

B

VORBEUGENDER BRANDSCHUTZ

Info

Brandschutz

95

2021

Univ.-Lektor ELFR Dr. Otto Widetschek

HOLZ AUS DER SICHT DES BRANDSCHUTZES

Holz begleitet den Menschen – im wahrsten Sinn des Wortes – von der Wiege bis zur Bahre. Es ist Bau- und Werkstoff, Rohstoff für unsere Volkskunst und schafft jene heimische Atmosphäre im Hause, die jenseits moderner Wohnlandschaften und glitzernder Kunststoffs liegt. Holz ist aber auch Brennstoff – und damit stellt sich automatisch die Frage nach den Grenzen seiner Verwendung im Bauwesen und aus der Sicht des Brandschutzes.

EINLEITUNG

Vor nicht allzu langer Zeit wurde Holz lediglich als Brennstoff angesehen. Seiner Verwendung als vollwertiger Baustoff standen vor allem viele Brandschutztechniker mit großer Skepsis gegenüber. Daraus ergaben sich zum Teil einschneidende Beschränkungen für den Einsatz von Holz im Bauwesen.

Andererseits war die Tatsache bekannt, dass massive Holzkonstruktionen und gegen Hitze geschützte Holzbauteile im Brandfall eine erhebliche Brandwiderstandsfähigkeit aufweisen. Daher werden heute auch aus Klima- und Nachhal-

tigkeitsgründen immer mehr Holzbauten, wie beispielsweise das vor Kurzem eröffnete HoHo Wien, als eines der größten Hochhäuser der Welt, errichtet. Zur genaueren Ergründung des Brandverhaltens werden daher schon seit Ende der 1970er-Jahre wissenschaftliche Untersuchungen in Österreich durchgeführt [1]. Die Ergebnisse fanden in der Zwischenzeit auch in den einschlägigen Normenwerken ihren Niederschlag.

FALLSTUDIE: DIE VERBRANNTHE THERME

Als in der Nacht vom 24. auf den 25. September 1983 das große Thermengebäude des Thermalbades Loipersdorf durch einen Großbrand mit einem Schaden von über 500 Millionen Schilling vernichtet wurde, waren alle Steirer schockiert. Das Jahrhundertbauwerk der Oststeiermark wurde binnen weniger Stunden ein Raub der Flammen, was fast niemand verstehen konnte. Denn was war geschehen? Eine Sauna – an einem Ende einer lang gestreckten Thermenhalle angebaut – gerät in Brand, wodurch das gesamte etwa 150 Meter lange Bauwerk eingäschert wird.

HoHo Wien: Eines der größten Holz-Hochhäuser der Welt (Bild: Lainer)

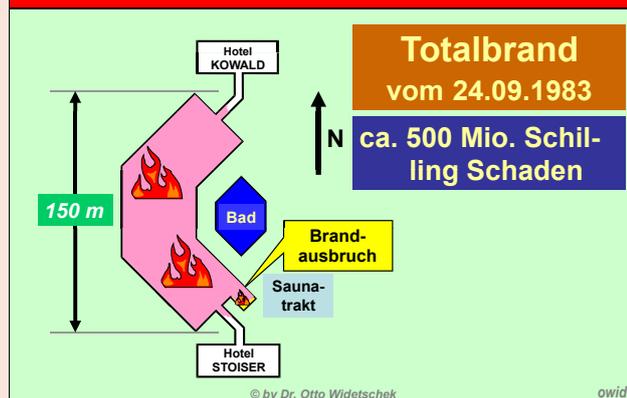
Loipersdorf, Zerstörung



© by Dr. Otto Widetschek

Der Großbrand von Loipersdorf (die Lage).

Therme Loipersdorf



© by Dr. Otto Widetschek

owid

Totalschaden in der Übersicht.



Vollbrand des Thermengebäudes um Mitternacht (Foto: Owid).

GÖTTLICHE VORSEHUNG?

Im Mittelalter hätte man ein derartiges Katastrophenereignis als Ausdruck der göttlichen Vorsehung bezeichnet. Der Großbrand von Loipersdorf war jedoch weder von göttlicher Hand vorbereitet noch ein mystischer Akt zur Vernichtung des Blendwerkes der Menschen. Er hatte viel banalere Ursachen [2].

HOLZ IN ALLEN VARIATIONEN

Nachdem in den Siebzigerjahren in der oststeirischen Gemeinde Loipersdorf eine heiße Quelle entdeckt wurde, entschloss man sich, ein Thermalbad zu errichten. Den ersten Preis im Architektenwettbewerb erhielt ein Projekt, welches sich optisch besonders gut in die hügelige Waldgegend einfügte und das auch von der Auswahl der Baustoffe ein harmonisches Ganzes versprach. In erster Linie wurde Holz als dominierendes Konstruktions- und Gestaltungselement in allen Variationen eingesetzt. Von der gewaltigen Dachkonstruktion aus Holzleimbändern spannte sich der Bogen bis zur Außenwandverkleidung aus Schindeln.

DAS JAHRHUNDERTBAUWERK MIT DEM KAINSMAL

Die Forderung nach einem großräumigen Bauwerk, gepaart mit der Kreativität des Architekten, ließen ein großzügiges Jahrhundertbauwerk entstehen.

Mit einem ganz großen Planungsfehler: Der Brandschutz war nicht im erforderlichen Maße vorhanden! Das Grundübel aber war dabei eine etwa 60 cm starke Zwischendecke, welche durch das gesamte Bauwerk ohne eine einzige Brandabschottung verlief. Ein Kainsmal der besonderen Klasse!

Das einmal hier eingedrungene Feuer fand für eine rasche Ausbreitung genügend Nahrung und war wegen der schweren Zugänglichkeit nicht zu bekämpfen.

AUFBAU UND ZUSAMMENSETZUNG VON HOLZ

Holz ist ein Naturprodukt pflanzlicher Herkunft und faserartiger Struktur. Dadurch ergeben sich in der Faserachse röhrenförmige Kanäle, die dem Wassertransport der Pflanze dienen. Junge Hölzer enthalten bis zu 50 % Wasseranteil, der durch Lufttrocknen bis auf ca. 10 bis 20 % gesenkt werden kann [3].

HOLZ: PHYSIKALISCH UND CHEMISCH GESEHEN!

Elementar besteht Holz aus etwa

- 50 % Kohlenstoff,
- 43 % Sauerstoff,
- 6 % Wasserstoff und
- 1 % Stickstoff und anderen Elementen [4].

Anwendung



Vollholz



Holzleimbänder

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

Vorwiegende Anwendung als Vollholz bzw. Holzleimbänder.

Chemisch gesehen ist Holz aus folgenden Hauptbestandteilen zusammengesetzt:

- 65 % Zellulose & verwandten organischen Verbindungen,
- 30 % Lignin (aromatische Verbindungen),
- 2,5 % Harzen und
- 1 % mineralischen Anteilen, die bei der Verbrennung als Asche zurückbleiben [3].

Je nach Holzart schwanken die angegebenen Werte ziemlich stark. So besitzen beispielsweise Nadelhölzer einen höheren Harzanteil und sind daher wesentlich brennbarer als Laubhölzer. In der Praxis wird Vollholz, welches unmittelbar durch Herausschneiden aus einem Baum gewonnen wurde, oder Brettschichtholz verwendet. Mit Hilfe brettschichtverleimter Träger können heute Längen bis zu 35 Meter und Höhen bis zu 10 Meter erreicht werden.

BRANDVERHALTEN VON HOLZ

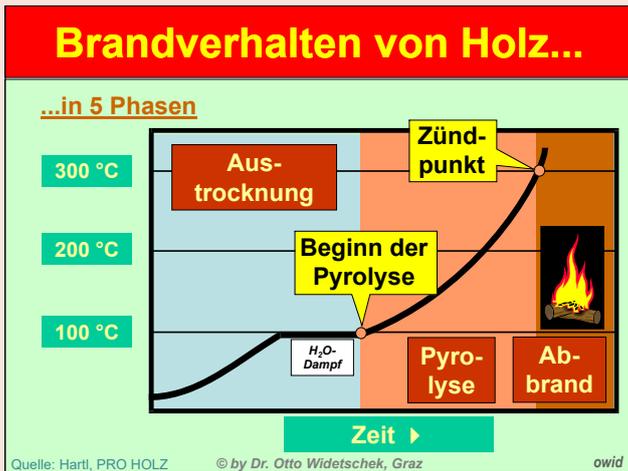
Die Brennbarkeit von Holz ist im Besonderen von folgenden Faktoren abhängig:

- Art des Holzes
- Feuchtigkeitsgrad
- Verhältnis Oberfläche zur Masse, d.h. vom Zerkleinerungsgrad des Materials

BRANDENTWICKLUNG IN FÜNF PHASEN

Der Mechanismus der Holzverbrennung ist noch nicht vollkommen erforscht. Es können jedoch die folgenden Phasen der Brandentwicklung als gesichert angenommen werden [1]:

- **Phase 1: Austrocknung**
Bis zu 100 °C erfolgt die Austrocknung des Holzes mit anschließender Verdampfung des Wassers. Der Dampf wählt den Weg des geringsten Widerstandes und tritt an Ecken, Kanten, Stoßfugen, offenen Poren und Rissen aus und entweicht ins Freie.
- **Phase 2: Beginn der Pyrolyse**
Bereits unterhalb von 100 °C beginnt in der Regel eine langsame thermische Zersetzung des Holzes (Pyrolyse). Sie ist meist von mehr oder weniger großer Rauchentwicklung begleitet.
- **Phase 3: Pyrolytischer Prozess**
Mit fortlaufender Temperaturerhöhung verstärkt sich die thermische Zersetzung des Holzes. Bei den ablaufenden Schwelvorgängen werden zahlreiche Substanzen, wie z.B. Holzgas (Gemisch aus Wasserstoff, Methan, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid), Methylalkohol, Essigsäure, Aceton und Holzteer gebildet.



Das Brandverhalten von Holz läuft in fünf charakteristischen Phasen ab (schematisch).

Phase 4: Zündung

Bei der jeweiligen Zündtemperatur des Holzes (bei Normalbedingungen zwischen 250 und 300 °C) tritt plötzlich eine Verbrennung mit Glut- und Flammerscheinung auf. Die pyrolytisch freigesetzten Substanzen verbrennen, wobei als Endprodukte hauptsächlich CO₂ und CO entstehen.

Phase 5: Abbrand

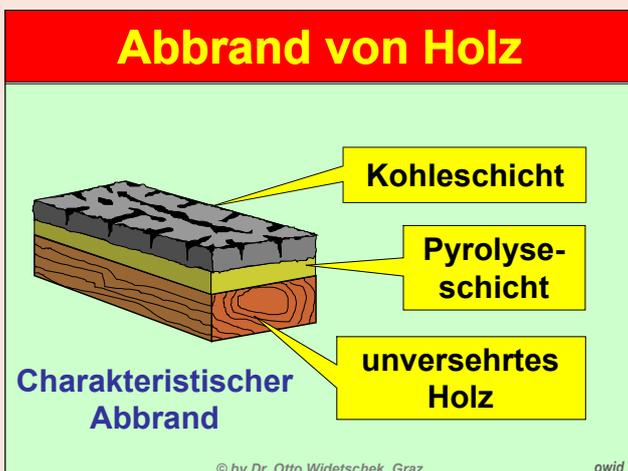
Durch den nunmehr offenen Brand steigt die Temperatur rasch weiter an und es kommt zu einer Verkohlung der Oberfläche. Durch die in das Holz vordringende Hitze werden fortschreitend tiefere Schichten erwärmt. Da Holz eine gute Wärmeisolierung (seine Wärmeleitfähigkeit ist rund 400 Mal kleiner als die von Stahl) aufweist, geht dieser Vorgang nur allmählich vor sich. An die Kohleschicht schließt nach innen eine etwa 0,5 cm dicke Zone an, in welcher nun eine ständige thermische Zersetzung erfolgt. Sie wird als Pyrolyseschicht bezeichnet. Darunter befindet sich das unversehrte Holz.

FALLSTUDIEN

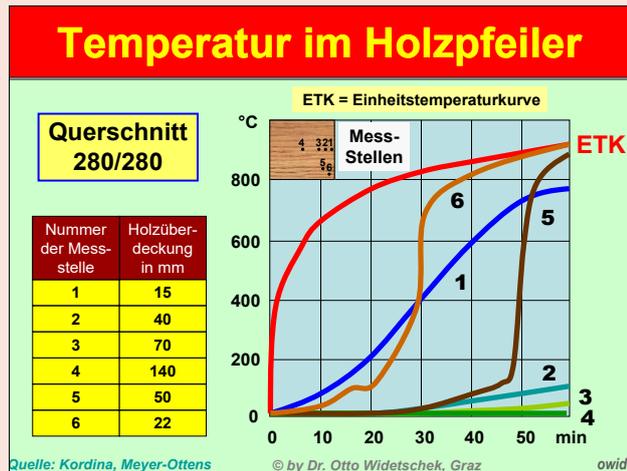
Zur Veranschaulichung des Brandverhaltens von Holz werden im Folgenden zwei Fallstudien vorgestellt:

Studie 1: Temperaturmessungen

An einem Holzpfiler mit einem Querschnitt von 280 x 280 mm (siehe folgende Darstellung [5]) wurden insgesamt sechs Messstellen vorgesehen, an welchen in einer Brennkammer über einen Zeitraum von 30 Minuten die Temperaturverläufe dokumentiert wurden. Die Prüfung erfolgte dabei nach der Einheitstemperaturkurve (ETK) zur Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten (Prüfverfahren gemäß ÖNORM EN 13501-2).



Schichtweiser Abbrand von Massivholz (schematisch).



Temperaturverlauf in einem Holzpfiler bei Befuerung gemäß Einheitstemperaturkurve [5].

Studie 2: Rauchgasanalyse

Eine Analyse eines Sperrholz-Abbrandes in Luft bei 550 °C zeigte beispielsweise folgendes Ergebnis [6]:

- 17 % Kohlendioxid (CO₂),
- 4 % Kohlenmonoxid (CO),
- 3 % Sauerstoff (O₂),
- 2,5 % Ethylen (C₂H₄),
- 1 % Methan (CH₄),
- kleine Mengen von Stickstoff (N₂)
- und Spuren von Benzol (C₆H₆) und Toluol (C₆H₅CH₃).

ABBRANDGESCHWINDIGKEIT

Holz und Holzwerkstoffe (Sperrholz, Span- und Faserplatten) zeigen aufgrund der schichtförmigen thermischen Zersetzung eine charakteristische Abbrandgeschwindigkeit.

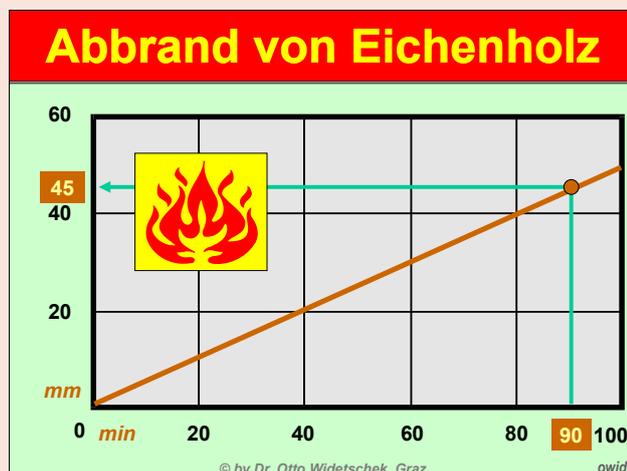
Sie hängt sehr stark von der Rohdichte des Holzes ab und liegt zwischen 0,5 und 2,0 mm/min.

Dabei gelten folgende Werte:

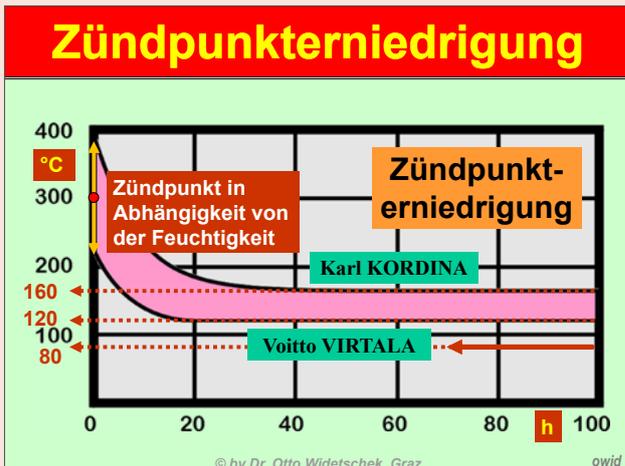
- **Eiche: 0,5 mm/min**
- **Fichte und harte Holzfaslerplatten: 0,65 mm/min**
- **Holzspanplatten (600 bis 700 kg/m³) und Sperrplatten aus Rotbuche und Fichte: 0,8 mm/min**
- **Poröse Holzfaslerplatten: 2,0 mm/min**

Diese Angaben gelten für einwandfreies Holz, welches keine Risse besitzt.

Deswegen zeigt auch Brettschichtholz ein besseres Brandverhalten als Vollholz, wo Risse nie ganz zu vermeiden sind [7].



Abbrandgeschwindigkeit von Eichenholz (schematisch).



Phänomen der Zündpunkterniedrigung anhand von Versuchen und praktischen Erkenntnissen.

ZÜNDPUNKT

Als Zündpunkt bezeichnet man jene Temperatur, bei welcher ein brennbarer Stoff ohne Einwirkung einer äußeren Zündquelle zu brennen beginnt.

Bei den bekanntesten Holzarten (inkl. Pressspanplatten) können Zündpunkte zwischen 250 und knapp 300 °C festgestellt werden (z. B. Rüster mit 245 °C und Eiche mit 300 °C). In der Praxis rechnet man daher im Allgemeinen mit einem Mittelwert von 280 °C.

Im Folgenden die Zündpunkte verschiedener Holzarten [8]:

- **Rüster: 245 °C**
- **Esche, Buche, Fichte (deutsche): 270 °C**
- **Teak: 280 °C**
- **Nussbaum (amerikanischer): 290 °C**
- **Eiche: 300 °C**

ZÜNDPUNKTERNIEDRIGUNG

Eine für die Praxis wichtige Erkenntnis: Der Zündpunkt einer Holzart ist auch sehr wesentlich von seiner Erwärmungsdauer abhängig. Dabei tritt eine sogenannte Zündpunkterniedrigung auf. So zeigte sich, dass beispielsweise in Saunaanlagen durch langzeitliche Temperatureinwirkung eine starke Herabsetzung des Zündpunktes auftritt.

Nach Topf [9] und Teichgräber [10] ist bei langanhaltender Erwärmung eine Entzündung auch schon ab 120 °C möglich. Diese Verhältnisse sind im Holz-Brandschutz-Handbuch von Kordina und Meyer-Ottens [5] genauer dargestellt worden. Virtala [11] hat bei Bränden in finnischen Holzblockhäusern, wo Heizrohre in einer Sägemehlfüllung unter dem Fußboden verlegt worden waren, sogar nachgewiesen, dass bereits Temperaturen knapp unter 80 °C gefährlich sind und zu Bränden führen können. Ähnliche Verhältnisse dürften auch beim Großbrand der Therme Loipersdorf im Jahre 1983, wo nachweislich langzeitliche Temperaturen in der Holzverkleidung der Sauna von knapp über 80 °C aufgetreten sind, die Ursache für den Brand gewesen sein [2].

LITERATURHINWEIS

- [1] HARTL H.: Bauteile aus Holz: Europäische Tendenzen in der Beurteilung des Brandverhaltens; Holzkurier Nr. 36, 1977.
- [2] WIDETSCHK O.: Thermalbrand in Loipersdorf; Magazin der Feuerwehr, Heft 2/1984.
- [3] PURT G.: Einführung in die Brandlehre; Rentsch-Verlag, 1969.
- [4] REMPE A. und RODEWALD G.: Brandlehre; Kohlhammer-Verlag, Stuttgart, letzte Ausgabe.
- [5] KORDINA K. und MEYER-OTTENS C.: Holz-Brandschutz-Handbuch; Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, München 1983.
- [6] SCHRIESHEIM A.: Method for the controlled burning of combustible materials and analysis of the combustion gases; J. Res. Nat. Bur. of Standards, 1956.
- [7] SCHRÖDER H.: Das Brandverhalten brettschichtverleimter Träger; brandschutz 8/1981.
- [8] JENTSCH H.: Zündeigenschaften verschiedener Holzarten; Zeitschrift „Werft, Reederei und Hafen“, Heft 3/1951.
- [9] TOPF P.: Die thermische Zersetzung von Holz bei Temperaturen bis 180 °C; „Holz als Roh- und Werkstoff“, Band 29/1971.
- [10] TEICHGRÄBER R.: Kritische Temperatur der Brennbarkeit von Holz und Holzwerkstoffen; Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, Heft 1/1967.
- [11] VIRTALA V.: Entzündung durch Wärmestrahlung und langwährende Erhitzung auf niedriger Temperatur; VFDB-Zeitschrift, Heft 1/1953.

ERSTE LÖSCHHILFE-ÜBUNG

Jede/r Teilnehmer/in
löscht selbst! **§ 25 (4) ASchG**

- Direkt in Ihrem Betrieb!
- Zu Ihrem Wunschtermin!
- Sie erhalten eine Bestätigung zur Vorlage vor Behörden

• In **DEUTSCH** oder **ENGLISCH**

Anfragen: office@brandschutzforum.at

www.brandschutzforum.at



22. Internationales APRILSYMPOSION mit großer Fachausstellung 16. September 2021

- Brand- und Katastrophenschutz im neuen Jahrtausend: **Erfahrungen aus der Pandemie, Cyberkriminalität, Psychologischer Brandschutz, Wissenschaft und Einsatzpraxis etc.**

- Spezialseminar **Holz & Brandschutz**
 - Spezialseminar **Betriebsbrandschutz**
 - Spezialseminar **Löschmittel**
- Fortbildung gem. TRVB 117 für BSB zur Verlängerung der Pass-Gültigkeit**

www.aprilsymposion.at

