





## DAS MÄRCHEN vom falschen „HEIZEN“ und „LÜFTEN“

„Die ganze Wohnung ist nass. Das müssen Sie sich unbedingt ansehen!  
Wenn da nicht sofort was passiert, kürze ich die Miete !!!“

### Ortsbesichtigung:

- strahlend blauer Himmel
- draußen frostig
- innen schön warm
- Tür zum Schlafzimmer steht offen
- unterer Rand der Schlafzimmerscheibe beschlagen, Fenster „auf Kipp“
- dichte Gardine vorm Fenster bis in die Ecke
- riesige Schrankwand vor der Aussenwand
- Stockflecken in Raumecken, hinter der Gardine und im Außenwandbereich hinter Möbeln
- in der Raumaussenecke fußballgross, an den Wänden je 10cm breit

## Wo liegt das Problem?

Problematisch sind überwiegend Gebäudeaussenecken in Schlafzimmern von Wohnungen, die in den 70er Jahren und früher gebaut worden sind.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit einer unzulässigen Wärmebrücke insbesondere durch:

- **falsches Steinmaterial**
- **fehlende Wärmedämmung**
- **Planungsfehler**

Zunächst muss man bei der Ursachenforschung jedoch davon ausgehen, die vorhandene Wärmedämmung den zum Zeitpunkt der Planung und Errichtung des Hauses geltenden Vorschriften des Wärmeschutzes am Hochbau (DIN 4108) entspricht und diese Fehler nicht gegeben sind.

## Was ist „relative Luftfeuchtigkeit“?

Die „relative Luftfeuchtigkeit“ ist deshalb relativ, weil der Feuchtigkeits-Sättigungsgrad der Luft (100%), in  $\text{g/m}^3$  ausgedrückt, bei sinkenden Temperaturen ebenfalls sinkt.

Anders formuliert:

**100% bei 20° C ist mehr Wasser als 100% bei 10° C**

Beispiel:

100% bei 20°C bedeuten 17,3g in Luft aufgelöstes Wasser

100% bei 10°C bedeuten 9,4 g in Luft aufgelöstes Wasser

## Woher kommt die hohe relative Feuchtigkeit?

Das Schlafzimmer ist in der Langzeitbetrachtung das feuchteste Zimmer in einer Wohnung.

WARUM?

1 erwachsener Mensch „verdunstet“ innerhalb von 8 Stunden durch

- **Atmen**

- **Schwitzen**

ca. 400 Gramm Feuchtigkeit (50 g/h)

Bei zwei Personen ergibt dies 800 Gramm Feuchtigkeit in einer Nacht.

---

## Die „normale“ Wohnung

Normalerweise findet man im Winter im Wohnbereich von üblich genutzten Wohnungen ein Raumklima mit

**21° C und 55% r. F.**

Die Aussenwandoberflächen haben dann eine Oberflächentemperatur von

**ca. 14 bis 15°C**

## Feuchtraum Schlafzimmer

In einem von Stockflecken befallenen Schlafzimmer herrscht normalerweise ein Raumklima von

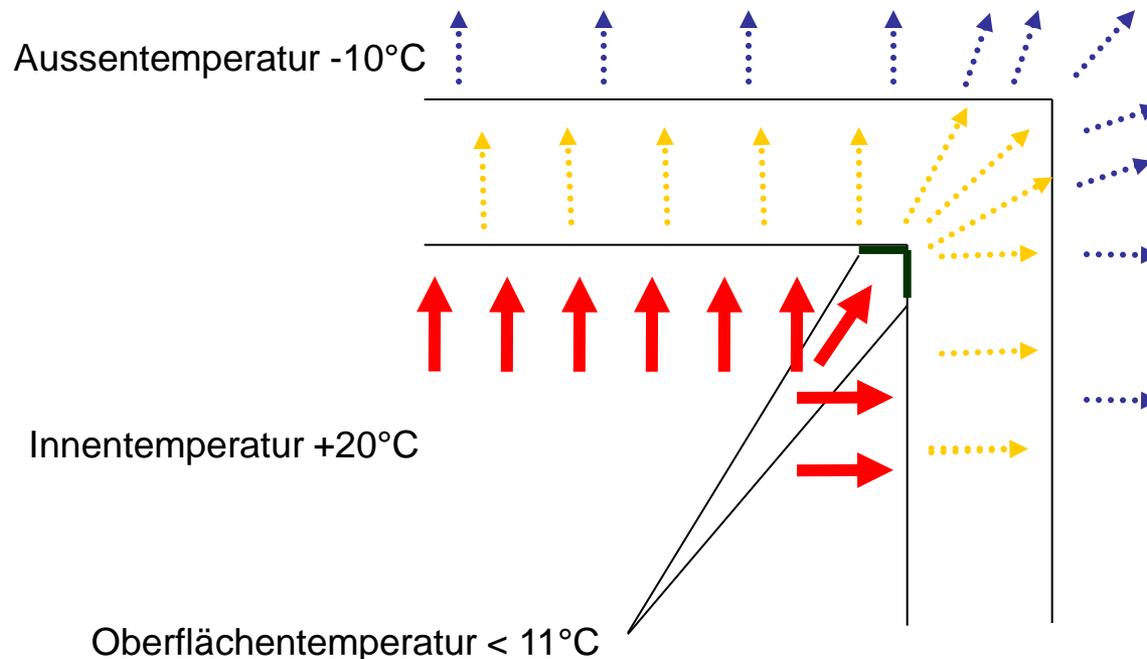
**16 bis 18° C**

**und**

**70 bis 60 % r. F.**

## Was passiert nun in der Aussenecke?

- In der Ecke ist es kalt. „Lausekalt“. Die Ursache liegt in der **Geometrie**



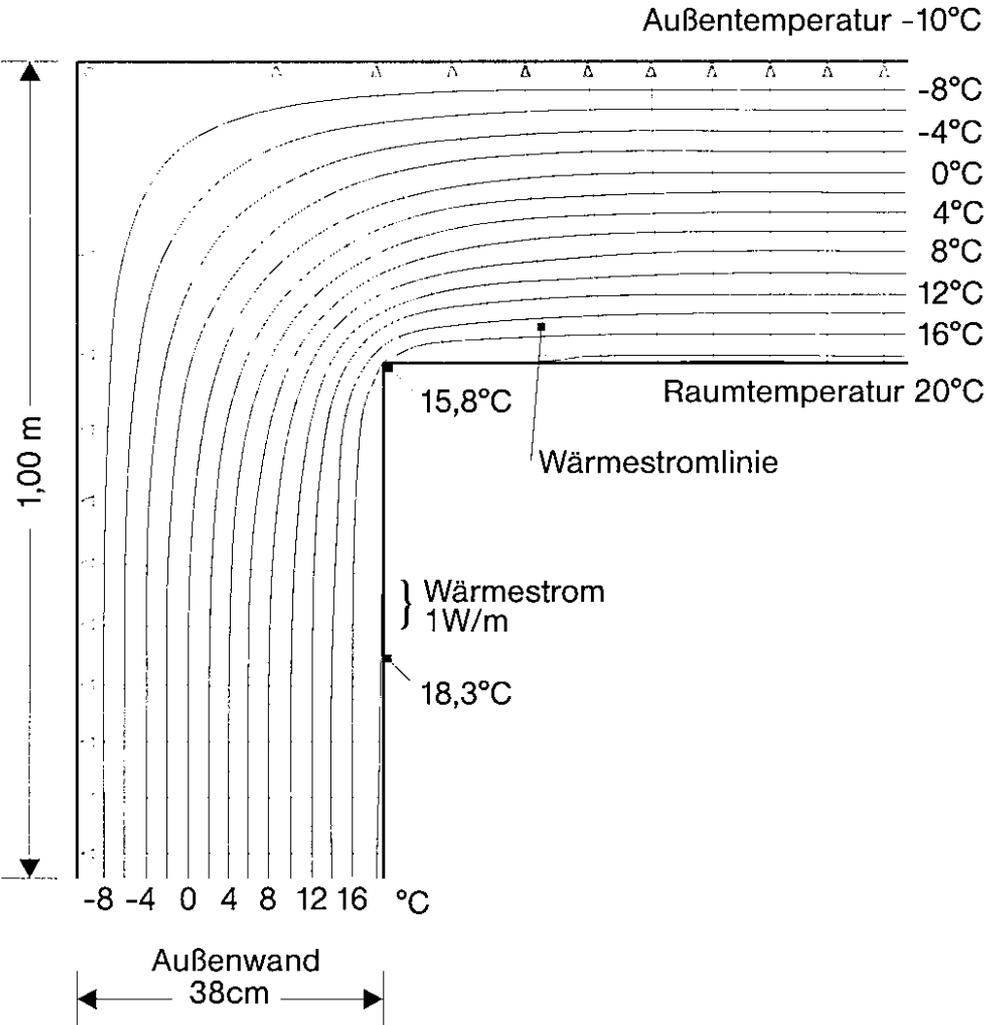
Die Außenecke wirkt, bedingt durch ihre wesentlich größere Abwicklung gegenüber der Innenecke, wie eine Kühlrippe bei einem luftgekühlten Motor und „saugt“ mehr Wärme aus dem Gebäude, als bei den übrigen Wandflächen. Innen können hier im Extremfall Oberflächentemperaturen von 4 – 5 Grad Celsius auftreten. Sogar fließendes Kondenswasser ist möglich.

**Tafel 10.19a Sättigungsmenge  $W_s$  von Wasserdampf in  $g/m^3$  in Luft der Temperatur  $\vartheta$  °C**

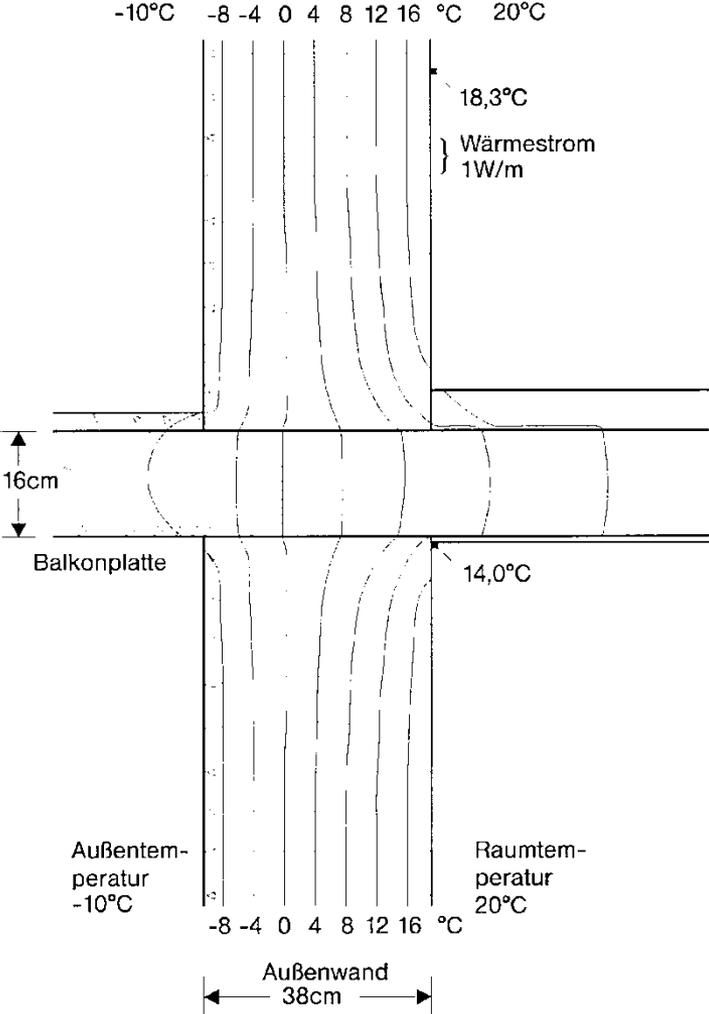
|             |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| $\vartheta$ | -10  | -8   | -6   | -4   | -2   | 0   | 2   | 4   | 6   | 8   | 10  | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   | 25   | 30   |
| $W_s$       | 2,14 | 2,54 | 2,99 | 3,51 | 4,13 | 4,8 | 5,6 | 6,4 | 7,3 | 8,3 | 9,4 | 10,7 | 12,1 | 13,6 | 15,4 | 17,3 | 23,0 | 30,3 |

**Tafel 10.19b Taupunkttemperatur  $\vartheta_s$  in Abhängigkeit von Temperatur  $\vartheta$  und relativer Feuchte  $\varphi$**

|   | $\vartheta$<br>°C | Taupunkttemperatur $\vartheta_s$ in °C bei einer relativen Luftfeuchte $\varphi$ von |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|-------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   |                   | 30 %   | 35 % | 40 % | 45 % | 50 % | 55 % | 60 % | 65 % | 70 % | 75 % | 80 % | 85 % | 90 % | 95 % |
| Näherungsformel für $\vartheta$ und $\vartheta_s \approx 0$ :<br>$\vartheta_s = (\varphi/100)^{0,1247} (109,8 + \vartheta) - 109,8$ | 30                | 10,5   | 12,9 | 14,9 | 16,8 | 18,4 | 20,0 | 21,4 | 22,7 | 23,9 | 25,1 | 26,2 | 27,2 | 28,2 | 29,1 |
|   | 29                | 9,7  | 12,0 | 14,0 | 15,9 | 17,5 | 19,0 | 20,4 | 21,7 | 23,0 | 24,1 | 25,2 | 26,2 | 27,2 | 28,1 |
|   | 28                | 8,8  | 11,1 | 13,1 | 15,0 | 16,6 | 18,1 | 19,5 | 20,8 | 22,0 | 23,2 | 24,2 | 25,2 | 26,2 | 27,1 |
|   | 27                | 8,0  | 10,2 | 12,2 | 14,1 | 15,7 | 17,2 | 18,6 | 19,9 | 21,1 | 22,2 | 23,3 | 24,3 | 25,2 | 26,1 |
|   | 26                | 7,1  | 9,4  | 11,4 | 13,2 | 14,8 | 16,3 | 17,6 | 18,9 | 20,1 | 21,2 | 22,3 | 23,3 | 24,2 | 25,1 |
|   | 25                | 6,2  | 8,5  | 10,5 | 12,2 | 13,9 | 15,3 | 16,7 | 18,0 | 19,1 | 20,3 | 21,3 | 22,3 | 23,2 | 24,1 |
|   | 24                | 5,4  | 7,6  | 9,6  | 11,3 | 12,9 | 14,4 | 15,8 | 17,0 | 18,2 | 19,3 | 20,3 | 21,3 | 22,3 | 23,1 |
|   | 23                | 4,5  | 6,7  | 8,7  | 10,4 | 12,0 | 13,5 | 14,8 | 16,1 | 17,2 | 18,3 | 19,4 | 20,3 | 21,3 | 22,2 |
|   | 22                | 3,6  | 5,9  | 7,8  | 9,5  | 11,1 | 12,5 | 13,9 | 15,1 | 16,3 | 17,4 | 18,4 | 19,4 | 20,3 | 21,2 |
|   | 21                | 2,8  | 5,0  | 6,9  | 8,6  | 10,2 | 11,6 | 12,9 | 14,2 | 15,3 | 16,4 | 17,4 | 18,4 | 19,3 | 20,2 |
|   | 20                | 1,9  | 4,1  | 6,0  | 7,7  | 9,3  | 10,7 | 12,0 | 13,2 | 14,4 | 15,4 | 16,4 | 17,4 | 18,3 | 19,2 |
|   | 19                | 1,0  | 3,2  | 5,1  | 6,8  | 8,3  | 9,8  | 11,1 | 12,3 | 13,4 | 14,5 | 15,5 | 16,4 | 17,3 | 18,2 |
|   | 18                | 0,2  | 2,3  | 4,2  | 5,9  | 7,4  | 8,8  | 10,1 | 11,3 | 12,5 | 13,5 | 14,5 | 15,4 | 16,3 | 17,2 |
|   | 17                | -0,6   | 1,4  | 3,3  | 5,0  | 6,5  | 7,9  | 9,2  | 10,4 | 11,5 | 12,5 | 13,5 | 14,5 | 15,3 | 16,2 |
|   | 16                | -1,4   | 0,5  | 2,4  | 4,1  | 5,6  | 7,0  | 8,2  | 9,4  | 10,5 | 11,6 | 12,6 | 13,5 | 14,4 | 15,2 |
|   | 15                | -2,2   | -0,3 | 1,5  | 3,2  | 4,7  | 6,1  | 7,3  | 8,5  | 9,6  | 10,6 | 11,6 | 12,5 | 13,4 | 14,2 |
|   | 14                | -2,9   | -1,0 | 0,6  | 2,3  | 3,7  | 5,1  | 6,4  | 7,5  | 8,6  | 9,6  | 10,6 | 11,5 | 12,4 | 13,2 |
|   | 13                | -3,7   | -1,9 | -0,1 | 1,3  | 2,8  | 4,2  | 5,5  | 6,6  | 7,7  | 8,7  | 9,6  | 10,5 | 11,4 | 12,2 |
|   | 12                | -4,5   | -2,6 | -1,0 | 0,4  | 1,9  | 3,2  | 4,5  | 5,7  | 6,7  | 7,7  | 8,7  | 9,6  | 10,4 | 11,2 |
|   | 11                | -5,2   | -3,4 | -1,8 | -0,4 | 1,0  | 2,3  | 3,5  | 4,7  | 5,8  | 6,7  | 7,7  | 8,6  | 9,4  | 10,2 |
| 10  | -6,0              | -4,2   | -2,6 | -1,2 | 0,1  | 1,4  | 2,6  | 3,7  | 4,8  | 5,8  | 6,7  | 7,6  | 8,4  | 9,2  |      |



Außenwanddecke als geometrische Wärmebrücke



Wärmestromverlauf  
Wand - Decke

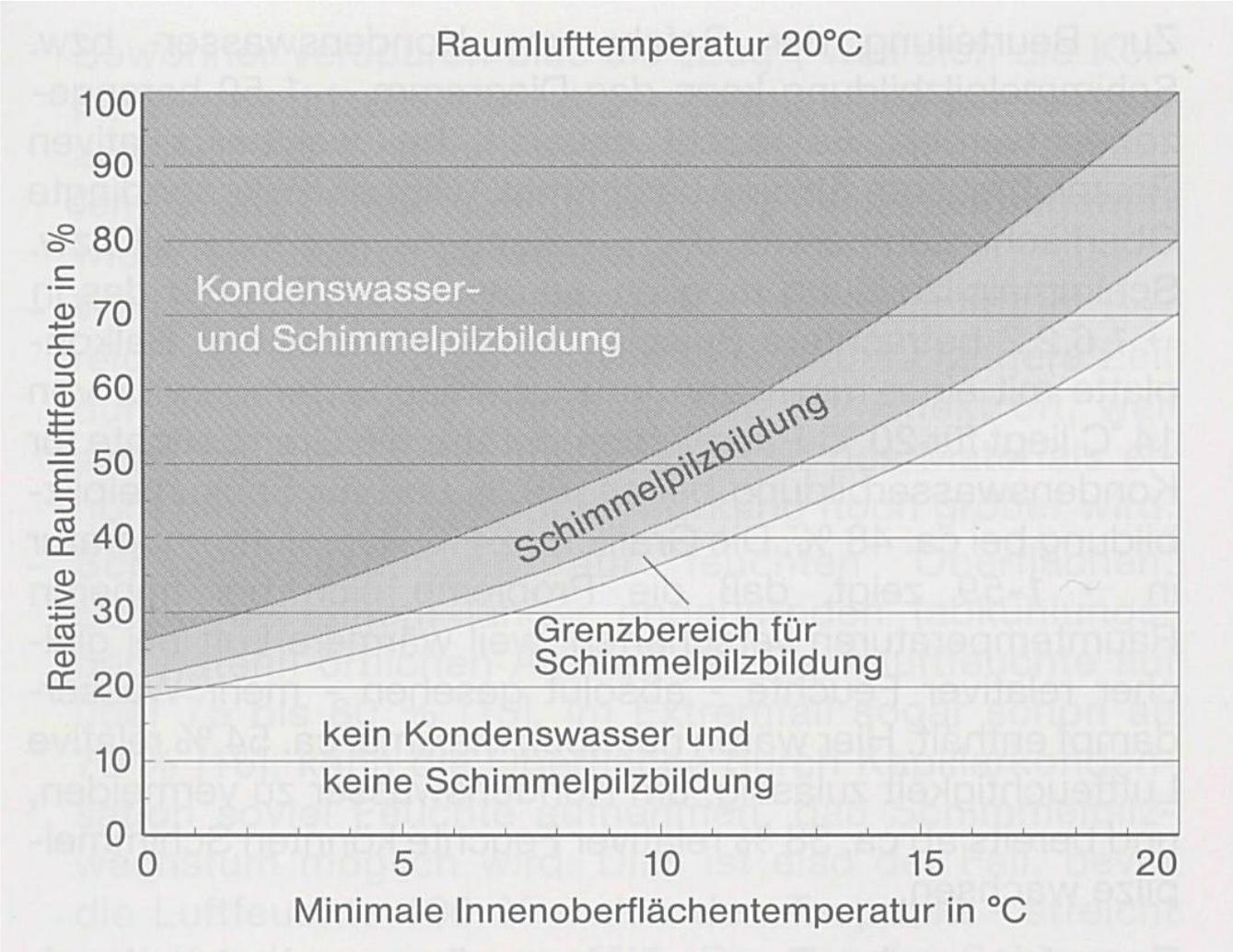
## Problemlösung

Generallösungen gibt es nicht.

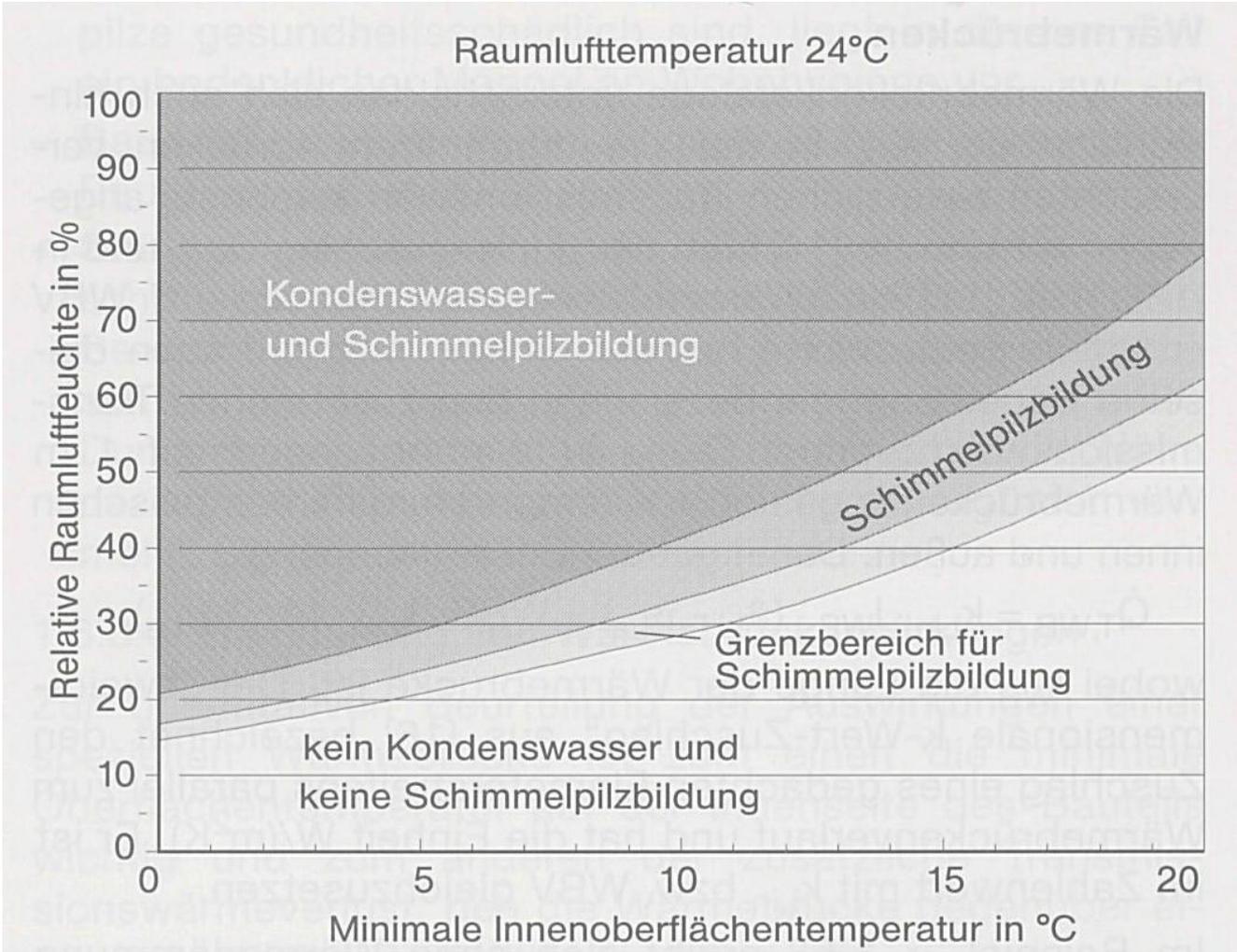
Jedoch können einige Anhaltspunkte das Problem beseitigen, die generell von

### November bis März

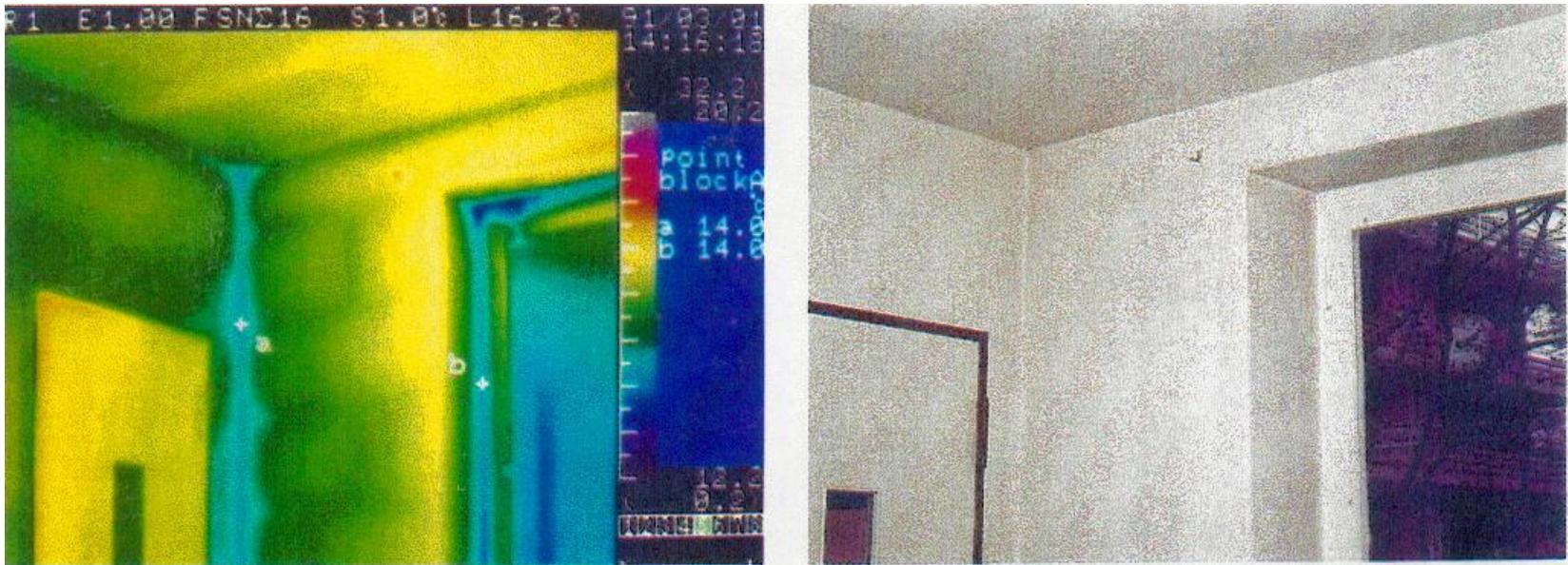
- zu beachten sind:
- **tagsüber** Heizung an. (ca. 18°C)
  - **tagsüber** Fenster zu. Ganz zu!
  - **tagsüber** Zimmertür zu
  - 3-4mal täglich für ca. 5 Minuten Fenster auf, **ganz** auf, nicht nur kippen.
  - große Möbel und Bilder von Aussenwänden entfernen, ansonsten für „Umlüftung“ der Möbel sorgen
  - die Gardine kürzen und aus der Ecke ziehen



Schimmelpilzbildung bei 20°C



veränderte Bedingungen bei 24° C



Thermographische Aufnahme einer Wandecke

Arnold2 Küche



Arnold 3  
Küchenecke







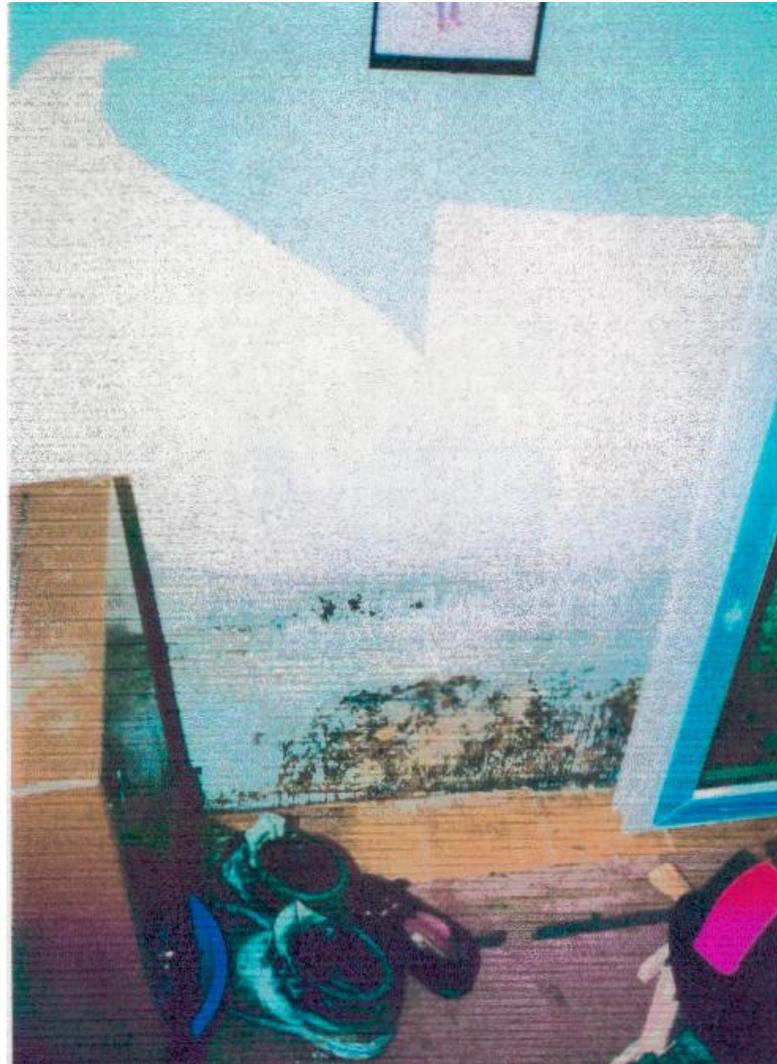


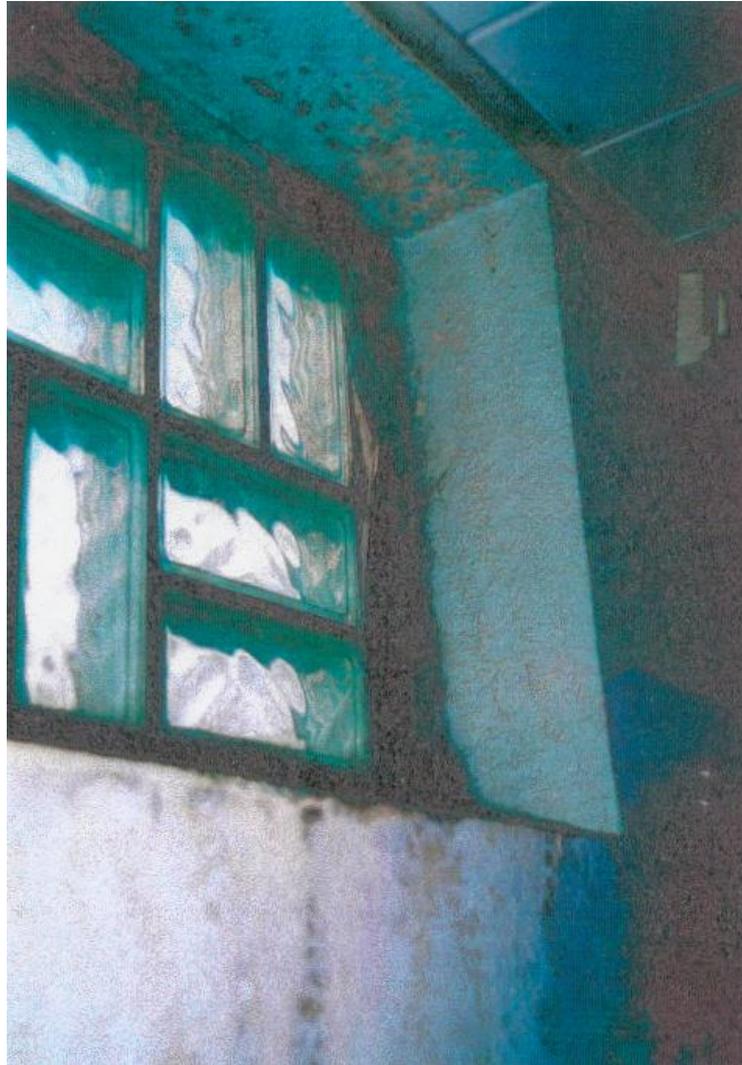












Am Steinhügel 66, Iserlohn  
Schlafzimmersenecke Wohnung Reitmeyer  
08.02.2001



Am Steinhügel 66, Iserlohn  
EG links 14.02.2001



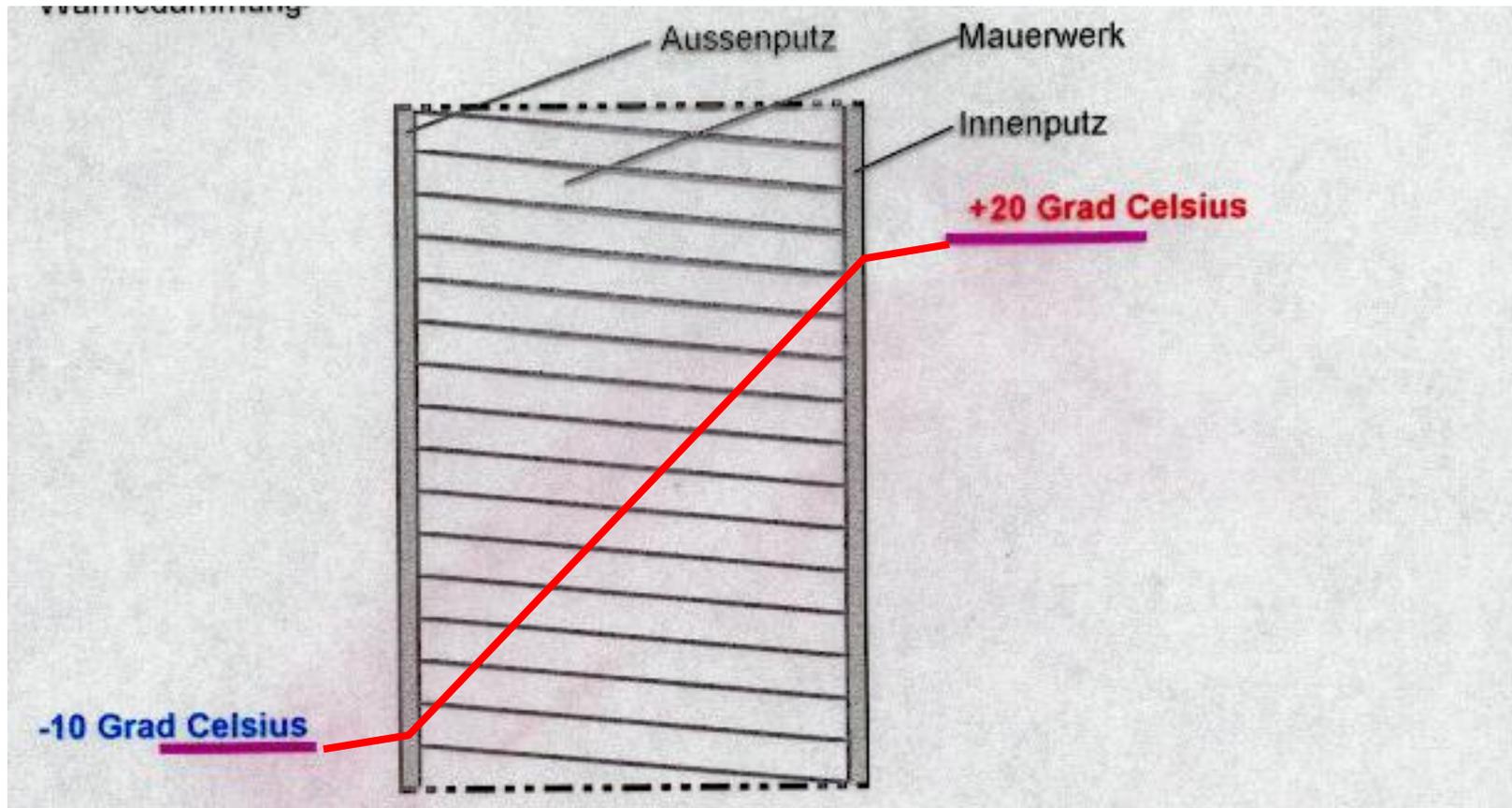
Schlafzimmer Dimuo/Gakis  
Haus 51 b, 28.02.2001



## Temperaturverläufe in verschiedenen Wandaufbauten (schematisch)

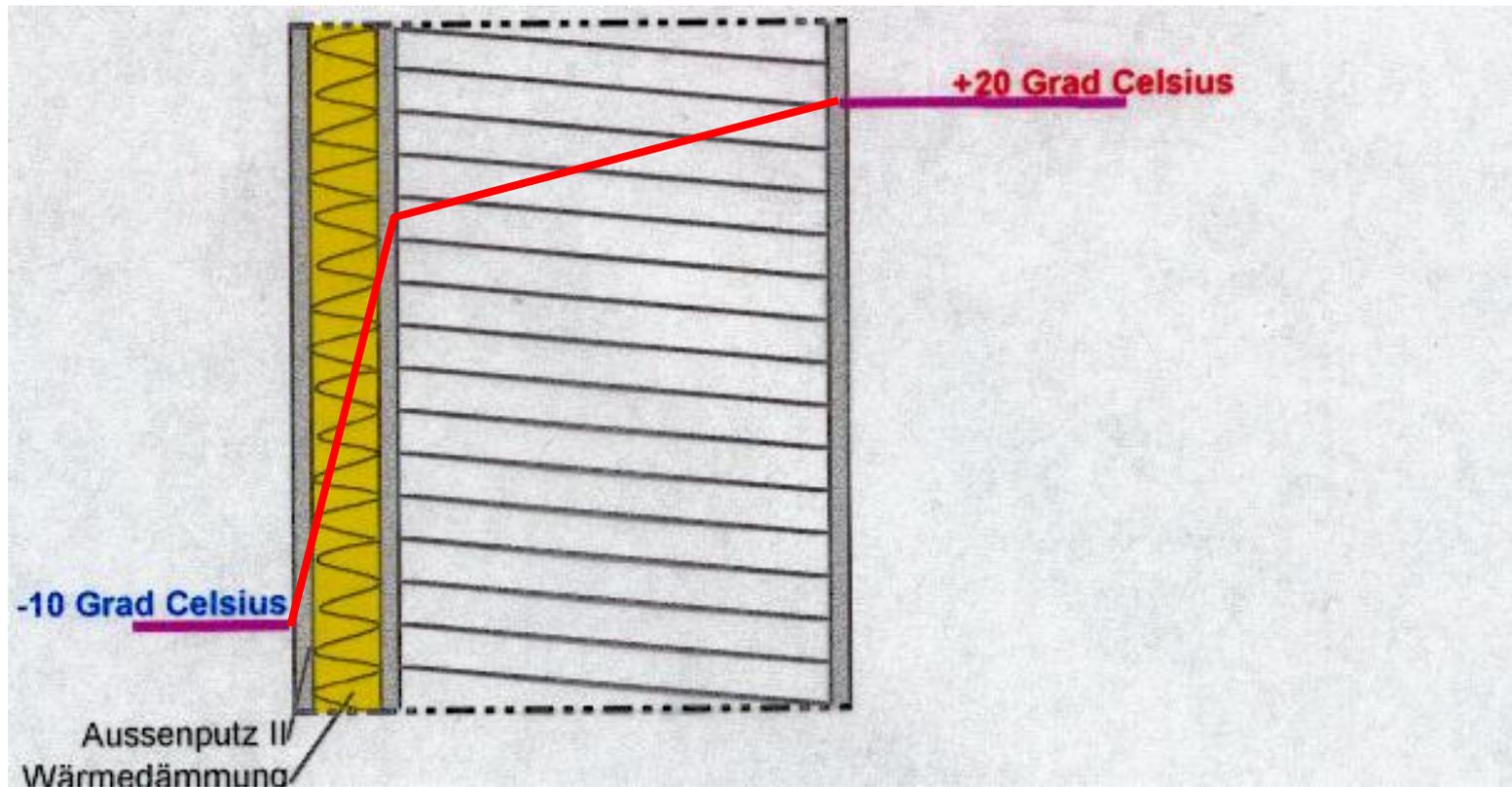
aussen

innen



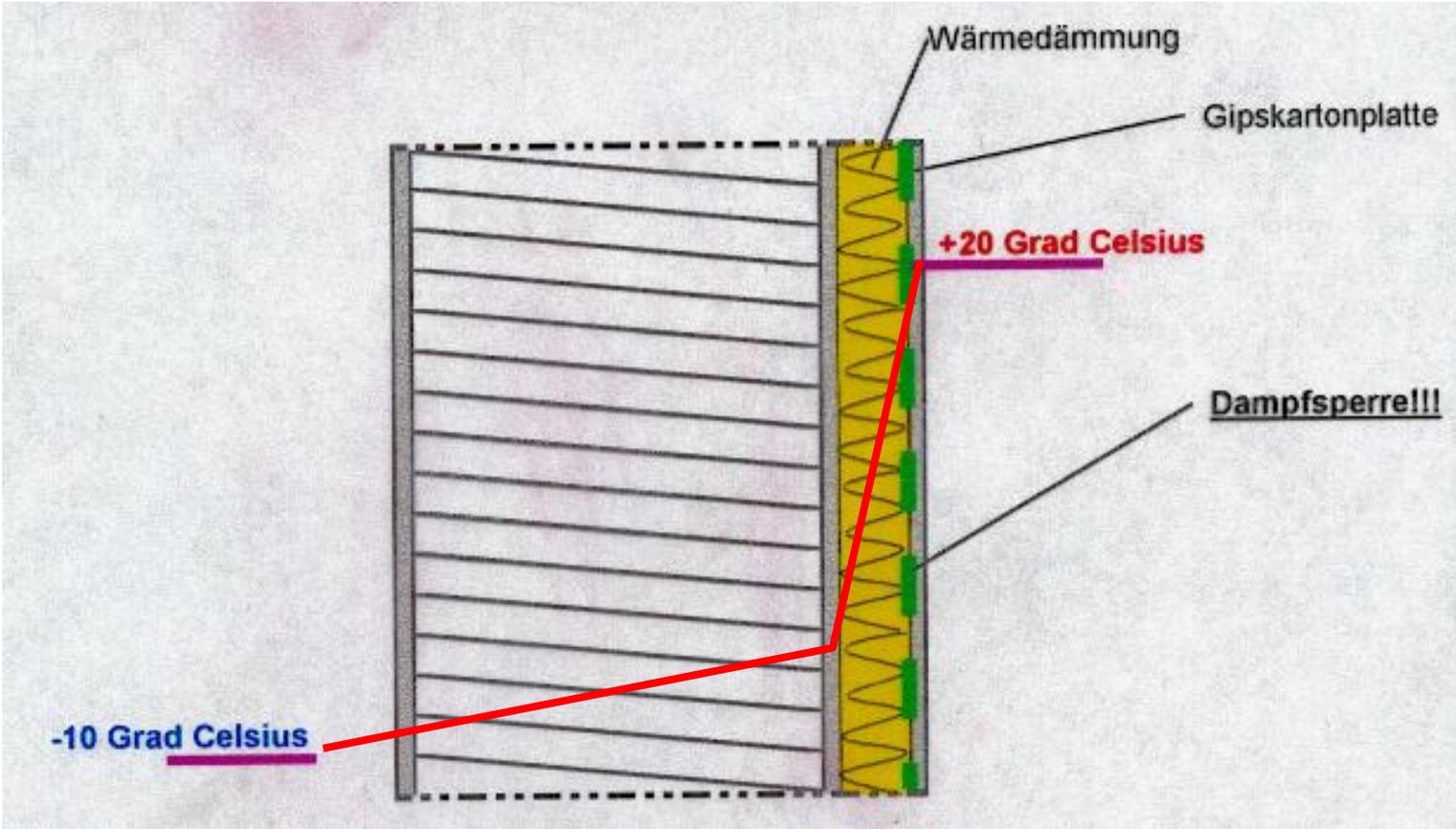
aussen

innen



aussen

innen



Bei einer Außentemperatur von  $-10\text{ °C}$  und einer Raumtemperatur von  $+21\text{ °C}$  ist die Scheibeninnentemperatur (Oberflächentemperatur)

| für                               | $U_v$ -Wert                | Oberflächentemperatur |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Konv. unbeschichtetes Isolierglas | $3,0\text{ W/m}^2\text{K}$ | $+9\text{ °C}$        |
| iplus neutral S                   | $1,1\text{ W/m}^2\text{K}$ | $+17\text{ °C}$       |
| iplus C S                         | $1,0\text{ W/m}^2\text{K}$ | $+17\text{ °C}$       |
| iplus 3C S                        | $0,5\text{ W/m}^2\text{K}$ | $+19\text{ °C}$       |
| Außenwand                         | $0,3\text{ W/m}^2\text{K}$ | $+20\text{ °C}$       |

## Fragen zur Selbsteinschätzung:

1. Durch die Änderung welcher physikalischen Rahmenbedingungen kann Schimmelbildung vermieden werden?
2. 18 °C warme Luft kann 15 g Wasser aufnehmen (100 % r. F.). 2 °C warme Luft kann 5 g Wasser aufnehmen (100 % r. F.). Welche relative Luftfeuchtigkeit (%) herrscht in einem frisch gelüfteten Raum mit einer Temperatur von 18 °C, wenn außen 2 °C und 100 % r. F. vorhanden sind?
3. Was ist bei der Montage einer Innendämmung unbedingt zu beachten?
4. Was kann in den Wohnungen über bzw. unter der Wohnung mit der nachträglich eingebauten Innendämmung passieren?
5. Nennen Sie ein mögliches Verfahren zur Erkennung von Wärmebrücken in einer Fassade.





# FASSADEN

In den meisten Fällen sind Fassaden im Geschößwohnungsbau einschalig hergestellt:

- Innenputz
- Mauerwerk
- Außenputz

Die Anforderungen der DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“ wurden zum Zeitpunkt der Planung und Ausführung mit dieser Bauweise berücksichtigt.

## RICHTLINIEN, GESETZE UND VERORDNUNGEN

Die Anforderungen der **DIN 4108** und insbesondere der **EnEV** ändern sich jedoch mit zunehmenden technischen Möglichkeiten und Verbesserungen.

Problematisch, insbesondere für WEG, ist die Verpflichtung, im Zuge von Sanierungen die aktuellen DIN-Normen zu beachten und zu erfüllen.

### Warum?

Eigentumswohnungen sind i. d. R. zu einem Prozentsatz von ca. 60 – 70 % von den Eigentümern selbst bewohnt. Nachträgliche Wärmedämmmaßnahmen kommen daher nur der Energieeinsparung zugute.

Problem: Die **Amortisation** liegt angesichts der momentanen Energiepreise im Bereich **mehrerer Jahrzehnte**. Das bedeutet, viele Eigentümer sperren sich vor diesen hohen Kosten.

Bei **Mietobjekten** liegen die Interessen auf anderem Gebiet:

- mögliche Mieterhöhung (11%)
- **bessere Vermietbarkeit** durch
  1. niedrigere Nebenkosten
  2. schöneres Aussehen des Gebäudes
- **Wertsteigerung** des Gebäudes

Das sagt die Theorie. Was sagt die Praxis? (Stichwort: nachhaltige Erzielbarkeit)



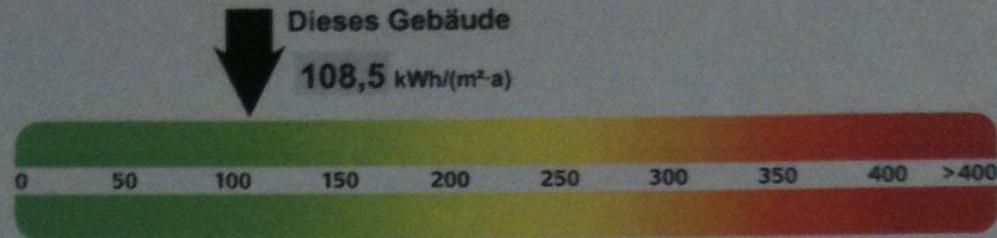
# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

3

### Energieverbrauchskennwert



Energieverbrauch für Warmwasser:  enthalten     nicht enthalten

Das Gebäude wird auch gekühlt; der typische Energieverbrauch für Kühlung beträgt bei zeitgemäßen Geräten etwa 6 kWh je m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche und Jahr und ist im Energieverbrauchskennwert nicht enthalten.

### Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

| Energieträger | Zeitraum   |            | Energieverbrauch [kWh] | Anteil Warmwasser [kWh] | Klimafaktor | Energieverbrauchskennwert [kWh]/(m <sup>2</sup> ·a) (zeitlich bereinigt, klimabereinigt) |            |          |
|---------------|------------|------------|------------------------|-------------------------|-------------|--|------------|----------|
|               | von        | bis        |                        |                         |             | Heizung  | Warmwasser | Kennwert |
| Heizöl        | 01.01.2004 | 31.12.2004 | 367.870                | 0                       | 0,91        | 89,3   | 0,0        | 89,3     |
| Heizöl        | 01.01.2005 | 31.12.2005 | 421.687                | 0                       | 0,95        | 106,8  | 0,0        | 106,8    |
| Heizöl        | 01.01.2006 | 31.12.2006 | 405.644                | 0                       | 0,98        | 129,5  | 0,0        | 129,5    |

## Mögliche Amortisationszeit (MM):

Energie-Einsparpotential:

$$110 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} - 60 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} = 50 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$$

Durchschnittliche Größe einer Wohnung: **80 m<sup>2</sup>**

$$50 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} \times 80 \text{ m}^2 = 4.000 \text{ kWh/a}$$

$$1 \text{ Liter Heizöl entsprechen rund } 10 \text{ kWh} \Rightarrow 400 \text{ Liter /a} \times 0,85 \text{ €/L} = 340 \text{ €/a}$$

|                        |          |        |
|------------------------|----------|--------|
| Dachdämmung            | 20.000 € | (30 %) |
| Fassadendämmung        | 90.000 € | (25 %) |
| Neue Fenster           | 80.000 € | (15 %) |
| Kellerdeckendämmung    | 20.000 € | (5 %)  |
| Heizkesselerneuerung   | 25.000 € | (20 %) |
| Hydraulischer Abgleich | 15.000 € | (5 %)  |

**17.900 € / Wohnung** bei 14 Wohnungen im Haus

Milchmädchenrechnung:  $17.900 \text{ €} / 340 \text{ €} = 53 \text{ Jahre}$  (66 Jahre)

## SANIERUNGSMÖGLICHKEITEN

Generell zu beachten ist die **DIN 4102 „Brandschutz“**. Bei Gebäuden über 20 m Höhe dürfen nur Baustoffe der Klasse A1 „nicht brennbar“ verwendet werden. In den übrigen Fällen reicht B1 „schwer entflammbar“ aus. Die folgenden Fälle gehen von Gebäudehöhen < 20 m aus.

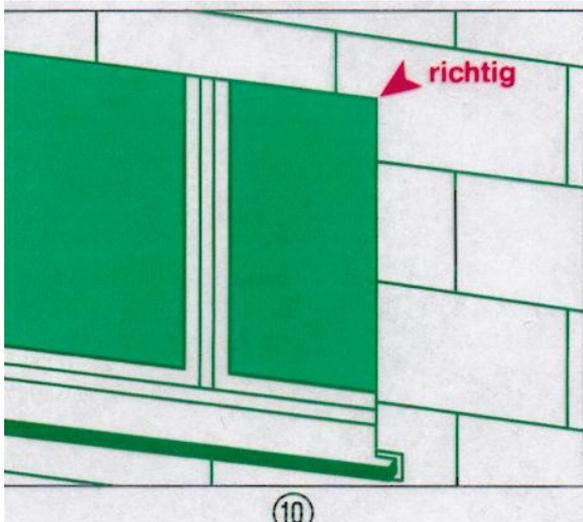
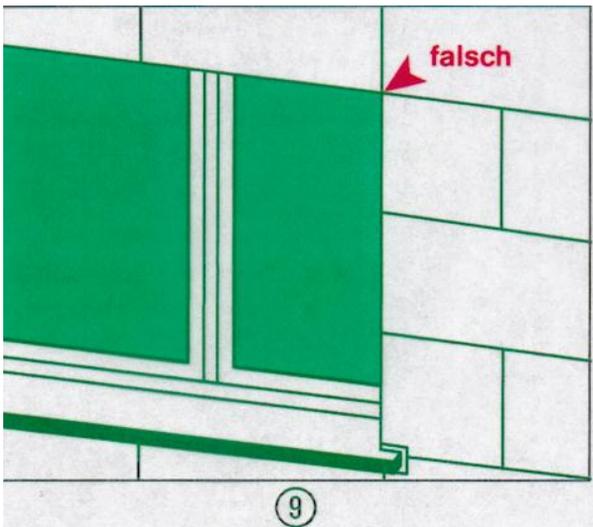
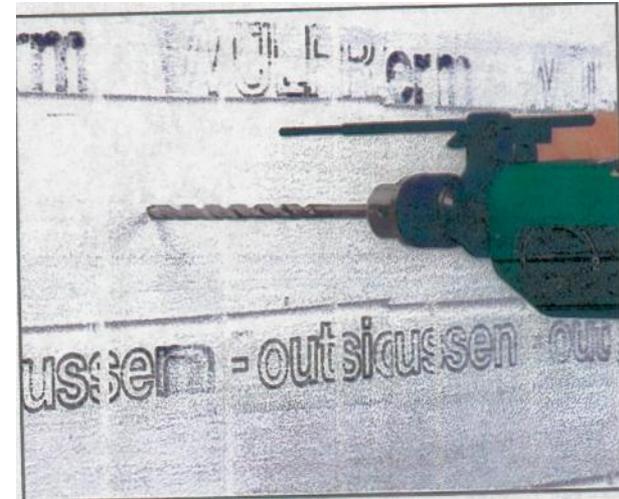
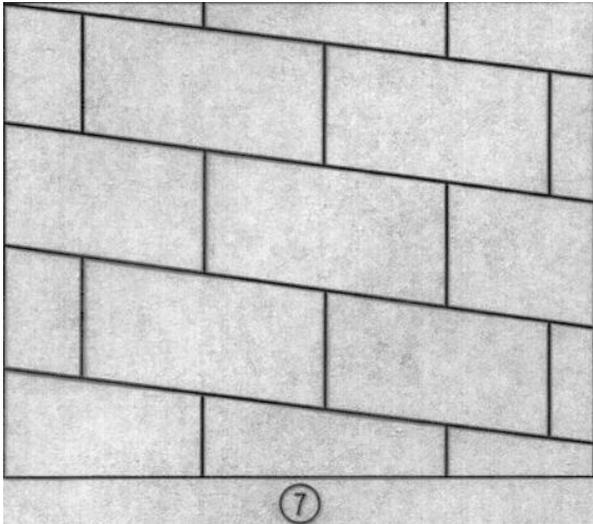


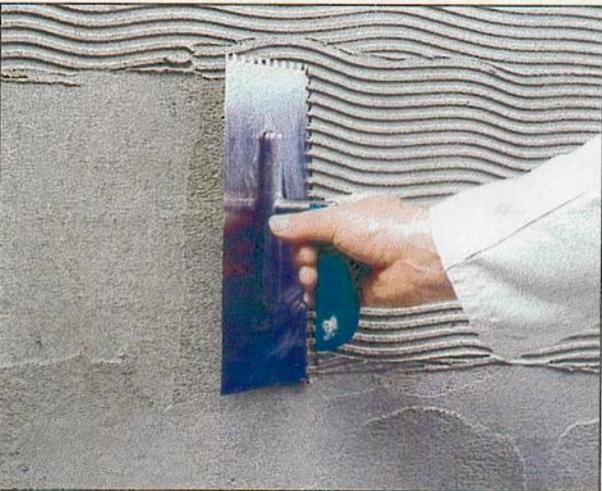
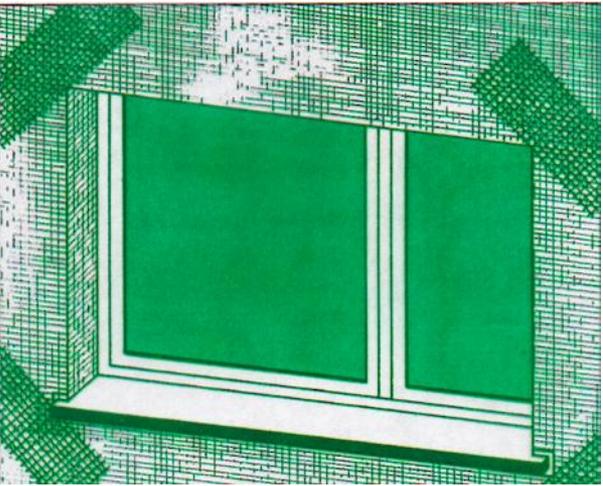
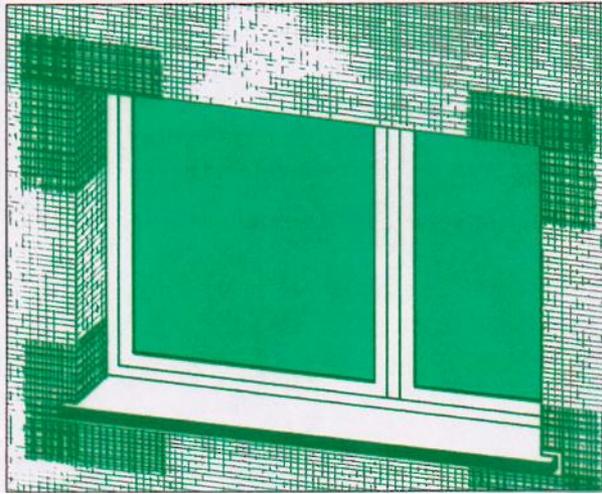
### Wärmedämmverbundsystem

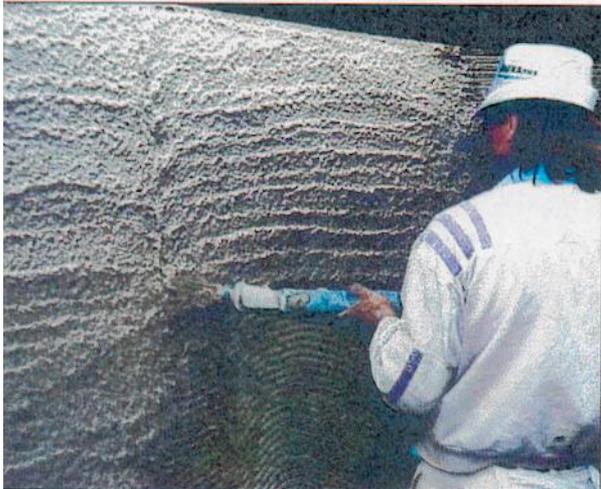
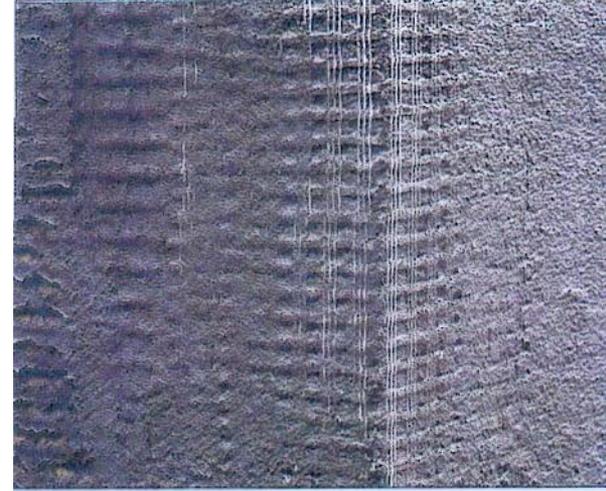
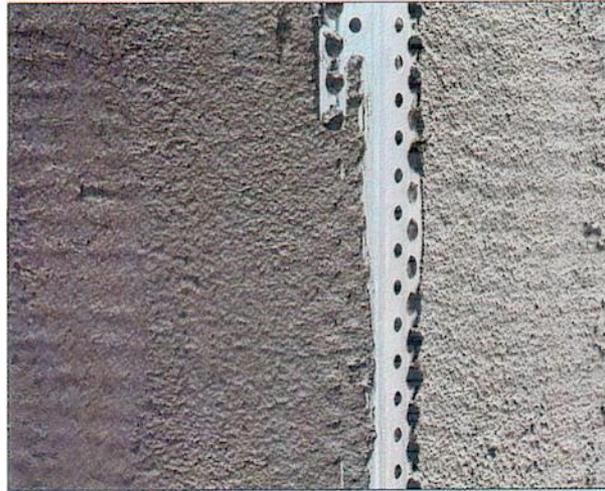
- Wärmedämmplatten werden auf die alte Fassade geklebt und angedübelt
- Ab 8m Höhe Standsicherheitsnachweis erforderlich  
(wird vom Hersteller geliefert)
- die gedämmte Fläche wird mit einem Armierungsputz und Gewebe versehen
- ein neuer Oberputz wird aufgetragen

# Bautechnik für Nichttechniker

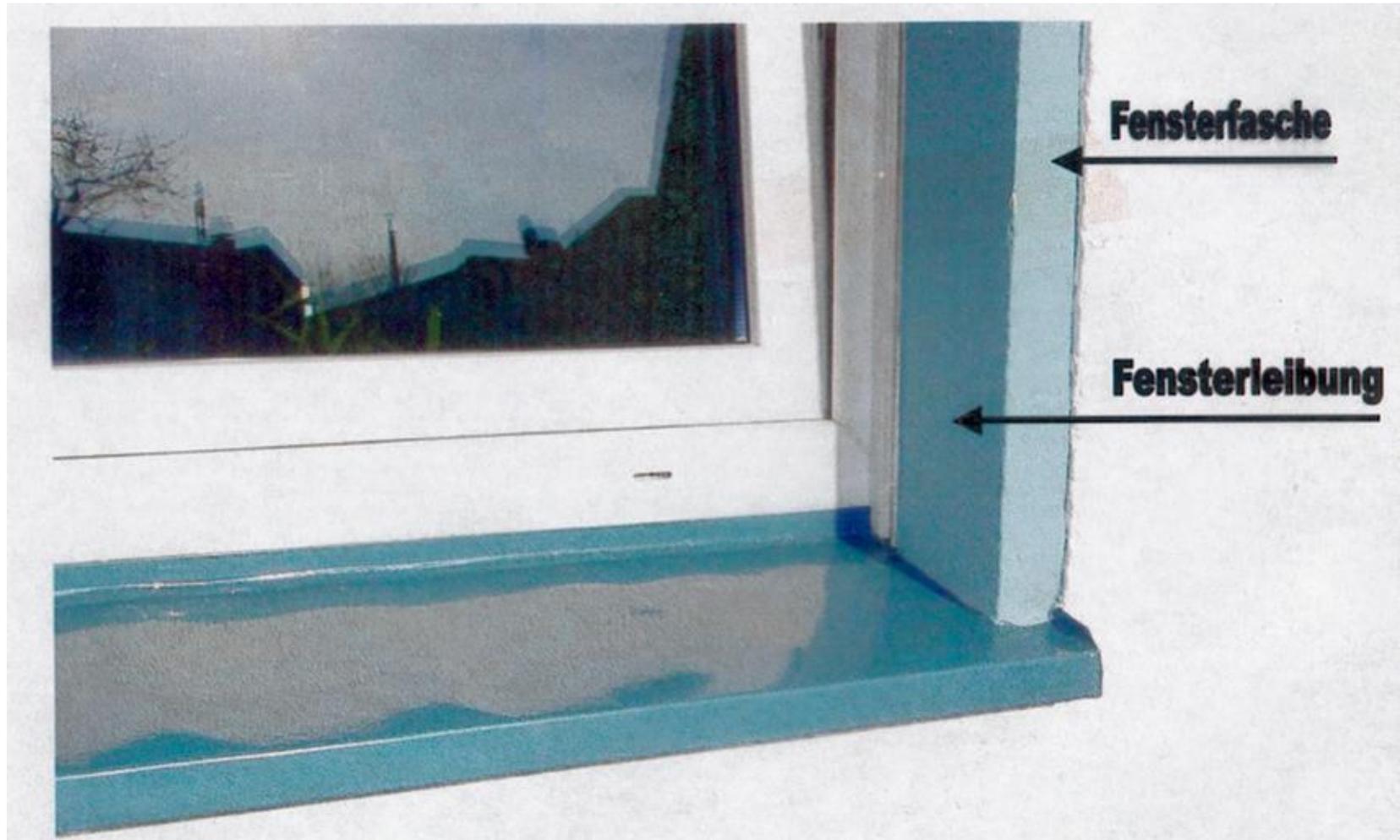








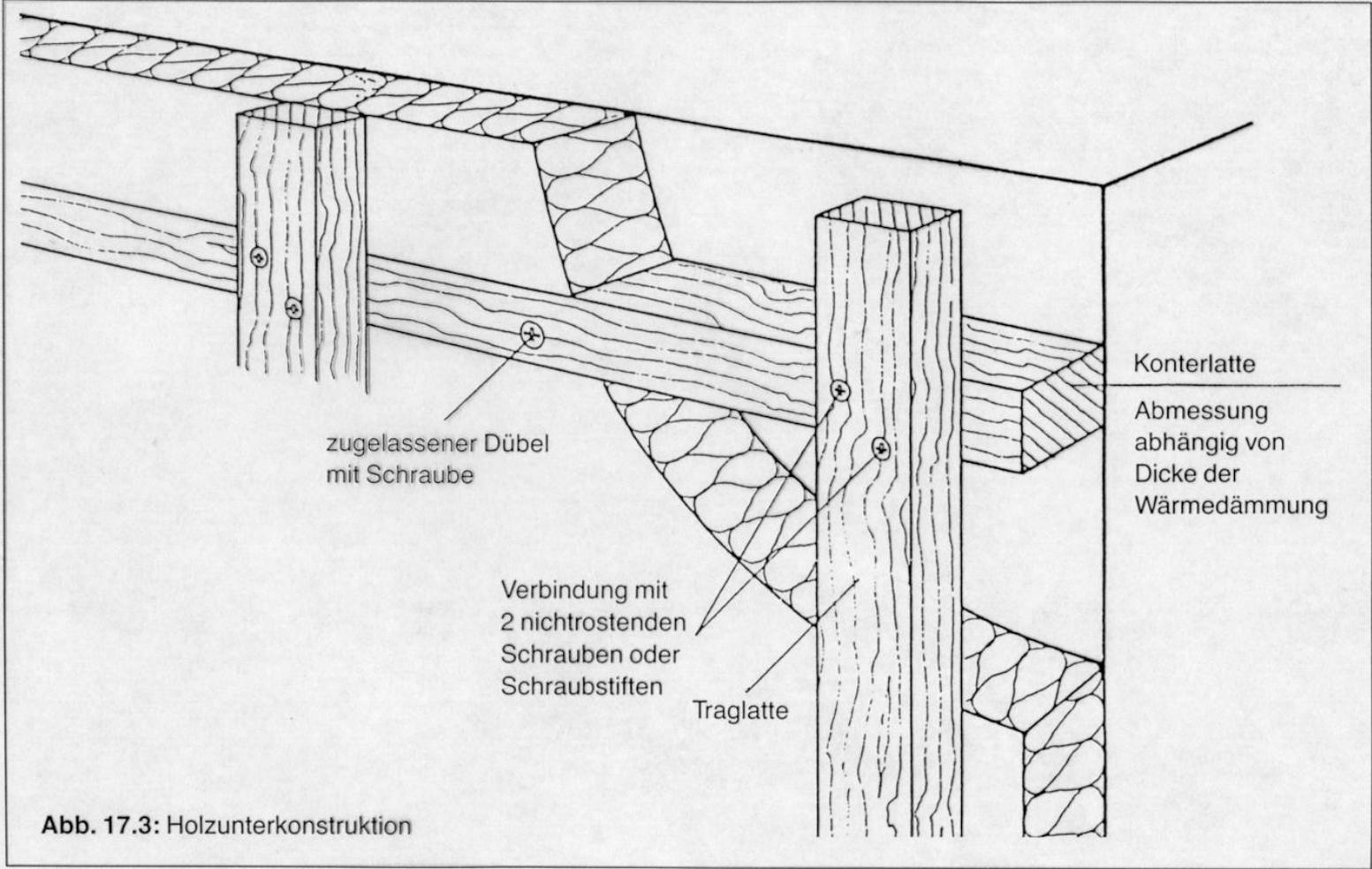






## Hinterlüftete Plattenfassaden

- Auf die zu sanierende Fassade werden Latten in bestimmtem Abstand, i. d. R. waagrecht, aufgeschraubt. Der Abstand ist die Höhe der Wärmedämmplatten. Die Dicke der Latten entspricht der Dicke des Dämmstoffes.
- Dämmplatten werden zwischen die Latten geklemmt
- Eine zusätzliche Lattung wird senkrecht auf die waagerechten Latten geschraubt.
- Auf die senkrechten Latten (Traglatten) werden geeignete Platten genagelt oder geschraubt





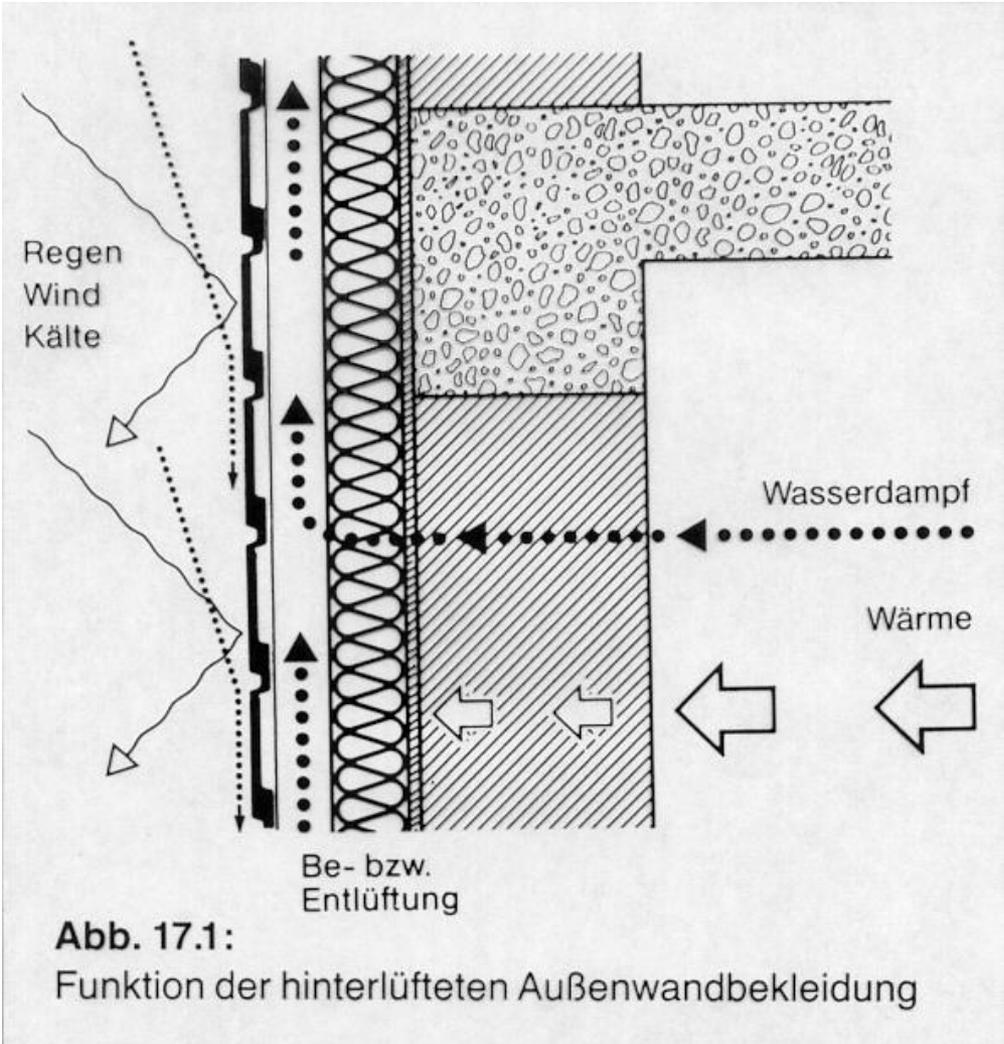
Vorgehängter Giebel

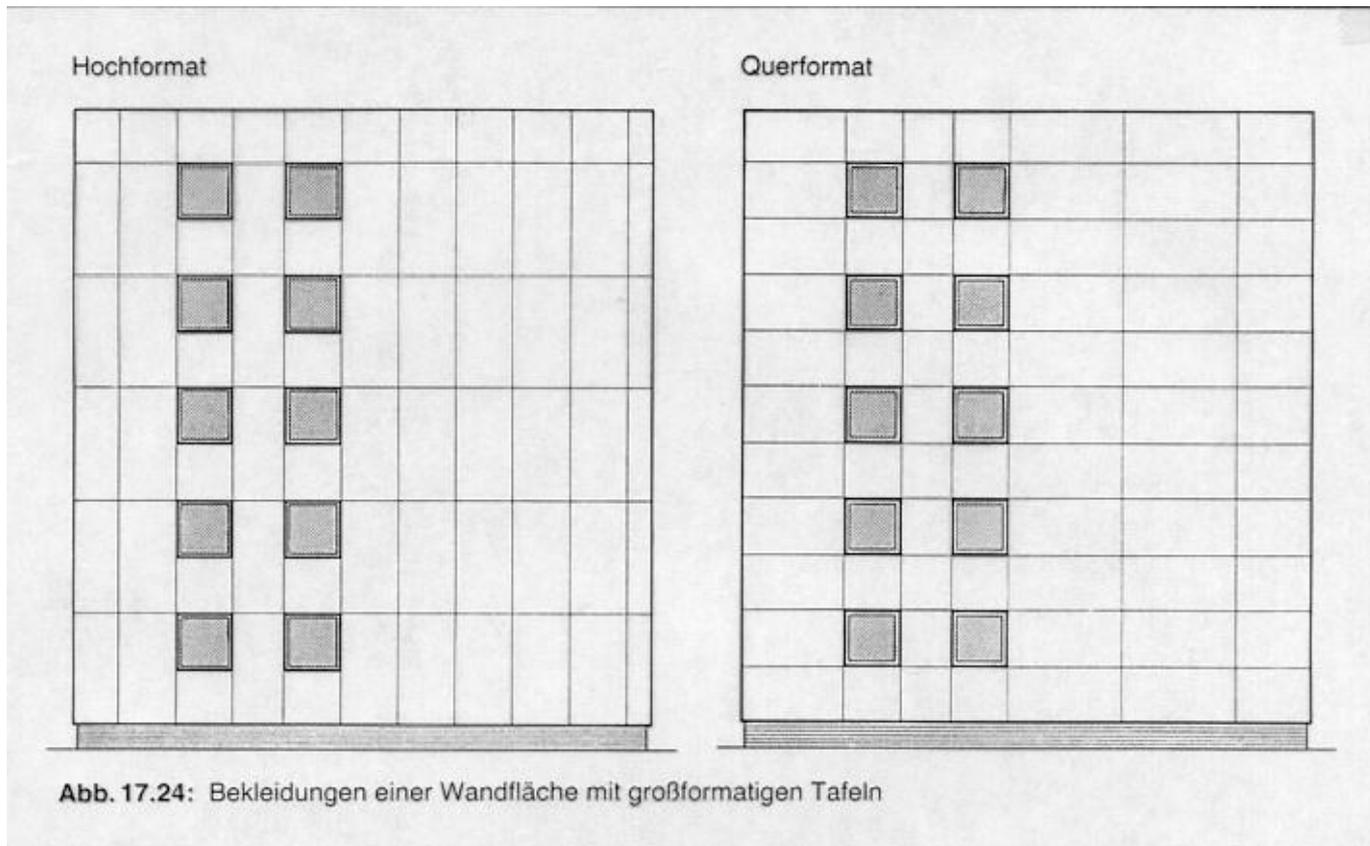


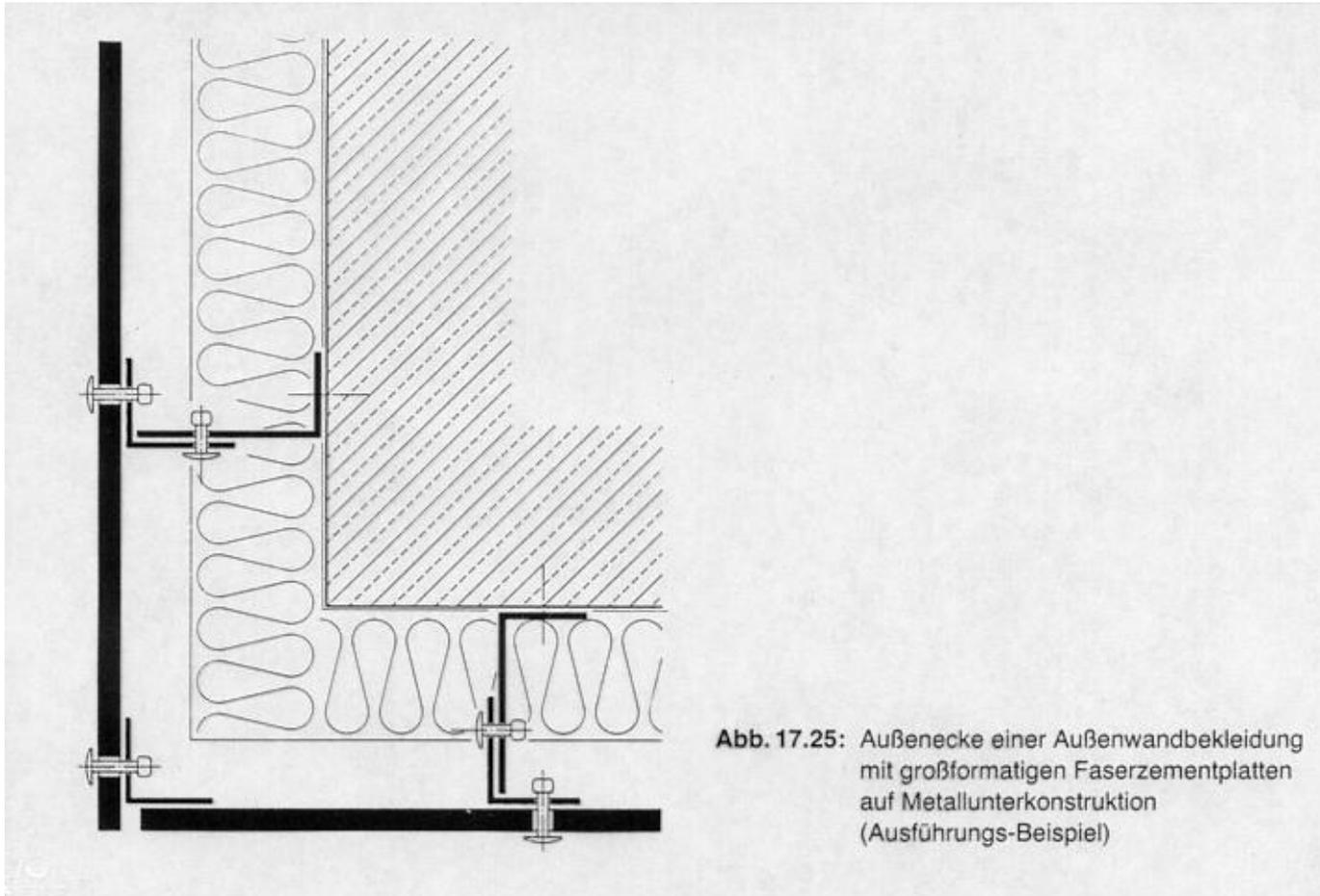
vorgehängte Fassade



in etwa gleiche  
Entsehungszeit







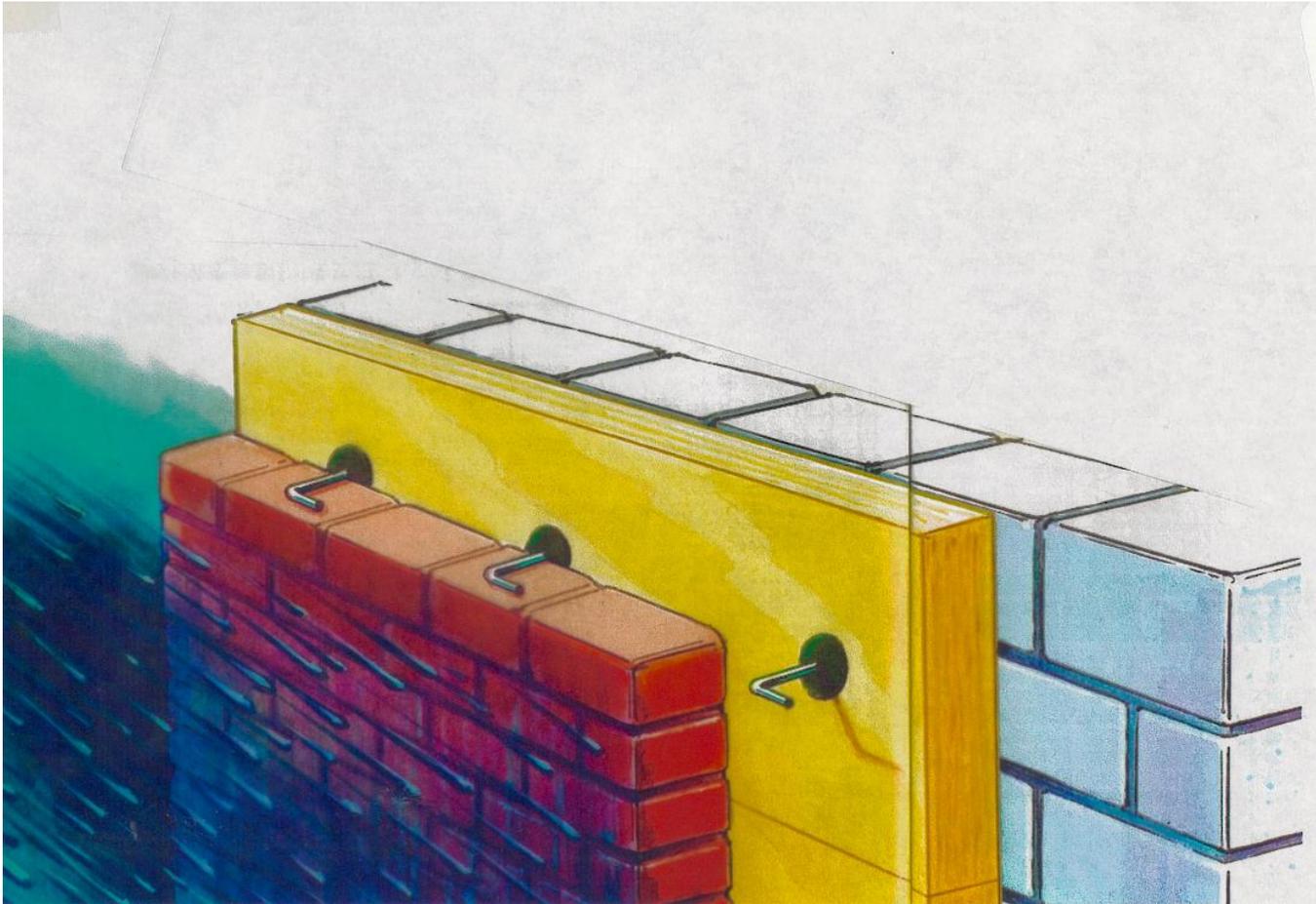
**Abb. 17.25:** Außenecke einer Außenwandbekleidung mit großformatigen Faserzementplatten auf Metallunterkonstruktion (Ausführungs-Beispiel)

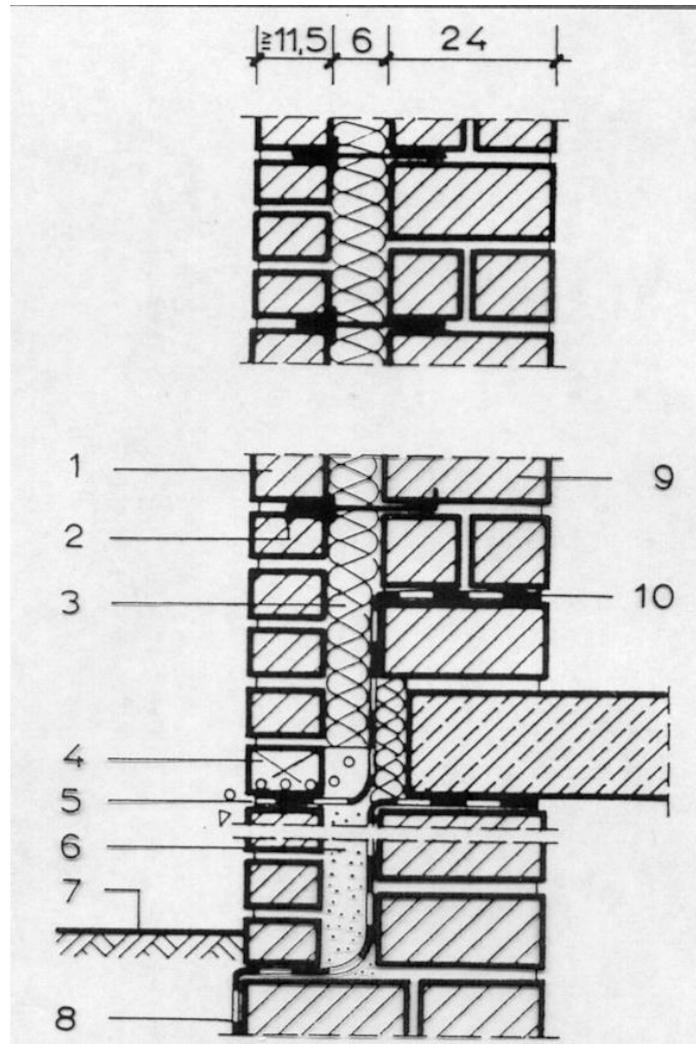


## Klinkerfassaden

mit Ausnahme von Aluminiumfassaden im Sanierungsbereich die wohl **teuerste Variante** ein Haus einzupacken.

- aufgrund des hohen Gewichtes der Klinkerschale muß entweder ein zusätzliches Fundament erstellt werden oder, falls möglich, Stahlträger angeschraubt werden (ab 5,50 m Höhe statischer Nachweis erforderlich)
- Wärmedämmung wird vor die tragende Wand gestellt und durch ca. 30 cm lange Luftschichtanker aus Edelstahl, die zuvor mit Dübeln in der Wand befestigt wurden, gehalten
- Die Klinker werden gemauert, die Edelstahlstäbe werden in die Lagerfugen (horizontale Fugen) eingearbeitet.
- Problematisch sind, besonders bei der nachträglichen Errichtung, die Fensterleibungen. Will man sich Änderungen des tragenden Mauerwerkes insbesondere im Bereich der Fensteranschläge sparen, kann man hier „Riemchen“ (Klinker in Fliesenstärke) verwenden





## 1) Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung

- 1 Verblendschale
- 2 Drahtanker mit Krallenplatte
- 3 Kerndämmung wasserabweisend
- 4 offene Stoßfugen als Notentwässerung
- 5 Abdichtung mind. 30 cm über OK-Gelände
- 6 Mörtelfüllung
- 7 OK-Gelände
- 8 Kellerabdichtung
- 9 tragendes Mauerwerk
- 10 Abdichtung

