

**ENOTHERM**  
BAUPHYSIK

# BERICHT

## Thermisch-energetische Gebäudesimulation (DIN 4108-2)

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>PROJEKT</b>      | <b>E23-022</b><br>Sanierung und Erweiterung der Karl-Brauckmann-Schule<br>Karl-Brauckmann-Straße 5<br>59439 Holzwickede  |
| <b>BAUHERR</b>      | Kreis Unna<br>Friedrich-Ebert-Straße 17<br>59425 Unna  |
| <b>AUFTRAGGEBER</b> | Kreis Unna<br>Friedrich-Ebert-Straße 17<br>59425 Unna  |
| <b>BEARBEITUNG</b>  | ENOTHERM GmbH – Niederlassung Dortmund<br>Hauert 12<br>44227 Dortmund<br><br>Tel. 0231 / 725464 - 22<br><br>Mail: <a href="mailto:e.kahlke@enotherm.de">e.kahlke@enotherm.de</a><br>Projektleiter: Eva Kahlke, M.Sc. |

## Inhaltsverzeichnis

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Allgemeines</b>   | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>Randbedingungen und Angaben zur Simulation (alle Vorgaben gemäß DIN 4108-2)</b> | <b>3</b> |
| 2.1      | Simulationsumgebung  | 3        |
| 2.2      | Geometriemodell  | 3        |
| 2.3      | Maßgebende Kenngrößen der opaken Bauteile  | 4        |
| 2.4      | Maßgebende Kenngrößen der transparenten Bauteile                                   | 4        |
| 2.5      | Nutzungszeiten   | 5        |
| 2.6      | Interne Lasten   | 5        |
| 2.7      | Luftwechsel  | 5        |
| 2.7.1    | Grundluftwechsel/Taglüftung  | 5        |
| 2.7.2    | Nachtlüftung   | 5        |
| 2.8      | Wärmeübergangswiderstände  | 5        |
| 2.9      | Bauliche Verschattungen  | 5        |
| 2.10     | Passive Kühlung  | 6        |
| <b>3</b> | <b>Nachweis</b>  | <b>7</b> |
| 3.1      | Zone „Lehrerzimmer“  | 7        |
| 3.2      | Zone „Besprechung“   | 8        |
| 3.3      | Zone „Forum“   | 9        |
| 3.4      | Zone „Bibliothek“  | 10       |
| 3.5      | Zone „Klassenraum 01“  | 11       |

## 1 Allgemeines

Die ENOTHERM GmbH wurde beauftragt, eine thermisch-energetische Gebäudesimulation zur Beurteilung der sommerlichen operativen Temperaturen in ausgewählten Räumen durchzuführen. Das Ziel ist die Führung des öffentlich-rechtlich geforderten Nachweises des Mindestwärmeschutzes im Sommer. Insofern erfolgt die Berechnung mit den Randbedingungen gemäß DIN 4108-2.

## 2 Randbedingungen und Angaben zur Simulation (alle Vorgaben gemäß DIN 4108-2)

### 2.1 Simulationsumgebung

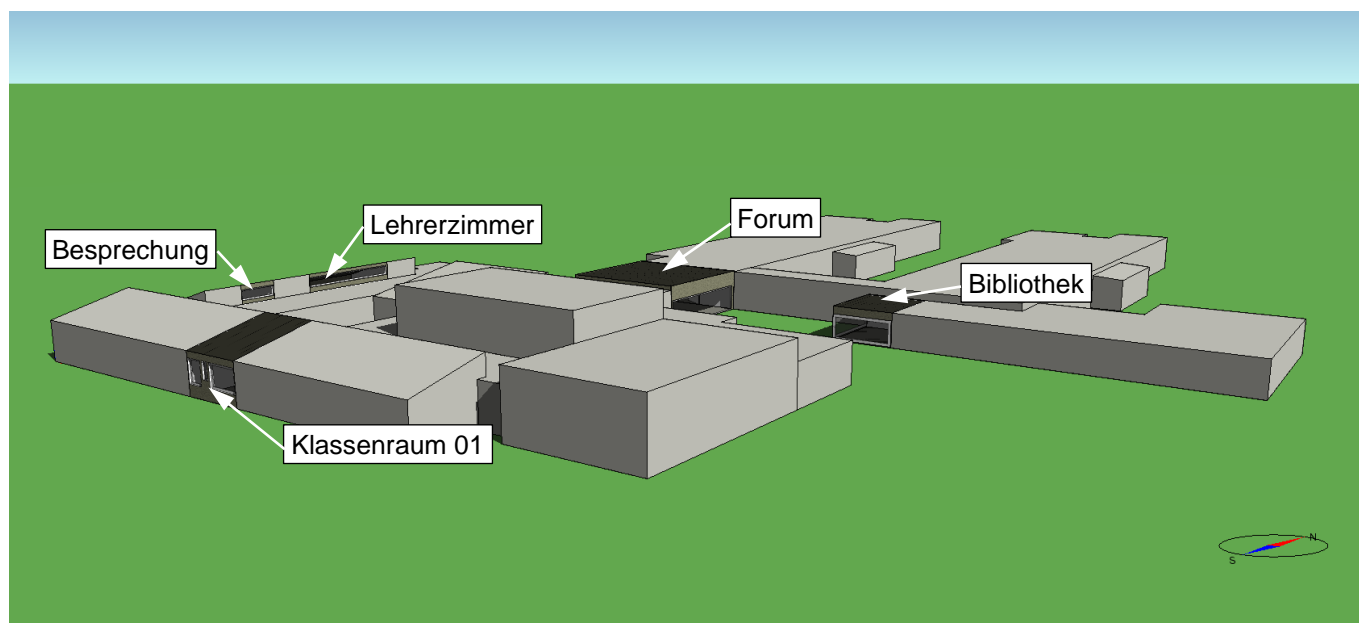
Für die Simulationsrechnungen wurde die Software IDA-ICE 5.0 der Fa. EQUA Solutions AG genutzt. Verwendete Randbedingungen und Konstruktionsdaten werden nachfolgend beschrieben.

### 2.2 Geometriemodell

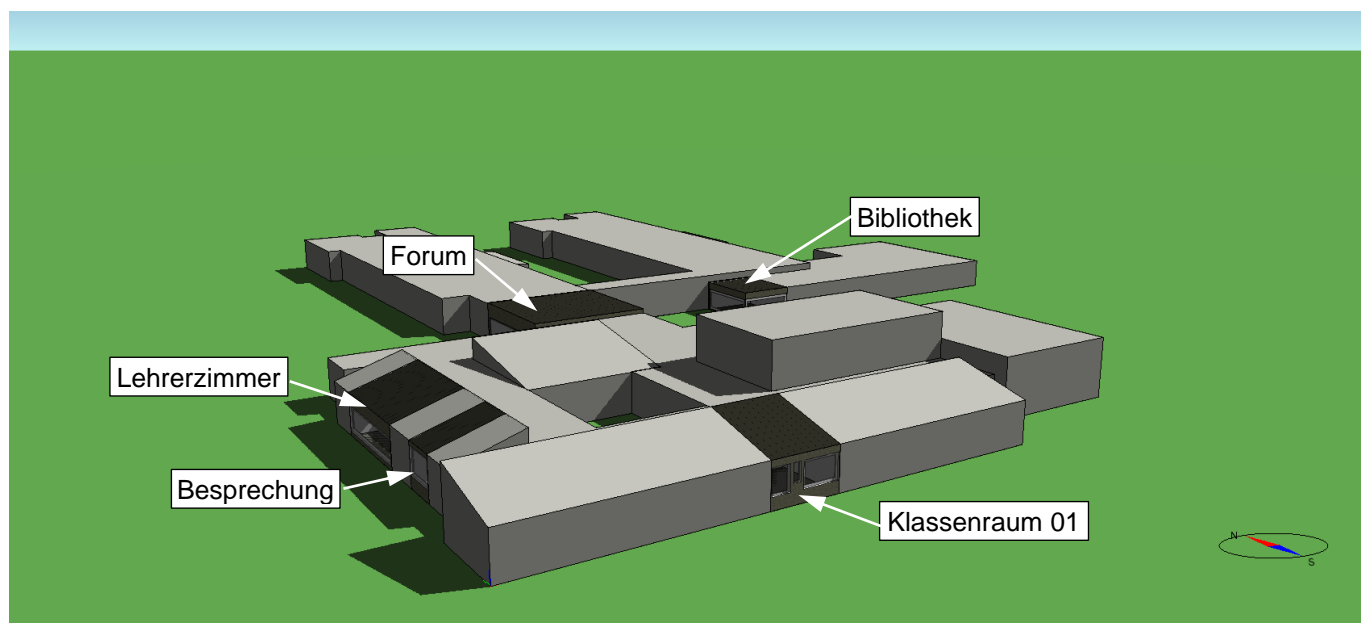
Die Simulation erfolgte anhand eines vereinfachten geometrischen Modells für die eingeschossigen Zonen

- Lehrerzimmer
- Besprechung
- Forum
- Bibliothek
- Klassenraum 01

Als Grundlage der Bearbeitung wurden die Grundrisse und Schnitte des Büros Lindner Lohne Architekten BDA vom 15.05.2024 (Index C) verwendet.



**Bild 2.1** Vereinfachtes Simulationsmodell


**Bild 2.2** Vereinfachtes Simulationsmodell

### 2.3 Maßgebende Kenngrößen der opaken Bauteile

Die Bauteilaufbauten wurden unserem GEG-Nachweis vom 17.05.2024 entnommen.

Die Innenwände wurden gemäß Architekturplanung als Leichtbau-Ständerwand mit einer Dicke von  $d=0,35$  m angenommen.

Für die Simulation wurden nur die hierfür relevanten Bauteilschichten im Berechnungsmodell berücksichtigt.

### 2.4 Maßgebende Kenngrößen der transparenten Bauteile

Verglasung und Sonnenschutz wurden mit folgenden Kennwerten gemäß GEG-Nachweis berücksichtigt.

**Tabelle 2.1** Transparente Bauteile

| Fenster | Beschreibung  | Gesamtenergie-<br>durchlassgrad $g$ |               | Sonnenschutz-<br>vorrichtung* | Einbauort  |
|---------|---|-------------------------------------|---------------|-------------------------------|--|
|         |   | $g_{\perp}$                         | $g_{total}^*$ |                               |  |
| F1      | 3-fach Wärmeschutz-Verglasung,<br>$U_g = 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ,<br>$U_w = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ,<br>Rahmenanteil 30 % | 0,50                                | 0,075         | $F_c = 0,15$                  | Lehrerzimmer, Besprechungsraum,<br>Bibliothek, Klassenraum |
| F2      | 3-fach Wärmeschutz-Verglasung,<br>$U_g = 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ,<br>$U_w = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ,<br>Rahmenanteil 30 % | 0,50                                | 0,50          | keine                         | Forum<br>Oberlichter<br>Türausschnitt                      |

\* außenliegender Sonnenschutz mit automatischer Steuerung

Es ist sicherzustellen, dass die tatsächlich eingebauten Bauteile eine mindestens diesen Werten gleichwertige Qualität aufweisen. Für Ausführungen mit kleineren Werten  $g_{\text{tot}}$  ist der Nachweis bei ansonsten gleichen Randbedingungen ebenfalls erfüllt. Soll eine Konfiguration mit größeren Werten ausgeführt werden, ist der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes mit diesen Werten erneut zu führen.

## 2.5 Nutzungszeiten

Nichtwohngebäude: Mo. – Fr., jeweils in der Zeit von 7:00 Uhr bis 18:00 Uhr

Klimaregion C (Referenzklima Mannheim - Bezugstemperatur:  $\theta_{\text{op}} = 27 \text{ °C}$ )

Die angegebenen Bezugswerte der operativen Innentemperaturen  $\theta_{\text{op}}$  sind nicht im Sinne von zulässigen Höchstwerten für Innentemperaturen zu verstehen. Sie dürfen nutzungsabhängig in dem durch die Übertemperaturgradstunden-Anforderungswerte vorgegebenen Maß überschritten werden. Insbesondere wegen standardisierter Rechenrandbedingungen können in der Praxis Überschreitungshäufigkeiten auftreten, die von den nach DIN 4108-2 berechneten Werten abweichen.

## 2.6 Interne Lasten

Nichtwohngebäude:  $144 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$  - entspricht  $13,09 \text{ W}/\text{m}^2$  während der Nutzungszeiten

## 2.7 Luftwechsel

### 2.7.1 Grundluftwechsel/Taglüftung

Der Grundluftwechsel wurde - inkl. der Möglichkeit eines erhöhten Tagluftwechsels mit  $n = 3 \text{ h}^{-1}$  - gemäß DIN 4108-2 angenommen. Der erhöhte Tagluftwechsel trägt der Tatsache Rechnung, dass der Nutzer während seiner Anwesenheit selbstständig Maßnahmen zur Begrenzung der Raumtemperatur ergreifen wird. Bei Lüftung über Fensterflächen sind diese so zu auszuführen, dass eine wirksame Belüftung des Raumes möglich ist (z.B. keine ausschließliche Belüftung über schmale, horizontale Lichtbänder/Oberlichter).

### 2.7.2 Nachtlüftung

Im Nachweis der Berechnung wurde für alle Räume eine erhöhte Nachtlüftung mit  $n=2 \text{ h}^{-1}$  angesetzt. Die Lüftungsanlage ist hinsichtlich Ventilatorleistung und Verteilnetz so auszulegen, dass dieser Luftwechsel gewährleistet ist. Zu beachten ist, dass bei Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eine Bypass-Schaltung vorhanden sein muss, da ansonsten durch die abgeführte warme Raumluft die Zuluft im Sommer vorerwärmt wird.

## 2.8 Wärmeübergangswiderstände

Die jeweiligen Wärmeübergangswiderstände an den Bauteiloberflächen werden während der Berechnung dynamisch angepasst.

## 2.9 Bauliche Verschattungen

Die vorhandene bauliche Eigenverschattung wurde im Modell berücksichtigt.

## 2.10 Passive Kühlung

Im Nachweis der Berechnung wurde für das Gebäude eine passive Kühlung durch die vorgesehene Erdwärmepumpe angesetzt, welche hierfür mit einer entsprechenden Bypass-Schaltung ausgestattet sein muss. Die flächenbezogene Kühlleistung wurde mit  $25 \text{ W/m}^2$  angenommen. Im Rahmen der Anlagenauslegung ist sicherzustellen, dass diese Kühlleistung im Raum zur Verfügung steht.

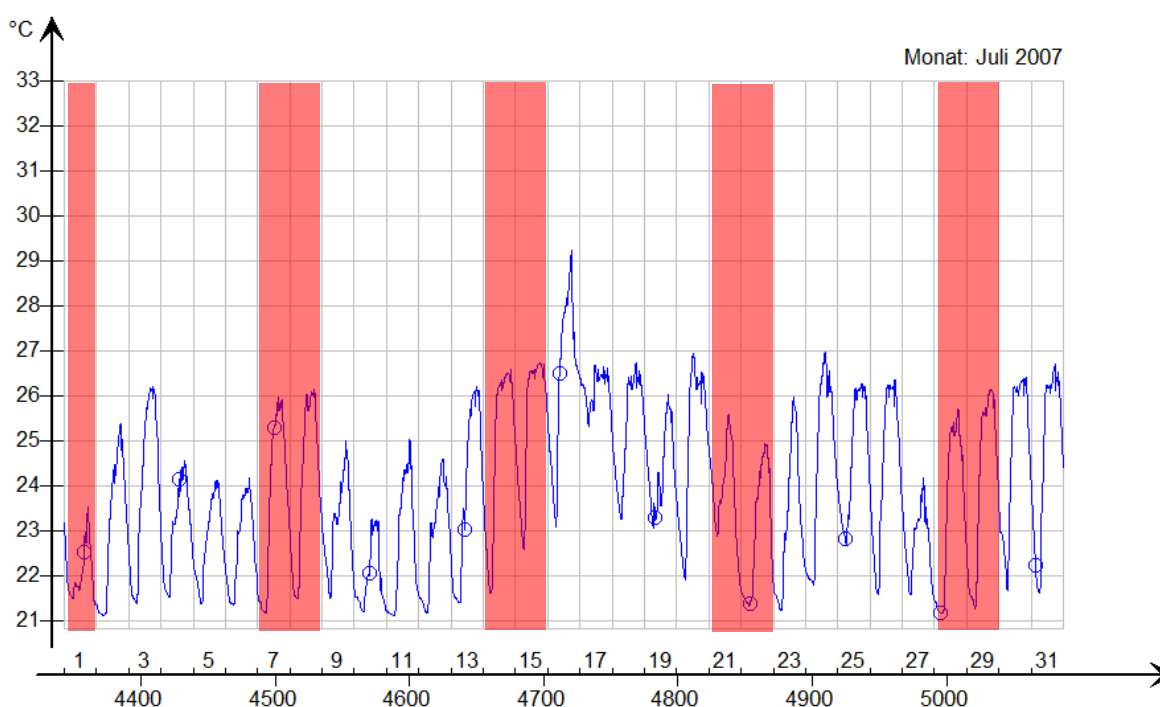
### 3 Nachweis

#### 3.1 Zone „Lehrerzimmer“

Es ergeben sich folgende Werte

- zulässige Übertemperaturgradstunden gemäß DIN 4108-2 → 500 Kh/Jahr
- berechnete Übertemperaturgradstunden → 25 Kh/Jahr

**Die berechneten Übertemperaturgradstunden halten den Grenzwert gemäß DIN 4108-2 ein. Der Nachweis ist erbracht.**



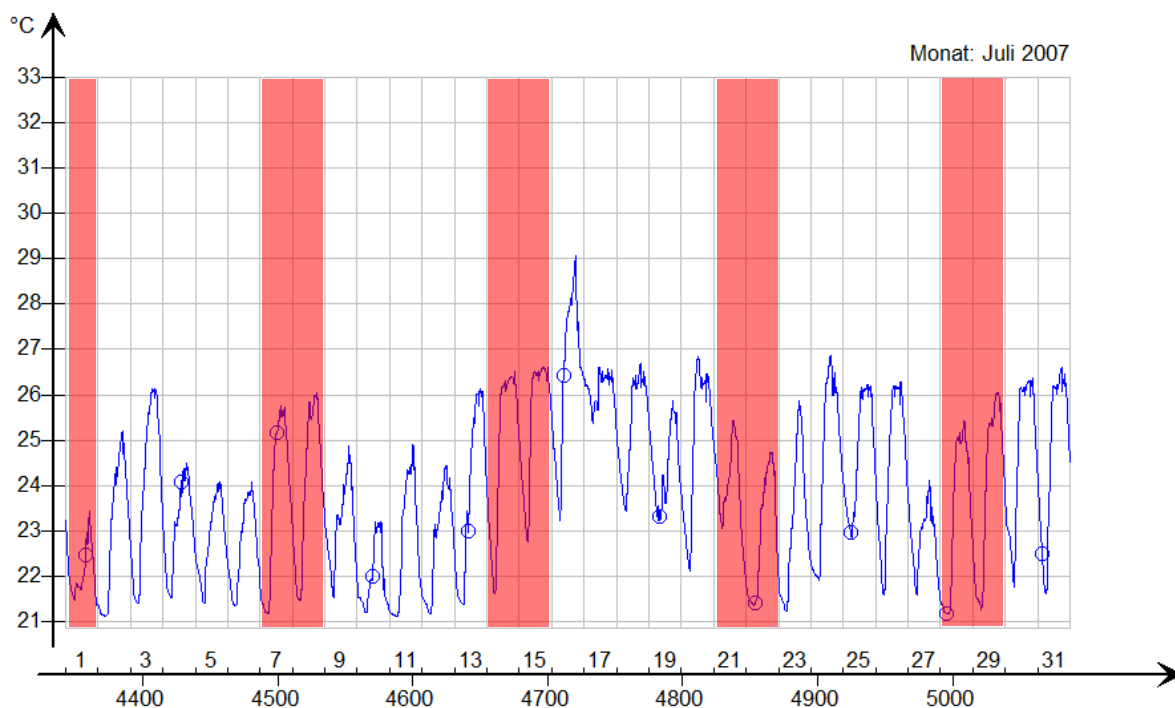
**Bild 3.1** Operative Temperatur im Juli des Berechnungsjahres 2007 unter den Randbedingungen gemäß DIN 4108-2. ROT: Wochenendtage

### 3.2 Zone „Besprechung“

Es ergeben sich folgende Werte

- zulässige Übertemperaturgradstunden gemäß DIN 4108-2 → 500 Kh/Jahr
- berechnete Übertemperaturgradstunden → 22 Kh/Jahr

**Die berechneten Übertemperaturgradstunden halten den Grenzwert gemäß DIN 4108-2 ein. Der Nachweis ist erbracht.**



**Bild 3.2** Operative Temperatur im Juli des Berechnungsjahres 2007 unter den Randbedingungen gemäß DIN 4108-2. ROT: Wochenendtage

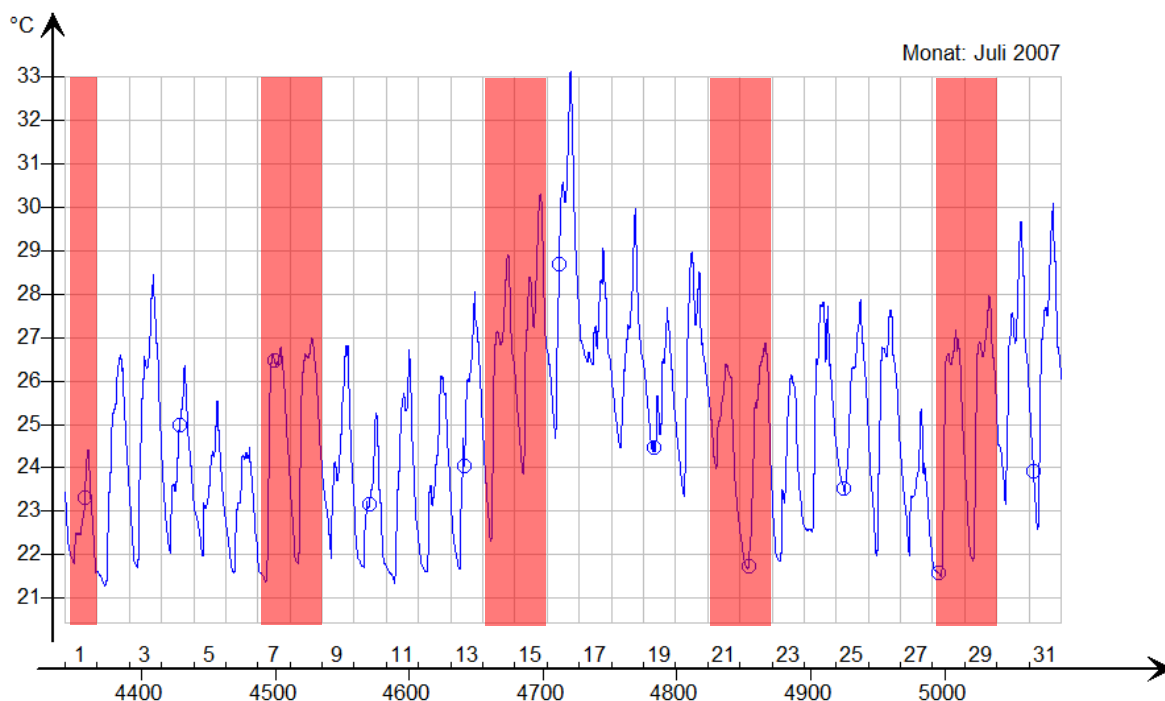


### 3.3 Zone „Forum“

Es ergeben sich folgende Werte

- zulässige Übertemperaturgradstunden gemäß DIN 4108-2 → 500 Kh/Jahr
- berechnete Übertemperaturgradstunden → 284 Kh/Jahr

**Die berechneten Übertemperaturgradstunden halten den Grenzwert gemäß DIN 4108-2 ein. Der Nachweis ist erbracht.**



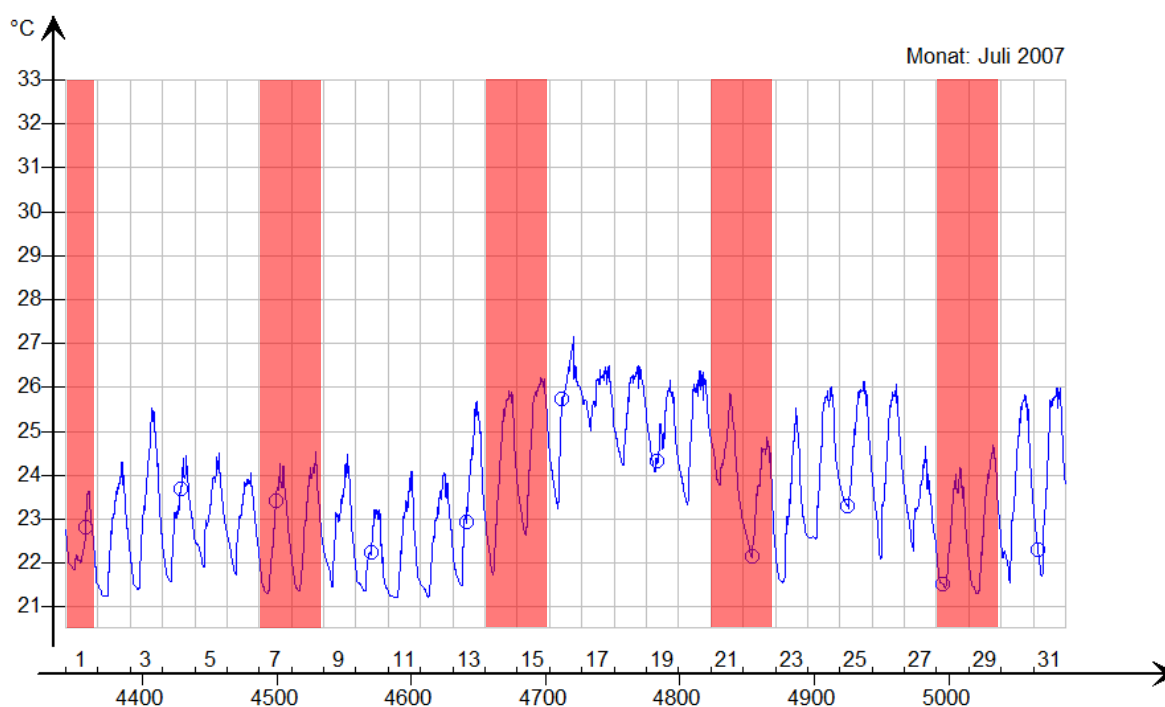
**Bild 3.3** Operative Temperatur im Juli des Berechnungsjahres 2007 unter den Randbedingungen gemäß DIN 4108-2. ROT: Wochenendtage

### 3.4 Zone „Bibliothek“

Es ergeben sich folgende Werte

- zulässige Übertemperaturgradstunden gemäß DIN 4108-2 → 500 Kh/Jahr
- berechnete Übertemperaturgradstunden → 1 Kh/Jahr

**Die berechneten Übertemperaturgradstunden halten den Grenzwert gemäß DIN 4108-2 ein. Der Nachweis ist erbracht.**



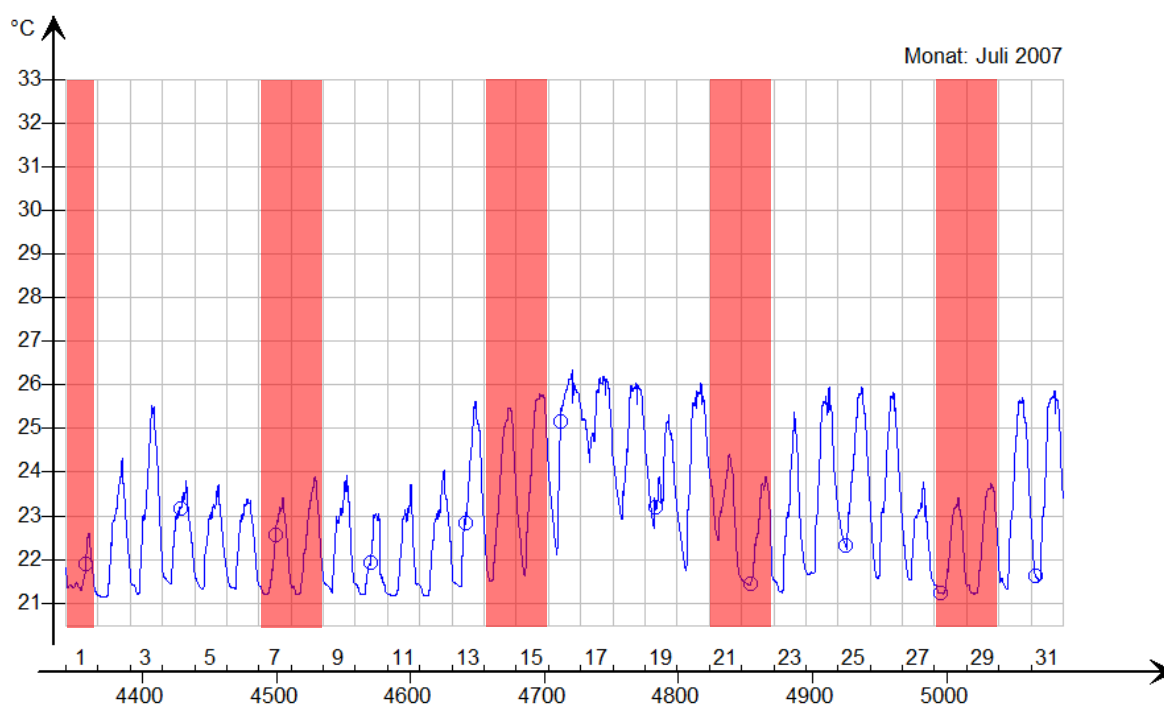
**Bild 3.4** Operative Temperatur im Juli des Berechnungsjahres 2007 unter den Randbedingungen gemäß DIN 4108-2. ROT: Wochenendtage

### 3.5 Zone „Klassenraum 01“

Es ergeben sich folgende Werte

- zulässige Übertemperaturgradstunden gemäß DIN 4108-2 → 500 Kh/Jahr
- berechnete Übertemperaturgradstunden → 1 Kh/Jahr

**Die berechneten Übertemperaturgradstunden halten den Grenzwert gemäß DIN 4108-2 ein. Der Nachweis ist erbracht.**



**Bild 3.5** Operative Temperatur im Juli des Berechnungsjahres 2007 unter den Randbedingungen gemäß DIN 4108-2. ROT: Wochenendtage



**ENOTHERM**  
BAUPHYSIK

## Abschlussklärung

Der vorliegende Bericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig. Die darin getroffenen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Bereiche und deren Zustand zum Zeitpunkt der Untersuchung. Eine auszugsweise Verwendung ist nicht gestattet.

Dortmund, 19.11.2024

## Aufgestellt

### Eva Kahlke

M. Sc. Arch. // Projektleiterin  
Telefon 0231 725464-22  
Mobil 0160 96242288  
E-Mail e.kahlke@enotherm.de

### Kai Schild

Prof. Dr.-Ing. habil. // Geschäftsführer-Gesellschafter

Staatlich anerkannter Sachverständiger für Schall- und Wärmeschutz  
Energieeffizienzexperte für die Förderprogramme der KfW-Bankengruppe