

# (Fast) alles ist möglich

EXPODACH, HANNOVER/D

TRAGWERK: PROF. JULIUS NATTERER, LAUSANNE/CH

ARCHITEKTUR: HERZOG + PARTNER, MÜNCHEN/D



„Mensch, Natur, Technik“ lautete das offizielle Thema der Expo 2000 in Hannover, „größer, höher, stärker“ das informelle. Beiden Leitthemen folgt das zum Wahrzeichen ausgerufen Expo-Dach am Hannoveraner Messegelände. Es soll das größte Holzdach der Welt sein. Es beschirmt eine Fläche von 16.000 Quadratmetern das sind mehr als zwei Fußballfelder. Die kühne Konstruktion kann noch mit weiteren Superlativen und Höchstleistungen aufwarten: Am innovativen Unterfangen war eine beachtliche Anzahl an Fachplanern und Ausführenden beteiligt, die zu koordinieren gewiss kein Kinderspiel war. Zudem liefen Planung, Arbeitsvorbereitung und Herstellung der verschiedenen Bauteile in weiten Bereichen parallel. Nie zuvor wurde Holz an einem Bauwerk in so vielen Varianten vorgeführt: Rundholz, Schnittholz, Brettware, Leimholz und Furnierschichtholz. „Ein in seiner Größe und Konstruktion weltweit einmaliges Ingenieurbauwerk“ wurde anlässlich der Projektpräsentation erklärt.

Das Dach entstand im Auftrag der Deutschen

Messe AG, die es auch nach der EXPO nutzen wird. Geplant wurde es in einer engen Architekten-Bauingenieure-Kooperation von Architekt Thomas Herzog und dem Schweizer Holzkonstruktions-Guru Julius Natterer. Kräftig mitfinanziert wurde das Projekt von der Deutschen Forst- und Holzwirtschaft, die sich damit auch ein repräsentatives Anschauungsbeispiel für die konstruktiven Möglichkeiten ihres Werkstoffes geschaffen hat. Man sah darin ein Projekt, „mit dem der Welt das breite Leistungsspektrum der Branche demonstriert und an dem die Nutzung von Holz in einer spektakulären und ästhetisch anspruchsvollen Art und Weise veranschaulicht werden kann“.

Der Zweck des Daches ist der eines Witterungsschutzes für Freiluftveranstaltungen. Den Platz unter dem Dach gliedern Wasserstreifen, assoziationsreich als „Grachten“ bezeichnet. In sie mündet das Dachwasser, das von hier aus weiter in die vor dem Dach liegende Wasserfläche, den so genannten Hermes-See mündet.

Einige schlichte, architektonisch gut gelungene

Holz pavillons sind darunter abgestellt, die dem Dach vielleicht ein wenig von seiner Großzügigkeit und Weite nehmen sowie stark in den Ort eingreifen, den Platz andererseits aber auch fassen.

Die Großform des Daches wird aus insgesamt zehn freistehenden Schirmen gebildet. Jeder von ihnen ist mit einer Höhe von ca. 25 Metern und Schirmabmessungen von 40 x 40 Metern ein Bauwerk für sich und hält etwa 40 cm Abstand von seinen Nachbarn.

Die Struktur der Schirme setzt sich jeweils aus vier Schalenflächen, vier auskragenden Trägern, einem zentralen Stahlknoten und der Turmkonstruktion zusammen. Ganz ohne die Hilfe eines fremden Materials ging es beim Holz-Vorzeigeprojekt also nicht. Die doppelt und gegensinnig gekrümmten, in Brettstapelkonstruktion ausgeführten Gitterschalen übertragen die Lasten von Eigengewicht, Schnee und Wind auf die Randglieder und die Stahlkonstruktion. Der über etwa 19 Meter frei auskragende Träger übernimmt die

Lasten aus den Randträgern und aus der Schale. Entsprechend der steigenden Beanspruchung nimmt die Bauhöhe zur Mitte des Schirmes hin zu. Als Witterungsschutz spannt sich über die Schalenflächen der Schirme eine transluzente PTFE-Membran, die jedoch nie mit der Holzkonstruktion in Berührung gelangt.

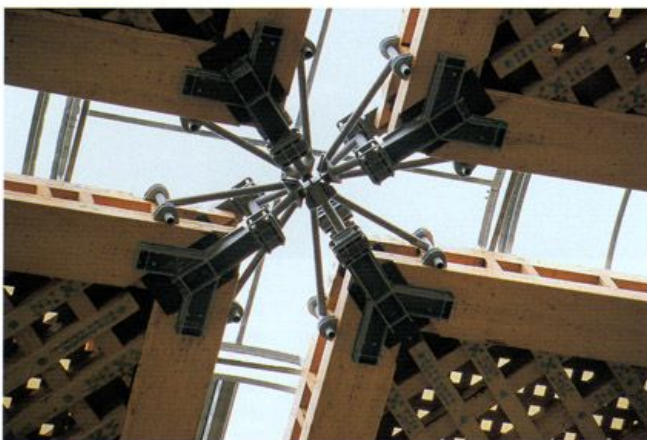
Die Schirme ruhen auf einer mächtigen Turmkonstruktion, für die ein erheblicher Materialaufwand betrieben wurde. Vier eintrindete Weißtannenstämmen werden jeweils von dreieckigen Furnierschichtholzscheiben ausgesteift. Die Stützenköpfe sind mit der Stahlkonstruktion gelenkig verbunden.

Die roten „Kraftlinien“, die die Stützen akzentuieren, erscheinen als überflüssiger Dekor. Sie wirken wie Borten, die dem ohnedies schon durch seine Dimensionierung und die Kombination der verschiedenen Holzarten recht rustikal anmutenden Strickwerk noch eine Komponente Volkstümlichkeit hinzufügen und von der technische Leistung – fast verharmlosend – ablenken.

Hergestellt wurden die einzelnen Teile entweder im Werk oder in einer benachbarten Messehalle und dann per Kran zusammengefügt.

„Kein (chemischer) Holzschutz ist der beste Holzschutz“, sagen Holzfachleute oft, und daran hielt man sich auch bei diesem Bauwerk der Superlative. Einzig mit Mitteln des konstruktiven Holzschutzes ausgerüstet, soll das Expo-Dach Aushängeschild für diese These sein. Für den Regenschutz sorgt die hinterlüftete Dachhaut. Jeder Bauteil kann im Fall des Falles leicht austrocknen. Einzig die Hirnholzfläche am Stützenfuß in der Fuge zur Stahlgrundplatte wurde mit einem Latexanstrich geschützt.

Das Dach wurde von der Holzindustrie finanziert, die das Großereignis EXPO verständlicherweise als imageträchtige Plattform zu nutzen wusste. Aus Holz kann man alles machen, soll demonstriert werden. Das ist grundsätzlich nicht falsch und auch schon lange bekannt. Hier wirkt die Entscheidung für Holz – bei aller Hochachtung für die planerische und handwerkliche Leistung – wie eine Trotzreaktion auf ebenso kühne, aber weitaus weniger plump wirkende Schutzbauten aus Stahl. Da drängt sich die Frage auf – können oder nicht – ob man wirklich alles aus Holz machen muss. (ff)



Fotos: © Gerd Schneider (3)

## Einheben einer Rippenschale

Die Montage der Schirmkonstruktion erfolgte schrittweise. Der Zusammenbau der Stützenquerschnitte und der Aussteifungsscheiben erfolgte im Werk. Die Teile wurden auf Teilen vorgefertigt, vor Ort zusammengeschweißt, auf der Baustelle zusammengefügt und auf den Stahlfüßen zur Turmkonstruktion aufgerichtet. Auch die zentrale Stahlkonstruktion wurde auf die Turmkonstruktion gehoben. Die Kragträger wur-

den vollständig im Werk gefertigt, im Ganzen auf die Baustelle transportiert und an die Stahlkonstruktion angehängt.

Nach der Montage der Kragträger wurden die Rippenschalen mit den Stahltraversen eingehängt, wobei die beiden Kragträger neben der ersten Schale an der Spitze abgestützt waren. Die Montagetraversen der Schalen wurden erst nach dem Zusammensetzen eines kompletten Schirmes und der Verbindung der Schalen untereinander sowie mit dem Kragträger entfernt.

## Der Kragträger

Der Kragträger hat eine Länge von ca. 19 m, eine Breite von ca. 3 m, eine maximale Höhe von 7 m und ein Gewicht von 22 t. Er besteht aus zwei geneigten Teilquerschnitten mit veränderlicher Bauhöhe. Die geraden Obergurten bestehen aus Brettschichtholz BS 14 mit Querschnitten von 22/100 cm. Die Untergurten bestehen ebenfalls aus Brettschichtholz BS 14 und sind entsprechend den Randgliedern der Rippenschale gekrümmt. Sie weisen mit 22/110 cm bis ca. 22/145 cm aus fertigungs-

technischen Gründen (vorgegebener Verlauf der Brett lamellen wg. Verleimung) einen veränderlichen Querschnitt auf. Im Bereich großer Trägerhöhe verlaufen Ober- und Untergurt getrennt und sind über einen Vollwandsteg aus zwei schraubpressverleimten Furnierschichtholzplatten (2 x 33 mm) verbunden. Die beiden Teile des Untergrundes sind durch einen K-Verband ausgesteift. In Höhe des K-Verbands verlaufen quer zum Kragträger horizontale Stahl-Zugstangen, mit denen die Horizontalkräfte der einzelnen Rippenschalen kurzgeschlossen werden.

## Die zentrale Stahlkonstruktion

Die Stahlkonstruktion im Verschneidungsbereich der vier Kragträger ist der zentrale Verbindungsknoten der Konstruktion, über den alle Kräfte aus den Rippenschalen und Kragträgern übergeleitet und auf die Turmkonstruktion umgelenkt werden. Sie hat Grundrissabmessungen von ca. 5,5 m x 5,5 m, eine Höhe von 7,0 m und wiegt 32 t.

Die Gurtquerschnitte der Kragträger sind an einem steifen oberen bzw. unteren Kranz angeschlossen. Die Kränze sind mit rechteckigen Hohlprofilen verbunden. Die Neigungen der Profile und Stege nehmen die Achsen der Turmkonstruktion und der Kragträger auf. Die Aussteifung erfolgt über Auskreuzungen, die zur Minimierung der Verformungen vorgespannt sind.

## Ansicht des Turmes

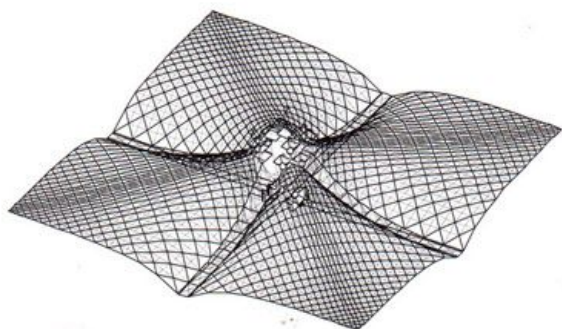
Für die Stützen wurden Weißtannen in entsprechenden Durchmessern verwendet.

Die Rundholzauswahl erfolgte visuell durch Beurteilung der Astigkeit, der Krümmungen und durch Bestimmung der Stammdurchmesser am stehenden Baum.

Die Stämme konnten wegen ihrer großen Dimensionen nicht künstlich getrocknet werden. Sie wurden daher auf einem sonnigen und windigen Platz gelagert und für die weitere

Bearbeitung vorbereitet. Die Stämme wurden mit Hochdruck-Wasserstrahl entrindet und anschließend der Länge nach mittig aufgetrennt.

Durch den kleineren Achsabstand am Stützenkopf treten hier größere Beanspruchungen in der Stütze auf als am Stützenfuß mit deutlich größerem Achsabstand. Die Stütze ist deshalb, der Größe der Beanspruchung folgend, entgegen der natürlichen Wuchsrichtung mit dem kleineren Durchmesser am Stützenfuß eingebaut.



## Die Rippenschale

Die Rippenschale ist als Brettstapelkonstruktion mit sich rechtwinklig kreuzenden Rippen ausgeführt und überdeckt eine Grundfläche von ca. 19 m x 19 m. Die vertikalen Abstände zwischen dem Tiefpunkt und den Hochpunkten betragen 6,0 m. Die Schale hat ein Gewicht von 36 t.

Die Anordnung der Rippen orientiert sich an den auftretenden Kräften. Sie sind aus 8 bis 10 Brettlagen mit einem Querschnitt von 30/160 mm aufgebaut. Die Brettlagen laufen an den Rippenkreuzungspunkten wechselseitig durch und bestehen aus Brettern der Sortierklassen S10 und S13 sowie in hoch beanspruchten Bereichen aus Furnierschichtholz. Sie sind durch Kell-

zinkenstoß in voller Rippenlänge hergestellt. Das jeweils quer verlaufende Brett ist als Füllbrett eingesetzt. In der Mitte der Kreuzungspunkte ist jeweils ein Passbolzen angeordnet. Infolge des lagenweisen Aufbaus der Rippen ist die Herstellung der Kreuzungspunkte einfach. Die einzelnen Brettlagen sind nachgiebig durch Verschraubung miteinander verbunden. In höher belasteten Teilbereichen sowie bei den Rippenanschlüssen an die Randglieder wurden sie verleimt. Um das dynamische Verhalten der Konstruktion nicht ungünstig zu beeinflussen, waren die verleimten Bereiche aber auf ein Mindestmaß zu beschränken. Die Rippen sind an den Randgliedern über Schlitzbleche und Passbolzen angeschlossen.

Die Rippenschale wird durch zwei unter 45° zu den Rippen verlaufenden Brettlagen ausgestellt. Die einzelnen Bretter haben einen Querschnitt von 24/100 mm und sind im Abstand von 10 cm verleimt. Im Kehlbereich sind die Brettlagen wegen der hohen Kräfte und der starken Krümmungen durch eine in mehreren Schichten verleimte BFU-Schale ersetzt.

Die bekannten HP-Schalen ergeben bei dem hier vorhandenen quadratischen Grundriss gerade Randglieder. Eine Konstruktion mit gekrümmten Randgliedern in dieser Dimension ist neuartig und erforderte besondere Überlegungen bei der Wahl der Schalengeometrie.

## Expodach

Messe Gelände, Hannover/D

Bauherr: Deutsche Messe AG, Hannover  
Tragwerksplaner: – IEZ Natterer GmbH,

Wiesenfelden,  
Prof. Julius Natterer,  
Dr.-Ing. Norbert Burger  
Mitarbeiter: Andreas Behnke, Alan Müller,  
Johannes Natterer,  
Volker Schmidt  
– Ingenieurbüro Bertsche,  
Prackebach/D

Architekten: Herzog & Partner, München/D,  
Prof. Thomas Herzog,  
Hanns Jörg Schrade

Projektleitung: Roland Schneider  
Mitarbeiter: Jan Bunje, Peter Gotsch,  
Moritz Korn, Thomas Rampp,  
Stefan Sinning  
Bauleitung: Architekten BKSP,  
Dipl.-Ing. Ingo Brosch,  
Hannover

Berechnung Kragträger: Ingenieurbüro kgs,  
Hildesheim/D

Schwindungsbeurteilung: TU München/D, Institut für  
Tragwerksbau, Prof. Dr.-  
Ing. Heinrich Kreuzinger

Prüfingenieur: Ingenieurbüro Speich-  
Hinkes-Lindemann, Hannover/D

Dynamische Windkanal-  
versuche: École Polytechnique Fédérale de  
Lausanne, Dr. J.-A. Hertig,  
Lausanne/CH

Tageslichtsimulation: TU München/D,  
Gebäudetechnologie: Dipl.-Phys. Caroline Winkelmann,  
Dipl.-Phys. Thomas Kuckelkorn,  
München/D

Farbgestaltung: Prof. Rainer Wittenborn,  
München/D

Lichtplanung: Ulrike Brandt Licht, Hamburg/D

Membranplanung: IF Jörg Tritthart,

Dr.-Ing. Hartmut Ayrie,  
Reichenau-Konstanz/D

Projektsteuerung: Assmann Beraten und  
Planen GmbH, Hamburg/D

Außenanlagen: Kienast, Vogt und Partner,  
Zürich/CH

Überdachte Fläche: 16.000 m<sup>2</sup>

Baubeginn: Sommer 1999

Fertigstellung: April 2000

Investitionsvolumen: 33,1 Mio. DM

