

I. Verhalten von Guss- und Walzeisen sowie von Holz und Stein bei Bränden.

Trotz der im Vorigen angeführten guten Eigenschaften des Eisens ist die Frage, ob bei wichtigeren Bauten Holz oder Eisen zu verwenden sei, lange Zeit hindurch umstritten gewesen. Auch heute noch entscheidet man sich manchmal zugunsten des Holzes, weil man ihm zuschreibt, daß es dem Feuer länger zu widerstehen vermag als Eisen. Diese Eigenschaft ist für Tragkonstruktionen von außerordentlich hoher Bedeutung; denn je länger diese der verheerenden Flammenwirkung widerstehen und tragfähig bleiben, um so wirkungsvoller gestaltet sich der Angriff der Feuerwehr auf das Feuer,* um so gefahrloser und erfolgreicher sind die Rettungs- und Bergungsarbeiten.

Wesentliche Aufklärungen über die Frage, ob Holz oder Eisen im Feuer widerstandsfähiger sei, haben Versuche gebracht, die im Auftrage des Hamburger Senats in den Jahren 1892/93 und 1895 mit belasteten hölzernen und eisernen Speicherstützen im Feuer an gestellt wurden*). Gleichwertige Versuche mit eisernen Stützen sind auch anderweitig mehrfach ausgeführt worden**).

Nach Versuchen der technischen Versuchsanstalt Charlottenburg hat sich ergeben, daß bei Temperaturerhöhung bis zu 50⁰ C. die Festigkeit des Flußeisens zunächst abnimmt, dann aber beträchtlich wächst bis zu etwa 300⁰ C., um hierauf schnell zu fallen (bis etwa auf 50 % bei 500⁰ C.).

*) Vergleichende Versuche über die Feuersicherheit von Speicherstützen, Hamburg, Verlag von Otto Meißner, Hamburg, 1895; ferner in demselben Verlag:

Vergleichende Übersicht über die Feuersicherheit gußeiserner Speicherstützen. 1897.

Kurze Wiedergabe dieser Versuche ist enthalten in der Deutschen Bauzeitung, 1897, S. 232ff. u. S. 242ff.

***) Vgl. u. a. „Über die Widerstandsfähigkeit auf Druck beanspruchter eiserner Baukonstruktionsteile bei erhöhter Temperatur von M. Möller u. R. Lühmann, Berlin, 1888. — „Publications of the British Fire Prevention Committee“ No. 11, betr. Versuche in Brooklyn (U. S. A.).

Vergl. auch: Mitteilungen aus dem Mechanisch-technischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule in München von Bauschinger: „Über das Verhalten gußeiserner, schmiedeeiserner und steinerner Säulen im Feuer (1. Reihe), 1885, Heft 12 XIII und (2. Reihe) 1887, Heft 15 XV/II.“

Temperaturerhöhungen über ein gewisses Maß hinaus verursachen bei Walzeisen Ausbiegungen, die in der Regel allmählich, manchmal auch sehr plötzlich zunehmen und schließlich den Zusammenbruch zur Folge haben. Gußeisen, das infolge seiner geringen Zugfestigkeit starke Ausbiegungen nicht verträgt, wird rissig und brüchig und fällt dann ebenfalls zusammen.

Die dauernde Tragfähigkeit sowohl des Flußeisens wie des Gußeisens dürfte bei etwa 500⁰ C. erschöpft sein.

Die Dauer bis zum Eintritt der Tragunfähigkeit richtet sich nach der Lebhaftigkeit des Feuers und schwankt daher sehr. Allgemein ist sie bei Gußeisen etwas größer als bei Walzeisen. Bei den Versuchen in Hamburg stellte sich heraus, daß bei sehr rascher Erwärmung die Widerstandsfähigkeit der gewählten Walzeisenstützen bereits nach einer Viertelstunde, diejenige von dickwandigen Gußstützen nach etwa einer halben Stunde erschöpft war. Wenn auch diese Ergebnisse offenbar zu bestimmten Schlüssen über die Widerstandsdauer des Eisens im wirklichen Brandfalle nicht berechtigen, so ist aus ihnen doch ohne weiteres zu entnehmen, daß die Zeit vom Ausbruch des Feuers bis zum Einsturz der eisernen Bauteile in ungünstigen Fällen sehr kurz sein kann. Dies wird namentlich der Fall sein, wenn die Querschnittsabmessungen gering und die Querschnittsbildungen für den Angriff des Feuers besonders günstige sind.

Äussere Anzeichen der abnehmenden Widerstandsfähigkeit im Feuer sind bei Eisen nicht bemerkbar; höchstens weisen Verbiegungen sowie die schwache Rotglut, die aber im Brandfalle schwer zu erkennen sein dürfte, auf den nahe bevorstehenden Einsturz hin.

Holz kommt bei einer wesentlich niedrigeren Temperatur als 500⁰ C., d. i. derjenigen Temperatur, bei welcher auf genügende Tragfähigkeit des Eisens nicht mehr zu rechnen ist, bereits zur Entzündung. Die Entzündung erfolgt unter mehr oder weniger starker Flammenbildung, die sich nach der Holzart richtet und die Temperatur durch die Verbrennung erhöht. Die Verbrennung pflanzt sich unter Bildung der sogenannten Brandkruste allmählich von außen nach innen fort. Die Zeitdauer bis zum Eintritt der Tragunfähigkeit ist verschieden; sie richtet sich nach der Lebhaftigkeit des Feuers und der Holzart. Bei Eichenholz ist sie größer als bei Nadelholz, weil ersteres härter und weniger leicht entflammbar ist. Das aber haben die Versuche und Brandfälle ergeben, daß Holzstützen mit großen Querschnitten ihre Tragfähigkeit bedeutend länger bewahren als ungeschützte Eisenkonstruktionen, besonders solche mit kleinen, sperrigen Querschnitten.

Es ist einerseits anzunehmen, daß die Brandkruste des Holzes, besonders wenn sie reichlich mit Wasser bespritzt wird, schützend wirkt und das Vordringen der Verbrennung zum Kern aufhält. Andererseits ist bekannt, daß die unterhalb der Brandkruste befindlichen, nicht verkohlten Holzteile durch die Wärmewirkung nicht mehr dieselbe Festigkeit besitzen, wie unversehrtes Holz, weil durch die Wärmewirkung der von der Brandkruste eingehüllte Kern einer Art Trockendestillation unterworfen wird und dadurch eine Änderung in seiner Zusammensetzung erleidet.

An dieser Stelle mögen noch einige Angaben über das Verhalten steinerner Tragkonstruktionen im Feuer Erwähnung finden, die im Bauwesen ebenfalls häufig verwendet werden.

Wie durch die Erfahrungen festgestellt ist, sind die aus künstlichen Steinen hergestellten Konstruktionen in bezug auf Feuersicherheit den hölzernen und eisernen überlegen. Aus bestem Klinkermauerwerk in Zementmörtel hergestellte Stützen z. B. leiden im Feuer so gut wie gar nicht, solche aus gut gebrannten Ziegelsteinen sind ebenfalls als genügend feuersicher zu betrachten, da sie im Brandfalle nur an der Oberfläche Zerstörungen erleiden, die bei besonders heftigem Feuer sich bis zur Tiefe etwa eines viertel Steines ausdehnen können.

Als nicht zuverlässig im Feuer sind die meisten natürlichen Gesteine zu betrachten, die für Säulen, Konsolen, Treppenstufen, Podeste, Fensterstürze usw. ausgedehnte Verwendung finden. Steine, die Kohlensäure enthalten, wie Kalksteine und Dolomite, Sandsteine, bei denen Kalk oder Mergel das Bindemittel bilden, erleiden im Feuer eine chemische Veränderung durch Entweichen von Kohlensäure, wodurch Zerstörung dieser Gesteinsarten herbeigeführt wird. Granit und Syenit werden durch Feuer leicht zerstört und springen leicht, wenn sie im erhitzten Zustande vom Wasserstrahl der Feuerspritze getroffen werden. Sandsteine dagegen, die quarzige Bindemittel enthalten, sind als feuersicher zu betrachten.

Obige Darlegungen über das Verhalten von Steinkonstruktionen im Feuer sind auch bei dem großen Brande in Baltimore im Februar 1904 vollkommen bestätigt worden.

Aus den vorstehenden Betrachtungen über das Verhalten der drei Baustoffe: Eisen, Holz und Stein im Feuer ergibt sich, daß hinsichtlich der Feuersicherheit Konstruktionen aus künstlichen Steinen am zuverlässigsten sind, solche aus Holz und ungeschütztem Eisen dagegen ungenügende Widerstandsfähigkeit besitzen. Die Ausführung von steinernen Konstruktionen ist aber in sehr vielen Fällen wegen

ihrer meist bedeutenden Querschnittsabmessungen und wegen des dadurch bedingten erheblichen Eigengewichts untunlich.

Um nun dem Eisen wegen seiner guten Eigenschaften die ausgedehnteste Verwendung zu verschaffen, ist man seit einer Reihe von Jahren dazu übergegangen, die tragenden und stützenden Eisenkonstruktionen durch unverbrennliche, die Wärme schlecht leitende Ummantelungen gegen die Flammen zu schützen. Seitdem durch Brandproben und bei wirklichen Brandfällen die aus der Ummantelung der Eisenkonstruktionen sich ergebenden Vorteile erkannt worden sind, ist es gebräuchlich geworden, die Eisenteile, sofern sie vor Feuer geschützt werden sollen, zu ummanteln.

IIa. Gefährdung der Umfassungsmauern von Bauwerken infolge fester Verbindungen der Eisenkonstruktion mit dem Mauerwerk und Mittel, um dieser Gefahr zu begegnen.

Werden ungeschützte eiserne Träger, z. B. Unterzüge oder Deckenträger, mit den Umfassungsmauern eines Gebäudes verankert, so kann der Bestand des Mauerwerks im Brandfalle in zweifacher Hinsicht gefährdet werden.

Die erste Gefahr liegt in der durch die Wärme hervorgerufenen Längenausdehnung der Träger. Sie beträgt für Walzeisen auf je 100° C. Temperaturerhöhung etwa $\frac{1}{340}$ der ursprünglichen Länge, mithin bei einer Temperatur von 500° C. $\frac{1}{168}$ oder rund $\frac{6}{1000}$ der Länge bei gewöhnlicher Temperatur. Sind die Träger sehr lang, so kann ihre Ausdehnung so beträchtlich werden, daß sie im Brandfalle die Umfassungsmauern nach außen drücken oder durchstoßen.

Übersteigt die Erwärmung die Temperatur von 500° C., so darf angenommen werden, daß weiteres Hinausschieben der Mauern nicht stattfindet, weil der Träger sich dann stark durchbiegen und schließlich zusammensinken wird. Hierin liegt aber die zweite Gefahr für die Umfassungsmauern. Der zusammensinkende Träger zieht die Mauern, mit denen er verankert ist, nach innen und bringt sie unter Umständen zum Einsturz.

Bei Gebäuden, die brennbare Stoffe nicht oder nur in ganz geringem Umfange enthalten, wie z. B. Maschinenwerkstätten mit massiven Decken, geben die Verankerungen der eisernen Balkenlagen, auch wenn diese ungeschützt sind, zu Bedenken keinerlei Veranlassung, da bei derartigen Bauten das Eintreten einer die