

## Rubner Holzbau: Größte Holzkuppeln Europas

*Mai 2014* - Rubner Holzbau, europäischer Marktführer im Bereich innovativer und anspruchsvoller Brettschichtholzbauten, hat den Zuschlag für den Bau von zwei Brettschichtholzkuppeln zur Überdachung der Kohlelager der Enel-Zentrale „Federico II“ in Brindisi erhalten. Die Kuppeln zählen mit jeweils gut 143 Metern Durchmesser zu den größten Holzkuppeln Europas. Der Auftraggeber des auf diesem Gebiet bisher einmaligen Vorhabens ist Enel, ein weltweit bedeutendes und im Energiesektor tätiges Unternehmen.

Rubner Holzbau, das zur Südtiroler Rubner Gruppe gehört, konnte sich dank seines gewachsenen Know-hows bei Produktionsprozessen, einer präzisen Handhabung in allen Montagephasen, die von erfahrenen Ingenieuren koordiniert werden, und einer unvergleichlichen Flexibilität der im Bereich Brettschichtholzbau angewandten fortschrittlichen Technologien im Wettbewerb durchsetzen.

Das Projekt, das pro Kuppel die Verwendung von 1.548 m<sup>3</sup> Brettschichtholz, 22.000 m<sup>2</sup> Brettsperholz und 192.000 kg Stahl vorsieht, umfasst den Bau zweier halbkugelförmiger, geodätischer Tragwerke mit einem jeweiligen Durchmesser von 143 Metern und einer Gesamtfläche von 22.000 m<sup>2</sup>.

Die Vorarbeiten auf der Baustelle für den Bau der ersten Kuppel haben im Dezember 2013 begonnen. Die zwei Kohlelager werden im Laufe des Jahres 2015 fertiggestellt werden.



Abbildung 1: Rendering der Enel-Zentrale „Federico II“ in Brindisi

Das Projekt in Brindisi unterstreicht das große Umweltbewusstsein von Enel, das sich auch im Einsatz von natürlichen Materialien ausdrückt. Holz ist das ökologische Baumaterial schlechthin, das Rubner Holzbau aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern gewinnt und im Rahmen seiner zertifizierten Verfahren einsetzt.

Außerdem stellt Holz einen strukturell soliden und flexiblen Rohstoff dar, selbst für Bauten mit ungewöhnlichen und anspruchsvollen Eigenschaften, der sich von anderen Materialien wie Stahl, Zement oder Aluminium abhebt.

Für die Ausarbeitung des Projekts liefert das südtiroler Unternehmen ein Komplettpaket: So wurde es u.a. mit der Planung der gesamten Eindeckung, der Fluchttreppen und - Stege, des natürlichen Belüftungssystems und der elektrischen Anlage beauftragt. Rubner Holzbau ist außerdem verantwortlich für die statische Tragwerksplanung, die Herstellung, die Transportlogistik und die Montage unter Einhaltung sämtlicher aktuell geltender Normen und Bestimmungen.

Rubner Holzbau ist mit 30 Monteuren, 15 Spenglern und 3 Koordinatoren im Einsatz, die dank der zentralen Koordinierung der Montage und einem hohen Grad an Vorfertigung die schnelle Abwicklung des Bauprojekts gewährleisten.



Abbildung 2: Baufortschritte

### **Projektpartner:**

Auftraggeber:	Enel Produzione SpA
Hauptprojekt:	Enel Ingegneria e Ricerca SpA
Planung	
Holzbauten:	H. E. Lüning Adviesbureau voor technische houtconstructies B.V. Doetinchem (NL)
Windkanal:	Rubner Holzbau SpA, Brixen (I) Test im Peutz bv Zoetermeer (NL)
Tests an den Knotenpunkten:	Universität Trient Fakultät für Ingenieurwesen Testlabor für Materialien und Strukturen
	KIT Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine Holzbau und Baukonstruktionen
Bauausführung:	Rubner Holzbau SpA, Brixen (I)

## 1. Technische Beschreibung - Konstruktionsprinzip

Die Kuppeln werden als Kugelkalotten mit Hauptträgern in geodätischer Geometrie angeordnet ausgeführt. Es ist eine 5er Teilung vorgesehen, d.h. die Kalotte ist in 5 gleiche Ausschnitte aufgeteilt. Die Hauptträger werden gerade ausgeführt, deren Knotenpunkte liegen auf der Kugelkalottenoberfläche, somit bilden sich ebene dreiecksförmige Dachflächen. Die Verbindung der Hauptträger erfolgt über einen vom Holzingenieurbüro Lünig, Doetinchem (NL) entwickelten patentierten Verbinder. Die Hauptträger haben Längen zwischen ca. 5,4 und 13,8 m. Die Auflagerknoten (40 Stück) sind mit einem Stahlzugring verbunden, um die Horizontalkräfte auf die 40 Stahlbetonstützen auf denen die Kuppel aufliegt zu verringern.

In jeder Kuppel ist eine Öffnung für die Durchführung der Förderbandbrücke mit lichten Abmessungen von 6/8 m in vertikaler Projektion vorgesehen. Diese „Diskontinuität“ in der Kuppelschale wird mittels einer Stahlrahmenkonstruktion überwunden

In jedem Hauptträgerdreieck sind drei Sekundärträger mit unterschiedlichen Spannweiten und Querschnitten angeordnet, der Anschluss derselben an die Hauptträger erfolgt über schräg angeordnete Vollgewindeschrauben.

Im First der Kuppel ist über dem zentralen Fünfeck des Haupttragwerks ein Dachaufsatz mit vertikalen Wänden gestellt. Diese dienen der Aufnahme von Lüftungsgittern zur Belüftung der Kuppel (zusätzlich zu denen in den Wänden im Bereich der Stahlbetonstützen).

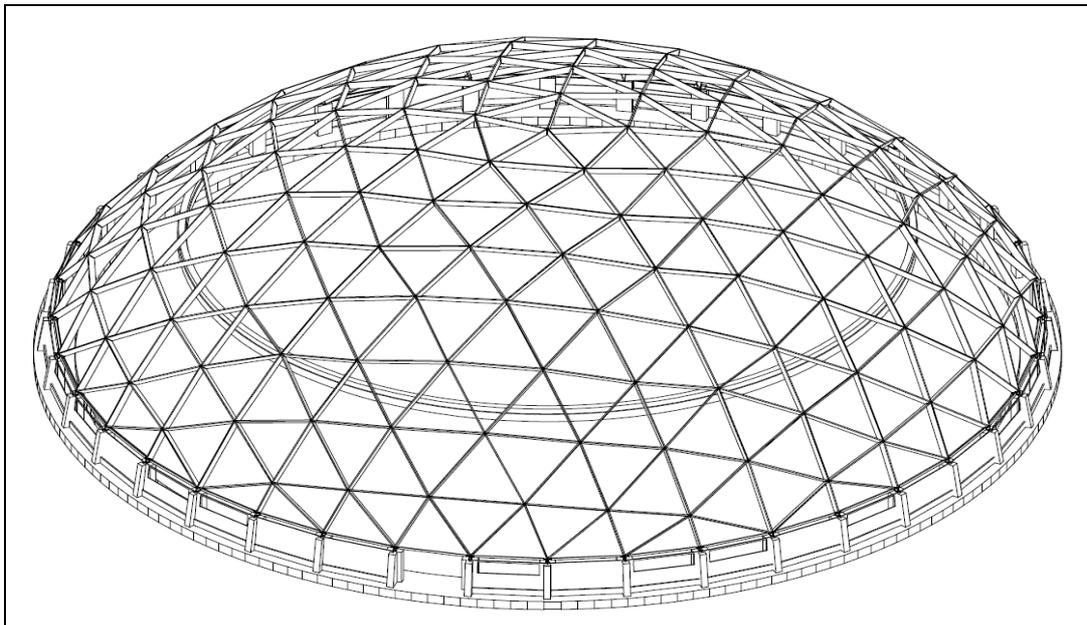


Abbildung 3: Haupttragwerk Kuppel

## 2. Geometrie

Die Kuppelkonstruktion aus BS-Holz lagert auf 40 Stahlbetonstützen von 6,2 m Höhe, sie hat einen Außendurchmesser von 144 m und eine Höhe von 39,82 m. Der Belüftungsaufsatz hat einen Durchmesser von 11,9 m und eine Höhe von 3,04 m, somit ergibt sich eine Gesamthöhe über 0,0 von ca. 49 m.

Das ergibt eine Grundfläche von ca. 16300 m<sup>2</sup> und eine Abwicklungsfläche von ca. 22000 m<sup>2</sup>.

Die „statische“ Geometrie der Kuppel wird von einem Durchmesser von 142,8 m und einer Höhe von 38,8 m bestimmt.

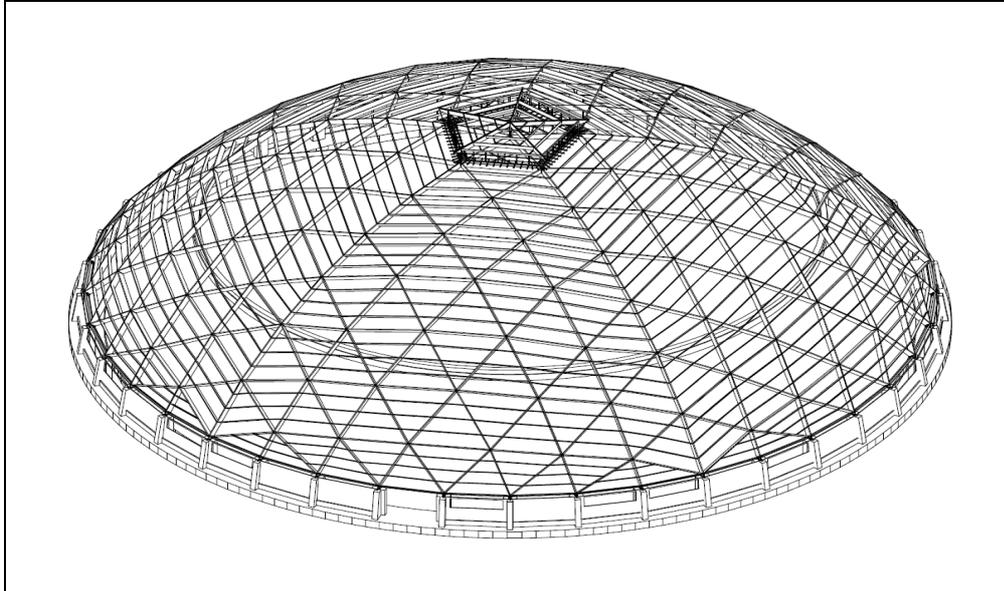


Abbildung 4: Haupt- und Sekundärtragwerk Kuppel

### 3. Lastannahmen

Die statische Berechnung und Bemessung der Bauteile wurde für die folgenden Lasten vorgenommen:

- Ständige Last	0,70 kN/m <sup>2</sup> + Eigenlasten Träger
- Schneelast am Boden	0,60 kN/m <sup>2</sup>
- Schneelast Dach gleichförmig	0,53 kN/m <sup>2</sup>
- Schneelast Dach exzentrisch	0,66 – 1,32 kN/m <sup>2</sup> in 5 versch. Positionen
- Windlast	1,59 kN/m <sup>2</sup> * c <sub>p,test</sub> in 5 versch. Positionen
- Verkehrslast	1,00 kN/m <sup>2</sup> in 7 versch. Positionen
- Setzungen infolge Kohlelagerung	0 – 6 mm auf halben Umfang
- Temperaturdehnungen	35°
- Erdbeben	entsprechend DM 14/01/2008

Die Winddruckbeiwerte wurden mittels Windtunneltests am Modell im Maßstab 1:300 ermittelt. Dabei wurde auch der Einfluss der Positionen der Kuppeln (1 Kuppel allein; 2 Kuppeln mit umliegenden Gebäuden mit verschiedenen Windrichtungen) auf die Windlast untersucht.

Die Windtunneltests wurden von Peutz bv Zoetermeer (NL) durchgeführt.

### 4. Bauteilabmessungen

Die Binderhöhe der Hauptträger beträgt 113 cm. Deren Dicke und die Festigkeitsklasse variieren in

Abhängigkeit der Beanspruchungen. Im normalen, „ungestörten“ und somit im grössten Bereich der Kuppel wurde die Dicke der Träger zu 18 cm in der Festigkeitsklasse GL 28c gewählt. Im Bereich der Störung durch die Öffnung werden die Träger bis zu 22 cm dick und bis zu GL 32h ausgeführt.

Die Sekundärträger haben drei verschiedene Dimensionen: 10/24, 10/44 und 10/65 mit der Festigkeitsklasse GL 28c.

Der Zugang aus Baustahl S 355 wird mit dem Profil HEB 550 ausgeführt.

Die Stahlteile der Knotenverbindung werden allesamt in Baustahl S 355 gefertigt. Das zentrale Rohr hat die Abmessungen  $\varnothing 219,1 \times 16$  mm, die Sternbleche 150 x 20 mm.

## 5. Knotentests

Enel hat in der Ausschreibung vorgesehen, dass der Verbindungsknoten der Kuppelhauptträger unabhängig von dessen theoretischer Berechnung über zu definierende Versuche im Maßstab 1:1 zu untersuchen ist, und dessen Ergebnisse in die Berechnung einfließen zu lassen.

In Zusammenarbeit von Holzingenieurbüro Lüning, Universität Trento (Prof. Piazza), KIT Karlsruhe (Prof. Blaß) sind folgende Versuchskriterien festgelegt worden:

- Zugversuche für die Verbindung Zuglasche-Träger
- Druckversuche für die Verbindung Träger-Zentralrohr
- Biegeversuche am einachsigen System Träger-Stahlknoten in drei Konstellationen: Vierpunktversuch konvex und konkav sowie Dreipunktversuch konvex

Die Versuche an von uns hergestellten Probekörpern im Maßstab 1:1 wurden dann in der Versuchsanstalt Stahl, Holz und Steine Holzbau und Baukonstruktionen in Karlsruhe sowie am Laboratorio Prove Materiali e Strutture, Università degli Studi di Trento - Facoltà Ingegneria durchgeführt.



*Abbildung 5: Zug- und Druckversuche Knoten*



*Abbildung 6: Biegeversuch Knoten*

## 6. Montageplanung

Das Haupttragwerk wird im Freivorbau montiert. Die Montage erfolgt vom Innenraum aus mittels Baukränen und Nutzung von Hebebühnen. Da die Abmessungen der beim vorliegenden Projekt sehr groß sind (Auflagerumfang ca. 440 m), wird mit drei Montagegruppen nur für die Hauptträgermontage gearbeitet.

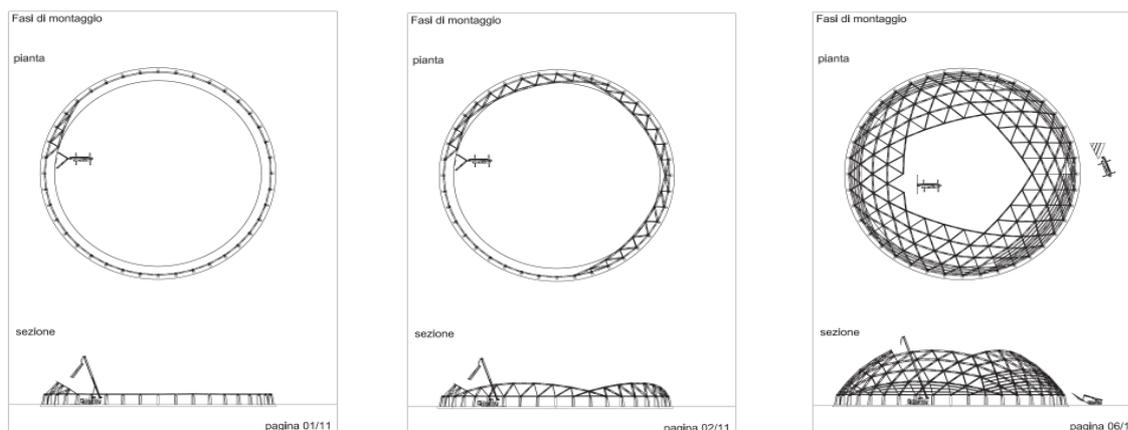


Abbildung 7: Montageablauf

Parallel dazu werden auf der Außenseite des Kuppelumfangs die Dachpaketdreiecke am Boden auf den Sekundärträgern zusammengesetzt und die Dacheindeckung aus Aluminiumblech aufgebracht.

Nach Errichtung von zwei Hauptträgerabschnitten über den ganzen Kuppelumfang, ist die Teilkonstruktion soweit standsicher, sodass die vormontierten Dachpaketdreiecke als Ganzes auf das Haupttragwerk gehoben werden können. Derart werden Arbeiten auf dem Dach in der Höhe auf ein notwendiges Minimum begrenzt.



Abbildung 8: Phase der Fertigstellung des ersten Trägerpaars am ersten Ring des Haupttragwerks

### **Dacheindeckung:**

#### **Bestehend aus:**

- Brettsperrholzpaneel zu 6 cm (3x2 cm)
- Bituminöse Schutzschicht mit einer Dicke von 1,2 mm
- Schindeln aus lackiertem Aluminium

Die Bauteile werden vorher am Boden zusammengebaut und anschließend mit dem Kran auf das Tragwerk gehoben

Die Bauteile haben eine Fläche von 37 m<sup>2</sup> bis 67 m<sup>2</sup>

Höchstgewicht = 4.800 kg



*Abbildung 9: Montage der vorgefertigten Bauteile*



*Abbildung 10: Nachdem das Brettchichtholzelement zwischen den Metallverbindungen eingefügt wurde, nimmt das Montageteam die Befestigung mittels Vollgewindeschrauben an den Metallsternen vor.*



*Abbildung 11: Ansicht der gesamten Kuppel, die den aktuellen Stand des Montagefortschritts zeigt*



*Abbildung 12: Rendering der inneren Kuppel*

### **Rubner Holzbau – das führende Unternehmen im europäischen Ingenieurholzbau**

Rubner Holzbau beschäftigt rund 500 Mitarbeiter und ist seit über 50 Jahren ein verlässlicher Partner für die Umsetzung von Konstruktionen aus Brettschichtholz (BSH), Dach- und Wandelementen, Brettsperrholz, Holz-Glas-Fassaden sowie Gebäudehüllen bzw. konstruktiven Komplettlösungen in ganz Europa.

Mit drei Produktionsstandorten in Brixen (I, gegründet 1974), Calitri (I, gegr. 1991) und Ober-Grafendorf (A, gegr. 1938) sowie seinen europaweiten Vertriebsniederlassungen erzielt das Unternehmen eine Jahresleistung von rund 150 Mio Euro. Aus stetigem Innovationsdrang und jahrzehntelanger Erfahrung bei technisch komplexen und architektonisch anspruchsvollen Projekten entsteht ein vielfältiges Produktportfolio: Lösungen für Industrie- und Gewerbebauten, Sporthallen und Einkaufszentren, Kirchenbau, Kultur- und Kongresszentren sowie Brücken und Wohnanlagen im öffentlichen wie auch im privaten Bereich. Mit jährlichen Mengen von 85.000m<sup>3</sup> BSH-Sonderbauteilen und 300.000 m<sup>2</sup> Dach- und Wandelementen profitieren Architekten, Planer und Bauherren europaweit von den integrierten Prozessen von der Ausführungsplanung über die Fertigung bis hin zur Lieferung „just-in-time“ und Montage.

Weitere Informationen unter [www.holzbau.rubner.com](http://www.holzbau.rubner.com)

Rubner Holzbau ist eine Gesellschaft der Rubner Holding AG. Mit Sitz in Kiens agiert die familiengeführte Gruppe mit 32 Gesellschaften in ganz Europa. An 23 Standorten erwirtschaften die rund 1.570 Mitarbeiter 363 Mio. Euro jährlich in den Geschäftsfeldern Holzindustrie, Ingenieurholzbau, Objektbau, Holzhausbau. Türen und Vermögensverwaltung.

Weitere Informationen unter [www.rubner.com](http://www.rubner.com)

### **Kontakt für die Redaktionen:**

**GeSK**, Ziegelstraße 29, 10117 Berlin, Tel.: +49/30/217 50-460, E-Mail: [pr@gesk.info](mailto:pr@gesk.info), [www.gesk.info](http://www.gesk.info)