

Dissertation ETH Nr. 18156

**ZUM VERHALTEN VON
RAUMABSCHLIESSENDEN MEHRSCHICHTIGEN
HOLZBAUTEILEN IM BRANDFALL**

Abhandlung zur Erlangung des Titels

DOKTORIN DER WISSENSCHAFTEN

der

ETH ZÜRICH

vorlegt von

Vanessa Schleifer

Dipl.-Ing., Universität Karlsruhe (TH)

geboren am 9. August 1973
von Hamburg, Deutschland

angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. sc. techn. Mario Fontana, Referent
Tekn. Dr. Jürgen König, Korreferent

2009

Kurzfassung

Der Brandschutz ist im Hochbau ein wichtiges Thema. Durch die Revision der schweizerischen Brandschutzvorschriften (Januar 2005) wurde der Anwendungsbereich für brennbare Bauteile auf eine Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten erweitert und der Einsatz von Holzkonstruktionen in mehrgeschossigen Gebäuden ermöglicht. Damit gewinnt die Einhaltung der Anforderungen an die Brandabschnitte an Bedeutung, welche von Decken- und Wandkonstruktionen gebildet werden um die Brandausbreitung im oder auf benachbarte Gebäude zu verhindern und sichere Rettungswege zu gewährleisten.

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Berechnungsmodells zum Nachweis der raumabschliessenden Funktion von massiven und mehrschichtigen Holzbauteilen. Mehrschichtige Bauteile bestehen aus Holzständern bzw. -balken, die ihren Feuerwiderstand durch Bekleidungen und eventuell vorhandene Dämmungen erreichen. Damit die verschiedenen Bekleidungen und Dämmstoffe beliebig kombiniert werden können, wird im vorliegenden Modell eine additive Methode verwendet, bei welcher die Beiträge der einzelnen Komponenten addiert und so der Feuerwiderstand des gesamten Bauteils bestimmt werden kann. Diese Methode wird auch in bereits existierenden Berechnungsmodellen verwendet. Da sich jedoch die einzelnen Schichten gegenseitig beeinflussen, variiert der Beitrag der jeweiligen Schicht nicht nur in Abhängigkeit von Material und Schichtdicke, sondern ebenfalls in Abhängigkeit von der Position der Schicht innerhalb des Bauteils. Von den vorhandenen Modellen berücksichtigt nur das Modell des Eurocodes 5 diesen Einfluss mittels Beiwerten. Das Prinzip der Positionsbeiwerte wird im hier entwickelten Berechnungsmodell wesentlich erweitert.

Die Angaben gemäss Eurocode 5 wurden aus Versuchen abgeleitet. Daher ist bei diesem Modell die Kombinationsmöglichkeit der Schichten und damit der Anwendungsbereich stark eingeschränkt. Um einen beliebigen Aufbau nachweisen zu können wurden für das neue Berechnungsmodell physikalische Modelle für die Grundzeiten und Beiwerte entwickelt und durch numerische Untersuchungen mit dem Finiten Element Programm ANSYS überprüft. Anhand der FE-Modelle konnten systematisch die benötigten Grundzeiten und Beiwerte des Modells hergeleitet werden. Die Grundlage dieser FE-Modelle bilden die thermischen Eigenschaften der verschiedenen Materialien, die unter Berücksichtigung der thermischen Prozesse der jeweiligen Materialien an Versuche angepasst wurden.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die raumabschliessende Funktion mehrschichtiger und massiver Holzbauteilen mit dem hier entwickelten Modell nachgewiesen werden kann. Die rechnerischen Werte stimmen dabei gut mit den Ergebnissen experimenteller Untersuchungen überein.

Abstract

Fire safety is an important issue for building design. With the revision of the Swiss fire safety regulations (January 2005) the application range for combustible assemblies was extended to a fire resistance of 60 minutes, and the use of timber structures for multi-storey buildings was made possible. With multi-storey timber structures fire compartmentation becomes more important. Compartmentation is formed by floor and wall assemblies, which limit fire spread beyond the room of fire origin or to surrounding buildings and enable safe emergency routes. The aim of this work is the development of a calculation model to verify the separating function of massive and multilayer timber assemblies. Multilayer assemblies consist of timber studs and beams, and their fire performance depends on the protection provided by linings and cavity insulation. To enable the use of any combination of linings and insulations, the component additive method is applied. With this method the fire resistance of the whole assembly is determined by adding the contribution of every component to the fire resistance. However, the different layers influence each other. Therefore, the contributions of the different layers depend not only on their material and thickness, but also on their position within the assembly. Some of the existing models use a similar method to verify the separating function of timber assemblies. However, only Eurocode 5 considers the influence of the layer position by using coefficients. The principle of the position coefficients is extended significantly in the calculation model developed here in this work.

The design rules according to Eurocode 5 were derived empirically from fire tests. Therefore, there are very few possible combinations of layers, and their application range is extremely limited. To be able to verify any type of assembly, physical models were developed to determine the coefficients for the developed calculation model, and their results were confirmed with finite element thermal analysis using the FE program ANSYS. This approach allowed the systematic determination of the basic times and coefficients of the model. The FE models are based on the thermal properties of the different materials, which were calibrated by using fire tests considering the thermal processes of the materials.

The results of this work show that the separating function of multilayer and massive timber constructions can be verified with the developed calculation model. The calculated fire resistance times are in a good agreement with the results of fire tests.