



Landwassertunnel und -viadukt: Bei der Brückensanierung hat die Rhätische Bahn mit fertigen Elementen gute Erfahrungen gemacht, im Berg wird es enger und schwieriger. (2005)

Fließbandarbeit tief im Berg

Ab 2014 saniert die Rhätische Bahn ihre Tunnel. Sie tut das nachts und im Fertigbau, um den Bahnbetrieb nicht zu stören. In einem Teststollen erproben Ingenieure die komplexe Aufgabe. **Von Sepp Moser**

Ein Tunnel pro 3,3 Streckenkilometer, 115 insgesamt: Keine Schweizer Bahn hat mehr Tunnel als die Rhätische Bahn (RhB). Die meisten von ihnen wurden zwischen 1901 und 1914 gebaut, nach einem Standardverfahren und in durchwegs hervorragender Qualität. Sie sind heute noch gefahrlos befahrbar. Weil sie aber fast gleichzeitig entstanden sind, müssen sie in den kommenden Jahrzehnten auch alle innerhalb relativ kurzer Zeit erneuert werden.

Das gilt vor allem für jene 13 Tunnel mit dem dringendsten Sanierungsbedarf; sie sollten innerhalb der nächsten 5 bis 10 Jahre renoviert werden. Weitere 64 Tunnel sind in 25 bis 50 Jahren fällig. Im Durchschnitt steht die Sanierung von 500 Meter Tunnel pro Jahr an. Das Schadenbild in den Bauwerken ist nahezu einheitlich: Nässe und Feuchtigkeit haben den Mauerwerksfugen zugesetzt, da und dort kam es zu Ausbuchtungen der Seitenwände als Folge des Bergdrucks, fast überall ist die Entwässerung schadhaft. Zudem entsprechen die Tunnel nicht mehr dem Stand der Technik. Eine Gefahr für den Betrieb besteht nirgends, aber die Arbeiten lassen sich nicht mehr aufschieben.

Tunnelsanierungen sind extrem komplex. Bei doppelspurigen Bauwerken wird normalerweise ein Gleis entfernt und im so entstandenen Freiraum gearbeitet, während daneben die Züge fahren. Doch die Tunnel der RhB verfügen nur über ein Gleis; sie jeweils monatelang zu sperren, ist politisch und wirtschaftlich undenkbar. Deswegen planen die RhB jetzt, ihre Tunnel in Bauphasen schrittweise zu erneuern, und dies während der normalen nächtlichen Fahrplanpausen - Nacht für Nacht und Meter für Meter.

Dabei werden, soweit die Tunnel im Fels liegen, fast ausschliesslich vorgefertigte und standardisierte Fertigbauelemente verwendet. So lassen sich komplexe Arbeitsschritte wie Aufbau der Armierung, Betonieren, Aushärten des Betons und Qualitätskontrolle vollständig in eine Fabrikhalle verlegen. Auf der Baustelle erfolgt dann im Wesentlichen

nur noch der Einbau der vorgefertigten Elemente. Dadurch sind Streckensperrungen ebenso unnötig wie grosse Bauinstallationen. Das Resultat werden neuwertige Tunnel nach den modernsten Standards sein; nur die Portale aus Naturstein werden ihr bekanntes Aussehen aus Gründen des Denkmalschutzes behalten.

Dass diese Arbeitsweise bei Brücken funktioniert, hat die RhB bereits mehrfach bewiesen, etwa beim bekannten Landwasserviadukt nahe Filisur. Im Berg sind die Voraussetzungen aber wegen der engen Platzverhältnisse schwieriger. Deshalb hat die RhB in der Nähe von Flums einen 25 Meter langen Versuchstunnel gebaut, in dem die neue Sanierungsmethode derzeit praktisch erprobt wird. Der Teststollen entspricht den Normen von anno dazumal, ist mit Gleis und Fahrleitung ausgerüstet und dient mehreren Bauunternehmungen dazu, die Arbeitsprozesse zu erproben und zu verfeinern. Das ist wichtig, weil später wie bei einer Fließbandproduktion jeder Arbeitsschritt immer im gleichen Takt und auf die Minute genau erfolgen muss.

Sieben Stunden Arbeit pro Nacht

Im Falle eines ersten geplanten «Muster-tunnels» bei Bergün stehen gemäss Fahrplan genau 7:07 Stunden pro Nacht zur Verfügung (oder 8:51 Stunden, wenn der Ausfall des letzten Nacht- und des ersten Frühzugs toleriert wird). In dieser Zeitspanne muss sich die Baustelle Nacht für Nacht in immer gleicher Weise und um die gleiche Distanz fortbewegen, für den ersten Frühzug hat das Gleis wieder frei sein.

Die Baumethoden vorab und ohne Zeitdruck in einem Felslabor zu erproben, hat sich als klug erwiesen und zu zahlreichen Änderungen an den Fertigbauteilen und Arbeitsprozessen geführt. Ein Beispiel von vielen: Ursprünglich war vorgesehen, die unumgängliche Vergrößerung des Tunnelquerschnitts durch eine Tieferlegung der Fahrbahn zu erreichen. Jetzt werden die Tunnel nicht nach unten, sondern nach oben erweitert. Das ist zwar technisch anspruchs-

voller, vereinfacht jedoch den Einbau der Fertigelemente.

Gemäss der heutigen, provisorischen Planung soll die Sanierung eines Tunnels im Laufe von zwei Jahren in verschiedenen Durchgängen erfolgen. Im ersten Jahr wird zunächst auf einer Länge von fünf Metern pro Nacht der Schotter entfernt und durch eine ebenso lange, vorgefertigte und auf Betonfundamenten ruhende Hilfsbrücke mit vormontierten Gleisen ersetzt. Beidseits des Gleises wird ein 1,20 Meter tiefer Graben ausgehoben. Über dem Gleis wird die gespannte Fahrleitung durch eine Stromschiene ersetzt, die sich leicht montieren und wieder abbauen lässt.

Im zweiten Jahr arbeiten im Tunnel jeweils zwei Teams hintereinander. Die vordere Gruppe demontiert die Stromschiene, weitet den oberen Teil des Tunnelgewölbes aus und entfernt das ausgebrochene Gestein. Nach den üblichen Sicherungsmassnahmen mit Spritzbeton schiebt sie ein Gestell in

115

So viele Tunnel hat die Rhätische Bahn (RhB) auf ihrem Netz – einen pro 3,3 Streckenkilometer. Keine andere Bahn in der Schweiz muss mehr Tunnel unterhalten.

Form eines mobilen Metall-Tunnels - zum Schutz der Züge vor herunterfallendem Material - über dem Gleis nach vorn und verbindet es beidseits mit der Stromschiene. So können die Züge am folgenden Tag den Baustellenbereich mit 20 bis 30 Kilometern pro Stunde passieren. Diese Equipe schreitet pro Nacht um 1,5 Meter voran.

Fast so teuer wie ein Neubau

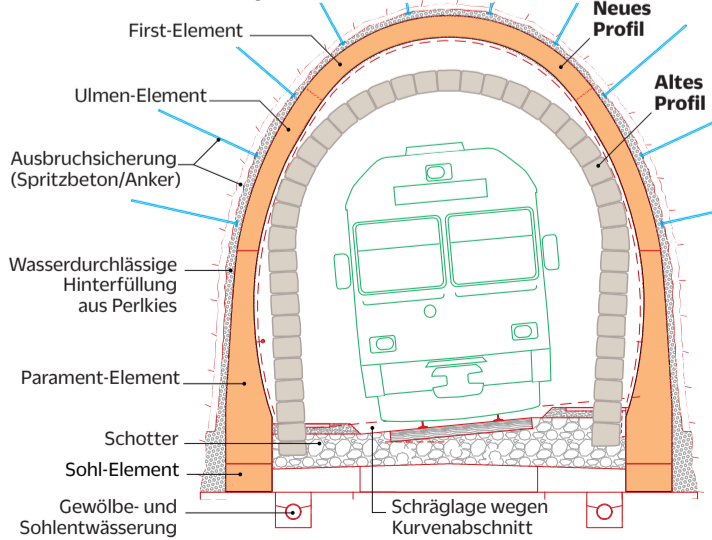
Sobald das erste Team 30 Meter tief im Berg angelangt ist, beginnt hinter ihm die zweite Mannschaft ihr Werk. Diese pendelt Nacht für Nacht zwischen zwei Tätigkeiten, mit denen sie pro Schicht um je 3 Meter vorankommt, durchschnittlich also ebenfalls um insgesamt 1,5 Meter pro Nacht. In der ersten Nacht werden zwei 1,5 Meter lange, vorgefertigte Betonelemente der Tunnelhülle eingesetzt: links und rechts je ein im zuvor ausgehobenen Graben verankertes Seiten- und ein darauf ruhendes Schulterelement, oben ein Firstelement und an diesem die neue Stromschiene. Die Betonelemente sind in drei Versionen für gerades Gleis sowie für Links- und Rechtskurven vorhanden. So können durch entsprechendes Aneinanderreihen von geraden und gebogenen Elementen alle gängigen Kurvenradien problemlos realisiert werden.

In der folgenden Nacht schliesst diese Mannschaft wiederum auf eine Länge von drei Metern die Sanierungsarbeiten ab, indem sie die Entwässerungsrohre einbaut. Sind beide Teams am Ende des Tunnels angelangt, kommen die Gleisverlegemaschinen zum Einsatz. Sie schütten ein neues Schotterbett auf und verlegen das Gleis definitiv.

Das Vorgehen der Rhätischen Bahn bei der Sanierung ihrer Tunnel ist komplex und kostet fast so viel wie ein Neubau, aber diese Strategie dürfte sich auszahlen. Der grösste Vorteil besteht im Wegfall von Betriebsunterbrüchen. Aber auch die langfristigen Unterhaltskosten werden vermutlich sinken, denn die alt-neuen Tunnel der RhB werden für mindestens weitere 70, vermutlich aber eher 100 Jahre topfit sein. Das Mammutprogramm soll 2014 oder 2015 starten.

Tunnelsanierung mit Fertigelementen

Neues und altes Tunnelprofil



Quelle: INGE Gruner AG / Basler & Hofmann AG