

Vollinhaltliches Nachweisverfahren nach Abschnitt 7 der Muster-Industriebaurichtlinie (MIndBauRL)

Das vollumfängliche Nachweisverfahren der MIndBauRL basiert auf dem Rechenverfahren der DIN 18230-1. Dabei wird eine detaillierte Brandlastberechnung durchgeführt. Im Zuge dieses Verfahrens wird eine äquivalente Branddauer t_a ermittelt. Dieser Wert gibt die Zeit in Minuten an, bei der in einem Normbrand (ETK) durch die Brandraumtemperatur im Bauteil die gleiche Brandwirkung erreicht wird wie bei einem Naturbrand. Anschließend wird

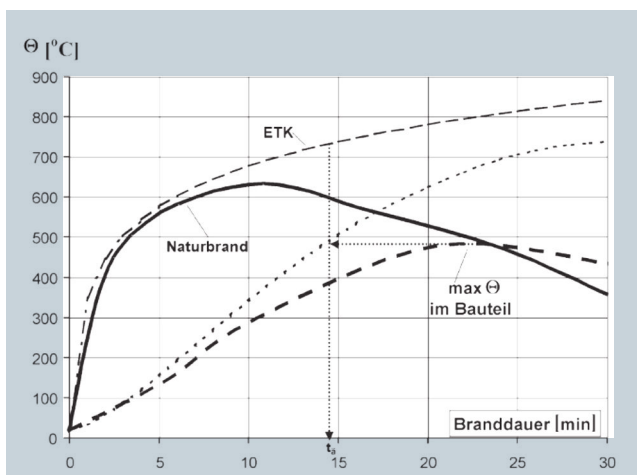


Bild 1: Äquivalente Branddauer (ETK, Naturbrand-verlauf und zugehörige Temperaturverläufe

mithilfe der äquivalenten Branddauer und entsprechenden Beiwerten die erf. Feuerwiderstandsdauer ermittelt. Das bedeutet, es wird prinzipiell untersucht, wieviel Wärme in Abhängigkeit der verbrannten Brandlast aus dem Gebäude strömt bzw. abfließen kann und wieviel Wärme im Inneren des Gebäudes auf die Tragkonstruktion wirkt und welchen Einfluss das zur Folge hat. Im Wesentlichen handelt es sich bei der Berechnung um eine semiprobabilistische Wärmebilanzbetrachtung des Gebäudes.

Das vollumfängliche Verfahren wird häufig dann verwendet, wenn die Möglichkeiten des vereinfachten Verfahrens ausgeschöpft sind und dieses nicht zu den gewünschten Ergebnissen führte.

Vorgehensweise bei der Berechnung

Bei der Anwendung des vollinhaltlichen Verfahrens hat sich folgendes Vorgehen als sinnvoll herausgestellt:

1. Detaillierte Analyse der Gebäudestruktur (Öffnungen, Bauteilaufbau, Details, etc.) und Beurteilung der Brandsicherheitsklassen.
2. Ermittlung der Rechnerischen Brandlast anhand der zur Verfügung stehenden Informationen (q_R). Dieser Punkt erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Bauherren, Architekten und Brandschutzplaner.
3. Ermittlung der Äquivalenten Branddauer (t_a).
4. Ermittlung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer und Zuordnung der Feuerwiderstandsfähigkeit.
5. Ermittlung der zulässigen Brandabschnittsfläche.

1. Gebäudeanalyse

Im ersten Schritt muss das vorliegende Gebäude in seiner Gesamtstruktur betrachtet und analysiert werden. Das ist insoweit erforderlich, da viele Aspekte einen direkten Einfluss auf die Berechnung und damit auf das Ergebnis haben. Folgende Fragenstellungen können bei der Erfassung der wesentlichen Faktoren hilfreich sein:

- Welches System ist für den Aufbau der Außenwände vorgesehen (Sandwichelemente, Fassadenkonstruktion, Massiv, etc.)
- Welche horizontalen Öffnungen sind vorhanden und welches Material wird dabei verwendet.
- Welche vertikalen Öffnungen sind vorhanden (Wärmeabzüge, Lichtkuppeln, Rauchabzüge, etc.)
- Welche Brandlasten sind vorhanden und wie werden diese gelagert. Sind Bereiche besonders betroffen oder ist die Brandlast über die gesamte Fläche gleichmäßig verteilt?
- Liegende Geschosse oder Ebenen vor. Sind Einbauten geplant?

Brandsicherheitsklassen

Mit den Brandsicherheitsklassen werden die unterschiedlichen brandschutztechnische Bedeutung von Bauteilen bewertet. Jedes Bauteil wird dabei in eine Brandsicherheitsklasse eingestuft. Die Einteilung erfolgt in die Brandsicherheitsklassen SK_b3 bis SK_b1, wobei SK_b3 die höchsten Anforderungen hat. Als Beispiel ist eine Ebene, die zur Aussteifung der Gesamtkonstruktion herangezogen wird, in die Brandsicherheitsklasse SK_b3 einzustufen. Wenn die diese Ebene nicht zur Aussteifung herangezogen wird, reicht die Einstufung SK_b2. Konkret würde das bei einer erdgeschossigen Halle und einer äquivalenten Branddauer von $t_a < 15$ für die Ebenen bedeuten, dass bei SK_b3 die Anforderungen feuerhemmend (R30) einzuhalten sind und bei SK_b2 keine Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer bestehen.

2. Brandlastberechnung q_R

Bei der Brandlastberechnung müssen alle Stoffe, die sich im Gebäude befinden, zusammengefasst werden. Dazu gehören neben den Lagerungsmaterialien auch Einrichtungsgegenstände und Maschinen. Dabei spielt die Masse, der Abbrandfaktor sowie der untere Heizwert bei der Berechnung eine wesentliche Rolle. Anhaltswerte für unterschiedliche Stoffe bietet die DIN 18230-3.

3. Äquivalente Branddauer t_a

Die Berechnung der äquivalenten Branddauer erfolgt durch die Multiplikation der einzelnen Einflussgrößen. Das sind zum einen die rechnerisch ermittelten Brandlasten, der Einfluss der Umfassungsbauteile und der Faktor für die Wärmeabzugsöffnungen. Letzteres berücksichtigt den Anteil der Wärme die über die horizontalen (Fenster, Türen und Tore) und vertikalen (Dachflächenfenster, Wärmeabzüge, Rauchabzüge, etc.) Flächen direkt nach draußen befördert wird. Der dimensionslose Umrechnungsfaktor berücksichtigt den Wärmeeinfluss der Umfassungsbauteile (Außenwände) und beruht auf Parameterstudien.

$$t_a = q_R \cdot c \cdot w$$

q_R	Rechnerische Brandlast in kWh/m ²
c	Umrechnungsfaktor in min m ² /kWh
w	Wärmeabzugsfaktor

4. Erforderliche Feuerwiderstandsdauer

Bei der Berechnung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer wird die vorher ermittelten äquivalenten Branddauer mit dem Sicherheitsbeiwert γ und dem Zusatzbeiwert a_L multipliziert. Dabei beschreibt der Zusatzbeiwert die Behinderung der Brandausbreitung durch eine funktionierende brandschutztechnische Infrastruktur und der Sicherheitsbeiwert die Anforderungen an die Bauteile in Abhängigkeit der Brandsicherheitsklasse und der Anzahl der Ebenen.

$$erf\ t_f = t_g \cdot \gamma \cdot a_L$$

γ Sicherheitsbeiwert
 a_L Zusatzbeiwert

Dabei wird, in Abhängigkeit der berechneten Ergebnisse für die erforderliche Feuerwiderstandsdauer, folgende Zuordnung der Feuerwiderstandsfähigkeit durchgeführt:

erf t_f	Anforderungen
≤ 15	Keine
$> 15, \leq 30$	feuerhemmend (R30)
$> 30, \leq 60$	hochfeuerhemmend (R60)
$> 60, \leq 90$	feuerbeständig (R90)

Tabelle 1: Brandschutzanforderungen in Abhängigkeit erf t_f

Bei erdgeschossigen Industriegebäuden gilt die Tabelle 2. Dabei müssen die Mindestanforderungen für die Wärmeabzugsfläche und die maximale Gebäudebreite eingehalten werden. Nach der Tabelle 2 dürfen erdgeschossige Industriegebäude als reine Stahlkonstruktion ohne weitere Maßnahmen ausgeführt werden, wenn die Brandbekämpfungsabschnitte die angegebenen Werte in Abhängigkeit der äquivalenten Branddauer und der Sicherheitskategorie nicht überschreiten.

Sicherheitskategorie	äquivalente Branddauer t_g			
	15	30	60	90
K1	9.000	5.500	2.700	1.800
K2	13.500	8.000	4.000	2.700
K3.1	16.000	10.000	5.000	3.200
K3.2	18.000	11.000	5.400	3.600
K3.3	20.700	12.500	6.200	4.200
K3.4	22.500	13.500	6.800	4.500
K4	30.000	20.000	10.000	10.000
Wärmeabzugsfläche in %	1	2	3	4
Zulässige Breite des Industriebaus in m	80	60	50	40

Tabelle 2: Zulässige Größe der Brandbekämpfungsabschnittsgröße für eingeschossige Industriebauten ohne Ebenen als tragende Stahlkonstruktion

SK	äquivalente Branddauer t_g				
	0	15	30	60	≥ 90
K1	40.000	20.000	12.000	6.000	4.000
K2	60.000	30.000	18.000	9.000	6.000
K3.1	72.000	36.000	21.600	10.800	7.200
K3.2	80.000	40.000	24.000	12.000	8.000
K3.3	92.000	46.000	27.600	13.800	9.200
K3.4	100.000	50.000	30.000	15.000	10.000
K4	140.000	70.000	42.000	21.000	14.000

Tabelle 3: Zulässige Summe der bewerteten Grundflächen $z_{ul}\ A_w$

5. Zulässige Größe von Brandbekämpfungsabschnitten bis 60.000m²

Die zulässige Größe wird anhand der untenstehenden Formel in Verbindung mit Tabelle 3 ermittelt. Die Werte A beschreiben die jeweiligen Grundflächen, die beiden Faktoren F_A und F_H berücksichtigen zu einen die horizontale Brandausbreitung über Öffnungen und zum anderen den Höhenversatz der Ebenen zur Geländeoberfläche und damit verbundene Schwierigkeiten zur Brandbekämpfung. Der ermittelte Wert A_w muss kleiner als die maximal zulässige Größe nach Tabelle 3 sein.

$$zul\ A_w > A_G \cdot F_{H1} \cdot F_{A1} + \sum A_{Ei} \cdot F_{Hi} \cdot F_{Ai}$$

A_G Grundfläche des Brandbekämpfungsabschnitts
 A_{Ei} Grundfläche des Geschosses i oder der Ebene j
 F_H Faktor zur Bewertung der Fläche auf das Bezugsniveau des Geländes
 F_A Faktor zur Berücksichtigung der Öffnungsverschlüsse

Vorteile

Das vollumfängliche Verfahren gibt Planern und Bauherren die Möglichkeit wesentlich größere Brandbekämpfungsabschnitte mit geringeren Anforderungen an die tragende und aussteifende Konstruktion auszuführen. Damit ist das Verfahren in der Regel wirtschaftlicher als nach Abschnitt 6.

Literatur

Muster-Industriebaurichtlinie (MIndBauRL); ARGEBAU; 05.2019
DIN 18230-1 – Baulicher Brandschutz im Industriebau – Teil 1: Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer
DIN 18230-3 - Baulicher Brandschutz im Industriebau - Teil 3: Rechenwerte