

Konstruktionen in Leichtbauweise

1 Einleitung

Zwischen 2004 und 2006 hab ich meinen Master in Sicherheitstechnik gemacht. Diese Ausbildung umfasste auch einen Kursus zur Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz. Im Laufe des Kursus schrieb ich eine Abhandlung zum Thema Arbeitssicherheit im Feuerwehrdienst von Oostkamp, wo ich meinen Dienst als freiwilliger Feuerwehrmann verrichte. Um einen besseren Zugriff auf das Thema zu bekommen, studierte ich zahlreiche Unglücksfälle in den USA, bei denen Feuerwehrleute ihr Leben verloren. Dabei fiel mir auf, dass erstaunlich viele Feuerwehrleute zu Tode kamen, weil sie durch einen Boden hindurch, direkt in das Feuer unter ihnen fielen.

Persönlich hatte ich noch nie von einem solchen Vorfall in Belgien oder in einem unserer Nachbarländer gehört. Anfangs verstand ich nicht, was sie in Amerika anders machten als bei uns. Mit den Jahren begann ich zu verstehen, dass es vor allem die vollkommen unterschiedlichen Konstruktionsmethoden der Gebäude waren, die dort immer wieder für schwere Unfälle sorgten. Im Gegensatz zu unserer bevorzugten Bauweise aus Mauerwerk, werden in Nordamerika viele Häuser aus Holz gebaut.

In der Vergangenheit wurde dort vorzugsweise Bauholz mit großem Durchmesser für den Wohnungsbau verwendet. Allerdings ist Baumaterial teuer. Ein großer solider Holzbalken kostet bedeutend mehr, als ein hölzerner Sparren. Aufgrund dessen änderten sich die Konstruktionsmethoden in den VS drastisch. Der Gebrauch von massiven Holzbalken ging stark zurück und musste den billigeren Sparren, Doppelstegträgern oder sogar kleinen Fachwerkstrukturen weichen. Diese spezielle Art des Gebäudebaus nennt sich Leichtbauweise.

Diese Vorgehensweise beim Häuserbau bietet einige Vorteile. Das für viele Bauherren wohl überzeugendste Argument zu Gunsten der Holzbaumethode, ist der niedrigere Kostenaufwand. Darüber hinaus ist das Material einerseits sehr leicht, bietet aber, dessen ungeachtet, eine brauchbare Tragfähigkeit, was wiederum den Einsatz von Leichtbauelementen beim Wohnungsbau befürwortet. Nicht außer Acht zu lassen ist auch der Umweltfaktor, denn bei diesem Baustil wird weniger Holz benötigt.



Bild 1 Hölzerne Fachwerkträger
(Photo: NIST)

Wie auch immer, trotz aller Vorteile enthält diese Bauweise auch einige nicht zu übersehende Nachteile. Eine ganz entscheidende Schwachstelle ist das Verhalten des Gebäudes im Brandfall. Dieser Artikel versucht die Probleme der Leichtbauweise aufzuzeigen.

2 Risiken

2.1 Stabilität

Im Niederländischen existiert eine Bezeichnung, die sich am besten mit dem Ausdruck „Massivität“ übersetzen lässt. Dieser Begriff, der vor allem unter Zivilingenieuren genutzt wird, dient dazu das Verhältnis zwischen Volumen und Umfang zu definieren. International wird gemeinhin das Verhältnis von Oberfläche zum Volumen (S/V) genutzt, was die umgekehrte Vorgangsweise zur oben genannten Methode darstellt.

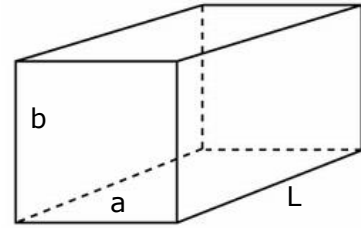


Bild 2 Schematische Zeichnung eines Balkens

Das Volumen eines Balkens entspricht der Querschnittsfläche des Balkens, multipliziert mit der Länge. Die Oberfläche eines Balkens entspricht dem Umfang des Querschnitts, multipliziert mit der Länge. Das heißt, das Verhältnis von Volumen zu Oberfläche ist gleich dem Verhältnis der Querschnittsfläche zum Umfang des Querschnitts.

$$V = S \times L \qquad S = a \times b = \text{section} \qquad A = (2 \times a + 2 \times b) \times L = \text{perimeter} \times L$$

$$\frac{V}{A} = \frac{S \times L}{(2 \times a + 2 \times b) \times L} = \frac{\text{section} \times L}{\text{perimeter} \times L}$$

$$\frac{V}{A} = \frac{\text{section}}{\text{perimeter}}$$

Bild 3 zeigt den Querschnitt eines Doppelstegträgers. Dieses Bauelement kann sowohl aus Holz, wie auch aus Stahl angefertigt werden. Die Zeichnung ist hilfreich um eine Vorstellung der Massivität des Teils zu erhalten. In der Skizze wird das Volumen (V) als der Querschnitt dargestellt. Als Oberfläche (A) wird der Umfang des Querschnitts bezeichnet.

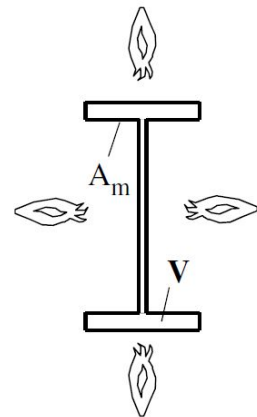


Bild 3 Querschnitt des Doppelstegträgers
(Zeichnung: Rudy Van Impe)

Vergleichen wir jetzt die Massivität eines Doppelstegträgers mit der eines Balkens. Ein Balken hat einen viel größeren Querschnitt und es ist daher bedeutend mehr Masse vorhanden. Im Gegensatz zum Doppelstegträger hat der Balken außerdem eine kleinere Oberfläche. Das Innere des Balkens ist vor dem Brand geschützt. Das Feuer muss sich erst durch die Außenschichten brennen, um zum Inneren des Balkens vorzudringen. Während dieser Zeit erfüllt der innere Teil des Balkens weiterhin seine tragende Funktion.

Der Steg des Doppelstegträgers verbindet den oberen und unteren Gurt miteinander. Es ist möglich, einen hölzernen Doppelstegträger zu konstruieren, der, unter kalten Bedingungen, die gleiche Tragfähigkeit aufweist, wie ein Holzbalken. Doppelstegträger haben allerdings manchmal Verbindungsstege, die dünner als 7 mm sind. In einem Feuer indes, also unter warmen Bedingungen, verhalten sich daher Balken und Doppelsteg grundsätzlich verschieden.

Der Doppelstegträger bietet, aufgrund seines größeren Umfangs, dem Feuer eine weitaus größere Angriffsfläche. Andererseits besitzt der Doppelsteg nicht die Masse eines Balkens und sobald der Steg nachgibt, wird das gesamte Element kollabieren. Damit steht unmissverständlich fest, dass Doppelstegträger absolut keinen Feuerwiderstand aufweisen.

In den USA kamen viele Studien zu den gleichen Ergebnissen. Eine ganze Reihe von Tests ergab, dass Holzböden, die mit hölzernem Stützwerk unterlegt waren, lediglich einen Feuerwiderstand von 8 Minuten aufwiesen. Das bedeutet in der Konsequenz, dass der Boden bereits kurz nach Ausbruch des Brandes einstürzt oder dass ein Feuerwehrmann beim Innenangriff durchbricht.

Wie lange dauert es, bevor ein Feuer entdeckt wird? Wieviel Zeit verstreicht, bevor der Alarm rausgeht? Wie lange braucht die Feuerwehr, um zum Einsatzort zu gelangen? Wieviel Zeit nimmt der Aufbau der Wasserversorgung bis zum Innenangriff in Anspruch?

Es ist deutlich, dass der Boden bereits stark geschwächt sein wird, wenn die Crew den Innenangriff startet. Wenn es sich um einen Kellerbrand oder um ein Feuer im Souterrain handelt, dann wird ein Angriffstrupp mit einer unter Wasser gesetzten Leitung zu einer hohen Belastung für den ohnehin schon geschwächten Boden. Ein Angriffsbinom unter schwerem Atemschutz und mit zusätzlicher Ausrüstung kann ohne weiteres ein Gewicht von 200 kg erreichen. Das erklärt, warum in den Staaten so viele Feuerwehrleute durch den Boden in den (fast) sicheren Tod gestürzt sind.

Die gleiche Argumentation lässt sich auf alle anderen oberen Raumabschlüsse anwenden, so beispielsweise auch auf Zimmerdecken. Wenn Feuerwehrleute auf dem gleichen Stockwerk arbeiten, auf dem sich auch der Brand befindet, müssen sie stets mit dem Einsturz der Zimmerdecke Rechnung tragen. In diesen Fällen ist der auslösende Mechanismus noch viel komplexer. Die hölzernen Träger in der Geschoss- oder in der Zimmerdecke können nachgeben, aber auch Pfeiler oder Wände, die als tragende Struktur für die Deckenkonstruktion dienen, können einstürzen.

Alles in allem verhalten sich Bauteile in Leichtbauweise sehr schwach in einem Feuer und stellen aufgrund dessen eine seriöse Bedrohung für die Feuerwehrleute dar.

2.2 Brand- und Flammenausbreitung

Die belgischen Normen für den Gebäudebau erlauben grundsätzlich den Gebrauch von hölzernen Leichtbaukonstruktionen in freistehenden Häusern. In Reihenhäuser ist dies nur unter der Auflage erlaubt, dass eine Mauer mit einem vordefinierten Feuerwiderstand die einzelnen Wohnungen abtrennt.

Glücklicherweise gibt es in Belgien einen Königlichen Erlass bezüglich der Basisnormen. Der Erlass legt eine Vielzahl von Anforderungen fest, die eingehalten werden müssen, um ein Gebäude, Appartements oder einen Bürokomplex zu errichten. Eine dieser Anforderungen bezieht sich auf den Feuerwiderstand der einzelnen Bauelemente des Gebäudes. Der Feuerwiderstand muss ausreichend sein, damit die Tragfähigkeit der Struktur während eines Feuers über einen längeren Zeitraum erhalten bleibt. Das ermöglicht es der Feuerwehr, während einer gewissen Zeit in relativer Sicherheit im Gebäudeinneren zu arbeiten.

Die Feuerwiderstandsnormen sehen ebenfalls vor, dass der Brand auf einen Raum begrenzt werden soll. Die horizontalen und vertikalen Raumbegrenzungen, wie beispielsweise die Wände, sollen das Feuer eine möglichst lange Zeit an der Ausbreitung hindern.

Wände und Böden bestehen gewöhnlich aus Materialien wie Beton oder Stein (für Mauern). Diese tragenden Elemente sind dann auch gleichzeitig eine hervorragende Schutzvorrichtung gegen die Brandausbreitung. Aufgrund dieser Bauweise gibt es relativ wenig Gebäudeeinstürze in Belgien.

Es ist schlicht und einfach unmöglich das gleiche Resultat mit Holzkonstruktionen zu erreichen. Um eine Holzwand feuerfest zu machen, müsste sie vor Flammen und Hitze geschützt werden. Das könnte beispielsweise durch eine Schutzverschalung aus Gipsplatten erreicht werden.

Heutzutage werden in Nordamerika ganze Appartementgebäude nahezu komplett aus Holz errichtet. Diese Gebäude lassen sich natürlich bedeutend schneller und kostengünstiger als Steinbauten errichten. Und wenn etwas billiger angeboten wird, dann finden sich auch immer Abnehmer. In Belgien wäre die gleiche Konstruktion bedeutend teurer zu realisieren, da die Bauelemente den vorgeschriebenen Feuerwiderstand aufweisen müssten. Trotzdem finden sich auch bei uns hier und dort ähnliche Gebäude.

So sollte beispielsweise in der Nieuwstraat (Neustrasse) in Brüssel ein Appartementhaus durch eine Baufirma aufgestockt werden. Das Konzept sah vor, auf einem bereits bestehenden Gebäude rund 200 Appartementsinheiten zu errichten. Hätte man dieses Vorhaben mit Beton verwirklicht, dann hätte das Gewicht die Tragfähigkeit des Unterbaus bei weitem überstiegen. Indem man jedoch Holzstrukturen nutzte, liessen sich problemlos mehrere Stockwerke übereinander aufbauen. Der Plan sah vor, die Holzelemente durch Gipsverschalungen zu schützen. Dazu kam es jedoch nicht mehr, da während der Bauarbeiten ein Feuer ausbrach, noch bevor die schützenden Verschalungen montiert waren. Beim Eintreffen vor Ort sah sich die Feuerwehr Brüssel einer wahren Feuersbrunst gegenüber. Es gab keinerlei Mittel um einem solchen Feuer Einhalt zu gebieten und es kam innerhalb kürzester Zeit zu einem Brandübergriff auf das gesamte Gebäude. Während der Bauphase, aber auch bei der Renovierung und sogar beim Abriß eines Gebäudes beinhalten Leichtbaukonstruktionen aus Holz immer ein erhöhtes Brandrisiko. Und wenn ein Brand erst einmal eine gewisse Ausdehnung erreicht hat, ist es für die Feuerwehr unmöglich unter ausreichend sicheren Bedingungen zu arbeiten.



Auf YouTube kann man das Video einer dramatischen Rettung in Houston, Texas, ansehen. Der Film zeigt ein sich im Bau befindliches Holzgebäude, das in Brand steht. Einem Bauarbeiter war die Flucht auf einen Balkon des Hauses gelungen, wo er jedoch von den Flammen eingeschlossen wurde (die Begriffe "man on balcony in burning building" eingeben, um den Film zu finden).

Bild 4 zeigt die Ausbreitung eines Feuers in einem Holzrohbau (© Footage: Karen Jones)



Bild 5 zeigt den Einsturz des gesamten Stockwerks nur rund 90 Sekunden später
(© Footage: Karen Jones)

Der Film zeigt sehr anschaulich, wie rasend schnell sich ein Feuer in einer Holzkonstruktion ausbreiten und diese zum Einsturz bringen kann. In kürzester Zeit hatten die Flammen das gesamte obere Stockwerk erfasst. Der Arbeiter musste sich auf den Balkon flüchten, da ihm keine Zeit mehr blieb, um durch das Treppenhaus zu fliehen.

Der Mann konnte schließlich durch die Feuerwehr mit einer Drehleiter gerettet werden. Noch während der Rettungsaktion kollabierte bereits die Wand der oberen Etage. Zwischen den beiden Aufnahmen liegen nur anderthalb Minuten.

2.3 Gebäudebrände

Leichtbaukonstruktionen weisen immer ein erhöhtes Brandrisiko auf. In diesen Gebäuden wird für alle elektrischen Installationen die gleiche Verfahrensweise angewandt, wie sie auch bei Steinbauten üblich ist. In beiden Fällen werden Leitungen und Steckdosen in der Wand verlegt. Der Unterschied besteht darin, dass Mauerwerk nicht entzündlich ist, während Holzkonstruktionen sehr schnell in Brand geraten. Eine elektrische Installation kann jedoch sehr schnell zur Zündquelle werden. Wenn ein Problem in der Elektrik entsteht kann die Temperatur an manchen Stellen stark ansteigen. In einer Steinwand ist das nicht unbedingt ein Problem, wogegen sich in einer Holzwand sehr schnell ein Schwelbrand entwickeln kann. Es entsteht dadurch ein schwer zugängliches Feuer, das sich nur langsam ausbreitet. Wenn es nach einer gewissen Zeit zu einem Brandübergreif auf die Gebäudestruktur kommt, wächst das Feuer sehr schnell zu einem echten, aber noch versteckt brennenden und immer noch schwer zu erreichenden, Gebäudebrand an. Eine solche Situation ist eine wirkliche Herausforderung für die Feuerwehr.

Ein anderes gefährliches Risiko entsteht, wenn das Feuer sich ausbreitet, indem es in einem Raum die Entzündung eines Möbelstücks herbeiführt. Das kann beispielsweise eine Couch sein, die an einer Wand steht, hinter der es brennt. In diesem Fall entsteht, zusätzlich zu dem Feuer in der Wand, ein zweiter belüfteter oder unterbelüfteter Brand. Ab diesem Zeitpunkt wird sehr schwierig, das Gebäude noch zu retten.

2.4 Size up

In Belgien werden traditionell Steinhäuser gebaut. Ein belgisches Sprichwort besagt, dass "Ein Belgier mit einem Stein im Bauch geboren wird". Steinhäuser sind sehr verbreitet bei uns. Das ist auch eine Frage des Ansehens. Viele Leute wollen ihre Häuser jedoch billig bauen – und zwar ohne dass jemand davon weiß. Auch wenn die Anzahl der Holzhäuser also stetig zunimmt, ist dies nicht unbedingt in den Strassen zu sehen. Die meisten Holzhäuser sind nämlich von außen mit Steinwänden abgeschlossen. Die Holzstruktur im Inneren ist daher "bestens versteckt" und nur schwierig zu erkennen.



Bild 6 Der Bau eines Holzhauses.
(Foto: Nathalie Van Moorter)



Bild 7 Das gleiche Haus im fertigen Zustand. Eine Steinwand schließt das Haus nach außen ab. Das Haus sieht jetzt aus, wie ein traditioneller Steinbau.
(Foto: Nathalie Van Moorter)

Wenn in einem solchen Haus ein Feuer ausbricht, besteht das Risiko, dass die Feuerwehrleute von den Ereignissen überrascht werden. Bei der Ankunft vor Ort wird nicht sofort ersichtlich sein, dass es sich um eine Holzstruktur handelt. Bei einem belüfteten Feuer werden die Feuerwehrleute sehr wahrscheinlich einen Brand vorfinden, dessen Flammen durch Türen und Fenster ausschlagen. Ein solcher Brand bewirkt eine massive thermische Aufbereitung der Wände und Zimmerdecken. Aus Erfahrung wissen die Feuerwehrleute jedoch, dass dies kurzfristig keine besonderen Auswirkungen auf eine Steinmauer oder auf eine Betonwand hat. Bei einem Holzhaus liegen die Dinge naturgemäß völlig anders. Wenn die Feuerwehr beispielsweise während der Nacht mit einem Brand im Erdgeschoss konfrontiert wird, ist die Suche oder Rettung auf der darüberliegenden Etage mitunter sehr gefährlich. Möglicherweise hat das Feuer die Holzkonstruktion bereits dermaßen geschwächt, dass der Suchtrupp durch den Boden brechen und direkt in den Brandraum fallen könnte.

In einem Haus, das mit Steinwänden und Betonböden errichtet wurde, ist es durchaus möglich, einen Angriffstrupp einzusetzen, während ein Suchtrupp gleichzeitig auf der Etage über dem Brandraum, beispielsweise die Schlafräume, nach Opfern absucht. Im Gegensatz zum Holzhaus gewährleistet hier der Betonboden über einen längeren Zeitraum die Stabilität des Stockwerks.

In einem Holzgebäude können die Flammen ebenfalls in die Wände eindringen. Von dort aus kann das Feuer auf die gesamte Konstruktion übergreifen. Vor allem in den Etagen oberhalb des Brandraums und im Dachgeschoß kann es auf diese Weise schnell zu einem Brandübergreif kommen. Sobald das Feuer sich bis in den Speicher und/oder in den Dachstuhl ausgebreitet hat, gestaltet es sich als äußerst schwierig, das Haus noch zu retten. In Einsatzlagen, in denen von außen deutlich Steinmauern zu erkennen waren, wird die Feuerwehr eine solch schnelle Brandausbreitung nicht erwarten. Wenn Feuerwehrleute in einem einzelnen Zimmer auf ein Feuer in der Ausbreitungsphase treffen, schlagen sie den Brand nieder. In einem Steinhaus wird dies erfahrungsgemäß den größten Teil der Probleme lösen. In einem Holzhaus jedoch muss die Feuerwehr sicherstellen, dass sich das Feuer nicht in die Gebäudekonstruktion ausgebreitet hat.

3 Fallstudien

3.1 Houston, Texas: Dacheinsturz

Am 31. Mai 2013 wurde die Feuerwehr von Houston gegen 12Uhr08 zu einem Feuer gerufen, dass auf dem Dachboden eines Restaurants ausgebrochen war. Die Feuerwehr von Houston ist eine Berufsfeuerwehr mit rund 3800 Feuerwehrleuten, die über 2 Millionen Menschen auf einer Fläche von 1600 km² schützt. Das bedeutet die doppelte Einwohnerzahl von Brüssel auf einer zehnfach größeren Fläche.

Das erste ausgerückte Fahrzeug, Engine 51, bestätigte schon während der Anfahrt eine weithin sichtbare, starke Rauchentwicklung. Sie erreichten um 12Uhr12 den Einsatzort und begannen umgehend mit einem Innenangriff. Die Wärmebildkamera bezifferte die Temperatur der Zimmerdecke mit 84 °C. Zu diesem Zeitpunkt war es 12Uhr15. Der Angriffstrupp drang etwa 3 Meter in das Gebäude ein und begann die Löscharbeiten mittels einer 70-mm Leitung. Sie beschrieben die Bedingungen im Inneren als „nicht warm aber völlig undurchsichtig“. Möglicherweise aufgrund von Schwierigkeiten mit der Wasserversorgung verliessen sie um 12Uhr18 wieder das Gebäude. Zwei Minuten später setzten sie den Innenangriff fort, unterstützt durch einen weiteren Angriffstrupp bestehend aus Männern der, ebenfalls eingetroffenen, Engine 68. Eine zweite Angriffsleitung wurde in das Gebäude verlegt. Etwa gegen 12Uhr23 kollabierte ein Teil des Gebäudes. Alle vier Feuerwehrleute starben. Fünfzehn weitere wurden (teils schwer) verletzt. Das geschah nur 12 Minuten, nachdem Engine 51 als erstes Fahrzeug den Einsatzort erreicht hatte.

Dieses tragische Unglück wurde eingehend untersucht. Eine Ingenieursfirma wurde damit beauftragt, die Stabilität der Gebäudestruktur zu untersuchen. Sie stellte fest, dass das Dach durch Fachwerkträger gestützt wurde. Bild 8 stellt das Schema einer solchen Struktur dar. Diese Bauform ist sehr geläufig, weil die Konstruktion sehr stark ist. Auf diese Weise ist es möglich, mit einer begrenzten Materialmenge, große Entfernungen zu überwinden. Hierzulande werden Fachwerkträger meist im Stahlbau verwendet. Sie dienen dazu, in weitläufigen Räumen oder Hallen große Distanzen zu überbrücken.

Der Nachteil bei diesem System ist, dass die Elemente sehr fragil sind. Da jede Strebe nur eine niedrige *Massivität* hat, bricht die ganze Konstruktion im Brandfall sehr schnell zusammen. Darüber hinaus bedürfen die metallenen Anschlussplatten, welche die Trägerbalken und Streben verbinden, besonderer Aufmerksamkeit, wenn es sich um Holzfachwerk handelt. Balken und Streben werden oft mit Gurtbleche oder Nagelplatten verbunden. Dabei handelt es sich um nichts anderes, als um dünne Metallplatten, an deren Oberseite sich ein Gitterrost befindet, durch den sich die Platte mit dem Träger und der Strebe vernageln läßt. Die Platten werden mit den Tragbalken und den abstützenden Streben vernagelt und auf diese Weise entsteht die gesamte Konstruktion in Form einer Fachwerkstruktur. Die Hauptgefahr im Brandfall bilden in doppelter Hinsicht die herabfallenden Metallplatten. Sie verziehen sich und werden durch die Hitze förmlich aus dem Holz „geschält“. Anschließend stürzen sie nach unten. Sobald die Platten nicht mehr an ihrem Platz sind und Balken und Streben nicht mehr länger verbunden sind, entsteht die zweite Gefahr: Der plötzliche Einsturz. Das Restaurant in Houston hatte umfangreiche Renovierungsarbeiten durchgeführt. Das Originaldach hatte aus Dachpappe bestanden, später waren darauf Betondachsteine verlegt worden. Das zusätzliche Gewicht führte noch schneller zum Einsturz.

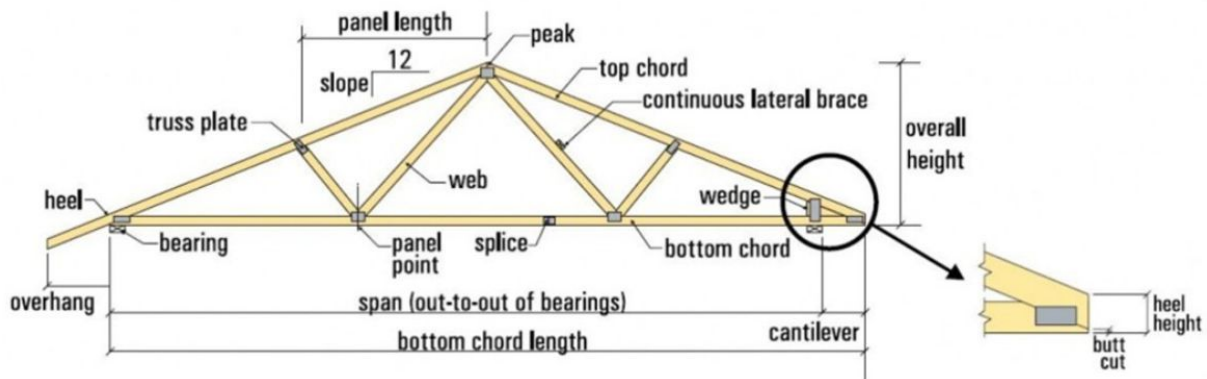


Bild 6 Das Holzfachwerk des Restaurants in Houston. Diese Fachwerkstrukturen bestehen aus Trägerbalken und Streben, die durch metallene Anschlußplatten miteinander verbunden sind. (Zeichnung: [1])

Spätere Untersuchungen ergaben, dass das Restaurantpersonal bereits seit rund drei Stunden einen leichten Brandgeruch wahrgenommen hatte. Einige Räume und Stellen wurden auf die Schnelle durchsucht, aber es wurden keine Anzeichen für ein Feuer entdeckt. Wahrscheinlich schwelte der Brand während dieser Zeit bereits in der Holzkonstruktion. Erst als das Feuer sich durch die Holzverkleidung gebrannt hatte, wurde es bemerkt. Dann erst wurde die Feuerwehr alarmiert.....nachdem das Feuer während drei Stunden in den Holzwänden geschwelt und sich ausgebreitet hatte.

3.2 Colerain Township, Ohio: Feuerwehrmänner fallen durch einen Boden

Am 5. April 2008 wurde die Feuerwehr von Colerain Township zu einem Brand in einem freistehenden Haus gerufen. Dieser besondere Feuerwehrdienst besteht aus 60 beruflichen und 150 freiwilligen Feuerwehrleuten, die 60.000 Einwohner und eine Fläche von 117 km² schützen.

Um 6Uhr11 morgens reagierten die Feuerwehrleute auf einen automatischen Brandalarm. Um 6Uhr20 bestätigte die Dispatching-Zentrale das Feuer. Drei Minuten später erreichte das erste Fahrzeug den Einsatzort. Der Hausbesitzer informierte die Einsatzkräfte, dass es sich um einen Kellerbrand handelte und dass sämtliche Bewohner das Haus bereits verlassen hatten. Zwei Feuerwehrmänner, ein Kapitän und ein freiwilliger Feuerwehrmann, begannen einen Innenangriff, mittels einer 45 mm Leitung. Die Bedingungen im Hausinneren wurden als *mäßiges Rauchaufkommen im Türeingang* beschrieben. Es nahm etwas Zeit in Anspruch, um die Leitung in das Gebäude zu verlegen und ein dritter Feuerwehrmann begann dem Angriffstrupp zu helfen. Während der Angriffstrupp die Treppe zum Keller hinabstieg, verließ der dritte Feuerwehrmann das Haus, um weitere Schlauchlängen heranzuholen. Als er wieder bei der Eingangstüre ankam, wurde ihm durch den Kapitän befohlen, das Haus nicht mehr zu betreten. Der Angriffstrupp war in Schwierigkeiten geraten.

Die Rettungsaktion für den Angriffstrupp wurde um 6Uhr37 gestartet, also genau 14 Minuten nach dem Eintreffen des ersten Fahrzeugs vor Ort. Der Rettungstrupp stellte schnell fest, dass der Fußboden des Erdgeschosses teilweise eingestürzt war. Wenig später hatten sie die traurige Gewißheit, dass die beiden Männer des Angriffstrupps durch den Einsturz ums Leben gekommen waren.

Die anschließenden Ermittlungen ergaben, dass der Angriffstrupp das Gebäude nur 16 Minuten nach dem ersten Brandalarm betreten hatte. Zu diesem Zeitpunkt hatte das Feuer also bestenfalls gerade einmal 16 Minuten lang gebrannt. Die Tragebalken, die den Holzboden des Erdgeschosses abstützen sollten waren 5 cm breit und 25 cm hoch. Trotzdem wurden sie durch das Feuer in der kurzen Zeit derart geschwächt, dass sie einbrachen. Die Ermittler vermuten, dass die Feuerwehrleute im Keller durch die große Hitze zum Rückzug gezwungen wurden. Wahrscheinlich stiegen sie zurück in das Erdgeschoss und versuchten dann den Raum in Richtung der Hintertüre zu durchqueren. Das Gesamtgewicht des vollauserüsteten Angriffstrupps war jedoch zu viel für die bereits stark geschwächten Stützbalken des Fußbodens und der Boden stürzte unter ihrem Gewicht ein. Die Männer fielen zurück in den brennenden Keller und starben im Feuer.

Während dieses sehr kurzen Zeitraums von nur 16 Minuten waren 5 cm breite Holzbalken derart geschwächt worden, dass sie unter dem Gewicht der Männer durchbrachen. *Da drängt sich die Frage auf, wie sich das wohl mit Doppelstegträgern verhält, bei denen ein Steg gerade einmal 7 mm breit ist...*

3.3 Ukkel

Auch in Belgien gab es mindestens ein Unglück, bei dem eine Leichtbaukonstruktion die entscheidende Rolle für den tragischen Ausgang eines Brandeinsatzes spielte. Am 30. August 2008 verloren zwei Brüsseler Feuerwehrmänner ihr Leben bei einem Feuer in Ukkel. Der Gebäudekomplex, der durch das Feuer zerstört wurde, bestand aus mehreren Flügeln. Der Teil, in dem die Feuerwehrleute starben, war eine Leichtbaukonstruktion aus Holz. Eine ‚smoke explosion‘ löste den teilweisen Einsturz der Struktur aus. Das extreme Brandverhalten war sicherlich der Auslöser für den verheerenden Ausgang des Einsatzes und es gilt auch als sicher, dass es die ‚smoke explosion‘ war, die den Einsturz verursachte. Aber es bleibt dennoch die Frage, ob das Geschehen den gleichen fatalen Verlauf genommen hätte, wenn es sich um ein Betongebäude gehandelt hätte. Hätte der Rauch sich so einfach durch die verschiedenen Gebäudeflügel bewegen können? Hätte eine solche ‚smoke explosion‘ auch einen Betonbau zum Einsturz gebracht?

4 Lösungen

Die Probleme, die durch Leichtbaukonstruktionen verursacht werden, sind nicht einfach zu lösen. Glücklicherweise ist diese Gebäudeart - zurzeit - in Belgien noch eher selten anzutreffen. Daher werden die Entscheidungsträger sich nur sehr widerwillig von den verschiedenen - etwas radikal anmutenden - Lösungen überzeugen lassen. Wie auch immer, in Zukunft wird die Anzahl dieser Gebäude stetig ansteigen. Holzkonstruktionen in Leichtbauweise sind nun einmal eine billigere Variante um zu bauen. Das ist der Grund, warum sich ein Anstieg der Häufigkeit dieser Art von Wohnbauten mit ziemlicher Sicherheit voraussagen läßt. Nachfolgend werden einige mögliche Lösungsvorschläge unterbreitet.

4.1 Erfassung der Bauweise

Für einen Feuerwehrmann, gibt es nur eine einzige, wirklich sichere Weise, um zu verhindern, dass er bei einem Einsturz verletzt wird – nämlich draussen zu bleiben. Um mit Sicherheit zu vermeiden, in einen Einsturz verwickelt zu werden, dürfte er das Gebäude gar nicht erst betreten und müßte sich draussen, ausserhalb des Einsturzgebietes und des Trümmerschattens aufhalten. Das ist aber leider nur in den seltensten Fällen möglich.

Vorausplanung kann deshalb immens hilfreich sein. Es wäre beispielsweise möglich eine Registrierung der Gebäude und der ihnen zu Grunde liegenden Struktur einzurichten. Bei einem Brandalarm könnte die Dispatching-Zentrale routinemäßig die Registrierungsdaten des betroffenen Gebäudes konsultieren und den ausrückenden Kräften im Bedarfsfall wichtige Informationen zur Konstruktionsweise des Brandobjektes mitteilen. Auf diese Weise wären die Feuerwehrleute sich von Anfang an bewußt, dass sie es mit einer Leichtbaukonstruktion zu tun haben und könnten gegebenenfalls ihre Taktik anpassen. Das wäre der einzige Weg, um Unglücke, wie die im vorherigen Abschnitt beschriebenen, zu vermeiden. Natürlich ist das ein Projekt, das den Protagonisten einiges an Tatkraft und Unternehmensgeist abverlangt aber es könnte sich andererseits auch als sehr wertvoll erweisen. Viele Industriegebäude werden beispielsweise mit Stahl erbaut. Stahl ist jedoch ein Baumaterial, das nur über einen geringen Feuerwiderstand verfügt, wenn es nicht durch bautechnische Vorrichtungen vor der Hitze geschützt wird. In solchen Fällen wäre es ebenfalls sehr vorteilhaft für die Einsatzkräfte, bereits zu Beginn des Einsatzes über diesen Umstand informiert zu werden.

4.2 Training und Unterricht zu Konstruktionsweisen und Einsturzmechanismen

Die Feuerwehrdienste unternehmen keine grossen Anstrengungen, um ihre Mitglieder, besonders die unteren und mittleren Ränge, in den verschiedenen Konstruktionsweisen von Gebäuden zu unterrichten. Ein Kursus zu den vielfältigen Baumethoden könnte sich daher als äußerst sinnvoll erweisen. Jeder Gebäudetyp hat seine spezifischen Vor- und Nachteile. Einige Arten von Gebäude reagieren sehr gut, wenn sie einem Feuer ausgesetzt werden. Andere wiederum erzeugen im Brandfall sehr spezifische Risiken und Probleme. So sind beispielsweise Stein- und Giebelwände bekannt dafür, dass sie nach aussen hin umfallen, wenn ihre Verbindungen mit dem Rest der Struktur vom Feuer durchtrennt werden. Unfälle, wie der in Jodoigne im Jahr 2011, zeigen, dass diese Einsturzmechanismen den Feuerwehrleuten nicht ausreichend bekannt sind. Ein Training zu dieser speziellen Materie würde da sicherlich für Abhilfe sorgen.

Wenn die Feuerwehr in der Lage ist, den Konstruktionstyp zu identifizieren, kann sie die verschiedenen Risiken besser einschätzen – vorausgesetzt, das Personal wurde geschult und ist sachkundig. In 2013 behandelte schon der 18te Artikel dieser Serie das Problem der Einstürze ("The building is your enemy"). Dieser Artikel war bereits ein erstes Bestreben, die Kenntnisse der Feuerwehrleute über die verschiedenen Gebäudetypen zu erweitern. Das Wissen zu den unterschiedlichen Bauweisen wird grundsätzlich einen immer gewichtigeren Platz bei der Bekämpfung von Gebäudebränden einnehmen.

4.3 Bedeutende Auswirkungen

Wenn tatsächlich irgendwann auch bei uns eine Verschiebung der Bauweise hin zu den Hozhäusern einsetzen sollte, dann wird dies auf jeden Fall bedeutende Auswirkungen auf die Arbeitsweise der Feuerwehr haben. Aus dieser Perspektive gesehen, wäre es vielleicht ganz interessant einen Blick über die Schulter von Feuerwehrdiensten zu werfen, in deren Einsatzgebiet vorwiegend Holzkonstruktionen anzutreffen sind. Bei der Feuerwehr von Sydney beispielsweise, ist der Dienst derart organisiert, dass das erste Fahrzeug innerhalb von 5 – 10 Minuten nach dem Alarm vor Ort eintrifft. Wenn es sich um ein Holzhaus handelt, müssen sie das Feuer in den nächsten 5 Minuten unter Kontrolle bringen, ansonsten verlieren sie das Haus. Sobald das Feuer sich in der Holzstruktur ausbreitet, ist das Haus schon verloren. Um solche Brände erfolgreich bekämpfen zu können, bedarf es einer viel höheren Anzahl an beruflichem Personal. Dieses wird in kleinen Gruppen von vier Feuerwehrleuten und einem Fahrzeug in so genannten ‚firehouses‘ stationiert. Dieses System ermöglicht es, ein dichtes Netzwerk von Posten zu unterhalten. Jedes ‚firehouse‘ hat ein kleines Einsatzgebiet, dass es schützt und in dem es am schnellsten vor Ort ist. Bei einem Gebäudebrand kommen natürlich weitere Posten hinzu, bis ausreichend Personal und Material vorhanden ist.

Die gleiche Organisation kennt man auch in den USA und Kanada. Hier schützen Berufsfeuerwehrleute die Vorstadtgebiete, sodass sie jederzeit schnell genug zur Stelle sind, um ein Feuer in einer Holzkonstruktion erfolgreich zu bekämpfen.

In Belgien formen freiwillige Feuerwehrleute die Basis in den Vorstädten, sowie in kleineren Städten. Die Reaktionszeit von freiwilligen Feuerwehrleuten ist in der Regel einige Minuten länger als die von Berufsfeuerwehren. Immerhin müssen die Freiwilligen erst ihre Kaserne erreichen und können dann erst die Fahrzeuge besetzen und ausrücken. Darüber hinaus ist man in Belgien zwar mit viel größeren, dafür aber mit viel weniger Kasernen ausgestattet. Das erhöht, bedingt durch die teils lange Anfahrt, noch einmal grundsätzlich die Reaktionszeit. Beide Faktoren bewirken, dass die Feuerwehr oftmals den Einsatzort nicht schnell genug erreichen würde um ein Feuer in einem Holzgebäude noch rechtzeitig zu stoppen. Es ist daher durchaus möglich, dass in naher Zukunft, die Feuerwehr desöfteren mit Hausbränden konfrontiert wird, bei denen das Gebäude bis auf die Grundmauern niederbrennt.

5 I am still dreaming

In 2013 zitierte ich in meinem Artikel über Einstürze am Ende der Zeilen Martin Luther King mit seinem berühmten Satz: *I have a dream*. Es sollte ein Aufruf sein, um zur Tat zu schreiten. Ein Aufruf, um endlich auch in Belgien aus Unfällen zu lernen. In den meisten Ländern wird jeder seriöse Unfall genauestens untersucht. Am Ende werden Berichte geschrieben, aus denen die Leute lernen können, wie es zu der Tragödie kam. Manchmal werden tausende Arbeitsstunden in die Analyse des Unfalls und den abschließenden Bericht investiert, damit sich solch tragische Ereignisse nicht mehr wiederholen. Keine Ausgaben sind zu hoch und keine Anstrengungen werden gescheut, um sicherzustellen, dass die Feuerwehrleute nicht vergebens ihr Leben geopfert haben...

I am still dreaming ...

6 Quellennachweis

- [1] *Firefighter fatality investigation FFF FY 13-08, Texas state fire marshall, 2013*
- [2] *Van Impe Rudy, Postgraduate studies in fire safety engineering, Passive fire protection, course at UGent, 2010*
- [3] *Lambert Karel, The building is your enemy, De brandweerman, September 2013*
- [4] *Lambert Karel, Ukkel, De brandweerM/V, May 2016*
- [5] *NIOSH, Firefighter fatality investigation and prevention program, 2008-09, A Career Captain and a Part-time Fire Fighter Die in a Residential Floor Collapse—Ohio, 2009*

Karel Lambert