

# Schichtdicken für rechnerische Nachweise

Für rechnerische Feuerwiderstandsnachweise mit dem Euronomogramm dürfen, anstelle der Standardwerte gemäss Schweizerischem Brandschutzregister, differenzierte Schichtdicken von Brandschutzanstrichen in Funktion der kritischen Temperatur und des Profilmfaktors verwendet werden. Diese optimierten Schichtdicken sind produktabhängig und können je nach Ausnutzungsgrad der Konstruktion grosse ökonomische Vorteile bringen.

Das zugehörige Grundlegendokument findet sich im Anschluss an die Tabellen.

## Produkttabellen für differenzierte Schichtdicken (Rev. 27.05.2008)

### Hensotherm 3 KS HF (F 60)

Lösemittelbasis, BZu.-Nr. 15163 (innen) bzw. 15164 (aussern)  
Rudolf Hensel GmbH, B. Odermatt, Postfach 1416, 6011 Kriens

Erforderliche Trockenschichtdicken (inkl. Grundbeschichtung),  
für offene Profile, in mm

Profilmfaktor [m <sup>-1</sup> ]	Kritische Temperatur $\Theta_{crit}$ nach 60 Min.					
	450	500	550	600	650	700
90	0.800	0.700	0.600	0.500	0.400	0.300
100	0.900	0.700	0.600	0.500	0.400	0.400
110	1.100	0.800	0.700	0.600	0.500	0.400
120	1.200	0.900	0.700	0.600	0.500	0.400
130	1.300	1.000	0.800	0.700	0.600	0.500
140	1.500	1.100	0.900	0.700	0.600	0.500
150	1.700	1.200	1.000	0.800	0.600	0.500
160	2.000	1.400	1.100	0.800	0.700	0.600
170	2.300	1.500	1.200	0.900	0.700	0.600
180	2.700	1.700	1.300	0.900	0.700	0.600
190	3.200	1.900	1.400	1.000	0.800	0.600
200		2.100	1.500	1.000	0.800	0.700
210		2.400	1.600	1.100	0.800	0.700
220		2.700	1.700	1.200	0.900	0.700
230		3.200	1.900	1.200	0.900	0.700
240			2.000	1.300	0.900	0.700

### Hensotherm 4 KS (R 60)

Wasserbasis, BZu.-Nr. 11592

Rudolf Hensel GmbH, B. Odermatt, Postfach 1416, 6011 Kriens

Erforderliche Trockenschichtdicken (inkl. Grundbeschichtung),  
für offene Profile, in mm

Profilmfaktor [m <sup>-1</sup> ]	Kritische Temperatur $\Theta_{crit}$ nach 60 Min.					
	450	500	550	600	650	700
90	0.900	0.800	0.700	0.600	0.500	0.400
100	1.000	0.900	0.800	0.700	0.600	0.500
110	1.100	1.000	0.800	0.700	0.600	0.500
120	1.200	1.100	0.900	0.800	0.700	0.600
130	1.400	1.200	1.000	0.800	0.700	0.600
140	1.500	1.300	1.000	0.900	0.700	0.600
150	1.600	1.400	1.100	0.900	0.800	0.700
160	1.700	1.500	1.200	1.000	0.800	0.700
170	1.800	1.600	1.200	1.000	0.900	0.700
180	1.900	1.700	1.300	1.100	0.900	0.800
190	2.100	1.700	1.300	1.100	1.000	0.800
200	2.200	1.800	1.400	1.200	1.000	0.800
210	2.300	1.900	1.500	1.200	1.000	0.900

**Pyroplast ST 100 (R 60)**

Lösemittelfrei (wässrige Dispersion), BZu.-Nr. 10292

Fero-tekT AG, Buzibachstrasse 25, CH-6023 Rothenburg

Erforderliche Trockenschichtdicken (inkl. Grundbeschichtung),  
für offene Profile, in mm

Profilmfaktor [m <sup>-1</sup> ]	Kritische Temperatur $\Theta_{crit}$ nach 60 Min.					
	450	500	550	600	650	700
90	1.000	0.900	0.700	0.600	0.500	0.500
100	1.100	1.000	0.800	0.700	0.600	0.500
110	1.300	1.000	0.900	0.800	0.600	0.500
120	1.400	1.100	1.000	0.800	0.700	0.600
130	1.500	1.200	1.000	0.900	0.700	0.600
140	1.700	1.300	1.100	0.900	0.800	0.700
150	1.800	1.400	1.200	1.000	0.800	0.700
160	2.000	1.500	1.300	1.000	0.900	0.700
170	2.100	1.600	1.300	1.100	0.900	0.800
180	2.300	1.800	1.400	1.200	1.000	0.800
190	2.500	1.900	1.500	1.200	1.000	0.800
200	2.600	2.000	1.500	1.300	1.000	0.900
210	2.800	2.100	1.600	1.300	1.100	0.900
220	3.100	2.200	1.700	1.400	1.100	0.900
230		2.300	1.800	1.400	1.100	0.900
240		2.400	1.800	1.400	1.200	1.000
250		2.600	1.900	1.500	1.200	1.000
260		2.700	2.000	1.500	1.200	1.000
270		2.900	2.000	1.600	1.300	1.000
280		3.000	2.100	1.600	1.300	1.000
290		3.200	2.200	1.600	1.300	1.000
300			2.300	1.700	1.300	1.000

**Sika Unitherm LS (R 60)**

Lösemittelhaltig, BZu.-Nr. 12964

Sika Schweiz AG, Tüffenwies 16, CH-8048 Zürich

Erforderliche Trockenschichtdicken (inkl. Grundbeschichtung),  
für offene Profile, in mm

Profilmfaktor [m <sup>-1</sup> ]	Kritische Temperatur $\Theta_{crit}$ nach 60 Min.					
	450	500	550	600	650	700
90	0.900	0.800	0.600	0.600	0.500	0.400
100	1.000	0.800	0.700	0.600	0.500	0.400
110	1.100	0.900	0.800	0.700	0.600	0.500
120	1.200	1.000	0.800	0.700	0.600	0.500
130	1.300	1.100	0.900	0.800	0.600	0.600
140	1.500	1.200	1.000	0.800	0.700	0.600
150	1.600	1.300	1.000	0.900	0.700	0.600
160	1.700	1.400	1.100	0.900	0.800	0.700
170	1.900	1.500	1.200	1.000	0.800	0.700
180	2.000	1.600	1.200	1.000	0.800	0.700
190	2.200	1.700	1.300	1.100	0.900	0.700
200	2.400	1.800	1.400	1.100	0.900	0.800
210	2.600	1.900	1.400	1.200	1.000	0.800
220	2.800	2.000	1.500	1.200	1.000	0.800
230	3.000	2.100	1.600	1.300	1.000	0.800
240		2.200	1.700	1.300	1.100	0.900
250		2.400	1.700	1.300	1.100	0.900
260		2.500	1.800	1.400	1.100	0.900
270		2.700	1.900	1.400	1.100	0.900
280		2.800	1.900	1.500	1.200	0.900
290		3.000	2.000	1.500	1.200	0.900
300		3.200	2.100	1.500	1.200	0.900

# Grundlagen für den optimierten Einsatz intumeszierender Brandschutzanstriche im Stahlbau



## Auswertungsverfahren für die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit

Zürich, 24.05.2005

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Institut für Baustatik und Konstruktion  
Fachbereich Stahl-, Holz- und Verbundbau

Prof. Dr. M. Fontana  
E. Raveglia

# 1. Auswertungsverfahren

## Schritt 1: Analyse des Wärmedurchgangs

Für jeden geprüften Probekörper und für Bemessungstemperaturen  $\theta_d$  von 400 °C bis 700 °C wird auf der Grundlage der Gleichung (1) die effektive Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  in Schritten von 50 °C bestimmt.

$$\Delta\Theta_a = \frac{\lambda}{d_p \cdot c_a \cdot \rho_a} \times \frac{A_p}{V} \times (\Theta_t - \Theta_a) \cdot \Delta t \quad (1)$$

## Schritt 2: Regressionsanalyse

Mit den berechneten  $\lambda$ -Werten wird dann eine multilineare Regressionsanalyse gemacht. In dieser Analyse wird  $\lambda$  als eine Funktion der unabhängigen Grössen  $\Theta$ ,  $d_p$  und  $A_p/V$  ausgedrückt. Die allgemeine multilineare Regressionsgleichung lautet somit:

$$\lambda = C_0 + C_1 * \Theta + C_2 * d_p + C_3 * A_p / V \quad (2)$$

Die Konstanten  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  und  $C_3$  werden unter Verwendung der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Diese Methode berechnet eine Korrelation zwischen Input- und Outputgrössen unter Minimierung des resultierenden Fehlers.

## Schritt 3: Verifizierung der Kriterien zur Annahme

Für jedes geprüfte Stahlprofil geringer Höhe und für die Bemessungstemperaturen von 400 °C bis 700 °C wird die Zeit bis zum Erreichen dieser Temperatur mit Gleichung (1) bestimmt. Die Berechnung erfolgt mit den nach Gleichung (2) bestimmten Wärmeleitfähigkeiten  $\lambda$ . Es ist zu überprüfen, ob mit diesen  $\lambda$  die folgenden Kriterien erfüllt werden:

- Für jeden Probekörper darf die korrigierte berechnete Zeit bei der vorhergesehenen Temperatur die gemessene Zeit um nicht mehr als 30 % überschreiten
- Der Mittelwert aus allen prozentualen Differenzwerten, die sich nach a) ergeben, muss kleiner als Null sein.
- Maximal 50 % der Einzelwerte von allen prozentualen Differenzwerten, die sich nach a) ergeben, dürfen grösser als Null sein.

## Schritt 4: Korrektur des Regressionskoeffizienten $C_0$

Der obige Schritt 3 wird mit korrigierten  $C_0$ -Werten wiederholt, bis die obigen Kriterien erfüllt werden. Das Ergebnis dieser Analyse sind die Regressionskoeffizienten  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  und  $C_3$  sowie die zugehörige charakteristische Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_k$ .

## Schritt 5: Berechnung des Feuerwiderstandes

Mit der gewonnenen Gleichung für  $\lambda_k$  und mit Hilfe der Erwärmungsgleichung für verkleidete Stahlteile (1) wird für verschiedene Feuerwiderstandsdauern (meist R30 und R60) die erforderliche Schichtdicke für kritische Stahltemperaturen von 350 °C bis 750 °C berechnet. Die Resultate werden tabellarisch dargestellt.

## 2. Anwendungsbereich und Grunddaten

Das Verfahren dient zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von dämmschichtbildenden Brandschutzanstrichen für die Anwendung zusammen mit der rechnerischen Feuerwiderstandsbestimmung von Bauteilen aus Stahl mit dem Euronogramm. Es gilt für Brandschutzanstriche, die gemäss SZS-Formular „Qualitätssicherung“ dokumentiert sind. Die angegebenen Schichtdicken sind Trockenschichtdicken gemäss den Bedingungen des SZS-Schichtdickenprotokolls (keine Mittelwerte).

## 3. Versuchsdaten und Auswertung

Es werden nur Produkte ausgewertet, für die eine F30- und eine F60-Zulassung der VKF vorliegen.

Grundlage für die Auswertung bilden mindestens die Versuchsergebnisse, welche für die Zulassung verwendet wurden (d.h. mindestens ein Profilsatz für die F30- und F60-Prüfung nach DIN). Die Versuche sollten einzelne Stahltemperaturen bis 700 °C liefern. Weitere Versuchsergebnisse können durch die Auswertungsstelle gefordert werden.

Die Auswertung erfolgt nach Absatz 1 durch eine anerkannte Institution (z.B. ETH, EMPA).

Prof. Dr. M. Fontana

E. Raveglia, Dipl. Ing. ETH/SIA

Der Inhalt dieser Publikation wurde durch die Technische Kommission Brandschutz der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen auf materielle Übereinstimmung mit der VKF-Brandschutznorm und den VKF-Brandschutzrichtlinien, Ausgabe 2003 geprüft und als Stand der Technik verabschiedet.