

## **Rubner Holzbau für ENEL:**

### **Arbeiten an der zweiten Holzkuppel abgeschlossen**

***Dank der schnellen Umsetzung von Rubner Holzbau wurden im April 2015 die Arbeiten an der zweiten Kuppel des Kohlelagers für ENEL in Brindisi abgeschlossen. Damit konnte der anvisierte Zeitplan erwartungsgemäß eingehalten werden.***

***Bei den Kuppeln handelt es sich um einzigartige Bauwerke, welche das Südtiroler Unternehmen für die Enel-Zentrale „Federico II“ in Brindisi realisiert hat. Die beiden Kuppeln gehören zum Umweltschutzprogramm des größten italienischen Stromversorgers und sollen zu einer nachhaltigen Verbesserung der Anlagen beitragen. Sie haben einen Durchmesser von 143 Metern und stehen beispielhaft für die hohe Flexibilität bei der konstruktiv anspruchsvollen Verwendung von Brettschichtholz.***

*Mai 2015 – Die Besonderheit des Projektes und die Fristen für die Umsetzung waren eine doppelte Herausforderung für das Südtiroler Unternehmen der Rubner-Gruppe, der europäischen Nummer Eins im Bereich des öffentlichen und privaten Bauens mit Brettschichtholz.*



***Abbildung 1: Zweite Kuppel***

Nur 6 Monate nach der ersten Lieferung, die im September erfolgte, wurde nun auch die zweite der beiden Kuppeln fertiggestellt. Die Kuppeln dienen als Abdeckung der Kohlenbunker in der Enel-Zentrale „Federico II“ di Brindisi. Ein beispielhaftes Projekt, das Teil eines Programms für die Verbesserung der Anlagen im Sinne des Umweltschutzes und im Hinblick auf die Effizienz ist. So kann Enel schon im Mai mit dem Füllen mit Kohle der ersten Kuppel beginnen und im Juni mit der zweiten Kuppel fortfahren.

Angesichts der Dimensionen – 143 Meter Durchmesser bei einer Höhe von 46 Metern bzw. 49 Metern an der Kuppelspitze – stellte die Montage eine besondere Herausforderung für das Holzbauunternehmen dar.

Für die Arbeiten wurden drei sehr große Kräne im Innern der Kuppel benötigt, die in der Lage waren, eine Höhe von 60 - 80 m zu erreichen. Fünf kleinere Kräne kamen im Außenbereich für die Vormontagearbeiten zum Einsatz. Für jede Kuppel wurden 1.548 m<sup>3</sup> Brettschichtholz, über 22.000 m<sup>2</sup> X-Lam sowie 192.000 kg Stahl verwendet.



*Abbildung 2: Kuppelinneres*



*Abbildung 3: Außenbereich*

*„Die Einhaltung der Fristen wurde durch eine sorgfältige Planung inklusive anfänglicher Projektplanung, die Optimierung der Produktionsprozesse und ein durchdachtes Ressourcenmanagement während des gesamten Ablaufs garantiert. Koordiniert wurde die komplette Montage von unseren erfahrenen Ingenieuren“, erklärt Ulrich Ladstätter, einer der am Bau beteiligten Monteure. „Dass wir so einen reibungslosen Ablauf erzielen konnten, ist auch der Kompetenz der Techniker von Rubner Holzbau im Werk Bressanone zu verdanken. Sie waren auf alle Unwägbarkeiten eines solchen Großprojekts vorbereitet“.*

Die ausgereifte Technologie und die optimalen Eigenschaften von Brettschichtholz im Hinblick auf die Flexibilität überzeugten auch die Verantwortlichen von Enel, Rubner Holzbau die Verantwortung für dieses Großprojekt zu übertragen. *„Wir arbeiten konstant daran, unsere Enel-Zentrale „Federico II“ in Brindisi auf internationalem Niveau zu einer Best Practice zu machen. Die mit Holzkuppeln überdachten Kohlenbunker sind dafür ein weiterer Beitrag“, bestätigt Fausto Bassi, Verantwortlicher der Produktion von Enel in Brindisi.*

*„In den letzten Jahren haben wir beachtliche Investitionen in die Zentrale getätigt. Sie soll ein technologisch führendes Zentrum sein und zur nachhaltigen Entwicklung der Region beitragen. Dabei spielen Verbesserungen im Hinblick auf die Umwelt eine zentrale Rolle. Wir sind stolz darauf, in unserer Zentrale Techniker und Wissenschaftler internationalen Rangs zu Gast zu haben. Sie kommen aus Brindisi und der ganzen Welt, um sich mit den fortschrittlichsten Technologien auseinanderzusetzen, die in der nachhaltigen Stromerzeugung mit Kohle heute verfügbar sind.“*

Das Projekt unterstreicht die große Sensibilität Enels für die Umwelt, die auch in der Verwendung natürlicher Materialien zum Ausdruck kommt. Das Holz, das Rubner Holzbau aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern bezieht und im Rahmen zertifizierter Prozesse verwendet, ist das ökologische Baumaterial schlechthin. Es ist außerdem ein strukturell fester und sehr flexibler Rohstoff, der sich besonders bei ungewöhnlichen und anspruchsvollen Umsetzungen gegenüber anderen Materialien wie Stahl, Zement oder Aluminium als überlegen erweist.

Bei der Durchführung des Projektes konnte Rubner Holzbau einen umfassenden Service garantieren: Das Südtiroler Unternehmen wurde mit der Planung der Konstruktionsdetails für die gesamte Abdeckung einschließlich der Fluchttreppen und Fluchtstege, des natürlichen Belüftungssystems und der elektrischen Anlage beauftragt. Rubner Holzbau war außerdem verantwortlich für die gesamte Produktion, die Logistik der Transporte und die Montage unter Beachtung aller aktuell geltenden Normen und Vorschriften.

Das Team von Rubner Holzbau bestand aus 30 Monteuren, 15 Spenglern und drei Koordinatoren für die umfangreichen Vormontage- und Montagearbeiten.

#### **Projektpartner:**

Auftraggeber: Enel Produzione SpA

Allgemeines Projekt: Enel Ingegneria e Ricerca SpA

Planung

Konstruktionen aus Holz: Rubner Holzbau SpA, Bressanone (I)

H. E. Lüning Adviesbureau voor technische houtconstructies B.V.

Doetinchem (NL)

Test im Windkanal: Peutz bv Zoetermeer (NL)

Tests an den Knotenpunkten: Universität Trient  
Technische Fakultät  
Labor für Tests von Materialien und Konstruktionen

KIT  
Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine  
Holzbau und Baukonstruktionen

Ausführung des Bauwerkes: Rubner Holzbau SpA, Bressanone (I)

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

### **TECHNISCHE BESCHREIBUNG DES PROJEKTS:**

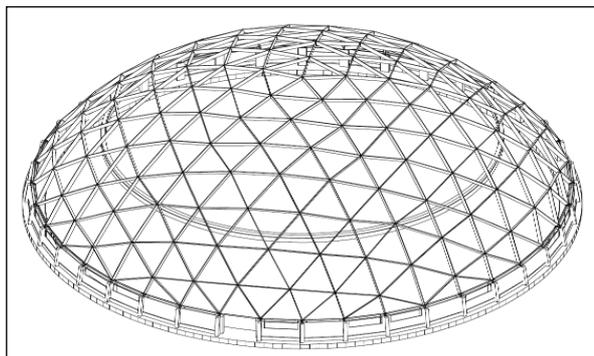
Die Arbeit besteht in der Umsetzung von zwei geodätischen Kuppeln. Jede Kuppel hat 5 Hauptachsen, die sie in ebenso vielen gleichen Sektoren begrenzen. Die Hauptträger befinden sich in einer geraden Achse und bilden eine Reihe an flachen Dreiecken.

Die Verbindung der Hauptträger wird mit einem Knotenpunkttyp realisiert, der vom Ingenieursstudio für Konstruktionen aus Holz „Holzingenieurbüro Lüning“ aus Doetinchem (NL) patentiert wurde. Die Länge der Hauptträger variiert von 5,4 bis 13,8 m. Die Stützen der Elemente aus Brettschichtholz auf den Konstruktionen aus Stahlbeton sind mit einem Zugring aus Stahl verbunden, um die horizontalen Lasten auf die Unterkonstruktionen zu begrenzen.

Jede Kuppel hat eine Öffnung für die Passage des Transportbandes mit Nettoabmessungen von 6 x 8 m in vertikaler Projektion. Diese „Unbeständigkeit“ in der Struktur der Kuppel wurde durch die Realisierung einer in Stahl eingefassten Konstruktion überwunden.

In jedem dreieckigen Element der Hauptträger wurden drei Sekundärträger mit Öffnungen und unterschiedlichen Querschnitten positioniert, die diagonal eingesetzten Gewindebolzen mit den ersteren verbunden sind.

An dem First der Kuppel ist ein fünfeckiger Turm vorgesehen, dessen Wände für die Unterbringung der Lüftungsgitter, zusätzlich zu denen, die in den Wänden zwischen den Stützen vorgesehen sind, genutzt werden können.



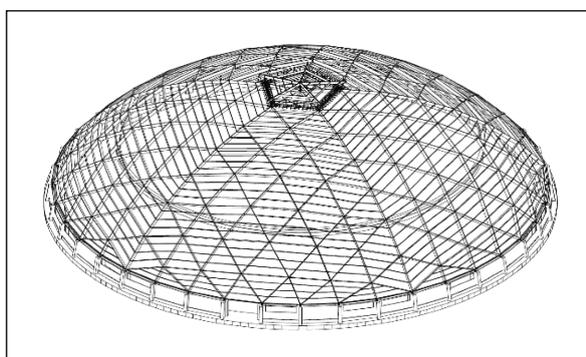
*Abbildung 4: Tragende Primärkonstruktion der Kuppel*

### Geometrie

Die Konstruktion der Kuppel aus Brettschichtholz lagert auf 40 Stützen aus Stahlbeton, die 6,2 m hoch sind, und hat einen Außendurchmesser von 144 m und eine Höhe von 39,82 m. Der Belüftungsturm hat einen Durchmesser von 11,9 m und eine Höhe von 3,04 m, woraus sich eine Gesamthöhe von circa 49 m ab dem Boden ergibt.

Das ergibt eine Oberfläche von circa 16.300 m<sup>2</sup> auf dem Grundriss und von circa 22.000 m<sup>2</sup> als flache Schablone.

Statisch gibt es eine Kuppel mit einem Durchmesser von 142,8 m mit einer Höhe von 38,8 m.



*Abbildung 5: Tragende Primär- und Sekundärkonstruktion der Kuppel*

Die Druckkoeffizienten des Windes wurde mithilfe von Versuchen im Windkanal mit einem Modell im Maßstab 1:300 bestimmt, wobei auch der Einfluss der Position der Kuppeln (1 separate Kuppel, 2 von Gebäuden umgebene und Winden aus verschiedenen Richtungen ausgesetzten Kuppeln) zum Wind berücksichtigt wurde.

Die Versuche im Windkanal wurden von Peutz bv Zoetermeer (NL) durchgeführt.

### **Abmessungen der Konstruktionsbestandteile**

Die Hauptträger sind 113 cm hoch und ihre Stärke und Festigkeitsklasse variieren entsprechend der Lasten, denen sie ausgesetzt sind. Für den Bereich, der nicht durch die Öffnung für die Passage des Transportbandes beeinflusst wird, der den Großteil der Oberfläche der Kuppel darstellt, wurden Träger mit einem Fuß von 18 cm und der Festigkeitsklasse GL 28c gewählt.

Für den von der Öffnung belasteten Bereich haben die Träger dagegen einen Fuß von 22 cm und eine Festigkeitsklasse von GL 32h.

Die Sekundärträger haben die Abmessungen 10/24, 10/44 und 10/65 und die Festigkeitsklasse GL28c.

Der Zugang aus Konstruktionsstahl S 355 wurde mit den Profilen HEB 550 umgesetzt.

Das mittlere Rohr der Knotenpunkt hat die Abmessungen  $\varnothing$  219,1 x 16 mm, die Sternplatten sind 150 x 20 mm groß und alle metallenen Elemente sind aus Stahl S355.

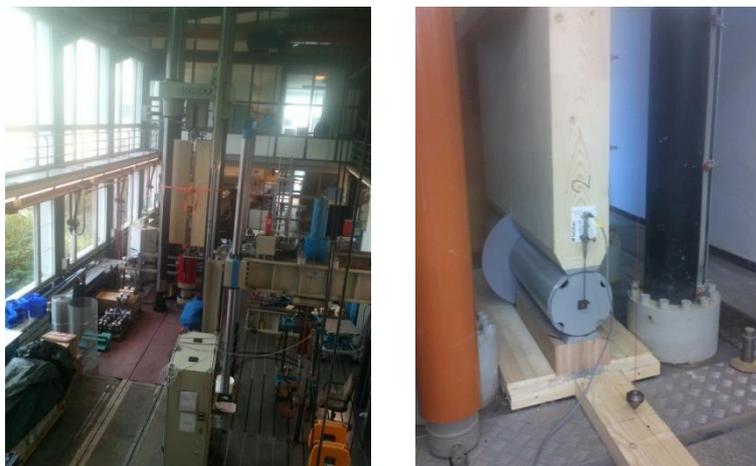
### **Tests an den Knotenpunkten**

In der Ausschreibung hat Enel vorgesehen, dass die Verbindungsknotenpunkte der Hauptträger der Kuppel, unabhängig von ihrer theoretischen Berechnung, mithilfe von Versuchen im Maßstab 1:1 und der anschließenden Verwendung der erhaltenen Ergebnisse in der Berechnung zu bewerten sind.

In Zusammenarbeit mit dem Holzingenieurbüro Lüning, der Universität Trient (Prof. Piazza) und KIT Karlsruhe (Prof. Blaß) wurden die folgenden Testkriterien festgelegt:

- Zugversuche der Verbindung zwischen Verbindungsbügel und Träger
- Druckversuche der Verbindung zwischen Träger und mittlerem Rohr
- Biegeversuche am Einachsensystem Träger-Knoten aus Stahl mit drei Methoden: Versuch an vier Stellen Seite, konkav und konvex, Versuch an drei Stellen Seite konvex

Die Versuche an Mustern im Maßstab 1:1, die von uns realisiert wurden, wurden in der „Versuchsanstalt Stahl, Holz und Steine Holzbau und Baukonstruktionen“ in Karlsruhe und im Labor für Tests von Materialien und Konstruktionen der Technischen Fakultät an der Universität Trient durchgeführt.



*Abbildung 6-7: Zug- und Druckversuche an den Knotenpunkten*



*Abbildung 8: Biegeversuch an den Knotenpunkten*

## Montageplan

Wie bisher bei Konstruktionen dieser Art vorgegangen wurde, ist die Montage mit der Technik des progressiven Vorschubs vorgesehen. Die Anschlussknotenpunkte an die Bauwerke aus Stahlbeton wurden daher entsprechend geplant und dimensioniert, um die Lasten zu tragen, die durch das Bauen entstehen. Diese Montageart wird im Inneren der Kuppel mithilfe von Kränen oder Baustellenkränen und Hebebühnen ausgeführt. In Anbetracht der beachtlichen Ausmaße des Projektes (Umfang der Stützen von circa 440 m) ist der Einsatz von drei Monteureams nur für das Verlegen der Hauptträger vorgesehen.



*Abbildung 9: Positionierung des ersten Trägerpaars des ersten Rings der Hauptkonstruktion*

Bei der Montage dieser Elemente in der Höhe ist höchste Präzision geboten, sowohl in der Vormontagephase der „V“-Paare, die unter genauer Beachtung der Projektanmessungen ausgeführt werden muss, als auch bei der Winkelstellung des Systems, das sich mit dem perfekten finalen Winkel in der Höhe befinden muss.

Um das Trägerpaar zu neigen wurden zuerst die beiden Haupttragbänder eingestellt und anschließend wurde die Spitze des „V“s mit einem mit einem Tirfort-Stahlseilzug regulierbaren Stahlseil an den Haken des Krans angeschlagen. Aus diese Weise konnte nach dem Heben des

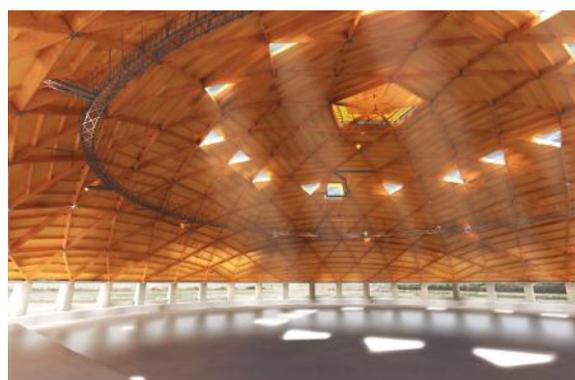
Trägerpaars am dritten Seil eingegriffen werden, indem die Länge reduziert wurde, bis die notwendige Neigung erreicht wurde.

Ein weiteres Stabilisierungselement, das aus einer Holzstütze besteht, wurde zwischen den gepaarten Trägern positioniert, um die Änderung der Öffnung der Elemente in den Hebephasen zu verhindern. Diese Stütze schließt das Kräfte-dreieck der Kräfte im System ab.

Nach der Positionierung der Träger auf den entsprechenden Stützen, wurden sie mithilfe von Gewindebolzen an den Verbindungsplatten angebracht. Das so abgeschlossene und von der Stabilisierungsstütze befreite System ist am Kopf der Streben fixiert und bleibt ohne weitere Arbeiten im Gleichgewicht:



*Abbildung 10: Nachdem das Element aus Brettschichtholz zwischen den Metallgeräten der Verbindung eingesetzt wurde, hat es das Montageteam mit Gewindebolzen an Metallsternen befestigt.*



*Abbildung 11: Umsetzung des Kuppelinneren*

### **Abdeckungspaket:**

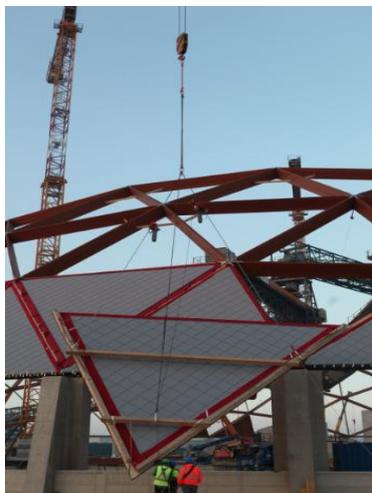
#### **Es besteht aus:**

- Paneel X-Lam 6 cm (3x2 cm)
- Bitumen Stärke 1,2 mm
- Schindeln aus lackiertem Aluminium

Die Elemente werden am Boden vormontiert und mit dem Kran werden sie auf die tragende Konstruktion gelegt

Die Elemente haben eine Oberfläche von 37 m<sup>2</sup> - 87 m<sup>2</sup>

Maximales Gewicht = 4.800 kg



*Abbildung 12: Positionierung der vormontierten Elemente*

### **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 Niederlassungen 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)

-----

Die Rubner-Gruppe, ein Wegbereiter und ein führendes Unternehmen in Europa in der Planung und Konstruktion von Wohngebäuden und öffentlichen Gebäuden aus Holz, hat ihren Sitz in Kiens, in Südtirol. Die unternehmerische Aktivität begann 1926 als Sägerei unter familiärer Leitung und entwickelt sich in den Jahren durch die integrierte Entwicklung der gesamten Produktionskette des Bauens mit Holz. Mit einem Umsatz von 357 Millionen Euro im Jahr 2014 und Sitzen in Italien, Deutschland, Österreich, Frankreich, Polen und Slowenien hat der Konzern 1.614 Mitarbeiter, von denen sich 760 in Südtirol befinden (31.12.2014), die durch eine wahre Leidenschaft für das Holz miteinander verbunden sind. Und diese Leidenschaft treibt noch heute die Familie der Eigentümer an, die von Stefan, Peter, Joachim und Alfred Rubner repräsentiert wird. Unter der Leitung von Peter Rubner, Präsident der Gruppe, ist Rubner in fünf verschiedenen strategischen Sektoren aktiv: Holzindustrie, Konstruktionen aus Holz, schlüsselfertige Großprojekte, Häuser aus Holz und Türen aus Holz. Rubner ist seit jeher in der Forschung & Entwicklung aktiv und verfügt über eine hochspezialisierte Abteilung für die Planung von fortschrittlichen Holzkonstruktionen, die in der Lage ist, auch die komplexesten Konstruktionslösungen mit maßgefertigten individuellen Projekten als Ganzes zu leiten. [www.rubner.com](http://www.rubner.com)