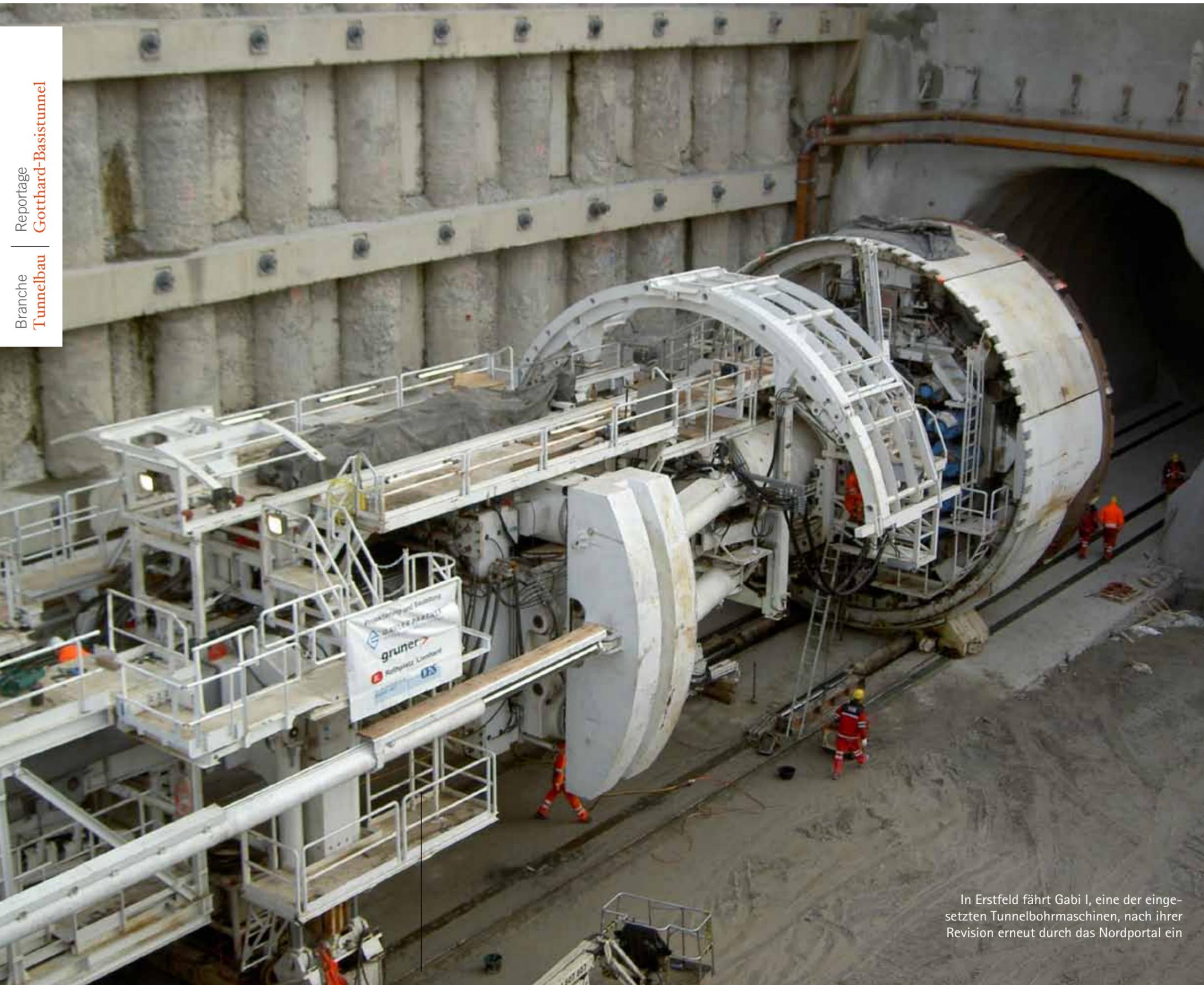


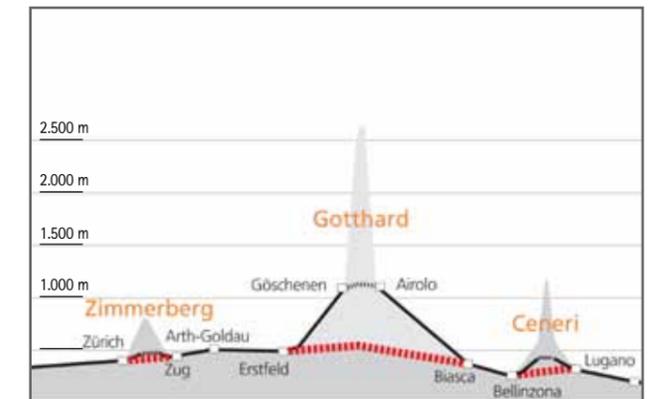
# Ein Tunnel für Europa

Am 1. Juni findet die feierliche Eröffnung des Gotthard-Basistunnels statt, dem im Ranking der längsten Tunnel dieser Welt unbestritten der erste Platz gebührt. Dennoch ist von den wahren Ausmaßen des gigantischen Bauwerks kaum etwas zu sehen. Über eine schier endlose Distanz von 57 Kilometern bohrten sich die Schweizer bis zu 2.500 Meter tief unter den höchsten Gipfeln durch das Gotthardmassiv. In nahezu gerade Linie bahnt sich die künftige Aorta des europäischen Transitverkehrs ihren Weg unter den Alpen hindurch

Text Peter Leuten  
Fotos 57km | Alptransit | Herrenknecht



In Erstfeld fährt Gabi I, eine der eingesetzten Tunnelbohrmaschinen, nach ihrer Revision erneut durch das Nordportal ein



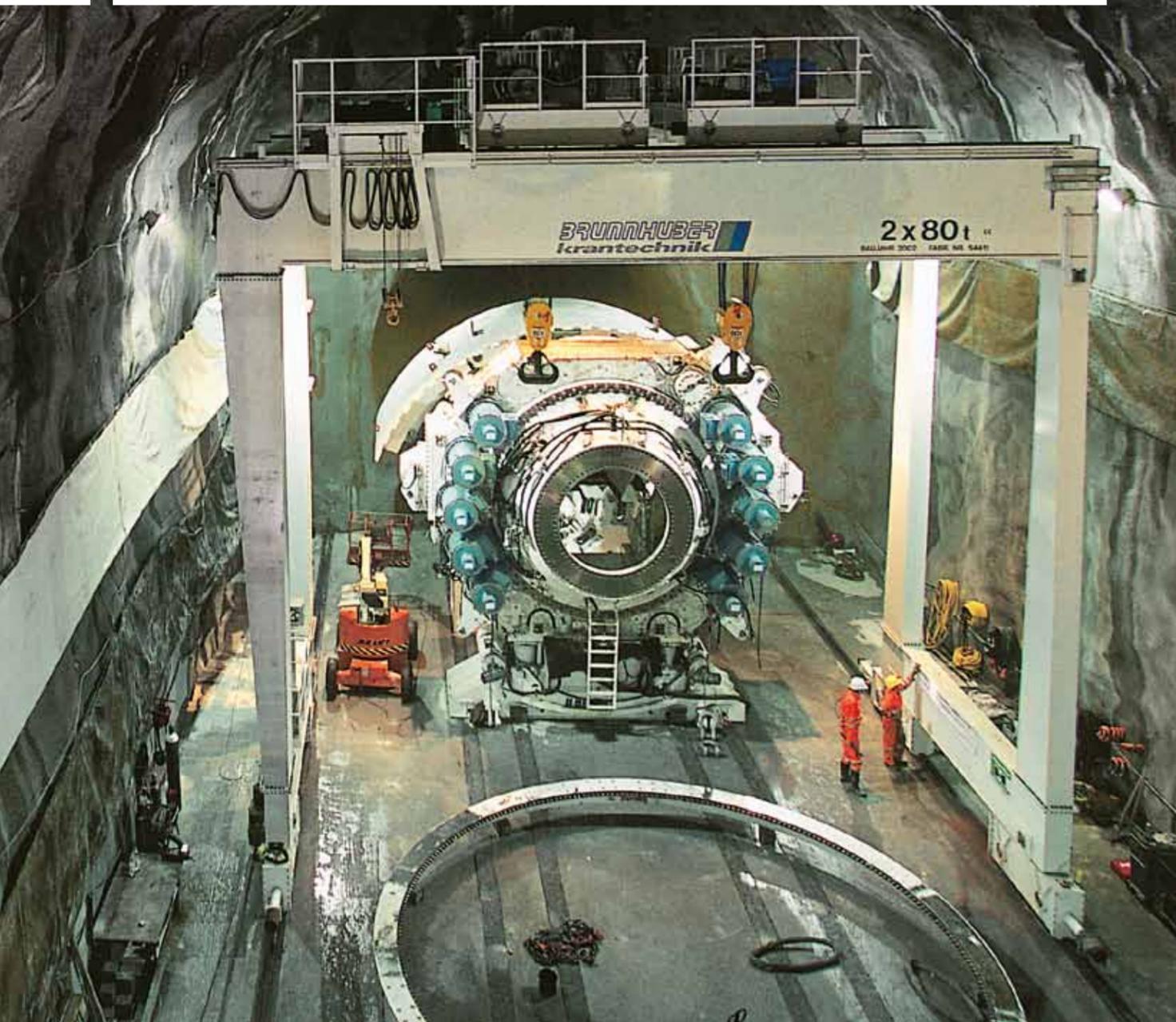
Der Verlauf der neuen Bahntrasse mit stark überhöhtem Niveau-Verlauf. Klar zu erkennen ist, das zur optimalen Nutzung des Jahrhundertbauwerks noch die Fertigstellung von Zimmerberg- und Ceneri-Basistunnel fehlt

**B**is heute verkehren auf der Gotthardachse täglich bis zu 150 Güterzüge. Zusammen mit den zahllosen Reisezügen ist die alte 1882 in Betrieb genommene Alpenquerung damit eine der meist befahrenen Eisenbahnlagen der Welt. Mehr noch: Seit Eröffnung des Gotthard-Straßentunnels sucht ein stetig steigendes Frachtaufkommen per LKW seinen Weg über die Alpen. Jährlich donnern gut und gerne 1,2 Millionen Lastwagen im Transitverkehr durch die Schweizer Täler. Tendenz steigend. Noch weitab vom heute erreichten unerträglichen Niveau begannen weitsichtige Schweizer Verkehrsplaner schon kurz nach dem Ende des zweiten Weltkrieges angesichts des einsetzenden Wirtschaftsbooms der Nachkriegsjahre, über eine neue leistungsfähigere Alpentransversale nachzudenken. Dabei blieb es zunächst. Spätestens die Vorbereitungen zu dem schließlich am 2. Mai 1992 mit der EU abgeschlossenen Transitabkommen rückten den Eidgenossen jedoch die Notwendigkeit einer leistungsstarken Verbindung über die Alpen erneut ins Bewusstsein. Untrennbar mit dem Transitabkommen verknüpft war für sie folglich das Konzept einer neuen Eisenbahn-Alpentransversale. Diesem Projekt erteilte das Schweizer Stimmvolk am 27. September 1992 mit 64 Prozent Ja-Stimmen seine Zustimmung. Nach einer zweiten Volksabstimmung 1998 konnte das Mammut-Projekt dann endgültig begonnen werden. Schon 1993 hatten erste Sondierungsbohrungen begonnen. Sie sollten detaillierten Aufschluss über die Beschaffenheit besonders heikler Gesteinsschichten liefern, die auf der abgesteckten Strecke zu durchfahren waren. Die Linienführung des Super-Tunnels durch den Berg war nämlich nicht einfach. Zunächst waren bei der Planung des Streckenverlaufs geografische Bedingungen wie etwa die Lage von Siedlungen und Stauesen oder die Zugangsmöglichkeiten für die Baustellen zu

berücksichtigen. Überdies mussten über die beträchtliche unterirdisch zu durchmessende Distanz auch zahlreiche geologisch schwierige Verhältnisse bedacht werden. So war den Geologen klar, dass sie etwa nahe dem südlichen Portal die gefürchtete Piora-Mulde zu durchqueren hätten; eine geologische Schlüsselstelle, von der man wusste, dass sie bis in beträchtliche Tiefen mit zermahlenem Gesteinsmehl, so genanntem zuckerkörnigem Dolomit, gefüllt ist. Besonders heikel an diesem Gestein ist der Umstand, dass es unter Wassereinfluss wie ein vollkommen kohäsionsloser Brei reagiert, der sich in mehreren hundert Metern Tiefe infolge des sich so aufbauenden Wasserdrucks beim Anbohren der Felstasche blitzartig in die bis dort fertiggestellten Tunnelröhren ergießen würde.

Genau das passierte am 31. März 1996 beim Vortrieb einer der Sondierungsbohrungen: Mit kaum

vorstellbarer Wucht schoss ein Gemisch aus Wasser und Sand aus einem Bohrloch. Die sechs Arbeiter, die damals unter Tage waren, hatten einen Schutzengel. Sie überlebten unverletzt. Doch nach weiteren vier bis auf Basistunnelniveau niedergebrachten Schrägbohrungen waren sich die Geologen sicher, dass sie auf Höhe des Tunnels festes Gestein ohne Wasserdruck und -zirkulation antreffen würden. Berücksichtigung fand bei der Festlegung des genauen Streckenverlaufs auch der zu erwartende Baufortschritt. Denn je nach Gesteinsart war ein unterschiedlich schnelles Vorwärtskommen zu erwarten. Mit Hilfe der Tunnelbohrmaschinen sind unter optimalen Bedingungen tägliche Vortriebsleistungen von über zwanzig Metern möglich; beim Durchfahren von brüchigem Gestein kann die Vortriebsleistung jedoch auf unter einen Meter pro Tag absinken.





Die im Sprengvortrieb erstellten Bereiche der Tunnelröhre erhielten erst einen Überzug mit Spritzbeton (links), auf den dann eine wasserdichte Spezialfolie aufgebracht wird. Darunter sitzt dann die dauerhaft stützende bis zu 30 Zentimeter starke Betonschicht (oben)

Während im kompakten Gneis gleichzeitig vorgetrieben und dahinter gesichert werden kann, erfordert schlechtes Gestein ein sofortiges Sichern jedes gebohrten Teilstückes. Dazu müssen Anker in die ausgebrochene Stollenwand getrieben, Stahlbögen und Armierungen eingebracht und abschließend die Wand mit Spritzbeton verfestigt werden. Je brüchiger der anstehende Fels ist, desto dicker muss zudem die Spritzbetonschicht aufgebracht werden. Durch den direkten Kontakt etwa der Stahlringe mit der zum Teil feuchten Stollenwand gewährleistet diese erste Ausbruchsicherung die Standsicherheit allerdings nur über eine beschränkte Dauer. Daher muss die Tunnelröhre in einem weiteren Arbeitsschritt mittels fahrbarer Schälwagen mit einer mindestens 30 Zentimeter dicken Innenschale versehen werden, die auf lange Sicht alleine für die Tragsicherheit bürgt. Um dieses Tunnelgewölbe seinerseits dauerhaft gegen eindringendes Bergwasser zu sichern, wird jedoch zuvor eine widerstandsfähige Abdichtungsfolie auf die oberflächlich gesicherte Wand aufgebracht. Erst danach erfolgt die Betonierung des Tunnelgewölbes. Der Vortrieb mittels Tunnelbohrmaschinen ist somit, obwohl unter optimalen Bedingungen sehr effektiv, wesentlich schwieriger an wechselnde Verhältnisse anzupassen. Dagegen ist der Sprengvortrieb – obwohl erheblich langsamer – eine sehr anpassungsfähige Bauphase. Die Ausbruchtappen und der Einsatz von Sicherungsmitteln; etwa die Einbringung von Ankern, der Einbau von Stahlringen und Netzarmierungen sowie das Aufbringen von Spritzbeton, können jederzeit den Verhältnissen angepasst werden. Mit dem Sprengvortrieb konnten durchschnittlich 6 bis 10 Tunnelmeter pro Arbeitstag erreicht werden. Trotz aller Baugrunderkundungen sorgt die geologische Situation der letzten Meter bisweilen für Überraschun-



Grubenbahn auf Höhe von Amsteg. Diese Bahnen dienten während der Bauphase zum Transport von Mensch und Material

gen: Im März 2011, nachdem weit über achtzig Prozent der gesamten Tunnelstrecke ohne größere Störfälle gebohrt waren, kam es um fünf Minuten nach zwei Uhr nachts zum Alarm: Der Berg entleerte sich in den Tunnel. Unmengen von losem Gestein fielen von oben auf die hunderte Tonnen schwere „Heidi“ und begruben das 400-Meter-Monster unter sich. Die Mineure, wie die Tunnelbauer auf Schwitzer-Deutsch heißen, waren unerwartet auf Kakirit gestossen, ein weiches, nachfließendes Gesteinsmehl, das im Normalfall umfangreiche Massnahmen zur Sicherung und Verfestigung verlangt. So musste Heidi ihre im Parallelstollen arbeitende Schwester „Sissi“ zu Hilfe kommen. Sie „überholte“ die verschüttete Heidi und fraß sich dann hinter der Bruchstelle seitlich durch den Fels. So konnte die fest gefahrene Mega-Maschine von vorne befreit werden. Fünf Monate Bauverzögerung hat das gekostet.

Wie darf man sich eigentlich die Abfolge der einzelnen Abschnitte eines derart gigantischen Bauwerks vorstellen? Angesichts des Umstands, dass sich bis zu 2.300 Meter Gestein über dem Tunnel auf türmen, scheint es

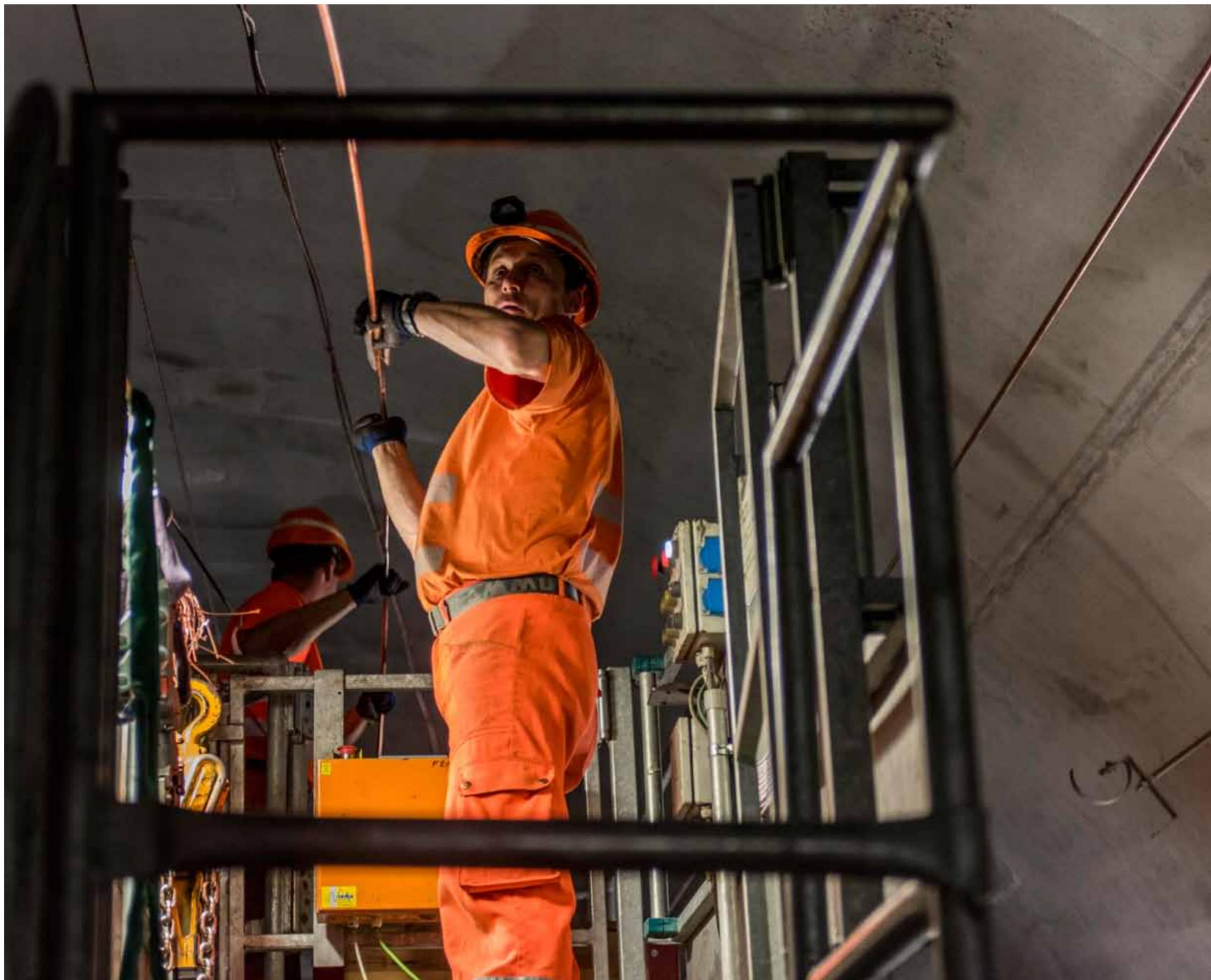
hier zunächst nur eine Antwort zu geben: Von den Enden her. Doch der Ablauf war weitaus komplexer. Nicht allein die schier unglaubliche Länge dieser gewagten Alpen-transversale; auch die Art und Beschaffenheit der zu durchquerenden Gesteinsschichten diktierten eine Vorgehensweise, die an mehreren Stellen zugleich ansetzte. Aufgrund der im Vorfeld erstellten geologischen Prognose war klar, welche Abschnitte mit Tunnelbohrmaschinen durchfahren werden konnten und wo alleine ein Vorankommen im klassischen Sprengvortrieb möglich war. Entsprechend wurden die Bauabschnitte aufgeteilt. Aufgrund einer juristisch bedingten Verzögerung wurde der Vortrieb von Norden mit dem Zweiten Abschnitt begonnen. Von einer dem späteren Streckenverlauf relativ nahe gelegenen Talsenke her wurden die beiden Tunnelröhren seitlich mit einem Zugangsstollen angefahren. Dieser im Sprengvortrieb erstellte 1,8 Kilometer lange Baustollen diente zunächst als Zugang zur Erstellung zweier riesiger Kavernen – in den Fels gesprengter Hallen, in denen die Tunnelbohrmaschinen montiert und dann Richtung Sedrun „angedreht“ wurden.

Ein weiterer „Angriff“ – so die bergmännische Bezeichnung für den Startpunkt eines Tunnelvortriebs – wurde an der so genannten Multifunktionsstelle Sedrun eingeplant, wo auch der Raum für eine Gleiswechsellanlage aus den Fels gebrochen werden musste. Hier war allerdings der geplante Streckenverlauf des Tunnels von der Oberfläche aus nicht ohne Weiteres zu zugänglich. Um das Ziel tief im Fels zu erreichen, musste zunächst ein waagerechter Stollen von rund einem Kilometer Länge in den Fels getrieben werden. Von dort aus bohrten die Tunnelbauer zwei gigantische Schächte 800 Meter tief senkrecht in den Fels. Hier angekommen begann der Ausbruch der eigentlichen Tunnelröhren sowohl im nördlicher als auch in südlicher Richtung zunächst im Sprengvortrieb. Zur gleichen Zeit lief die Arbeit an zwei weiteren Punkten dieses enormen Bauwerks auf Hochtouren: Vom Südportal des Tunnels waren die Heidi und Sissi getauften 400 Meter langen und 5.000 PS-starken Tunnelbohrer der Firma Herrenknecht in nördlicher Richtung unterwegs.

Außerdem war in etwa auf halber Strecke zwischen Bodio und Sedrun nahe dem Örtchen Faido die Einrichtung einer zweiten Multifunktionsstelle mit Gleiswechsellanlage, Notausstiegen und Leitstand eingeplant. Da hier die von Bodio kommenden Hedi und Sissi einer umfangreichen Maschinenrevision unterzogen werden sollten um sich danach weiter bis Sedrun durch den Fels zu fressen, musste hier bereits im Vorfeld eine weitere künstliche Kaverne aus dem Gesteinsmassiv herausgebrochen werden. Sie wurde über einen seitlichen, 2,7 Kilometer langen Zugangsstollen angefahren. Selbst von Süden her war indessen ein oberirdisches Anfahren des Tunnels nicht möglich: Nachdem in der Portalzone die ersten Tunnelmeter im Tagbau erstellt waren erwartete die Mineure eine erste Lockergesteinsstrecke bis schliesslich standfester Fels erreicht wurde, der den Vortrieb mit Tunnelbohrmaschinen erlaubte. Während diese Lockergesteinsstrecke im konventionellen Sprengvortrieb durchquert wurde, entstand wegen



Der im Rohbau fertiggestellte Röhre mit den Gleisen der Grubenbahn. Wegen der hohen Geschwindigkeiten im Tunnel muss die Tunnelwand möglichst glatt sein





Testfahrt im Tunnel im Oktober des letzten Jahres. Weit über 650 Testfahrten hat die SBB inzwischen durchgeführt. Nach der feierlichen Eröffnung am 1. Juni folgt im Dezember die Aufnahme des Regelbetriebs

des großen Zeitdrucks tief dahinter im Leventina-Gneis ein vierte Kaverne zur Montage der Herrenknecht-Maschinen, die ebenfalls durch einen seitlichen Stollen erschlossen wurde. Von hier nahmen Heidi und Sissi anfangs 2003 den Vortrieb Richtung Faïdo auf.

Insgesamt rund 100 Geomatik-Spezialisten sorgten beim Bau des Gotthard-Basistunnel für höchstmögliche Präzision. Angesichts der mehrfach zum Teil mitten im zu durchfahrenden Gebirge begonnenen Einzelabschnitte erstaunt die erreichte Genauigkeit. Die Spezialisten haben mit Hilfe von Satelliten und GPS über das gesamte Projektierungsgebiet ein Netz von Fixpunkten gelegt, die den Bezug zwischen Plänen und Gelände herstellen. Für die unterirdische Richtungsbestimmung im Berg bleibt nur die Trägheitsnavigation mit Kreiselkompass. Mittels hochgenauer Lotungseinrichtungen wurden etwa in Sedrun die Koordinaten der ermittelten Fixpunkte durch den 800 m tiefen Schacht nach unten in den Berg übertragen.

Als Ende Oktober in der Oströhre des Tunnels der erste Gesamtdurchschlag erfolgte, betrug die Abweichung horizontal acht Zentimeter; in der Höhe hatten sich die Ingenieure noch weniger verhasen: Ein Zentimeter vertikaler Abweichung von der idealen Linie war zu

verzeichnen. Doch bis der erste Zug durch den Tunnel fahren konnte, gab es noch eine Menge zu tun. Allein rund 2.800 Kilometer Kabel mussten verlegt, 190.000 Betonschwellen mit dem betonierten Gleisbett verschraubt und auf ihnen wiederum 228 Kilometer Schienenprofile montiert, die Oberleitung angebracht und Signal- und Sicherungsanlagen sowie Lüftungs- und Klimatechnik installiert werden. Außerdem standen die Brandschutztüren für die insgesamt 178 Querschläge, die Beleuchtung und EDV-Einrichtungen auf der Agenda.

Und vom eigentlichen Mega-Tunnel abgesehen, war zudem die Errichtung zahlreicher Brückenbauwerke und die Schaffung einer Vielzahl von Durchlässen und Stützmauern für die Aufnahme des Zugverkehrs nötig. Zu einer kontinental bedeutenden Verkehrsschlagader wird der längste Tunnel der Welt überdies erst dann, wenn auf der Achse von Zürich nach Lugano noch mindestens ein weiteres in den Berg gebohrtes Loch mit der nötigen Technik versehen worden ist: Die bahntechnische Ausrüstung des südlich des Gotthard-Massivs gelegenen und rund fünfzehn Kilometer langen Ceneri-Basistunnels zwischen Bellinzona und Lugano wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen. △