

Über die hölzernen Blüten des D1-Towers in Dubai und The King Abdulaziz Center for World Culture in Saudi Arabien

Wooden flowers for the D1 Tower in Dubai and the King Abdulaziz Center for World Culture in Saudi Arabia

Au sujet des floraisons en bois de la tour D1 à Dubaï et du King Abdulaziz Center for World Culture en Arabie Séoudite

Rensteph Thompson
Dipl.-Ing.
Hess Timber GmbH & Co. KG
DE-Kleinheubach



Über die hölzernen Blüten des D1-Towers in Dubai und The King Abdulaziz Center for World Culture in Saudi Arabien

1. Vorwort und Rückblick

Im Jahre 2011 wurde auf dem IHF bereits über die „hölzernen Blüten des D1-Towers“ berichtet. Da die Montage zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen war, wurde nur der erste Teil dieses Projektes vorgestellt, der sich inhaltlich mit der Herstellung und dem Transport der Holz- und Stahlteile befasste.

Nun, zwei Jahre später ist es soweit, dass der zweite Teil – die Montage – dieses Projektes präsentiert werden kann.

Es kamen neben dem D1-Tower weitere Holzbauprojekte in der arabischen Region dazu. Angefangen bei einem Trägerrostsystem für zwei Krankenhausedächer mit dem bewährten Patentstoss HESS LIMITLESS, bis zum Bau von verdrehten BSH-Bindern für den King Abdulaziz Center in Saudi Arabien. Letzteres stellt den zweiten Teil dieses Beitrages dar und gehört aufgrund seiner geometrischen Komplexität und dem neu entwickelten Holzartenmix zu den wirklich außergewöhnlichen und einzigartigen Holzbauprojekten.

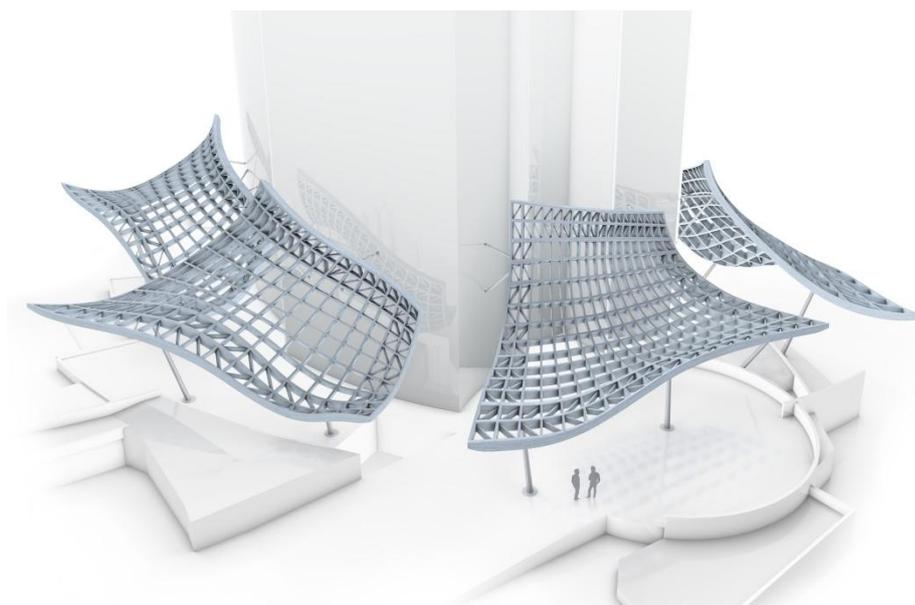


Abbildung 1: Rendering der Dächer vom D1-Tower

2. D1-Tower: Der Transport

Der Transport der Holz- und Stahlteile erfolgte per Seefracht mittels 29 Seefrachtcontainern. Es wurden die verschiedensten Containertypen, wie Open Top oder 45' Container verwendet, um die Bauteile optimal transportieren zu können. Die schweren Stahlstützen wurden aufgrund des hohen Gewichtes z.B. in Open Top Containern transportiert.

Alle Holzbauteile wurden mit einer speziellen diffusionsoffenen Folie verpackt und waren je nach Bauteilgröße in Holzkisten für den Transport gewappnet.

Vor Ort auf der Baustelle wurden die Container entladen. Die Zwischenlagerung der Bauteile erfolgte sicher vor Sonne und Sand in der großen Tiefgarage, die unter dem D1-Tower später Platz für 1.200 Autos bieten soll.



Abbildung 2: Lagerung der Bauteile in der Tiefgarage

3. D1-Tower: Die Montage

Für die Montage der Dächer war es aufgrund der vielen Einzelbauteile notwendig, ein komplettes Lehrgerüst zu stellen. Da die Stahlstützen bereits vor dem Gerüst montiert waren, wurden die Stützenbereiche von dem Gerüst entsprechend umbaut.



Abbildung 3: Sützenfusspunkt mit den vorbereiteten Zugankern (24 Stk. pro Stütze)



Abbildung 4: Stütze fertig montiert

Die Montage des Lehrgerüsts für ein Dach dauerte ca. 1 Woche. Jedoch wurde das Gerüst während der gesamten Montagezeit immer wieder von den arabischen Gerüstbauern modifiziert.

Zum Einheben der Bauteile konnte der vorhandene Turmdrehkran aufgrund der geringen Ressourcen nicht verwendet werden. Stattdessen wurde für die Montage ein spezieller mobiler selbstaufbauender Baustellenkran verwendet. Dieser konnte zumindest einen Großteil der Bauteile einheben.

Leider begann die Montage im September, dem schlechtesten klimatischen Zeitpunkt, den man sich für solche Arbeiten nur aussuchen konnte. Daher wurde die Terminplanung auch vorsichtig für das erste Dach (Petal 2) auf 24 Montagetage geplant, wobei in der letzten Montagewoche bereits überlappend an dem nächsten Dach gearbeitet werden sollte.

Die komplett identischen Dächer (2,3 und 5) wurden aufsteigend entsprechend der Dachnummer montiert.

Jedes dieser drei Dächer hat insgesamt 261 Bauteile und 187 Knotenpunkte mit entsprechend vielen Schrauben und Bolzen, die eingebaut werden mussten. Es wurde damit begonnen, den mittleren vorgefertigten Stahlbock an der Fassade zu Beginn zu montieren.



Abbildung 5: Erster Montageschritt // Fassadenbock und Hauptbinder

Danach wurde der erste Hauptbinder senkrecht zur Gebäudefassade montiert, damit die beiden Stützauflager möglichst schnell mit der Holzkonstruktion verbunden werden konnten.

Während der gesamten Montage wurden Referenzsenkbohrungen auf den Bindern immer wieder vom Vermesser mit den Sollwerten aus dem CAD-System verglichen. Nur so konnte sichergestellt werden, dass auch die letzten Bauteile und Knotenpunkte zusammenpassen.

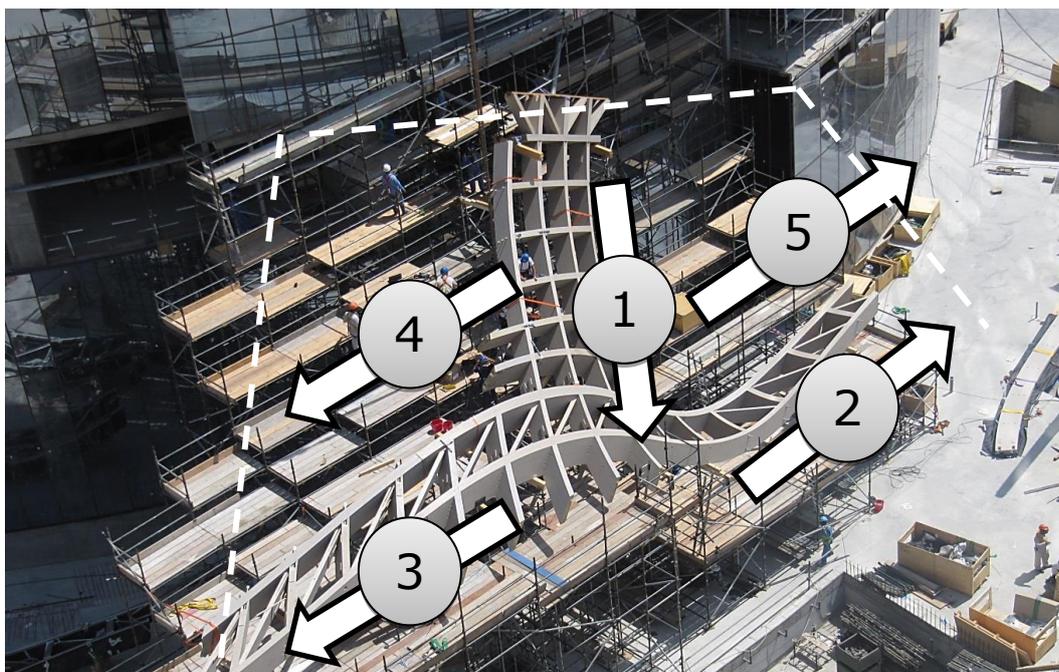


Abbildung 6: Montageschritt 1-3

Das obere Bild zeigt den Montagestatus 1-3, der bereits erfolgreich montiert wurde, sowie die restlichen Montageschritte 4-5, nach denen dann die äußeren Randträger und

Aussteifungsdiagonalen abschließend montiert wurden. Für die Montageschritte 4-5 wurde immer ein Hauptträger im Wechsel mit den dazugehörigen Nebenträgern feldweise montiert. Durch das Stecksystem konnten die Nebenträger einfach mit Hilfe von zwei fest montierten Gewindestangen durch den Nebenträger gesteckt werden. Am Ende der Gewindestange wurde die Mutter in den kleinen Taschen des benachbarten Nebenträgers aufgedreht.



Abbildung 7: Montage der Nebenträger mittels Stecksystem

Nach ca. 24 Montagetagten war das erste Dach fast fertig montiert.



Abbildung 8: Montagefertigstellung von Dach 2

Die restlichen Dächer 3 und 5 konnten aufgrund der wiederkehrenden Prozesse in etwa 15 Tagen pro Dach montiert werden. Die Montage erfolgte im Zeitraum September bis Dezember.

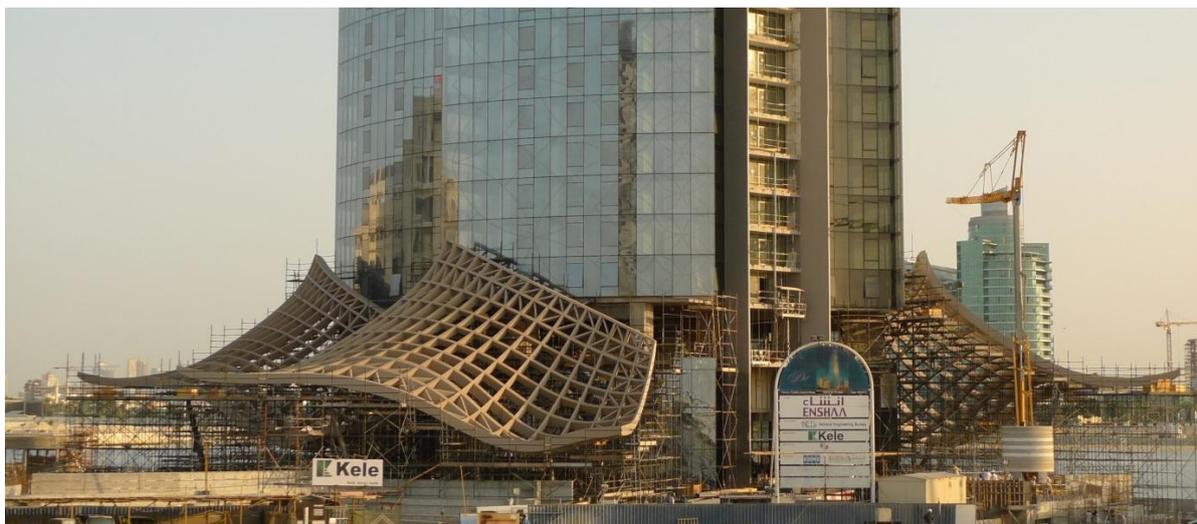


Abbildung 9: Montage aller drei Dächer abgeschlossen

Fakten: Verbaute Verbindungsmittel und Knotenbleche für drei Dächer

Anzahl	Beschreibung
24282	Stabdübel
10679	SPAX (Großteil V4A)
1956	Gewindestangen
1578	Bolzen
1380	Stahlbleche

4. King Abdulaziz Center for World Culture (KACWC)

„Im Herzen der saudi-arabischen Ölfelder entsteht mit dem King Abdulaziz Center for World Culture ein Projekt, das planerisch in dieser Form noch nie umgesetzt wurde. Fünf Einzelgebäude mit kulturellen Einrichtungen, unter anderem einer Bibliothek und einer Konzerthalle, glänzen in der Sonne wie blanke "Kieselsteine". Teilweise ragen die spektakulären, dreidimensionalen Freiformen ambitioniert bis zu 90 Meter in den Himmel auf, verkleidet mit einer futuristischen Metallfassade. Für das Architekturbüro Snøhetta spiegelt sich in der Komposition aus stehenden und liegenden Baukörpern das Spannungsfeld der arabischen Kultur, das sich zwischen seinen archaischen Wurzeln und zukünftigen Visionen aufbaut.“ (Quelle: seele.com)

HESS TIMBER wurde von Firma seele mit der Fertigung von 42 Brettschichtholzbindern beauftragt, die es in sich haben:

Die tragenden Fassadenbinder sind 26m lang, bis zu 2m breit, 90 Grad um die eigene Achse verdreht und bestehen zudem im Kern aus Fichte und außen aus europäischer Eiche (HESS HYBRID). Diese Bauteile passen im Hinblick auf Ihre Komplexität sehr gut zu dem ohnehin bereits komplexen Gesamtprojekt, welches komplett dreidimensional gedacht, geplant und produziert wird. Die Fertigstellung der Binderproduktion ist für Ende 2013 geplant

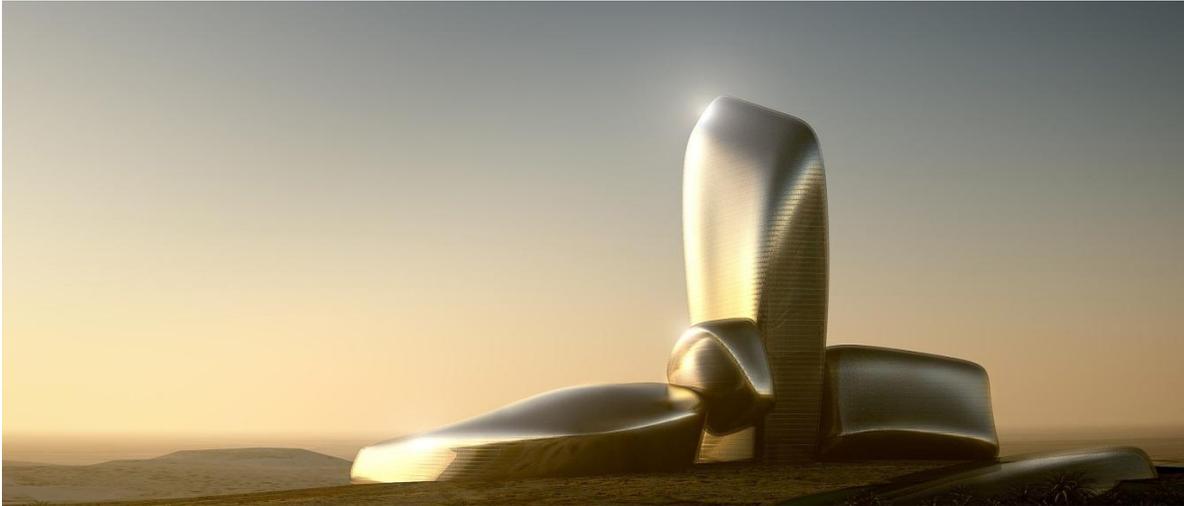


Abbildung 10: Architekturentwurf (Quelle: <http://www.ryerson.ca>)

Da sich zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes die Binder noch in der Fertigung befanden, kann hier nur ein kurzer Einblick in die Produktionsdetails gegeben werden.

5. KACWC: Binderform und Aufbau

Die Binder stehen in ihrer Längsachse leicht geneigt und natürlich verdreht auf einer quadratischen Grundform, die sich nach oben hin öffnet. Im oberen Abschlussbereich ist die Fassade ca. 26m breit. Der Binderbreite startet im Fusspunktbereich mit 1m und steigt dann an bis zu einer Binderbreite von 2m. Die Binderstärke beträgt konstant 200mm.

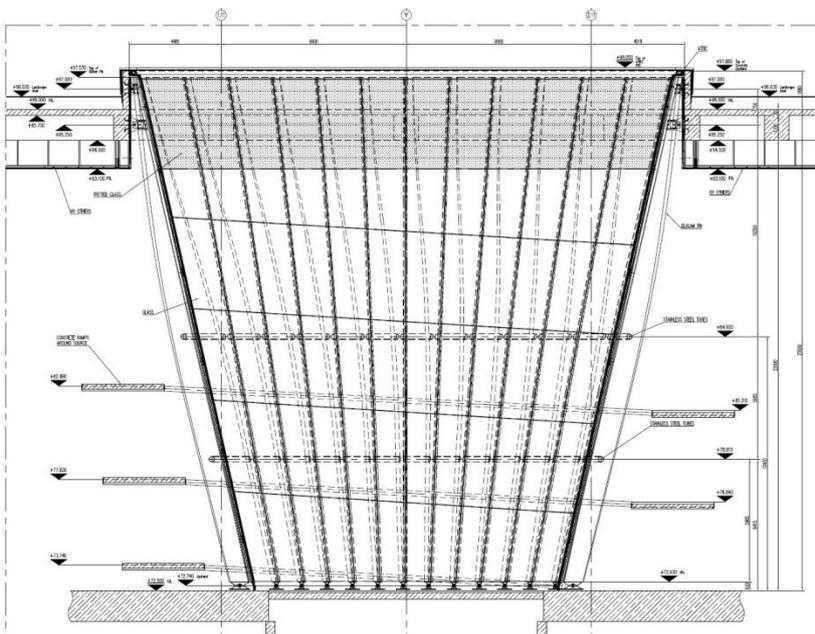


Abbildung 11: Nord-Ost Ansicht Fassade (Quelle: seele)

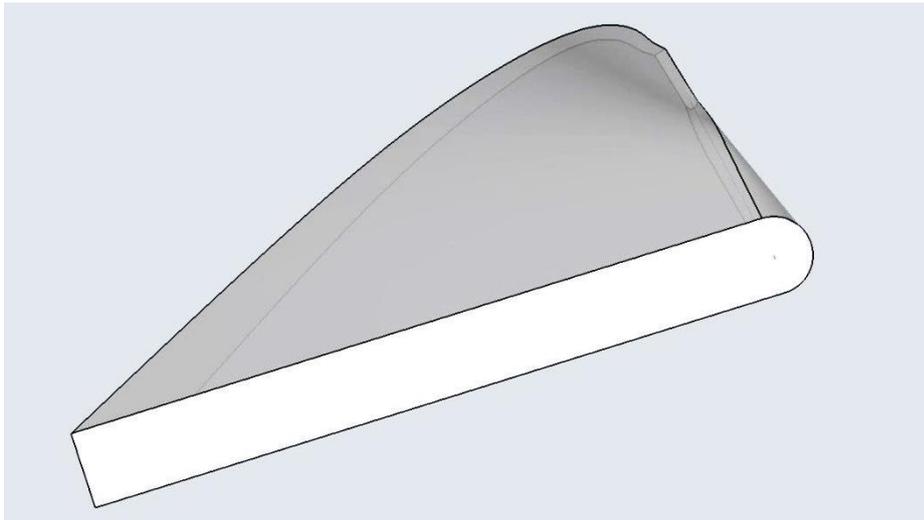


Abbildung 12: Bindergeometrie

Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen wurde HESS HYBRID als Binderaufbau gewählt. Der Kernbestandteil des Binders ist also eine spezielle Lamelle, die im Kernbereich aus Fichte besteht und auf beiden Schmalseiten bereits Eiche als Deckschicht enthält.



Abbildung 13: HYBRID Lamellen

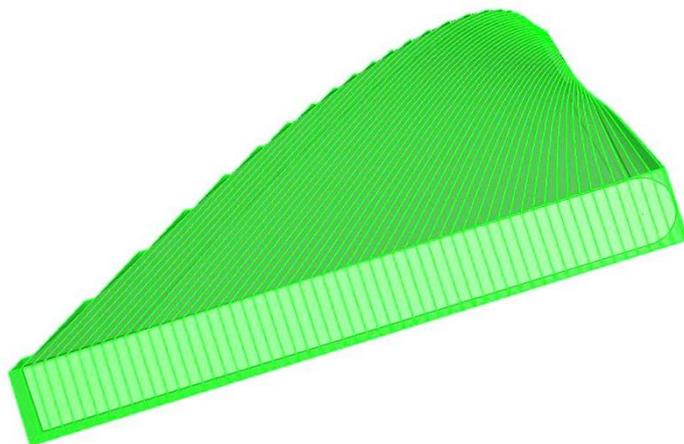


Abbildung 14: Bindergeometrie mit Lamellenaufteilung

Die Binder sind am Fuss- und Kopfpunkt, sowie zusätzlich zweimal im Mittelbereich untereinander gelagert. Im Mittelbereich sorgen sogenannte „Spider“-Anschlüsse für die Queraussteifung sowie Kraftübertragung. Die unten gezeigten runden Anschlussplatten sind über eingeklebte Gewindehülsen mit Bolzen verbunden.



Abbildung 15: "Spider" Anschluss (Quelle: seele)

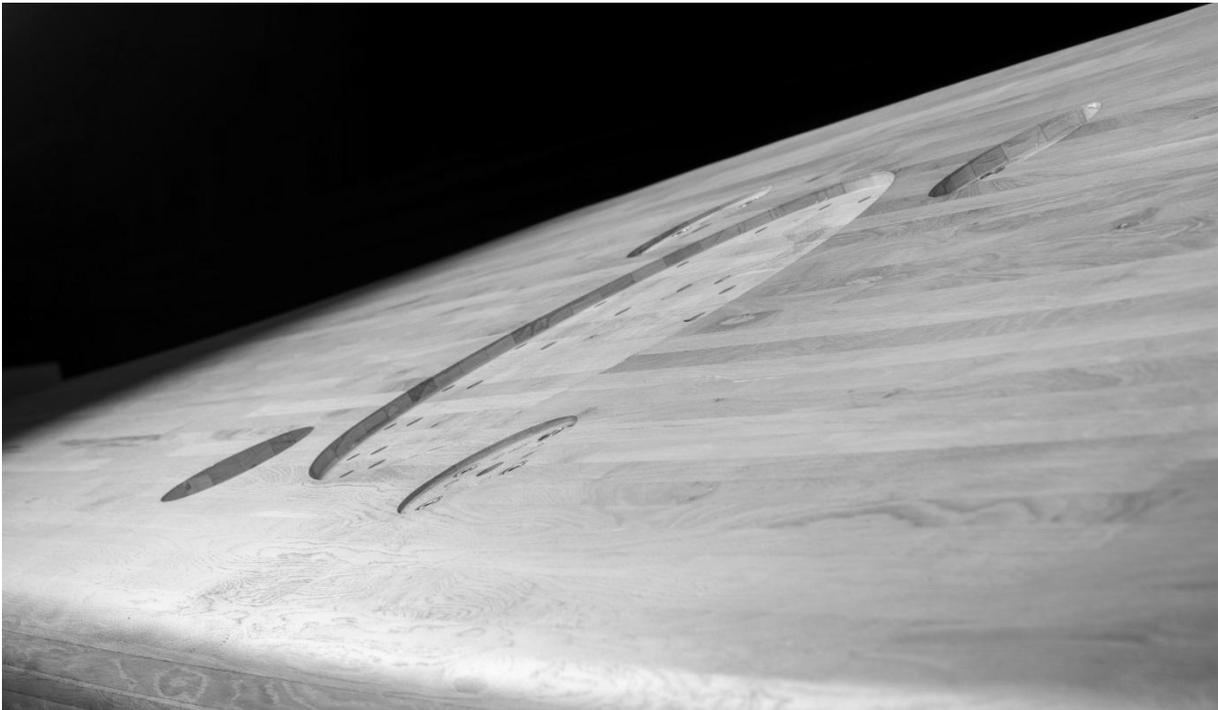


Abbildung 16: ausgeführte Fräsung für "Spider"-Anschluss

6. KACWC: Produktionsschritte

Wie bereits zuvor beschrieben, bestehen die Binder aus den sogenannten Hybridlamellen (Fichte/Eiche). Diese Lamellen werden aus gerade Bindern aufgetrennt, die zuvor jeweils mit einer oberen und unteren Decklamelle aus Eiche hergestellt wurden.

Die einzelnen Lamellen (ca. 30mm stark) wurden verdreht gemäß der zu erreichenden Binderform in einem speziell für das Projekt entwickelten Pressbett verklebt. Um eine genaue Passform für die spätere CNC-Bearbeitung erreichen zu können, wurde das Pressbett per Laser vermessen und teilweise sogar an die Rückstellungswerte des Testbinders angepasst.

Nach diesem letzten Verleimschritt erfolgte die Aufbringung der Decklamellen an den Binderschmalseiten.

Auf der CNC-Maschine wurden speziell gebaute Fräsformen verwendet, damit die Binder genau in der richtigen Geometrie als Freiform gefräst werden konnten. Aufgrund der geringen Deckschichtdicke (10mm) der Eiche war hier höchste Präzision notwendig, da ansonsten das Kernmaterial (Fichte) sichtbar werden könnte. Die CNC-Fräsformen wurden ebenfalls per Laser kontrolliert und eingemessen.

Aufgrund der besonderen Brandschutzanforderungen wurde eine transparente wässrige Brandschutzbeschichtung aufgebracht, welche unter Hitzeeinwirkung eine wärmeisolierende und brandhemmende Dämmschicht bildet. Dadurch wurden die Brandausbreitung und die Entflammbarkeit deutlich reduziert. Mit Hilfe dieses Anstriches konnte nach DIN EN13501-1 die Baustoffklasse B-s1 d0 erreicht werden.



Abbildung 17: fertige Binder vor dem Einpacken

7. Schlusswort / Ausblick

D1-Tower:

Nach vielen Jahren der Planung verlief die Montage der drei D1-Dächer quasi reibungsfrei. Immer wieder wurden die Montageschritte durchgespielt, am CAD-System kontrolliert und anhand von kleinen praktischen Tests und Musteraufbauten validiert. Ganz sicher ist man sich nie, dass die Montage auch praktisch so abläuft, wie es theoretisch geplant wurde. Es gab natürlich kleinere Probleme, wie z.B. falsch geschweißte Stahlteile an der Fassade, aber auch diese Dinge konnten korrigiert werden.

Hervorzuheben ist, dass der Werkstoff Holz und die heutigen CNC-Technologien perfekt zusammenpassen und erst die Kombination aus beidem diese wunderbaren architektonischen Möglichkeiten im Holzbau ermöglichen. Dank dieser Technologie konnten viele tausend Schrauben und viele Tonnen Stahl und Holz in einer komplexen Freiform präzise verbaut werden.

KACWC:

Die Herstellung von Fassadenbindern aus zwei Holzarten, kombiniert mit einer komplexen Geometrie zeigt, dass mittlerweile auch Sonderholzarten immer mehr Einzug in den Architekturholzbauten finden. Mittlerweile sind Klebstoffe und die Fertigungsmöglichkeiten an dem Punkt, dass derartige Kombinationen möglich sind.

Die Holzbauteile für den King Abdulaziz Center for World Culture befinden sich zum Zeitpunkt des Beitrages noch in der Produktion. Wie auch beim D1-Projekt in 2011, konnte für das KACWC Projekt in 2013 nur die erste Projektphase der Produktion vorgestellt werden. Spätestens in 2015 sollte die Montage der Binder erfolgt sein. Danach kann dann sicherlich von einer erfolgreichen Montage der Binder berichtet werden.