

Deutsche
Demokratische
Republik

Bautechnischer Wärmeschutz
Wirtschaftlicher Wärmeschutz

TGL
35424/07

Gruppe 931000

Строительная теплоизоляция
Экономически эффективная теплоизоляция

Structural Heat Insulation
Economic Heat Insulation
Uwe Friedrich
Kapellenstraße 12
9403 Bockau/Erz.

Deskriptoren: Wärmeschutz; Bauwerk; Heizung; wirtschaftlicher Wärmeschutz

Verbindlich ab 1. 4. 1981

Dieser Standard gilt für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des bautechnischen Wärmeschutzes beheizter Bauwerke.

Die Festlegungen dieses Standards sind zur Anwendung empfohlen.

1. FORDERUNGEN

1.1. Die Summe der Aufwendungen für den Wärmeschutz und für die Beheizung der Bauwerke ist zu minimieren.

1.2. Es sind 3 Fälle der ökonomischen Optimierung des Wärmeschutzes zu unterscheiden:

- Optimierungsfall 1

Von mehreren Projektvarianten eines Bauwerks, die sich in den Abmessungen und/oder in den Fensterflächenanteilen unterscheiden, ist die wirtschaftlichste zu ermitteln.

- Optimierungsfall 2

Bausystem, Hauptabmessungen und Fensterflächenanteile des Bauwerks sind festgelegt. Von den unterschiedlichen Projektvarianten für Umfassungskonstruktionen mit wärmedämmender Funktion ist die wirtschaftlichste zu ermitteln.

- Optimierungsfall 3

Die Umfassungskonstruktion ist festgelegt. Es ist die wirtschaftlichste Dicke der wärmedämmenden Stoffschicht zu ermitteln.

1.3. Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Wärmeschutzes gilt für die Optimierungsfälle 1 und 2 die Aufwandskennziffer (G) nach Abschnitt 2. Sie gibt den jährlichen gesamtgesellschaftlichen Aufwand an. Die Projektvariante mit der niedrigsten Aufwandskennziffer ist die wirtschaftlichste.

1.4. Wurde auf Grund eines Wirtschaftlichkeitsvergleiches nach Abschnitt 1.3. oder aus anderen Gründen eine Umfassungskonstruktion ausgewählt, ist die Optimierung dieser Konstruktion durch Ermittlung des ökonomisch optimalen Wärmedurchgangswiderstandes ($R_{\text{ges}, \text{Sk}}$) nach Abschnitt 3. vorzunehmen.

1.5. Ergeben sich nach dem Wirtschaftlichen Wärmeschutz geringere Forderungen als nach TGL 35424/03 und /04, gelten die in diesen Standards geforderten Mindestwerte.

2. ERMITTLUNG DER AUFWANDSKENNZIFFER (G)

$$G = I_B \cdot f_B + j_B + I_H \cdot f_H + j_H \quad \text{in M/(m}^2 \cdot \text{a)} \quad (1)$$

Fortsetzung Seite 2 bis 6

Verantwortlich: Bauakademie der DDR, Institut für Projektierung und Standardisierung, Berlin

Bestätigt: 10. 2. 1981, Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung, Berlin

Es bedeutet:

Größe	Erklärung		Einheit	zu berechnen nach Abschnitt
	Optimierungsfall 1	Optimierungsfall 2		
I_B	Investitionskosten des gesamten Bauwerks ohne Heizungsanlage	Investitionskosten der Umfassungskonstruktion	M/m^2	2.1.
f_B	Reproduktionsfaktor des Bauwerks	Reproduktionsfaktor der Umfassungskonstruktion	$1/a$	2.2.
j_B	jährliche gesamte Betriebskosten des Bauwerks	jährliche Kosten für Instandhaltung und -setzung der Umfassungskonstruktion	$M/(m^2 \cdot a)$	2.3.
I_H	Investitionskosten der Heizungsanlage		M/m^2	2.4.
f_H	Reproduktionsfaktor der Heizungsanlage		$1/a$	2.2.
j_H	jährliche Betriebskosten der Heizungsanlage		$M/(m^2 \cdot a)$	2.5.

2.1. Investitionskosten

Optimierungsfall 1:

$$I_B = \frac{K_B}{A_u} \quad \text{in } M/m^2 \quad (2)$$

Es bedeutet:

 K_B = Investitionskosten des gesamten Bauwerks ohne Heizungsanlage in M A_u = Umfassungsfäche des Bauwerks in m^2 nach TGL 35424/03

Optimierungsfall 2:

$$I_B = \frac{K_K}{A_K} \quad \text{in } M/m^2 \quad (3)$$

Es bedeutet:

 K_K = Investitionskosten der betrachteten Umfassungskonstruktion in M A_K = Fläche der betrachteten Umfassungskonstruktion in m^2

2.2. Reproduktionsfaktor

$$f = \frac{u^n \cdot (u - 1)}{u^n - 1} \quad \text{in } 1/a \quad (4)$$

Es bedeutet:

 n = normative Nutzungsdauer des Bauwerks, der Umfassungskonstruktion oder der Heizungsanlage in a u = Akkumulationsfaktor in $1/a$ Es darf mit den Zahlenwerten für f nach Tabelle 1 gerechnet werden.

2.3. Jährliche Betriebskosten

Optimierungsfall 1:

$$j_B = \frac{K_{\text{Betr}}}{A_u} \quad \text{in } M/(m^2 \cdot a) \quad (5)$$

Es bedeutet:

 K_{Betr} = jährliche gesamte Betriebskosten des Bauwerks einschließlich der Kosten für Instandhaltung und -setzung, Lüftung und Beleuchtung in M/a

Optimierungsfall 2:

$$j_B = \frac{K_{\text{Inst}}}{\tau_{\text{Inst}}} \quad \text{in } M/(m^2 \cdot a) \quad (6)$$

Es bedeutet:

 K_{Inst} = Kosten für Instandhaltung oder -setzung der Umfassungskonstruktion in M/m^2 τ_{Inst} = Zeitdauer in a, nach der eine erneute Instandhaltung oder -setzung erforderlich wird

2.4. Investitionskosten der Heizungsanlage

2.4.1. Für Bauwerke und für an Außenluft grenzende Umfassungskonstruktionen ist I_H zu berechnen nach

$$I_H = \frac{d_H \cdot (t_R - t_e + \Delta t_B)}{R_{ges,m}} \quad \text{in M/m}^2 \quad (7)$$

Es bedeutet:

d_H = spezifische Investitionskosten der Heizungsanlage in M/W

$(t_R - t_e + \Delta t_B)$ = Temperaturdifferenz in K nach TGL 26760/01 und /02. Bei Bauwerken ist der Wert für die Umfassungskonstruktion mit dem größten Anteil an A_U einzusetzen.

$R_{ges,m}$ = mittlerer Wärmedurchgangswiderstand in $m^2 \cdot K/W$
 - des Bauwerks bei Optimierungsfall 1
 - der Umfassungskonstruktion bei Optimierungsfall 2.
 $R_{ges,m}$ ist nach TGL 35424/03 zu berechnen.

2.4.2. Für erdanliegende Fußboden- und Wandkonstruktionen ist I_H zu berechnen nach

$$I_H = \frac{Q_{0,E} \cdot d_H}{A_{K,E}} \quad \text{in M/m}^2 \quad (8)$$

Es bedeutet:

$Q_{0,E}$ = Transmissionsheizlast erdanliegender Fußböden oder Wände in W nach TGL 26760/01 und /02

$A_{K,E}$ = Fläche der erdanliegenden Konstruktion in m^2

2.5. Jährliche Betriebskosten der Heizungsanlage

J_H ist zu berechnen nach

$$J_H = \frac{d_E}{R_{ges,m}} \cdot \frac{Q_H}{w} \quad \text{in M/(m}^2 \cdot a) \quad (9)$$

Es bedeutet:

d_E = spezifische Heizenergiebetriebskosten in M/MJ

Q_H = mittlerer jährlicher Heizenergiebedarf des Bauwerks je m^2 beheizter Grundfläche in MJ/($m^2 \cdot a$)

w = Wärmewert des Abstroms des Bauwerks in W/($m^2 \cdot K$)

Für den Quotienten $\frac{Q_H}{w}$ darf der Richtwert aus Tabelle 2 verwendet werden, wenn für das Bauwerk das wärmeschutztechnische und das heizungstechnische Projekt noch nicht vorliegen.

Im anderen Fall ist für Wärmedämmgebiet (WDG) 1 und 2 nach TGL 35424/01 $\frac{Q_H}{w}$ mit Bild 1 und für WDG 3 nach TGL 35424/01 $\frac{Q_H}{w}$ mit Bild 2 zu bestimmen.

Die Größe w ist zu berechnen nach

$$w = \frac{Q_B}{A_G \cdot (t_R - t_e + \Delta t_B)} \quad \text{in W/(m}^2 \cdot K) \quad (10)$$

oder

$$w = \frac{1}{A_G} \left[\dot{V}_L \cdot \rho_L \cdot c_L + \sum_{j=1}^n \left(\frac{A_{K,j}}{R_{ges,m,j}} \right) \right] \quad \text{in W/(m}^2 \cdot K) \quad (11)$$

Es bedeutet:

A_G = Grundfläche der beheizten Räume in m^2

Q_B = Nennheizlast des Bauwerks in W nach TGL 26760/01

\dot{V}_L = Luftvolumenstrom in m^3/s

ρ_L = Dichte der Außenluft in kg/m^3

c_L = spezifische Wärmekapazität der Außenluft in J/(kg · K)

$A_{K,j}$ = Fläche der Umfassungskonstruktion in m^2

In Gleichung (11) darf $\rho_L \cdot c_L = 1,37 \cdot 10^3$ J/($m^3 \cdot K$) gesetzt werden.

3. OPTIMIERUNG DER WÄRMEDÄMMUNG VON UMFASSUNGSKONSTRUKTIONEN MIT VERÄNDERLICHER DICKE DER WÄRMEDÄMMSCHICHT

3.1. Ökonomisch optimaler Wärmedurchgangswiderstand

$$R_{\text{ges,ök}} = \sqrt{\frac{d_H \cdot f_H (t_R - t_E + \Delta t_E) + d_E \cdot \frac{q_H}{W}}{d_D \cdot r_B}} \quad \text{in m}^2 \cdot \text{K/W} \quad (12)$$

Es bedeutet

d_D = spezifischer Wärmedämmpreis in $\text{M} \cdot \text{W}/(\text{m}^4 \cdot \text{K})$

$$d_D = B_V \cdot \lambda_r (1 + K) \quad (13)$$

Es bedeutet:

B_V = variable Kosten der Umfassungskonstruktion, spezifischer Preis des Bau- oder Wärmedämmstoffes in M/m^3

λ_r = Wärmeleitwert der zu optimierenden Stoffschicht in $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
nach TGL 35424/02

K = Korrekturschlag nach TGL 35424/02

In Gleichung (12) ist der Quotient $\frac{q_H}{W}$ vom Wärmedurchgangswiderstand (R_{ges}) der Umfassungskonstruktion abhängig. Der ökonomisch optimale Wärmedurchgangswiderstand ($R_{\text{ges,ök}}$) ist deshalb iterativ wie folgt zu bestimmen:

- Ermittlung von $\frac{q_H}{W}$ nach Abschnitt 2.5.:

Bestimmung von $\frac{q_H}{W}$ mit Bild 1 oder Bild 2 bei vorheriger Berechnung von w nach Gleichung (10) oder (11) und ϕ_B nach Gleichung (16), sofern von einem bestimmten R_{ges} -Wert der Konstruktion auszugehen ist.

Ist R_{ges} noch nicht festgelegt, dürfen als Ausgangswert für R_{ges} der hygienisch bedingte Mindestwärmedurchlaßwiderstand (R_{min}) nach TGL 35424/03 angenommen und für

$\frac{q_H}{W}$ die Richtwerte aus Tabelle 2 verwendet werden.

- Berechnung von $R_{\text{ges,ök}}$ nach Gleichung (12)

- Weicht das Ergebnis für $R_{\text{ges,ök}}$ nicht mehr als 10 % vom Ausgangswert für R_{ges} ab, ist der ökonomisch optimale Wärmedurchgangswiderstand der Umfassungskonstruktion ausreichend genau bestimmt.

Ist die Abweichung größer als 10 %, muß der Rechengang mit dem erhaltenen $R_{\text{ges,ök}}$ als Ausgangswert für die Ermittlung des korrigierten Wertes für $\frac{q_H}{W}$ wiederholt werden.

3.2. Ökonomisch optimaler Wärmedurchlaßwiderstand

$$R_{\text{ök}} = R_{\text{ges,ök}} - (R_1 + R_e + R_q) \quad \text{in m}^2 \cdot \text{K/W} \quad (14)$$

Es bedeutet:

R_1 = innerer Wärmeübergangswiderstand in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ nach TGL 35424/02

R_e = äußerer Wärmeübergangswiderstand in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ nach TGL 35424/02

R_q = Wärmedurchlaßwiderstand der Konstruktion ohne die zu optimierende Wärmedämmschicht in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

3.3. Ökonomisch optimale Dicke der Wärmedämmschicht

$$s_{\text{ök}} = R_{\text{ök}} \cdot \lambda_r (1 + K) \quad \text{in m} \quad (15)$$

4. BERECHNUNGSWERTE

Tabelle 1 Reproduktionsfaktor (f)¹⁾

n in a	1	2	3	5	10	15	20	25	30	40	50	80
f in 1/a	1,065	0,549	0,378	0,241	0,139	0,109	0,091	0,082	0,077	0,071	0,068	0,066

¹⁾ aus: Hildebrand, Hedrich, Ufer: Wirtschaftlichkeitsberechnung, Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1970.
Den Werten für f liegt ein Akkumulationsfaktor $a = 1,065$ zugrunde.

Tabelle 2 Richtwerte für $\frac{\dot{q}_H}{W}$ für Bauwerke mit hygienisch bedingten Mindestwärmehaushaltswiderständen (R_{min}) der Bauteile nach TGL 35424/03

Bauwerke ²⁾	$\frac{\dot{q}_H}{W}$ in $\frac{MJ \cdot K}{a \cdot W}$	
	WDG nach TGL 35424/01 1 und 2	
Wohnbauten		
Einfamilienhäuser	234	360
mehr- und vielgeschossige Wohnhäuser, Hochhäuser	180	288
Gesellschaftsbauten		
Erholungs-, Kultur- und Bürobauten	180	288
Schulen, Vorschuleinrichtungen, Gaststätten	144	252
Kaufhallen	126	216
Industrie- und Landwirtschaftsbauten		
innere Wärmelast		
gering	180	288
mittel	126	216
groß	72	144

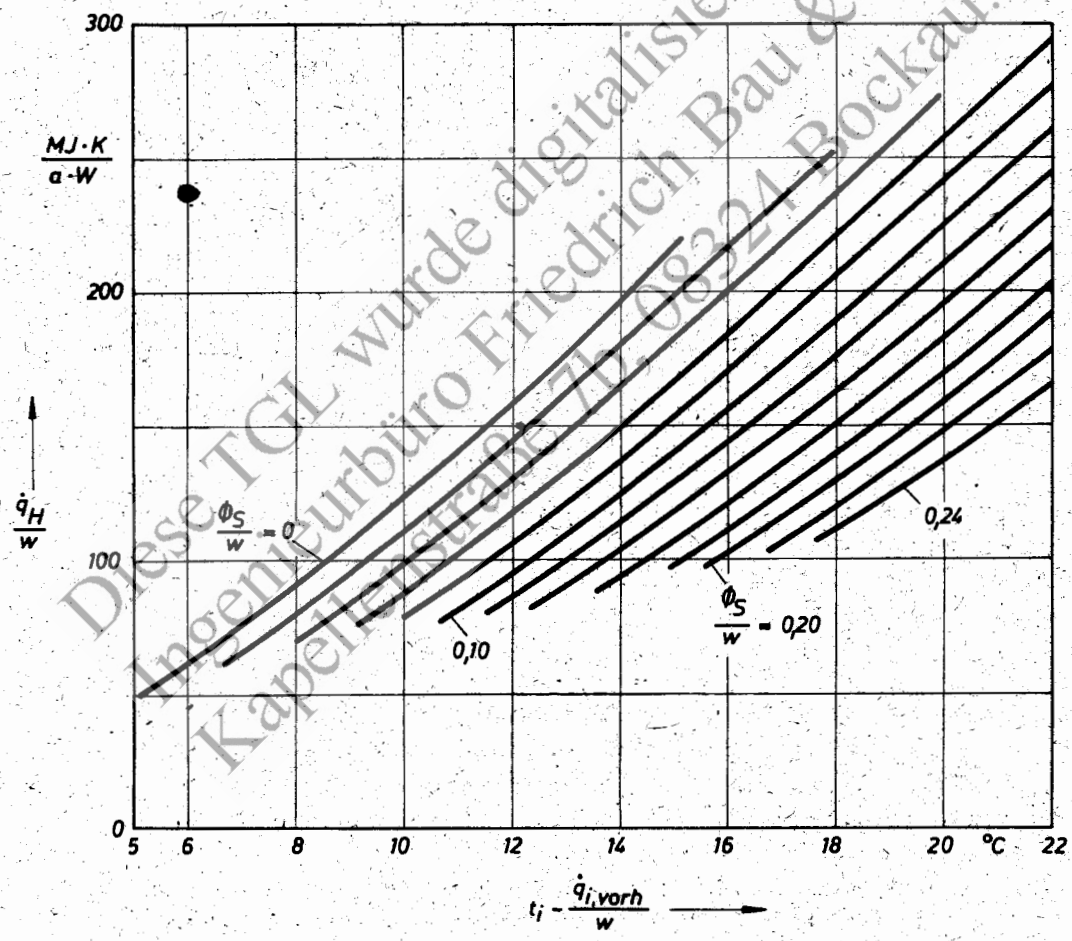
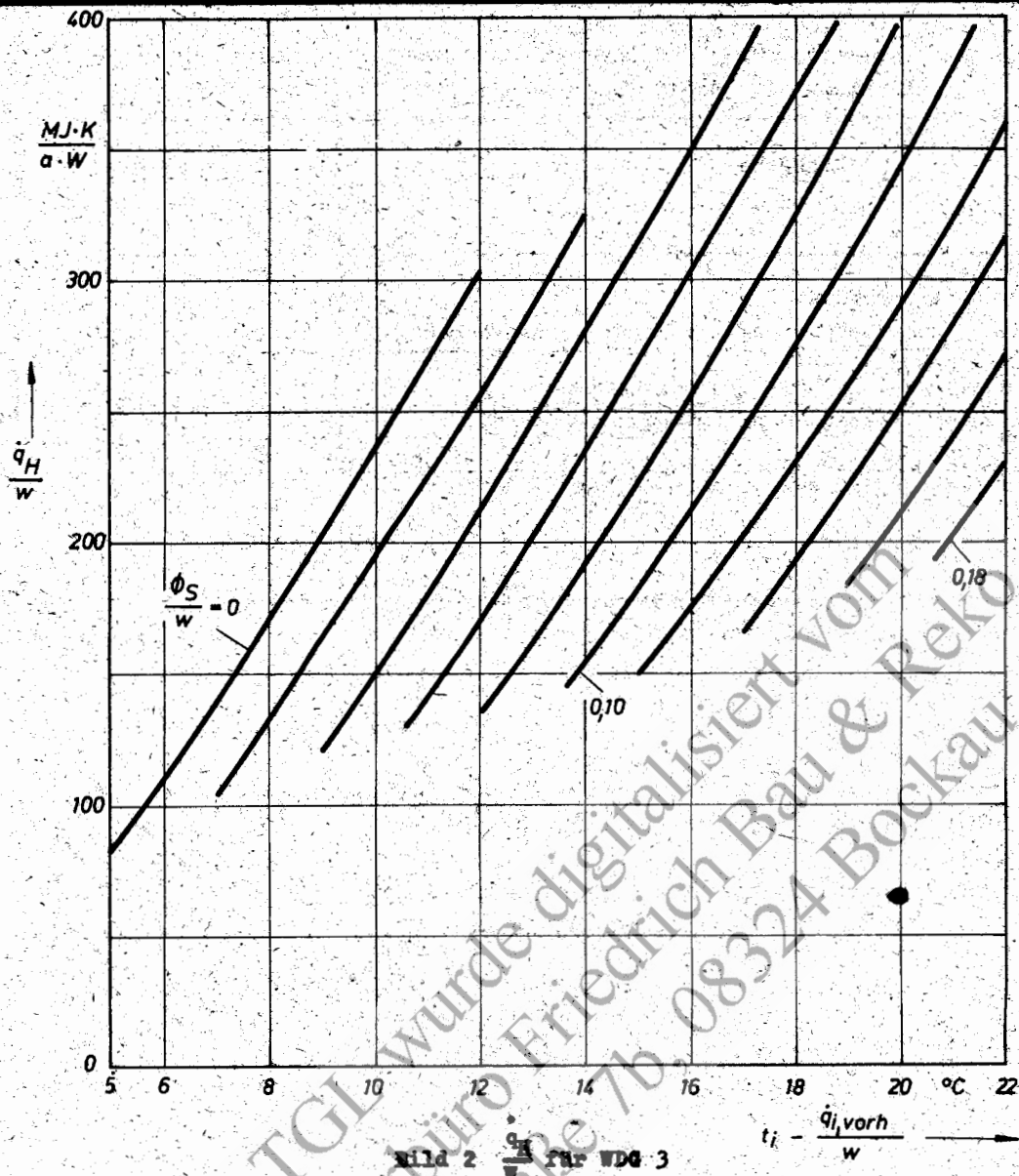


Bild 1 $\frac{\dot{q}_H}{W}$ für WDG 1 und 2

2) Nicht aufgeführte Bauwerke sind sinngemäß einzuordnen.

Bild 2 $\frac{q_H}{w}$ für WDG 3

Im Bild 1 und Bild 2 bedeutet:

ϕ_S = Faktor des Strahlungsgewinns

$$\phi_S = \frac{1}{A_G} \left[\sum_{j=1}^n \left(\frac{A_{e,j} \cdot a_{S,j}}{R_{ges,m} \cdot 25} \right) + \sum_{j=1}^n (A_{G,j} \cdot \sigma_m) \right] \quad (16)$$

Es bedeutet:

A_e = strahlenundurchlässige Fläche der Umfassungskonstruktion in m^2

a_S = Absorptionsgrad der äußeren Bauwerksoberfläche bei Sonnenstrahlung nach TGL 35424/02

A_G = strahlungsdurchlässige Fläche des Fensters in m^2

σ_m = mittlerer Durchlaßfaktor des Fensters; es ist zu setzen für:

- unverschattete Fenster aus Tafelglas $\sigma_m = 0,6$
- teilverschattete Fenster aus Tafelglas und Fenster aus Absorptionsglas $\sigma_m = 0,3$
- verschattete Fenster aus Tafelglas und Fenster aus Reflexionsglas $\sigma_m = 0,1$

t_i = mittlere Raumlufttemperatur in $^{\circ}C$ je nach Raumnutzung

$q_{i,vorh}$ = während der Heizperiode vorhandene innere Wärmelast in W/m^2 , zu berechnen nach TGL 35424/04

Hinweise

Ersatz für TGL 28706/10 Ausg. 12.73

Änderungen gegenüber TGL 28706/10: Völlig überarbeitet.

Im vorliegenden Standard ist auf folgende Standards Bezug genommen:

TGL 26760/01 und /02; TGL 35424/01 bis /04

Anwenderinformation zum Standardkomplex
"Bautechnischer Wärmeschutz"

siehe Katalogwerk Bauwesen
Katalog Z 8141 RFX