 에너지성능 평가방법

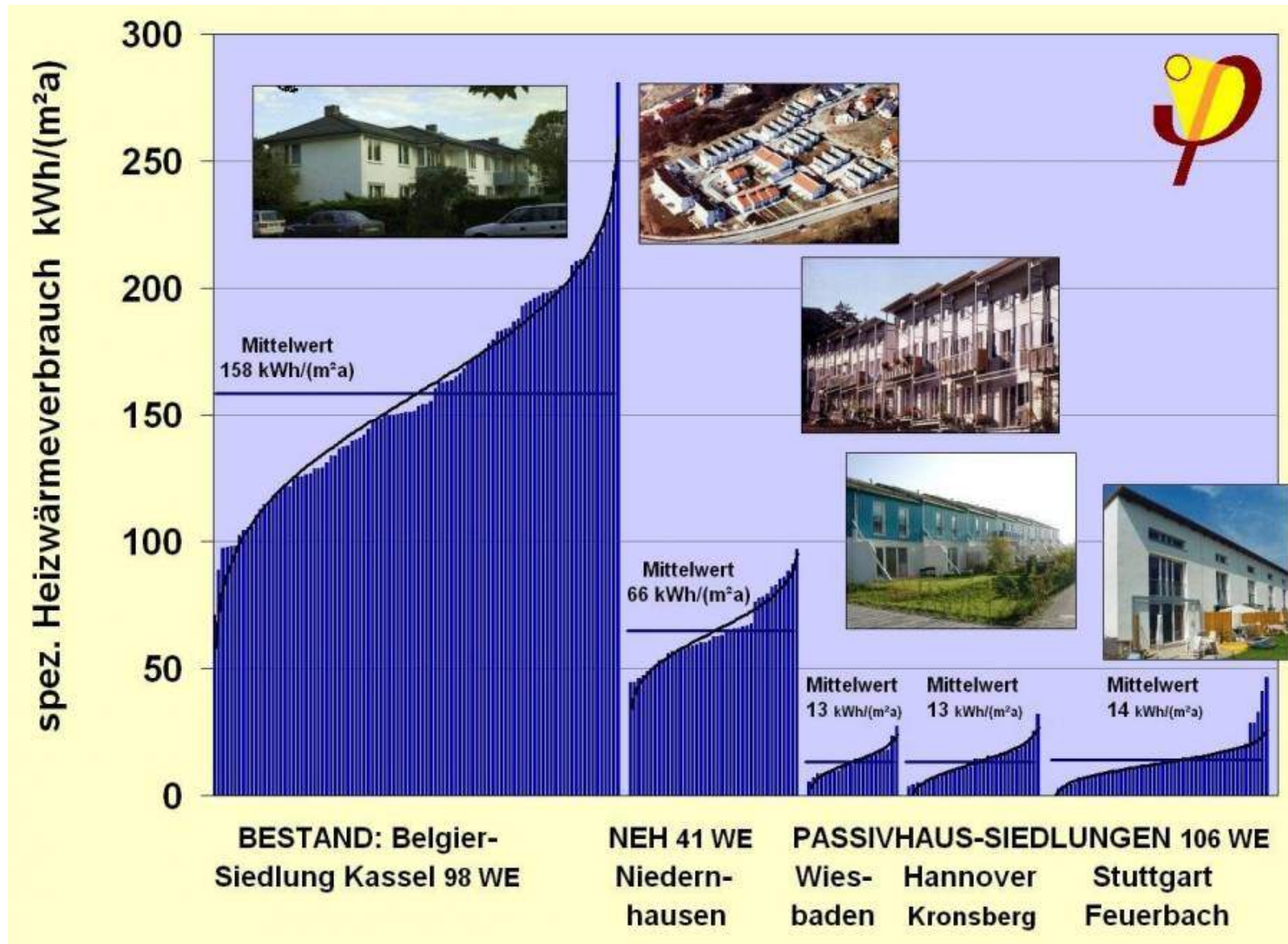
[DIN 18599 건물 에너지성능 평가개요]



패시브하우스 개요 – 건물 에너지성능 평가



패시브하우스 개요 – 건물 에너지성능 평가



패시브하우스 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, 환기, 급탕) : $24 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

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

패시브하우스 사례 - 연립주택

80797 MUENCHEN, GERMANY

U(외피) : $0.14 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

U(지붕) : $0.11 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

U(바닥) : $0.15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

U(창호) : $0.85 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

U(유리) : $0.70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

g값 : 60%

기밀성능 $n_{50} \leq 0.38/\text{h}$

난방에너지요구량 : $15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

1차에너지소요량(난방, 환기, 급탕)
: $36 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

1차에너지소요량 : $104 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$



패시브하우스 사례 - 초등학교

70376 STUTTGART, GERMANY

U(외피) : $0.16 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

U(지붕) : $0.11 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

U(바닥) : $0.35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

U(창호) : $0.74 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

U(유리) : $0.60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

g값 : 45%

기밀성능 $n_{50} \leq 0.46/\text{h}$

난방에너지요구량 : $15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

1차에너지소요량 : $59 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$



KPHI 개원을 축하합니다 !