Prof. Dr. h.c. Klaus Layer
&
Dr.-Ing. Volker Kek
Akademie für Glas-, Fenster- und Fassadentechnik Karlsruhe

Wärmeschutz im Winter und im Sommer

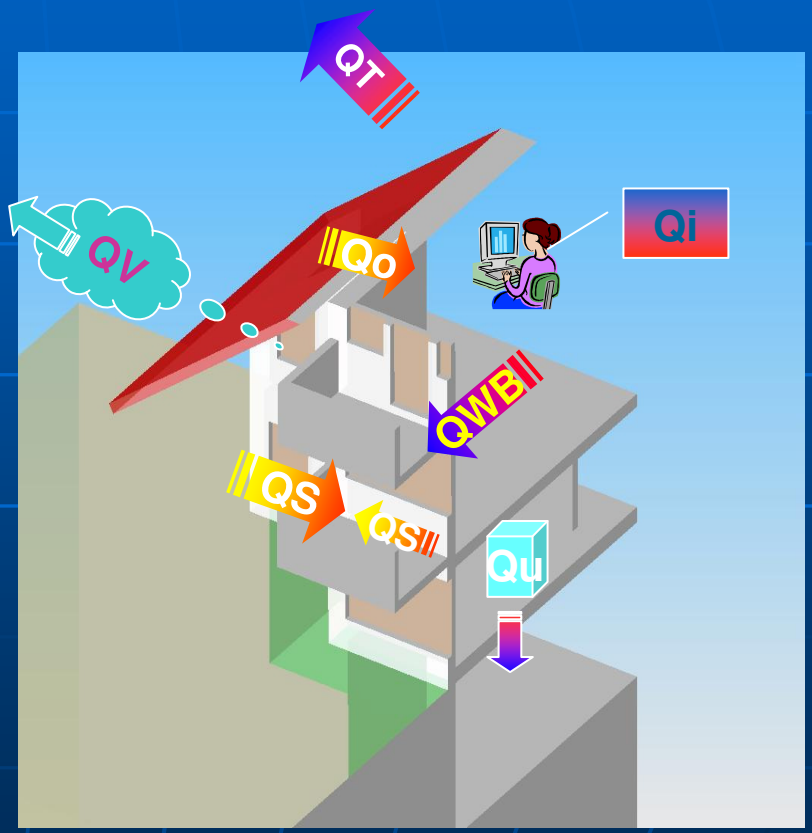
Prof. Dr. h.c. Klaus Layer

GFF Karlsruhe

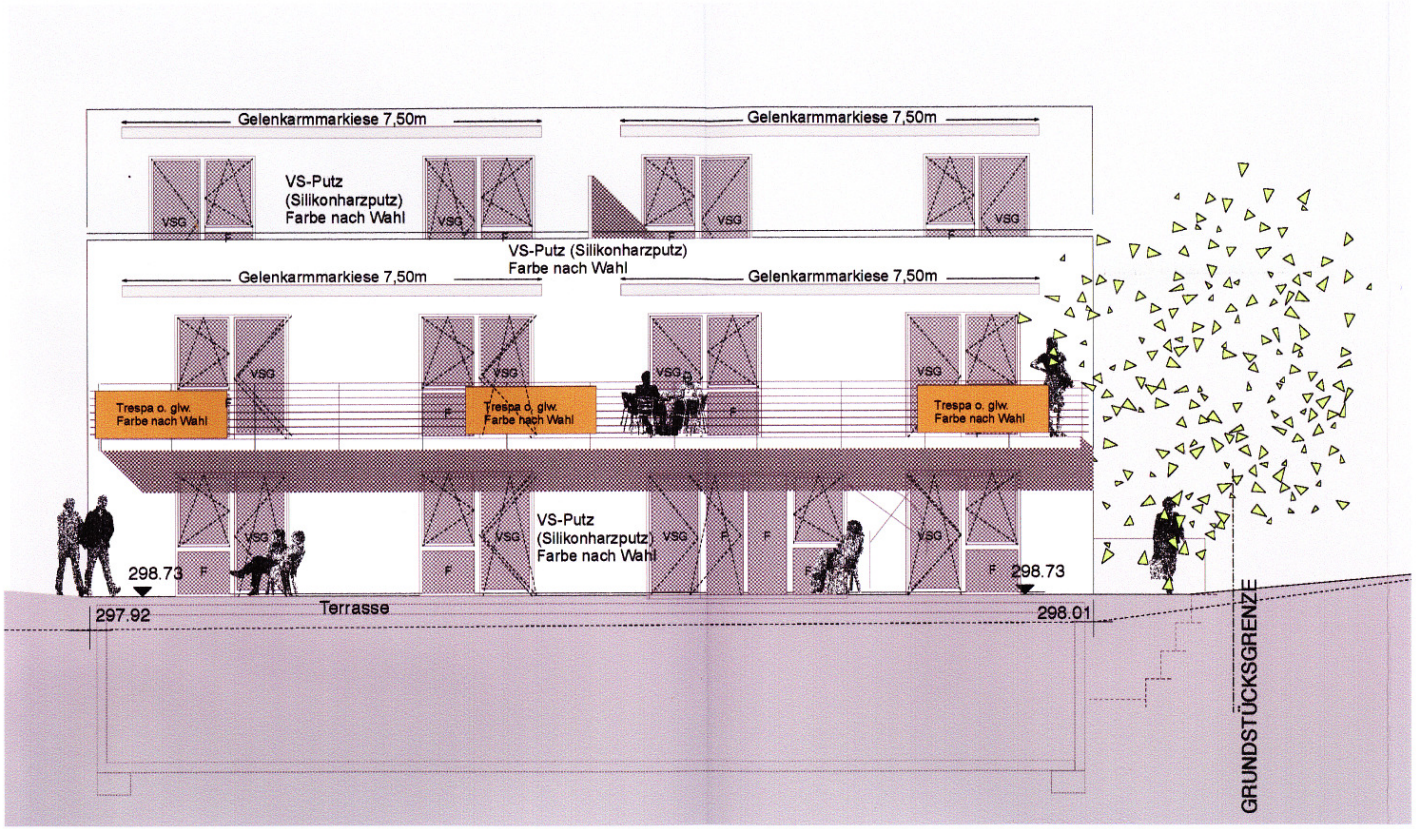
Wohn – Wintergarten – Fachverband
Pforzheim, 24.4.2008

Wärmeverluste und Wärmegewinne

- Transmissionswärmeverluste QT
- Wärmebrücken QWB
- Lüftung QV
- Nachtabschaltung Qu
- Interne Gewinne Qi
- Strahlung QS
- Opake Wärmegewinne Qo
- Glasvorbauten Qg

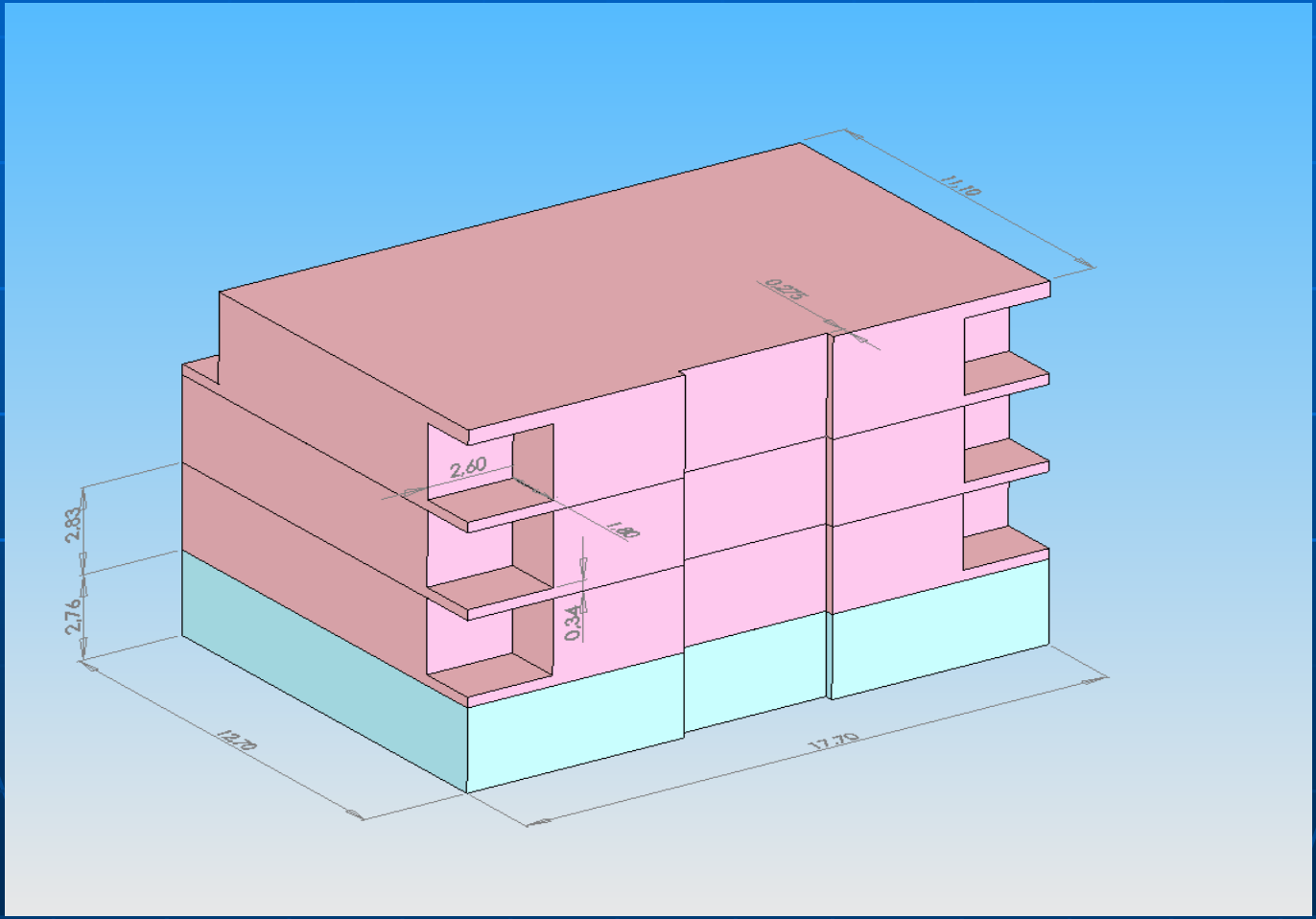


Projekt - Ganzheitliche Energieberatung



Ansicht West

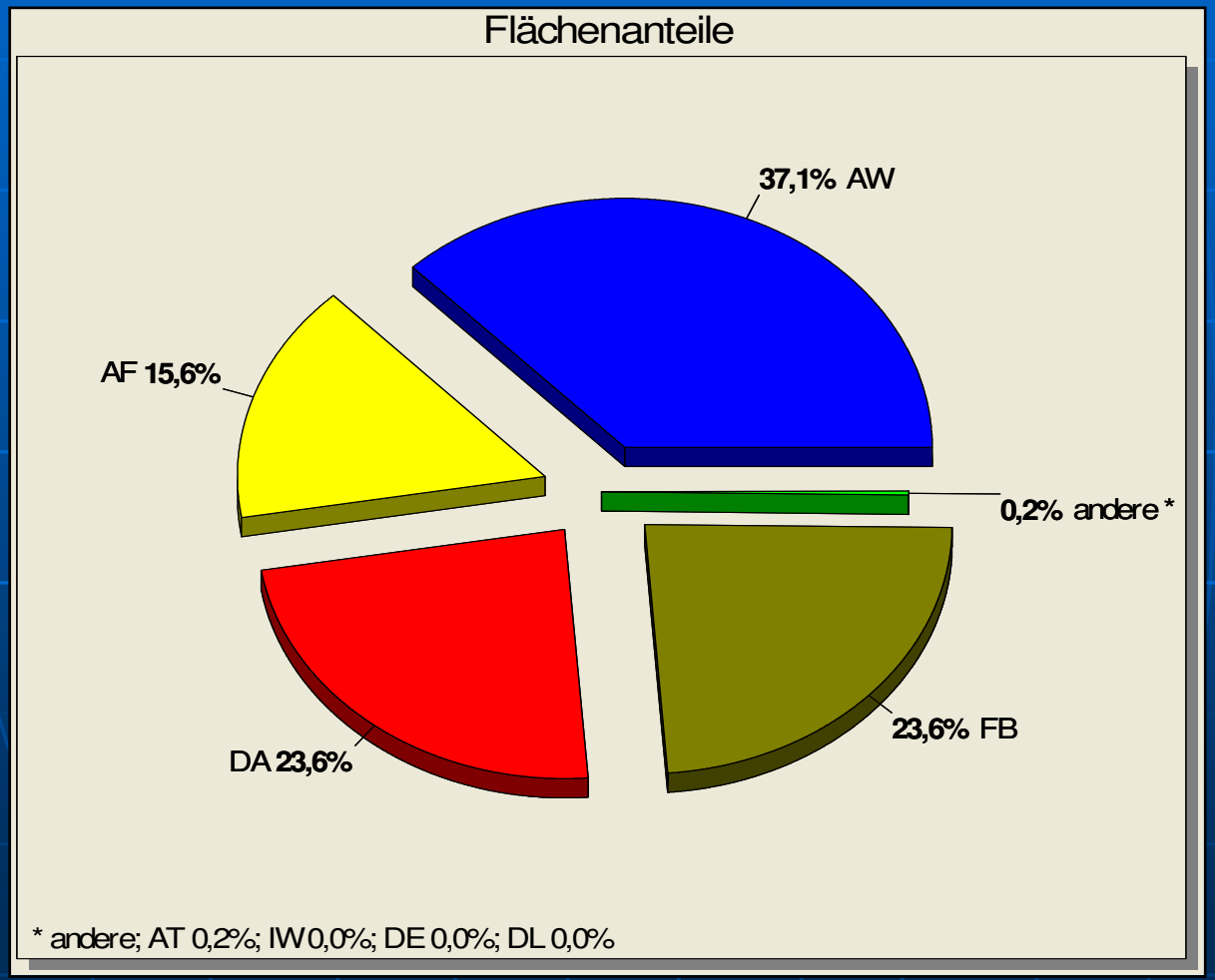
Projekt - Ganzheitliche Energieberatung



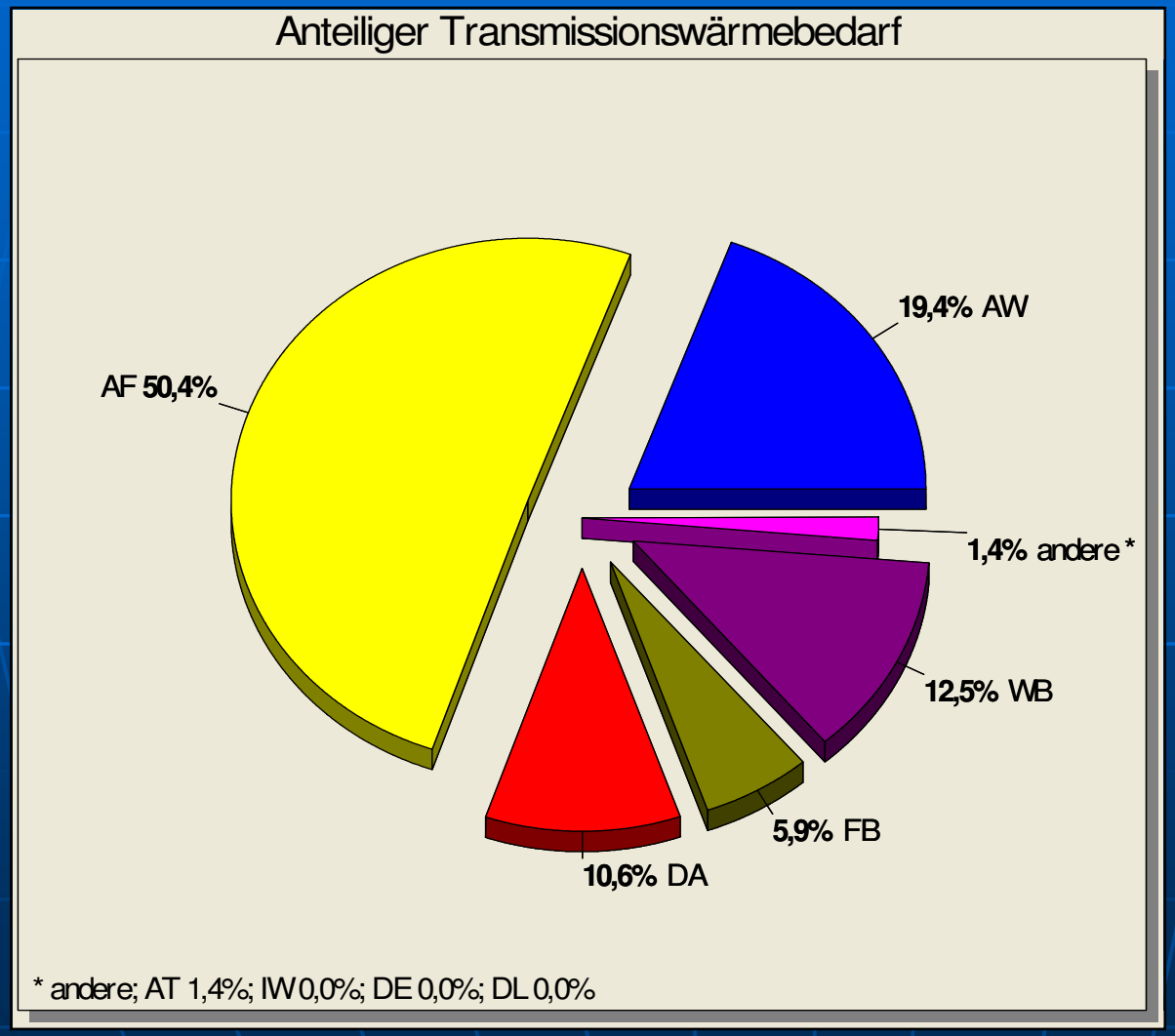
Auslegung mit Gebäudehüllverfahren

	QT	QWB	QV	Qu	Qi	QS	Qo	Qg	Qis	Aus-nutzung	Qnutz	Qh
	(kWh/a)	(kWh/a)	(kWh/a)	(kWh/a)	(kWh/a)	(kWh/a)	(kWh/a)	(kWh/a)	(kWh/a)	eta	(kWh/a)	(kWh/a)
Jan	5781	720	5809	625	2405	1140	-30	0	3544	0,99	3497	7499
Feb	4733	589	4756	479	2172	1395	0	0	3567	0,98	3479	5531
März	4243	528	4264	386	2405	2166	47	0	4570	0,93	4271	3803
April	2618	326	2631	212	2327	4535	215	0	6862	0,63	4290	532
Mai	1737	216	1746	137	2405	4797	247	0	7202	0,42	3001	97
Juni	909	113	914	72	2327	5298	301	0	7625	0,19	1447	4
Juli	285	35	286	22	2405	5681	316	0	8085	0,03	233	0
Aug	199	25	200	16	2405	4259	201	0	6664	0,03	183	0
Sept	1268	158	1274	100	2327	3382	131	0	5709	0,39	2249	61
Okt	2819	351	2833	229	2405	2113	39	0	4518	0,84	3789	1595
Nov	3941	491	3960	352	2327	1186	-21	0	3513	0,96	3377	4192
Dez	5041	628	5065	498	2405	686	-54	0	3091	0,99	3050	6611
	33576	4181	33736	3127	28312	36638	1394	0	64950	0,61	32866	29924

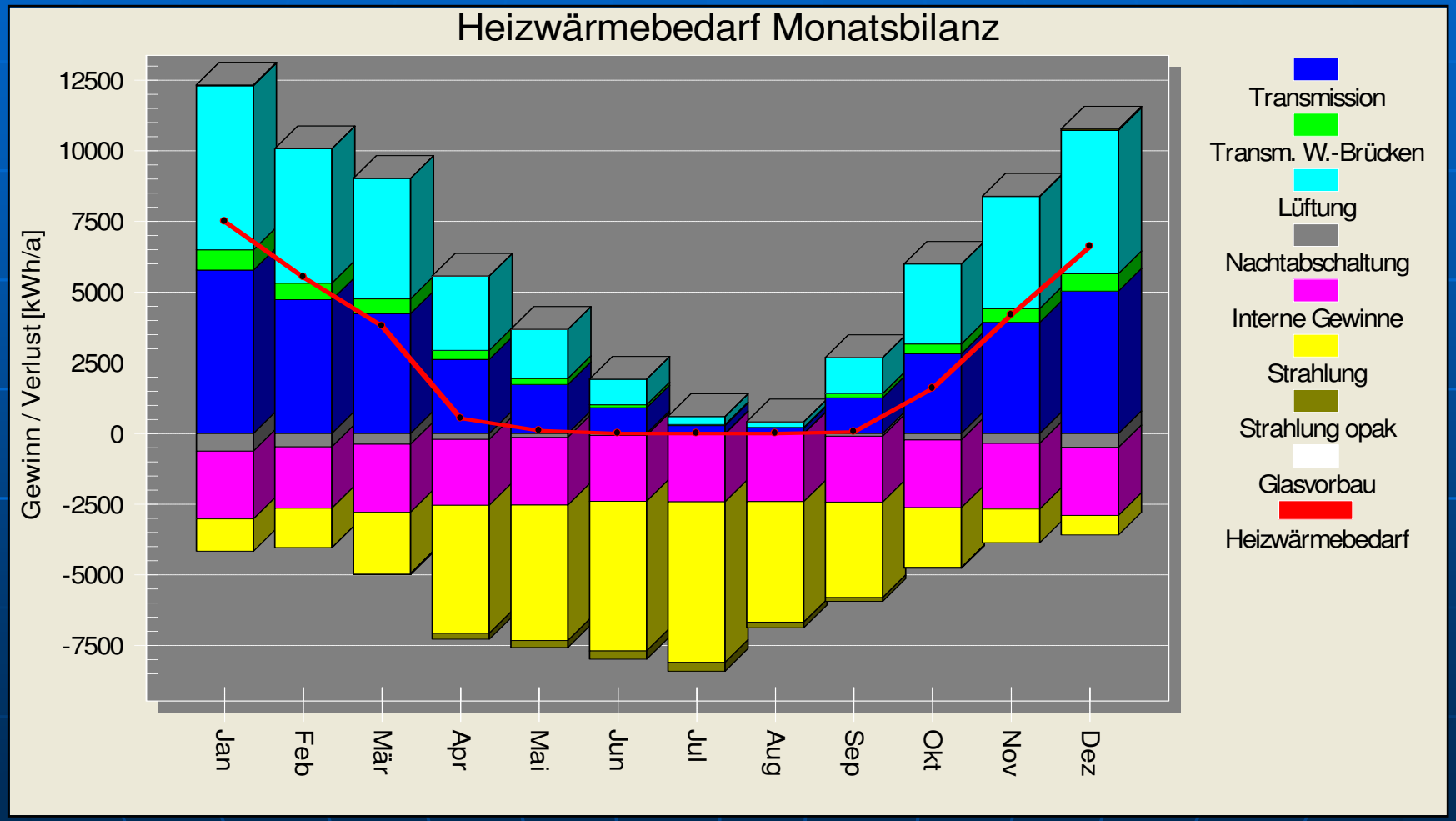
Wärme übertragende Flächen



Wärmeverluste



Wärmebilanz



Bauphysikalische Kenndaten

- U- Wert AW 0.21 W/m²K
- U-Wert Dach 0.18 W/m²K
- U-Wert Fenster 1.25 W/m²K
- U-Wert FB zu Erdgeschoss 0.20 W/m²K
- U-Wert Tür 2.5 W/m²K
- Wärmebrückenzuschlag nach DIN 4108 Blatt 2 UWB 0.05 W/K HWB 47.66 W/K

Wichtige Erkenntnisse

- Lüftungswärmeverluste liegen in der gleichen Größenordnung wie die Transmissionswärmeverluste
- Wärmetransmissionsverluste treten in vielen modern gebauten Gebäuden überwiegend über die Fensterflächen auf
- einer geeigneten Lüftung mit Wärmerückgewinnung kommt erhöhte Bedeutung zu, vor allem im Hinblick auf Schimmelpilzbildung
- Fenster und Türen stehen im Brennpunkt der Anstrengungen, wirksame und funktionierende Öffnungen in der Gebäudehülle zu schaffen. Gefordert ist hier ein exzellenter Wärme- und Feuchteschutz!

Energetische Optimierung der Gebäudehülle

Wesentliche Einflussfaktoren

- Abdichtung der Gebäudehülle
- Bauphysikalisch optimierte Bau- und Wärmedämmmaterialien
- Konstruktive Optimierung von Wärmebrücken
- weitere Methoden

Führen zu

- Vermindertem Primärenergiebedarf und damit zu CO_2 Reduktion
- Verminderung von Schadstoffausstoß bei Energieerzeugung
- Senkt Energieverbrauchskosten
- Höhere Unabhängigkeit von Primärenergie Weltmarktpreisen

Problematisch: Abdichtung der Gebäudehülle

- Kein „automatischer Luftwechsel“ vorhanden
- Gebäude-Nutzer-Verhalten führt bei sehr gut abgedichteten Gebäuden zu Feuchtestau und damit unweigerlich zur Bildung von Schimmelpilzen
- insbesondere bei Altbausanierungen mit deren typischen Wärmebrücken treten diese Phänomene verstärkt auf
- Schadensfälle sind in großer Zahl bekannt und führen zu unerfreulichen juristischen Auseinandersetzungen!!!

Schimmelpilzbildung

Einflussfaktoren für Raumfeuchte:

- Schweißabsonderungen der Bewohner
- Gewohnheiten der Bewohner (Kochen, Werken, …..)
- Pflanzen und Tiere
- Klima
- Bauweise von Gebäuden
- Bauzustand von Gebäuden
- Montagemängel

Schimmelpilz entsteht auf Flächen, Kanten und Ecken, die permanent feucht, nass oder durch Tauwasser aus der Raumluft benetzt werden!

Taupunkttemperatur

Der Sättigungsdampfdruck der feuchten Luft hängt für Anwendungen der Raumklimatechnik nur von der Temperatur ab.

$\theta_C := 106.5 \cdot C$

$n := 8$

gültig für 0° - 45° C

$$p_{Sätt} := 611.2 \cdot \left(1 + \frac{\theta}{\theta_c}\right)^n \cdot Pa$$

Deshalb müssen zur Vermeidung von Betauung alle Oberflächentemperaturen eines Raumes über der Taupunkttemperatur des vorhandenen Feuchtezustands der Raumluft gebracht und weniger feuchte Luft zugeführt werden (Luftwechsel).

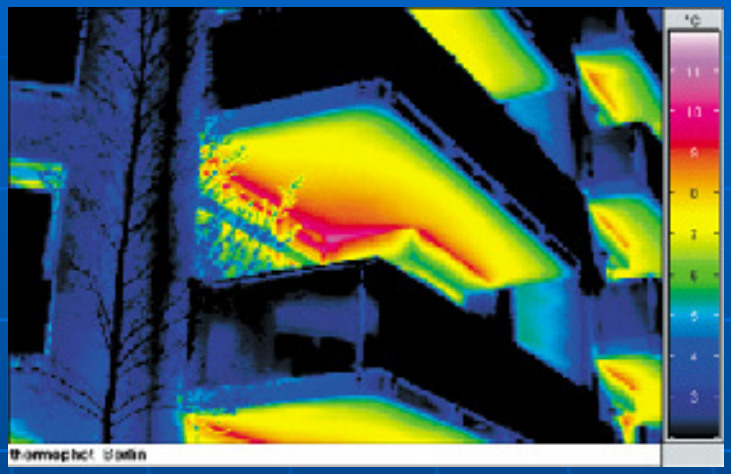
$$\theta_{krit} := (\theta_c + \theta_i) \cdot \phi_i^{\frac{1}{n}} - \theta_c$$

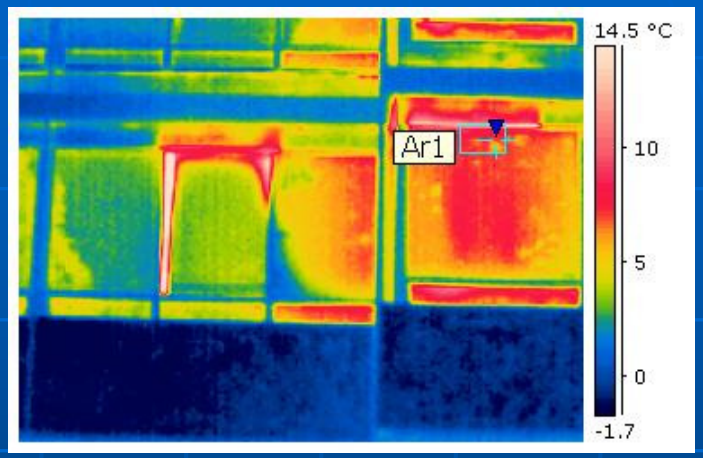
ϕ_i = "relative Feuchte"

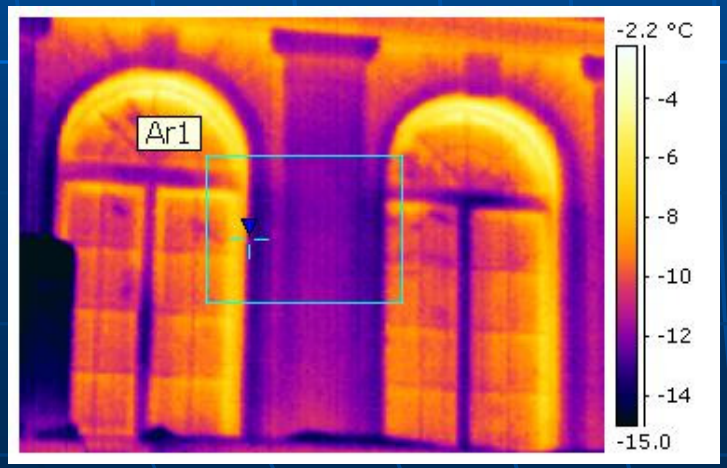
Zur Bewertung von Wärmebrücken wird der Faktor fRsi eingeführt, Bewertung der Taupunktgefahr.

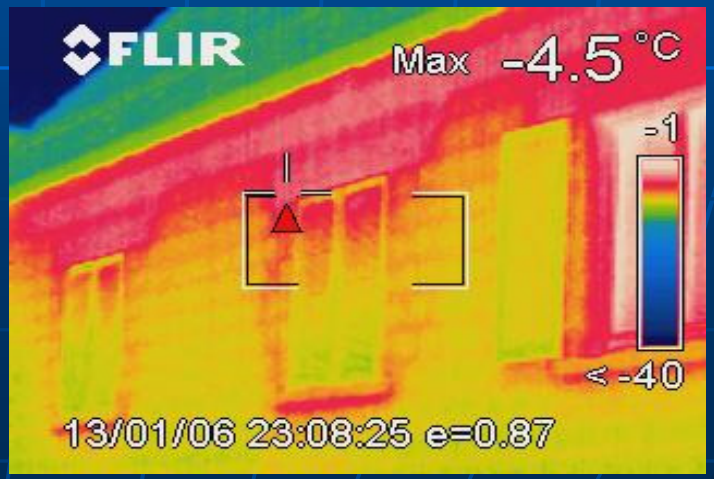
$$f_{Rsi} := \frac{(\theta_{krit} - \theta_e)}{(\theta_i - \theta_e)}$$

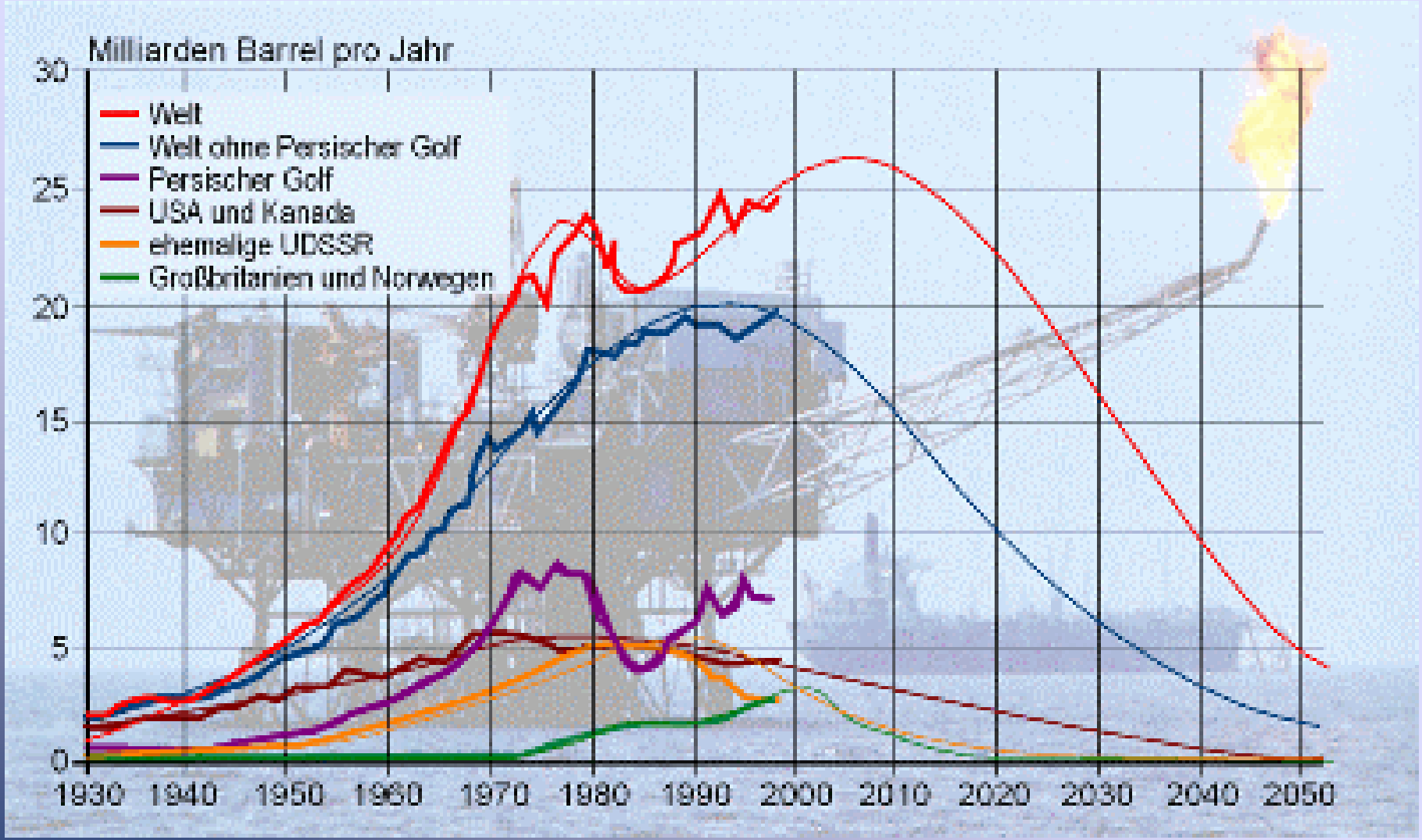
Wärmebrücken











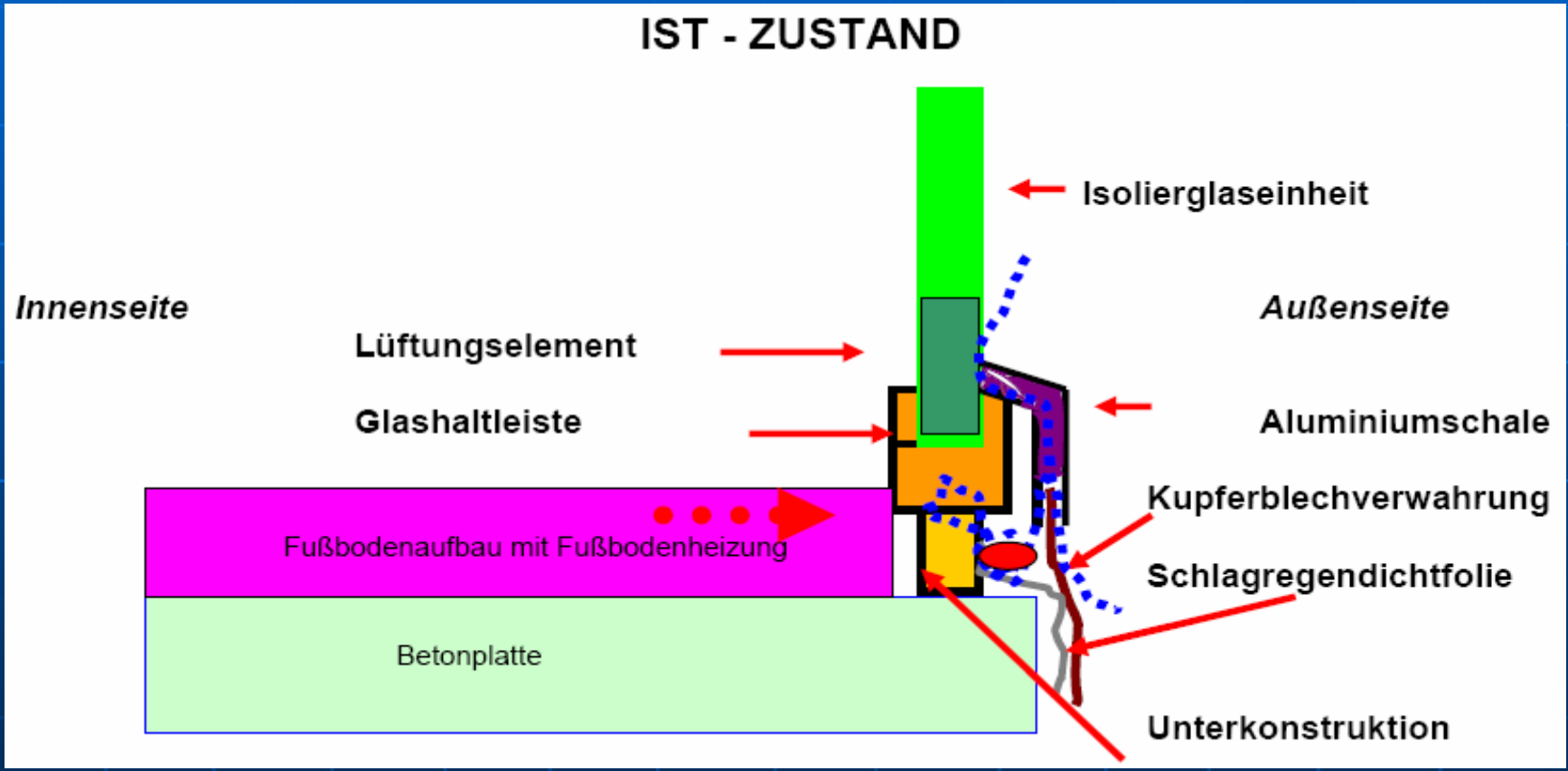
Weltölproduktion nach den Geologen C.J. Campbell

Ursachen für Schwierigkeiten

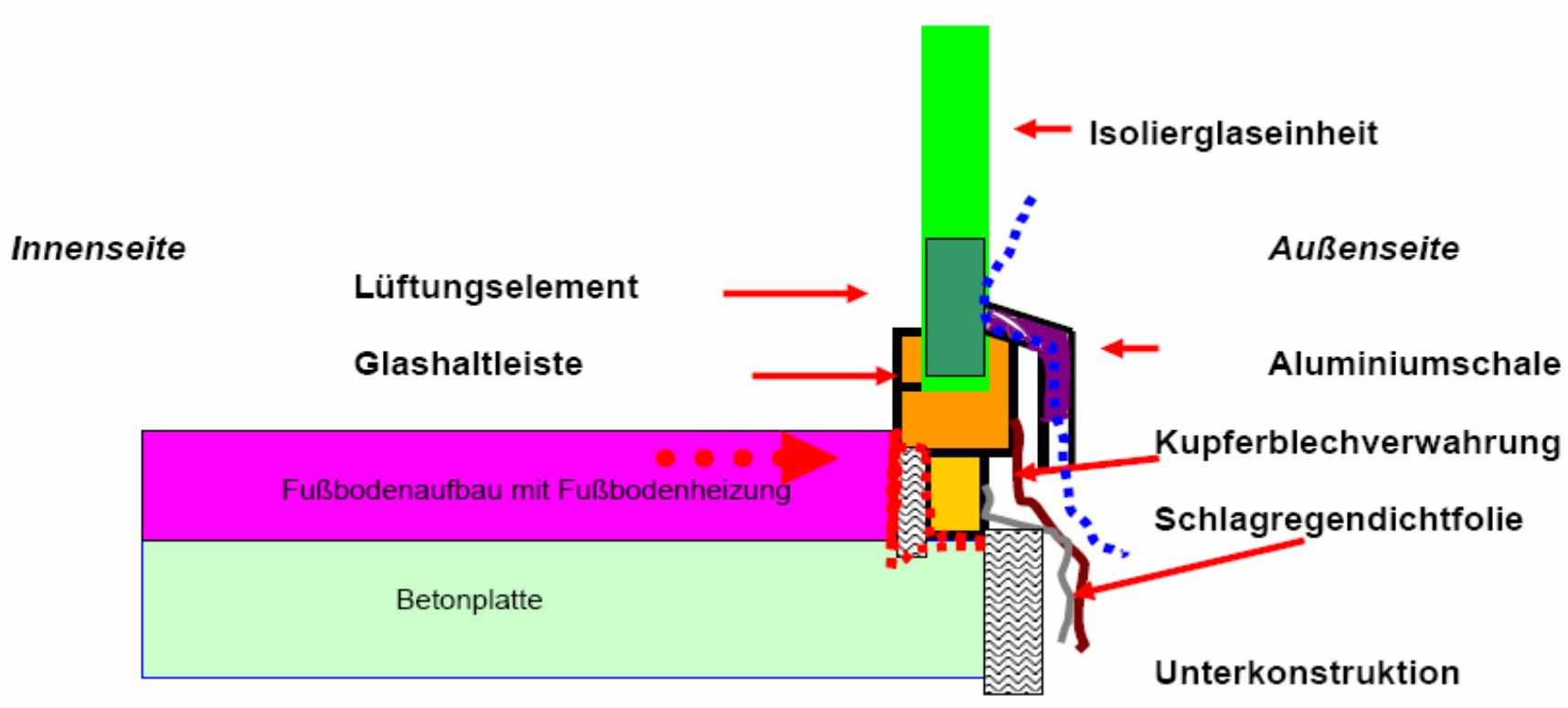
- Mangelnde Planung und Ausführung von Konstruktion und Anschlüssen im Bereich Fenster, Türen, Fassaden, Glasanbauten, Sonnenschutz
- Materialinhärente Fehler (Produktionsfehler, Alterungsbedingte - Konstruktionsfehler)

Bauschäden durch Systemfehler

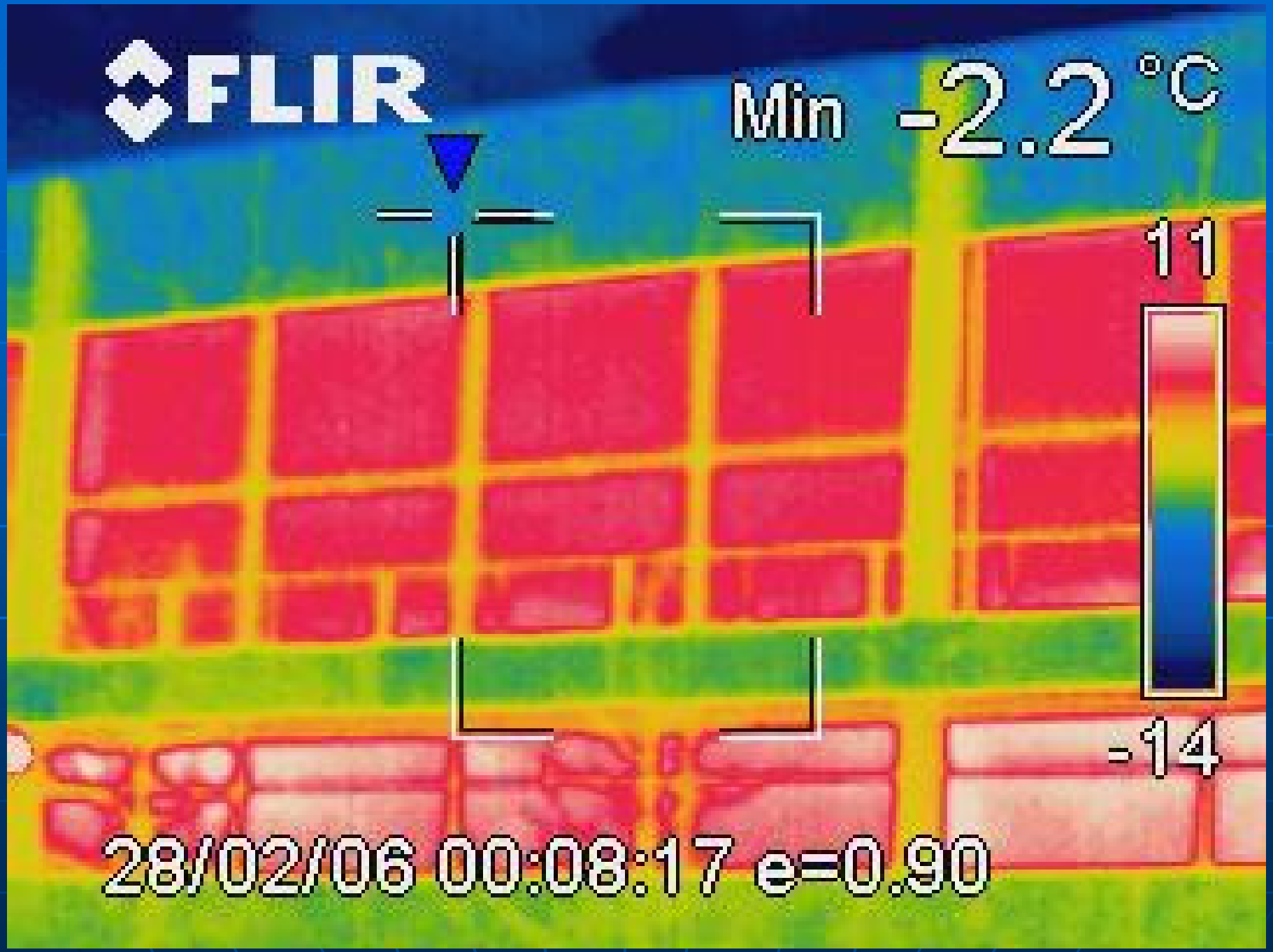
Bauschäden durch Systemfehler

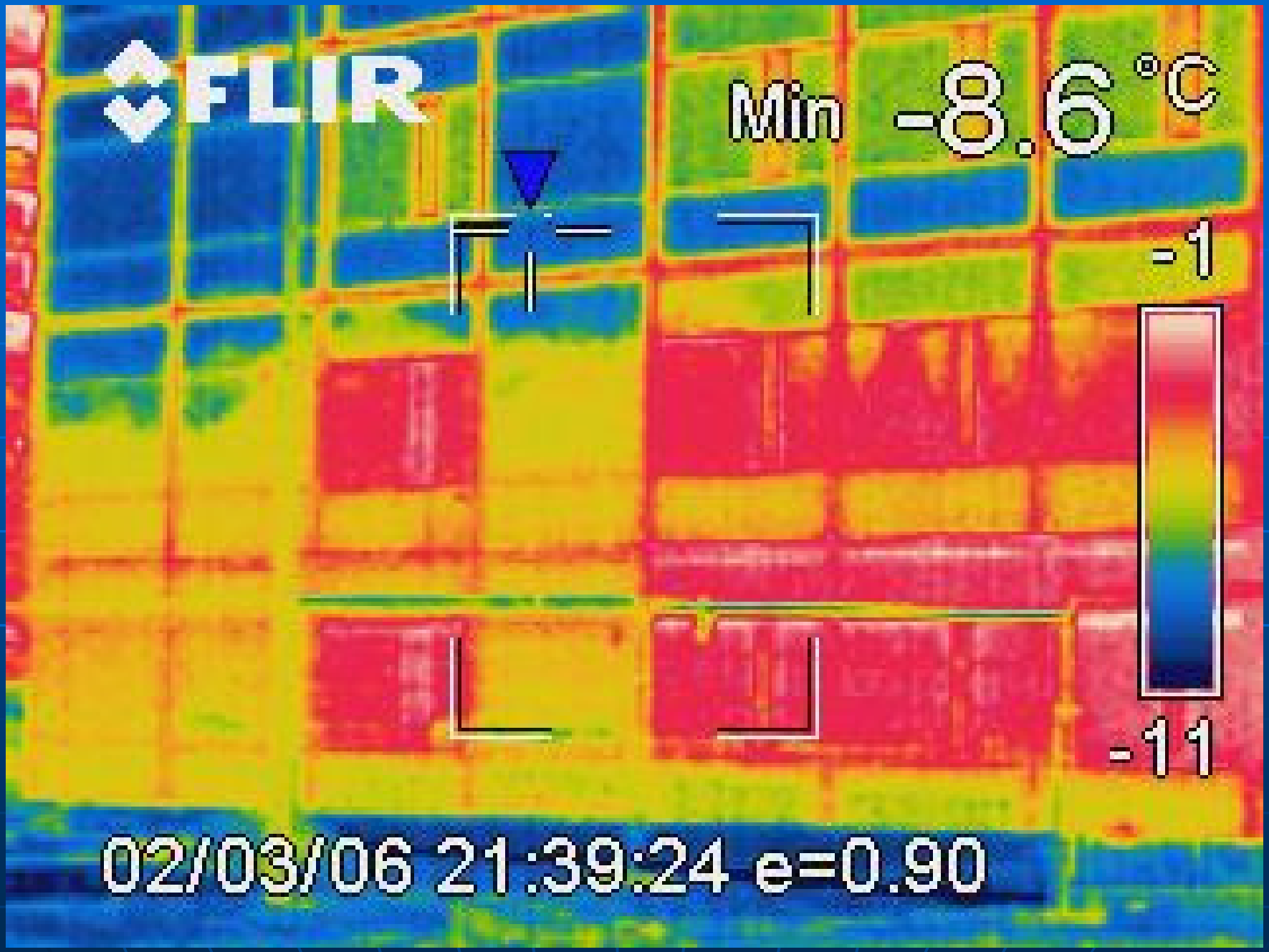


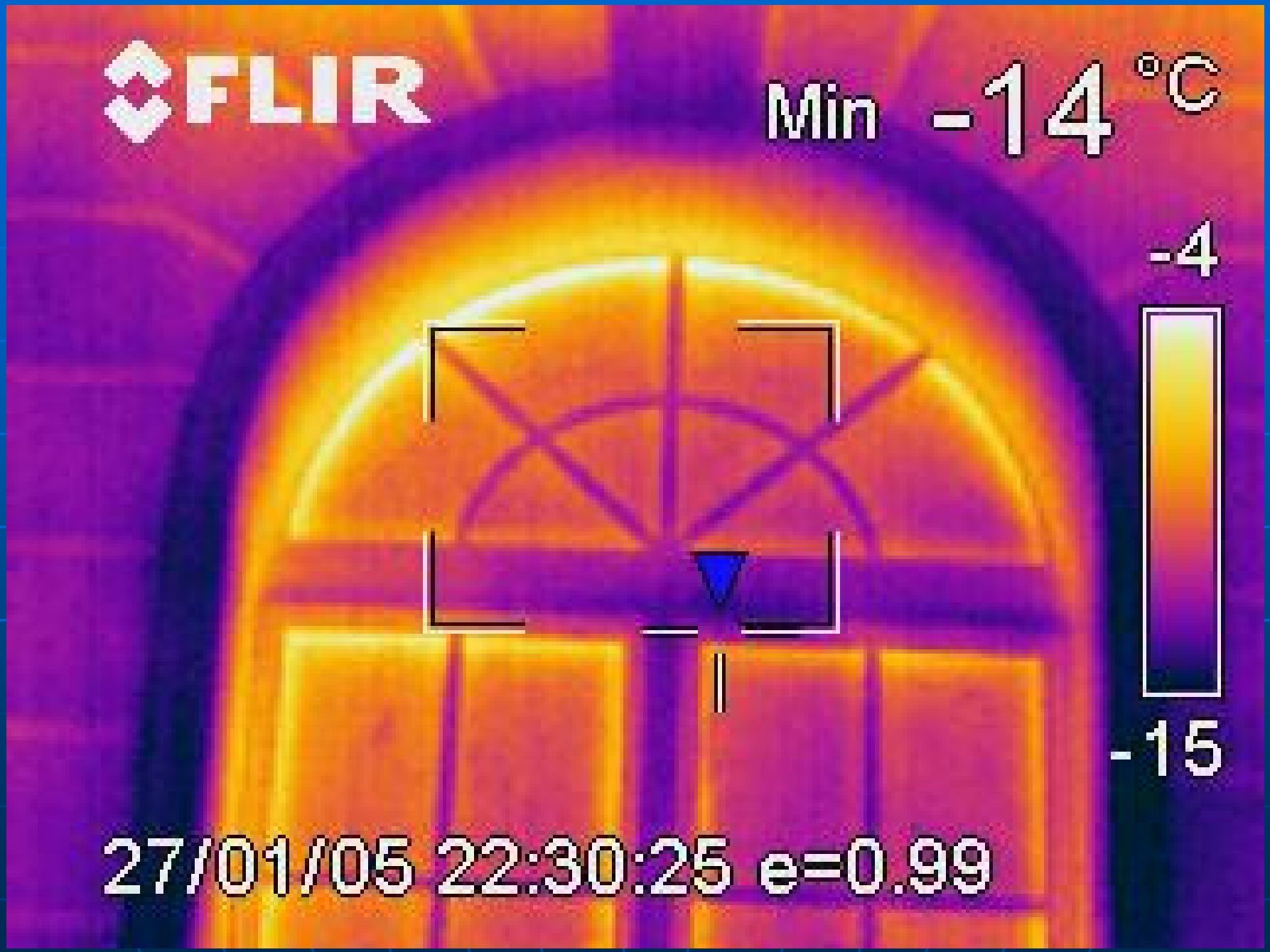
Bauschäden durch Systemfehler



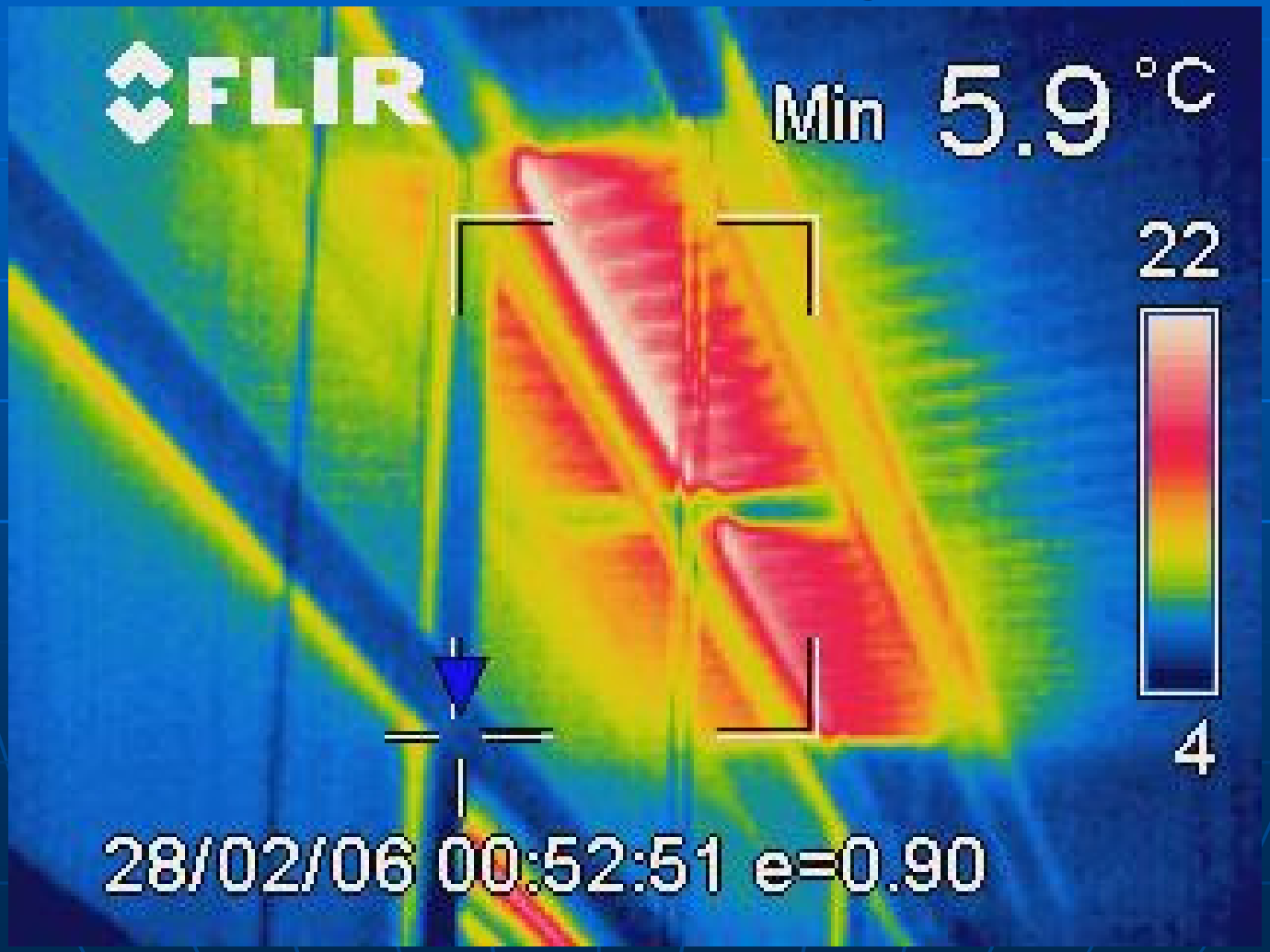
Bauschäden durch Systemfehler


FLIR
Min -2.2 °C
11
-14
28/02/06 00:08:17 e=0.90

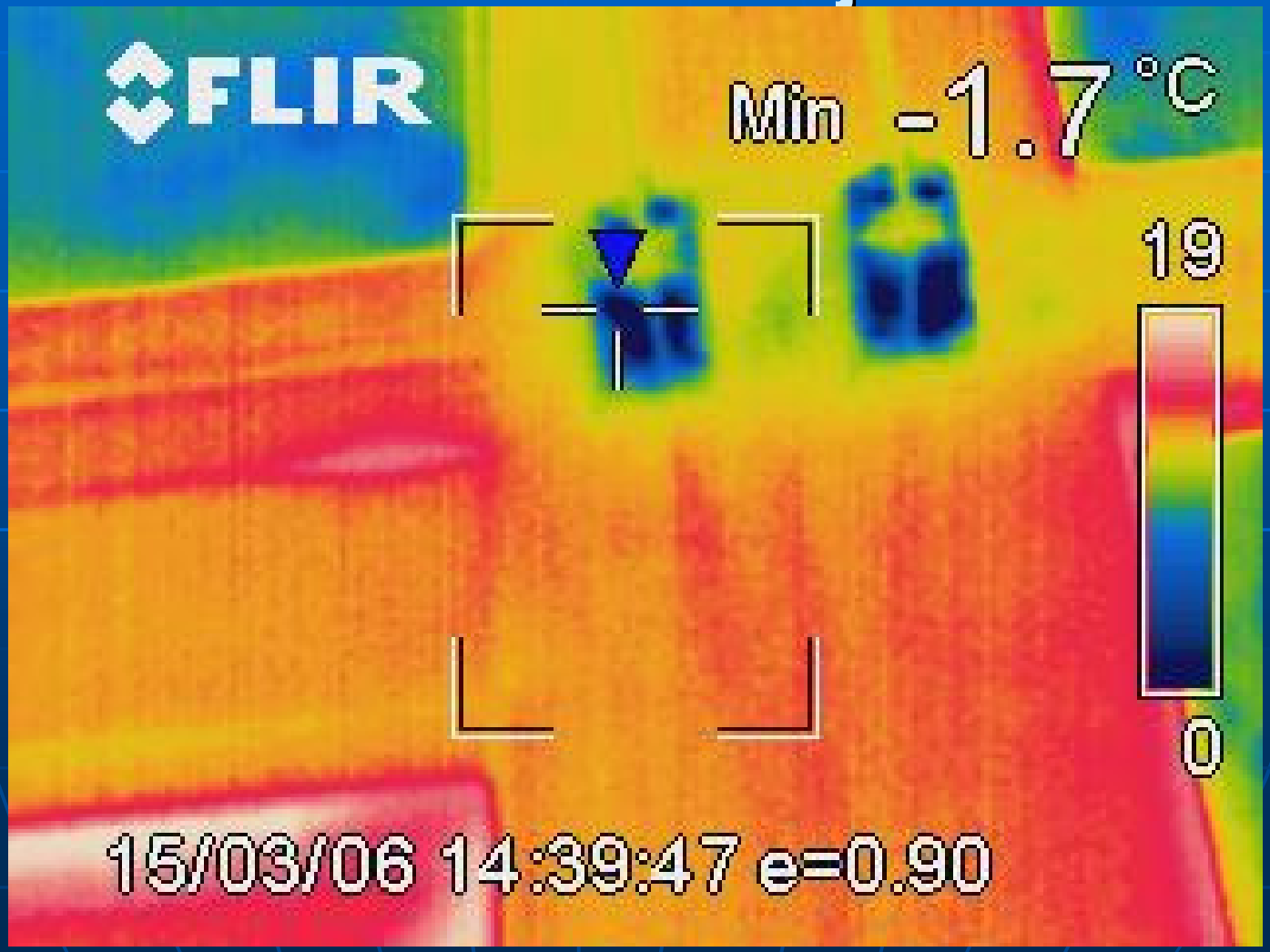

FLIR
Min -8.6 °C
-1
-11
02/03/06 21:39:24 e=0.90


FLIR
Min -14 °C
-4
-15
27/01/05 22:30:25 e=0.99

Konstruktion – Baujahr 1969

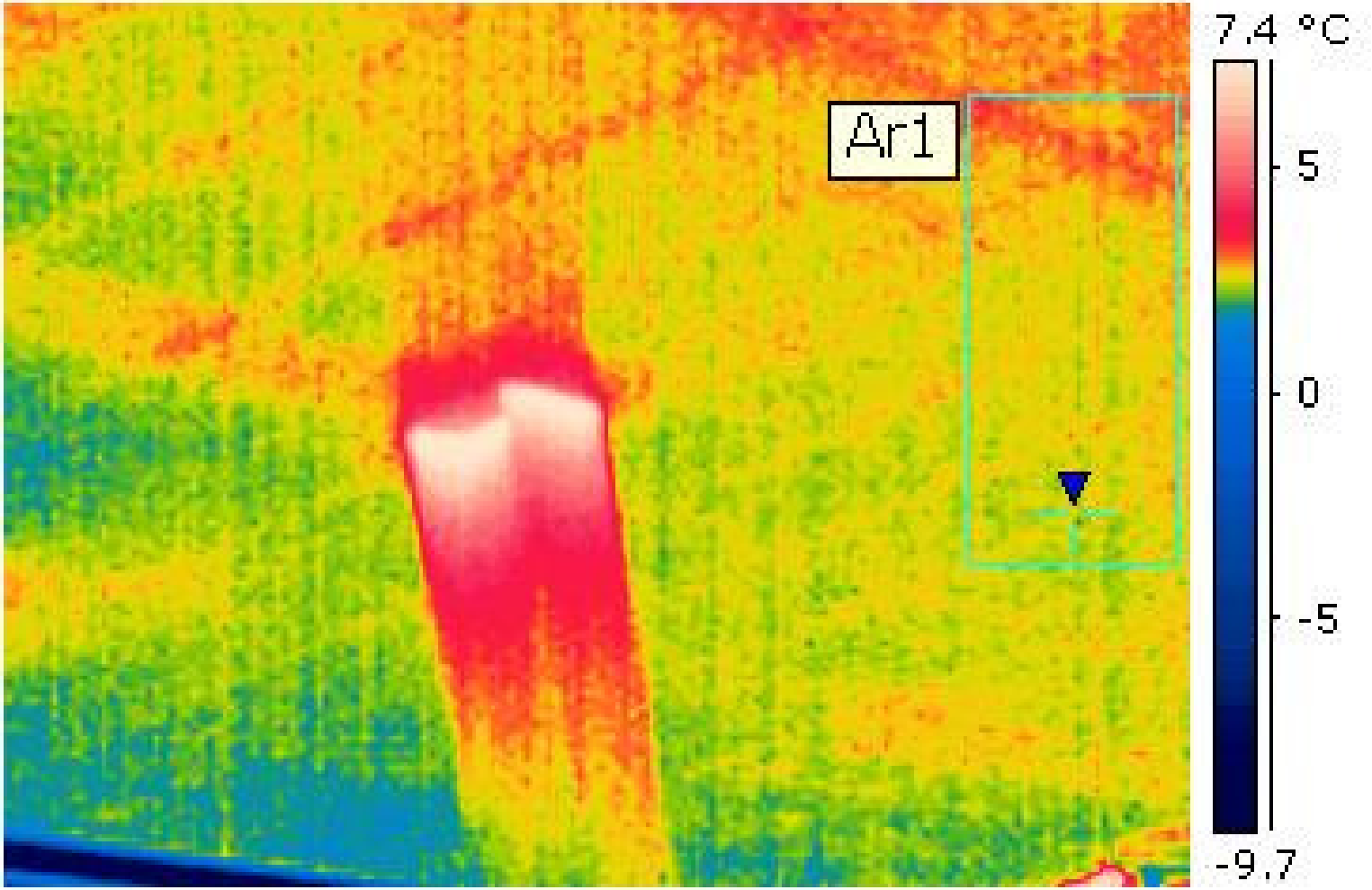


Konstruktion – Baujahr 1969

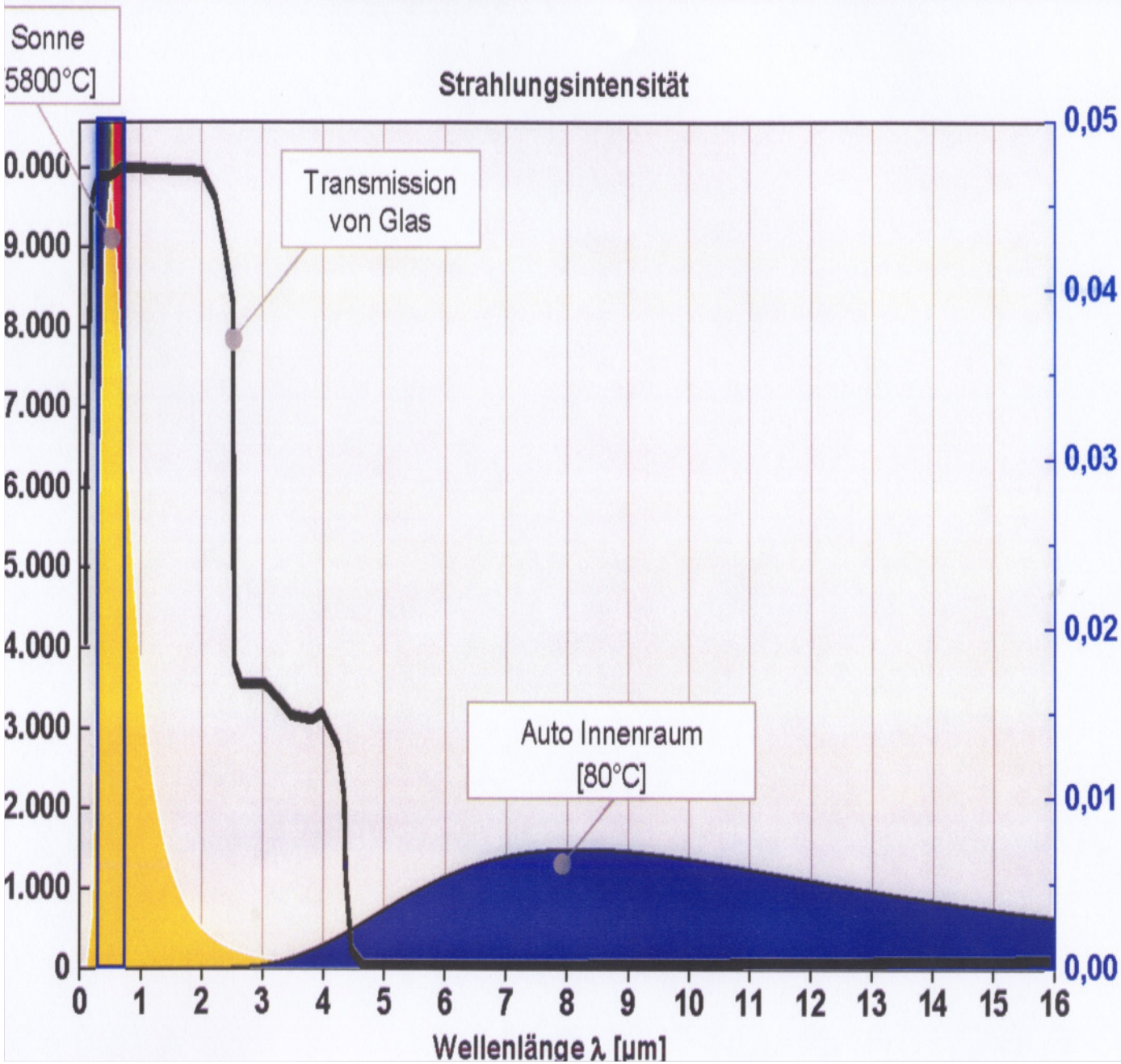


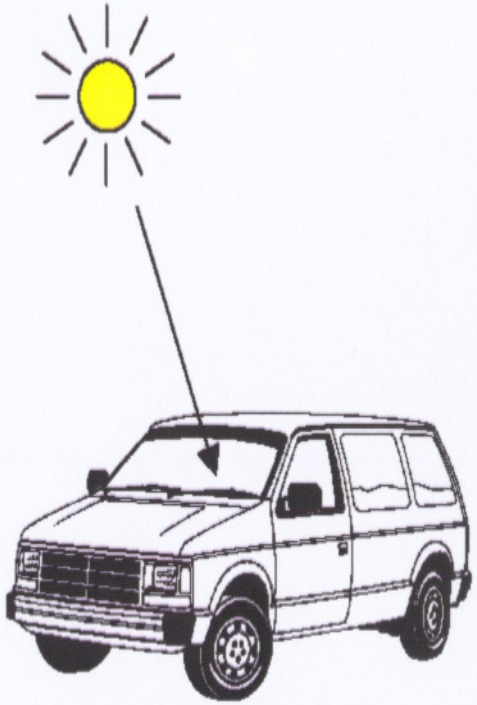
Konstruktion – Baujahr 1969

Konstruktion – Baujahr 1969



Beispiel 4: Der "Treibhauseffekt"

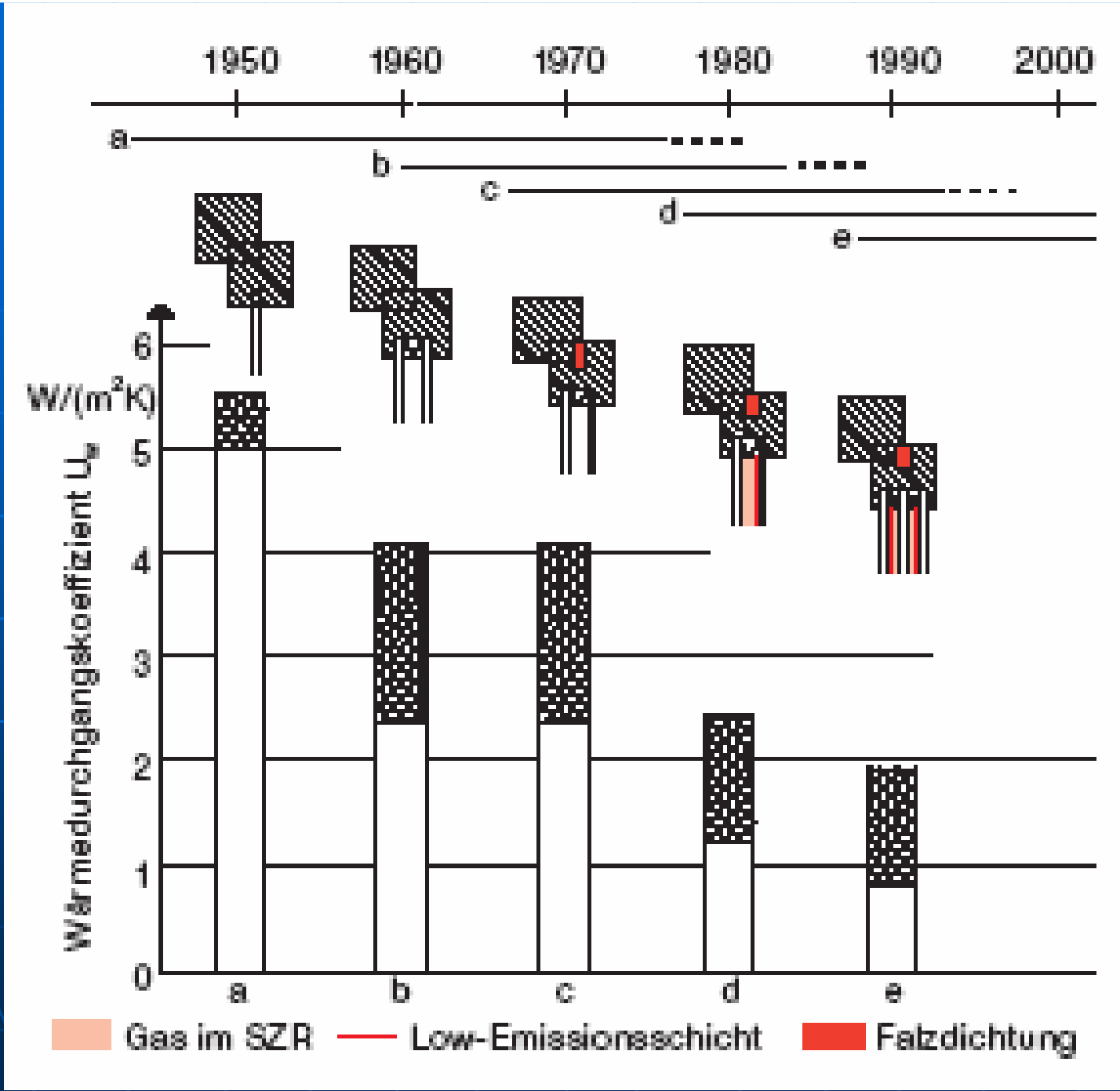




Aufheizung eines Wagens

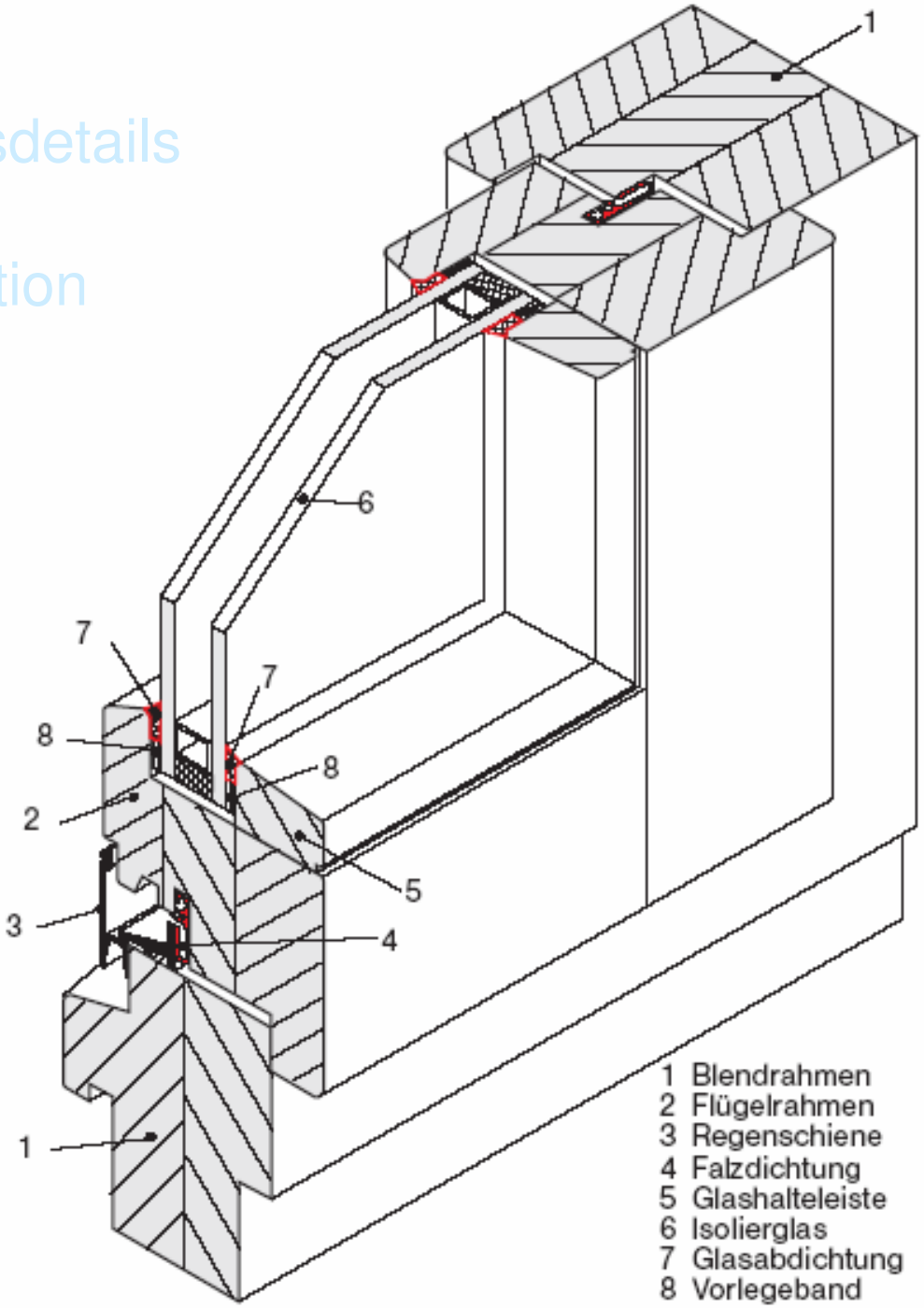
Die kurzwellige Sonnenstrahlung durchdringt das Glas und wärmt den Wagen auf.

Die langwellige Innenraumstrahlung wird vom Glas blockiert.


1950
1960
1970
1980
1990
2000
a
b
c
d
e
Wärmedurchgangskoeffizient U_w
W/(m²K)
0
1
2
3
4
5
6
Gas im SZR
Low-Emissionsschicht
Falzdichtung

Diverse Konstruktionsdetails – Bestandsituation

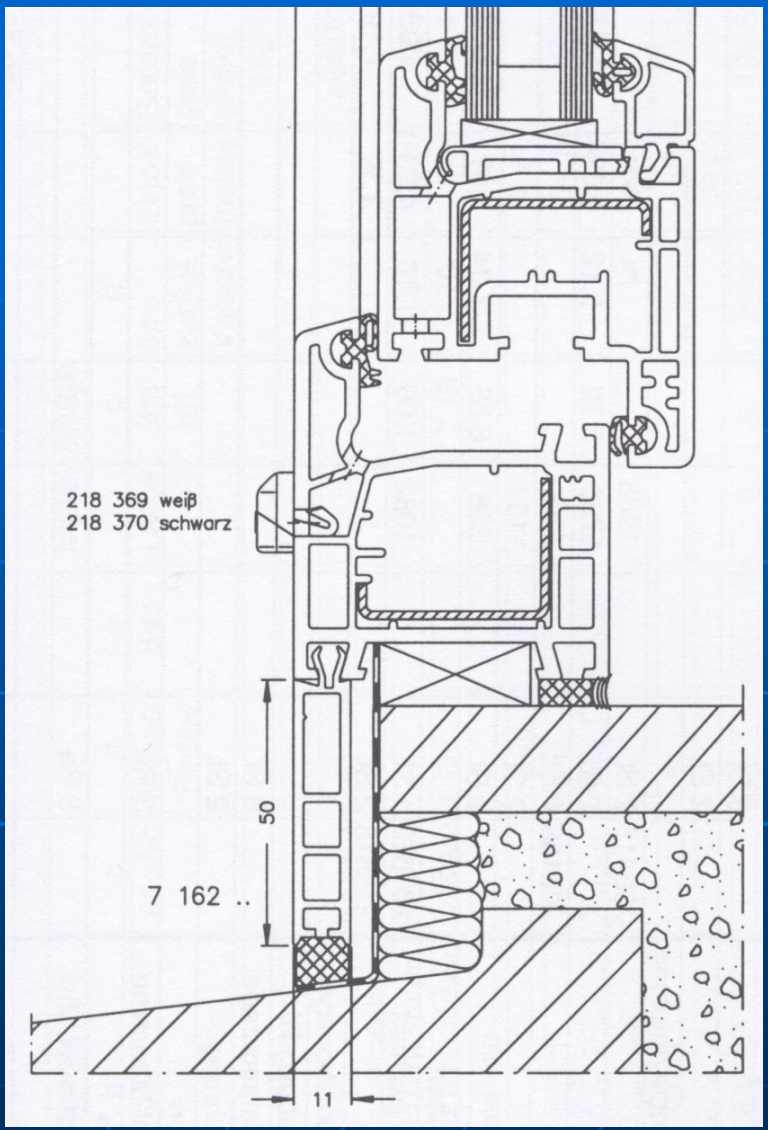
Holzfenster

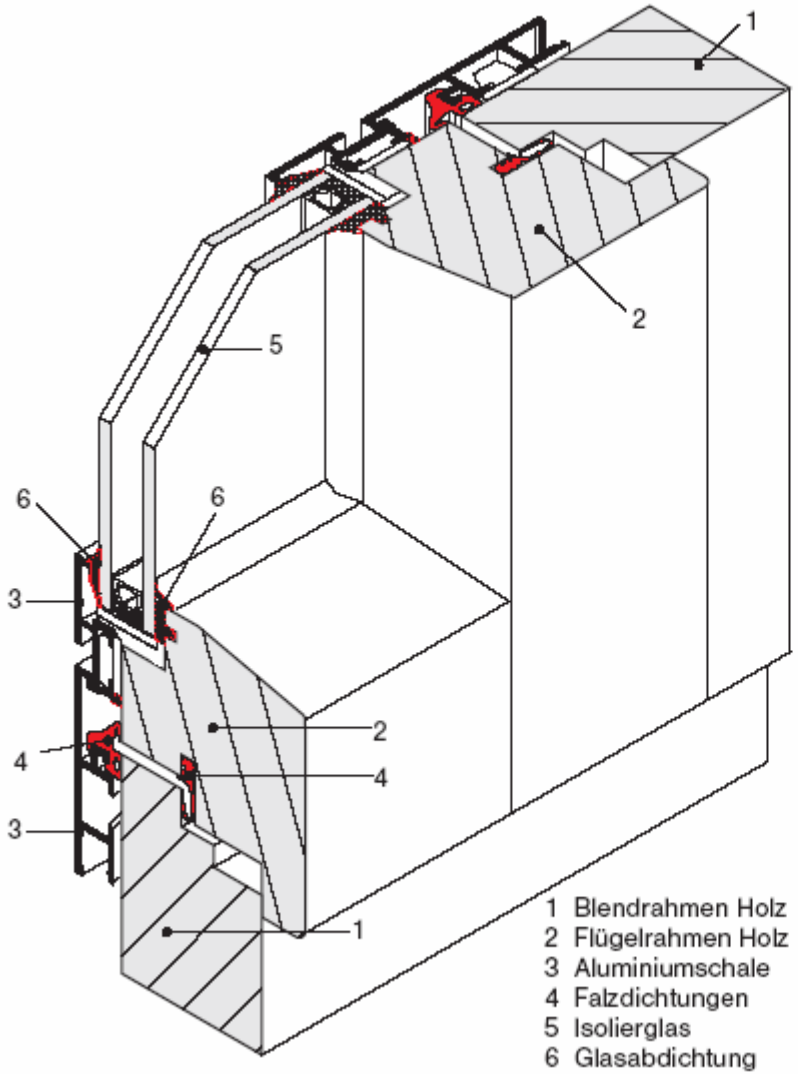


Diverse Konstruktionsdet ails – Altbausituation

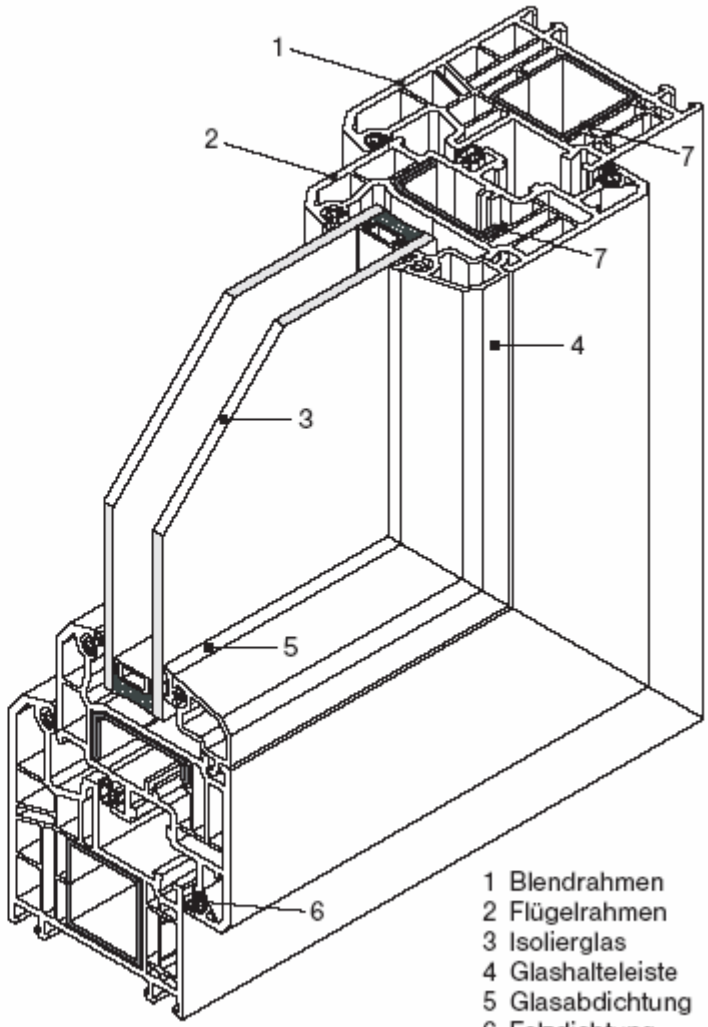
PVC-Profil
im Bereich der

Lösungen unteren
Fensterbankanschlusssituation

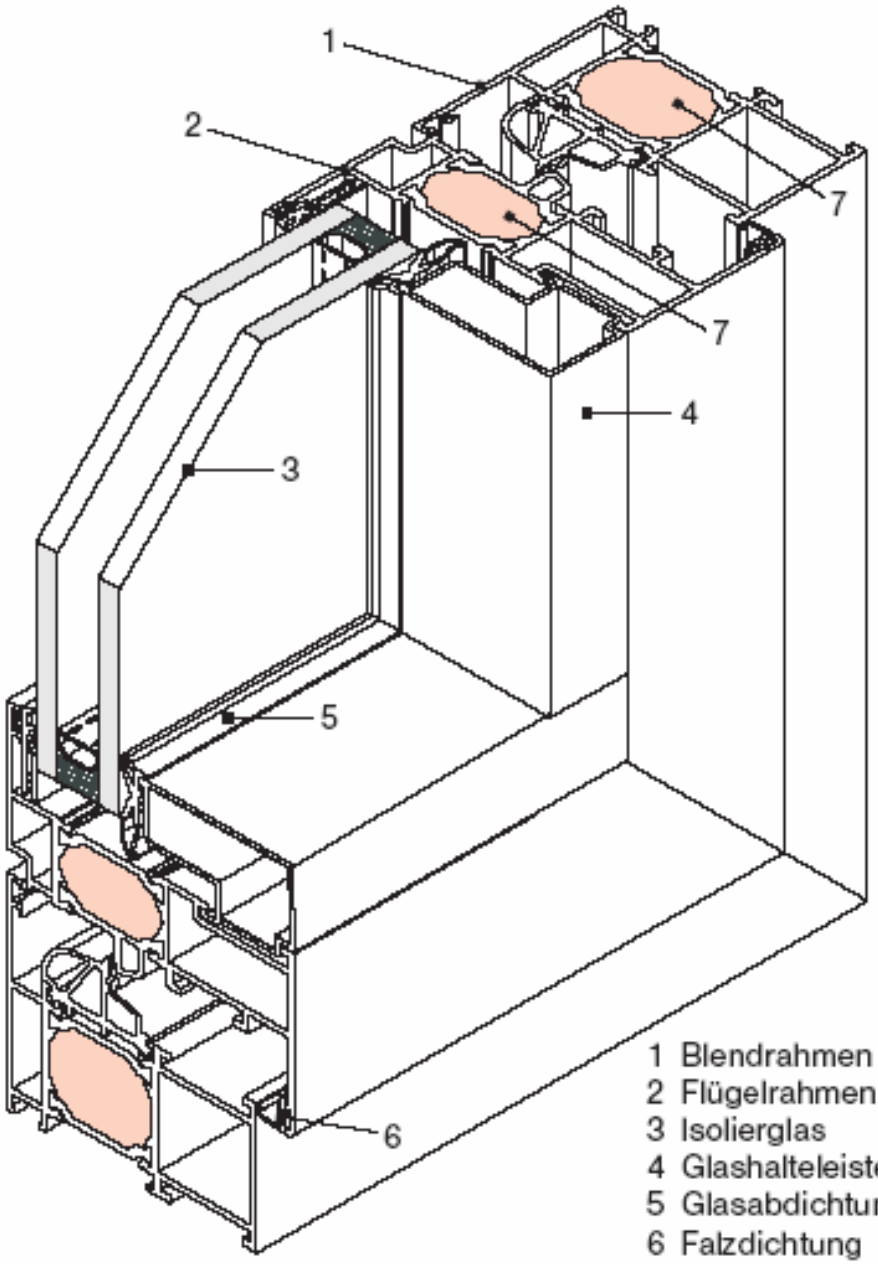




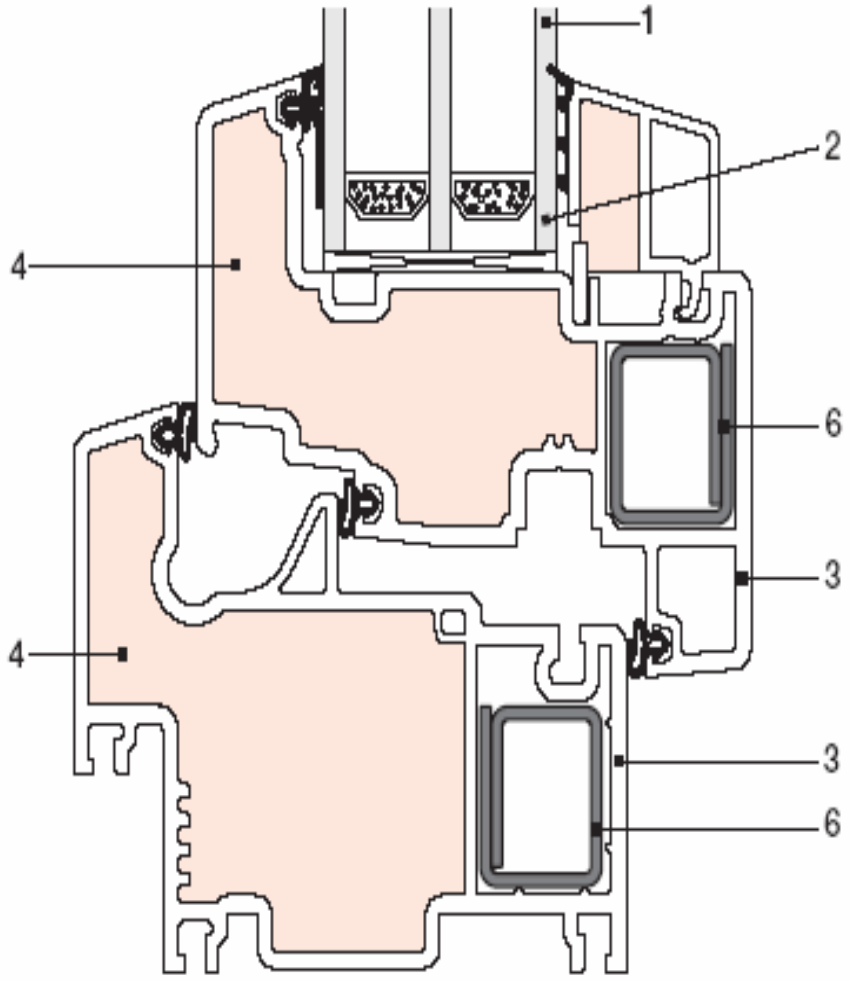
1 Blendrahmen Holz
2 Flügelrahmen Holz
3 Aluminiumschale
4 Falzdichtungen
5 Isolierglas
6 Glasabdichtung

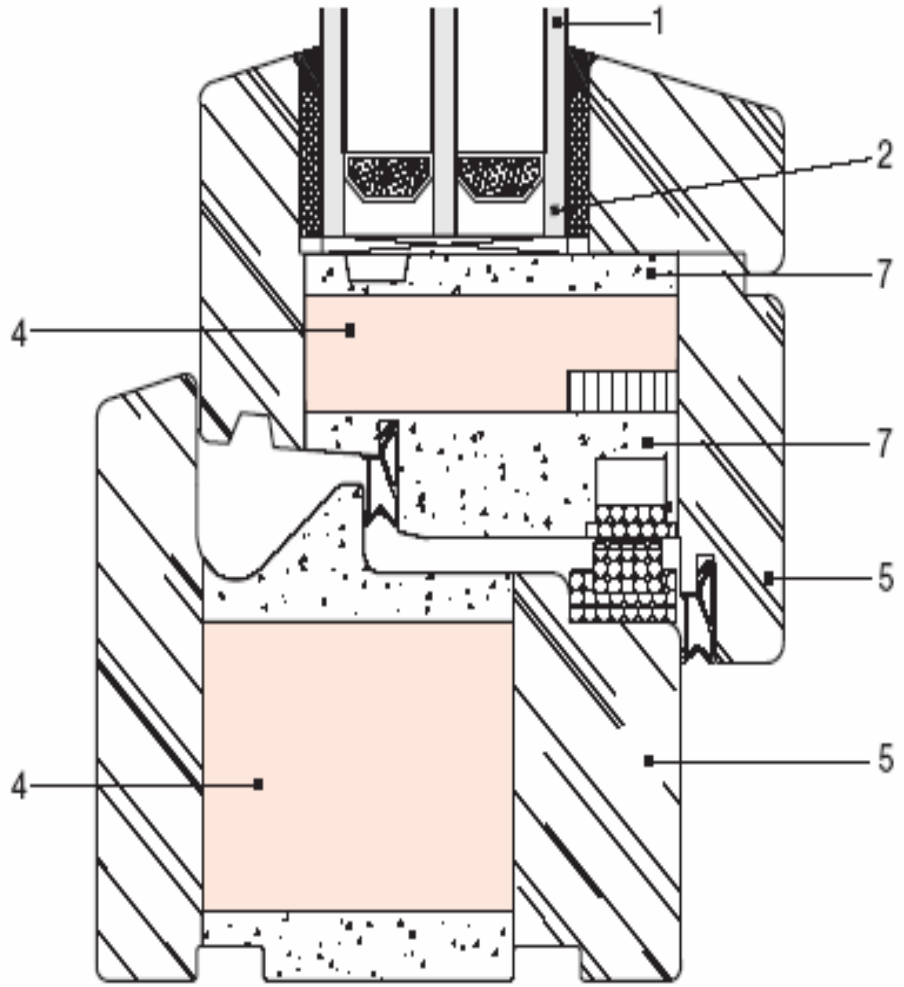


1 Blendrahmen
2 Flügelrahmen
3 Isolierglas
4 Glashalteleiste
5 Glasabdichtung
6 Falzdichtung
7 Metallaussteifung



1 Blendrahmen
2 Flügelrahmen
3 Isolierglas
4 Glashalteleiste
5 Glasabdichtung
6 Falzdichtung
7 Stege aus Kunst-Stoff für thermische Trennung





1 Dreischeiben-Isolierverglasung mit $U_g \leq 0{,}7\ W/m^2\,K$

2 tiefer Glaseinstand im Rahmen

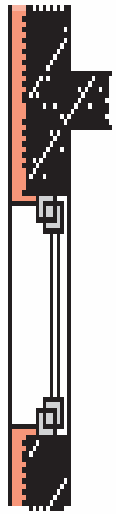
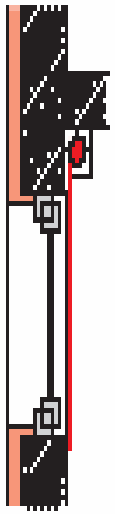
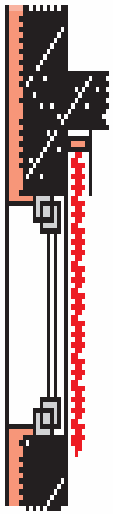
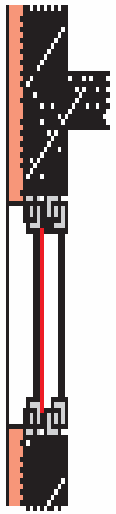
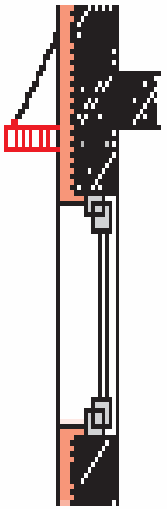
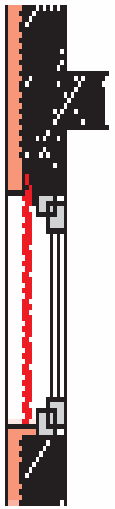
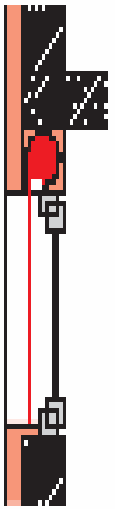
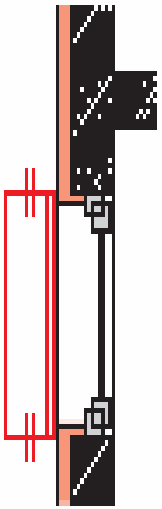
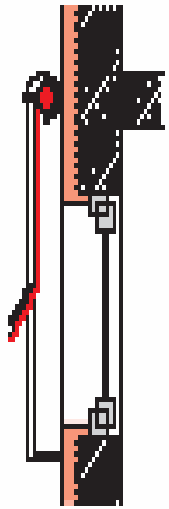
3 Kunststoff-Flügel- bzw. Blendrahmen

4 PU-Schaum-Rahmendämmung

5 Holz-Flügel- bzw. Blendrahmen

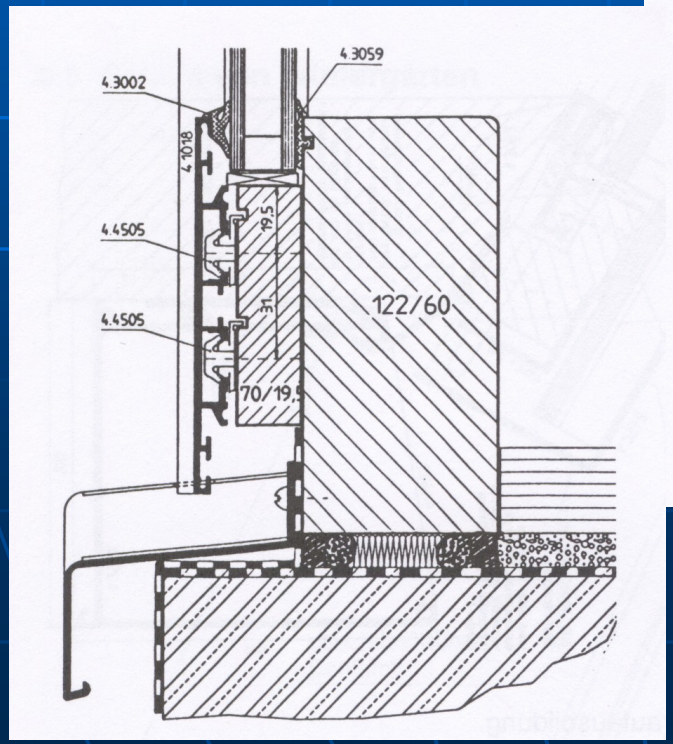
6 Metallaussteifung

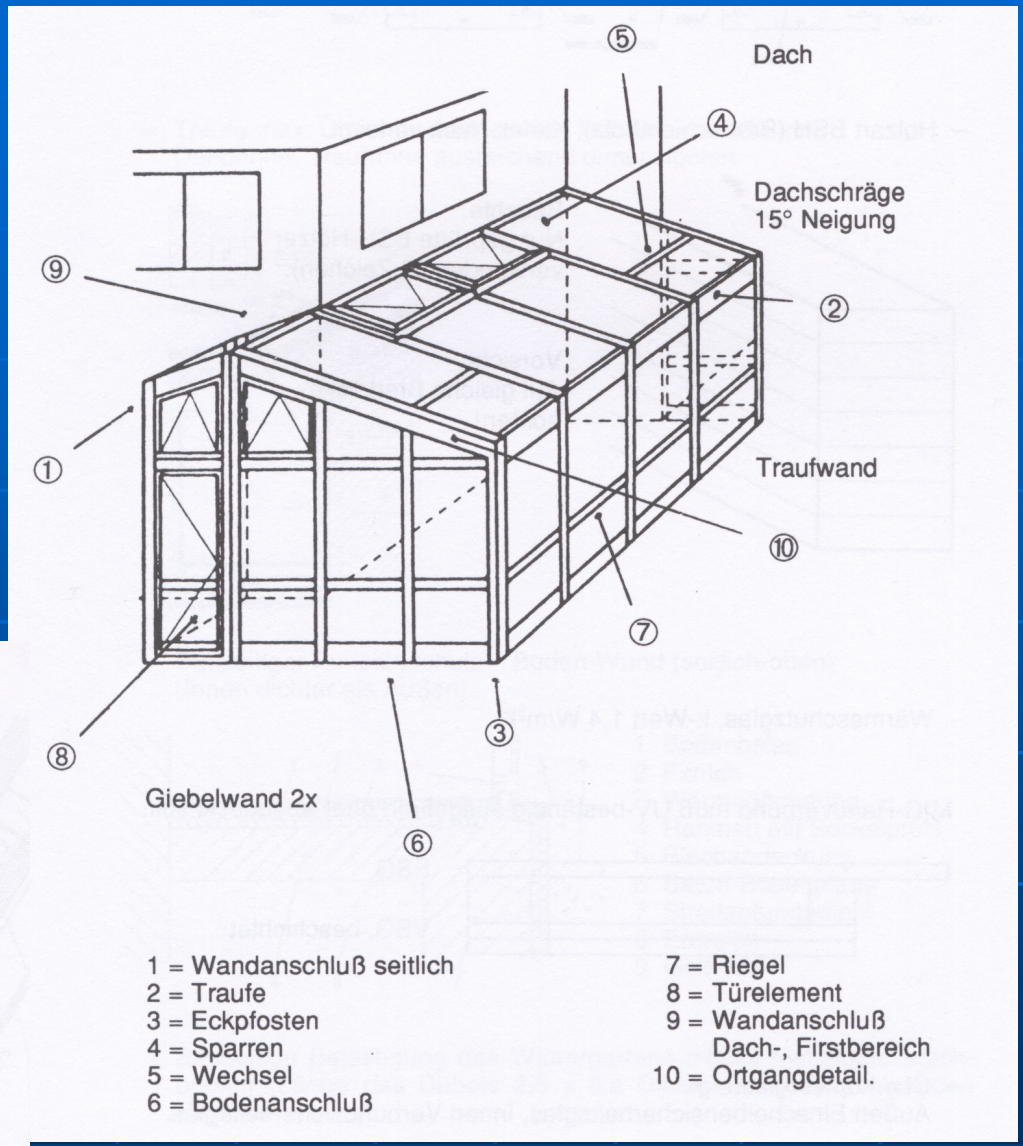
7 Verstärkung aus PU-Recyclat

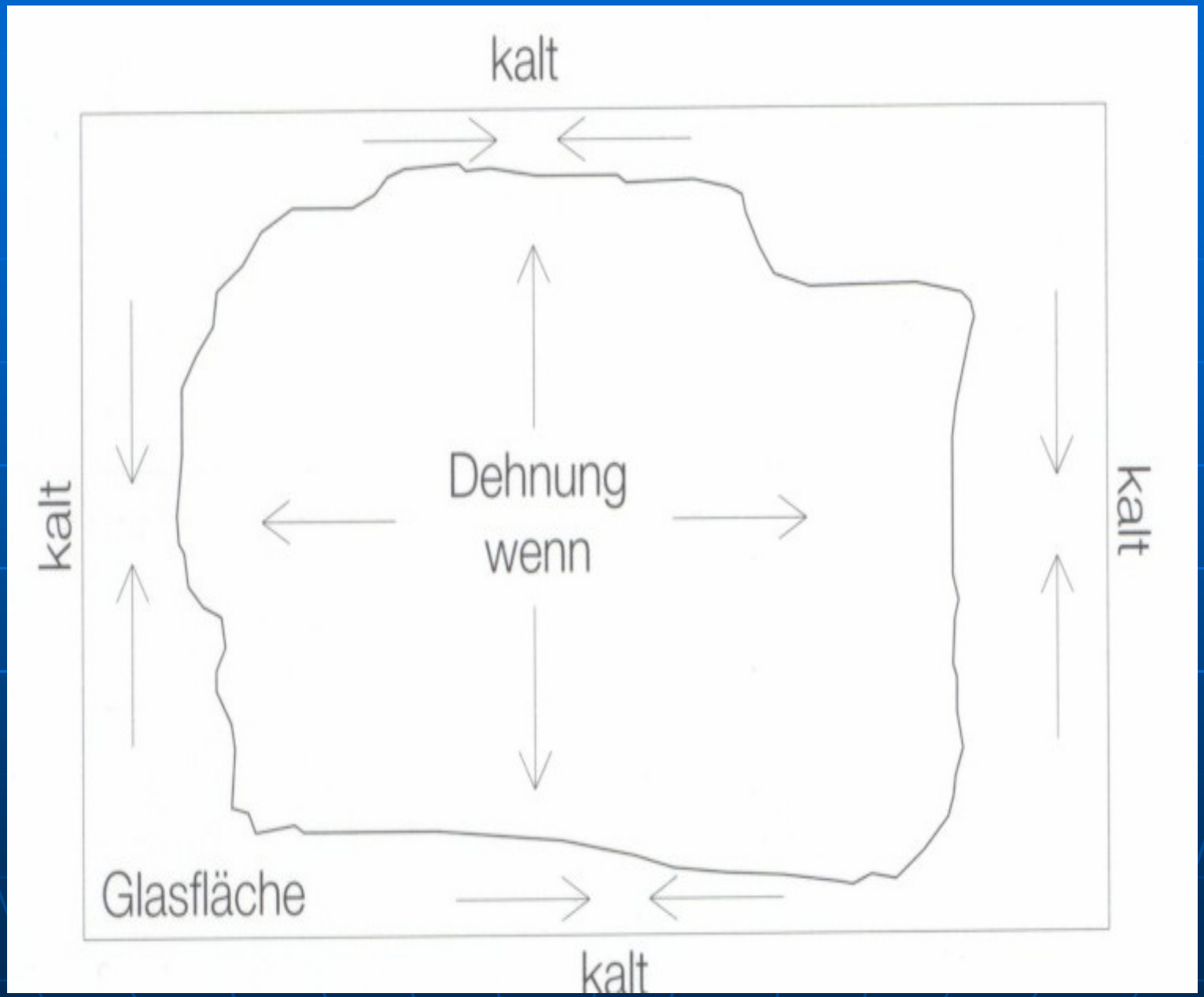
	Innenrollo	Innen-jalousie	Rollo zwi-schen den Scheiben	Blende, Vor-dach, Log-gia, Balkon[5]	Außenjalousie	Außenrollo	Rollläden, Klappläden	Markise[5]
								
1,0	0,8 – 0,9[1] 0,7 – 0,8[2]	0,75	0,8 – 0,9[1] 0,7 – 0,8[2]	0,5	0,25	0,4 – 0,5	0,3	0,4[3] 0,5[4]

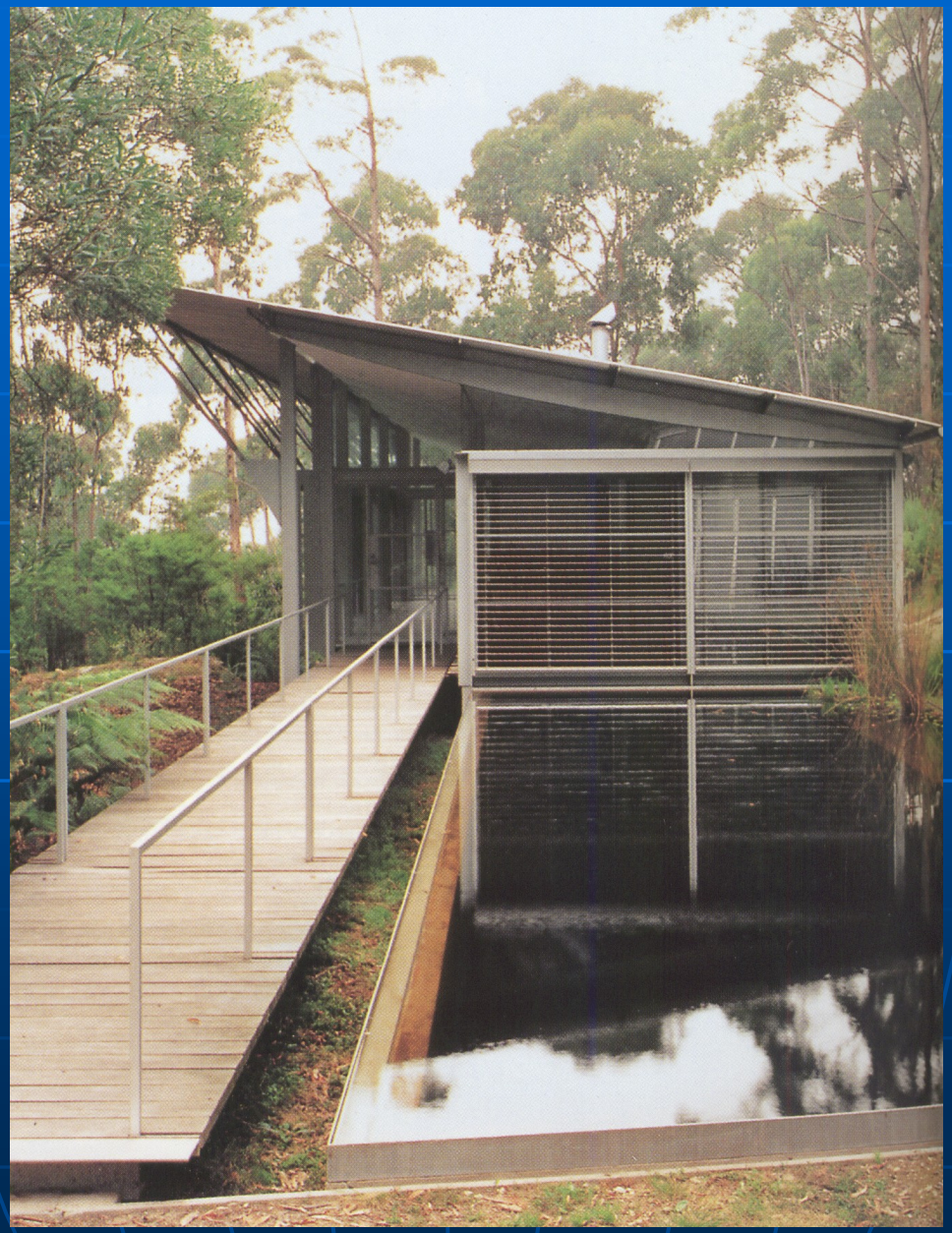
Diverse Konstruktions - Details

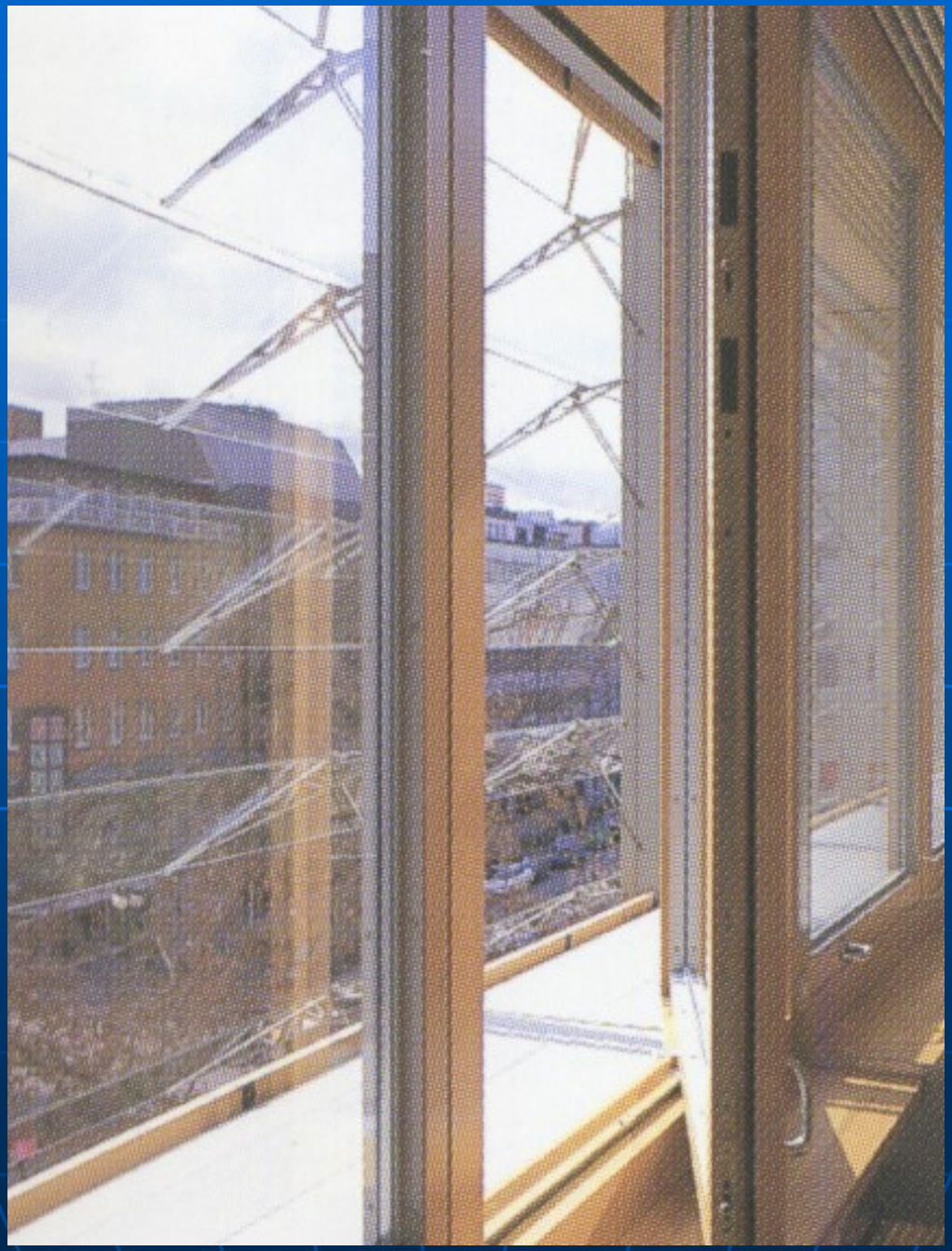
Wintergärten

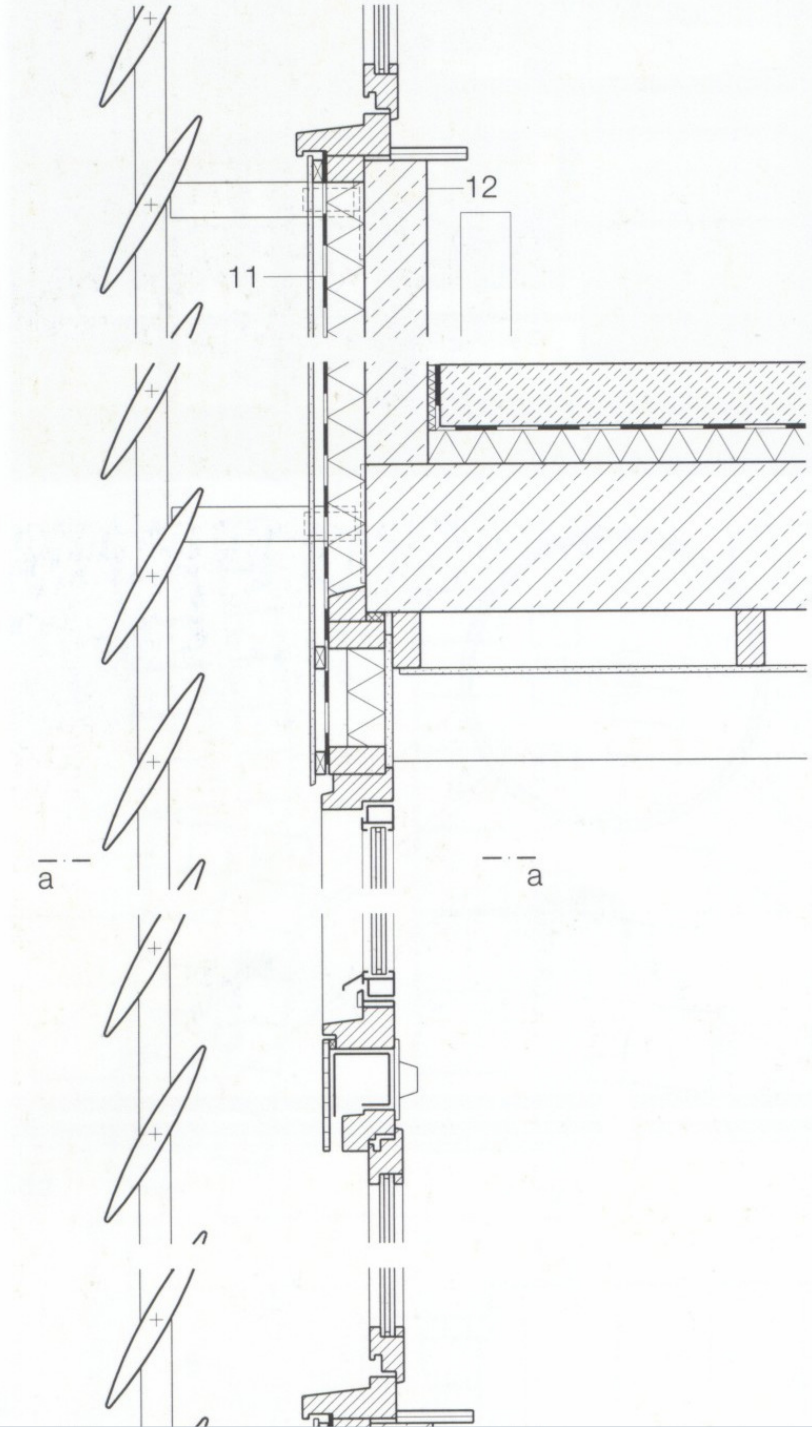


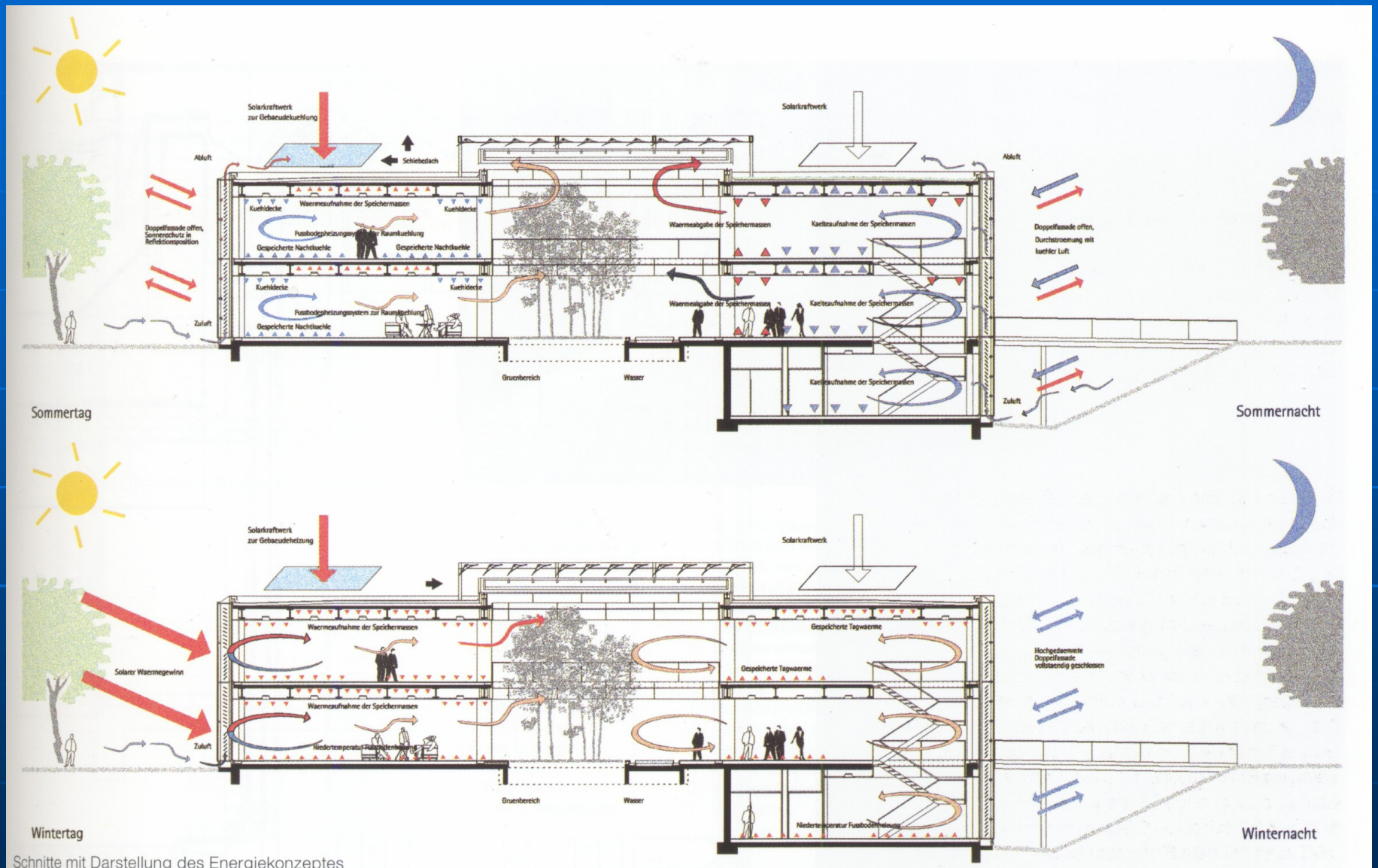



kalt
kalt
Dehnung
wenn
kalt
Glasfläche
kalt

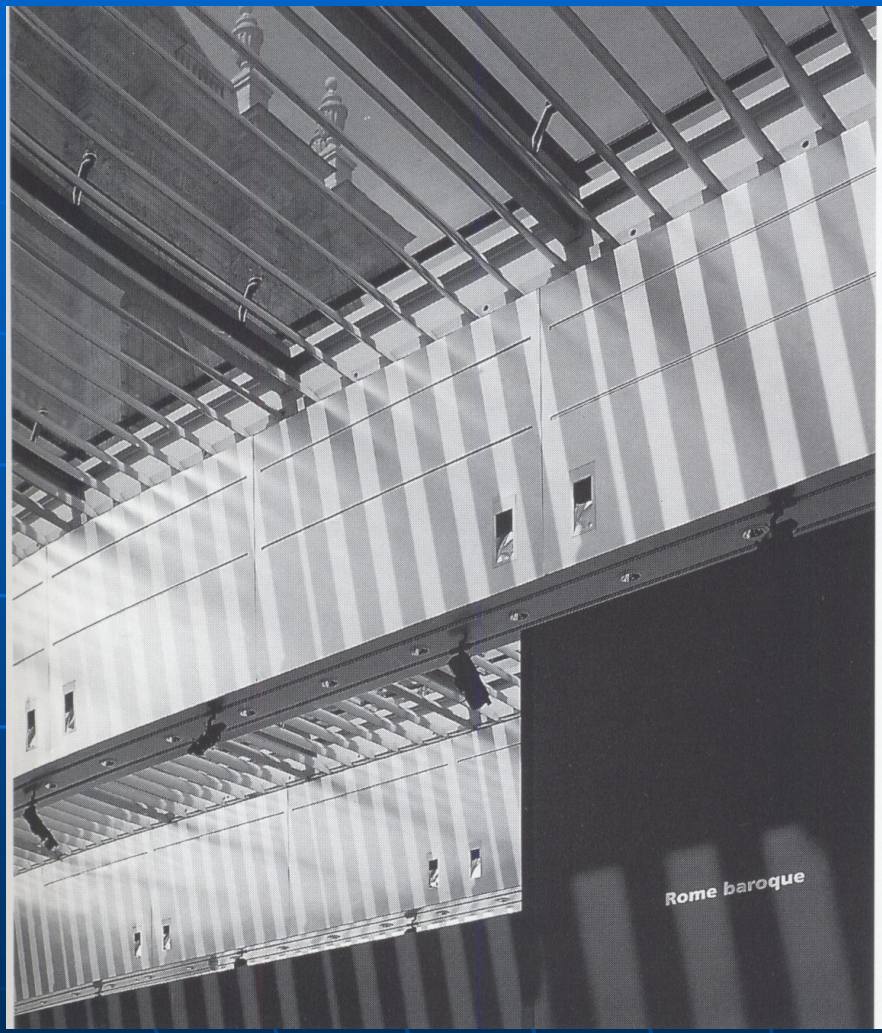


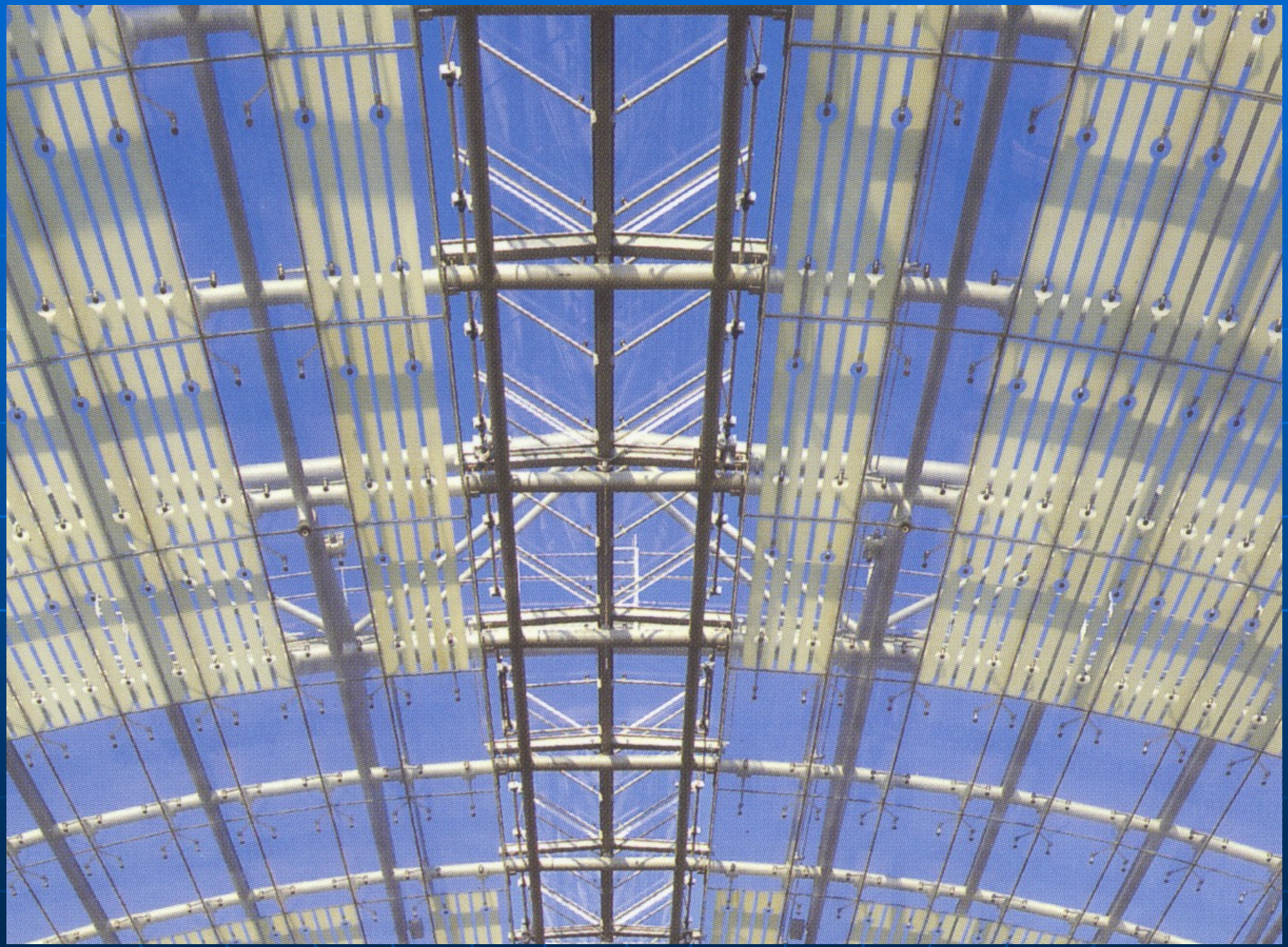


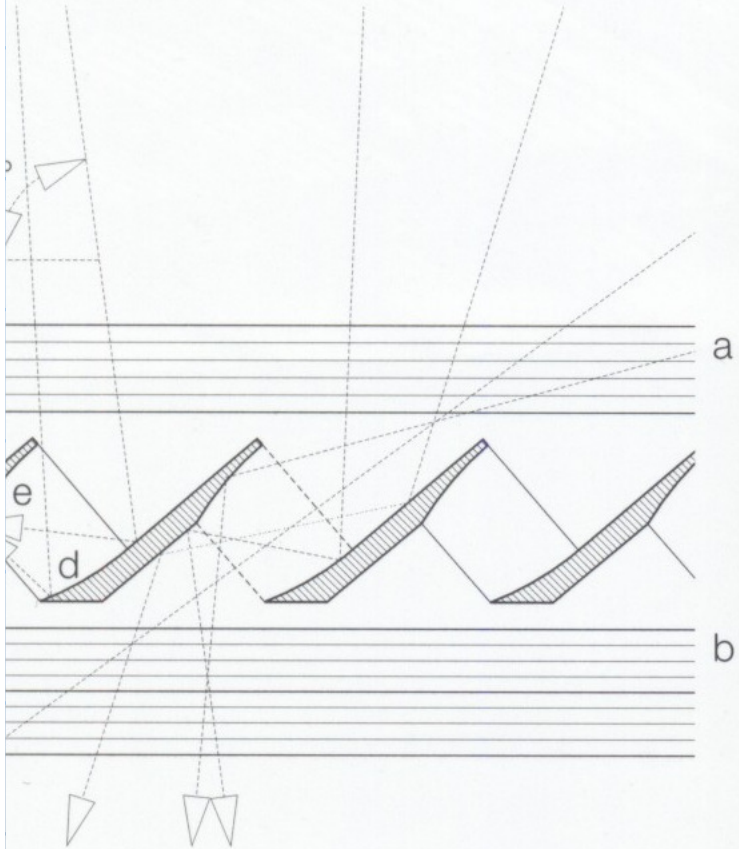

12
11
a
a

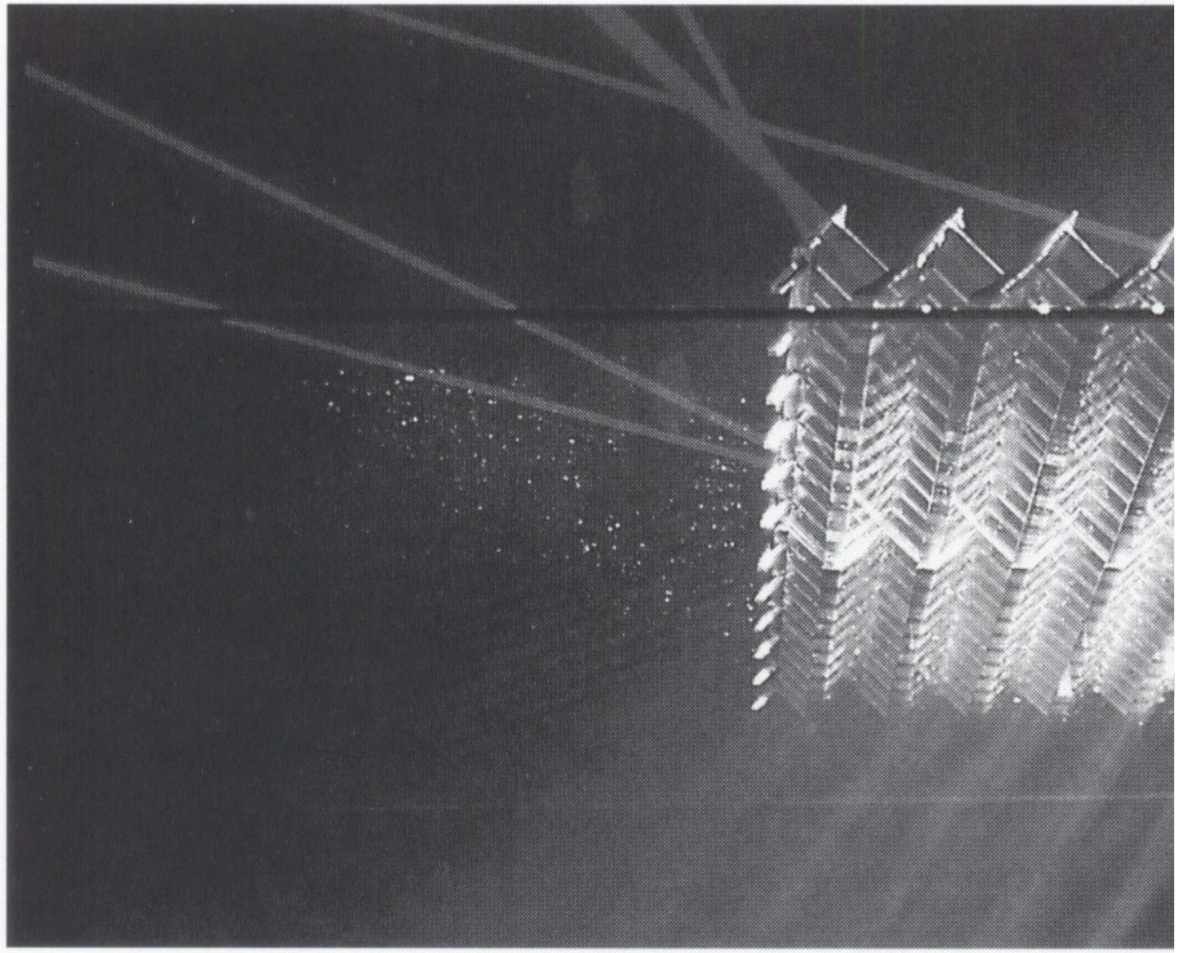


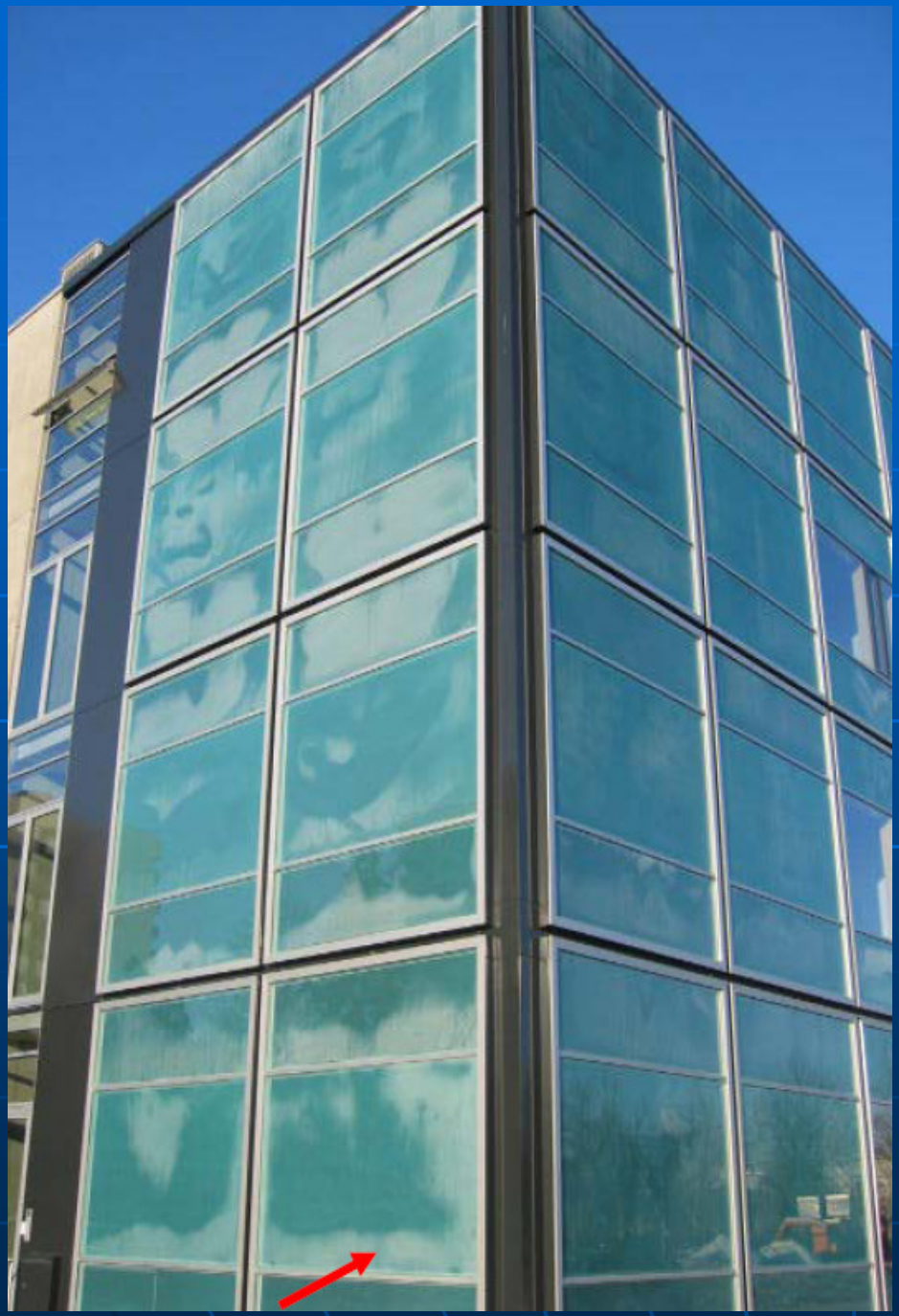
Schnitte mit Darstellung des Energiekonzeptes


Rome baroque




a
e
d
b

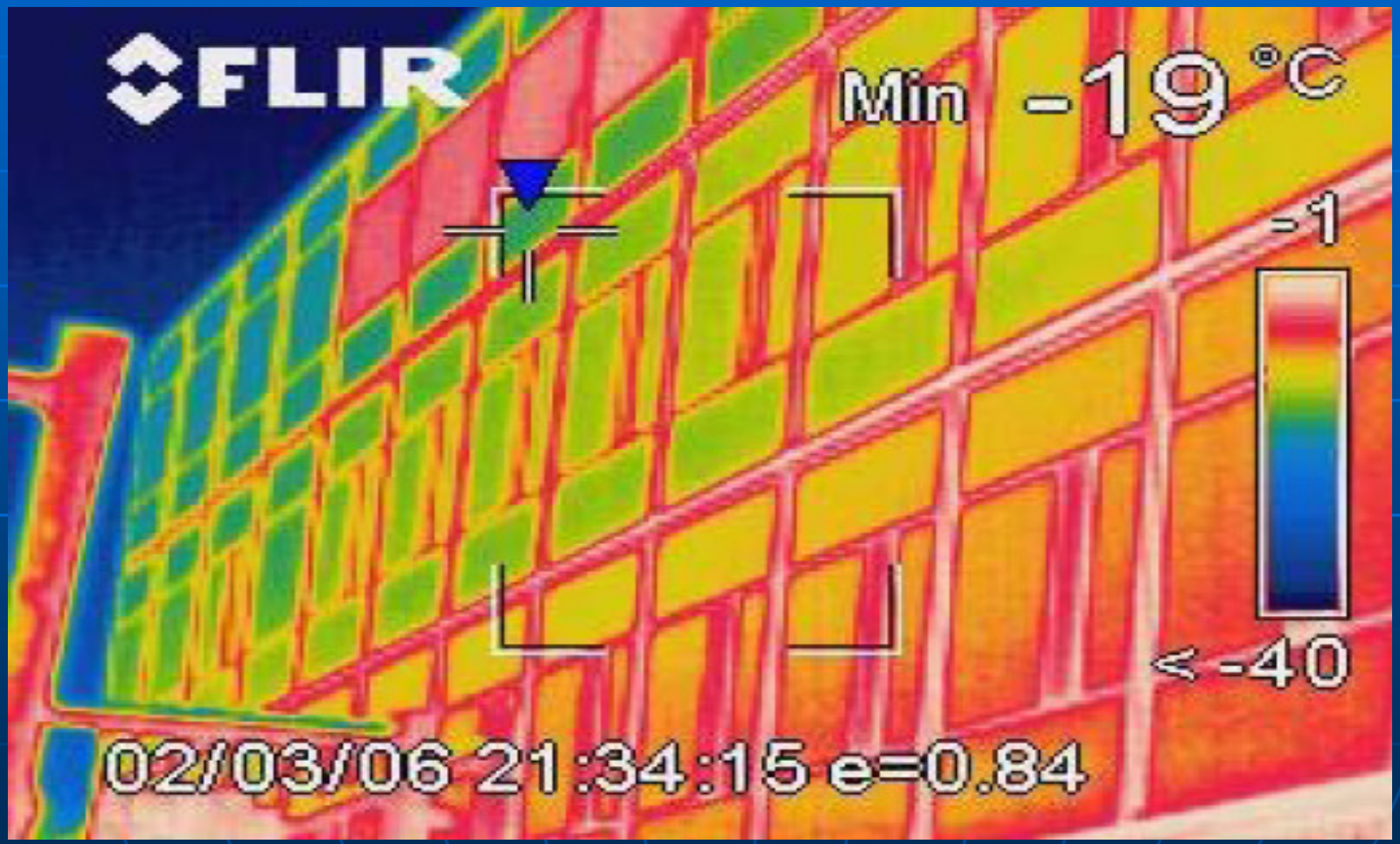




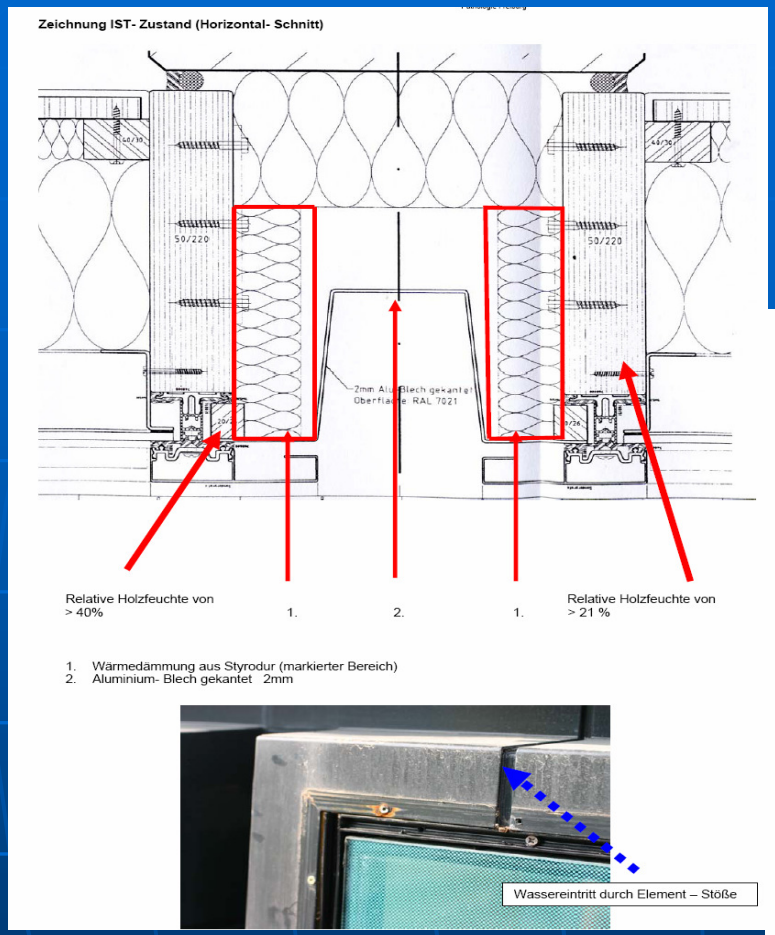
Konstruktion

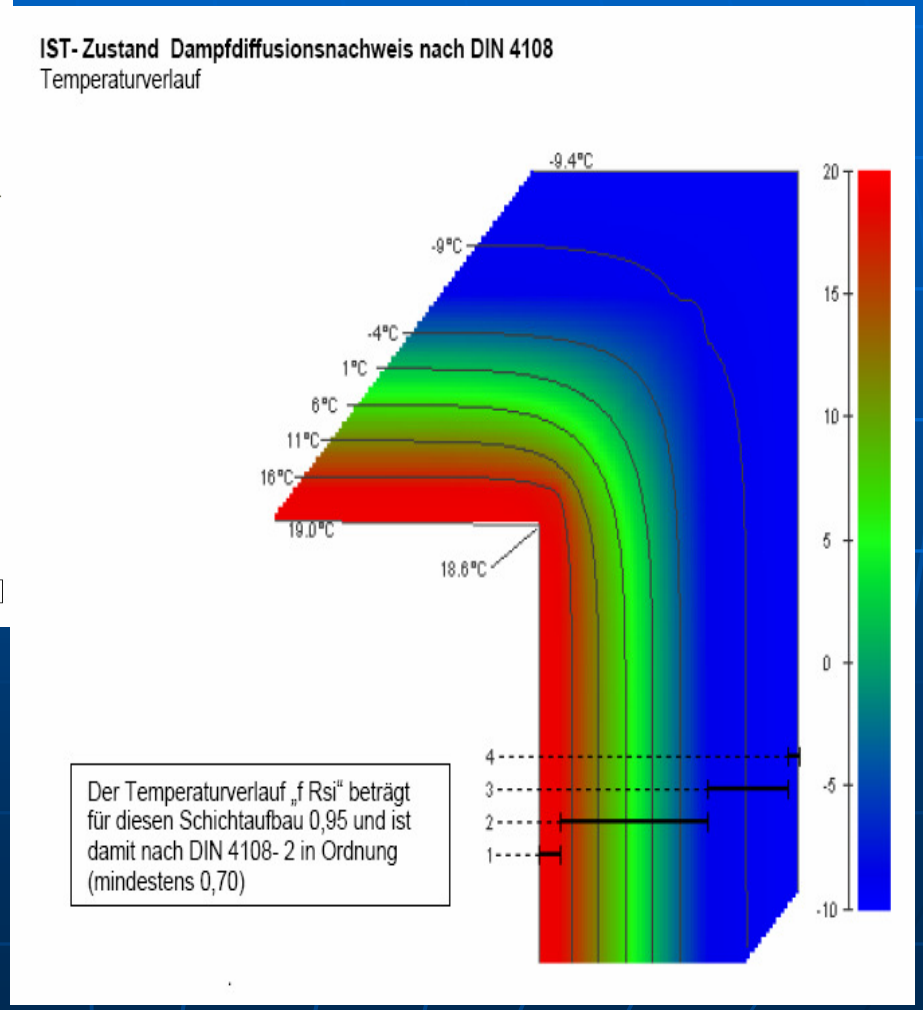
Glasfassade

Defizite: Konstruktion

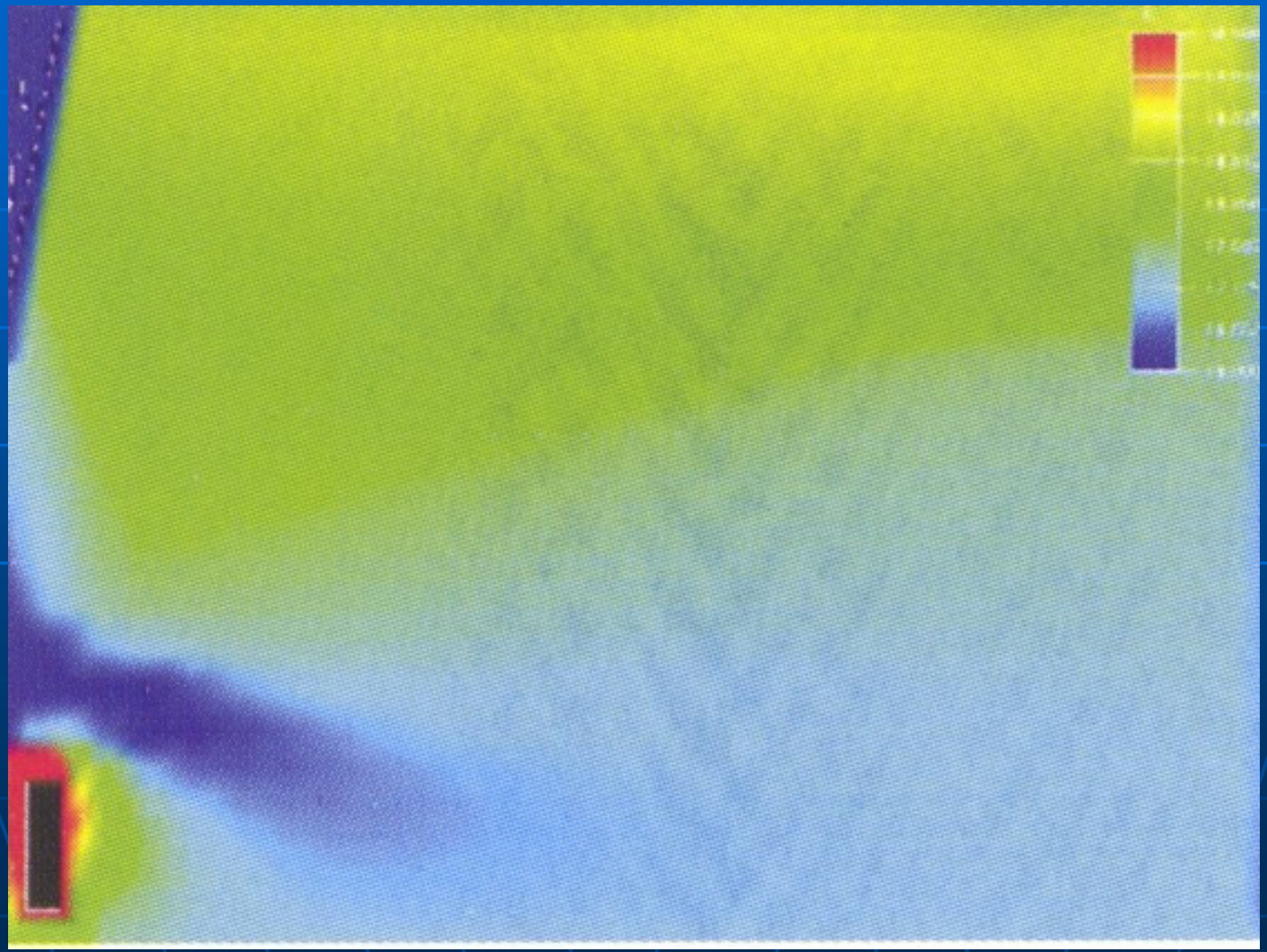


Defizite: Konstruktion

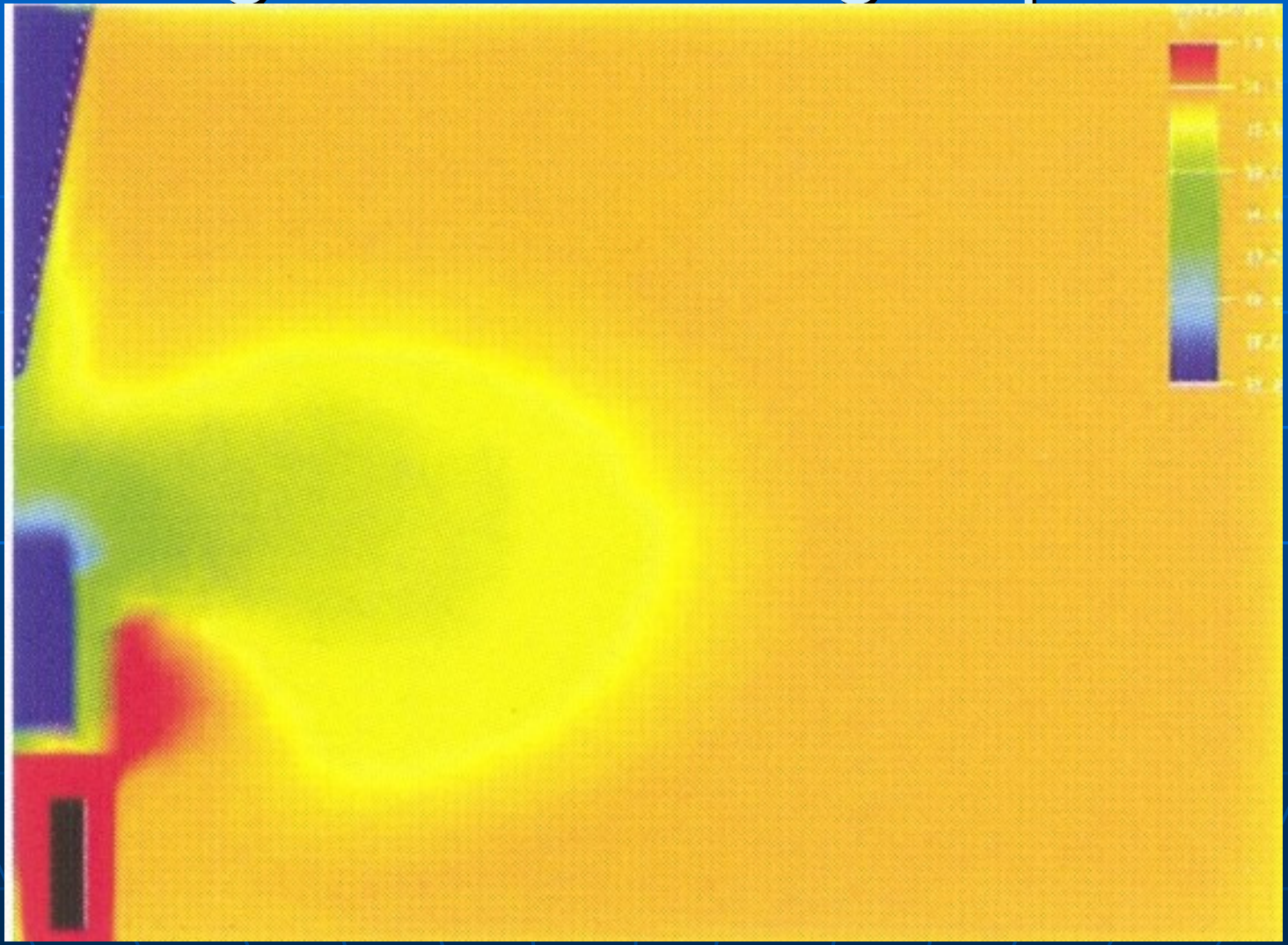




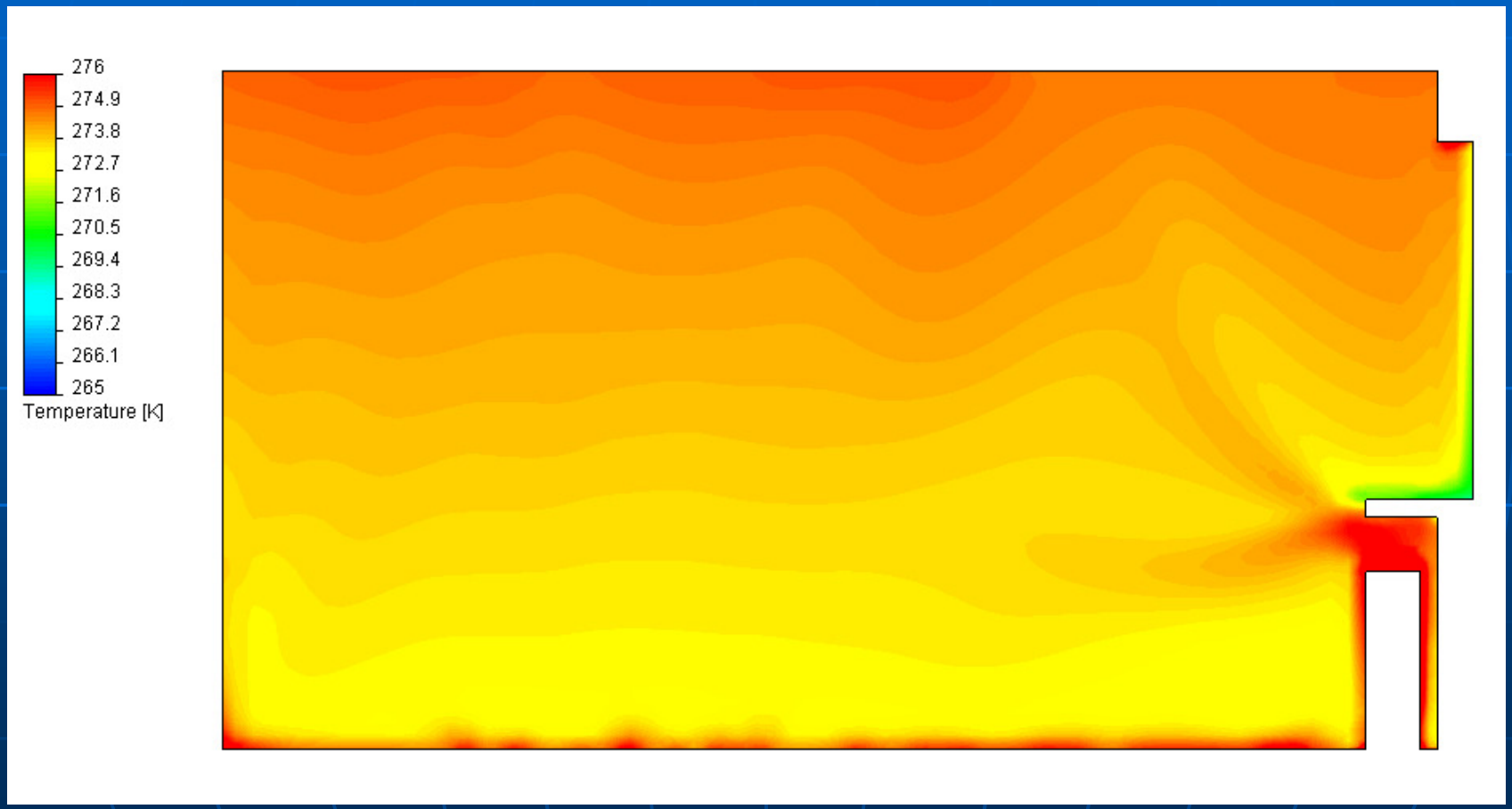
Zuluftführung über ein gekipptes Fenster



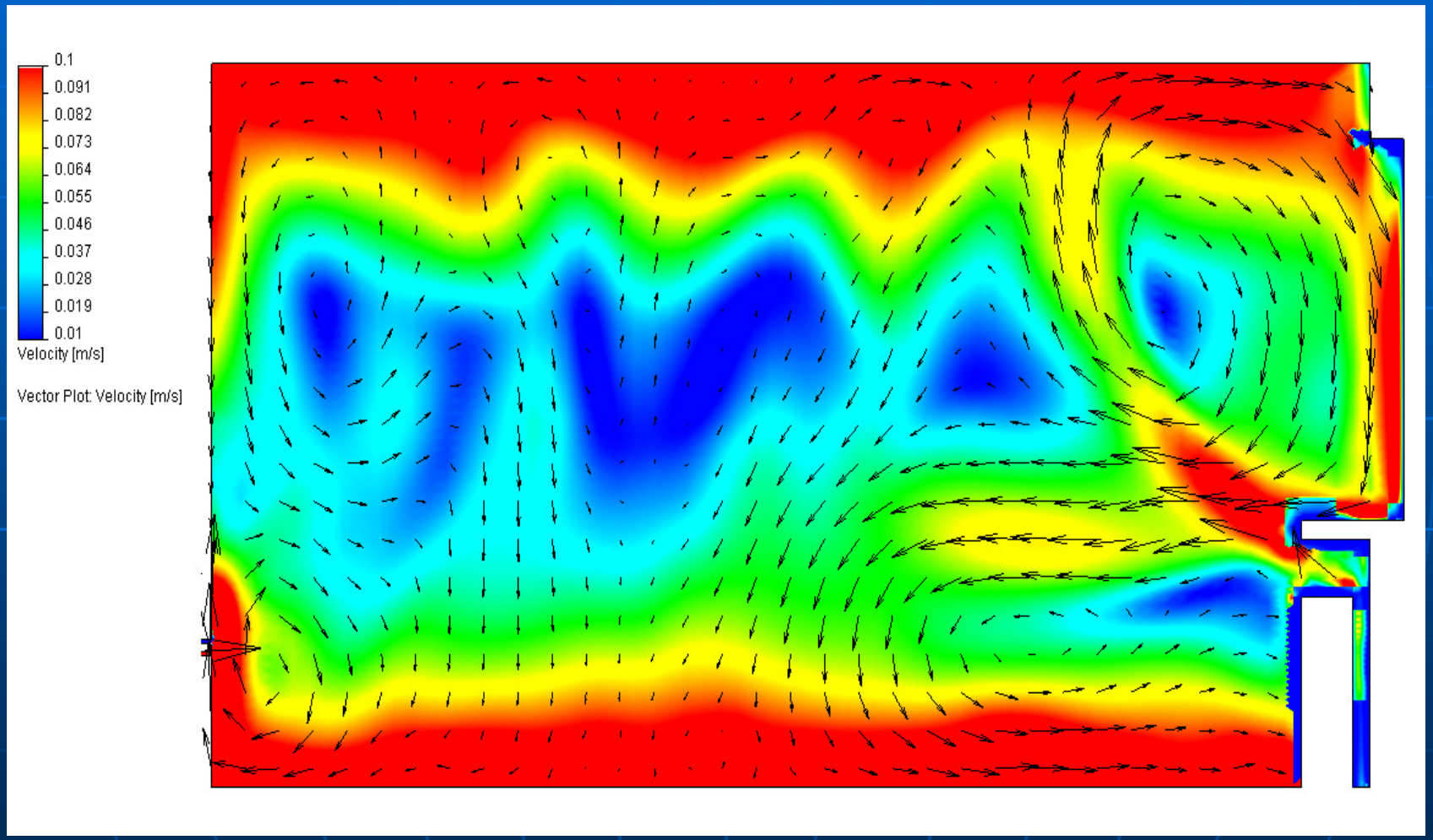
Thermographische Lüftungsüberwachung - optimiert



Simulation der Raumtemperatur



Simulation der Luftbewegung



Folgerungen

Schimmelpilz wird vermieden, wenn alle Wandtemperaturen über der Taupunkttemperatur gehalten werden.

Dies kann erreicht werden durch:

Optimierte Bauphysik

- Baustoffe
- Wärmedämmmaterialien

Optimierte Konstruktion

- Fachkompetenz
- Innovative Lösungen
- Aufgeschlossenheit für Neues

Koordination der Gewerke

Schnittstellenmanagement

Anwendung modernster Anlagentechnik

- Heizung, Klima, Kälte
- Innovative Gebäudeautomation

Bauüberwachung und Qualität

- Kompetenz vor Ort
- Qualität hat seinen Preis
- Fachkenntnis und Kompetenz in der Ausführung

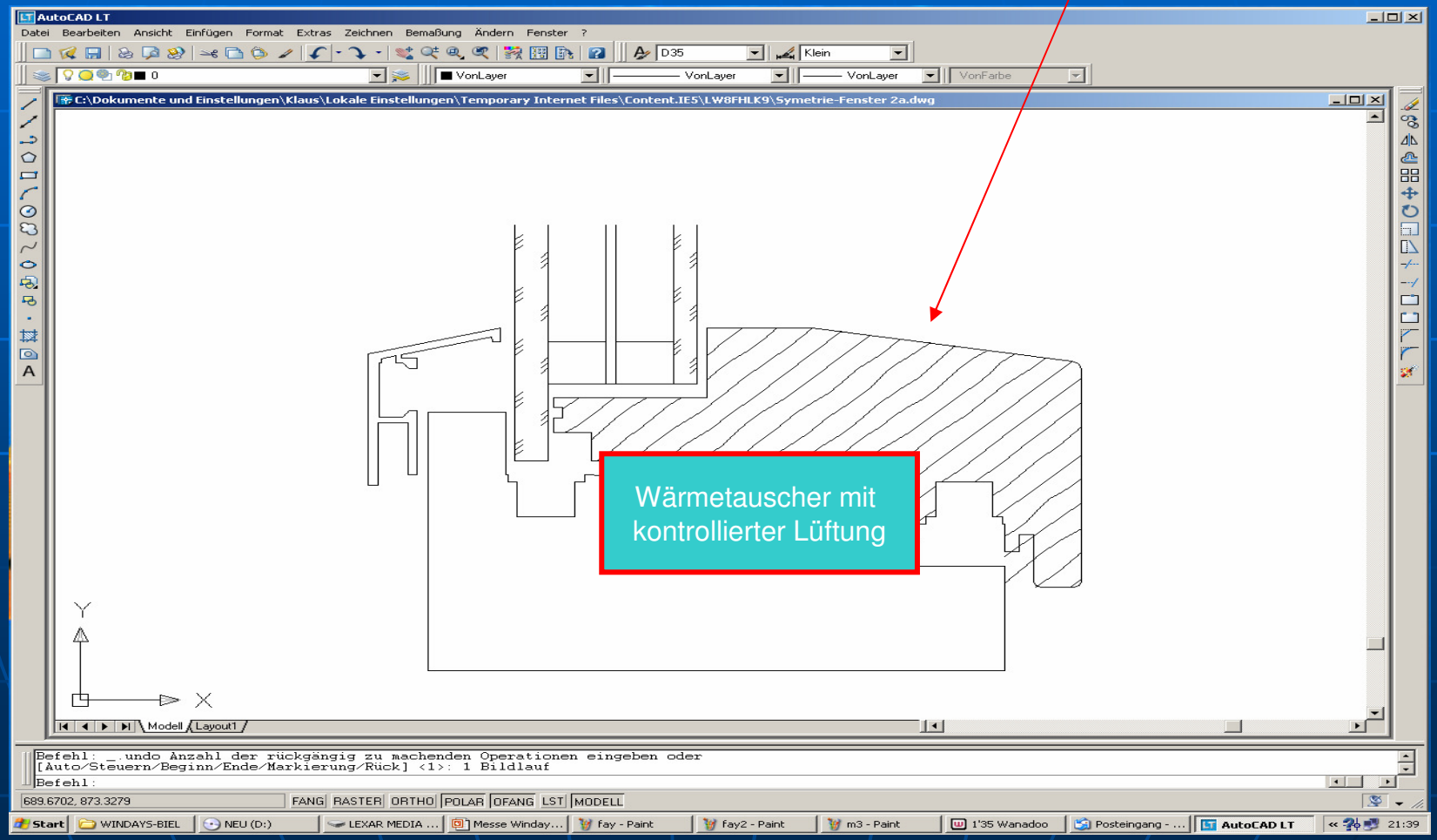
Fazit

- Erfolg kann nur durch ganzheitliche Betrachtungs- und Vorgehensweise erreicht werden.

- Im Hinblick auf die geforderten Energie Einsparmassnahmen im Bau nach Vorgabe des Gesetzgebers sind insbesondere bei Sanierungen von Altbauten vollständig neue Lösungsansätze für die Gebäudeklimatisierung erforderlich.

- Bei sehr gut wärmegedämmten Gebäuden ist eine, vom Nutzer unabhängige Raumlüftung zur Schimmelpilzvermeidung, auch im Hinblick auf eine mögliche Energierückgewinnung unabdingbar!

SYMMETRIEN – andere Konstruktionen der Zukunft?



Behaglichkeit und Beständigkeit
Warme Wandflächen, keine Zugluft, kein Kondensat

Komfort ohne Reue
Energiekosten sinken
Ressourcen werden entlastet

Weniger Umweltbelastung trotz verbessertem Komfort
Treibhausgas Co_2-Reduktion um 50-70%

Kein Tauwasser: keine Bauschäden
Keine Folgekosten - Risikobereiche

Technik zum Anfassen
z.B. Lüftungsanlage, Haustür und Fenster
aus zertifizierten Produkten

Betriebskosten senken
55-75% bei durchgeplanter Sanierung

Gebäudewert steigt
Ziel: "Energie- + Gebäudepass"

Die Zukunft der Wintergarten – Konstruktionen/ sowie der Energieeffizienz der Gebäudesubstanz liegt in -

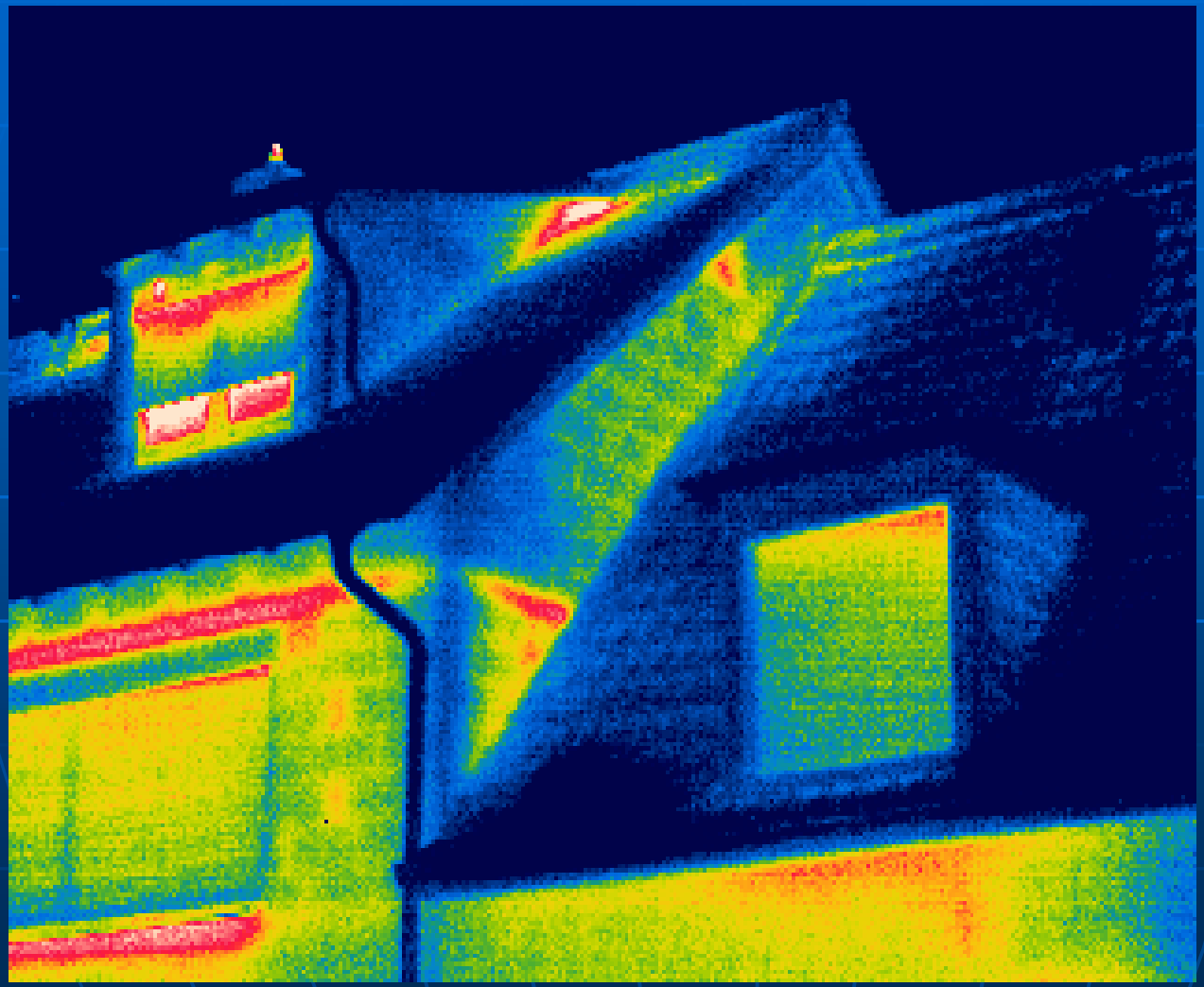
- ➔Konstruktionssicherheit der Bauelemente
- ➔Planerischen und umsetzbaren Vorgaben
- ➔Der Symbiose zwischen Gestaltung und Funktionalität der Gebäudehülle im Bestand
- ➔Durchdachter Sonnenschutz
- ➔Viel Licht - viel Glas – mehr Transpararenz
- ➔Der Vielfalt in der Profilgeometrie
- ➔Glas als konstruktiver Sonnenschutz
- ➔Größtmöglicher variabler Gestaltung des Mehrwertes für Bauelemente und der Gebäude
- ➔Geeignete Materialien zum Sonnenschutz
- ➔Gebrauchstaugliches Lüftungskonzept am Wintergarten

➔Hinzuziehung eines Koordinators/ Planers

Fazit

- Die Bauphysik kann juristisch nicht ausgeschlossen werden

Danke für die Aufmerksamkeit



Gew. Akademie
für Glas-Fenster-
Fassadentechnik,
Karlsruhe

Arbeitskreis
Bauphysik
in AKA - GFF

AKA – FEE
**Fördergesellschaft
für Energie
Einsparung**

**Dr.-Ing. Kek,
Dipl.-Ing. Cerenko,
GM Schwab,
Prof. K.Layer**