

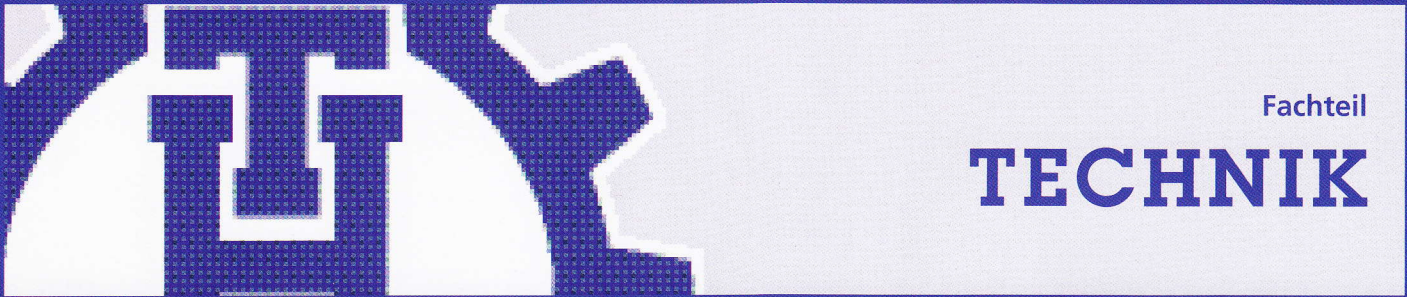


Landesvereinigung
THW **NRW**

FACHTEIL

Ausgabe 4/2014





Fachteil

TECHNIK

Schwere Abstützung mittels Kantholzstapel

Im Einsatz am historischen Stadtarchiv in Köln (März 2009) wurden zur Abstützung des Gymnasiums vier Kantholzstapel und zur Abstützung des Gebäudes 218 ein Kantholzstapel verwendet. Der folgende Bericht erläutert die Methode des „Kantholzstapels“, welcher auch als „Kreuzstapelmethode“ oder im englischen als „Cribbing“ bekannt ist, und beschreibt die Gründe des Einsatzes dieser Sicherungstechnik in Köln.

Die Methode kommt aus dem Bergbau des 19. bis 20. Jahrhunderts und ist als schwere Abstützmethode im internationalen Zivil- und Katastrophenschutz allgemein bekannt. Am 11. September 2001 kam es bei dem Anschlag auf das Pentagon durch die FEMA zum bis jetzt größten Einsatz dieser Technik mit Kanthölzern.

Im Praxishandbuch Gebäudeabstütztechnik¹ und im Handbuch Einsatzgerüstsystem „Rüstholzsatz“² wird die Technik der Kantholzstapel grundlegend beschrieben.

Technik

Der Kantholzstapel:

Der Kantholzstapel ist eine einfache und stabile Methode zur Absicherung schwerer vertikaler Belastungen. Die Abmessungen der Kantholzstapel sollten die Höhen- zu Breitenverhältnisse von 3 zu 1 nicht überschreiten und sind mit Dachlatten, Bohlen, Rispen oder Holztafeln horizontal gegen Verrutschen einzelner Teile zu sichern.



Europaletten-Stapel kurz vor der Vervollendung

In der folgenden Tabelle sind für die im THW üblichen Holzquerschnitte zulässige Belastungen verschiedener Kantholzstapel angegeben:

Kantholz (cm)	2 x 2 #		3 x 3 #		4 x 4 #	
	(kn)	(to)	(kn)	(to)	(kn)	(to)
10	80	8,0	180	18,0	320	32,0
12	115	11,5	259	25,9	460	46,0
14	156	15,6	352	35,2	627	62,7
16	204	20,4	460	46,0	819	81,9
20	320	32,0	720	72,0	1 280	128,0
24	460	46,0	1 036	103,6	1 843	184,3
30	720	72,0	1 620	162,0	2 880	288,0

Die zulässigen Belastungen der Tabellen wurden gemäß der Sicherheit der DIN 1052³ ausgelegt. Diese Sicherheit ist erforderlich, wenn die Kantholzstapel nach Einsatzende in das Baurecht übergeben werden.

In besagter DIN wird eine maximale Lastaufnahme für Bauholz der Güte S10 (NH II) mit 2N/mm² definiert. Dieser Wert kann somit auch als Faustformel für die Berechnung der Lastübertragungs-Kapazität beim Bau beliebig dimensionierter Kantholzstapel oder anderer Holzunterlagen (stets Güte S10 vorausgesetzt!) übernommen werden. Es ergibt sich:

Fläche der einzelnen Überlappung (Kreuzung) [mm²] x Zahl der Überlappungen x 2N/mm² = Lastaufnahme max.

Sicherlich kann im Einsatzfall die Sicherheit auch reduziert werden, allerdings ist hierbei zu beachten, dass sich die Stauungen (Einpresungen) quer zur Holzfaser deutlich erhöhen und der Kantholzstapel eine höhere Setzungsempfindlichkeit aufweist.

Die Maximalkraft ist also im Wesentlichen von der aktivierten Holzfläche abhängig. Daraus ergibt sich die angenehme Tatsache, dass man im Einsatz nur die Zahl der Überlappungen an die erforderliche Lastaufnahme anpassen muss.

Ein Kantholzstapel mit je zwei Kanthölzern pro Ebene (2x2#, links) nutzt vier Überlappungen zur Kraftableitung, bei drei Kanthölzern pro Ebene steigt die Zahl der Überlappungen auf neun (3x3#, Mitte), bei einem Beispiel mit fünf Balken je Ebene aktiviert man bereits 25 Flächeneinheiten (5x5#, rechts)

Wie die Berechnung zeigt, ist es theoretisch unerheblich, welche Höhe die verwendeten Hölzer haben. Allerdings muss beachtet werden, dass

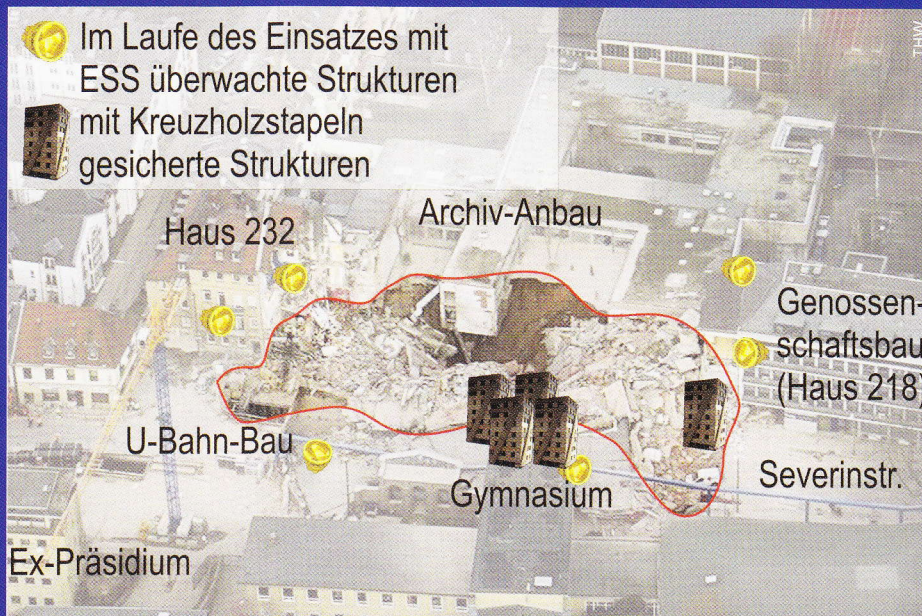
Die nebenstehende Tabelle ist eine Zusammenfassung aus Kantholzstapeltabellen³.

- keine Gefahr des Umkippens der einzelnen Kanthölzer bestehen darf (Verhältnis Höhe zu Dicke max. 3:2; besser 1:1 oder geringer),
- eine hohe Zahl an Schichten (beispielsweise bei Verwendung von Bohlen oder Brettern) durch das Aufaddieren von Verzügen zu mehr Spiel im System führt und so als schlechtere Variante zu bewerten ist.

Des Weiteren muss bei Einsatz von Kreuzstapeln beachtet werden, dass bei Einleitung hoher Lasten in Bau und Boden die Kräfte dort auch übertragen werden können. Gegebenenfalls ist hier durch Unterfütterungsmaßnahmen die Aktivierung größerer Flächen nötig, als der Stapel selbst Grundfläche hat.

Bei längerem Einsatz von Kreuzholzstapeln und vor allem beim Einsatz hoher Stapel kann das Schwindverhalten der eingesetzten Hölzer von einsatzrelevanter Dimension sein. (Holz Güteklasse 2 hat max. 20 Prozent Feuchte nach DIN 10527). Feuchtevariation zwischen 12 Prozent und 24 Prozent sind je nach Witterung möglich⁶. Da die Feuchtesättigung von Bauholz erst über 30 Prozent einsetzt, resultieren Maßschwankungen der Stapel mit der Veränderung der Holzfeuchte. Diese lassen sich auch quantitativ abschätzen:

Für Bauholz existiert ein Schätzwertmittel (gemäß DIN 10527) mit 0,24 Prozent Maßveränderung quer zur Faser pro Prozent Feuchtigkeitsänderung. Im Extremfall resultiert daraus eine theoretische Schwankung der Einbauhöhe von $\pm 6 \cdot 0,24$ Prozent entsprechend



Lageplan

maximal $\pm 1,44$ cm pro Meter Einbauhöhe. Es ist offensichtlich, dass sich Schwankungen dieser Größenordnung auch auf die Bauteilstabilität auswirken können; eine regelmäßige Überwachung der Holzfeuchte wird daher empfohlen, um zunehmende Druckeinwirkung (Holzfeuchte steigt) oder Lockerung der Abstützung (Holzfeuchte sinkt) durch entsprechende Maßnahmen ausgleichen zu können.

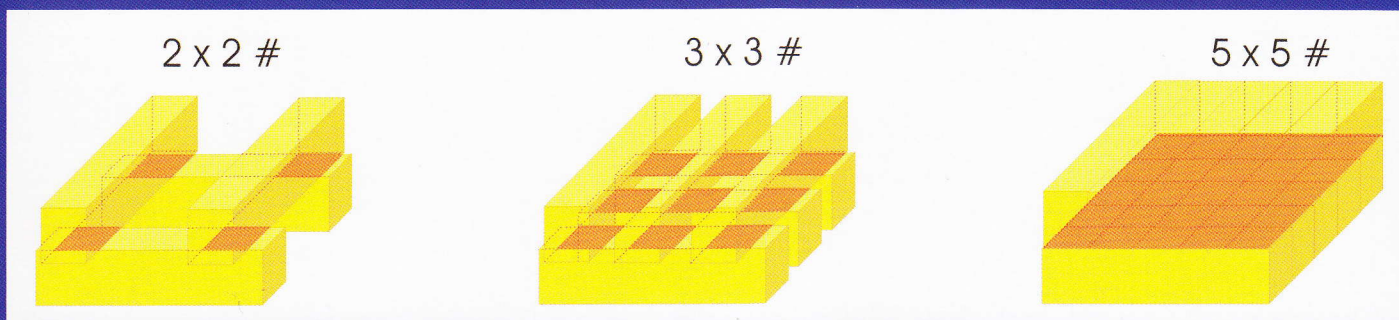
Eine schnelle und elegante Variante des Kreuzholzstapels besteht nach Blockhaus¹ in der Verwendung von Europaletten-Stapeln, sofern

die aufzunehmende Maximallast nicht zu hoch ist.

Anwendungsbeispiel im Realeinsatz

Einsturz Stadtarchiv in Köln 2009:

Im Einsatz Stadtarchiv Köln waren in mehreren Bereichen Abstützmaßnahmen nötig. In zwei Abschnitten mussten sehr hohe Lastwerte abgeleitet werden, sodass sich die Einsatzleistung jeweils entschied, gemäß der Empfehlungen der Baufachberater mit Kreuzholzstapeln



abstützen zu lassen. Beide Bereiche sollen im Folgenden beleuchtet werden.

Die vier Kantholzstapel beim Gymnasium:

Der auf vier Stahlbetonstützen stehende Gebäudeteil an der Vorderseite des Gymnasiums wies aufgrund der Schadensereignisse eine deutliche Rissbildung auf. Hieraufhin erhielt das THW den Auftrag, zusätzlich zur laufenden dreidimensionalen Überwachung des Gebäudes mit ESS auch die Risse mittels Crack Distance Monitoring (CDM ist das Anbringen, die kontinuierliche Überwachung und das Auswerten von Rissmonitoren zur Beurteilung von Gebäudeschäden) zu überwachen.

Bei der Überwachung des Gymnasiums wurden weitere Rissbildungen und leichte Verformungen beobachtet, welche nicht auf einen Gebäudeschaden, sondern auf Probleme mit der Gründung im Baugrund hindeuteten. Diese Anzeichen konnten sowohl durch das Schadensereignis an sich als auch durch die eingesetzten schweren Räumgeräte verursacht worden sein. Um eine weitere Gefährdung der eingesetzten Helfer langfristig auszuschließen, entschied sich die Einsatzleitung nach eingehender Besprechung mit der Bauaufsichtsbehörde und den THW-Baufachberatern, eine Abstützung unter dem Vorbau errichten zu lassen. Entsprechend wurde zur Verteilung der Bauwerklasten der Gebäudeteil mit insgesamt vier Kantholzstapeln abgestützt.

Die Kantholzstapel wurden mit einem Holzfundament in den Abmessungen von 2,0 x 2,0 m aus 20 x 24 cm starken Kanthölzern und den Grundabmessungen von 1,50 m x 1,50 m in der Bauweise 4x4 # erstellt. Durch den Einbau der vier Kantholzstapel wurde das Bauwerk um ca. zwei Millimeter angehoben. Dieses war in diesem Fall auch (entgegen der üblichen Abstützpraxis, nur zu stabilisieren) beabsichtigt. Denn hierdurch wurde die Lastverteilung auf die vier Holzfundamente sichergestellt. Aufgrund dieser Maßnahme reduzierten sich die Sohlpressungen deutlich und weitere Rissbildungen und Verformungen konnten nicht mehr beobachtet werden.

Eine Weiterführung der Gebäudestabilisierung durch Bodenverbesserungs-/Verfestigungsmaßnahmen (z. B. Hochdruckinjektion) wurde nicht mehr erforderlich.

Der Kantholzstapel bei Haus 218:

Beim Haus 218 wurde die Stahlbetoneckstütze im Erdgeschoss durch den Zusammenbruch des historischen Stadtarchivs und Teile des Hauses 220 vollständig zerstört und die Gebäudetrennwand zwischen Haus 218 und Haus 220 stark geschädigt. Haus 218 wies da-



Holger Hohage und Thomas Wellenhofer, THW

mit einen mehrere Meter frei auskragenden Bereich auf, der für diesen Belastungsfall nicht konzipiert war und damit als hoch einsturzgefährdet (mit hohem Gefahrenpotenzial für die eingesetzten Helfer) bewertet werden musste. Hinzu kam, dass der Bereich der ehemaligen Eckstütze mit Trümmerteilen des Hauses 220 teilweise verfüllt war, was die Stützarbeiten erheblich erschwerte.

Am Mittwochnachmittag, dem 4. März 2009 wurde daher als erste Notmaßnahme die Traufwand des betroffenen Bereiches mit Hilfe eines Schwelljoches (zweidimensionale Abstützung mit hier vier senkrechten Kantholzstützen)¹ abgestützt und anschließend bis Donnerstagnacht die betroffenen Stahlbetondeckenteile in allen Etagen mittels massiven Einsatzes von Baustützen und dem Einsatzgerüstsystem (EGS) abgestützt.

Nach der Räumung der Trümmerstruktur im Bereich der ehemaligen Stahlbetoneckstütze wurde die noch erhaltene Stahlbetonstütze über dem Erdgeschoss mittels Kantholzstapel abgefangen. Hierfür wurde die Traglast der Stahlbetonstütze anhand der vorhandenen Abmessungen und Bewehrung mit ca. 1.600 kN ermittelt. (Diese Ermittlung kann mit einem entsprechenden EDV-Programm sehr genau oder anhand einer Tabelle für Stahlbetonpendelstützen⁵ schnell aber überschläglich erfolgen.)

Für die Abstützung wurden Kanthölzer des Abstützsystem Holz verwendet, welche die Abmessungen 20x24 cm haben. Aufgrund der berechneten Belastung und der vorhandenen Kanthölzer wurde die Bauart eines 4x4 # mit einer Bauhöhe von 20 cm und einer Auflager-

fläche von 24 cm gewählt. Die zulässige Belastung erreicht somit 1.843 kN.

Nach Beendigung der Abstützung des Hauses 218 wurde die volle Standsicherheit des Hauses wieder hergestellt. Die weiterlaufende Überwachung des Hauses mittels ESS ergab daraufhin keine nennenswerten Bewegungen mehr.

Schlusswort

Zurzeit ist die Methode der Kantholzstapel die einzige Möglichkeit, mit THW StAN-Ausstattung schwere Abstützungen an Bauwerken durchzuführen.

Das Zersägen von je einem kompletten Abstützsystem Holz (ASH) je Kantholzstapel ist einsatztaktisch nicht sinnvoll, weil somit die eigentlichen Einsatzoptionen des ASH (Bauen von Sprengwerken und Strebstützen) in den Einheiten nicht mehr zur Verfügung stehen.

Im Einsatz am historischen Stadtarchiv stellte die Erstellung der Kantholzstapel einen schnellen und schon erprobten Einsatzerfolg sicher.

Holger Hohage und Thomas Wellenhofer

Quellen:

- 1 Praxishandbuch Gebäudeabstütztechnik [2003], Frank Blockhaus
- 2 Handbuch Einsatzgerüstsystem, Rüstholzsatz [2005], Christoph Rühl und Dr. Thomas Wellenhofer
- 3 Kantholzstapel, Baufachberaterlehrgang Hoya [2006], Holger Hohage
- 4 KatS-LA 261, [1986], Bundesamt für Zivilschutz
- 5 Pendelstütze C25/30, Baufachberaterlehrgang Hoya [2006], Holger Hohage
- 6 Schäden an Holztragwerken [2002], Georg Dröge und Thomas Dröge
- 7 DIN 1052 [04.1988]