

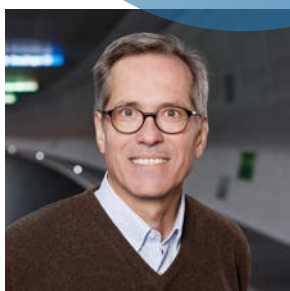


Projektinfo

Gesamterneuerung Kerenzerbergtunnel



Die Tunnellänge, die geologischen Verhältnisse und die Effizienz sind Gründe, die für den Einsatz einer Tunnelbohrmaschine im Kerenzerberg entscheidend waren.



Andreas Weidinger
Gesamtprojektleiter
Bundesamt für Strassen ASTRA

Tunnelfabrik in Fahrt

Stollenvortrieb mit der Tunnelbohrmaschine

Rund 220 Meter lang, mehr als 1300 Tonnen schwer und mit einer Geschwindigkeit von bis zu 25 Meter pro Tag unterwegs: Was nicht nach einem agilen Werkzeug klingt, zeigt sich als fein abgestimmtes Präzisionswerkzeug, das sich durch den Kerenzerberg bohrt und dabei eine Röhre von 7.1 Metern Durchmesser hinterlässt.

Bohren oder Sprengen – eine Frage unterschiedlicher Voraussetzungen

Die Planung und der Einsatz einer Tunnelbohrmaschine ist jeweils mit grossem Aufwand verbunden. Die Maschine benötigt Platz und stellt beachtliche Anforderungen an die räumlichen Gegebenheiten der Baustelle. Zudem wird eine umfassende Infrastruktur um die Maschine herum notwendig, um den fortlaufenden Betrieb sicherzustellen. Für den Entscheid zwischen Tunnelbohrmaschine oder konventioneller Vortriebsmethode sind nicht zuletzt die geologischen Voraussetzungen ausschlaggebend.

Dem insgesamt grossen Aufwand steht jedoch eine hohe Effizienz entgegen: Der Vortrieb mit einer Tunnelbohrmaschine ist um ein Vielfaches schneller, als dies mit konventionellen Ausbruchmethoden der Fall wäre. Nicht zuletzt, weil sie nach getaner Arbeit einen teilausgebauten Tunnel hinterlässt, wohingegen sonst noch zahlreiche weitere Schritte erfolgen müssten.



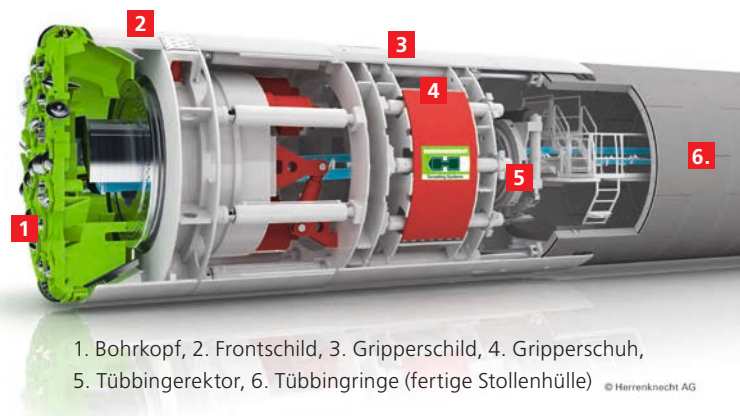
Bundesamt für Strassen ASTRA

Für den Bau des neuen Sicherheitsstollens mit seinen mehr als 5500 Metern Länge bietet sich der Einsatz einer Tunnelbohrmaschine an. Der eng getaktete Fahrplan zwischen dem Bau des Sicherheitsstollens und den Instandsetzungsarbeiten im Strassentunnel lässt sich so besser planen, was auch die gesamte Bauzeit verkürzt.

Tunnelbohrmaschine ist nicht gleich Tunnelbohrmaschine

Im Untertagebau finden verschiedene Arten von Tunnelbohrmaschinen ihren Einsatz: Während «offene» Tunnelbohrmaschinen in stabilen, standfesten Felsformationen zum Einsatz gelangen, werden in weniger festem Gestein und schwierigeren geologischen Verhältnissen «geschlossene» Tunnelbohrmaschinen vorgezogen. Deren stabiler Schildmantel schützt den Arbeitsbereich der frisch ausgebrochenen Röhre vor herabfallendem Felsmaterial.

Der Aufbau einer Tunnelbohrmaschine ist ebenfalls von Projekt zu Projekt unterschiedlich. Die Technik wird an die prognostizierten geologischen Verhältnisse, an die spezifischen Anforderungen des Tunnelbauwerks und an die räumlichen Voraussetzungen der Baustelle angepasst. Die Maschine selbst wird dazu jeweils umgebaut oder neu konstruiert. Die im Kerenzerberg arbeitende Maschine wurde im Jahr 2015 hergestellt und 2020 für den Bau des Sicherheitsstollens generalüberholt.



1. Bohrkopf, 2. Frontschild, 3. Gripperschild, 4. Gripperschuh, 5. Tübbingerektor, 6. Tübbingringe (fertige Stollenhülle) © Herrenknecht AG

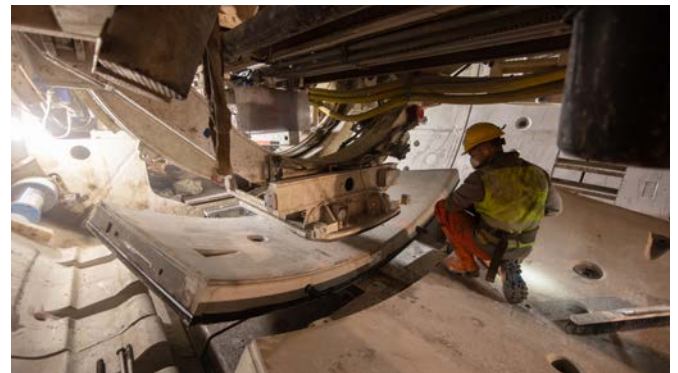
Die eingesetzte Doppelschild-Tunnelbohrmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass dem Bohrkopf ein teleskopartig ausfahrbarer Schild folgt. In dessen Schutz bauen die Arbeiter die sogenannten Tübbingringe, die Verschalung des Stollens, ein. Ist ein Ring eingebaut, bewegt sich die Maschine – ähnlich einer Raupe – durch den Berg und zieht dabei die Nachlaufkonstruktion kontinuierlich hinter sich her.

Ein produktiver Koloss

Der Begriff «Bohrmaschine» wird der Tunnelbohrmaschine eigentlich kaum gerecht. Denn neben der Leistung des eigentlichen Bohrkopfs umfasst die gesamte Maschinenkonstruktion zahlreiche weitere Elemente, die sich im vorderen Bereich der Maschine befinden. Zum einen ist dies der Gripperschild. Mit seinen «Grip-

pern» stützt sich die Maschine seitlich am Fels ab, um den für die Bohrarbeiten notwendigen Druck auf den Bohrkopf aufbauen zu können. Darauf folgt der Tübbingerektor, eine Art runder Roboterarm, mit dem die riesigen, aus Beton bestehenden Tübbingelemente zu Tübbingringen zusammengesetzt werden und aneinandergereiht den Rohbau des Stollens bilden.

Mit der Tunnelbohrmaschine fest verbunden ist die Nachlaufkonstruktion, welche sich aus verschiedenen, für den laufenden Betrieb der Maschine notwendigen Komponenten zusammensetzt. Das sind zum einen der Führerstand, Hydraulikeinrichtungen, Stromgeneratoren, Lüftungskomponenten – aber auch Werkstätten, Personalbüros, Hygieneeinrichtungen und Rettungscontainer. Alles in allem kommt die im Kerenzerberg eingesetzte Tunnelbohrmaschine auf eine stolze Gesamtlänge von rund 220 Metern.



Ein Tübbingelement wird mit vom Tübbingerektor aufgenommen

Alles für den laufenden Betrieb

Damit sich die Tunnelbohrmaschine mit konstanter Leistung und möglichst ohne Unterbruch durch den Berg arbeiten kann, sind verschiedene logistische Einrichtungen notwendig, mit denen Baumaterial in und Ausbruchmaterial aus dem Tunnel bewegt werden können. In den beengten Platzverhältnissen stellt dies eine Herausforderung dar, welche eine komplexe Abstimmung von Prozessen und Funktionen bedingt.



Abwurf des Ausbruchmaterials durch die Förderbandanlage – jeder Hügel entspricht 10m Tunnelstrecke

Projektinfo 2

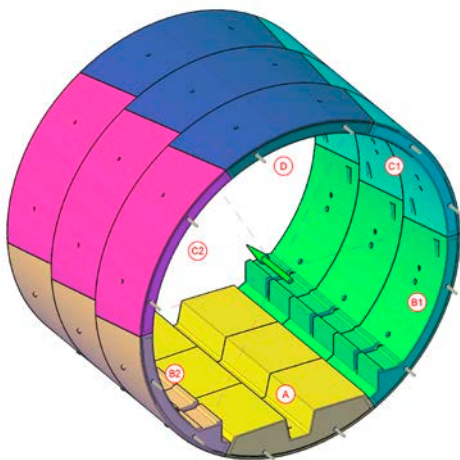
Gesamterneuerung Kerenzerbergtunnel

In den Stollen müssen Strom, Wasser, Luft, Tübbinge, Werkzeug und Mannschaft gelangen. Während die Betonelemente, das Arbeitsmaterial und das Personal mit speziellen Fahrzeugen in den Stollen gebracht werden, benötigen die anderen Elemente Leitungen, die von ausserhalb des Stollens bis zur Maschine reichen. Die Herausforderung dabei ist, dass die Maschine sich laufend fortbewegt und die Versorgung folglich immer an den jeweiligen Stand angepasst werden muss. Zwar sind die Verbindungen so aufgebaut, dass sie einen gewissen Streckenvorrat enthalten. Dennoch muss der Betrieb von Zeit zu Zeit unterbrochen werden, um alle Versorgungsleitungen verlängern und justieren zu können.

Ebenso wichtig wie die Materialzufuhr ist die Logistik aus dem Tunnel heraus. Grosse Mengen des vom Bohrkopf abgebauten Materials, dem sogenannten Bohrklein, müssen laufend aus dem Tunnel abgeführt werden. Der Abtransport wird über eine Förderbandanlage bewerkstelligt, mit der das Ausbruchsmaterial bis zum ausserhalb des Stollens liegenden Installationsplatz befördert, dort abgeworfen und klassifiziert wird. Das Ausbruchsmaterial wird schliesslich für unterschiedliche Verwendungen weiterverarbeitet, beispielsweise in der Betonproduktion oder als Hinterfüllmaterial im Stollen. Der Rest wird für eine fachgerechte Entsorgung in Deponien überführt.

Bausteine für den Stollen

Die Aussenhülle des Stollens wird durch Tübbingringe gebildet. Sie bestehen aus jeweils sechs einzelnen, vorgefertigten Betonelementen, die im Schildmantel der Tunnelbohrmaschine zusammengefügt und verbunden werden. Jeder dieser kompletten Ringe hat eine Breite von 1.6 Metern und wiegt rund 18 Tonnen.



Jeder Tübbingring besteht aus sechs Tübbing, die zusammengeschoben und mit einer Gummidichtung untereinander abdichtet werden

Die Tübbinge werden auf dem Bahnweg angeliefert, im Bahnhof Weesen auf Lastwagen umgeladen und so auf den Installationsplatz Gäsi zur Zwischenlagerung transportiert. Im Pufferlager im Gäsi werden Tübbinge für insgesamt mehr als 300 Tübbingringe

zwischengelagert, sodass der Betrieb der Tunnelbohrmaschine auch dann aufrechterhalten werden kann, wenn zwischenzeitlich keine neuen Elemente mehr angeliefert würden.



Zwischenpuffer für Tübbinge – jeder Stapel ergibt zusammengesetzt einen Tübbingring

Auf- und Abbau

Nur schon die beachtliche Grösse der Tunnelbohrmaschine macht es unmöglich, das gesamte Gerät am Stück bis zur Baustelle zu transportieren. Aus Platzgründen vor Ort besteht zudem keine Möglichkeit, die gesamte Konstruktion der Tunnelbohrmaschine und Nachlaufkonstruktion zu «parkieren» und direkt einzusetzen.

Die Anlieferung erfolgt daher in Einzelteilen, die vor dem Stollenportal im Gäsi zusammengebaut und Stück für Stück in die 250 Meter lange Startröhre eingeschoben werden. Diese wurde zuvor im konventionellen Vortrieb, mit Abbaubaggern und durch Sprengen ausgebrochen.

Im vordersten Teil der Startröhre wird eine Schildwiege aufgebaut, auf welche die Bohrmaschine sozusagen abgelegt wird, bevor sie sich in den Fels bohrt. Anschliessend werden von hinten die noch fehlenden Komponenten der Nachlaufkonstruktion ergänzt. Erst wenn die volle Länge von rund 220 Metern erreicht ist, kann die Tunnelbohrmaschine ihre volle Arbeitsleistung entfalten.

Von der Gegenseite aus, wurde im konventionellen Vortrieb eine Stollenstrecke von rund 250 Metern ausgebrochen. Daran anschliessend wird im Berg die neue Lüftungszentrale Tiefenwinkel gebaut. Die Durchfahrt der Tunnelbohrmaschine wird deshalb nicht mehr möglich sein – auch, weil vor dem Portal Tiefenwinkel kein Platz für die Demontage der grossen Maschine vorhanden wäre. Die Lösung ist daher etwas unkonventionell: Die Tunnelbohrmaschine wird nach Ankunft in der Lüftungskaverne im Berg zerlegt und von dort in Einzelteilen nach aussen geschafft.



Beachtliche Daten

Tunnelbohrmaschinen weisen beachtliche Kennwerte auf. Zum einen durch ihre Grösse – andererseits aber auch durch die beeindruckenden Leistungsdaten:

Gesamtgewicht	ca. 1'340 Tonnen
Gesamtlänge	ca. 220 Meter
Antriebstyp	elektrisch, frequenzgesteuert
Bohrdurchmesser	7.1 Meter
Bohrkopfdrehzahl	bis 9 Umdrehungen pro Minute
Anpresskraft Bohrkopf	12'000 kN (1'223 Tonnen)
Vorschubrate	bis 23 Meter pro Tag
Max. Vorschubkraft	75'000 kN (7'648 Tonnen)
Vortriebsleistung	rund 2'500 Tonnen Gestein pro Tag
Max. Förderkapazität	800 Tonnen pro Stunde

Aus Stollen wird Sicherheitsstollen

Nach Vortriebsende der Tunnelbohrmaschine hinterlässt diese einen kreisrunden Stollen, der mit Tübbingringen gesichert ist. Damit aus diesem der spätere Sicherheitsstollen wird, sind weitere bauliche Schritte notwendig. Zum einen wird der Sicherheitsstollen durch den Einbau vorgefertigter, U-förmiger Elemente in zwei Bereiche, den Werkleitungskanal mit Fluchtweg und den Abluftkanal, unterteilt. Zum anderen erfolgt der Bau der beiden Lüftungszentralen an beiden «Enden» des Stollens sowie zweier ergänzender Unterzentralen, welche zusätzliche Installationen für die Betriebs- und Sicherheitsausrüstung enthalten. Abschliessend werden die technischen Systeme für den Strassentunnel und Sicherheitsstollen zu einem umfassenden Gesamtsystem verbunden.

Neubau Sicherheitsstollen

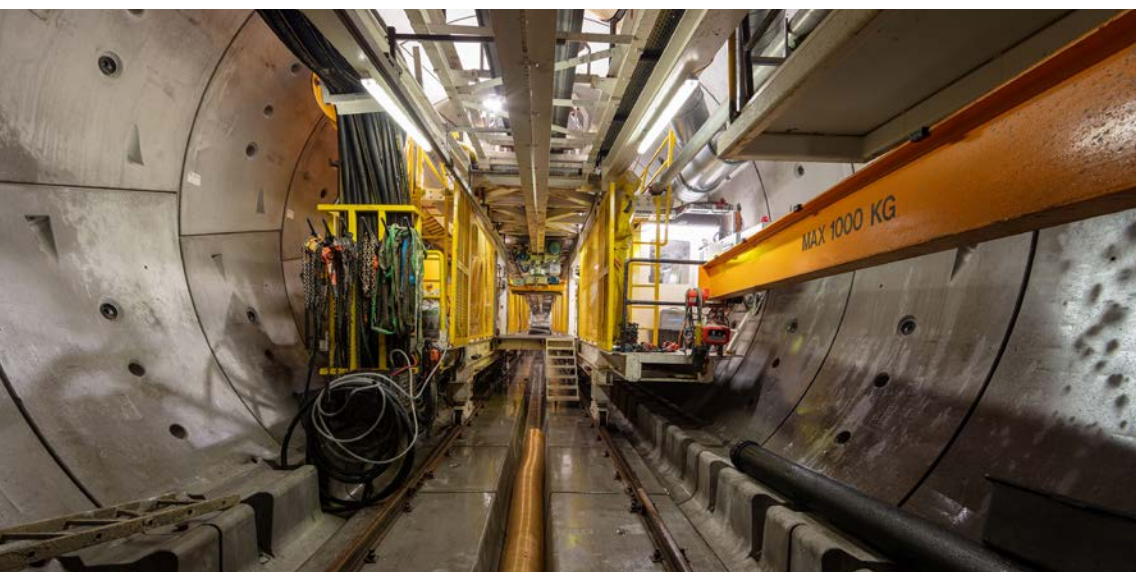
- Bauzeit: 2020 – 2024
- Länge: 5'504 m
- Funktion: Fluchtweg und Abluftkanal
- Kosten der Massnahmen: CHF 240 Mio.

Instandsetzung Kerenzerbergtunnel

- Inbetriebnahme: 1986
- Länge: 5'691 m
- Funktion: Nationalstrassentunnel
- Dauer der Instandsetzungsarbeiten: 2023 – 2026
- Kosten der Massnahmen: CHF 145 Mio.

Mehrwert im Überblick

- Erhöhung der Verkehrssicherheit
- Verbesserung der Fluchtwegsituation
- Neueste Ausrüstungstechnik
- Effizientes Lüftungssystem
- Entwässerung im Trennsystem
- Berücksichtigung Natur- und Landschaftsschutz
- Geringe Verkehrseinschränkungen



Das Ende der Nachlaufkonstruktion im «fertigen» Stollen



Weitere Informationen

www.kerenzerbergtunnel.ch

Kontakt und Information

Bundesamt für Strassen ASTRA
Infrastrukturfiliale Winterthur
Grüzefeldstrasse 41
CH-8404 Winterthur
Tel.: +41 58 480 47 11
winterthur@astra.admin.ch
www.kerenzerbergtunnel.ch

Copyright © 2022

Bundesamt für Strassen ASTRA