



Bildquelle: Gerd Geburtig

Abb. 1: Eine moderne Lernlandschaft mit einer nicht zeitgemäßen Muster-Schulbaurichtlinie umzusetzen ist nicht leicht.

Raus aus der „Komfortzone“ – Teil 4: Angemessene Anforderungen an Schulen

In diesem Teil der Beitragsreihe soll anhand des Sonderbautatbestandes nach § 2 (4) Nr. 13 MBO [1] der Schulbau analysiert werden. Zugleich gibt der Beitrag Vorschläge für mögliche und überfällige Änderungen der Muster-Schulbaurichtlinie (MSchulbauR) [2]. Denn ein zeitgemäßer Schulbau entspricht oftmals nicht mehr dieser in die Jahre gekommenen Vorschrift (s. Abb. 1).

Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Geburtig

Bei Sonderbauten ist aus bauaufsichtlicher Sicht besonders auf den Brandschutz zu achten, denn es können von einem Brand größere Personengruppen, hilfsbedürftige Menschen oder Gebäude mit großen Höhen und Ausdehnungen bzw. mit Nutzungen, die ein besonderes Gefährdungspotenzial mit sich bringen, betroffen sein. Deswegen ist es unstrittig, dass für solche Gebäude, die nicht dem Standard entsprechen, auch besondere Brandschutzanforderungen notwendig werden können.

Um die Planung, Bemessung und Ausführung grundsätzlich zu vereinfachen und das erforderliche Sicherheitsniveau bestimmen zu können, führte man in Deutschland zunächst durch die jeweilige Baupolizei und nach dem Zweiten Weltkrieg durch die zuständigen obersten Bauaufsichten der Länder in der Bundesrepublik Deutschland verschiedene Verordnungen ein.

Der Erfolg kann sich seitdem sehen lassen: Bei Weitem sind danach die wenigsten Brandfälle und auch Todesopfer beispielsweise in Versammlungsstätten, Verkaufsstätten, Krankenhäusern oder gar Schulen zu verzeichnen.

Dennoch hat sich in den vergangenen Jahrzehnten ein gewisser „Schlendrian“ eingeschlichen, der einhergehend mit dem guten Willen, das jeweilige Risiko so weit wie möglich herabzusetzen bzw. die Sicherheit beständig zu steigern, zu unnötiger Verschwendung und überflüssigem Ressourcenverbrauch führt.

Risikopotenziale bei Sonderbauten: Beispiel Schulgebäude

Weil Sonderbauten

- bauliche Anlagen mit besonderer Höhe oder Ausdehnung,
- Gebäude für größere Personenzahlen oder mit hilfsbedürftigen Personen
- sowie für atypische Nutzungen mit besonderem Gefährdungspotenzial sein können, ist es möglich, an Sonderbauten wegen der besonderen Art oder Nutzung aus brandschutztechnischer Sicht nach § 51 MBO einerseits besondere Anforderungen zu stellen und andererseits Erleichterungen zu gestalten.

Dazu kann der betreffende Gesetzgeber (die Bundesländer) gemäß § 85 (1) Nr. 4 MBO durch Rechtsverordnung entsprechende Vorschriften erlassen. Bei der Gestattung von Erleichterungen können zudem die jeweiligen besonderen Anforderungen zur Beurteilung herangezogen werden, müssen es aber nicht.

Unabhängig davon, ob es sich um einen neu zu errichtenden oder einen bestehenden Sonderbau handelt, müssen auch bei diesem selbstverständlich die brandschutztechnischen Schutzziele gemäß den §§ 3 und 14 MBO und ggf. darüber hinausgehend die der geltenden Sonderbauvorschrift erreicht werden. Somit ist trotz möglicher, vielfältiger und besonderer Ausbildung der Gebäude ein gleiches Sicherheitsniveau notwendig. Trotzdem stellt sich die Frage, ob das ausschließlich mit der Einhaltung der Akzeptanzkriterien, die entweder in der MBO oder einer Sonderbauverordnung bzw. -richtlinie enthalten sind, oder bei ausgewählten Sonderbauten, beispielsweise Schulgebäuden, auch mit teilweise sogar erheblich niedrigeren und damit ressourcensparenden Anforderungen möglich ist.

„Selbstverständlich nicht!“ – hört man bereits vielfältige Ausrufe: Warum sollen diese bewährten Anforderungen, die eine Einzelfallbetrachtung überflüssig machen, beiseitegelegt werden, nur um etwas Material einzusparen? Oder spielt da womöglich sogar jemand mit der Sicherheit „unserer Kinder“? Aber ist dieser „Automatismus“ bei Sonderbauten in der Tat angebracht bzw. fallen uns dazu wirklich keine zeitgemäßen Betrachtungen, z.B. nach DIN 18009-1 [3], ein?

Tabelle 1: Aufschlüsselung der Gebäudebrände der Jahre 2014 bis 2020 in Thüringen, gegliedert nach der Nutzungsart [6]

Nutzungsart	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kritischer Wohnungsbrand*	96	73	89	152	178	168	190
Wohngebäude (sonstige)	572	701	628	806	857	870	961
Büro, Verwaltung	26	59	22	33	31	32	26
Verkaufsstätte	36	44	43	26	25	32	26
Gewerbe/Handwerk	67	64	74	83	108	94	71
Industrie	110	192	225	198	180	245	199
Beherbungsstätte	27	63	48	33	35	39	32
Deponie/Recycling	24	17	26	28	62	66	62
Krankenhaus	29	33	17	21	11	25	18
Schule, Hochschule	16	29	14	22	18	21	14
Versammlungsstätte	16	18	23	19	24	16	21
Heime	45	56	51	72	57	66	63
Lager/Logistik	54	45	58	34	41	46	51
Kindertagesstätte	2	8	3	9	7	12	3
Gebäude mit landwirtschaftlicher Nutzung	46	51	42	63	80	90	64
Verkehrsanlagen/Tunnel	15	10	16	7	12	10	8
Keine Nutzung	79	122	98	143	202	186	212
Gesamt	1.260	1.585	1.475	1.749	1.939	2.018	2.021

* Kritischer Wohnungsbrand: Wohnungsbrand im OG eines mehrgeschossigen Gebäudes bei verqualmten Rettungswegen

Insbesondere aus ökologischer Sicht ist es sinnvoll zu überlegen, ob verminderte Feuerwiderstände mit einhergehenden Materialeinsparungen nicht genauso ausreichen, um das gesteckte Sicherheitsniveau zu erlangen!

Ein weit verbreiteter Irrglaube besteht darin, dass durch Prüfende zum einen gemeint wird, dass eine durch eine Sonderbauvorschrift „per se“ geforderte Brandschutzmaßnahme nicht als eine besondere Anforderung gewertet werden kann, weil diese ja ohnehin verlangt würde, und zum anderen, dass jede Erleichterung automatisch eine besondere Anforderung nach sich zieht. Beides trifft jedoch eindeutig nicht zu, weil das die Formulierung des § 51 MBO nicht vorschreibt und in der MBO nirgendwo verankert ist, dass es sich bei der Gestattung von Erleichterungen um einen „Eins-zu-eins-Deal“ handeln müsse. Stattdessen ist allein die konkrete Bewertung für den jeweiligen Einzelfall maßgeblich.

Um herauszufinden, welches Risikopotenzial bei welcher Sonderbaunutzung spezifisch ist, sollte man sich zunächst mit der zu erwartenden Eintrittswahrscheinlichkeit anhand realistischer Szenarien für die betreffende Nutzung und dem dabei zu erwartenden Schadensausmaß beschäftigen. Es ist ein geringeres Schadensereignis zu erwarten – zumindest in Bezug auf mögliche Personenschäden –, wenn redundante bauliche Rettungswege vorhanden sind. Daher ist es immer wieder erstaunlich, wie selten die Anordnung eines zweiten baulichen Rettungswegs schon durch die Brandschutzplanung als besondere Anforderung i.S. des § 51 MBO gewertet wird. Dabei stellt der zweite bauliche Rettungsweg genau eine solche besondere Anforderung dar, denn zunächst genügt unabhängig von der zu erwartenden Personenzahl bei allen Standardgebäuden ein baulicher Rettungsweg, solange der zweite über Rettungsgeräte der Feuerwehr nach den geltenden Muster-Richtlinien [4] gewährleistet ist [5].

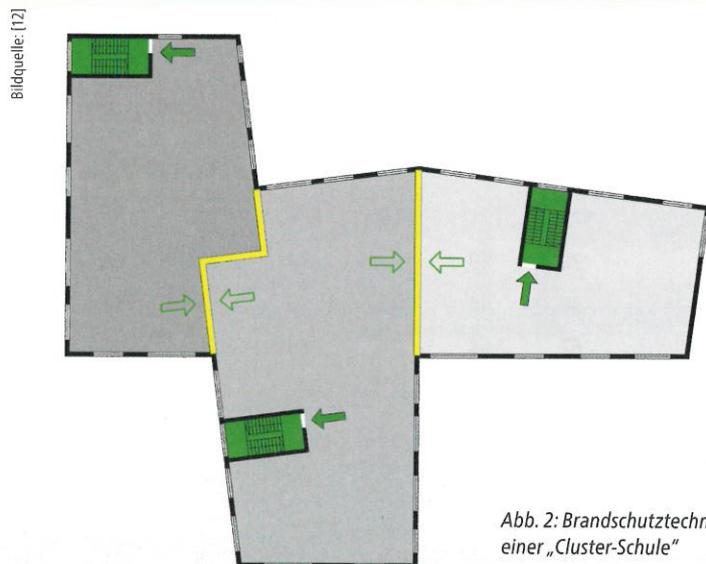


Abb. 2: Brandschutztechnische Struktur einer „Cluster-Schule“

Untersuchung von Brandereignissen in verschiedenen Gebäudearten

Hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit von Bränden wird in Deutschland immer wieder die schlechte Datenlage und das Fehlen geeigneter Statistiken bedauert. Das trifft in der Form jedoch nicht zu, denn beispielsweise in Thüringen werden bereits seit vielen Jahren dazu eine präzise Statistik geführt. Der Tabelle 1 kann entnommen werden, mit welcher Häufigkeit bei welcher Gebäudenutzung sich Brandereignisse ereignen. Der stabile Trend der letzten Jahre kann dabei durchaus als Maßstab für eine Eintrittswahrscheinlichkeit bei einer bestimmten Nutzung gelten. Dazu darf sicherlich angemerkt werden, dass diese Statistik im Verhältnis in etwa für alle Bundesländer gilt, denn das Bundesland Thüringen scheint in dieser Hinsicht weder ein „Ausreißer“ nach unten noch nach oben zu sein, sondern bildet offensichtlich einen allgemeinen Maßstab ab.

Der Anteil an Bränden in Schulen und Hochschulen macht danach in Thüringen kaum messbare 0,007% bis 0,019% aller Brände aus, was ohne Zweifel mit den hohen organisatorischen Anforderungen (= besondere Anforderung nach § 51 MBO) in Verbindung gebracht werden kann. Somit kann ein Brandereignis in einer Schul- oder Hochschuleinrichtung als äußerst selten angenommen werden.

Ein Brandereignis in einer Schule könnte einen gesellschaftlich nicht akzeptablen hohen Schaden nach sich ziehen, wenn es nicht mit wenigen Ausnahmen, bei denen in Schulen mit nicht mehr als zwei Geschossen und mit nicht mehr als 300 m² Geschossfläche im Obergeschoss [7], die grundsätzliche besondere Anforderung nach (mindestens) zwei baulichen Rettungswegen für alle Unterrichtsräume gäbe. Diese ist somit auch grundsätzlich nicht infrage zu stellen. Die allerdings bei Risikoanalysen für Schulbauten oft getätigte Unterstellung, dass besonders Physik- und Chemie-Unterrichtsräume sog. Räume mit erhöhter Brandgefahr darstellen, trifft einfach nicht zu. Wozu gibt es einschlägige arbeitsschutzrechtliche Vorschriften, die Gefahrstoffverordnung [8] oder die Empfehlung der Kultusministerkonferenz „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RISU)“ [9]? Wenn sogar der Schallschutz im Musikunterricht in diesen Richtlinien geregelt wird, weshalb wird dann in Brandschutzkonzepten immer wieder davon ausgegangen, dass die zwingenden Verpflichtungen zur richtigen Lagerung von ohnehin nur in geringen Mengen zulässigen Gefahrstoffen missachtet werden? Leider führen derart unrealistische Unterstellungen oftmals zu überflüssigen Brandschutzmaßnahmen.

Somit sind die derzeit zu aufwendigen Anforderungen in der MSchulbauR zu hinterfragen und auf den Prüfstand zu stellen.

Das betrifft insbesondere die nach den Abschnitten 2 und 3 vorgeschriebenen Feuerwiderstandsdauern, die zumindest relativ zu Standardgebäuden (s. in [10]) abgemindert werden könnten. Hinzu kommt, dass in Schulgebäuden im Allgemeinen weitaus geringere Brandlasten anzutreffen sind als in Wohngebäuden. Gemäß den aktuellen Annahmen in DIN EN 1991-1 [11] ist für Klassenzimmer in Schulen ein charakteristischer Wert für die Brandlastdichte von annähernd 400 MJ/m² (90%-Quantil) anzusetzen, während für Wohnungen eine von 1.085 MJ/m² maßgeblich ist. Somit entspricht die Brandlastdichte für Unterrichtsräume nur in etwa einem Drittel der für Wohngebäude. Trotzdem werden dieselben Feuerwiderstandsklassifikationen verlangt!

Moderne Schulgebäude werden zumeist auch ohne notwendige Flure geplant. Diese sind reine Verkehrsflächen und bleiben somit die meiste Zeit des Tages „ungenutzt“, sodass wertvolle Flächen keiner Unterrichtsform zugeordnet werden können. Demgegenüber werden heutzutage Schulgebäude jedoch überwiegend in Form von sog. Clustern oder Lernlandschaften ohne notwendige Flure geplant (s. Abb. 2). Leider reagierte bislang nur das Land Nordrhein-Westfalen auf die heutigen Unterrichtskonzepte, wenn auch mit weitaus überzogenen besonderen Anforderungen verbunden [13]. Deswegen erfolgt nachstehend eine Analyse möglicher Einsparungen. Dies erfolgt auf der Grundlage einer umfangreichen Auswertung von Brandschutzkonzepten, in diesem Fall für Schulbauten.

Auswertung von Erleichterungen bei Schulbauten

Um diese Frage beantworten und eine Grundlage für sinnvoll reduzierte materielle Brandschutzanforderungen in der Muster-SchulbauR anbieten zu können, wertete der Autor geprüfte Brandschutznachweise für mehr als 250 Schulgebäude aus und nahm ingenieurgemäße Untersuchungen vor.

Aus der praktischen Tätigkeit des Autors war diesem bekannt, dass auch bei nahezu allen Schulgebäuden eine Vielzahl von Erleichterungen von der MSchulbauR auftritt.

Tabelle 2: Auswertung von 265 Brandschutzkonzepten für Schulgebäude (gestattete Erleichterungen)

§ MBO/Abschnitt MSchulbauR	5/6	26/27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	2	3	4-11	Sonstige
Anzahl der Erleichterungen	4	49	12	44	68	125	19	46	38	207	97	197	209	50	47
Anteil in %	0,3	4,0	1,0	3,6	5,6	10,3	1,6	3,8	3,1	17,1	8,0	16,3	17,3	4,2	3,8

Tabelle 3: Häufig festgestellte Erleichterungen von den Detailanforderungen

§ MBO/Abschnitt MSchulbauR	31 (1), (2), (4)	35 (1), (2), (4), (5), (6)	2.1, 2.2 und 2.4	3.1, 3.3 und 3.4
Anforderungen hinsichtlich ...	Feuerwiderstand von Decken zwischen den Geschossen	Größe der Nutzungseinheiten	Feuerwiderstand tragender und aussteifender Bauteile	Konkrete Ausbildung der Rettungswege
	Feuerwiderstand von Decken oberhalb des Kellergeschosses	Länge des Rettungswegs	Anforderungen an Brandwände	Notwendige Flure (Entfall)
	Größe der Nutzungseinheit	Wände notwendiger Treppenräume	Anforderungen an Wände und Türen von Hallen	Breite von Rettungswegen (Bestandsgebäude)
		Baustoffbeschaffenheit		
		Lage bzw. Größe der Öffnungen zur Rauchableitung		

Um dies zukünftig zu vermeiden und weitere Ressourceneinsparungen aufdecken zu können, wurde eine detaillierte Auswertung von 265 im Zeitraum von 2009 bis 2021 geprüften Brandschutzkonzepten vorgenommen. Bei den Bauvorhaben handelte es sich um 42 Neubauten und in 223 Fällen um Sanierungen, jedoch teilweise mit wesentlichen Änderungen, sodass diese eine brandschutztechnische Neubewertung nach sich zogen und deswegen aus behördlicher Sicht wie ein vergleichbarer Neubau zu behandeln waren. Insgesamt wurden bei den Brandschutzkonzepten 1.212 Erleichterungen bzw. Abweichungen (je nach Landesrecht) von den materiellen Anforderungen der §§ 5 und 6, 26 – 37, 39 – 42 der MBO sowie den Abschnitten 2 bis 11 der Muster-Schulbauordnung (MSchulbauR) festgestellt. Wegen der im Detail unterschiedlichen Anordnung der konkreten brandschutztechnischen Anforderungen der in den Ländern eingeführten Schulbauordnung wurden die abweichenden Tatbestände vereinheitlichend den jeweiligen Paragraphen der Musterbauordnung zugeordnet. Die statistische Auswertung und der prozentuale Anteil der Erleichterungen können der Tabelle 2 entnommen werden.

Den Hauptanteil der beantragten und gestatteten Erleichterungen betrifft mit insgesamt knapp 61 % Anforderungen an Decken und notwendige Treppenräume (§§ 31 und 35 MBO) sowie an den Feuerwiderstand der tragenden und aussteifenden Bauteile sowie die konkrete Ausbildung von Rettungswegen, insbesondere hinsichtlich eines Entfalls notwendiger Flure innerhalb von Nutzungsabschnitten in Schulen (s. Abschnitte 2 und 3 MSchulbauR). Die Tabelle 3 stellt die jeweiligen Anforderungen zusammen. Die entsprechenden Erleichterungen erhielten oftmals die Zustimmung der zuständigen Brandschutzdienststellen. Auch bei reduzierten Feuerwiderständen von tragenden und aussteifenden Bauteilen oder Geschossdecken, nicht nur bei Bestandsgebäuden, besteht bei Schulen kein signifikant niedrigeres Sicherheitsniveau. Dies bestätigen die gestatteten Erleichterungen der o.g. Auswertung. Untersuchungen mit Brandschutzingenieurmethoden deckten zudem nachweisliche Einsparmöglichkeiten auf: Beispielsweise ergab eine umfassende Untersuchung für eine im Bestand vorhandene Atriumsituation innerhalb eines bestehenden Schulbaus, dass anhand der in einem durchschnittlichen

Unterrichtsraum anzunehmenden Brandlasten bei einem Raumbrand entsprechend der Bemessungsgruppe 3 nach DIN 18232-2 [14] dort nicht annähernd das Temperaturniveau der Einheitstemperatur-Zeitkurve nach DIN 4102-2 [15] erreicht wird. In der Abbildung 3 ist dieser Zusammenhang ersichtlich, der zwar auch von den jeweiligen konkreten Ventilationsbedingungen des konkreten Raums abhängig ist, aber wegen der gängigen Fensterflächen in Unterrichtsräumen und der ähnlichen Brandlasten vom Grundsatz her durchaus verallgemeinert werden kann. Werden die in der MSchulbauR geforderten Rettungswegbreiten berücksichtigt, die Ortskenntnis der Nutzer und geringe Evakuierungszeiten dank regelmäßig durchzuführender Räumungsübungen, unterstützt das die Annahme, dass für Schulgebäude gegenüber den aktuellen Anforderungen in der MSchulbauR weitaus geringere Feuerwiderstandsdauern ausreichend sind. Insofern sollen diese Untersuchungen dazu anregen, das materielle Anforderungsniveau der Einzelvorschriften in der Muster-Schulbauordnung zu diskutieren, um einer weiteren täglichen und unnötigen Ressourcenverschwendung Einhalt zu gebieten.

Bildquelle: Gerd Geburttig

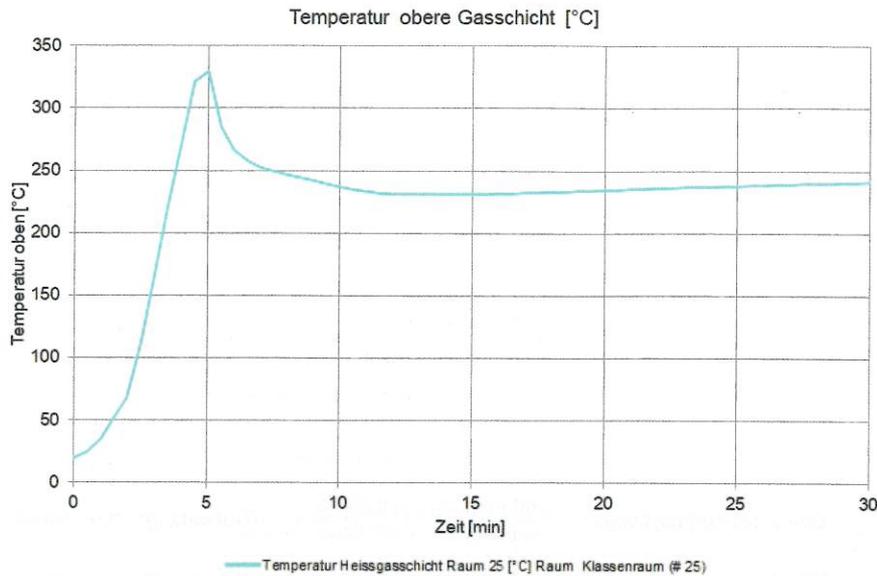


Abb. 3: Ergebnis einer ingenieurgemäßen Untersuchung eines Unterrichtsraums

Vorschläge für mögliche Änderungen der Muster-Schulbaurichtlinie

Abgeleitet aus der niedrigen Eintrittswahrscheinlichkeit von Bränden in Schulen, der grundsätzlichen Forderung nach zwei baulichen Rettungswegen für alle Unterrichtsräume, den ingenieurgemäß durchgeführten Untersuchungen und dem ermittelten Abweichungspotenzial, ist es aus der Sicht des Autors möglich, die derzeitigen materiellen Anforderungen in der Muster-Schulbaurichtlinie zu senken (s. Tabelle 4). Damit wären auch bei Schulgebäuden erhebliche Ressourceneinsparungen möglich und vielfältig zu begründende Erleichterungen obsolet. Hinzu kommt, dass vor allem das Errichten von Schulgebäuden in Containerbauweise, zumindest von bis zu max. dreigeschossigen Baukörpern, erleichtert würde und beim Einsatz von Holzbauweisen ein erheblich geringerer Materialverbrauch zu erreichen wäre.

Tabelle 4: Auswahl möglicher Einsparpotenziale in der MBO bzw. der MSchulbauR

MSchulbauR	Anforderung in der MSchulbauR, ggf. i. V. m. MBO (Kurzform)	Vorschlag für eine mögliche Reduzierung
Abschnitt 2.1 i.V.m. § 27 (1) Nr. 1 MBO	Tragende und aussteifende Wände und Stützen feuerbeständig	Tragende und aussteifende Wände und Stützen mit einem Feuerwiderstand von 45 Minuten
Abschnitt 2.1 i.V.m. § 27 (2) Nr. 2 MBO	Tragende und aussteifende Wände und Stützen hochfeuerhemmend	Tragende und aussteifende Wände und Stützen mit einem Feuerwiderstand von 30 Minuten
Abschnitt 2.1 i.V.m. § 27 (1) Nr. 3 MBO	Tragende und aussteifende Wände und Stützen feuerhemmend	Tragende und aussteifende Wände und Stützen mit einem Feuerwiderstand von 15 Minuten
Abschnitt 2.1 i.V.m. § 27 (2) Nr. 1 MBO	Tragende und aussteifende Wände und Stützen im Kellergeschoss feuerbeständig	Tragende und aussteifende Wände und Stützen im Kellergeschoss mit einem Feuerwiderstand von 45 Minuten
Abschnitt 2.2 i.V.m. § 30 (3) MBO	Nachweis mechanischer Belastbarkeit	Robustheitsnachweis ausreichend
Abschnitt 2.1 i.V.m. § 31 (1) Nr. 1 MBO	Decken feuerbeständig	Feuerwiderstand 45 Minuten
Abschnitt 2.1 i.V.m. § 31 (1) Nr. 2. MBO	Decken hochfeuerhemmend	Feuerwiderstand 30 Minuten
Abschnitt 2.1 i.V.m. § 31 (1) Nr. 3. MBO	Decken feuerhemmend	Feuerwiderstand 15 Minuten
Abschnitt 2.1 i.V.m. § 31 (2) Nr. 1. MBO	Decken feuerbeständig	Feuerwiderstand 45 Minuten
§ 35 (1) Nr. 2.	Max. 200 m ²	Max. 800 m ² i. V. m. Alarmierungsanlage
§ 35 (1) Nr. 3.	Schutz Außentreppe	Nicht erforderlich, da zwei bauliche Rettungswege vorhanden
§ 35 (4) Nr. 1.	Nachweis mechanischer Belastbarkeit	Robustheitsnachweis ausreichend
§ 35 (4) Nr. 2.	Nachweis mechanischer Belastbarkeit	Robustheitsnachweis ausreichend

Fazit

Durch die Risikoanalyse und die Auswertung von Erleichterungen für Schulgebäude wurde gezeigt, dass diese keine Verminderung der brandschutztechnischen Schutzziele zur Folge haben. Zugleich konnten Potenziale für sinnvolle und aus ökologischer Sicht wertvolle Einsparungen beim Brandschutz benannt werden. Es wird damit die grundlegende Anregung der bisherigen Beitragsreihe vertieft, weitaus mehr Möglichkeiten zu entdecken, mit denen der vorbeugende Brandschutz zu der dringend gebotenen Ressourcenschonung beitragen kann. Zugleich werden Chancen für modernere und verbesserte Planungsinstrumente im Bereich von Sonderbauten am Beispiel des Schulbaus dargestellt. Die Muster-Schulbau-Richtlinie ist in der gegenwärtigen Form kein zeitgemäßes brandschutztechnisches Planungsinstrument mehr und sollte dringend unter Beachtung möglicher ökologischer Einspar-effekte überarbeitet werden. ■



Abb. 4: Schulbau in Holzbauweise

Über den Autor

Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Geburtig

Inhaber der Planungsgruppe Geburtig; Leiter des Referats Brandschutz in der WTA e.V.; Mitglied in den Normungsausschüssen (NABau) DIN 18009 und DIN 4102-4; Prüfenieur für Brandschutz



Quellen

- [1] Musterbauordnung (MBO) Fassung November 2002, zul. geä. durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22.02.2019
- [2] Muster-Richtlinie über bauaufsichtliche Anforderungen an Schulen (MSchulbauR), Fassung April 2009
- [3] DIN 18009-1:2019-09, Brandschutzingenieurwesen – Teil 1: Grundsätze und Regeln für die Anwendung
- [4] Muster-Richtlinien über Flächen für die Feuerwehr, Fassung Februar 2007, zul. geä. durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom Oktober 2009
- [5] Vollzug der Thüringer Bauordnung, Bekanntmachung vom 30. Juli 2018, hier Nr. 33.1.2
- [6] Einsätze im Brandschutz, in der Allgemeinen Hilfe und im Katastrophenschutz im Freistaat Thüringen, Jahresberichte 2014 – 2020
- [7] Richtlinie über bauaufsichtliche Anforderungen an Schulen (BASchulRL M-V) vom 23. März 2009, Abschnitt 3.1
- [8] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010, zul. geä. am 21. Juli 2021
- [9] Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RISU), Empfehlung der Kultusministerkonferenz, Stand 14.06.2019
- [10] Geburtig, G., Raus aus der „Komfortzone“: Überprüfung materieller Anforderungen der MBO, in FeuerTrutzMagazin 02.2022, Köln 2022, S. 55 – 59
- [11] DIN EN 1991-1-2/NA:2015-09, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1 – 2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke, hier Tabelle BB.1
- [12] brandschutz plus GmbH, Brandschutznachweis für das Projekt: Waldorf-Campus Berlin (1. Bauabschnitt), Neubaumaßnahme Johannes-Schule-Berlin, Stand 26.11.2014, S. 16, unveröffentlicht
- [13] Richtlinie über bauaufsichtliche Anforderungen an Schulen (SchulbauRichtlinie – SchulbauR), Runderlass des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung – 615 – 170 – vom 17. November 2020
- [14] DIN 18232-2:2007-11, Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 2: Natürliche Rauchabzugsanlagen (NRA); Bemessung, Anforderungen und Einbau
- [15] DIN 4102-2:1977-02, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 2: Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen