

Ermittlung zulässiger Brandabschnittsflächen bzw. Brandbekämpfungsflächen entsprechend der M-IndBauRL vom März 2000

Stand 25.04.2004

Hier:

Bewertung von Fallbeispielen, aufgestellt von Dipl.-Ing. Jürgen Langreder (Sachverständiger für Brandschutz), 31 582 Nienburg, durch den Leitenden Branddirektor Dipl. - Ing. Harald Hagen (Vertreter der öffentlichen Feuerwehren in der Projektgruppe Industriebauten der Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU)

Vorwort (Herr Langreder):

Die Anwendung der Tabelle 1 bzw. Auswertungen nach 7.5.1 erlauben bei „oberflächlicher“ Betrachtung keine exakte (für den Bauherrn kostengünstige) Beurteilung von „gemischten“ Konstruktionen.

Liest man sich jedoch tiefer in die Materie ein und studiert darüber hinaus auch die offiziellen Erläuterungen, so komme ich zu der Überzeugung, dass nachstehend aufgeführte Beispielrechnungen möglich sein müssen.

Kommentar Hagen:

Grundsätzlich lässt die IndBauR dem Anwender zwei Möglichkeiten des Nachweises.

Im Verfahren nach Abschnitt 6 (auch vereinfachtes Verfahren genannt) werden die Schutzziele der Bauordnungen für einfache Gebäudestrukturen definiert. Für Industriebauten, die diese Kriterien erfüllen, kann der Aufwand für einen Nachweis reduziert werden. Die Anforderungen der IndBauR beschreiben auf der Grundlage der Bauordnungen das „akzeptierte Risiko“ unter den dort genannten Kriterien und folgend die Voraussetzungen bzw. Verhältnisse für die Brandbekämpfung durch die Feuerwehr. Für Gebäude geringer Höhe wird letztendlich auch ein Bauteilversagen akzeptiert. Je nach Sicherheitsklasse reduziert sich das Risiko und die Brandabschnittsflächen dürfen vergrößert werden. Mischkonstruktionen, das heißt, die Zusammenfassung von Gebäudeabschnitten mit unterschiedlicher Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile je Abschnitt sind hier nicht unmittelbar berücksichtigt. Solche Fälle sind u. a. jedoch bei Bestandsbauten und bei der Erweiterung von Industriebauten durchaus relevant. Unter Berücksichtigung der in der IndBauR hinterlegten Schutzziele sowie der verbleibenden Risiken können jedoch mittels ingenieurmässigen Betrachtungen bzw. Berechnungen Äquivalente aufgezeigt werden, die die Schutzziele abdecken und das Risiko nicht erhöhen.

Das Verfahren nach Abschnitt 7 baut auf die Berechnung einer äquivalenten Branddauer (nach DIN 18230) auf. Zugelassen werden auch komplexerer Gebäudestrukturen und insbesondere mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte mit ggf. Öffnungen in den Decken. Darüber hinaus können Brandbekämpfungsabschnitte auch übereinander angeordnet sein. Erdgeschossige Industriebauten können auch ohne Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden Bauteile und aussteifenden Bauteile errichtet werden. Die ermittelte äquivalente Branddauer dient hier zur Abschätzung des Risiko und der Festlegung der zulässigen Fläche der Brandbekämpfungsabschnitte. Als gemischte Konstruktionen sind hier ggf. Industriebauten relevant, die eingeschossige (erdgeschossige) Gebäudeabschnitte mit mehrgeschossigen Gebäudeabschnitten innerhalb eines Brandbekämpfungsabschnittes verbinden. Solche Situationen können bei Bestandsbauten und bei der Erweiterung von Industriebauten relevant sein. Auch bei Neubauten sind Fälle denkbar und realistisch, die zu gemischten Konstruktionen führen. Zum Beispiel eine erdgeschossige größere Halle mit einem (kleinen) mehrgeschossigen Teilbereich. Die Trennung dieser Bereiche in jeweils separate Brandbekämpfungsabschnitte ist von der Nutzung her oft nicht zweckmäßig oder aus bauordnungsrechtlichen Gründen nicht notwendig. Die Gesamtkonstruktion der Halle den Kriterien für mehrgeschossige Bauten zu unterwerfen, ist dann überzogen bzw. stellt eine vom Gesetzgeber nicht beabsichtigte Härte dar. Auch hier können unter Berücksichtigung der in der IndBauR hinterlegten Schutzziele sowie der verbleibenden Risiken mittels ingenieurmässigen Betrachtungen bzw. Berechnungen Äquivalente aufgezeigt werden, die die Schutzziele abdecken und das Risiko nicht erhöhen.

In diesem Sinne sind die in den nachfolgenden Beispielen aufgezeigten Lösungsansätze durchaus logisch, nachvollziehbar und können bewertet werden.

Beispiel 1 – Auswertung nach Tabelle 1:

Objektbeschreibung:

Es handelt sich um ein bestehendes eingeschossiges Gebäude mit einer bebauten Fläche von 3000 m².

2150 m² sind als ungeschützte Stahlkonstruktion und 850 m² in einer feuerhemmenden (F30 nach DIN 4102) Stb.-Bauweise errichtet worden.

In diesem Gebäude soll eine flächendeckende Brandmeldeanlage eingebaut werden.

Für die Untersuchung dieses Gebäudes soll das Nachweisverfahren nach Abschnitt 6 (ohne Brandlastermittlung) gewählt werden.

Wie kann man vorgehen?

- bei Einstufung des gesamten Baukörpers als ungeschützte Konstruktion ist die Ausführung nur mit einer Werksfeuerwehr zugelassen.
- Bei einer Einstufung als F30-Konstruktion müsste die ungeschützte Stahlkonstruktion mit einem feuerhemmenden Anstrich versehen werden, damit diese Einstufung möglich wird.
- Durch den nachfolgend beschriebenen „gemischten“ Weg lässt sich das Gebäude nachweisen:
 $2150 / 2700 + 850 / 4500 = 0,80 + 0,19 = 0,99 < 1,0 \rightarrow$ Der Nachweis ist erbracht.

Anmerkung: Für die ungeschützten Flächen sind 5 % Wärmeabzugsflächen nachzuweisen. Darüber hinaus ist die Breite der ungeschützten Bereiche auf 40 m zu begrenzen.

Wertung Ltd. Branddirektor Hagen:

Es ist davon auszugehen, dass es sich um zwei Hallen handelt, die aneinander gebaut wurden und Öffnungen zueinander aufweisen. Beide Hallen bilden einen Brandabschnitt. Da eine flächendeckende automatische Brandmeldeanlage eingebaut werden soll, entspricht der Industriebau den Kriterien der Sicherheitskategorie K2.

Nach Abschnitt 6 der IndBauR (Tabelle 1) sind für erdgeschossige Gebäude folgende Größen von Brandabschnitten zulässig:

<input type="checkbox"/> ohne Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer	2700 m ²
<input type="checkbox"/> Feuerwiderstandsdauer F 30	4500 m ²

Der Lösungsansatz c) ist richtig und nachvollziehbar. Die Hallen stehen zwar in Verbindung, jedoch können die Teilbereiche des Brandabschnittes bewertet werden. Wesentlich ist, dass durch die Formel (Verhältnissbildung) ein Faktor kleiner 1 nachgewiesen wird. Damit ist sichergestellt, dass das Risiko nach den Kriterien der IndBauR sich nicht erhöht bzw. das Schutzziel bewahrt bleibt. Je nach Größe der einzelnen Hallen verschiebt sich die zulässige Fläche in Richtung „ohne Feuerwiderstand“ oder „F30“.

Bei Bränden (innerhalb der zulässigen Brandabschnittsgröße) ergeben sich für die Teilbereiche unterschiedliche Bedingungen für den Einsatz der Feuerwehr. Im F30-ausgebildeten Teil ist auch bei fortentwickelnden Bränden zumindest über einen gewissen Zeitraum ein so genannter Innenangriff möglich und die Wahrscheinlichkeit einer wirksamen Brandbekämpfung erhöht sich entsprechend. Insoweit darf die zulässige Gesamtfläche im Verhältnis erhöht werden.

Abschließend ist auszuführen, dass diese Betrachtung (aus einsatztaktischen Gründen) nur für eindeutig abgegrenzte Gebäudeteile Anwendung finden sollte.

Beispiel 2 – Auswertung nach Tabelle 1:

Objektbeschreibung:

Es handelt sich um ein bestehendes ein- bzw. in Teilbereichen zweigeschossiges Gebäude mit einer bebauten Fläche von 2450 m².

1500 m² eingeschossige Fläche sind als ungeschützte Stahlkonstruktion und 950 m² zweigeschossige Fläche in einer feuerbeständigen (F90 nach DIN 4102) Stb.-Bauweise errichtet worden.

In diesem Gebäude soll eine flächendeckende Brandmeldeanlage eingebaut werden.

Für die Untersuchung dieses Gebäudes soll das Nachweisverfahren nach Abschnitt 6 (ohne Brandlastermittlung) gewählt werden.

Wie kann man vorgehen?

- bei Einstufung des gesamten Baukörpers als ungeschützte Konstruktion ist die Ausführung nicht möglich.
- Bei einer Einstufung als F90-Konstruktion müsste die ungeschützte Stahlkonstruktion in eine feuerbeständige Konstruktion gewandelt werden, damit diese Einstufung möglich wird.
- Durch den nachfolgend beschriebenen „gemischten“ Weg lässt sich das Gebäude nachweisen:
 $1500 / 2700 + 950 / 3600 = 0,56 + 0,26 = 0,82 < 1,0 \rightarrow$ Der Nachweis ist erbracht.

Anmerkung: Für die ungeschützten Flächen sind 5 % Wärmeabzugsflächen nachzuweisen. Darüber hinaus ist die Breite der ungeschützten Bereiche auf 40 m zu begrenzen.

Wertung Ltd. Branddirektor Hagen:

Ein Nachweis nach Abschnitt 6 setzt voraus, dass Geschosse im Sinne der Regelungen der BauO durch Decken ohne Öffnungen getrennt sind. Je nach Landesbauordnung bestehen ggf. Anforderungen an Dächer, die an aufgehende Wände ohne Feuerwiderstand bzw. mit Öffnungen grenzen. Ohne diese Voraussetzungen wäre ein Nachweis nach Abschnitt 7 IndBauR notwendig.

Es wird davon ausgegangen, dass im EG die eingeschossige Fläche und die Fläche im zweigeschossigen Bereich keine Trennungen aufweisen. Das OG ist vom EG durch eine „klassische Decke“ im Sinne der BauO getrennt. Das Gebäude bildet insgesamt einen Brandabschnitt.

Es stellt sich also die Frage, ob ein mehrgeschossiger Gebäudeabschnitt mit Feuerwiderstand durch einen eingeschossigen (erdgeschossigen) „Anbau“ ohne Feuerwiderstand ergänzt bzw. erweitert werden kann. Diese Situation ist zunächst in der IndBauR nicht berücksichtigt.

Da eine flächendeckende automatische Brandmeldeanlage eingebaut werden soll, entspricht der Industriebau den Kriterien der Sicherheitskategorie K2.

Nach Abschnitt 6 der IndBauR (Tabelle 1) sind folgende Größen von Brandabschnitten zulässig:

<input type="checkbox"/> zweigeschossig F90	3600 m ²
<input type="checkbox"/> erdgeschossig „F0“	2700 m ²

Lösungsansatz c) bietet eine Möglichkeit und ist zu bewerten. Die Fläche im EG mit insgesamt 2450 m² teilt sich entsprechend auf (1500m² erdgeschossig „F0“ und 950 m² im zweigeschossigen Teil F 90). Wäre die Gesamtkonstruktion F 90, könnten 3600 m² zugelassen werden. Die Fläche ohne Feuerwiderstand reduziert die zulässige Gesamtfläche entsprechend durch Verhältnisbildung. Insoweit ist Lösungsansatz c) richtig und nachvollziehbar. Die Größe der Fläche des Brandabschnittes im EG kann damit nachgewiesen werden, ohne dass sich diesbezüglich die Schutzziele verändern oder sich das Risiko erhöht. Während für den erdgeschossigen Teil (Anbau) ein Bauteilversagen bei Bränden wahrscheinlich ist und auch zunächst hingenommen werden kann, ist im zweigeschossigen Teil ein ausreichender Feuerwiderstand vorhanden, der insbesondere dazu dient, einen Einsturz des OG zu verhindern. Ferner erlaubt der Feuerwiderstand im zweigeschossigen Teil einen Innenangriff durch die Feuerwehr zumindest in einer Erstphase.. Es müssen jedoch noch die Auswirkungen eines Einsturzes im eingeschossigen Teil auf die übrigen Bereiche und hier insbesondere auf das OG

betrachtet werden. Ein solcher Fall darf nicht dazu führen, dass eine Brandübertragung ins OG im Vergleich zu einer Brandübertragung über Außenwände zwischen Geschossen wahrscheinlicher wird. Da die Anforderungen an Außenwände und ggf. an Dächer im Anschluss von Außenwänden in den Landesbauordnungen differieren, wären Einzelbetrachtungen anzustellen. Grundsätzlich kann unter diesen Prämissen (Zusatzbetrachtung Einsturz erdgeschossiger Teil) Lösung c) hinsichtlich der Schutzziele und des Risikos als äquivalent eingestuft werden. Die jeweiligen Gebäudeteile sollten so angeordnet sein bzw. werden, dass eine eindeutige Zuordnung der Bereiche mit und ohne Feuerwiderstand aus einsatztaktischen Gründen erkennbar ist

Beispiel 3 – Auswertung nach Ziffer 7.5.1:

Objektbeschreibung:

Es handelt sich um ein bestehendes ein- bzw. in Teilbereichen zweigeschossiges Gebäude mit einer bebauten Fläche von 1600 m².

1000 m² eingeschossige Fläche sind als ungeschützte Stahlkonstruktion und 600 m² zweigeschossige Fläche in einer feuerbeständigen (F90 nach DIN 4102) Stb.-Bauweise errichtet worden.

In diesem Gebäude ist keine flächendeckende Brandmeldeanlage vorhanden.

Für die Untersuchung dieses Gebäudes soll das Nachweisverfahren nach Abschnitt 7.5.1 (mit Brandlastermittlung) gewählt werden.

Die äquivalenten Branddauern sind jeweils mit 60 Minuten ermittelt worden.

Wie kann man vorgehen?

- Die Einstufung nach Tabelle 9 ist wegen der teilweisen Zweigeschossigkeit nicht möglich.
- Die Einstufung nach Tabelle 1 wäre möglich (siehe Beispiel 2), ist aber nicht gewünscht.
- Durch den nachfolgend beschriebenen „gemischten“ Weg lässt sich das Gebäude auch mit den Formelansätzen nach Abschnitt 7.5.1 nachweisen:

Untersuchungsansätze:

Um die zulässige Fläche auch für gemischte Konstruktionen (geschützte und ungeschützte Konstruktionen bzw. auch zweigeschossige Bereiche innerhalb eines Brandabschnittes) errechnen zu können, wird die Tabelle 3 auf die Formelansätze der ungeschützten Konstruktion (Tabelle 9) zurückgeführt.

Nach Einsetzen der umgewandelten Faktoren F1 in die ursprünglichen Faktoren der Tabelle 3 ergeben sich

die gleichen zulässigen Flächen wie in Tabelle 9 ausgewiesen.

„Reduzierte“ Tabelle 3 (MlndBauRL 3/2000) zur Bewertung der teilweisen Zweigeschossigkeit

t _a	0	15	30	60	>= 90
F1b	3	1,833	0,9	0,6	

F1 = (interpolierte äquivalente Branddauer)

F2 = (brandschutztechnische Infrastruktur)

F3 = (Höhenlage des Fußbodens)

F4 = (Anzahl der Geschosse)

F5 = (Klassifizierung der Deckenabschlüsse)

Interpolationen:

Eingeschossiger Bereich mit 1000 m² (ungeschützte Konstruktion)

F1: Bei t_a = 60 min ergibt sich F1 zu = 0,900 (reduziert)
F2: Es existiert keine Brandmeldeanlage somit wird F2 = 1,000
F3: Die Höhenlage des EG-Fußbodens liegt auf +/- 0,00 somit ist F3 = 1,000
F4: Der Brandabschnitt ist eingeschossig = 1,000
F5: Bei eingeschossigen Baukörpern → = 1,000

Gesamtfaktor für den eingeschossigen Bereich = 0,900

Zweigeschossiger Bereich mit 600 m² (F90-Konstruktion)

F1: Bei t_a = 60 min ergibt sich F1 zu = 1,500
F2: Es existiert keine Brandmeldeanlage somit wird F2 = 1,000
F3: Die Höhenlage des OG-Fußbodens liegt auf + 5,00 somit ist F3 = 1,000
F4: Zweigeschossiger Bereich = 0,800
F5: Öffnungen mit n.b. Baustoffen dicht verschlossen = 0,700

Gesamtfaktor für den zweigeschossigen Bereich = 0,840

Zul. Brandbekämpfungsfläche:

Zunächst werden die zulässigen Teil-Brandbekämpfungsabschnitte der Teilbereiche ermittelt:

Teil 1: Eingeschossiger Bereich

$$\text{Zul. BBA, Teil 1} = 3000 \times 0,9 = 2700 \text{ m}^2$$

Teil 2: Zweigeschossiger Bereich

$$\text{Zul. BBA, Teil 2} = 3000 \times 0,84 = 2520 \text{ m}^2 \text{ (für jedes Geschoß)}$$

Jetzt müssen die tatsächlich vorhandenen Teilflächen zu den zul. Teil-Brandbekämpfungsflächen ins Verhältnis gesetzt werden und wie in den Beispielen 1 und 2 gegen „Eins“ gerechnet werden.

Zulässigkeitsprüfung des vorliegenden Beispiels für das untere Geschoß:

$$\begin{aligned} \text{Zul. BBA} &= 1000 / 2700 + 600 / 2520 \\ &= 0,3704 + 0,2381 = 0,6085 < 1 \rightarrow \text{Ausführung ohne Brandschutztrennung} \\ &\text{möglich} \end{aligned}$$

Die Obergeschoßfläche ist bereits im o.a. Ansatz nachgewiesen worden ($600 < 2520$) und ist entsprechend IndBauRL ohne Berücksichtigung eines seitlichen Brandüberschlages ausführbar.

Will man die zul. BBA-Fläche für dieses Objekt in m^2 z.B. im unteren Geschoß erhalten, so dividiert man die tatsächlich vorhandene Flächensumme (in diesem Fall 1600 m^2) durch die Summe der Verhältnismerte ($0,608$) und erhält:

$$\text{Zul. BBA, EG} \quad 1600 / 0,6085 = 2629,40 \text{ m}^2 \text{ für dieses Beispielobjekt.}$$

Kontrollrechnung zur Überprüfung dieser zul. BBA-Fläche in Erdgeschoß

Zunächst müssen die Teilbereichsflächen im Verhältnis hochgerechnet werden:

$$\begin{aligned} \text{Eingeschossige Fläche} &= 2629,40 \times 1000 / 1600 = 1643,38 \text{ m}^2 \\ \text{Zweigeschossige Fläche} &= 2629,40 \times 600 / 1600 = 986,03 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Probe: } 1643,38 / 2700 + 986,03 / 2520 = 0,6087 + 0,3913 = 1 \rightarrow \text{entspricht } 2629,40 \text{ m}^2$$

→ Der Nachweis ist erbracht – WA-Flächen für die ungeschützt Konstruktion sind noch nach Tabelle 9 zu ermitteln. Die zul. Gebäudebreite ebenso.

Wertung Ltd. Branddirektor Hagen:

Ein Nachweis nach Abschnitt 6 der IndBauR wäre analog Beispiel 2.

Abschnitt 7 ermöglicht es, einerseits die Brandlast mit in die Bewertung einzubeziehen und andererseits auch Verbindungen (Öffnungen) zwischen den Geschossen zu berücksichtigen.

Es wird davon ausgegangen, dass im EG die eingeschossige Fläche und die Fläche im zweigeschossigen Bereich keine Trennungen aufweisen. Das OG weist zum EG Öffnungen auf oder ist vom erweiterten (erdgeschossigen) Teil zum Beispiel über das Dach dieses Anbaus nur eingeschränkt geschützt. Das Gebäude bildet insgesamt einen Brandbekämpfungsabschnitt (nicht Brandabschnitt im Sinne der BauO).

Es stellt sich also die Frage, ob ein mehrgeschossiger Gebäudeabschnitt mit Feuerwiderstand durch einen eingeschossigen (erdgeschossigen) „Anbau“ ohne Feuerwiderstand ergänzt bzw. erweitert werden kann. Diese Situation ist zunächst in der IndBauR nicht berücksichtigt.

Die äquivalente Branddauer (hier auch erf. Feuerwiderstandsdauer nach DIN 18230-1) wurde mit 60 Min ermittelt. Das heißt, die Feuerwiderstandsklasse F90 für die tragenden und aussteifenden Bauteile ist für zweigeschossige Bauten ausreichend.

Erdgeschossige Industriebauten sind auch ohne Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden und aussteifenden Bauteile zulässig.

Es gilt nun, die Kombination zu bewerten. Voraussetzung ist, dass die Schutzziele berücksichtigt werden und das Risiko sich nicht erhöht.

Hiezu dient die Gleichung nach Abschnitt 7.5.1 IndBauR:

$$\text{zul } A_{G,BBA} = 3000 \text{ m}^2 \times F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5$$

aus der sich die zulässige Fläche je Geschoß in einen ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt errechnen lässt.

Der erste Schritt hierzu, die Tabelle 3 (Faktor F1 – Berücksichtigung der äquivalenten Branddauer) anhand der Werte nach Tabelle 9 für Brandbekämpfungsabschnitte ohne Anforderungen an die tragenden und aussteifenden Bauteile zu korrigieren bzw. zurückzuführen, ist logisch und nachvollziehbar. Hier geschieht nichts anderes, als die Werte nach Tabelle 9 in eine Form wie in Tabelle 3 zu kleiden und für die Gleichung anwendbar zu gestalten.

Der zweite Schritt besteht darin, die Faktoren F1 bis F4 getrennt für die jeweiligen Bereiche (eingeschossig und mehrgeschossig) festzulegen. Zulässige Interpolationen werden dabei berücksichtigt. Für den erdgeschossigen Teil (F0) wird F1 gemäß dem ersten Schritt eingesetzt (reduzierte Werte). Für den zweigeschossigen Teil wird neben den Faktoren für die Höhenlage des BBA und der Geschossigkeit auch der Faktor F5 (Öffnungen zwischen den Geschossen) berücksichtigt. Obwohl hiermit zunächst Öffnungen in Decken gemeint sind, kann der Faktor F 5 auch für Außenwände mit Öffnungen hilfsweise herangezogen werden.

Im dritten Schritt werden die zulässigen Flächen für die jeweiligen Teilbereiche im EG (unter Berücksichtigung von t_a und den weiteren Faktoren) getrennt ermittelt). Für das OG gilt der Wert für den zweigeschossigen Bereich.

Im vierten Schritt wird für die Mischkonstruktion unter Verhältnisbildung die zulässige Gesamtfläche im EG gebildet, wobei der Wert insgesamt unter 1 bleiben muss (hier 0,6085). Das heißt, die Schutzziele sind gewahrt und das Risiko ist nicht erhöht. Während für den erdgeschossigen Teil ggf. auch Bauteilversagen akzeptiert werden kann, ist die Standsicherheit im zweigeschossigen Teil nachgewiesen. Der Feuerwiderstand im EG des zweigeschossigen Teils dient insbesondere dazu, den Einsturz des OG zu verhindern. Das OG selbst ist feuerbeständig, da es ein weiteres Geschoß bildet und standsicher bleiben muss. Es zählt jedoch zum Brandbekämpfungsabschnitt und ist nicht im Sinne wie Geschosse nach der BauO geschützt, was bei Nachweisen nach Abschnitt 7 der IndBauR zulässig ist.

Die weiteren Berechnungen dienen zur Überprüfung der Plausibilität und zur Kontrolle. Sie zeigen auch die Grenzzustände auf. Es wird deutlich, dass die Verhältnisbildung bzw. Mischkonstruktion zu einer Reduktion der zulässigen Flächen führt (im erdgeschossigen Teil von 2700 m² auf 1643 m² und im zweigeschossigen Teil von 2520 m² auf 986 m²).