

57 km geologi

- undergravende virksomhed

Af geolog Erik Karlsen, *GeologiskNyt*

Under Gotthard-passet i Schweiz skærer der to 15 og 17 km lange tunneler. Alligevel arbejdes der på en tredje, der med 57 km bliver verdens længste af slagsen. Geologien indtager selvsagt en fremtrædende plads i dette mega-projekt.

I Schweiz har de det med at gennemhulle deres bjerge med tunneler, og selv om landet allerede besidder en lang række af disse transportrør, hvor de længste måler 19 km, er det ikke nok med det. På grund af den øgede trafik over og under Alperne – mellem bl.a. Tyskland og Italien – har man i Schweiz indset, at de nuværende tunneler ikke kan klare det øgede pres. Derfor er man nu i gået i gang med at bore to nye lange jernbanetunneler, såkaldte basistunneler, hvoraf den ene med 57 km bliver verdens længste af slagsen.

Ud over, at en tunnelboring i sig selv kan afsløre en masse spændende geologi, er en grundig forundersøgelse af de geologiske forhold forud for boringen også ekstremt vigtig, for at boringen skal blive en succes, og at der ikke sker uheld og andre forstyrrelser undervejs. Den erfaring kender man også herhjemme, f.eks. fra Storebælts-tunnelen.

Den overordnede geologi

Selv den overordnede geologiske opbygning af området lader ane, at de meget omfattende forundersøgelser ikke har været



Området for tunnelprojektet set fra vest. I bunden af dalen for enden af denne anes byen Andermatt, der stadig – trods to eksisterende tunneler – er et vigtigt knudepunkt. Til højre for byen ses bjergene omkring Gotthard-passet. (Foto: Erik Karlsen.)

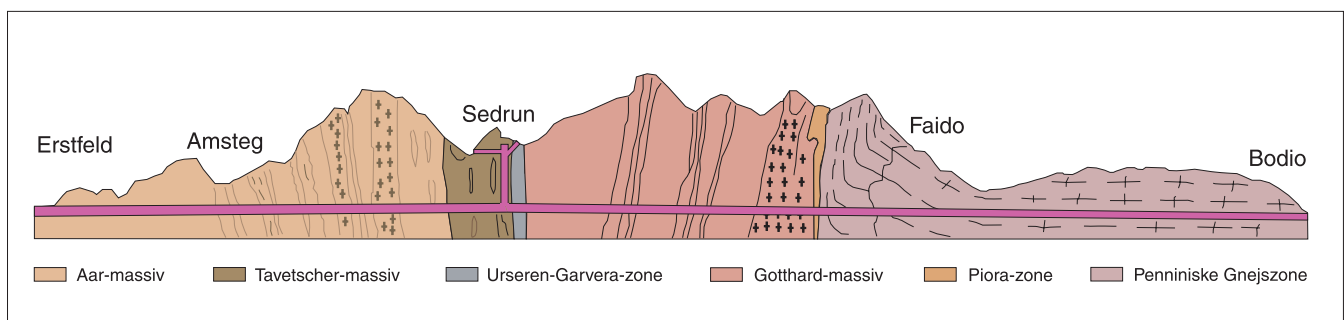
spildt. For mens man godt kendte til hovedtrækkene i den geologiske opbygning af Alperne på det sted, har man fået en noget mere nuanceret viden siden.

Geologien kan inddeles i tre hovedmassiver med tre mellemzoner. Det har især været mellemzonerne beskaffenhed, der har været usikre. To af hovedmassiverne er Aar-massivet og Gotthard-massivet, der hovedsageligt består af granit og gnejs. Disse massiver forventes ikke at give de store problemer for boringen. Kø-

rer man på det eksisterende vejnet fra nord over Gotthard-passet, kan man slet ikke undgå at lægge mærke til de markante Aar- og Gotthard-granitter.

Vandførende problebjergarter

Mellem de to hovedmassiver ligger det såkaldte Tavetscher Zwischenmassiv ("zwischen" betyder "mellem" og antyder indeklemtheden mellem Aar- og Gotthard-massiverne). Tavetscher-massivet består hovedsageligt af løse bjergarter som f.eks.



Overordnet geologisk tværsnit af tunnelens linieføring. De virkelige forhold er langt mere komplicerede. Den lodrette tunnelskakt i midten af billedet er en af tre mellemstationer, hvorfra der også bores. Herved forkortes den samlede boretid betragteligt. Skakten har en dybde på 800 meter. (Grafik: Erik Karlsen; efter AlpTransit Gotthard AG.)

skifer, der stiller helt andre krav til boremetoderne end den hårde Aar-granit. Et af disse krav har været hensynet til det vandtryk, der kan opbygges med 1 km vandførende lag over tunnelen. Denne del af arbejdet udføres ikke med almindelige tunnelboringmaskiner, og der er nu lavet en 800 meter dyb skakt fra overfladen (Sedrun) til det kommende tunnelniveau, så arbejdet kan starte inde i bjergtet. Dette er også med til at forkorte hele projektet, og fremover har man tilmed en af de udluftningsinstallationer, der er brug for i den færdige tunnel.

Piora-problemet

Syd for Gotthard-massivet gennembygger den kommende tunnel Piora-området, der fra starten af undersøgelserne var ret ukendt med hensyn til opbygning og udstrækning i tunnelniveau, men også var årsag til bange anelser, da man vidste, at den øvre del består af opsprækket dolomit, der kan give store problemer med hensyn til vandtrykket i tunnelniveau. Undersøgelserne bestod af såvel seismiske undersøgelser som af 4 skrårstillede borer til tunnelniveauet, der skulle fastslå lagets grænser. Boringerne har været suppleret med borekerneundersøgelser og termiske målinger, som det ses i en normal dansk olieeftersøgningsboring.

Til alt helt antydede undersøgelser – man er klar over, at den endelige vished først kommer, når man ankommer til stedet – at man kunne forvente en passage på 200 meter med kompakte og tørre bjergarter.

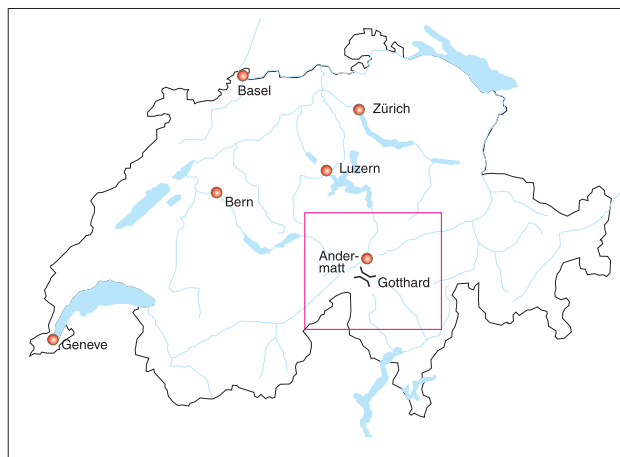
Forundersøgelserne til Piora-området har alene kostet 110 mio. SFr. (ca. 500 mio. kr.).

Efter den usikre Piora-passage gennem-borer tunnelen det Penniniske Massiv, der hovedsagelig består af gnejser og krystallinske skifre og strækker sig fra de franske Alper i vest til langt ind i Østrig.

Geologien bestemmer metoden

Når de geologiske forundersøgelser er tilendebragt, er der ikke bare tilbage at bore

Oversigtskort over Schweiz med området for tunnelprojektet indrammet. (Grafik: Erik Karlsen)



fra ende til anden. Som det ses, kan de geologiske forhold skifte meget, og selv om der er lavet talrige borer og seismiske undersøgelser, kan man aldrig vide sig 100 % sikker på forholdene, før man er på stedet.

Ikke alle steder er tunnelboret det meste egnede redskab. Er bjergartsmaterialeets beskaffenhed meget skiftende inden for få meter, eller støder man på et opsprækket vandførende lag med risiko for stort vandtryk, skal boremaskinen hele tiden tilpasses de nye forhold, hvilket koster tid og penge.

Derfor er der konstant geologer med i "frontlinien", så forholdene løbende kan vurderes på stedet – om nødvendigt gennem forboringer og seismiske målinger. I de beskrevne tvivlstilfælde vælger man ofte at sprænge sig vej.

Så snart et delafsnit er boret eller sprængt, spændes der stålbuer ud, og der sprøjtes beton på tunnelvæggen. Er der tale om hård granit, kan boringen fortsættes med det samme, men i løse og opsprækkede lag må sikringsarbejdet finde sted så hurtigt som muligt. På den måde bestemmer de geologiske forhold både metoden og den hastighed, hvormed arbejdet skrider frem. Således regner man med fremskridt på mellem 1 og 20 meter pr. dag.

En anden problemstilling, man har må-

tet tage højde for, er tektonikken. Mens Alperne i gennemsnit hæver sig med en millimeter om året, har man kunnet fastslå store regionale forskelle, både gennem målinger på overfladen og i de talrige tunneler, der eksisterer i Schweiz. Informationer fra sådanne målinger er også indgået i tunnelplanlægningen.

Mineralogiske muligheder

Ud over de geologer, der er beskæftiget med selve tunnelarbejdet, har kantonen Uri ansat en geolog til at indsamle og vurdere mineralforekomsterne i den nordlige del af tunnelen. Dette arbejde indebærer både opmåling, fotografering på findestedet og en egentlig mineralogisk bestemmelse.

Indtil videre er det blevet til 22 forskellige mineraler, hvoraf den overvejende del består af mineraler som kvarts, granat og albit. Men efterhånden som tunnelen når dybere ind i bjergtet, håber man på flere spændende fund.

Imidlertid er ikke alle mineralfund lige ønskværdige. I Tavetscher-massivet, hvor arbejdet inde i bjergtet allerede er i gang, er der fundet asbestholdige serpentin-lommer. Ved sprængning eller boring risikerer man, at asbesten pulveriseres til små støvpartikler, som tunnelarbejderne efterfølgende indånder. Indtil nu har man ikke fundet

Vi borer over hele landet..!

- Kerneboringer
- Hulsneglsboringer
- Højslevboring
- Tørboring
- Luftslyleboring
- Skyleboring

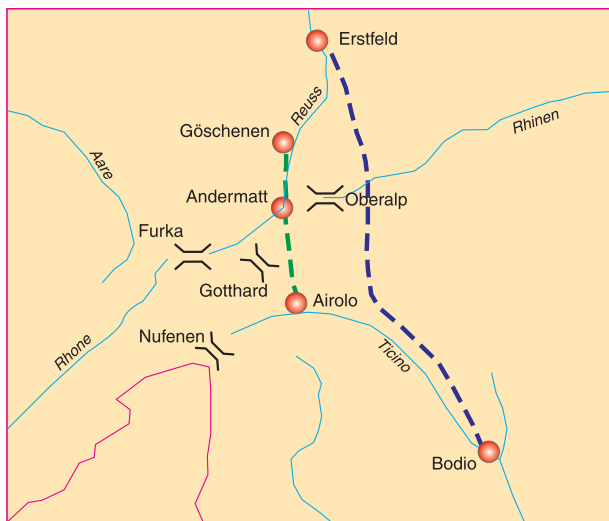
- ring og hør nærmere...



POUL CHRISTIANSEN A/S
Brønborer- &
Ingeniørfirma
7840 Højslev
Tlf. 97 53 52 22

100 år

- din sikkerhed for erfaring og kompetence...



Forløbet af den kommende tunnel (jf. oversigtskortet). Længden af den stiplede linie er 57 km i virkeligheden. Den eksisterende 15 km lange jernbanetunnel fra 1882 er også indtegnet. Biltunnelen er ikke tegnet ind, men den forløber i en lille bue lidt vest for den gamle jernbanetunnel. Grafik: Erik Karlsen.

sundhedsskadelige partikler i luften, men alligevel består en vigtig del af geologernes arbejde nu i at finde uønskede mineralforekomster og herefter træffe de fornødne forholdsregler.

57 km tunnel er 57 km bjergarter

Det er normalt, at en tunnelboring finder sted fra to sider, men i dette tilfælde angribes problemet fra 5 forskellige steder. Ud over de to fremtidige tunnelindgange er der lavet 2 borer fra dalsiderne ind til den kommende linieføring og en enkelt boring oppefra. På den måde regner man med at halvere den oprindeligt forventede tid, og tun-

nelen skulle derfor gerne stå færdig i 2009.

Når tunnelarbejdet er bragt til ende, vil der være fjernet 13.300.000 m³ materiale fra bjergets indre. Til sammenligning er der brugt 2.600.000 m³ sten, altså lidt under en femtedel, til Cheops-pyramiden i Ægypten, og for at gøre Storebælts-tunnelen færdig skulle der udbores 900.000 m³ af den danske undergrund.

Herefter rykker togene ind, og man håber på, at forbindelsen vil være så attraktiv, at person- og godstrafikken vil stige betragteligt. I forvejen har schweizerne gode erfaringer med at fragte biler og lastvogne med jernbane, og denne del af projektet. ■

Gotthard-passagen – et middelalderprojekt

Gotthard-passet

Om 7 år vil der være 3 tunneler under og en vej hen over Gotthard-passet. I middelalderen var forholdene selv sagt anderledes, og da var vejen over passet ikke særlig bekvem at tage for de rejsende mellem nord og syd.

En af de vanskeligste passager var ikke passet selv, men derimod en snæver slugt mellem Göschenen og Andermatt med op til 300 meter høje, lodrette granitvægge. Andermatt eksisterede også dengang, men da måtte man først gå højt op i bjergene for at nå til området.

Egentlig var den romerske brobygningsteknik gået i glemmebogen sammen med romerne, med i middelalderen blev teknikken genopfundet. Hermed fik man ikke blot en bro over floden i slugten; men hele det politiske billede i Mellemeuropa blev med et slag ændret, da overgangen pludselig blev attraktiv.

Ifølge sagnet var det selveste djæveln, der byggede broen, idet han fik lovning

på den første, der vovede sig over den. Folk vidste ikke, hvem de skulle sende over først, men så fik en hyrde den idé at sende en gedebuk over i stedet. Broen hedder den dag i dag Teufelsbrücke.

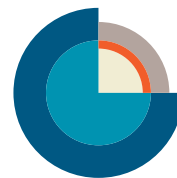
Den 25. september 1799 var Teufelsbrücke skueplads for et heftigt slag mellem russiske og franske tropper, hvilket beskadigede broen så meget, at den ikke kunne bruges i lang tid herefter, og transitvejen over Gotthard-passet brød sammen.

Den første jernbanetunnel

I Schweiz hærgede der i det 19. århundrede ligesom i andre lande en veritabel jernbanefeber, og i 1871 blev det besluttet at lave en jernbanetunnel under Gotthard. Tunnelen stod færdig i 1882, og af de 2480 arbejdere, der var beskæftiget med arbejdet, døde de 197.

Vejtunnelen kom først langt senere, idet den åbnedes den 5. september 1980.

Tak til vore sponsorer:



GEUS



og støtteabonnenter:

WaterTech a/s

Dansk Geofysik

Kortlægning og rådgivning



DGE

Dansk Geo-servEx a/s

• Miljø • Vand • Råstof • Geologi

Vidste du,

at du kan købe alle tidligere ikke udsolgte numre af GeologiskNyt (p.t. 51 stk.) for kr. 220,- + porto (53,-).