

Für den Bauherren hat Holz als Baustoff vor allem einen ästhetischen Reiz. Für den Ingenieur wird Holz in jüngster Zeit immer interessanter, weil ihm dank neuer Verbindungs- und Veredelungsmethoden immer neue und immer bessere Möglichkeiten geliefert werden, um mit Holz im Vergleich zu Stahl und Beton auch wirtschaftlich konkurrenzfähige Konstruktionen zu entwerfen. Mehr darüber vermittelt der folgende Beitrag.

Holz ist ein seit Jahrhunderten bewährter Baustoff mit vielfältigen baulichen Verwendungsmöglichkeiten. Im Hinblick auf seine Ökobilanz gilt es festzustellen, daß der Energieverbrauch bei der Produktion und der Verarbeitung des Rohstoffes Holz erheblich günstiger ist, als bei anderen Baustoffen. Bei Trägern gleicher Tragfähigkeit ist zum Beispiel für den Baustoff Stahl ein etwa 20-fach höherer Energieaufwand als gegenüber einem Träger aus Brettschichtholz notwendig. Holz wächst unter Nutzung der Sonnenenergie und speichert Kohlenstoff. Allein die Kohlenstoffentnahme der deutschen Wälder beträgt circa 200.000 Tonnen CO₂ pro Tag [16]. Er ist ein Roh- und Baustoff, der praktisch ohne Fremdenergie, dem Kohlendioxid und der Luft entsteht und dabei Sauerstoff produziert. Der Holzzuwachs in den Wäldern ist weitaus höher, als die jährliche Einschlagmenge.

Den Holzbau erleben wir heute in einer vielgestaltigen Architektur. Im Marktanteil manchmal noch ein Stiefkind, wächst seine Akzeptanz wegen seiner günstigen Energiebilanz. Holzbau ist aber nicht nur Ausloten von Architektur bei neuen Bauten, sondern auch Instandsetzung und Erhaltung von historischen Konstruktionen. In den letzten 30 Jahren ist international ein starker Aufschwung des Ingenieurholzbaus zu beobachten, der verbunden war mit einer umfassenden Industrialisierung der Fertigung



Photopool/Fabian Bimmer

DIE GRÖSSTE HÖLZERNE ACHTERBAHN DER WELT steht im Heidepark in Soltau. Die von dem Ingenieur Werner Stengel konstruierte Bahn gilt heute weltweit als Musterbeispiel für die Vielseitigkeit, die den Holzbau im Allgemeinen heute auszeichnet.

Quelle der Inspiration

MIT HOLZ KANN HEUTE SEHR VIELFÄLTIG UND KREATIV KONSTRUIERT WERDEN

und der Erprobung beziehungsweise Anwendung eines breiten Spektrums konstruktiver Lösungen.

Schon mit dem naturbelassenen Holz lassen sich weitgespannte Konstruktionen realisieren. Brücken oder Mehrzweckgebäude aus Rundholz

beweisen überdies die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Holzverwendung. Auch als Rüstmaterial im Schalungsbau hat Rundholz noch nicht ausgedient.

Die Wiederbelebung historischer Bauweisen ist nicht nur aus der Sicht

Jahr	Ort/Land	Spannweite [m]	Tragwerksart	Bemerkungen
1975	Mannheim, Deutschland	60,0	Gitterschale	Mehrzweckhalle
1976	Dijon, Frankreich	70,6	Hängekonstruktion	Sporthalle
1979	Davos, Schweiz	75,6	Dreigelenk-Bogen	Eissporthalle
1979	Marl, Deutschland	60,5	Dreigelenk-Rahmen	Kohlen-Mischanlage
1980	Rekingen, Schweiz	68,0	Dreigelenk-Binder	Kohlen- Mischanlage
1980	St. Ulrich, Italien	54,8	Fachwerkträger	Mehrzweckhalle
1981	Limoges, Frankreich	60/64	Zweigelenk-Bogen	Sporthalle
1981	Istres, Frankreich	59,2	Dreigelenk-Bogen	Eislaufhalle
1981	Oberhausen, Deutschland	89,5	Kuppelbau, Unterspannter Dreimelenkbinder	Kohlenlagerhalle
1981	Wien, Österreich	82,0	Hängekonstruktion	Recycling- Halle
1982	Takoma, USA	162,0	Netzwerk- Kuppel	Mehrzweckhalle
1985	Abtivil, Schweiz	45,0	Fachwerkträger	Einkaufszentrum
1986	Oulu, Finnland	115,0	Netzwerk- Kuppel	Mehrzweckhalle
1987	Walsum, Deutschland	94,6	Dreigelenk-Bogen	Lagerhalle
1987	Essen, Deutschland	98,0	Kuppelkonstruktion	Kohlen- Mischanlage
1988/89	Bordeaux, Frankreich	75,0	Raumfachwerk	Radstadion
1988	Oguni, Japan	63,5 x 47,0	Raum-Stabwerk	Sporthalle
1988	Brüssel, Belgien	74,0	Stab-Netzwerk	Messehalle
1990	Köln, Deutschland	2x 50,0	Fachwerkträger	Flugzeughangar
1992	Hamar, Norwegen	48,0 x 96,4	Dreigelenk- Fachwerk- bogen	Olympiahalle
1995	Wien, Österreich	63,0	Raumfachwerk	Mehrzweckhalle
1999	Rimini, Italien	60,0	Stab- Netzwerk	Messehalle
2000	Nürnberg, Deutschland	84,8	Räumliches Fachwerk	Messehalle

Tab 1: Viele Hallen werden - wie die Statistik zeigt - heute auch wieder in Holz ausgeführt.

der Traditionspflege interessant (so zum Beispiel der Howesche Brückenträger von 1850 [10] oder die Zollbau-Lamellenbauweise von 1904 [11], [12]).

Holz ist gegenüber Stahl und Beton durchaus konkurrenzfähig

Ingenieurholzkonstruktionen werden heute in fast allen Bereichen des Bauens angewendet. Besonders die Entwicklung der Holzklebebauweise hat die Konkurrenzfähigkeit der Holzkonstruktionen gegenüber Konstruktionen

aus Holz. Tab. 1 zeigt ausgewählte Beispiele im Hallenbau. Gerade mit Holzrippenschalen und Stab-Netzwerk-Strukturen lassen sich interessante architektonische Leistungen realisieren. Zu den bemerkenswertesten Bauten der Jahre 2000/2001 zählen ohne Zweifel das EXPO-Dach (Abb. 1) [13] bis [15]) und die größte Achterbahn der Welt im Heide-Park Soltau [20]. Sie dokumentieren aber auch auf eindrucksvolle Weise die erfolgreiche Zusammenarbeit der Architekten, Tragwerksplaner und Fertigungsbetriebe, müssen bei ungewöhnlichen Bauten doch immer auch neue ingenieurtechnische Probleme gemeinsam gelöst werden. Brücken werden wieder in Holz ausgeführt (Tab. 2). Zahlreiche Beispiele beweisen das Bemühen, derartige Brücken harmonisch in die Landschaft einzufügen (zum Beispiel die Brücke in Essing). Wohnhäuser aus Holz liegen wieder im Trend. Deutschland hat ja eine über hundertjährige Tradition in der industriellen Fertigung von Holzhäusern [17]. Etwa 20 Prozent der Ein- und Zweifamilienhäuser werden pro Jahr in Holzbauweise errichtet. Nach dem Konstruktionsprinzip un-

ten aus Stahl und Beton entscheidend verbessert. Der hohe Entwicklungsstand des Holzbbaus wird in Nordamerika und Skandinavien quantitativ vor allem durch das Holzhaus repräsentiert. So sind in den skandinavischen Ländern circa 80 bis 85 Prozent und in Kanada und den USA circa 85 bis 94 Prozent aller Wohngebäude

aus Holz. In anderen Ländern dominieren architektonisch oft außergewöhnlich gut gestaltete öf-



Abb. 1: Das EXPO-Dach in Hannover - eine Brett-Rippenbauweise aus zehn quadratischen Schirmen mit einer Seitenlänge von 39 Metern - überdachte bei einer Höhe von 26 Metern eine Fläche von 16.000 Quadratmetern.

terscheidet man hier die Holztafel-, Skelett-, Holzrahmen- und die Blockbauweise. Neben dem Holztafelbau als bisher dominierende Bauweise wurden in den letzten Jahren mit der Holz- Rahmen- Bauweise (Abb. 2) interessante Beispiele für individuelles und ökologiebewusstes Bauen geschaffen. An dieser Entwicklung haben auf Initiative des Bundes Deutscher Zimmermeister seit Beginn der 90-er Jahre die handwerklich strukturierten Zimmereibetriebe maßgeblichen Anteil (die Entwicklung seit 1990 zeigt (Tab. 3).

Holz ist jetzt auch im Mehrgeschoss-Wohnbau wirtschaftlich einsetzbar

In den letzten fünf Jahren wurde auch im mehrgeschossigen Wohnbau die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Holzbauweisen nachgewiesen. Allerdings ist bisher die Errichtung von Holzhäu-

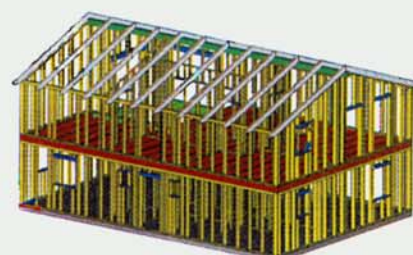


Abb. 2: Struktur eines Einfamilienhauses in Holz-Rahmen-Bauweise.

Wolfgang Rug



Professor Dr.-Ing.; von 1980 bis 1990 Aufbau und Leitung des Forschungsgebiets Holzbau der Bauakademie der DDR; seit 1990 Beratender Ingenieur; von 1991 bis 1994 Fachberater der ARGE Holz (Düsseldorf); seit

1994 Prüflingenieur für Baustatik (Holzbau); seit 1999 Professor für Holzbau an der Fachhochschule Eberswalde; Leiter des Arbeitskreises „Erhaltung alter Bausubstanz“ der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung (DGfH).

Jahr	Ort/Land	Spannweite [m]	Tragwerksart	Nutzung		Bemerkungen
				FB ¹⁾	SB ²⁾	
1971	München, Deutschland	52,0	Fachwerktträger	X		
1984	Stuttgart, Deutschland	34,0	Balken		X	Brückenklasse 30
1985	Erding, Deutschland	39,2	Unterspannte Träger	X		
1986/87	Essing, Deutschland	30,0; 32,0; 73,0	Spannband-Brücke	X		
1988	Ismaning, Deutschland	60,0	Seilbrücke	X		
1988/89	Remseck, Deutschland	80,0	Raumfachwerk	X		
1989	Signau, Schweiz	43,40	Zweigelenk-Bogen		X	Brückenklasse 60
1996	Frankfurt/Oder, Deutschland	70,0	Dreigelenk-Bogen	X		
1997	St. Georgen, Österreich	45,0	Dreigelenk-Bogen		X	Brückenklasse 60

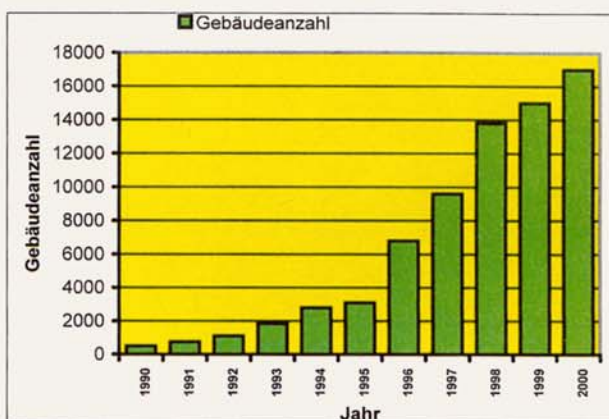
Tab 2: Auch hölzerne Fußgänger- oder Straßenbrücken kann man seit einigen Jahren wieder bewundern.

sern mit mehr als drei Vollgeschossen aufgrund der bauaufsichtlichen Anforderungen im Brandschutz nur als Zustimmung im Einzelfall möglich. Die neue Musterbauordnung enthält jetzt auch die Möglichkeit, Häuser mit bis zu fünf Vollgeschossen in Holz zu errichten. Eingeführt wurde eine neue Gebäudekategorie, die nun die Anwendung bis fünf Geschosse zulässt [19].

Ein neuer Anwendungsbereich für Holzbauweisen bietet die Bauwerksaufstockung im Zuge der Verbesserung und Wertschöpfung vorhandener Bauten. Durch die günstigen Gewichte der Holzbauteile werden größere Zusatzlasten für die Altbauten vermieden. Gleichzeitig bietet die hohe Flexibilität der Holzbauweisen eine gute Anpassung an gestalterische Wünsche und Randbedingungen der aufzustockenden Gebäude.

Für weitgespannte Decken ist der Holz-Beton-Verbund technisch sehr attraktiv

In den letzten Jahren hat die Erhaltung bestehender Gebäude stetig zugenommen. In Deutschland ist jedes zweite Wohngebäude älter als 40 Jahre, circa jedes fünfte Wohngebäude älter als 80 Jahre und immer noch jedes zehnte älter als 100 Jahre. Zu den ältesten Gebäuden zählen die etwa zwei Millionen Fachwerkhäuser mit einem Baualter von 200 bis 600 Jahren. Ein großer Teil der Hauptkonstruktionsteile in Altbauten besteht aus Holz. Die substanzschonende Erhaltung der Zeugnisse früherer Holz-



Tab 3: Immer mehr Ein- und Zweifamilienhäuser werden in den letzten Jahren in Holzbauweise errichtet.

baukunst ist immer wieder eine Herausforderung für die mit dem Altbau beschäftigten Planer und Ausführungsbetriebe, gilt es doch einerseits das Bauerbe zu bewahren und andererseits die Nutzung der historischen Substanz unter Berücksichtigung moderner Nutzeransprüche

baukunst ist immer wieder eine Herausforderung für die mit dem Altbau beschäftigten Planer und Ausführungsbetriebe, gilt es doch einerseits das Bauerbe zu bewahren und andererseits die Nutzung der historischen Substanz unter Berücksichtigung moderner Nutzeransprüche

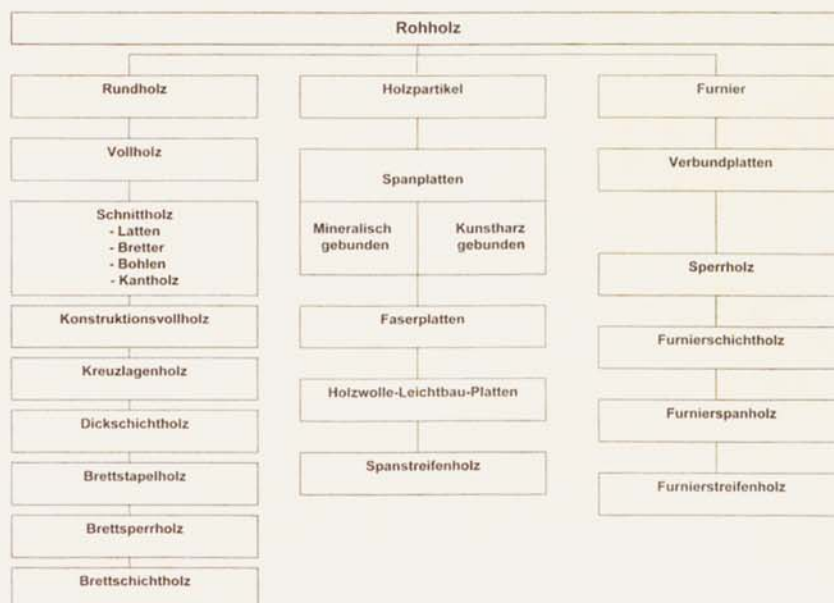
dauerhaft zu sichern (Abb. 3) [7]).

Verbundkonstruktionen, zum Beispiel aus Beton und Holz, erweitern die Anwendungsmöglichkeiten für Holz. Sehr sinnvoll ist die Holz-Beton-Verbundbauweise bei weitgespannten Decken, lassen sich damit doch Deckenspannweiten von 6 bis 12 Metern realisieren. In der Schweiz wurden bereits Bauten mit Decken von 12 Metern Spannweite ausgeführt.

Die Nutzung eines Verbundes zwischen Holz und Beton kann auch für die Tragfähigkeits- und Steifigkeitserhöhung von Decken im Altbaubereich sehr wirkungsvoll sein (Abb. 4). Diese Bauweise hat sich ebenfalls schon bei Brückenbauten in Holz bewährt.

Trotz großer Fortschritte in den letzten Jahren liegt der Marktanteil von Holzkonstruktionen in führenden Holzbauländern Europas gegenüber Stahl- und

Betonkonstruktionen nur bei 10 bis 15. Dieser geringe Anteil resultiert aus dem immer noch beträchtlichen Entwicklungsrückstand des Holzbaus gegenüber der Stahl- und Stahlbetonbauweise. Die moderne Bautechnik und Architektur hat sich seit etwa 150 Jahren gemeinsam mit den neuen



Tab 4: Stufen der Veredlung von Holz - Einteilung der Holzwerkstoffe.

zes sind außerordentlich günstig. Durch die geringe Wärmeleitfähigkeit tritt keine Berührungskälte wie bei Stahl oder Beton auf. Holz hat daher auch ein hohes Dämmvermögen.

Die gebräuchlichsten Bauhölzer im Hochbau sind bekanntlich Kiefer und Fichte. Verwendung finden auch Lärche und Douglasie. Allein die Druckfestigkeit dieser Hölzer liegt im Mittel bei 40 bis 55 N/mm², das entspricht der Druckfestigkeit eines hochfesten Betons. Nach der gültigen Berechnungsnorm können auch Laub- und Importhölzer mit noch höheren Festigkeiten verwendet werden. Bauhölzer kommen vorwiegend als Vollholz, Konstruktionsvollholz und Brettschichtholz vor. Gegenüber Brettschichtholz erreicht man eine weitere Werkstoffvergütung, wenn Furnierstreifen zu Bauelementen verklebt werden (Furnierstreifen- oder Furnierschichtholz). Nicht wegzudenken aus dem modernen Holzbau sind die plattenförmigen Holzwerkstoffe. Wie man in Tab. 4 (S. 18) sieht, gibt es heute eine umfangreiche Palette an Hölzern und Holzwerkstoffen, die im Holzbau Anwendung finden.

Festigkeitssortierungen und zulässige Spannungen richten sich nach DIN 4074

Über Jahrhunderte dominierte die Verwendung von Vollholz entweder naturbelassen, handbeißt oder als Schnittholz. Wegen der Streuung der Materialeigenschaften führte man auf der Grundlage der Untersuchungen von Otto Graf (1881-1956) 1933 die Sortierung von Vollholz nach Güteklassen ein. Danach wurde das Holz nach den die Holztragfähigkeit beeinflussenden Kriterien sortiert, die visuell bestimmt wurden. Seit 1989 gibt es Festigkeitsklassen, die an eine visuelle oder maschinelle Sortierung des Holzes gebunden sind. Eine größere Trennschärfe besitzen maschinelle Sortiermethoden, so daß heute eine gezieltere Festigkeitssortierung nach der



Abb. 4: Herstellung einer Holzbeton-Verbund-Decke im Dachgeschoß eines Altbaus.

Brettschichtholz höherer Festigkeit. Die gezielte Anwendung der Sortierklassen MS 13 und MS 17 ermöglichen BS-Holz der Klassen BS 16 und BS 18, wobei homogene und gemischt aufgebaute Querschnitte möglich sind. BS 16 und BS 18 erlauben wegen der höheren Baustoffauslastung materialsparendere und schlankere Konstruktionen.

DIN 4074 [5] möglich ist und hierfür seit 1996 auch neue zulässige Spannungen gelten (Tab. 5).

Aus Wettbewerbsgründen bietet heute der deutsche Holzbau neue Vollholzprodukte an. Konstruktionsvollholz wird vorgetrocknet, in Längen bis ungefähr 13 Meter geliefert und in Standardquerschnitten produziert, was eine wirtschaftliche Herstellung und Planung, eine Lagervorhaltung und kurze Lieferzeiten garantiert. Mit diesen Querschnitten können die meisten Konstruktionen besonders im modernen Holzhausbau hergestellt werden. Konstruktionsvollholz wird güteüberwacht. Weitere neue Holzsortimente drängen auf den Markt, wie zum Beispiel die aus zwei bis drei Holzquerschnitten geklebten Duo- oder Trio-Balken mit Längen bis 13 Meter.

Brettschichtholz bietet der Holzbauweise immer wieder ganz neue Möglichkeiten

Die Herstellung des Brettschichtholzes eröffnete dem Holzbau neue Spannweiten und architektonische Möglichkeiten.

Vor neunzig Jahren erstmals durch Otto Hetzer (1846-1911) industriell hergestellt, entstand durch die Entwicklung einer hochtechnisierten Technologie ein vergüteter Holzbaustoff. Wesentlich neu ist die Verwendung von maschinell sortierten Brettlagen zur Herstellung von

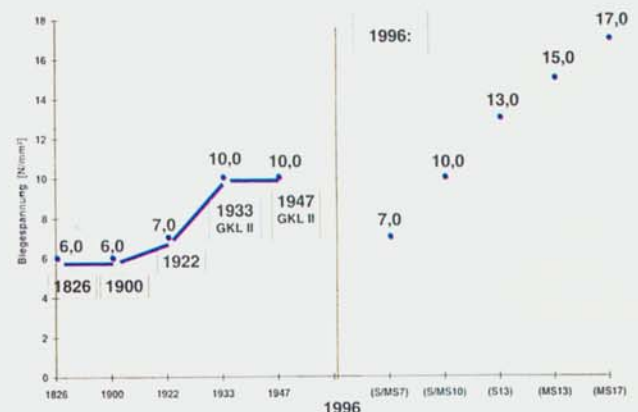
Bemessung und Konstruktion richten sich nach DIN 1052 und EC 5

Regeln zum Bauen, zum Entwurf von Bauten existierten schon in der Frühzeit des Bauens, so also auch für den über mehrere Tausend Jahre verwendeten Hauptbaustoff Holz. Ordnungs- und Gestaltungsprinzipien und statische Erkenntnisse sowie auch Kenntnisse vom Holzschutz wurden von Generation zu Generation weitergegeben.

Bis etwa 1850 wurden Holzbauten nach empirischem Wissen entworfen und dimensioniert. Die Dimensionierung der Holzkonstruktionen erfolgte bis 1923 zumeist auf der Grundlage von Faustformeln und in seltenen Fällen durch statische Berechnung.

Mit der 1924 herausgegebenen Vorschrift der Deutschen Reichsbahn zur Berechnung von Holzkonstruktionen wurde eine erste normierte Grundlage für die Berechnung und Konstruktion vorgelegt, aus der 1933 die erste DIN 1052 entstand.

Zur Zeit sind Holzbauten noch nach der bauaufsichtlich eingeführten DIN 1052 [1] zu entwerfen, und es besteht



Tab. 5: Zeitliche Entwicklung der zulässigen Biegespannungen für Nadelholz.

Baustoffen Stahl und Stahlbeton entwickelt. Obwohl bei zahlreichen Bauwerken die architektonischen Möglichkeiten erprobt wurden, wird eingeschätzt, daß die technische und gestalterische Vielfalt, die der Holzbau bietet, bei weitem noch nicht ausgeschöpft ist. Architektonisches Gestalten in Holz ist immer dann erfolgreich, wenn sich kühles Rechnen mit materialgerechtem Gestalten und Formwillen paart. Holzbau ist immer eine Entwicklungsaufgabe, die die kooperative Arbeit zwischen Architekt, Ingenieur und ausführender Holzbau-firma erfordert.

Dem entwerfenden Ingenieur und Architekten steht für den Entwurf einer Holzkonstruktion eine Vielfalt von möglichen Tragwerken zur Verfügung [9].

Die modernen Verbindungen erlauben eine unübersehbare Menge von Möglichkeiten

Der hohe Stand der Verbindungslösungen, der den modernen Ingenieurholzbau kennzeichnet, gestattet eine



Abb 3: Material- und denkmalgerechte Instandsetzung eines zweihundertjährigen Dachstuhls, einschließlich der Instandsetzung der Deckenbalken

fast unübersehbare Mannigfaltigkeit von geometrischen Kombinationen der Tragelemente. Der gut gestaltete und holzgerecht ausgeführte Entwurf erfordert die konsequente Beachtung der spezifischen Materialeigenschaften und Fertigungsmöglichkeiten. Tragwerke, die für den Massiv- oder Stahlbau sinnvoll sind, sind für den Werkstoff Holz nicht immer zweckmäßig.

Die optischen Eigenschaften des Holzes sind als sehr vorteilhaft zu beurteilen

Holz ist ein organisch gewachsener Baustoff, der sich durch seine Natürlichkeit auch im bearbeiteten Zustand auszeichnet. Holz tritt in vielfältigen Strukturen, Maserungen und Farbigkeiten auf. Seine Textur variiert je nach Holzart und -bearbeitung. Außerdem kann der Mensch beim Holz die technologischen Schritte vom lebenden Baum zum durch Bearbeitung veredelten Zustand nachvollziehen, was bei kaum einem anderen Baustoff möglich ist. Bauteile aus diesem Stoff laden zum Anfassen ein, die optischen Eigenschaften des Hol-

uuhuaahbooooh!

ACHTERBAHN, HEIDEPARK-SOLTAU (LÜNEBURGER HEIDE)
FERTIGUNG DER KERTO-HOLZSCHINIEN: MERK HOLZBAU GMBH, AICHACH



Die größte Holzachterbahn der Welt steht in der Lüneburger Heide und ist im Frühjahr 2001 eröffnet worden.

Die schwierigste Aufgabe bei der Realisation der 1500 m langen Strecke auf der Geschwindigkeiten bis zu 120 km erreicht werden, war die Herstellung der Gleise und deren Stahlblechabdeckung.

Für die ca. 20x30 cm messenden Schienenquerschnitte entschied man sich für Kerto®-Furnierschichtholz, da es hochtragfähig, sehr gut fräsbearbeitbar sowie durchimprägniert und daher äußerst witterungsfest ist.

Die einzeln vorgefertigten Kerto®-Schienen wurden nummeriert und vor Ort abschnittsweise durch Bolzen mit den feuerverzinkten Stahlschuhen der Schwellen verbunden.

finnforest
Kerto®

Finnforest Deutschland GmbH
Bausysteme/Kerto®
Senator-Bömers-Straße 2
28197 Bremen
Tel. 04 21/69 11-0
Fax: 04 21/69 11-300
www.finnforest.de
e-mail: kerto@finnforest.com

die Möglichkeit, nach dem zur Anwendung empfohlenen bauaufsichtlich bekannt gemachten EC 5 [2] und [3] zu bemessen. Während der noch aktuellen DIN 1052 (Ausgabe 1988) die Sicherheitsphilosophie der zulässigen Spannungen zu Grunde liegt, basiert das Konzept nach EC 5 auf dem Konzept der Grenzzustände. Der EC 5 enthält hauptsächlich Bemessungsgrundsätze. Konstruktionsregeln sind nur soweit aufgenommen, wie sie die Bemessung direkt betreffen [5], [6], [8]).

Ein nationales Anwendungsdokument transformiert den EC 5 in die nationale Holzbaupraxis (bezüglich Lastannahmen, Stoffnormen, Verbindungsmittel). In Vorbereitung ist die Einführung einer Neufassung der DIN 1052 [18]. Diese Norm wird voraussichtlich im Jahre 2003 die alte Norm ersetzen und dann die Methode der Grenzzustände im deutschen Holzbau endgültig einführen.

Die Norm bringt eine weitere Differenzierung der Festigkeitsklassen, und für die Bemessung der Verbindungsmittel können die Materialgegebenheiten differenzierter als bisher erfasst werden.

Wirtschaftlicher Holzbau ist immer eine Frage der Verbindung und Veredelung

Für den Bauherrn sind es vor allem wirtschaftliche, ästhetische oder auch ökologische Gründe, die Holz gegenüber anderen am Markt angebotenen Baustoffen für die Anwendung attraktiv machen.

Wirtschaftlicher Holzbau ist immer auch die Kunst der Verbindung und Veredelung des Materials.

Heute stehen uns Dank einer intensiven Forschung leistungsfähige Holzbaustoffe und -Verbindungsmittel zur Verfügung. Für die Zukunft kommt es jedoch zum einen darauf an, die Tradition zu pflegen, um das Handwerk

zu erhalten. Dies kann überdies ständige Quelle der Inspiration sein.

Forschung und Entwicklung sind zum anderen unerlässlich zur beständigen Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit des Holzbaus, gilt es doch, die Veredelung des Naturbaustoffes weiter zu verbessern. Die zukünftige Stellung des Holzbaus ergibt sich aber nicht nur aus den architektonischen Gestaltungsmöglichkeiten selbst für anspruchsvolle Bauaufgaben, sondern auch aus der bei ökologisch verantwortungsvoll betriebener Forstwirtschaft reproduzierbaren Verfügbarkeit des Holzes und den energieökonomischen Vorteilen, die bei der Gewinnung, Verarbeitung, Errichtung und Nutzung entstehen.

Literatur:

- [1] DIN 1052, T1 bis T3, Ausgabe 1988 mit Änderung 1 von 1996: Holzbauwerke
- [2] Nationales Anwendungsdokument (NAD), Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1995 Teil 1-1, Eurocode 5, Berlin: Beuth 1995
- [3] DIN V ENV 1995 Teil 1-1: Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Teil 1-1; Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau, Berlin: Beuth 1994
- [4] DIN 4047, Teil 1, Ausgabe 1989: Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit
- [5] Werner, G., Zimmer, K.: Holzbau, Teil 1 und 2, neu bearbeitet von Zimmer, K., Lißner, K.: Springer Verlag, Berlin 1999
- [6] Mönck, W., Rug, W.: Holzbau, 14. durchgesehene Auflage, Verlag für Bauwesen, Berlin, 1998 (www.Holzbaustatik.de)
- [7] Lißner, K., Rug, W.: Holzbausanierung - Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung, Springer Verlag, Berlin 2000 (www.Holzbaustatik.de)
- [8] Zimmer, K., Lißner, K.: Zum Stand der Anwendung des Eurocode 5 in Deutschland, Bauingenieur (72) 10/1997
- [9] Natterer, J., Herzog, Th., Volz, M.: Holzbauatlas, Rudolf Müller Verlag, Köln, 1996
- [10] Czerny, F.: Der Howesche Träger und seine Weiterentwicklung, Bautechnik 77 (2000) 4, S. 278-281
- [11] Ammer, Th., Brunauer, A.: Zollinger Rauten neu entdeckt, bauen mit Holz (1996) 6, S. 24-28
- [12] Bachmann, W.: Toskanatherme in Bad Sulza; in: Ingenieurbaukunst in Deutschland, Jahrbuch 2001, Junfermann Verlag Hamburg 2001
- [13] Natterer, J., Burger, N., Müller, A., Natterer, J.: Holzrippendächer in Brettstapelbauweise, Bautechnik 77 (2000) 11, S. 783-792
- [14] Natterer, J., Burger, N., Müller, A., Natterer, J.: Das EXPO-Dach in Hannover als Pilotprojekt, Bautechnik 78 (2001) 10, S. 893-905
- [15] Herzog, Th.: EXPO-Dach, Prestel Verlag München 2000
- [16] Glos, P.: Holz im Bauwesen, in: Holzbau Kalender 2002, Bruder Verlag, 1. Jahrgang, Karlsruhe 2001
- [17] Rug, W., Held, H.: Lebensdauer von Holzhäusern - eine Untersuchung zur Lebensdauer von im Zeitraum zw. 1870 und 1945 errichteten Holzhäusern, Ingenieurbüro Dr. Rug & Partner, Studie (unveröffentlicht), Wittenberge 2001
- [18] E DIN 1052, Entwurf 2000, Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
- [19] Musterbauordnung (MBO) in der Fassung vom Nov. 2000 (www.is-orgebau.de)
- [20] Ohne Autor: Colossos - Größte Achterbahn der Welt, bauen mit Holz (2001) 4, S. 18-23