

62.1 Verhältniswert U/A

Verhältniswert U/A [min⁻¹]

Um zu erreichen, dass sich die Stahlbauteile bei Brandbeanspruchung nur auf eine Stahltemperatur < crit T erwärmen, ist im allgemeinen eine Bekleidung erforderlich. Die kritische Temperatur des Stahls ist die Temperatur, bei der die Streckgrenze des Stahls auf die im Bauteil vorhandene Stahlspannung absinkt. Ihre Bemessung richtet sich nach dem Verhältniswert U/A. Dabei ist für die Erwärmung einer Stahlkonstruktion, die dem Feuer ausgesetzt ist, der Profilfaktor von großer Bedeutung. Der Profilfaktor A_m/V ist nach EC3-1-2 als Verhältnis von brandbeanspruchter Oberfläche zu Volumen des Stahlbauteiles definiert. Für Bauteile mit über die Länge gleichbleibendem Querschnitt ist der Profilfaktor identisch mit dem Wert U/A nach DIN 4102 Teil 4. Je größer dieser Faktor ist, um so schneller erwärmt sich das Profil. Ein feingliedriges IPE-Profil erwärmt sich demnach schneller als ein massiveres Profil mit geringem Profilfaktor.

Die erforderliche Mindestdicke für das jeweils gewählte Brandschutzmaterial ist dabei von der gewünschten Feuerwiderstandsklasse abhängig. Die Materialdicken sind entweder in der DIN 4102 Teil 4 oder in den Herstellerprospekten angegeben. Basis dieser Werte ist der Normbrandversuch. Generell gilt: Je schwächer das Profil, desto dicker muss die Verkleidung sein um den geforderten Feuerwiderstand zu erreichen.

Nach dem Eurocode 3 Teil 10 bzw. Teil 1.2 wird unterschieden zwischen:

- Querschnittsfaktor A_m/V für ungeschützte Stahlbauteile und einem
- Querschnittsfaktor A_p/V für geschützte Stahlbauteile.

Neben der Definition „beflammter Umfang, geteilt durch zu erwärmende Querschnittsfläche“ spielt die Formel

$$100 / t \text{ mit } t = \text{Blechdicke in cm}$$

eine wichtige Rolle bei der Berechnung von U/A. Sie gilt nach DIN 4102 Teil 4 und den Eurocodefassungen z. B. für vierseitig beflammte Hohlprofile mit Profilfolgender Ummantelung bzw. für entsprechende Profile ohne Ummantelung. Auch bei einseitiger Beflammung, dieser Fall liegt bei eingemau-

erten oder einbetonierten I-Profilen sowie bei Kappendecken vor, ist die Formel für den freiliegenden Flansch anzuwenden.

Formeln zur Bestimmung des U/A Verhältnisses

4-seitige kastenförmige Verkleidung:

$$U/A = \frac{2h + 2b}{A} \cdot 100 = (\text{m}^{-1})$$

Legende: U = Umfang Stahlprofil in cm
A = Querschnittsfläche Stahlprofil in cm²

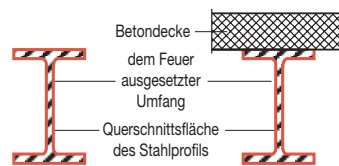
3-seitige kastenförmige Verkleidung:

$$U/A = \frac{2h + b}{A} \cdot 100 = (\text{m}^{-1})$$

h = Höhe Profil
b = Breite Profil

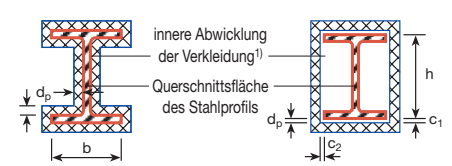
Profilfaktoren für unverkleidete Stahlelemente

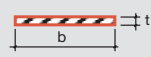



Profilfaktor: $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{dem Feuer ausgesetzter Umfang}}{\text{Querschnittsfläche des Stahlprofils}}$



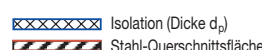
Profilfaktoren für verkleidete Stahlelemente

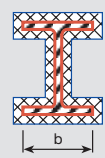
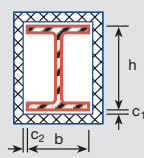
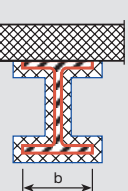
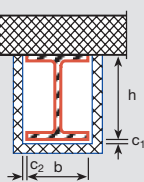
Profilfaktor: $\frac{A_p}{V} = \frac{\text{innere Abwicklung der Verkleidung}}{\text{Querschnittsfläche des Stahlprofils}}$







Querschnittsform (Beispiele)	A_m / V
Flachstahl 	Feuereinwirkung: allseits = $2/t$ einseitig = $1/t$
Offene Querschnitte konstanter Wanddicke 	Feuereinwirkung: allseits = $2/t$
Hohlprofile (rund/eckig) 	Feuereinwirkung: allseits (außen) = $1/t$
Vollstahl (rund oder quadratisch) 	Feuereinwirkung: allseits = $4/d$





¹⁾ Die Luftspalten c_1 und c_2 sollen $h/4$ nicht überschreiten



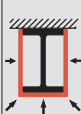







Querschnittsform (Beispiele)	A_p / V
Profilfolgende Verkleidung mit konstanter Dicke 	Profilfolgende Verkleidung: Umfang Stahlprofil Stahlquerschnittsfläche
Kastenförmige Verkleidung mit konstanter Dicke 	Kastenförmige Verkleidung: $2(b+h)$ ¹⁾ Stahlquerschnittsfläche
Profilfolgende Verkleidung mit konstanter Dicke, drei-seitige Feuerbeanspruchung 	Profilfolgende Verkleidung: Umfang Stahlprofil - b Stahlquerschnittsfläche
Kastenförmige Verkleidung mit konstanter Dicke, drei-seitige Feuerbeanspruchung 	Kastenförmige Verkleidung: $(2h+b)$ ¹⁾ Stahlquerschnittsfläche





Profilfaktoren A_m/V

HEA				
100	217	264	138	185
120	220	267	137	185
140	208	253	129	174
160	192	234	120	161
180	187	226	115	155
200	174	211	108	145
220	161	195	99	134
240	147	178	91	122
260	141	171	88	117
280	136	165	84	113
300	126	153	78	105
320	117	141	74	98
340	112	134	72	94
360	107	128	70	91
400	101	120	68	87
450	96	113	66	83
500	92	107	65	80
550	90	104	65	79
600	89	102	65	79
650	87	100	65	78
700	85	96	64	76
800	84	94	66	76
900	81	90	65	74
1000	81	89	66	74

HEB				
100	180	218	115	154
120	167	202	106	141
140	155	187	98	130
160	140	169	88	118
180	131	159	83	110
200	122	147	77	102
220	115	140	72	97
240	108	131	68	91
260	105	127	66	88
280	102	123	64	85
300	96	116	60	80
320	91	110	58	77
340	88	106	57	75
360	86	102	56	73
400	82	97	56	71
450	79	93	55	69
500	76	89	54	67
550	76	88	55	67
600	75	86	56	67
650	74	85	56	66
700	72	82	55	65
800	72	81	57	66
900	70	78	57	65
1000	70	78	57	65

HEM				
100	96	116	65	85
120	92	111	61	80
140	88	106	58	76
160	83	100	54	71
180	80	96	52	68
200	76	92	49	65
220	73	88	47	62
240	61	73	39	52
260	59	72	39	51
280	59	71	38	50
300	50	60	33	43
320	50	60	33	43
340	50	60	34	43
360	51	61	34	44
400	52	62	36	45
450	53	62	38	47
500	55	63	39	48
550	56	64	41	50
600	57	65	42	51
650	58	66	44	52
700	59	67	45	53
800	60	68	48	55
900	70	78	57	65
1000	64	70	52	59

UPN				
100	239	276	185	222
120	223	255	174	206
140	210	240	167	196
160	200	228	160	188
180	193	218	154	179
200	182	205	148	171
220	171	192	139	160
240	163	183	134	154
260	154	173	126	145
280	149	167	123	141
300	145	162	119	136
320	116	130	98	111
350	123	135	103	116
380	125	138	107	120
400	117	129	99	111

IPE				
100	334	387	247	300
120	311	360	230	279
140	291	335	215	259
160	269	310	200	241
180	253	291	188	226
200	235	270	176	211
220	221	254	165	198
240	205	236	153	184
270	197	227	147	176
300	188	216	139	167
330	176	200	131	157
360	163	186	122	146
400	152	174	116	137
450	143	162	110	130
500	134	151	104	121
550	124	140	97	113
600	115	129	91	105

Qualifizierte Beratung

Wünschen Sie, z. B. im frühen Entwurfsstadium, eine firmenneutrale Hilfe, steht Ihnen BAUEN MIT STAHL gern mit Rat und Information zur Verfügung.

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Hans-Werner Girkes

Tel.: (02 11) 67 07-826

brandschutz@bauen-mit-stahl.de

www.bauen-mit-stahl.de/brandschutz.htm



BAUEN MIT STAHL

Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
 Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
 Telefon (02 11) 67 07-828
 Telefax (02 11) 67 07-829
 Internet: www.bauen-mit-stahl.de
 E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de

Literatur

- DIN 4102
 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Teil 4
 Ausgabe 03.94, Beuth Verlag, Berlin

- DIN V ENV 1993-1-2 Eurocode 3 –
 Bemessung und Konstruktion von
 Stahlbauten, Teil 1-2: Allgemeine Regeln –
 Tragwerksbemessung für den Brandfall,
 Deutsche Fassung ENV 1993-1-2: 1995,
 Mai 1997, Beuth Verlag, Berlin