

Prof. Dr. Martin H. Spitzner

Bei Sommerhitze cool bleiben

Berechnung; Nachweis

25.05.2020

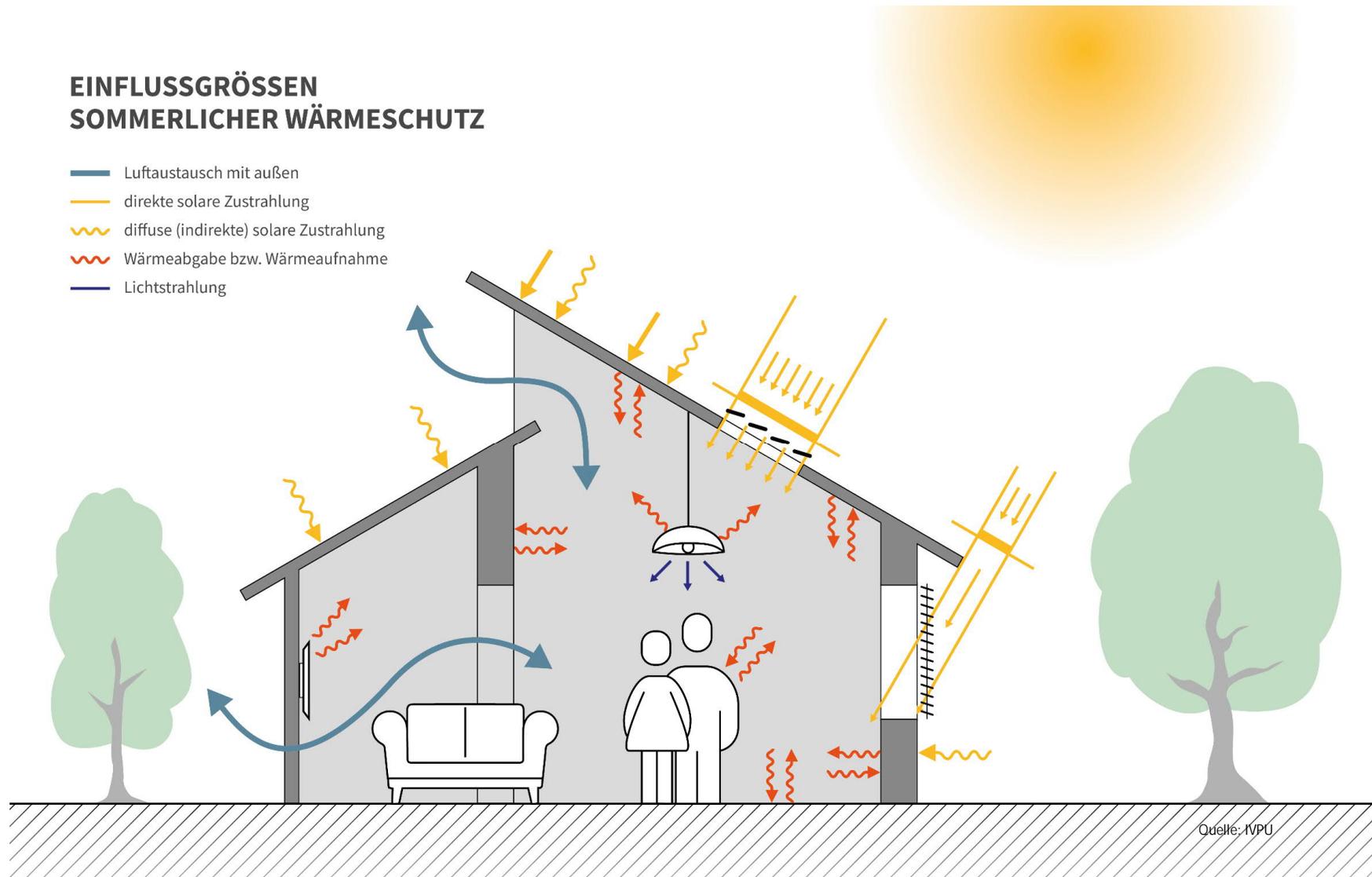
Professur Bauphysik, Baustoffkunde, Baukonstruktion

HBC. Hochschule Biberach

Biberach an der Riß

EINFLUSSGRÖSSEN SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

- Luftaustausch mit außen
- direkte solare Zustrahlung
- diffuse (indirekte) solare Zustrahlung
- Wärmeabgabe bzw. Wärmeaufnahme
- Lichtstrahlung



Quelle: IVPU

Sommerlicher Wärmeschutz - Berechnungsverfahren

1. Bauteilverfahren

- a. stationär (U-Wert): kann Tagesverlauf nicht abbilden; springt zu kurz
betrachtet nur das Bauteil und nicht den Raum
- b. analytische Lösung der DGL: diverse Berechnungsprogramme
ergibt (mit starken Vereinfachungen) TAV, TAD, φ
betrachtet nur das einzelne Bauteil und nicht den Raum

2. vereinfachte Raum-Verfahren:

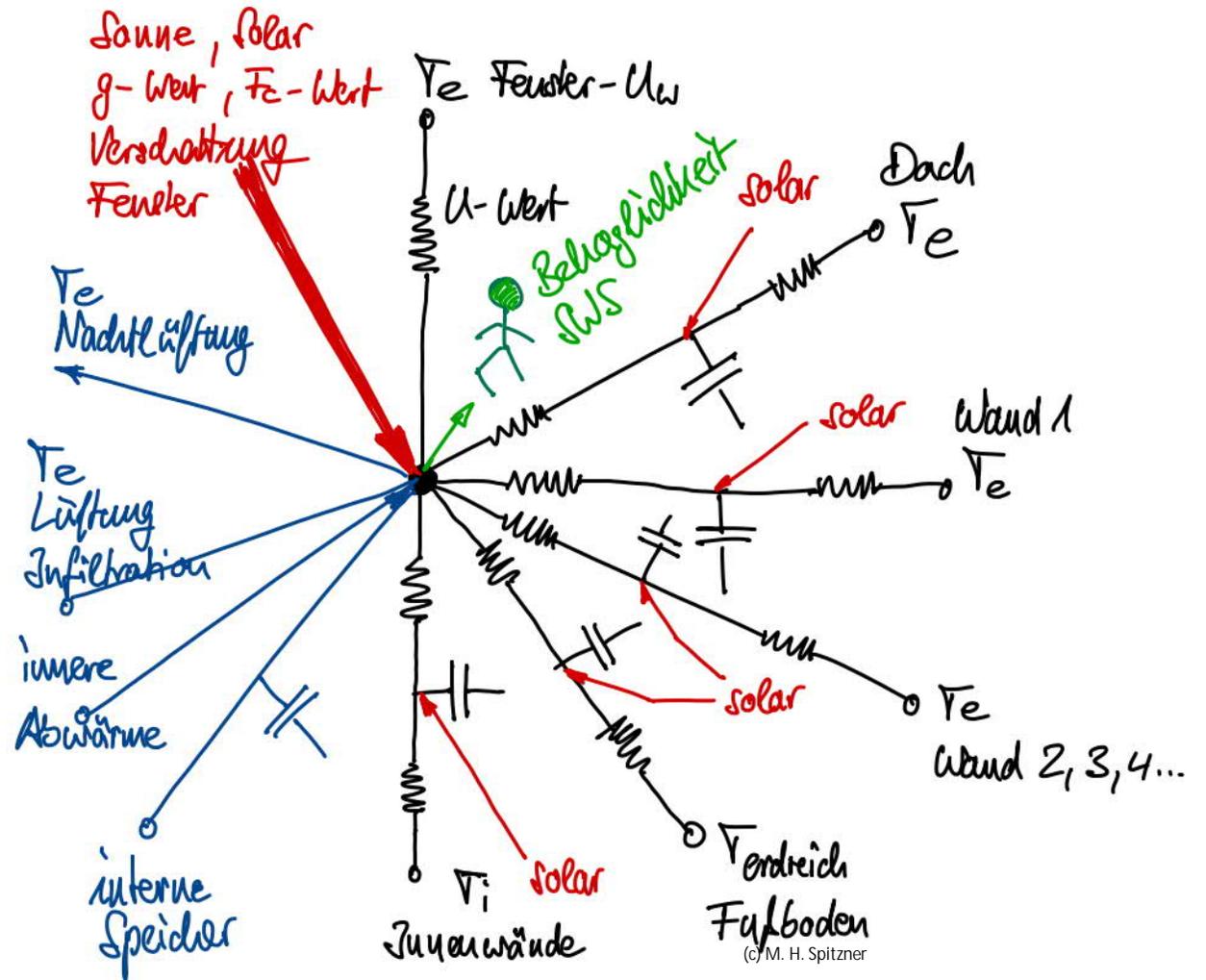
- Sx-Verfahren (DIN 4108-2): erfaßt die wichtigsten Bauteile (Fenster inkl. Verschattung)
Raumbezug gegeben (Größe, Bauweise, Nutzung, Speichervermögen)

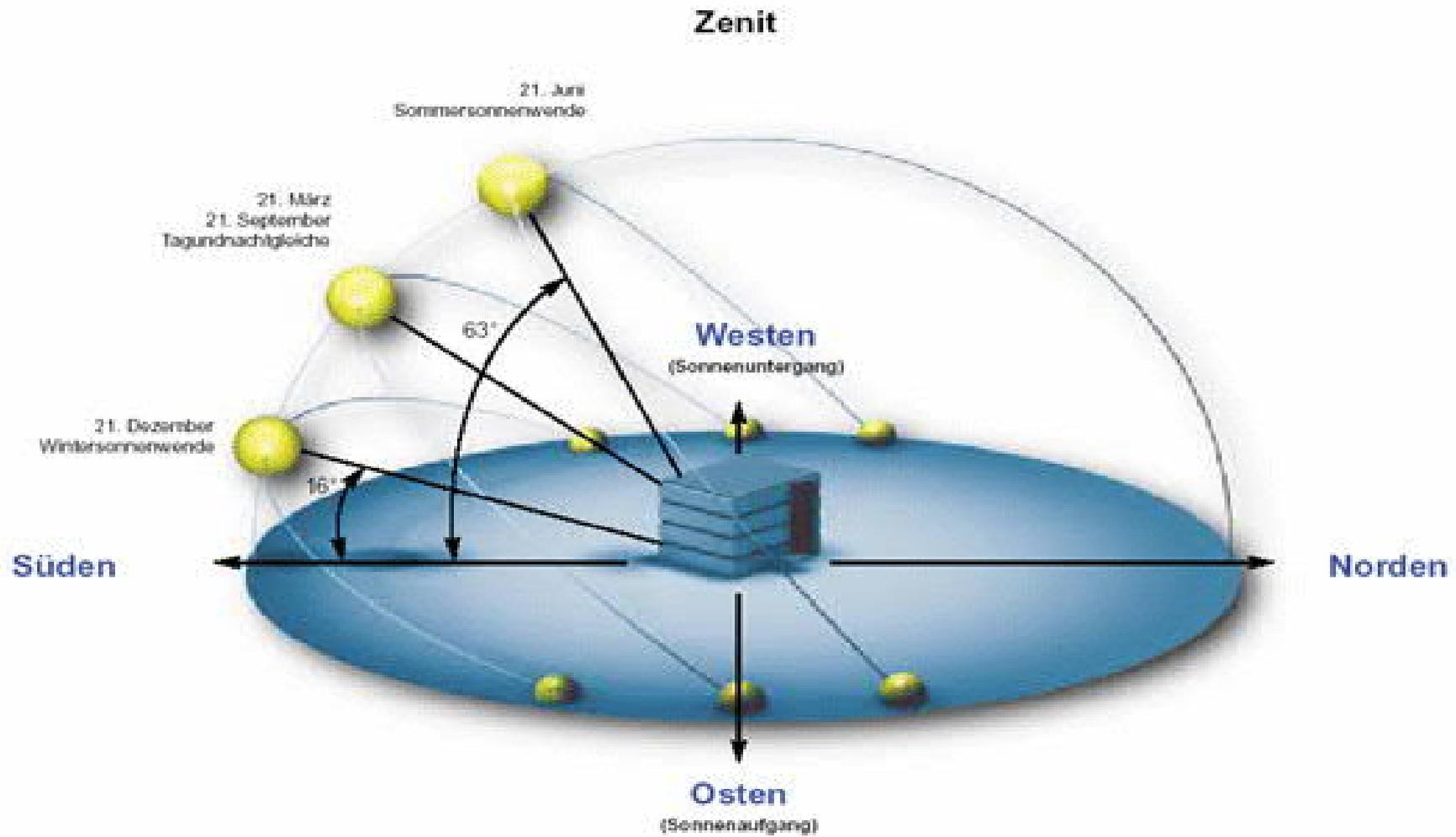
3. Raum-Verfahren

- dynamische Gebäudesimulation: aufwendig, aber erprobt
Randbedingungen für SWS siehe u.a. DIN 4108-2

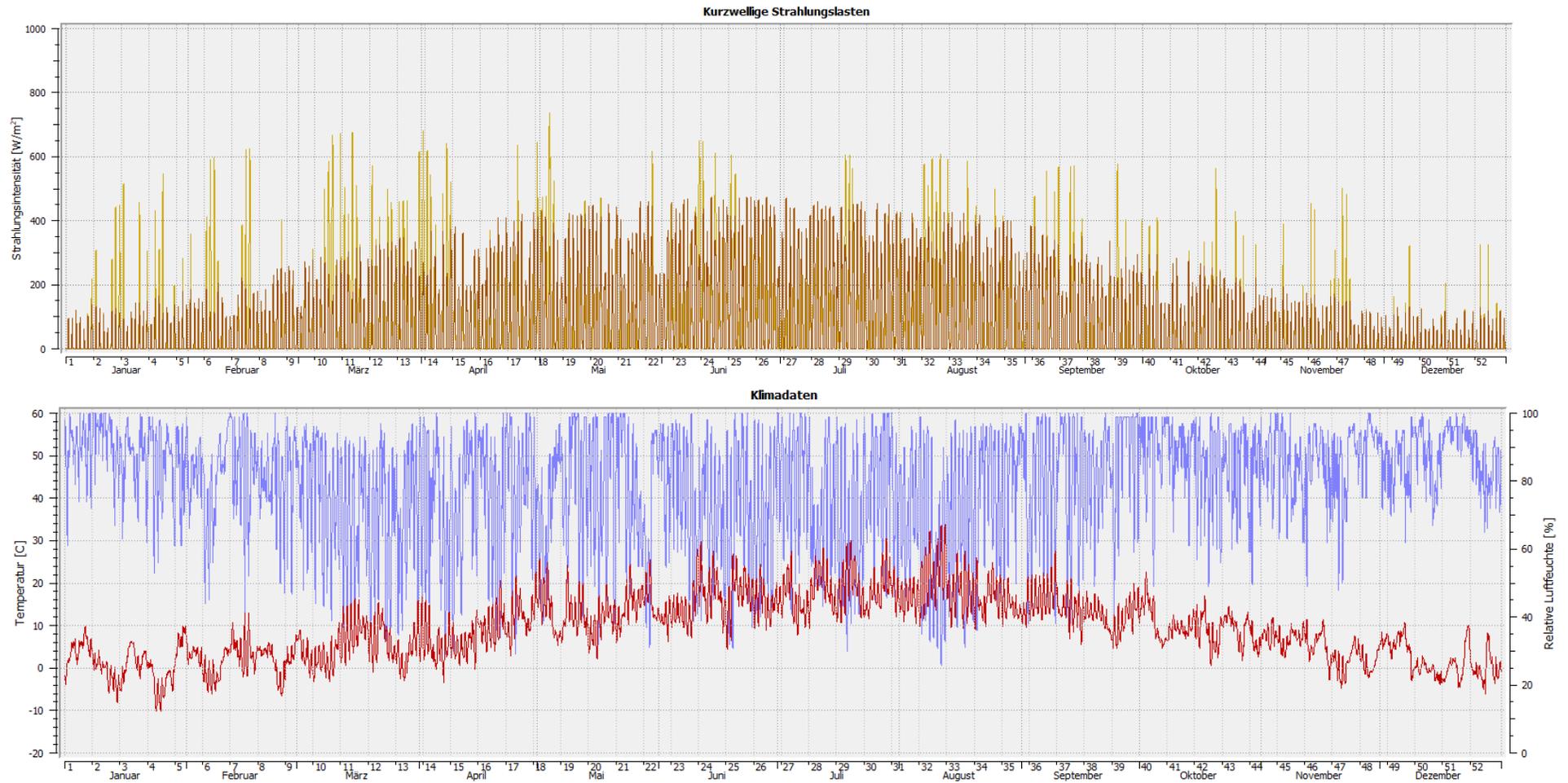
Einflußgrößen

- Fensterfläche, -orientierung, -neigung
- Verschattung, Sonnenschutz
- Glas
- Raumgröße, Raumsituation
- Bauschwere (Puffer)
- Nachtlüftung
- innere Abwärme, Nutzer
- (Passive Kühlung)
- Dämmniveau
- einzelne Baustoffe





Klimadaten, 1 Jahr = 8760 Stunden



...und in der Wirklichkeit?

Thermische Gebäudesimulationen

Massivbau, Leichtbau

Sommerklima region B

verschiedene Sanierungs- und Dämmniveaus

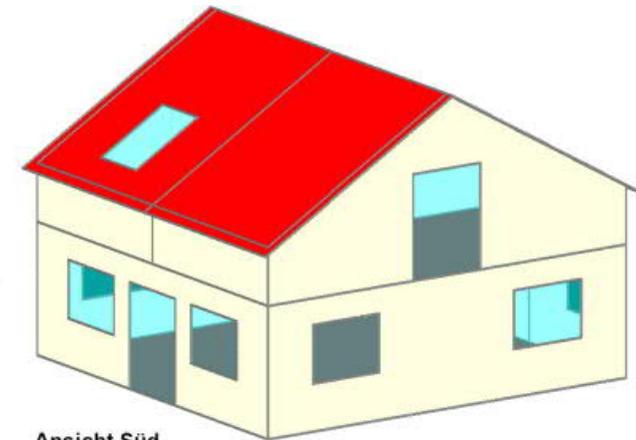
U-Wert von 1,5 (unsaniert) bis 0,18 W/(m²K)

TAV von 0,26 bis 0,11

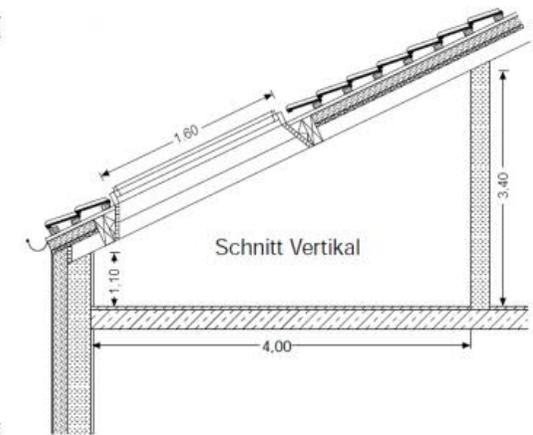
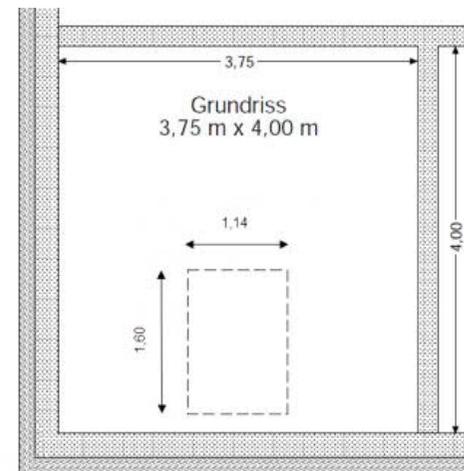
TAD von 3,8 bis 9,5

φ von 5:40 bis 11:30 h

MW, WF, CF, PU, WW



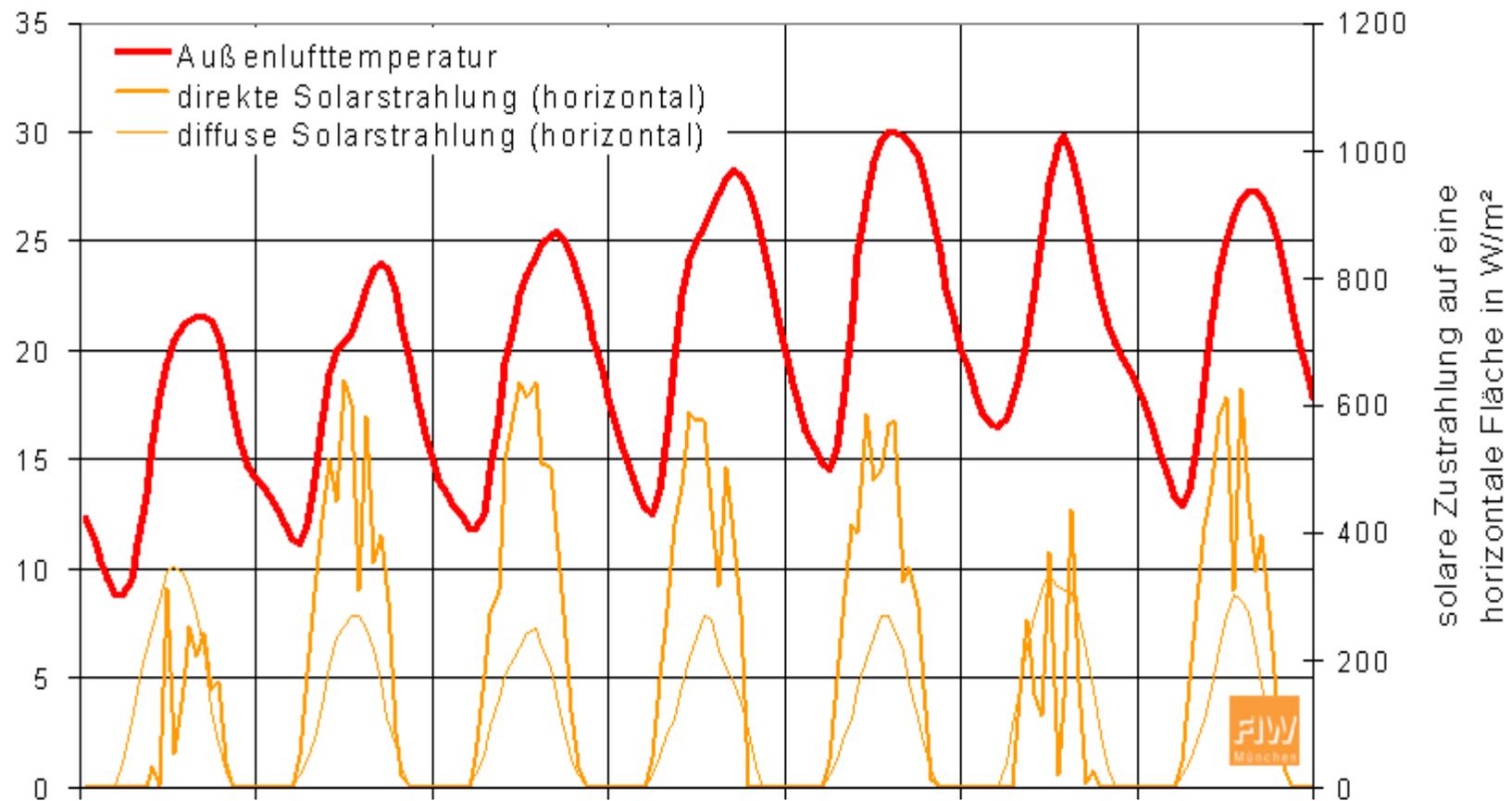
Ansicht Süd



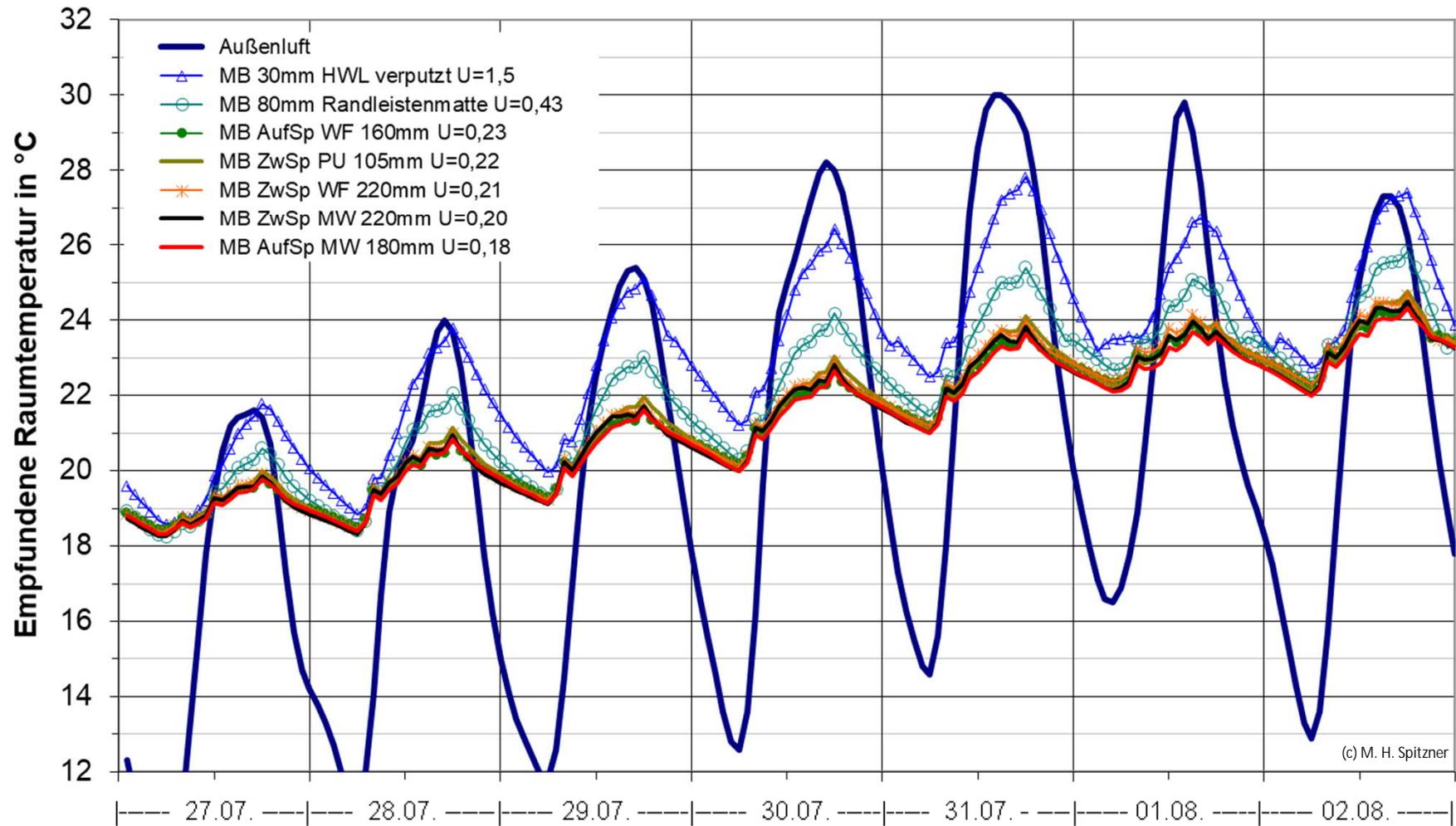
Schnitt Vertikal

Thermische Gebäudesimulation

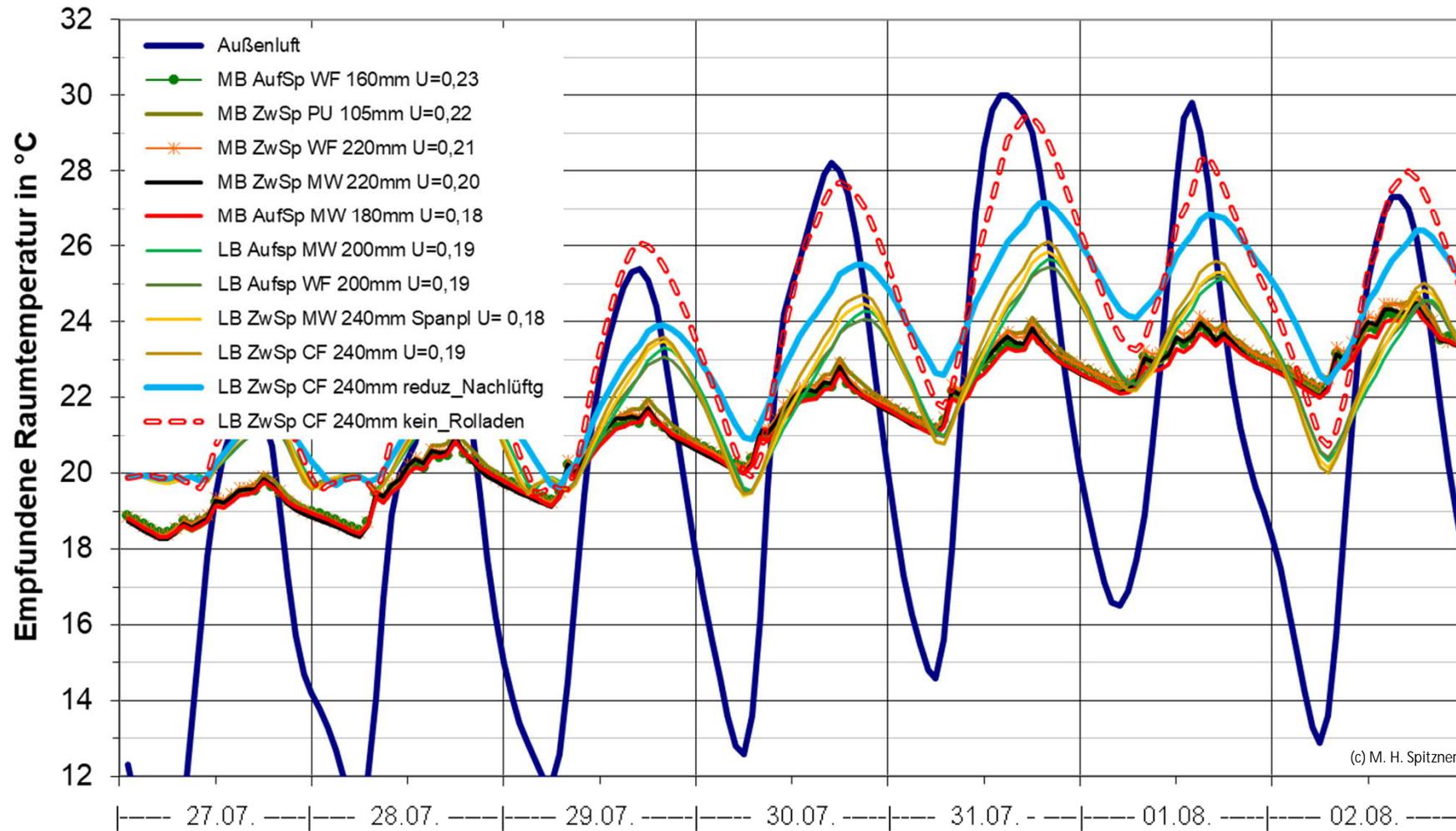
Klima einer heißen Woche im Hochsommer (Juli / August)



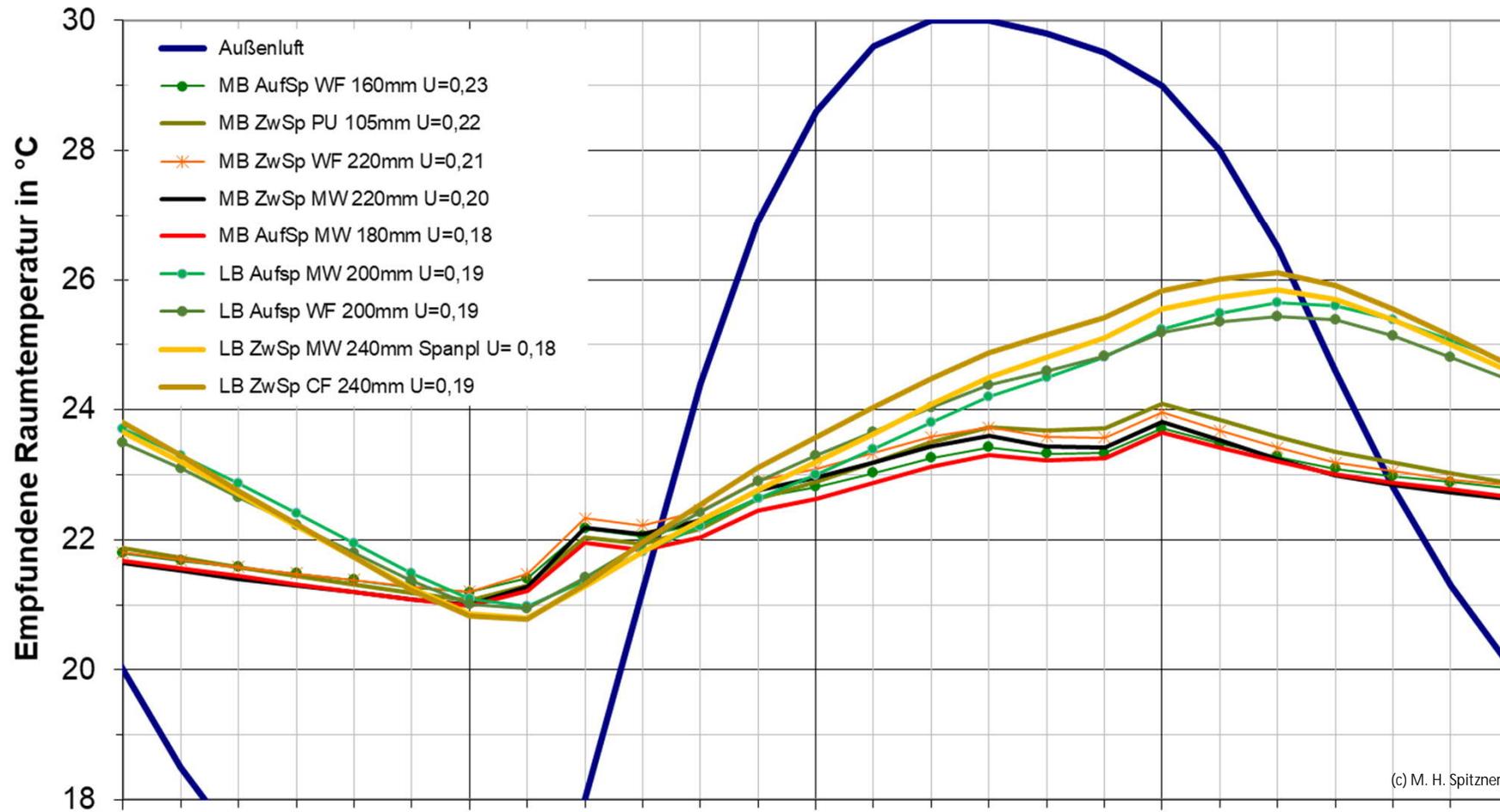
Raumtemperatur im ausgebauten Dach in einer heißen Sommerwoche



Raumtemperatur im ausgebauten Dach in einer heißen Sommerwoche

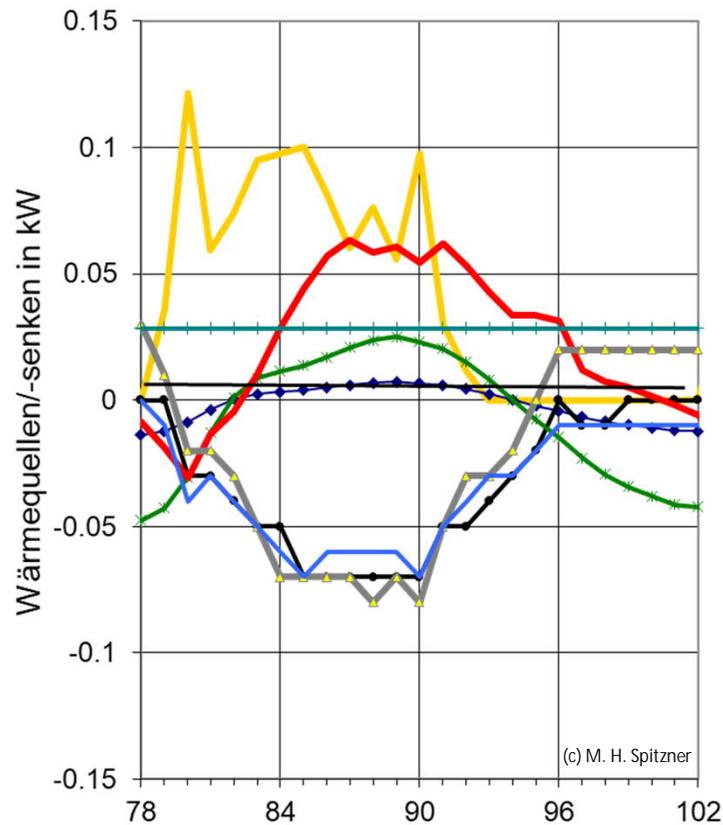


Raumtemperatur im ausgebauten Dach in einer heißen Sommerwoche

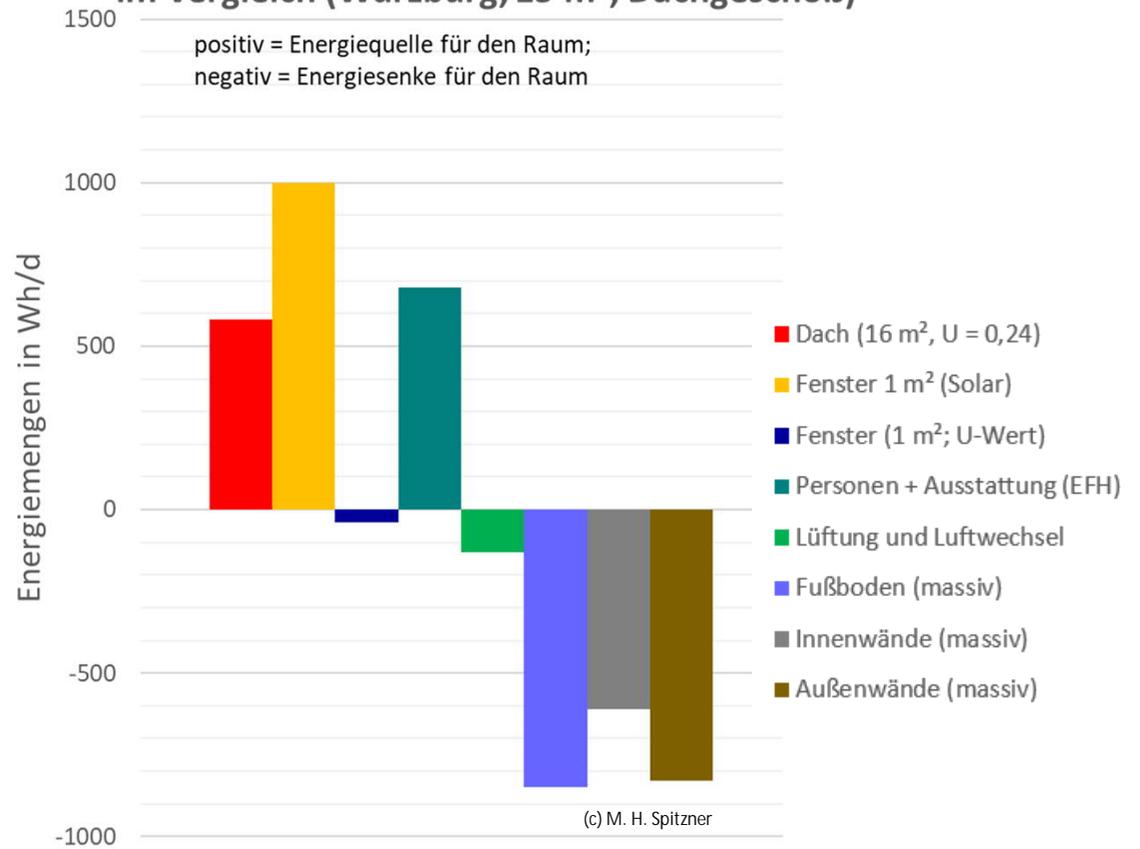


Energiebeitrag der Bauteile

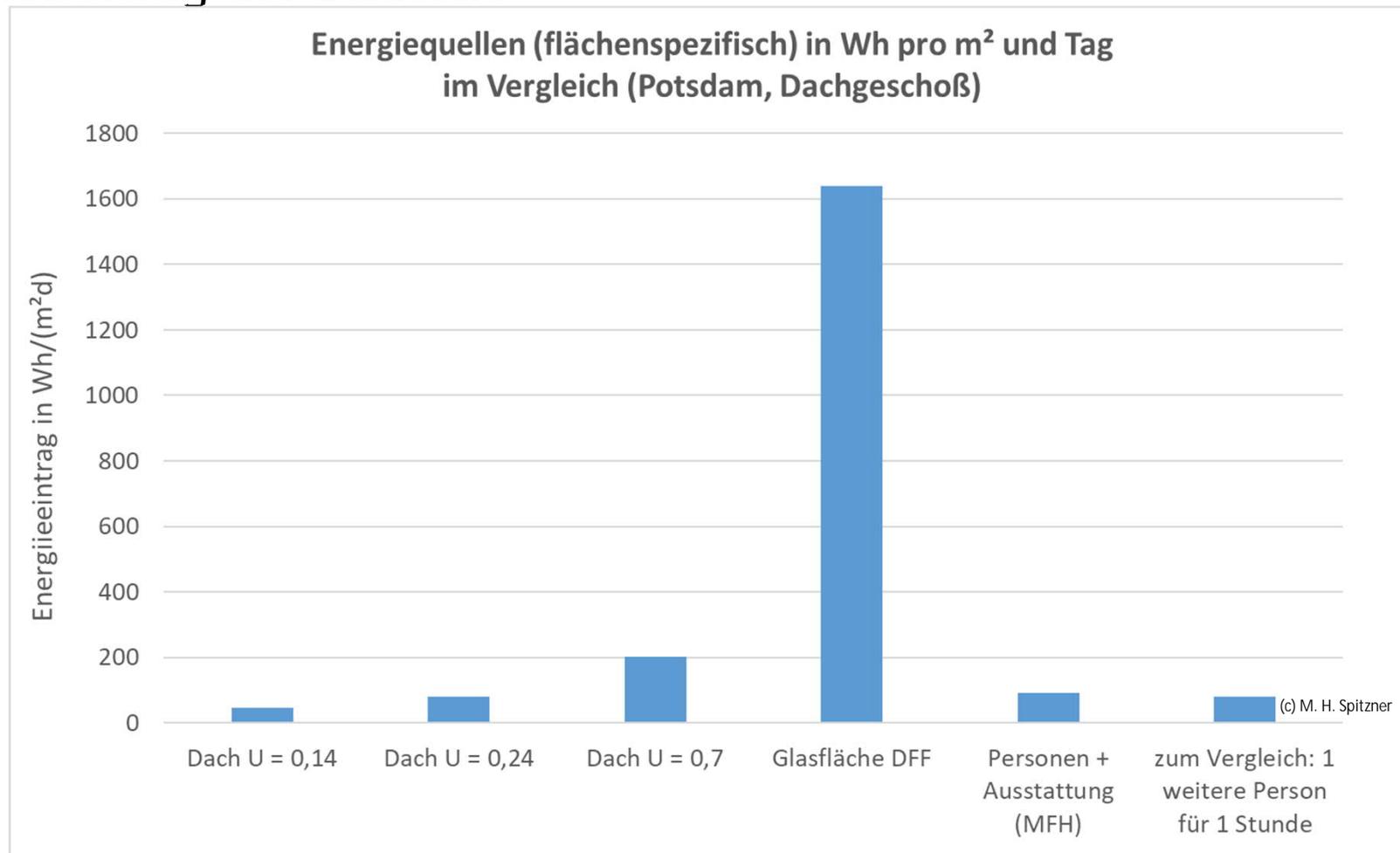
Wärmequellen/-senken (Leistung)
während der heißesten Sommerwoche
 Massivbau, 160 mm MW 035 (20 kg/m³, U=0,24)



Aufsummierte Energiemengen pro Tag
im Vergleich (Würzburg, 15 m², Dachgeschoß)



Energiebeitrag der Bauteile



Vergleich der Energieeinträge durch unterschiedliche Dächer

MW vs. PU, $U = 0,14$: Fenster ± 5 cm breiter/schmäler ($-0,01$ bis $+0,05$ m² Glasfläche)

Oder: 1 Person mehr im Raum, für -12 bis +50 Minuten.

WF vs. PU, $U = 0,14$: Fenster ± 10 cm breiter/schmäler ($-0,10$ bis $+0,15$ m² Glasfläche)

Oder: 1 Person mehr im Raum, für -3 h bis + 3,5 h. Wird es gerade wärmer, ist WF günstiger; kühlt es gerade wieder ab, ist PU günstiger, weil es schneller abkühlt).

$U = 0,24$ (WF) statt $U = 0,14$ (PU): zusätzliche 20...40% des Energieeintrags von 1 m² Glasfläche

Oder: pro Tag einen Heizlüfter (2000 W) für 10 bis 30 Minuten auf voller Leistung laufen lassen.

Oder: 4 bis 12 Personen mehr im Raum, für 1 Stunde.

$U = 0,7$ (Alt) statt $U = 0,14$ (PU): zusätzliche 100 ...200% des Energieeintrags von 1 m² Glasfläche. Das ist, wie wenn das Fenster zwei- bis dreimal so groß wäre.

Oder: pro Tag einen Heizlüfter (2000 W) für $\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Stunden auf voller Leistung laufen lassen

Oder: 16 bis 60 Personen mehr im Raum, für 1 Stunde.

auf die Ecke kommt es an!

Sonneneintragskennwertverfahren Sx-Verfahren

DIN 4108-2 / EnEV, GEG

vereinfacht (keine Simulation)

nur die wichtigen Parameter

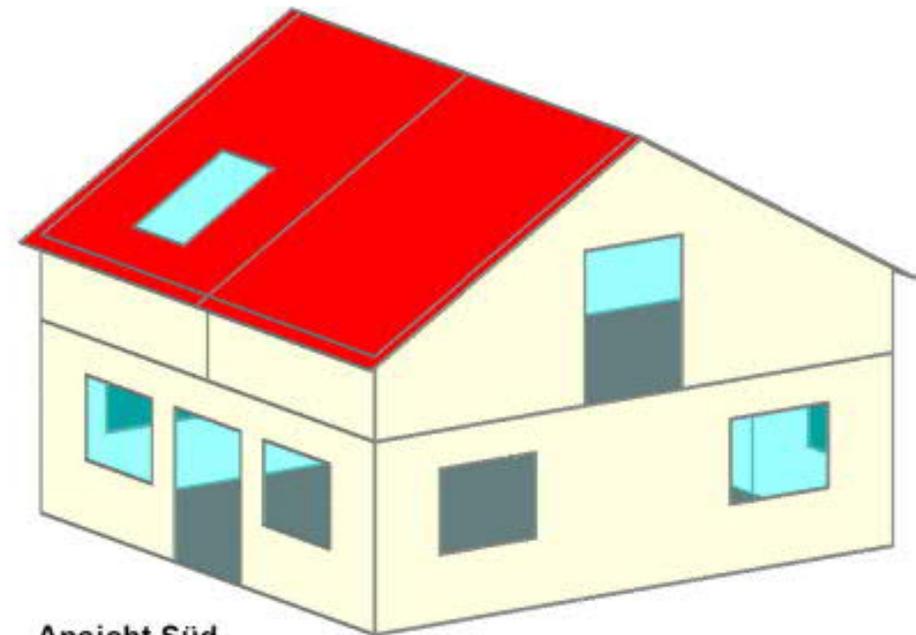
>> 1000 Simulationen

raumbezogen

für den ungünstigsten = kritischen Raum oder Räume

Nachweis, keine Auslegung

Planungsleistung



Bezugswerte

Bezugswerte

keine Grenzwerte

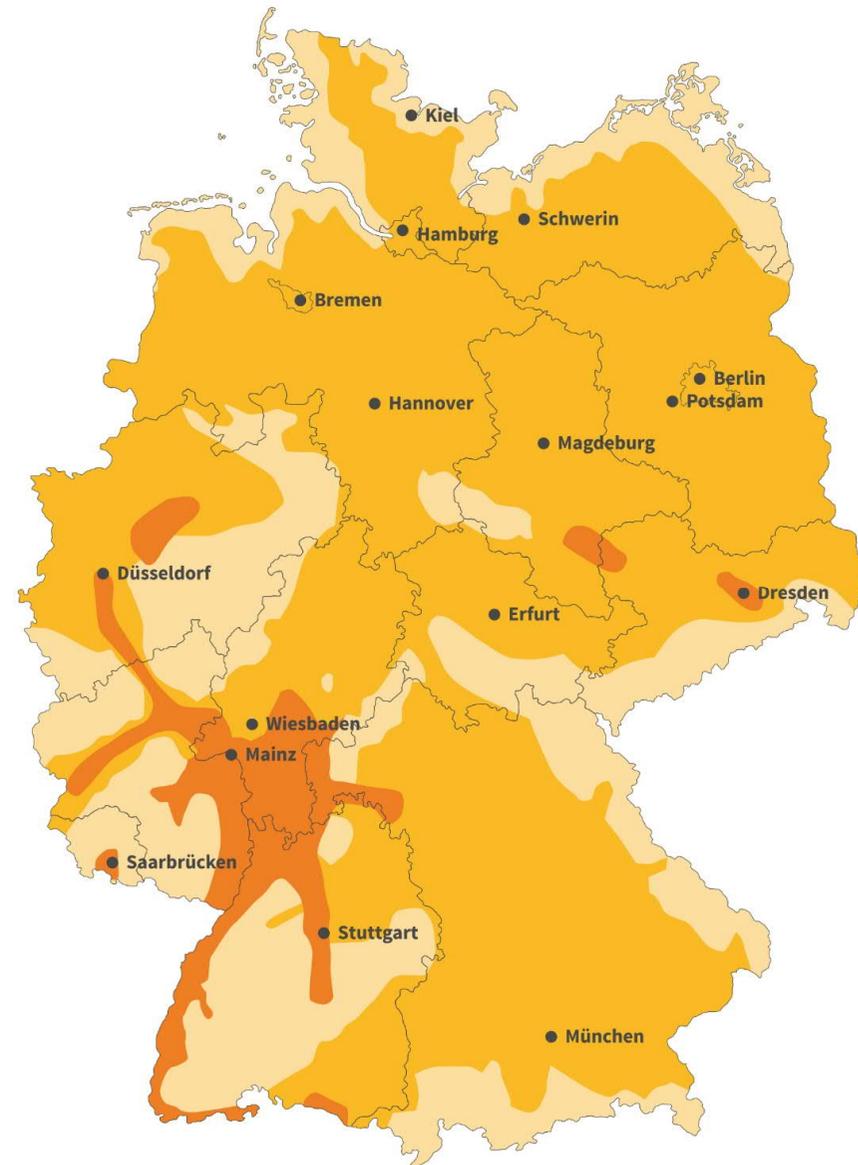
Sonnenschein-intensität & Temperatur

Schwere und Dauer der Überschreitung

Adaption

Wetterdaten: DWD

Sommer- klimaregion	Bezugswert der operativen Innen- temperatur* °C
A	25 °C
B	26 °C
C	27 °C



Quelle: DIN 4108-2:2013-02

und so läuft das ab:

„vorhanden“ hängt ab von:

Fensterfläche

Kombi aus Glas & Verschattung

$$g_{\text{tot}} = g_{\perp} \times F_C$$

Anhaltswerte für F_C in DIN 4108-2

oder Herstellerwerte für g_{tot}

lichter Grundfläche

$$S_{\text{vorh}} \leq S_{\text{zul}} \quad ?$$

„höchstens zulässig“ berücksichtigt:

Sommerklimaregion

Nutzung

Bauschwere

Nachtlüftung

Korrekturen für SSG, Fensterflächenanteil,

Neigung, Nordorientierung

passive Kühlung

$$S_{\text{vorh}} \leq S_{\text{zul}}$$


Bauart leicht – mittel - schwer

leichte Bauart

ca. Holzbau, Leichtbau,

oder Speicher abgekoppelt (Innendämmung, oder abgehängte Decke, oder hohe Räume > 4,5 m)

mittlere Bauart

ca. Porenbeton, L-HLz

Innen- und Außenbauteile $RDK \geq 0,6$; Stahlbetondecke

schwere Bauart

ca. schwere HLz, KS, Beton

Innen- und Außenbauteile $RDK \geq 1,6$; Stahlbetondecke

oder selber genau ausrechnen

(Wirksame Wärmekapazität, DIN EN ISO 13786, Periodendauer 1 d; 3cm-Regel)

Sommerlicher Wärmeschutz: TAV und φ

Bauteilverfahren \rightarrow TAV, TAD, φ

aus dem Dämmniveau der 1960er-Jahre

eigentlich für Massivbau-Außenwände versus Leichtbau-Außenwände

unterstellt kleine Fenster, dann ist das schlecht gedämmte Bauteile maßgeblich für die Raumtemperatur

Theoretische Annahmen als RB-Vereinfachungen zwingend erforderlich, u.a.

idealer Sinus, innen und außen gleicher Mittelwert

nur Oberflächentemperaturen, keine Lufttemperaturen; keine (!) Wärmeabgabe auf der Raumseite

TAV = Temperaturschwankung_innen / Temperaturschwankung_außen

WF-Konstruktionen laut Hersteller, bei $U = 0,24 \dots 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$:

TAV = 0,10 ... 0,011 = 1/10 : 1 bis fast 1/100 : 1;

TAD = 10...90 = 1/TAV

Phasenverschiebung $\varphi = 10 \dots 20 \text{ h}$

Sommerl. Wärmeschutz: TAV und φ

TAV = Temp.schwankung_innen / Temp.schwankung_außen

Bild: TAV = 2,5 K / 15 K = 0,16
 das entspricht Dämmdicke von nur ca. 6 cm im Dach.
 war halt 1960... ; heute irreführend!

in D, 2020: Dämmdicken ca. 20+ cm

$U = 0,24 \dots 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$:

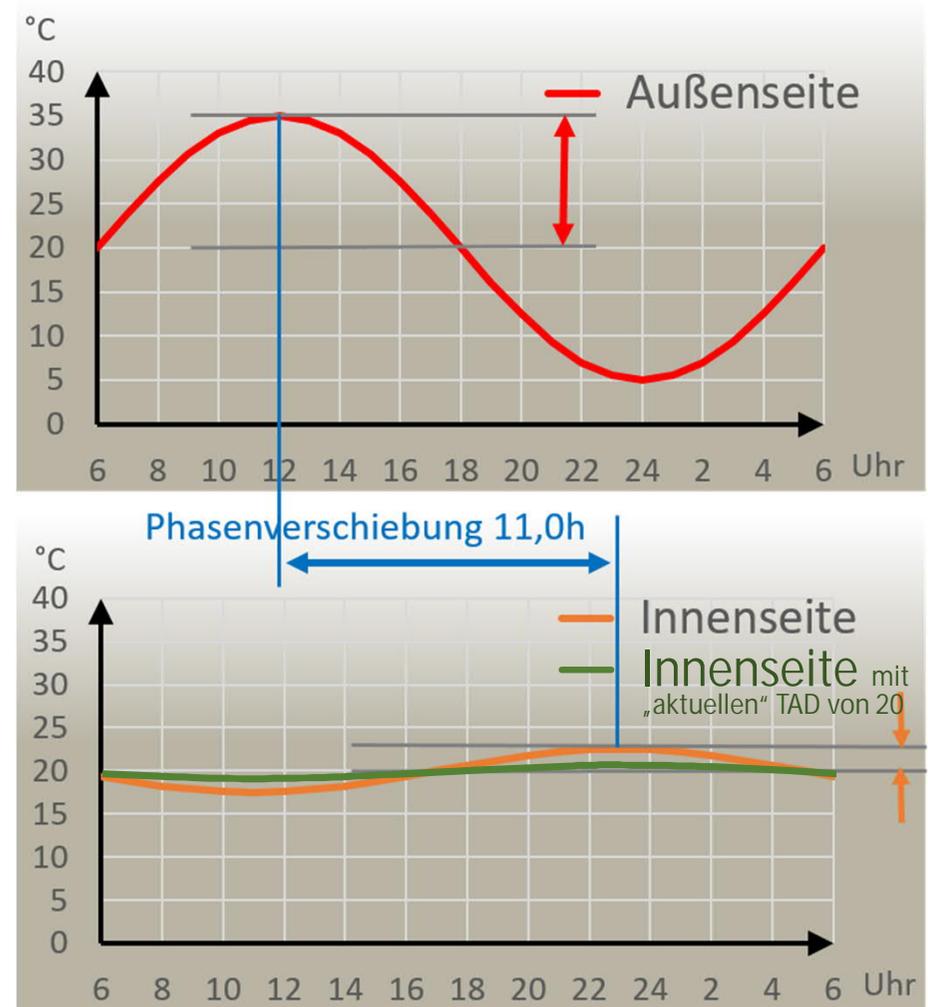
TAV = 0,10 ... 0,011 = 1/10 : 1 bis fast 1/100; TAD = 10...90

$\varphi = 10 \dots 20 \text{ h}$

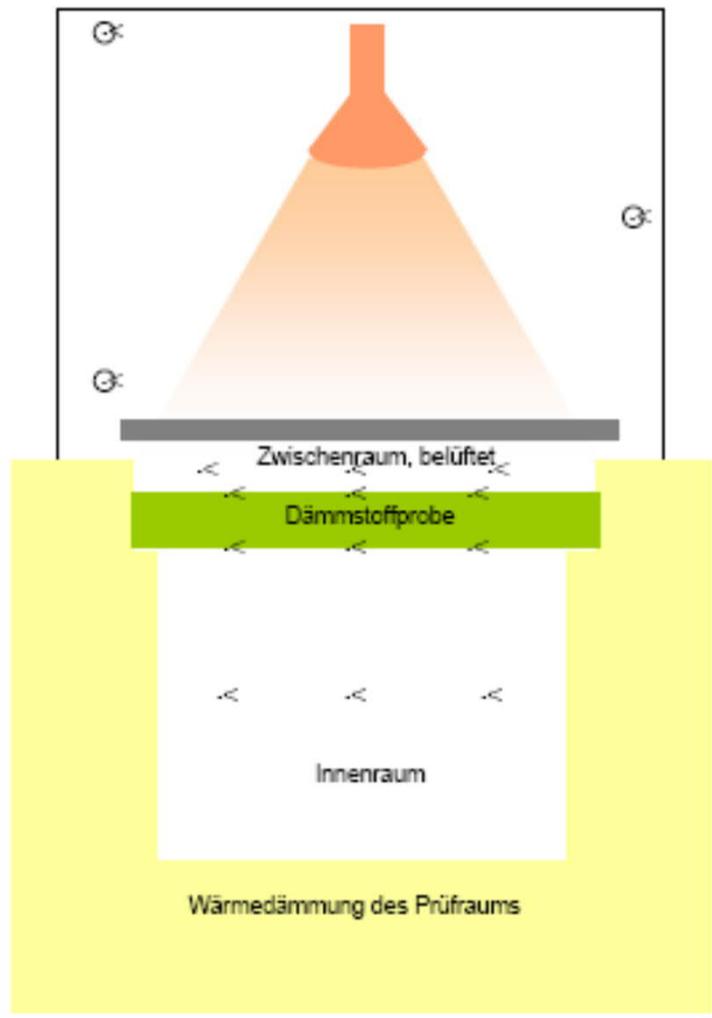
„Aktuelles“ TAD von 20 ==> die Schwankung auf der Innenseite ist
 kaum noch erkennbar (grüne Linie)

Maßgeblich ist heute nicht mehr das opake Bauteil; die

Aussagekraft von TAV, TAD und φ ist heute minimal!



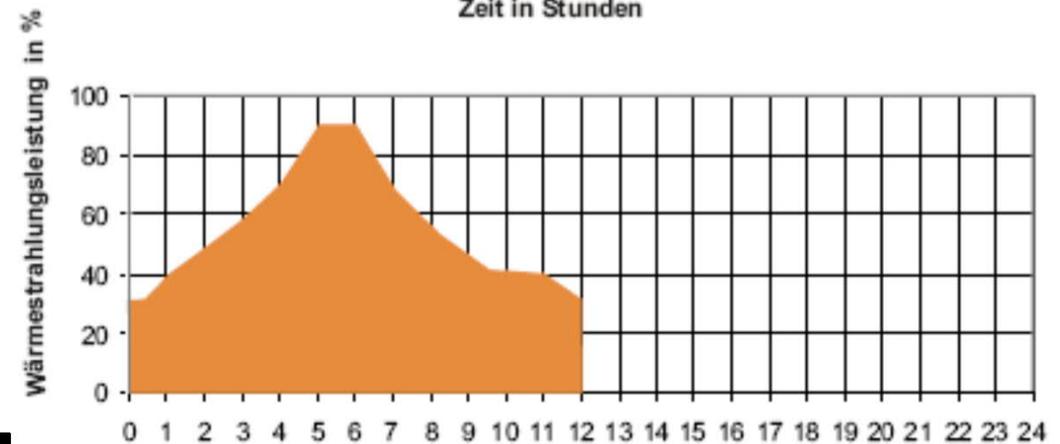
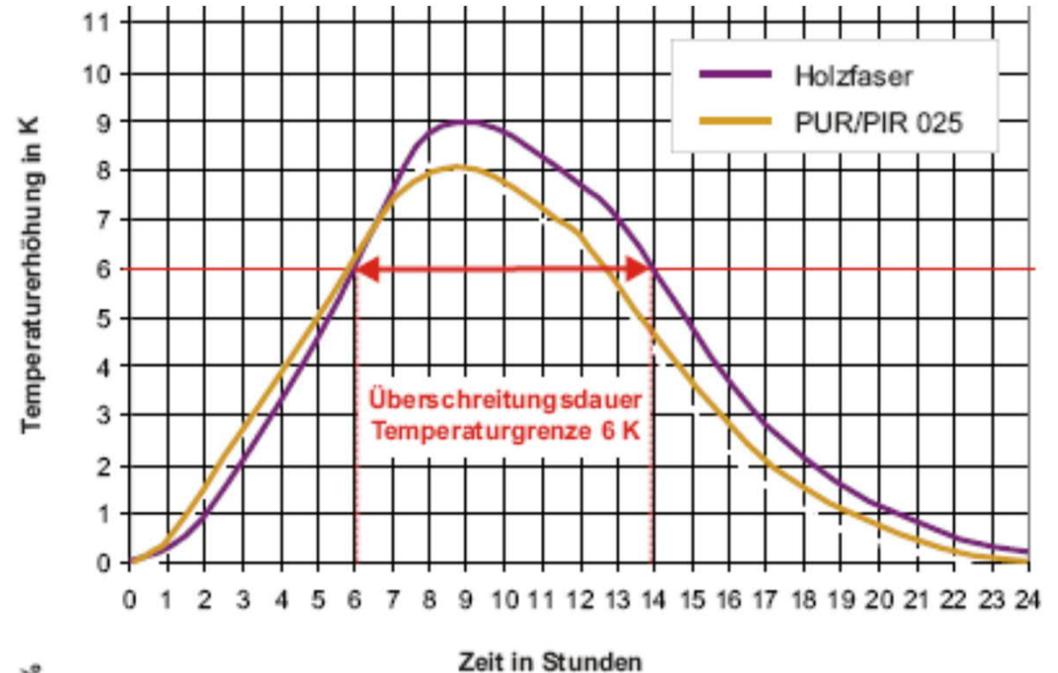
und wie ist das meßtechnisch?



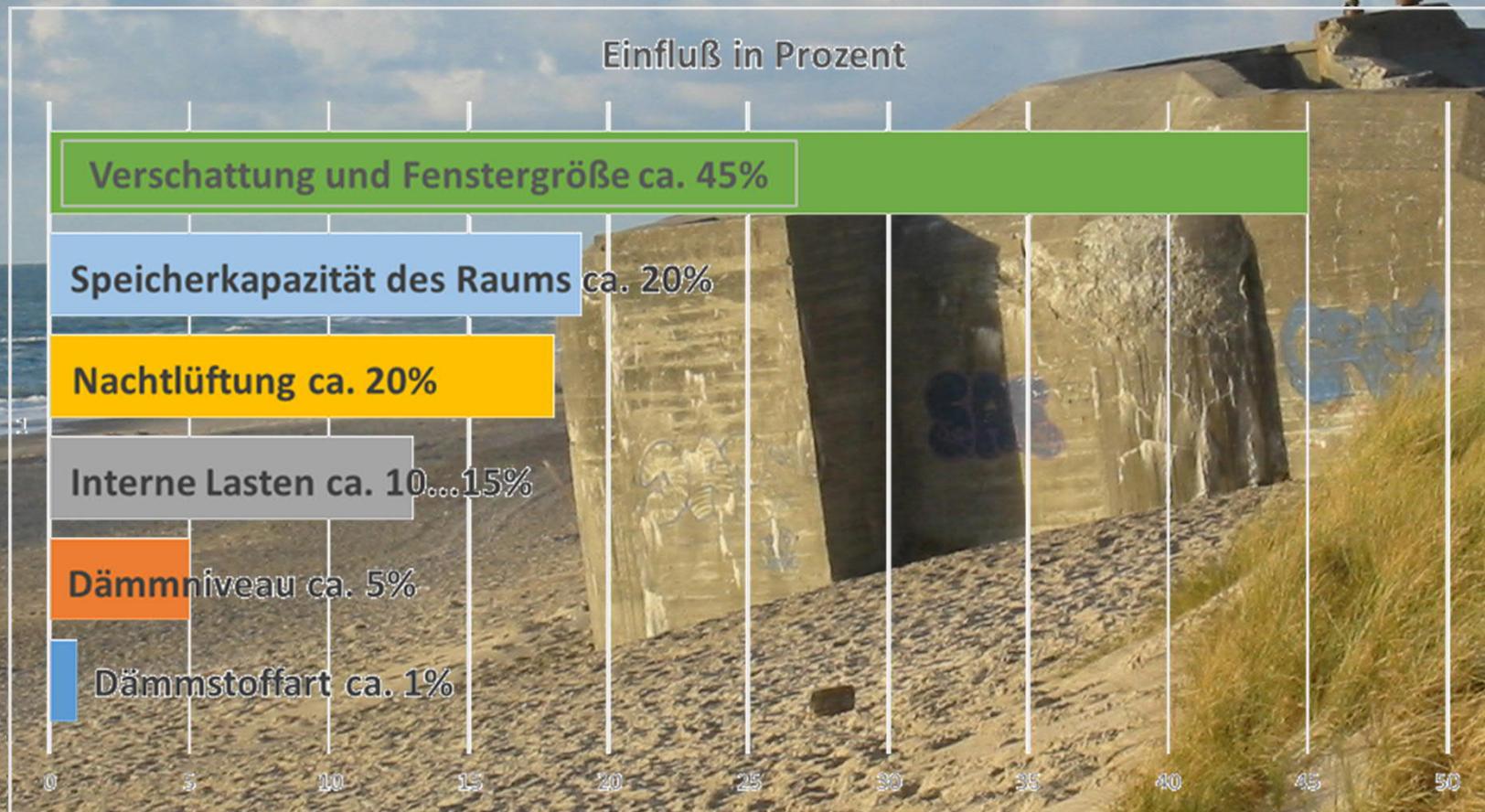
Meßergebnisse FIW München

Temperaturverlauf unter einer
40 mm WF- bzw. 40 mm PU-Dämmplatte
simulierte Sonne, 12h Sonnenscheindauer,
Mittagshoch nach 6 h

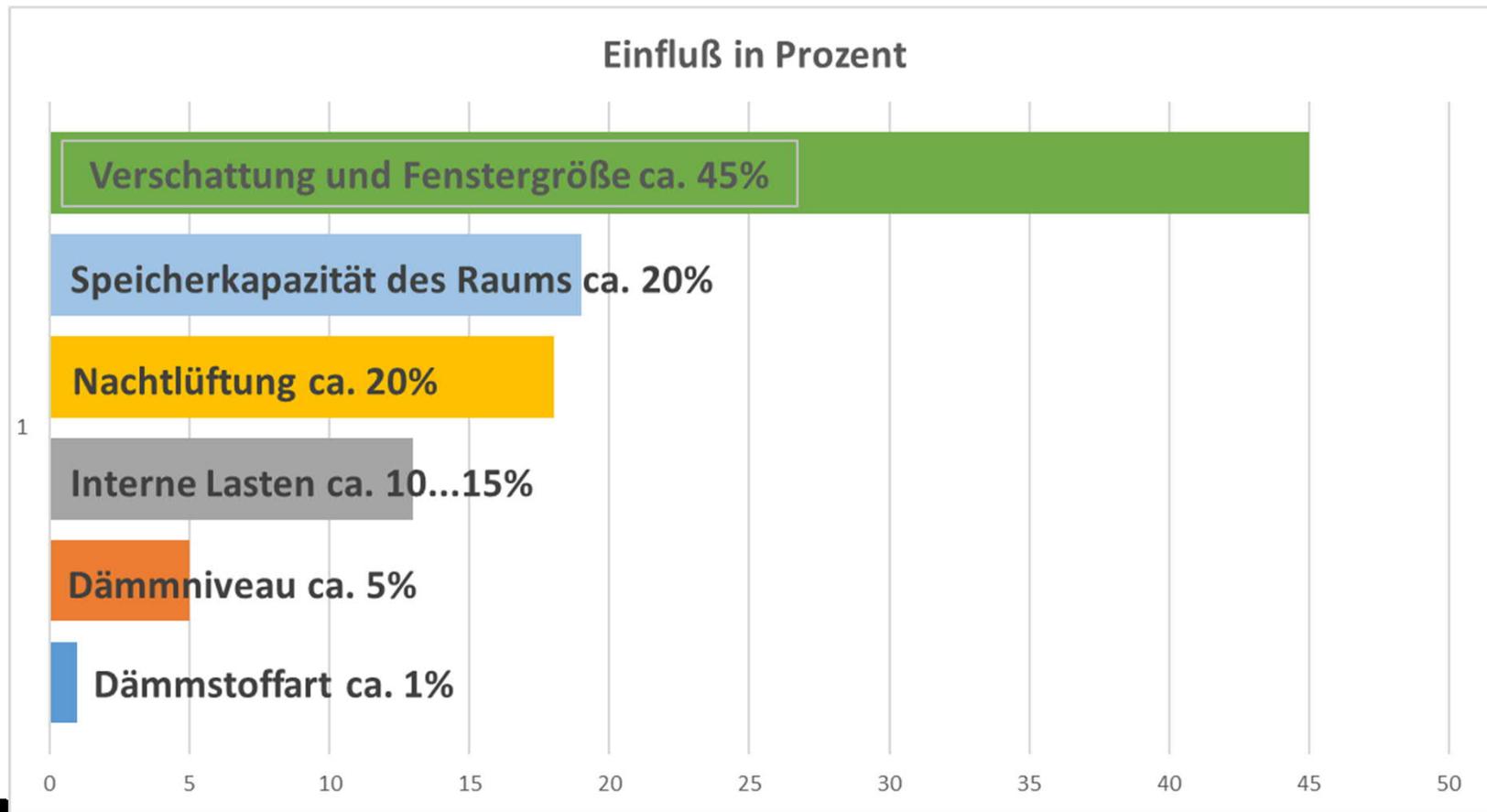
im Anstieg: WF langsamer als PU
im Abstieg: WF langsamer als PU
Energienmenge bei PU kleiner
Temperaturerhöhung bei PU kleiner



Zusammenfassung – Darauf kommt's an für den Sommer: Prozentualer Anteil der einzelnen Faktoren am Einflusspotenzial



Zusammenfassung – Darauf kommt's an für den Sommer: Prozentualer Anteil der einzelnen Faktoren am Einflusspotenzial



Prof. Dr. Martin H. Spitzner
Professur Bauphysik, Baustoffkunde, Baukonstruktion
HBC. Hochschule Biberach
Biberach an der Riß

