

## Prefabricated components for tunnel construction Production of tubbings

### Fertigteile für den Tunnelbau Tübbingproduktion

#### Address/Anschrift

Gerocret – Ockermüller  
Betonwaren GmbH  
Wienerstraße 143  
3425 Langenlebarn/Austria  
Phone: +43 22 72 641 30  
Fax: +43 22 72/641 30 15  
office@gerocret.at  
www.gerocret.at

The brand Gerocret – Ockermüller Betonwaren GmbH was founded in the year 2004 and specializes in prefabricated concrete components for underground construction. Part of the production is taken up with tunnel linings made from reinforced concrete components. Such a reference project, which has recently been completed, will be described below.

The approximately 44 km long new railway section between Vienna and St. Pölten is an important component of the full development of the high-ranking Austrian rail network and represents one of the largest projects in the recent history of the Austrian railways. The largest construction section in the western part is the Perschling tunnel chain. It comprises the Reiserberg, Raingruben and Stierschweiffeld tunnels. A tunnel-driving machine, of a type being used for the first time in Austria, was employed to build a twin-track tunnel.

For this project, a tunnel boring machine (TBM) with a bore diameter of 13 m was used. The excavated cross section is secured immediately afterwards using reinforced concrete components. These so-called tubbings line the complete surfaces of the tunnel pipes and the in-situ rock mass behind the header. The tender called for tubbings as system 5+1.

The bore head of the tunnel-driving machine used has a diameter of over 13 m. The tubing elements in-

Im Jahr 2004 wurde die Marke Gerocret – Ockermüller Betonwaren GmbH gegründet, die sich auf Betonfertigteile für den Tiefbau spezialisiert hat. Ein Teilbereich der Produktion basiert auf Tunnelauskleidungen aus Stahlbetonfertigteilen. Ein solches Referenzprojekt wurde vor kurzem fertig gestellt, das nachfolgend beschrieben werden soll.

Die rund 44 km lange Bahnneubaustrecke Wien–St. Pölten ist ein wesentlicher Bestandteil des Vollausbaus des österreichisch hochrangigen Schienennetzes und stellt eines der größten Projekte der jüngeren österreichischen Eisenbahngeschichte dar. Der größte Bauabschnitt im westlichen Teil ist die Tunnelkette Perschling. Sie besteht aus dem Reiserberg-, dem Raingruben- und dem Stierschweiffeldtunnel. Hier kommt eine Tunnelvortriebsmaschine für die Errichtung eines doppelspurig zu befahrenden Eisenbahntunnels zum Einsatz, die erstmals in Österreich angewendet wurde.

Bei diesem Projekt kam eine Tunnelbohrmaschine (TBM) mit einem Bohrdurchmesser von 13 m zum Einsatz. Die unmittelbar anschließende Sicherung des Ausbruchquerschnitts erfolgt mit Stahlbetonfertigteilen. Diese sogenannten Tübbings kleiden die Tunnelröhre und das anstehende Gebirge hinter der Vortriebsmaschine vollflächig aus. Ausgeschrieben wurden die Tübbings als System 5+1.

Der Bohrkopf der eingesetzten Tunnelvortriebsmaschine weist einen Durchmesser von mehr als 13 m auf. Die hierbei verbauten Tübbingelemente – mit einer Segmentlänge von bis zu acht Metern und einem maximalen Stückgewicht von bis zu 16 t – gelten als die bisher größten gefertigten Stahlbetontübbings. Der Stierschweiffeldtunnel wurde mit ca. 9.500 Tübbingelementen aus Stahlbeton ausgekleidet. Ein kompletter Tübbingring besteht aus zwei Sohl-, zwei Ulmen-, einem First- und einem Schlussstein.

Die Fabrikation der Fertigteile im Werk geschah gemäß österreichischer ÖNORM B 3308 für Fertigteilwerke und projektbezogener Anforderungen und der daraus resultierenden Prüfabläufe.

Die Produktion der Tübbings fand in massiven Stahlformen, die stationär aufgestellt wurden, statt. Diese Formen bestehen aus einer gewölbten Bodenschalung, beweglichen Front- und Seitenwänden, klappbaren Schalungsdeckeln, integrierten Befestigungsgründen für Einbauteile und Vibrationseinrichtungen.

Entgegen der üblichen Produktionstechnik in umlaufenden Formen (Karussell) bietet die Produktion



Fig. 1 Tubbing ring.

Abb. 1 Tübbingring.

stalled – with a segment length of up to 8 m and a maximum individual weight of up to 16 tones – are considered to be the largest reinforced concrete tubbings to be manufactured to date. The Stierschweiffeld tunnel was lined with approx. 9,500 tubing elements made from reinforced concrete. A complete tubing ring comprises two floor stones, two side wall stones, one crown stone and one finishing stone.

The manufacture of the prefabricated components took place in accordance with the Austrian ÖNORM B 3308 standard for precast works and project-related requirements and the resulting testing procedures.

Production of the tubbings took place in stationary-installed solid steel molds. These molds comprise an arched floor formwork, movable front and side walls, foldable formwork covers, integrated fixing bases for components and vibration devices.

As opposed to the normal production technique using circulating molds (carousel), production of the tubbings in static formworks offers decisive advantages: The tubbings are subjected to less dynamic stresses because no driving movements occur during the production cycle. The concrete used was developed and used in a broad spectrum with regard to the stiffening behavior and the slump, because no delayed and unintended vibrations and/or movements act on the mold after concreting.

After wetting the formwork surfaces in the folded-open molds with thermally-stable release agent, a factory-premanufactured reinforcement cage made of welded steel bars is inserted. The formwork is subsequently tightly closed on the other side by means of the movable lateral stop end panel. The concrete is supplied continuously via a concreting aperture in the formwork and subsequently intensively compacted by means of external vibrators.

The specified concrete of grade C40/50/B3/SB/F38/GK32 (XD2, XF3, XA1L) was manufactured in accordance with ÖNORM B 4710 in a microprocessor-controlled mixer with integrated automatic moisture measurement. The concrete used was designed with regard to the subsequent heat treatment. This guaran-

Description Bezeichnung	Segment length Segmentlänge [cm]	Cubature Kubatur [m³]	Weight Gewicht [kg]
Tubbing crown Firsttübbling 	674	3,7	9,300
Tubbing side wall Tübbling-Ulme 	774	4,4	10,900
Tubbing floor Tübbling-Sohle 	707	6,1	15,200
Finishing stone Schlussstein 	120	1,0	2,500

Fig. 2 Individual segments.

Abb. 2 Einzelsegmente.

der Tübbings in statischen Schalungen entscheidende Vorteile: Die Tübbings unterliegen geringeren dynamischen Beanspruchungen aufgrund der nicht auftretenden Fahrbewegungen während des Produktionszyklus. Der eingesetzte Beton wurde in einem breiteren Spektrum hinsichtlich des Ansteifverhaltens und des Ausbreitmaßes entwickelt und eingesetzt, da keine späteren und unbeabsichtigten Vibrationen und/oder Bewegungen nach dem Betoniervorgang auf die Form einwirken.

In die aufgeklappten Formen wird nach Benetzung der Schalhaut mit wärmostabilen Trennmitteln ein fa-

### Innovative geprüfte Beschichtungen und Imprägnierungen für die Betonindustrie

- ◆ effektiver Kratzschutz
- ◆ Säure- und Laugenbeständig
- ◆ hohe Lebensdauer

- ◆ Easy-to-Clean Effekt
- ◆ Langzeitschutz mit Garantie
- ◆ Kundenspezifische Produktwünsche



Stone Steinverdelung · Bad Zwischenahn · Tel.: +49 (0) 4403-949074 · Fax: +49 (0) 4403-949073  
email: stone-steinveredelung@t-online.de · Homepage: [www.stone2000.de](http://www.stone2000.de)

brikmäßig vorkonfektionierter Bewehrungskorb aus geschweißtem Stabstahl eingelegt. Anschließend wird die Schalung umseitig mittels der beweglichen Seitenabschalung dicht geschlossen. Über eine Betonieröffnung wird der zur Schalung beförderte Beton kontinuierlich eingebracht und anschließend durch Außenvibratoren intensiv verdichtet.

In einer mikroprozessorgesteuerten Mischanlage mit integrierter automatischer Feuchtemessung wurde der projektierte Beton der Güteklasse C40/50/B3/SB/F38/GK32 (XD2, XF3, XA1L) gemäß ÖNORM B 4710 hergestellt. Der verwendete Beton wurde hinsichtlich der anschließenden Wärmebehandlung entworfen. Dies sichert sowohl die gleichmäßige Qualität des Betons und als auch die hochwertige Herstellung von Tübbings.

Durch den Einsatz eines Fließmittels auf Basis speziell modifizierten Acryls konnten die Deckelschalungen der Formen, welche den Außenradius der Tübbings bilden, unmittelbar nach der Befüllung geöffnet werden. Das Fertigteil konnte so unmittelbar nach der Betonage formgenau geglättet und nachbehandelt werden. Zum Erreichen einer Taktzeit von 5 h (von Betonage bis Entschalen), wurde eine anschließende Wärmebehandlung der Fertigteile durch Dampf gewählt. Durch eine ständige Überwachung und einen automatisierten Temperaturverlauf ist die Kernbetontemperatur des Betonquerschnittes auf max. 55°C begrenzt worden. Ein Vakuumheber mit integrierter Drehvorrichtung hebt die Tübbings von der Schalungsunterseite ab und befördert sie zum Nacherhärtungslager. Während des Aushebens aus der Form werden die Elemente um 90° gewendet damit sie anschließend stehend im Zwischenlager abgestellt werden können.

Durch aufgebrachte Etiketten mit Typenbezeichnung und Strichcode ist die Rückverfolgbarkeit des Herstellvorgangs jedes Einzelelements bis hin zum Ausgangsprodukt sichergestellt.

Die Baustellenlogistik vor Ort wurde an die Logistik und das Vortriebskonzept angepasst. So existierte neben dem Deponieplatz für das Ausbruchsmaterial (Kapazität ca. drei Tagesleistungen) auch ein Zwischenlagerplatz für die Tübbings. Die Anlieferung der Tübbings erfolgte just-in-time und wurde auf der Zwischenlagerfläche deponiert.

Von der Auftragsvergabe bis zur Herstellung des ersten Tübbing vergingen nur fünf Monate. In dieser Zeit wurde eine neue Produktionslinie zur optimalen Herstellung der Fertigteile im Werk der Gerocret – Ockermüller Betonwaren GmbH in Langenlebarn - Österreich errichtet. Die so unter kontrollierten Bedingungen hergestellten Tübbings stellen für den modernen Tunnelbau eine standardisierte und hohe technologische Lösung dar. Dieses System bedeutet einen schnellen Baufortschritt. ■

*Dr. Georg Ockermüller, Gerocret*



Fig. 3 Production of tubings.

Abb. 3 Tübbingproduktion.

tees both the consistent quality of the concrete and the high quality manufacture of tubings.

Due to the use of a superplasticizer based on specially modified acrylics, the cover sheets of the molds, which form the outer radius of the tubings, can be opened immediately after pouring. In this way the prefabricated component can be smoothed exactly to shape and post-treated immediately after concreting. In order to achieve a cycle time of 5 hours (from concreting to formwork removal), it was chosen to heat treat the prefabricated components subsequently using steam. By means of constant monitoring and an automated temperature sequence, the core concrete temperature of the concrete cross-section was limited to max. 55 °C. A vacuum lifter with integrated turning device lifts the tubings up from the underside of the formwork and transports them to the hardening store. As they are lifting out of the mold, the elements are rotated by 90° so that they can be deposited afterwards in the intermediate store in an upright position.

Attached labels with type description and barcode guarantee traceability of the manufacturing process of each individual element back to the raw materials.

The local building site logistics were adapted to logistics and the advance concept. Hence an intermediate storage space for the tubings existed alongside the tip for the excavated material (capacity approx. three times the daily performance). The tubings were delivered just-in-time and were deposited in the intermediate storage space.

Only five months elapsed between the awarding of the contract and the manufacture of the first tubing. During this period a new production line for the optimum manufacture of prefabricated components was installed at Gerocret – Ockermüller Betonwaren GmbH's works in Langenlebar in Austria. The tubings manufactured in this way under controlled conditions represent a standardized, high technology solution for modern tunnel construction. This system enables rapid construction progress. ■

*Dr. Georg Ockermüller, Gerocret*