

Modul I	Do. 17. September	Obendrauf
Modul II	Do. 24. September	Zubau/Sanieren
Modul III	Do. 01. Oktober	Im Hof
Modul IV	Do. 08. Oktober	Baulücke

Modul I – Obendrauf

Do. 17. September 2020

- _ Andreas Meinhold, Stadtbaudirektion der Stadt Wien
- _ Peter Bauer, werkraum wien
- _ Paul Track, Woschitz Group, Wien
- _ Johannes Zeininger, @ zeininger architekten, Wien

Dieses Modul wird unterstützt von



storaenso

Modul I – Obendrauf

„Sommerliche Überhitzung“ als thermische Herausforderung im DGA

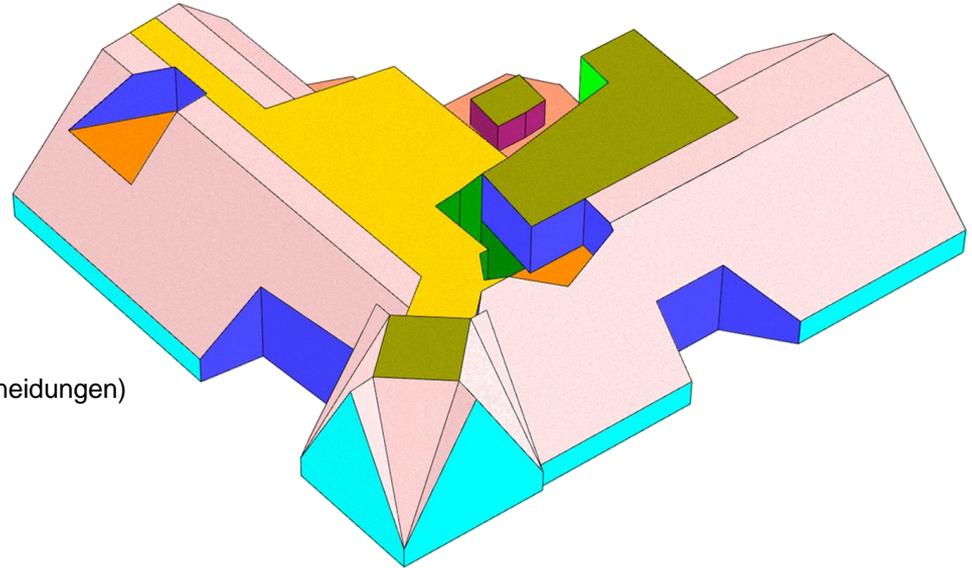
Paul Track, Woschitz Group

Dachgeschoßausbau

Oben drauf in Leichtbauweise

Planerische Komplexität von DGAs

- Grundstruktur durch Bestand vorgegeben
- Kombination verschiedenster Bauweisen
 - Massiver Bestand
 - Stahl-Primärtragkonstruktion
 - Holzbau: BSP / Riegelbau
 - Glas
- Geometrische Herausforderung
 - Bestand „schiefer“ Gründerzeitbau
 - Dachgeometrie (Gaupen, Schrägen, Verschneidungen)



Inhalt

Übersicht

- Bauphysikalische Herausforderung
- Anforderungen und Nachweisverfahren
- Berechnung ÖNORM 8110-3
- Beispiel: ÖNORM 8110-3

- Planungsparameter

Simulationsbeispiel

- Wirkungsprinzipien
- Wärmebilanz und Temperaturentwicklung
- Variantenvergleich

- Behaglichkeit im DGA

- Zusammenfassung

Bauphysikalische Herausforderung

Sommertauglichkeit bei Dachgeschoßausbauten

- Kleines Raumvolumen aufgrund von Schrägen
- Oft großer Fensteranteil gewünscht
- Geneigte Flächen → erhöhte solare Einträge
- Leichtbauweise → geringe Speichermasse
- Verschattungssysteme in der Schräge

Anforderungen und Nachweisverfahren

Anforderung und Nachweis: OIB 6 / ÖNORM B 8110-3 / ÖNORM B 8110-6

OIB Richtlinie 6

- Nicht-Wohngebäude
 - Energieausweis, KB*
 - Gesamtheitliche Betrachtung (Nord / Süd - Unterschied)
- Wohngebäude
 - Nachweis gemäß ÖNORM B 8110-3
 - Raumweise betrachtung

Randbedingungen

- Standort
- Nutzung
- Außenklima: $T_{NAT,13}$
 - **Norm-Außen-Temperatur:**
Temperatur, die durchschnittlich an (nur) 13 Tagen im Jahr überschritten wird

4.9	Sommerlicher Wärmeschutz
	Beim Neubau und bei größerer Renovierung von Wohngebäuden ist Punkt 4.9.1 einzuhalten. Beim Neubau und bei größerer Renovierung von Nicht-Wohngebäuden (NWG) ist Punkt 4.9.2 einzuhalten.
4.9.1	Der sommerliche Wärmeschutz von Wohngebäuden (WG) ist eingehalten, wenn die sommerliche Überwärmung vermieden ist oder wenn für die kritischste Nutzungseinheit kein außeninduzierter Kühlbedarf KB* vorhanden ist. Die sommerliche Überwärmung gilt als vermieden, wenn die operative Temperatur im Raum bei einem sich täglich periodisch wiederholenden Außenklima mit dem standortabhängigen Tagesmittelwert $T_{NAT,13}$ den Wert von $1/3 \cdot T_{NAT,13} + 21,8$ °C nicht überschreitet.
4.9.2	Für Nicht-Wohngebäude (NWG) ist entweder die sommerliche Überwärmung zu vermeiden, wobei die tatsächlichen inneren Lasten zu berücksichtigen sind, oder der außeninduzierte Kühlbedarf KB* gemäß Punkt 4.3.2 ist einzuhalten.

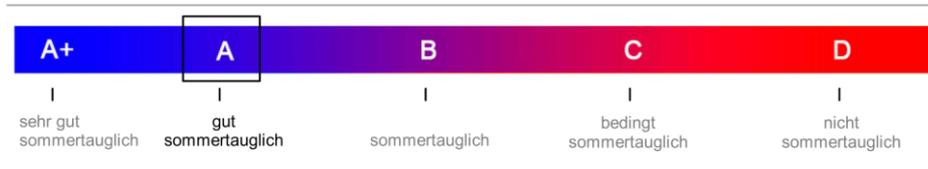
Anforderungen und Nachweisverfahren

Nachweis gemäß ÖNORM B 8110-3

Grundvoraussetzungen

- Keine Kühlung angesetzt
- Periodisch eingeschwungenes Tagesklima (15. Juli)
- Anforderung standortabhängig
- (Vereinfachtes Verfahren)

Beispiel – Sommertauglichkeit gem. ÖNORM B 8110-3



Parameter ÖNORM B 8110-3

- Standort
- Raumweise Begrenzungsflächen / Speichermasse
- Glasflächen und Orientierung → Immissionsfläche
- Fensterkennwerte
 - g - Wert
 - Öffenbarkeit der Fenster (Tag / Nacht; ganz / gekippt)
- Verschattungskennwerte
 - Lage
 - F_c - Wert / g_{TOT} - Wert

Beurteilung der Sommertauglichkeit

DG1 - TOP 30 WZ+ VR + Küche - 64,81m²

offene Wohnküche

001

DGA xxx Gasse

Standort

xxxx Gasse xx

1080 Wien-Josefstadt

Nutzung

Wohnung, Gästezimmer in Pensionen und Hotels

Verwendung eines Standard Raum-Nutzungsprofils aus ON B 8110-3

Plangrundlagen

00.00.0000

Annahmen zur Berechnung

Berechnungsgrundlage

ÖN B 8110-3:2012-03

Hauptraum, detailliert

Bauteile

ON B 8110-6-1:2019-01-15

Fenster

EN ISO 10077-1:2018-02-01

RLT

ON H 5057-1:2019-01-15

Tag für die Berechnung des Nachweises

standard

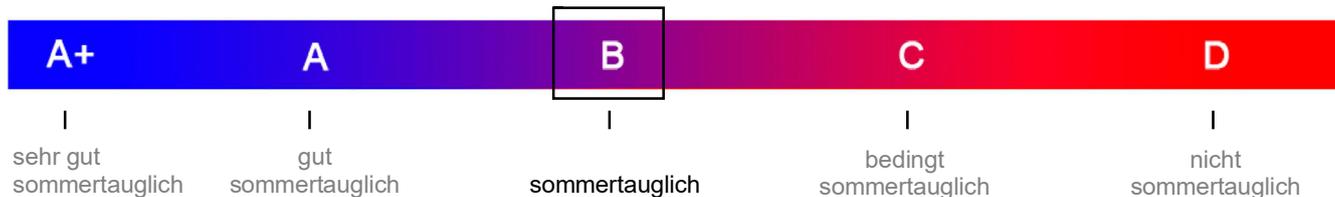
Tagesmittelwert der Aussentemperatur

15. Juli

24,20 °C

$T_{Nat,13}$

Berechnungsvoraussetzung ist, dass keine wie immer gearteten Strömungsbehinderungen wie beispielsweise Insektenschutzgitter oder Vorhänge vorhanden sind. Zur Erreichung der erforderlichen Tag- und Nachtlüftung sind entsprechende Voraussetzungen für eine erhöhte natürliche Belüftung, wie öffnbare Fenster, erforderlichenfalls schalldämmende Lüftungseinrichtungen u. dgl., anzustreben. Zur Sicherstellung eines ausreichenden Luftaustausches bzw. einer ausreichenden Querlüftung zwischen den betrachtn Räumen sind entsprechende planerische Maßnahmen zur Einhaltung der erforderlichen Lüftungsquerschnitte zu setzen. Die Ermittlung selbst bezieht sich auf diesen einen Raum.



Nachweis der operativen Temperatur

$T_{op, max}$	erfüllt	28,59 °C
	Anforderung: $T_{op, max, zul} \leq$	29,87 °C
	$1/3 \times T_{NAT} + 21,8$	
$T_{op, min}$ (Nacht)	ohne Anforderung	24,31 °C

$T_{op, max}$ maximale operative Temperatur in °C
 $T_{op, max, zul}$ maximal zulässige operative Temperatur (Anforderung laut OIB RL 6:2019) in °C
 $T_{op, min}$ (Nacht) minimale operative Temperatur im Nachtzeitraum (22:00 Uhr - 6:00 Uhr) in °C

Beurteilung der Sommertauglichkeit

DGA xxx Gasse - 001 - DG1 - TOP 30 WZ+ VR + Küche - 64,81m²

Gesamte speicherwirksame Masse

immissionsflächenbezogene
Speichermasse

7.788,23 kg/m²

Immissionsfläche gesamt

3,03 m²

Fensterfläche

24,21 m²

Immissionsflächenbezogener stündlicher Luftvolumenstrom

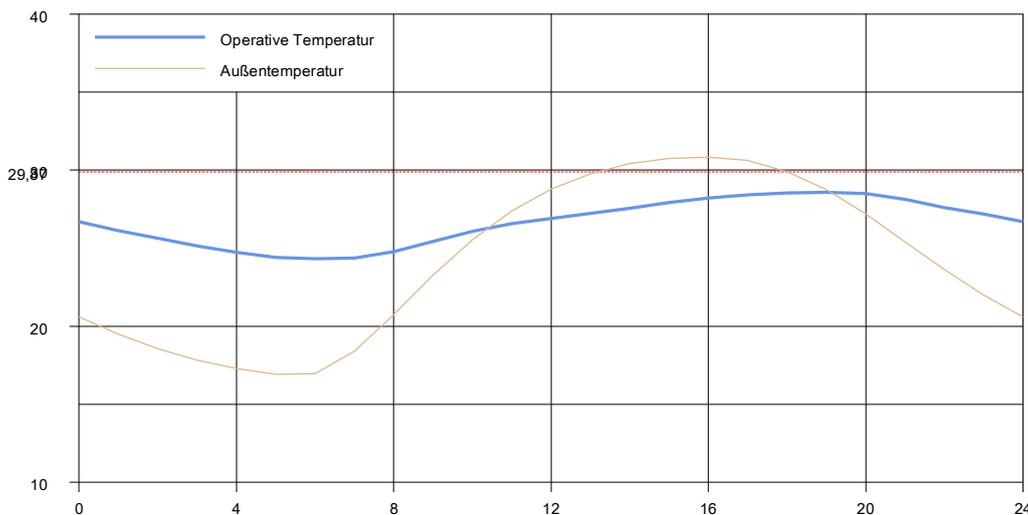
118,81 m³/(h m²)

Speichermasse der Einrichtung/Ausstattung

38,00 kg/m²

Report

Tagesgang T_a und operative Temperatur



h	T _a °C	T _{op} °C
0	20,61	26,67
1	19,48	26,13
2	18,57	25,62
3	17,83	25,14
4	17,27	24,71
5	16,92	24,38
6	16,96	24,31
7	18,37	24,34
8	20,71	24,75
9	23,24	25,42
10	25,53	26,09
11	27,38	26,57
12	28,78	26,91
13	29,77	27,21
14	30,40	27,56
15	30,75	27,91
16	30,84	28,19
17	30,60	28,40
18	29,90	28,53
19	28,72	28,59
20	27,16	28,49
21	25,39	28,12
22	23,61	27,59
23	21,99	27,19
24	20,61	26,67

Tagesmittelwert der Aussentemperatur

24,20 °C

Lüftung und Raumluftechnik

Raumluftechnik

Fensterlüftung

Luftwechsel (Tag)	0,38 1/h
Luftwechsel (Nacht)	0,00 1/h
Luftwechsel bei Luftdichtigkeitsprüfung (n50)	1,50 1/h

Tagesgang Luftvolumenstrom nicht Standard

Raumgeometrie und Oberflächen

Bezugsfläche	Wohnnutzfläche	Netto-Raumvolumen	Fensteranteil
65,21 m²	65,21 m²	240,00 m³	37,13 %

Typ	Btl-Nr.	Bezeichnung	A m ²	m _{w,B,A} kg/m ²	Speichermasse kg
AD	DA04	Flachdach (begehbar) - BSP + PIR	21,97	36,02	791,41
ADh	DA03	Steildach HiLü - MW	1,10	30,00	33,00

81 von 138

Beurteilung der Sommertauglichkeit

DGA xxx Gasse - 001 - DG1 - TOP 30 WZ+ VR + Küche - 64,81m²

Typ	Btl-Nr.	Bezeichnung	A m ²	m _{w,B,A} kg/m ²	Speichermasse kg
ADh	DA03	Steildach HiLü - MW	1,09	40,40	44,03
ADh	DA03	Steildach HiLü - MW	13,06	30,00	391,80
ADh	DA03	Steildach HiLü - MW	1,09	30,00	32,70
AF	AF11	Fenster 462/240	11,09	0,00	0,00
AF	AF12	Fenster 178/240	4,27	0,00	0,00
AF	AF13	Fenster 65/65 (am Bestand)	0,84	0,00	0,00
AF	AF13	Fenster 65/65 (am Bestand)	0,84	0,00	0,00
AF	AF14	Fenster 90/185m ² (am Bestand)	1,67	0,00	0,00
AF	AF14	Fenster 90/185m ² (am Bestand)	1,67	0,00	0,00
AF	AF37	Fenstertür 100/210 (DL 90/200)	2,10	0,00	0,00
AF	AF38	Fenster (Lichthof) 75/230	1,73	0,00	0,00
AW	AW01B	Außenwand - Holzriegel + MW	8,80	24,60	216,48
AW	AW01B	Außenwand - Holzriegel + MW	3,40	24,60	83,64
AW	AW01B	Außenwand - Holzriegel + MW	2,95	24,60	72,57
AW	AW02B	Außenwand - Schalsteine + MW - PT	15,87	281,19	4.462,50
AW	AW02B	Außenwand - Schalsteine + MW - PT	7,58	281,19	2.131,43
AW	AW06	Außenwand (Bestand)	11,70	25,04	292,98
AW	AW06	Außenwand (Bestand)	13,00	25,04	325,53
IDu	ID01	Innendecke - BSP	51,96	41,95	2.179,77
WBDu	FB01b	Decke Bestand / DG - HBV (Dippelb.) + schwere Schüttung	65,21	154,30	10.062,49
		Einrichtung	65,21	38,00	2.477,98
				76,57	23.598,35

Bauteile mit solarem Eintrag

Transp. Bauteile Nord-Ost, 0° (Z ON: 0,82)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. m	g-Wert	F _{sc}	F _c
1x	AF37	Fenstertür 100/210 (DL 90/200)	2,10	0,72			N	0,43	1,00	1,00

Transp. Bauteile Ost, 0° (Z ON: 1,13)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. m	g-Wert	F _{sc}	F _c
1x	AF14	Fenster 90/185m ² (am Bestand)	1,67	0,55	0,80	1,10	K/0,12	0,43	1,00	0,82
2x	AF13	Fenster 65/65 (am Bestand)	0,84	0,47			N	0,43	1,00	1,00
1x	AF38	Fenster (Lichthof) 75/230	1,73	0,66	1,80	0,65	K/0,12	0,43	1,00	1,00

Transp. Bauteile Süd, 0° (Z ON: 1,00)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. m	g-Wert	F _{sc}	F _c
1x	AF11	Fenster 462/240	11,09	0,80	1,80	2,10	O	0,43	1,00	0,15
1x	AF14	Fenster 90/185m ² (am Bestand)	1,67	0,55	0,80	1,10	K/0,12	0,43	1,00	0,82
2x	AF13	Fenster 65/65 (am Bestand)	0,84	0,47			N	0,43	1,00	1,00

geöffnet

Außenverschattung

gekippt

Innenverschattung

Transp. Bauteile West, 0° (Z ON: 1,13)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. m	g-Wert	F _{sc}	F _c
1x	AF12	Fenster 178/240	4,27	0,81			N	0,43	1,00	0,15

Beurteilung der Sommertauglichkeit

DGA xxx Gasse - 001 - DG1 - TOP 30 WZ+ VR + Küche - 64,81m²

Verschattung und Sonnenschutz

Transp. Bauteile Nord-Ost, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Sonnenschutz				Verschattung		
		T _{e,B}	ρ _{e,B}	ε	Lage	Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
AF37	Fenstertür 100/210 (DL 90/200)	0,04	0,03	2,50	-	-	-	nein	1,00	1,00	1,00

Transp. Bauteile Ost, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Sonnenschutz				Verschattung		
		T _{e,B}	ρ _{e,B}	ε	Lage	Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
AF14	Fenster 90/185m ² (am Bestand)	0,40	0,40	2,50	I	S	W	nein	1,00	1,00	1,00
AF13	Fenster 65/65 (am Bestand)	0,04	0,03	2,50	-	-	-	nein	1,00	1,00	1,00
AF38	Fenster (Lichthof) 75/230	0,00	0,00	2,50	-	-	-	nein	1,00	1,00	1,00

Transp. Bauteile Süd, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Sonnenschutz				Verschattung		
		T _{e,B}	ρ _{e,B}	ε	Lage	Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
AF11	Fenster 462/240	0,04	0,03	2,50	A	E	W	nein	1,00	1,00	1,00
AF14	Fenster 90/185m ² (am Bestand)	0,40	0,40	2,50	I	S	W	nein	1,00	1,00	1,00
AF13	Fenster 65/65 (am Bestand)	0,04	0,03	2,50	-	-	-	nein	1,00	1,00	1,00

Außenverschattung

Innenverschattung

Transp. Bauteile West, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Sonnenschutz				Verschattung		
		T _{e,B}	ρ _{e,B}	ε	Lage	Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
AF12	Fenster 178/240	0,04	0,03	2,50	A	E	W	nein	1,00	1,00	1,00

Legende zu den Tabellen der transp. Bauteile

Öffnungstyp:

O ... Offen
G ... Geschlossen
K ... Gekippt
N ... Nicht öffnenbar

Sonnenschutz - Lage:

A ... Aussen
ZW ... Zwischen
I ... Innen
v7h ... vor 7:00 Uhr

Sonnenschutz - Lichtdurchlass:

M ... Mittel
W ... Wenig
S ... Stark
E ... Eigene Angabe

Sonnenschutz - Farbe:

W ... Weiss
S ... Schwarz
H ... Hell
D ... Dunkel

Planungsparameter

Strahlungsdurchlässige Bauteile / Fenster

solare Einträge

- Glasflächenanteil
- Glastype
- Geometrie und Ausrichtung / Neigung der Bauteile

$$A_I = F_{SC} \cdot Z_{ON} \cdot A_{AL} \cdot f_G \cdot F_C \cdot g \quad \text{in m}^2 \quad (8)$$

Es bedeutet:

- A_I Immissionsfläche, in m^2
- F_{SC} Verschattungsfaktor für Umgebung, auskragende Bauteile, Laibungsrücksprung
- Z_{ON} Orientierungs- und Neigungsfaktor
- A_{AL} durch die Architekturlichte gegebene Fensterfläche oder (sonnentechnische) Bauteilfläche, in m^2
- f_G Glasflächenanteil, dimensionslos
- F_C Abminderungsfaktor des beweglichen Sonnenschutzes in Kombination mit der Verglasung (wurde früher mit z bezeichnet) gemäß 7.6 in Verbindung mit [Anhang D](#) und [Anhang E](#)
- g Gesamtenergie-Durchlassgrad der Verglasung



Neigung der Flächennormalen	Orientierung horizontaler Winkel der äußeren Flächennormalen zur Nordrichtung							
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
0°	0,54	0,82	1,13	1,14	1,00	1,14	1,13	0,82
30°	0,85	1,15	1,54	1,70	1,69	1,70	1,54	1,15
45°	1,26	1,40	1,73	1,90	1,93	1,90	1,73	1,40
60°	1,61	1,68	1,89	2,04	2,08	2,04	1,89	1,68
90°	2,06							

Planungsparameter

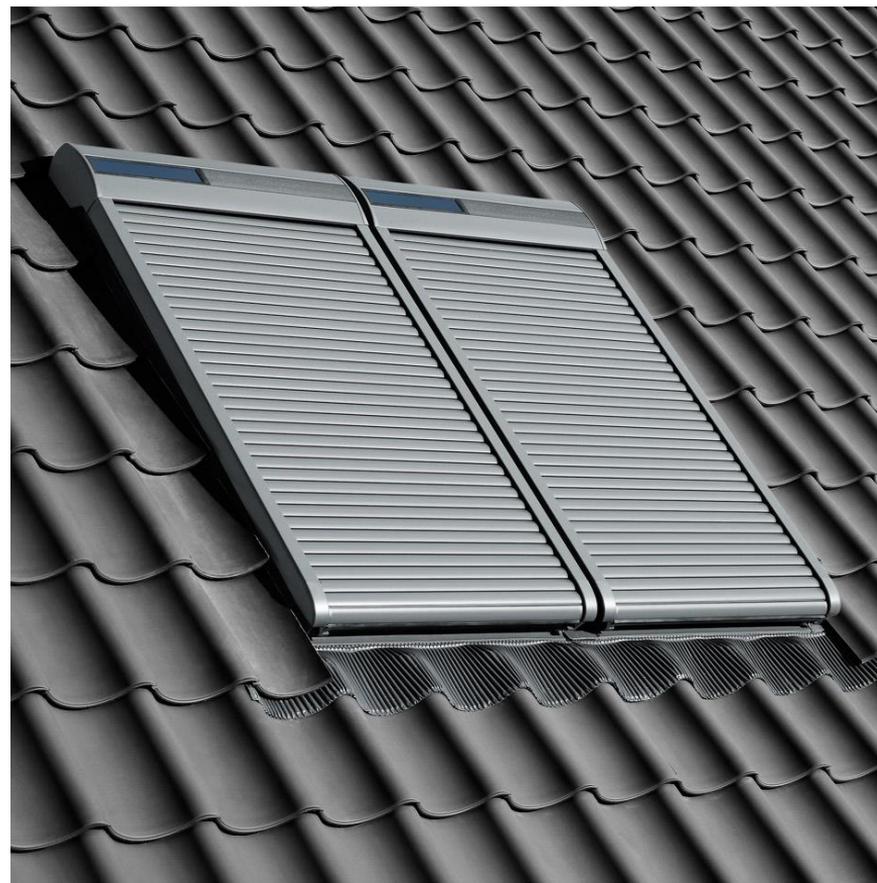
Verschattung

Verschattungsmaßnahmen

- Bauliche Verschattung
- Variable Verschattung

Abschattungsfaktor Fc-Wert

- Innenjalousie: ~ 0,65 – 0,75
- Außenjalousie: ~ 0,10 – 0,25



Planungsparameter

Speicherwirksame Masse, Interne Lasten

Speicherwirksame Masse

- Aufbauten

Interne Lasten

Interne Lasten

- Nutzer / Bewohner
- Beleuchtung
- Geräte



Planungsparameter

Haustechnik - Kühlung

Aktive Kühlung

- Luftkühlung (z.B. UFK, Split-Gerät)
- Bauteilaktivierung (z.B. Fußbodenkühlung)
- Kühldecke / Wandkühlung
- Stützkühlung mittels Lüftungsanlage



Wirkungsprinzipien

Beispiel: Wohnraum in Dachgeschoßausbau

Grundparameter

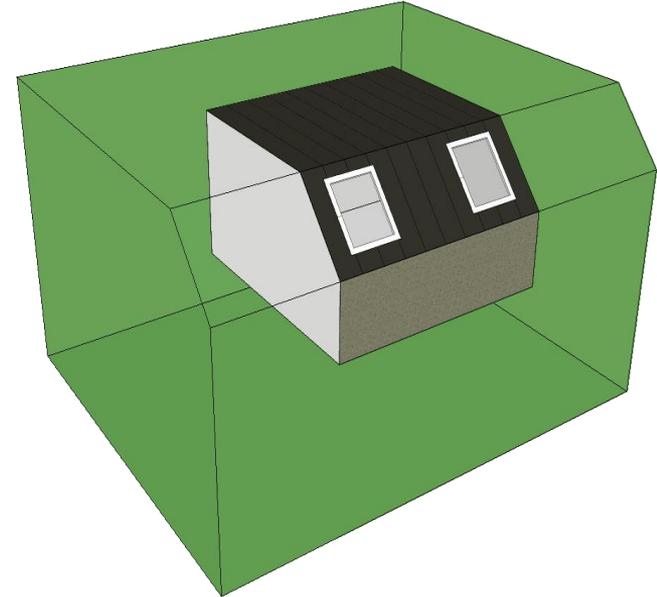
- Geometrie
 - Dachschräge
 - Süd-Orientierung
 - 36 m² Nutzfläche
- Fenster
 - 2 Dachflächenfenster
 - Größe: 140/160
 - Kein Sonnenschutz
 - U-Wert Glas 0,6 W/m²K
 - g-Wert 0,50
- Lüftung
 - Kein Lüftungskonzept / kein Quer- & Nachtlüften wenn außen kühler als innen
 - zwischen 06:00-08:00 Uhr und 17:00-20:00 Uhr



Wirkungsprinzipien

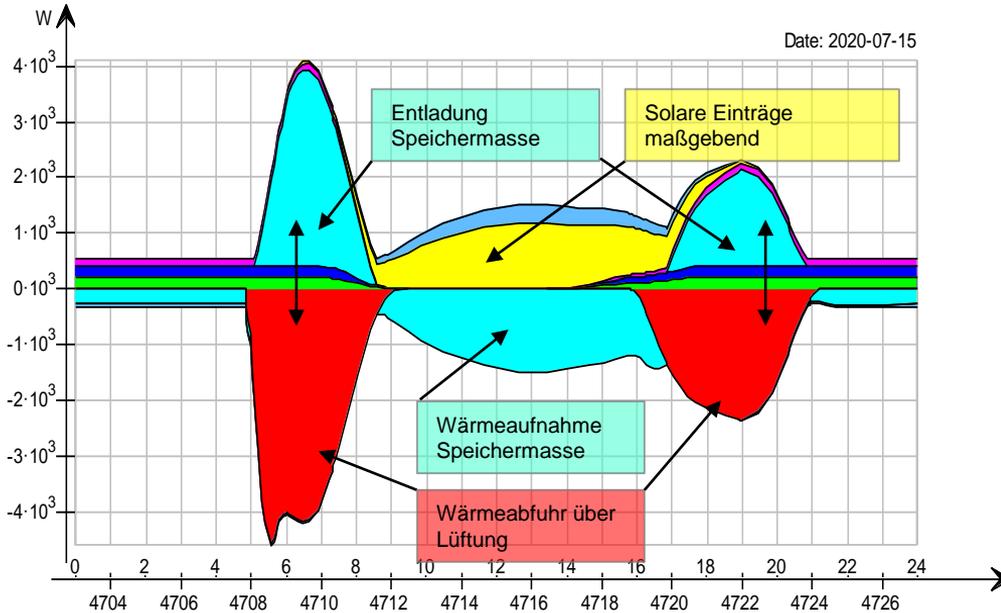
Beispiel: Wohnraum in Dachgeschoßausbau

- Speichermasse
 - Innenwände: 10cm MW/UK, beidseitig doppelt beplankt
 - Trenndecke (Boden): 1cm Belag (Holz), 6cm Estrich, 3cm MW-T, Balkendecke
 - Dach: Sparrendach, 24cm Dämmung
- Interne Lasten
 - Übliche Wohnnutzung, 2 Personen
- Auswertung: 15. Juli (gilt als Referenztag)

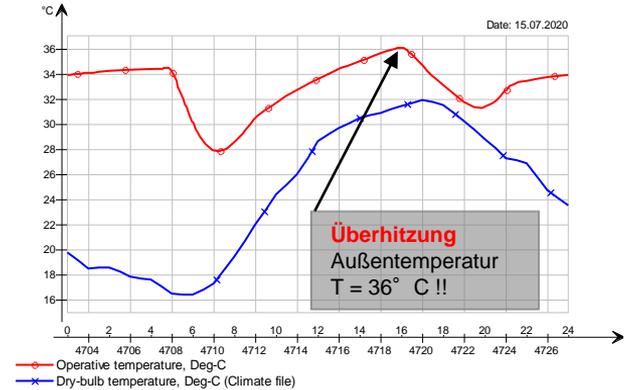


Wärmebilanz und Temperaturentwicklung

Base Case



- Heat from air flows, W
- Heat from occupants (incl. latent), W
- Heat from equipment, W
- Heat from walls and floors (structure), W
- Heat from lighting, W
- Heat from solar - direct and diffuse, W
- Heat from heating and/or cooling room units, W
- Heat from windows (including absorbed solar) and openings, W
- Heat from thermal bridges, W
- Net losses, W



Wirkungsprinzip

1. → Verschattung

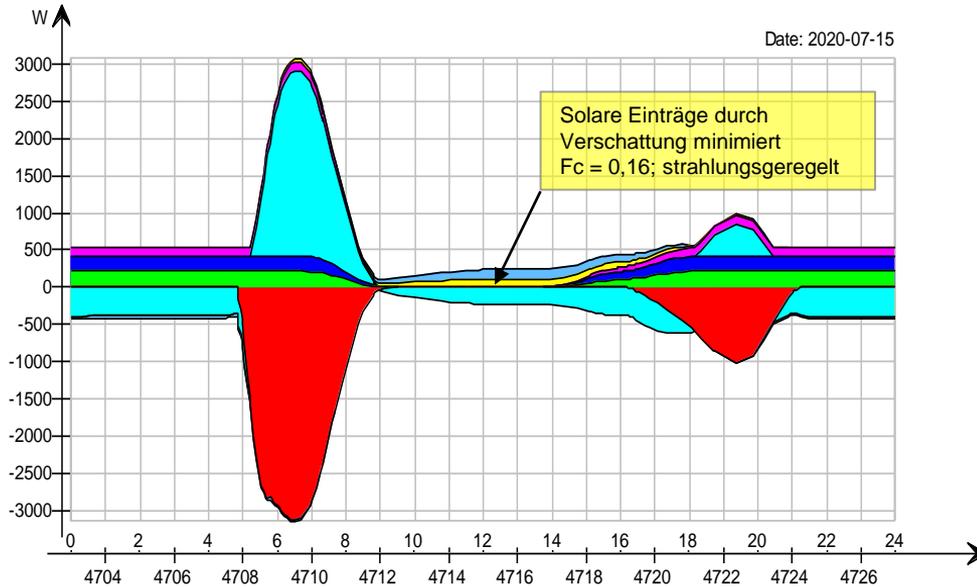
Verschattungskonzepte

- Variabler vs. baulicher Sonnenschutz vs. Sonnenschutzglas, SageGlass
- Außenverschattung vs. Innenverschattung
- Manuell gesteuerte vs. automatisierte Verschattung (z.B. Velux Active)

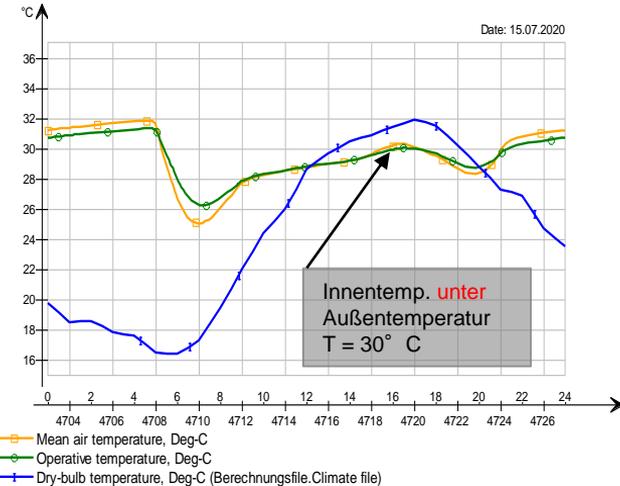


Wärmebilanz und Temperaturentwicklung

Base Case + Verschattung



- Heat from air flows, W
- Heat from occupants (incl. latent), W
- Heat from equipment, W
- Heat from walls and floors (structure), W
- Heat from lighting, W
- Heat from solar - direct and diffuse, W
- Heat from heating and/or cooling room units, W
- Heat from windows (including absorbed solar) and openings, W
- Heat from thermal bridges, W
- Net losses, W

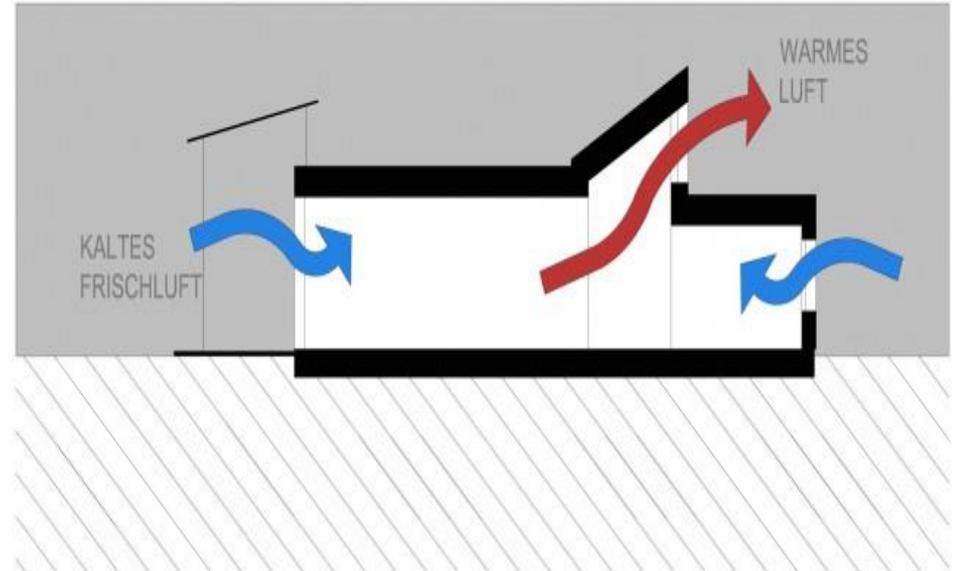


Wirkungsprinzip

2. → Nachtlüftung

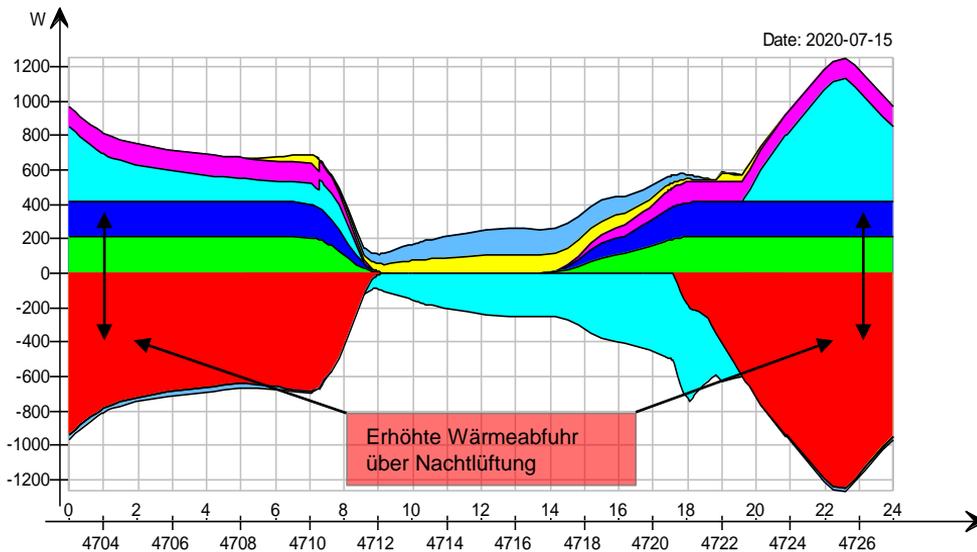
Lüftungskonzepte

- Mechanisch vs. Fensterlüftung vs. Teilautomatische Lüftung (z.B. Velux Active)
- Nachtlüftung:
Vor- und Nachteile: Schall, Witterung, Insekten, Sicherheit
- Querlüftung:
Fassadenebenen, thermische Höhe

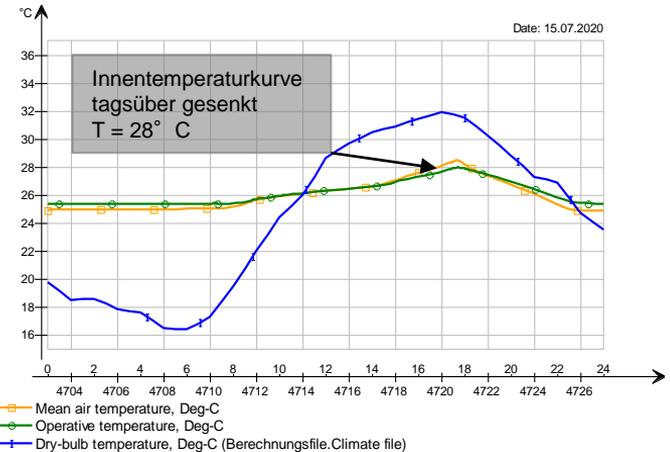


Wärmebilanz und Temperaturentwicklung

Base Case + Verschattung + Nachtlüftung



- Heat from air flows, W
- Heat from occupants (incl. latent), W
- Heat from equipment, W
- Heat from walls and floors (structure), W
- Heat from lighting, W
- Heat from solar - direct and diffuse, W
- Heat from heating and/or cooling room units, W
- Heat from windows (including absorbed solar) and openings, W
- Heat from thermal bridges, W
- Net losses, W



Wirkungsprinzip

3. → Erhöhung der Speichermasse

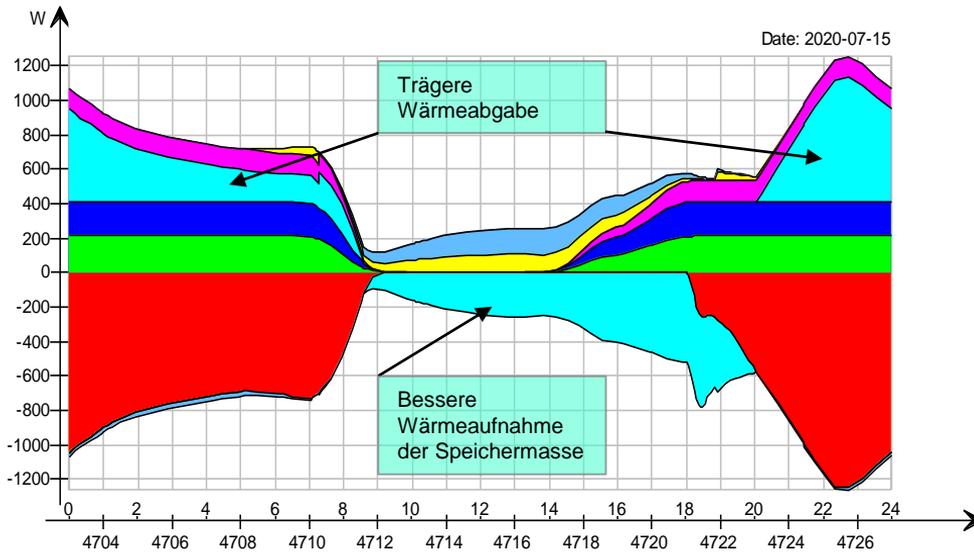
Möglichkeiten im Leichtbau

- Einsatz von Massivbauplatten (Lehmbauplatten, Zementgebundene Platten, PCM-Platten)
- Mehrfachbeplankung
- Hybridbauweise / Brettsperrholz
- Vorhandene Speichermasse nutzen (z.B. Kaminwände, Giebelwände)

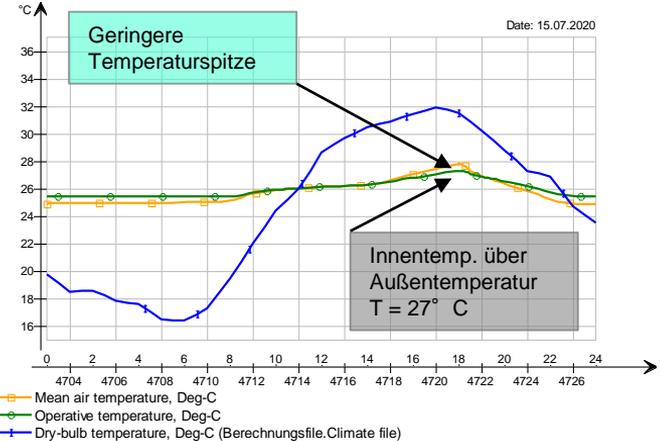


Wärmebilanz und Temperaturentwicklung

Base Case + Verschattung + Nachtlüftung + Speichermasse



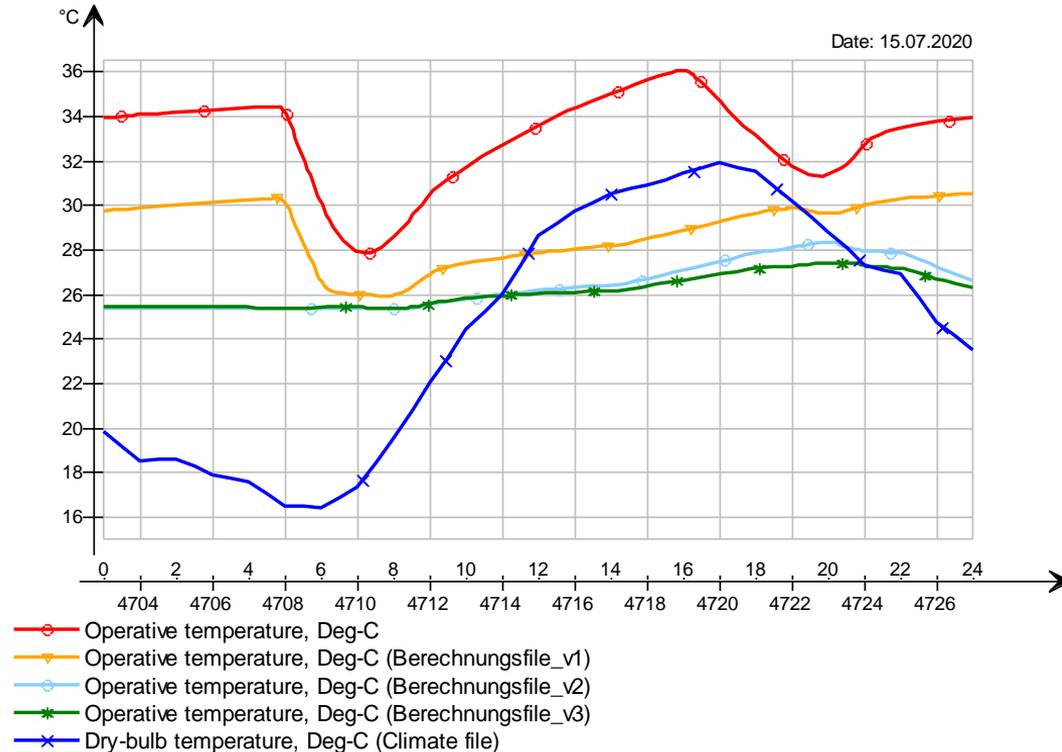
- Heat from air flows, W
- Heat from occupants (incl. latent), W
- Heat from equipment, W
- Heat from walls and floors (structure), W
- Heat from lighting, W
- Heat from solar - direct and diffuse, W
- Heat from heating and/or cooling room units, W
- Heat from windows (including absorbed solar) and openings, W
- Heat from thermal bridges, W
- Net losses, W



Variantenvergleich

Zusammenspiel der Wirkungsprinzipien

- Base Case: $T_i \sim 36^\circ \text{ C}$
- + Verschattung: $T_i \sim 30^\circ \text{ C}$
- + Nachtlüftung: $T_i \sim 28^\circ \text{ C}$
- + Speichermasse: $T_i \sim 27^\circ \text{ C}$



Variantenvergleich

Saisonale Betrachtung - Temperatur

Base Case:

- Überhitzung

+ Verschattung:

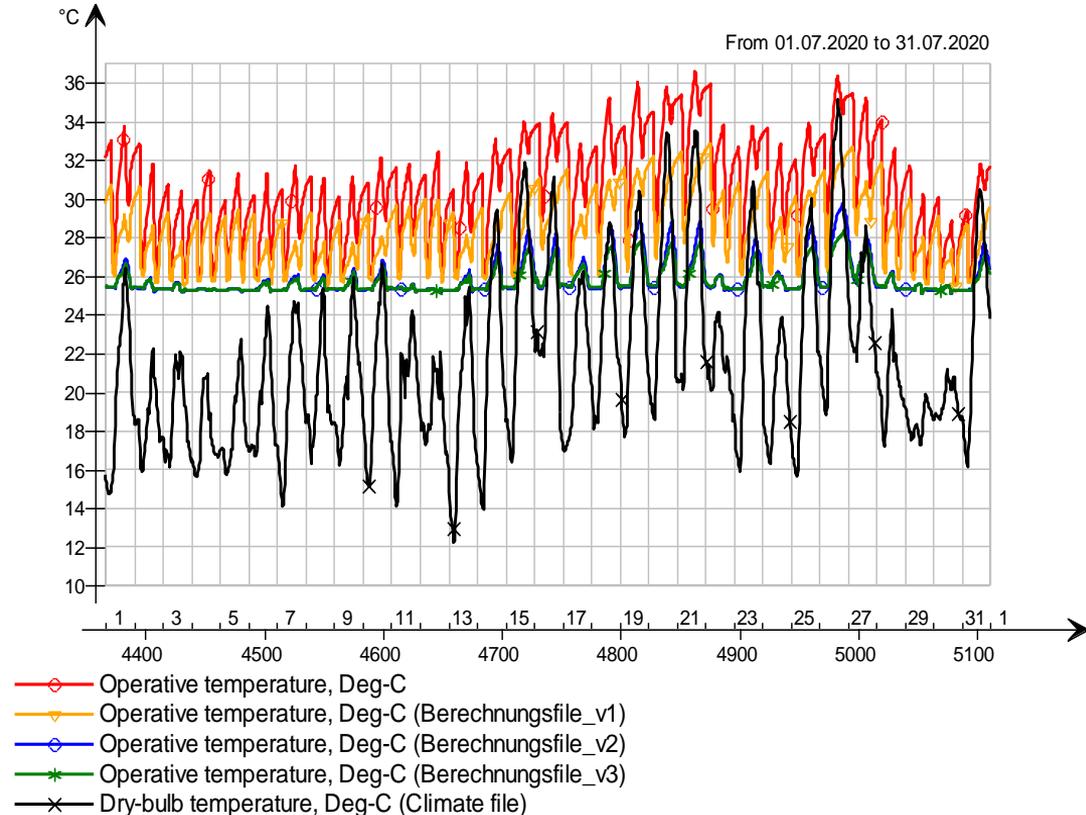
- gesamtheitlich besseres Niveau

+ Nachtlüftung:

- Behaglicher Nächte

+ Speichermasse:

- Abfederung von Spitzen



Behaglichkeit im DGA

Komfortsteigerung

1. Vermeidung von Strahlungsasymetrie
z.B. Aufenthalt unter heißen Glasflächen, Blendung, etc.
2. Automatisierung
Verschattungs- und Lüftungssteuerung → SmartHome
3. Komfortsteigerung durch Haustechnik
 - Bauteilaktivierung
(z.B. Fußbodenkühlung)
 - Kühldecke / Wandkühlung
 - Stützkühlung mittels Lüftungsanlage
(Luftkühlung mittels UFK, Split-Gerät)

Zusammenfassung

Sommertauglichkeit

- **Komplexität** eines DGAs zeigt sich in der Planung der Sommertauglichkeit
- Gesetzliche **Anforderungen** führen zu energieeffizienter Planung
- Veranschaulichung der Prinzipien durch **Wärmebilanz und Temperaturverlauf** zeigt, dass deren Interaktion eine sorgfältige Abstimmung der **Planungsparameter** erforderlich machen

Lösungsstrategien (Reihung der Wirksamkeit)

1. Glasflächenanteil planen
2. Verschattungskonzept
3. Lüftungskonzept
4. Verbesserung durch Speichermasse

Optimierung

- Vermeidung von Strahlungsasymmetrie
- Automatisierung
- Komfortsteigerung durch Haustechnik

Modul I – Obendrauf

„Sommerliche Überhitzung“ als thermische Herausforderung im DGA

Paul Track, Woschitz Group