

Wolfgang Rauter, Johann Ramsbacher

## Kuppelbau – eine Benchmark für Fertigteile

Wolfgang Rauter

Ing. Johann Ramsbacher

Rauter Fertigteilbau GmbH, Niederwölz

www.rauter.at



Abb. 1: Die fertig zusammengesetzte Kuppel

Fotos: © Rauter Fertigteilbau

Mitte 2005 ist die Alpen Therme Gastein offiziell eröffnet worden. Dabei handelt es sich um die Erweiterung und bauliche Adaptierung der bestehenden Thermenanlage in Bad Hofgastein. Bei der Umgestaltung hat sich der Wiener Architekt Martin Kohlbauer wesentlich von der natürlichen Umgebung des Gasteiner Tales inspirieren lassen. Markantestes Element der Alpen Therme ist die Kuppel des so genannten Erlebnis-Domes.

Die Kuppel ist ursprünglich in Ortbeton geplant worden. Auf der Suche nach einer technisch und ökonomisch optimierten Lösung hat sich die ausführende Arbeitsgemeinschaft an die im steirischen Niederwölz beheimatete Firma Rauter Fertigteilbau GmbH gewandt, die eine Variante in Fertigteilen ausarbeitete. Das auf Sonderfertigteile spezialisierte Mitglied der MABA-

Gruppe hat die anspruchsvolle Idee des Architekten perfekt realisiert. Sie hat bei diesem Bauvorhaben nicht nur die Produktion und die Montage der Betonfertigteile übernommen, sondern ist auch in die Planung mit einbezogen worden. 20 je elf Tonnen schwere Fertigteile sind schlussendlich zu einem interessanten Blickfang des Thermentempels Bad Hofgastein zusammengesetzt worden (Abb. 1).

### 1 Entwurf

Die Form der Kuppel entspricht einer Halbkugel mit angeschlossenem Zylinder. Zuerst sind die Segmentgrößen auf Grund der transport- und versetztechnischen Anforderungen und, in Zusammenarbeit mit dem Statiker, die Bewehrungsführung sowie die Verbindung der Fertigteile untereinander festgelegt worden. Die Konstrukteure haben

ein Transportgewicht von ungefähr 12 Tonnen und eine Transportbreite von weniger als 2,50 m angestrebt. Daraus haben sich 20 Betonfertigteile ergeben, die je ein Kreissegment von 18 Grad Zentriwinkel abdecken. Ihr Innendurchmesser beträgt 11,60 m bei einer Gesamthöhe von 7,45 m (Abb. 2). Jedes Segment wiegt 11,13 Tonnen und ist mit einer Betongüte C30/37 B1 gefertigt. Die Wandstärke im zylindrischen Abschnitt beträgt 40 Zentimeter und verjüngt sich bis zum Scheitelpunkt auf 20 Zentimeter.

### 2 Maschinentechnik und Softwarelösung

Für die Leistungssteigerung bei der Herstellung von Schalungselementen für Beton-Sonderfertigteile ist 2004 in eine 5-Achsfräse investiert worden. Der Bau einer großen Anzahl von Sonderfertigteilen bedeutet sehr viel Handarbeit und spezielles Know-how im Schalungsbau. Dieses Wissen sollte auch in die Automatisierung der Fertigungsprozesse mit einfließen. Bei der Entscheidungsfindung für diese Investition sind in einem ersten Schritt die Arbeitsprozesse in der Planung, der Arbeitsvorbereitung und beim Schalungsbau ganz genau analysiert und die dabei entstehenden Kosten kalkuliert worden. Kostenersparnisse infolge von zu erwartenden Qualitätsverbesserungen durch eine Automatisierung, ausbleibende Materialverluste, eine erhoffte Fehlerreduktion etc. sind bei dieser Kalkulation nicht berücksichtigt worden. Sie sind heute jedoch ein willkommener und nicht zu unterschätzender Nebenaspekt.

Am Beginn eines jeden Betonfertigteils stehen Architektenpläne, die in der Regel als digitale 2-D-Pläne geliefert werden. Im Bereich Maschinenbau sind Programme verfügbar, die automatisch Daten zur Steuerung einer 5-Achsfräse liefern können. Dort kennt man allerdings keine Möglichkeiten, den Fertigteilbau oder gar Bewehrungen, respektive Schalungen, abzubilden. Rauter

hat für sein Unternehmen jedoch eine einfache Lösung gesucht, die für Planung und Herstellung von Sonderbauteilen schnell und unkompliziert Ergebnisse liefert. Daher ist es nahe gelegen, in das bestehendes Softwaresystem zu investieren. Es liefert jetzt den durchgängigen, unterbrechungsfreien Datenstrom vom Entwurf über die Konstruktion bis hin zur Fertigung. Der Grundgedanke der Entwicklung war, mithilfe des CAD-Programms einen Betonkörper zu modellieren. Aus diesem generieren heute die Konstrukteure bei Rauter vorerst 3-D-Daten und in weiterer Folge die für die Fräsmaschine lesbaren Produktionsdaten.

Eine 5-Achsräse übertrifft die handwerkliche Fertigung um Längen. Eine computergesteuerte Maschine arbeitet mit einer Präzision und Detaillierung, die manuell weder zeitlich noch technisch erreichbar sind. Man denke nur an einen Betonkörper, den man leicht konisch herstellen will, um ihn leichter ausschalen zu können. Mit der Fräse kein Problem: Anstelle einer 45°-Gehung werden 44° gefräst und der gewünschte Effekt tritt ein. An keiner Stelle ist hierfür Mehraufwand erforderlich, aber der Qualitätssprung durch diese Herstel-

lungstechnik ist immens, denn jeder Arbeitsgang kann schneller, kostengünstiger, sauberer und vor allem auch materialschonender geleistet werden.

Kontrollmechanismen verhindern, dass bei einer individuellen Bearbeitung der Zusammenhang der Schalelemente verloren geht und stellen sicher, dass Schalung und Betonkörper identisch sind. Zu Kontrollzwecken wird dann eine Explosionszeichnung gefertigt. Die Bereitstellung der weiteren Unterlagen, wie Positionspläne, Stücklisten und die Übergabe der Daten an die Fräsmaschine, stellt den nächsten Bearbeitungsschritt dar. Als Endergebnis liefert die Maschine präzise Schalungsteile. Die Konstruktion der Bewehrung ist der letzte Schritt in der Bearbeitungskette. Aus einem Katalog werden die Biegeformen herausgegriffen und die Parameter wie Betondeckung, Durchmesser und Abstände festgelegt. Eine automatische Kollisionskontrolle hilft, fehlerfreie Bewehrungspläne für die Fertigung bereitzustellen. Um Abmessungen der Biegeformen muss sich der Anwender dann keine Gedanken mehr machen, diese schmiegen sich automatisch an die Schalung an.

### 3 Fertigung

Die Schalung ist liegend gefertigt worden, wobei auf Grund der geringen Toleranzen besonderes Augenmerk auf Maßgenauigkeit und Oberflächenqualität gelegt werden musste. So ist zwischen den einzelnen Segmenten nur ein Zentimeter „Versetzluft“ eingeplant worden. Außerdem ist vom Auftraggeber eine möglichst gleichmäßig gekrümmte Oberfläche auf der Sichtseite gefordert worden, damit die Fertigteile nur noch gespachtelt und gemalt werden mussten. Der Unterbau ist mit stehenden Schalfeln aufgebaut worden, auf diesen ist die Schalhaut aus 4 mm starken und ca. 30 cm breiten Streifen aufgeschraubt. Wegen der geforderten spachtelfertigen Oberfläche musste die Schalhaut sauber verkittet und geschliffen werden. Die seitlichen Abschaltungen haben ebenfalls aus beschichteten Schalplatten bestanden und sind fix mit dem Schalungsboden verschraubt worden (Abb. 3). Wegen der Konizität haben diese beim Entschalen nicht gelöst werden müssen. Für die vertikale Verbindung der Fertigteile untereinander sind 4 Reihen von versenkten Schweißgrundplatten angeordnet worden, an der

Abb. 2: Einheben des letzten Segments



Abb. 3: Der Schalungsbau im Werk





Abb. 4: Der Antransport



Abb. 5: Wechselseitige Montage der Einzelteile



Abb. 6: Der Gerüstturm

Spitze des Fertigteils war ein Bereich mit herausragender Anschlussbewehrung vorgesehen, an den später im Verlauf der Montage ein kreisrunder Ortbetonrost betoniert worden ist. Um später im Kuppelbereich Luftzirkulation zu gewährleisten und damit Kondenswasserbildung zu verhindern, sind in 8 Fertigteilen Verrohrungen von unten nach oben für die Luftzufuhr eingelegt worden.

#### 4 Lieferung

Diese ist mit firmeneigenen Tiefladern in 10 Teillieferungen mit je 2 Fertigteilen erfolgt, die wegen der Bruchgefahr am Scheitel besonders genau unterbaut werden mussten (Abb. 4). Die Betonfertigteile für diesen Bauteil sind zwischen Jänner und April letzten Jahres geliefert und zum markanten Blickfang zusammengesetzt worden.

#### 5 Montage

Eine der größten Herausforderungen bei dieser Montage ist das genaue räumliche Einmessen der einzelnen Segmente, um Verzahnungen und Unregelmäßigkeiten in den Fugen hintanzuhalten. Das untere Auflager für die Fertigteilsegmente bildet ein Stufenfalz im Ortbeton (Abb. 5), als oberes Montageauflager dient ein in alle Richtungen abgespannter Gerüstturm. Trotz dieser Sicherung sind immer jeweils 2 Fertigteile gegenüber montiert worden, um die auftretenden Horizontallasten auszugleichen. Ein Metallring am Hochpunkt der Kuppel hat als Abschaltung für den Ortbetonrost gedient, der den oberen kraftschlüssigen Abschluss darstellt (Abb. 7). Die Hebearbeiten hat ein 120-t-Mobilkran erledigt.

Abb. 7: Die ersten Teile werden versetzt

Fotos: © Rauter Fertigteilbau



Rauter setzt seine Fräsmaschine für nahezu all seine Fertigteile ein. Zwei Mitarbeiter sind für den Betrieb der Anlage verantwortlich. Heute arbeiten sie gemeinsam mit den Planern bauteilorientiert, mit dem realen Bauteil vor Augen und erstellen die notwendige Schalung gleich mit. Diese Innovation ermöglicht es dem Fertigteilwerk, auf die individuellen Vorstellungen von Architekten einzugehen und die Kostenvorteile, die Fertigteile bieten, auch für Unikate umzusetzen.