



## Der Innenausbau mit Tübbingen



Herstellung der Bewehrungskörbe für die Tübbinge



Der Bewehrungskorb wird in die Tübbingschalung eingebracht



Blick in die Tübbinghalle

Beim Vortrieb der beiden Röhren des Katzenbergtunnels mit Tunnelvortriebsmaschine erfolgen Sicherung, Abdichtung und die endgültige Auskleidung in einem Arbeitsgang. Die Innenschale des Katzenbergtunnels wird daher aus einem Ring aus Stahlbetonfertigteilelementen – den Tübbingen – hergestellt. Sieben Tübbinge bilden ein Ringelement von zwei Meter Länge. Der Innendurchmesser eines Tübbingrings beträgt 9,4 Meter, außen hat er einen Durchmesser von 10,6 Meter. Aufgrund der Wasser- und Quelldruckverhältnisse ist beim Katzenbergtunnel eine kreisrunde Tunnelform der optimale Querschnitt. Die großen Tübbingelemente haben ein Gewicht von jeweils 16 Tonnen, der kleinere Schlussstein wiegt immerhin noch 4 Tonnen. Für den Bau der beiden je 8.494 Meter langen Röhren des Katzenbergtunnels werden insgesamt 63.000 Tübbinge benötigt. In den Bereichen der Querstellen werden Sondertübbinge aus Stahl verbaut: Diese Stahltübbinge lassen sich für den Vortrieb der Stollen wieder herausnehmen. Auch die Nachbartübbinge dieser Stahlelemente sind spezielle Konstruktionen. Sie können, wenn es die Stabilität erfordert, im Gebirge rückverankert werden.

### „Giganten“ mit Präzision

Trotz ihrer Dimension müssen die einzelnen Tübbinge millimetergenau hergestellt werden. Das erfordert präzise Schaltungen und zuverlässig funktionierende Produktionsverfahren mit optimalen Betonrezepturen und Einhaltung bestimmter Verarbeitungstemperaturen. Die regelmäßige Qualitätskontrolle ist bei der Herstellung der 2 Meter breiten und 60 Zentimeter starken Kreiselemente unerlässlich.

### Die Anlage zur Produktion der Tübbinge

Aus logistischen Gründen wurde für die Produktion der Tübbinge eine Anlage direkt auf der Baustellenfläche am Südportal eingerichtet – dadurch entfallen lange und den Straßenverkehr behindernde Anfahrten mit LKWs zum Katzenbergtunnel. In der 11.000 Quadratmeter großen Halle produzieren zwei symmetrisch aufgebaute Umlaufanlagen bei vollem Betrieb bis zu 168 Tübbingringe pro Woche – dabei wird rund um die Uhr und sieben Tage die Woche gearbeitet.



Mit Vakuum-Saugplatten werden die fertigen Tübbingelemente aus der Schalung gehoben



Die maßgefertigten Tübbinge liegen nach der Fertigung auf dem Lagerplatz nahe des Südporthals bereit



Verladung der Tübbinge auf den Spezialtransporter

Der Produktionsprozess in der Arbeitslinie beginnt mit der Reinigung der Schalung und dem anschließenden Besprühen mit Trennmittel. Danach werden Einbauteile, Bewehrung und Schraubenkonen installiert und die Schalung geschlossen. Nach erfolgter Kontrolle werden die Tübbingelemente betoniert und verdichtet.

Der Beton für die Herstellung der Tübbinge wird ebenfalls auf der Fläche der Baustelleneinrichtung hergestellt. Zement und Flugasche, welche dem Beton zur Widerstandsfähigkeit gegenüber Sulfat beigegeben wird, werden in insgesamt fünf Silos gelagert, die über eine fest installierte Leitung auf der Südseite der Tübbingproduktionsanlage befüllt werden. In einer Kiesgrube in Kleinkems wird der Zuschlag über eine eigens dafür errichtete Brecheranlage gefördert, mit LKWs zur Baustelle transportiert und dort in Zuschlagsilos gelagert. Das Anmischen des Betons erfolgt über zwei baugleiche Mischanlagen, diese werden über eine zentrale Leitstelle gesteuert.

Mit Vakuumsaugplatten werden die Tübbingelemente aus den Schalungen gehoben. Jedes Bauteil erhält anschließend eine eindeutige Produktionsnummer (Barcode), die es erlaubt, bei Bedarf den gesamten Herstellungsprozess zurück zu verfolgen. Nach anschließender Oberflächennachbehandlung gelangen die Stahlbetonteile in ihrer Schalung zur Erhärtung in den Wärmetunnel, dort werden bei Bedarf bereits die Schraubenkonen gelöst. Ein großer Hallenkran übernimmt die Tübbinge und versetzt sie ins Reifelager, das sich in der hinteren Hallenhälfte befindet. Nach dem Reifeprozess (Trocknung und Aushärtung) gelangen die Tübbinge zur Ausrüstungslinie, wo die letzten vorbereitenden Arbeiten für den späteren Tunneleinbau erfolgen. Dabei werden auch Elastomerdichtungen für die Abdichtung der Tübbingfugen in dafür vorgesehene umlaufende Nuten eingeklebt.

Für Verladung und Transport der fertigen Tübbinge in die Außenlager stehen ein Hallenaußenkran, ein mechanischer Greifer, eine Zugmaschine und acht Hänger zur Verfügung. Die Entladung verrichten zwei mechanische Greifer und zwei Portalkrane, die die Tübbinge auf insgesamt 800 Lagerböcke stapeln. Die Lagerung erfolgt immer ringweise: ein Stapel besteht somit aus sechs Tübbingungen und einem Schlussstein.



Transport der Tübbinge in den Tunnel



Im Schutz des Schildes der Tunnelvortriebsmaschine werden die Tübbinge mit dem Erektor eingebaut



Fertige Tunnelröhre im Rohbau

### **Der Transport zur Tunnelvortriebsmaschine**

Vom Außenlager, in dem ein Vorrat für die Vortriebsleistung von etwa 14 Tagen liegt, werden die Tübbinge mit Spezialtransportern zur Tunnelvortriebsmaschine gebracht. Im Nachläuferbereich der Vortriebsmaschine hebt ein Tübbingkran die einzelnen Tübbinge auf eine Fördereinrichtung im Unterdeck des Nachläufers. Von dort weiter transportiert, wird das Stahlbetonfertigteile von einer drehbaren Tübbingzange aufgenommen, um 90 Grad gedreht und dem so genannten Erektor zugeführt, mit dem der Tübbingring schließlich eingebaut wird.

### **„Ring für Ring“ durch den Berg**

Bei vollem Betrieb braucht die Tunnelvortriebsmaschine etwa 40 bis 50 Minuten, um einen Ring herzustellen. Dieser wird unmittelbar im Anschluss an den Bohrvorgang im Schutz des Schildes mit dem Erektor eingebaut. Während der Montage werden die Tübbingringe in den Längs- und Ringfugen durch Schrägverschraubungen untereinander verspannt. Die Fixierung erfolgt durch einbetonierte Schraubdübel aus Kunststoff. In jeder Längsfuge werden jeweils zwei Schrauben und in den Ringfugen jeweils sechs Schrauben pro Tübbing angeordnet.

Da die Vortriebsmaschine ein etwas größeres Profil in die Gesteinsschichten fräst, wird der zwischen 17 und 25 Zentimeter breite Spalt zwischen Tübbingring und Gebirge unverzüglich mit Mörtel verfüllt. Die Verfüllung des Ringspalts erfolgt kontinuierlich beim Vortrieb des Schildes aus dem Schildschwanz heraus. Nach dem Erhärten dieser Ringspaltverpressung werden die Verschraubungen wieder entfernt.