

DE STOUTSTE ONDERNEMING VAN ONZEN TIJD ;

DOOR

P. VAN DER BURG.

Onze eeuw mag wel buitengewoon rijk heeten in het scheppen van wegen, die over verbazende lengten zich uitstrekken, volken aan volken verbinden, ja de verst verwijderde leden van het menschengeslacht in elkanders nabuurschap voeren. Men bekleedt die wegen met metaal en tracht er eene snelheid op te bereiken, die te vergelijken is met die, waarmede de gedachte langs metalen koorden duizenden uren afstands, snel als de bliksem, doorrent. Wanneer wij het oog over de kaart der wereld laten wandelen, bemerken wij met vreugde, welk een belangrijk deel van hare oppervlakte door het uitgebreide net der spoorwegen in zijne mazen wordt opgenomen. Den menschelijken geest zien wij alzoo voortdurend triompheren over ruimte en tijd, zelfs dáár, waar wij hem onoverkomelijke hinderpalen meenen gesteld te zien. Hier moge een reusachtig gebergte zich hemelhoog als scheidsmuur tusschen volken verheffen, dáár de bruisende golven perk en paal aan de gewenschte snelheid schijnen te stellen, toch weet de mensch die bezwaren te overwinnen. Bergen zijn geslecht of doorboord, rotsen zijn gesprongen, kloven aangevuld, over de onstuimige zee wegen gelegd en boven, op en onder de vaste korst, die ons draagt, rolt alzoo de ijlenende spoortrein en schijnt al die hinderpalen te bespotten. Zelfs onder het zeebed door zal men welligt na weinige jaren den stoomsleper zien heenrollen; want hoewel de plannen van MATHIEU, van FAVRE, van FRANCHOT en TESSIER, van PAYERNE, van THOMÉ DE GAMOND, van CHALMERS en anderen nog niet zijn verwezenlijkt, om of door eenen tunnel Frankrijk met

Engeland te verbinden, of dit door eenen grooten ijzeren koker te doen, dien de zeebodem zal dragen, is het te verwachten, dat ook eenmaal hier de verbolgen optredende bezwaren zegevierend zullen worden bestreden.

Hoe stout de laatstgenoemde onderneming ons moge toeschijnen, niet minder stout is die, waarbij wij thans de aandacht wenschten te bepalen en die reeds een zeer ernstig begin van uitvoering heeft gekregen: die namelijk om de Alpen te doorboren. Hier toch geldt het strijd te voeren met het 't ijzer bespottende graniet en over mijlen afstands door rotsen heen te werken. Die strijd is begonnen en het laat zich met grond aanzien, dat men hem zegevierend zal voortzetten.

De Mont-Cénis, de oude legerweg van Gallische krijgsbenden en van HANNIBAL, die in 1693 door den maarschalk CATINAT voor ligt voertuig en gemakkelijk vervoerbaar gesluis toegankelijk werd gemaakt, doch sedert geheel verviel en altijd, vooral in den winter, voor een' der moeijelijkste Alpenwegen werd gehouden, de Mont-Cénis zal als geëffend worden, dat is: worden doorboord, en door zijne ingewanden zal de spoortrein, na weinige jaren strijdens, heendringen.

In Maart 1858 besloot het Sardijnische parlement de doorboring van den berg, met behulp van de machines, daartoe door SOMMEILLER uitgedacht en later door GRANDIS en GRATTONI verbeterd. De voorbereidingen, met inbegrip van den weg van Oulx naar Bardonnèche, werden spoedig genomen en in den loop van den zomer van 1861 voltooid, zoodat de machines konden beginnen te werken.

Het zal den lezer, alvorens tot de beschrijving van het werk wordt overgegaan, welligt niet onaangenaam zijn, daartoe iets meer uitvoerig te worden ingeleid. Wij hebben ons bevligtigd om hiervoor zooveel mogelijk geschikte bronnen op te sporen. Dat hierbij de *Illustrirte Zeitung* en DINGLER'S *Polytechnisches Journal* vooral niet ongebruikt zijn gelaten, wordt alleen vermeld om anderen de moeite te sparen de lezers daarop opmerkzaam te maken. Wij hebben intusschen eenigen grond voor de meening, dat er hier aan de beschrijving die volledigheid is gegeven, welke de zaak zoo ruimschoots verdient. De belangstelling is zeker reeds van elders opgewekt, zij behoeft niet te worden ingeroepen, noch afgesmeekt.

De Mont-Cénis maakt een deel der zuidwestelijke Alpen uit, bekend onder den naam van Alpes Cottiae of Cottische Alpen. Deze keten sluit, met de meer zuidelijke Zee-Alpen en de meer noordelijke Grajische of Graauwe Alpen, Frankrijk van Italië af. De weg over den Mont-Cénis is de voornaamste handelsweg tusschen de genoemde rijken en loopt van Susa naar het dorp Lans-le-Bourg, beiden in Savoye gelegen. Hij is door NAPOLEON in 1805 wel niet aangelegd, maar toch berijdbaar gemaakt; op de hoogte ligt een klooster, dat in de 10de eeuw is gesticht en waarin de reizigers kosteloos herberging vinden. De besproken tunnel loopt eigenlijk niet door den Mont-Cénis, maar zuidwestelijk van dezen, door den 2949 el hoogen Col de Fréjus. Aan de Italiaansche (Piëmontesche) zijde begint hij bij het vlek Bardonnèche en aan den kant van Frankrijk, in Savoye, mondt hij uit niet ver van het stadje Modane, dat eenige honderde voeten hooger dan de groote weg ligt, die de reizigers over den Mont-Cénis naar Turin moet voeren. De bodem van den tunnel ligt 1338 el boven de oppervlakte der zee, terwijl op zijn gewelf eene gebergte-massa rust, hoofdzakelijk uit kalksteen bestaande, die op hare grootste dikte 1611 el meet. 't Is duidelijk, dat bij zulk eene uitgestrektheid niet te denken viel aan licht- of luchtkokers voor dien onderaardschen gang en dat men dientengevolge met bezwaren had te kampen, die bijna voorbeeldeloos kunnen genoemd worden. Het loon, dat zulk een arbeid wachtte, was intusschen groot genoeg om deze, in geene reeks van jaren weg te nemen, moeilijkheden met ijver en volharding te bestrijden. De tunnel toch zou den weg tusschen de valleijen van Savoye en Piëmont bijna 1000 el doen afdalen en tusschen Londen, Parijs, Genève, Turin, Milaan, Genua en geheel Italië eene zeer gewenschte gemeenschap tot stand brengen.

Den 1sten September 1857 had de aanvang van den arbeid plaats. De eerste hand werd er aan gelegd met eene pracht en plegtigheid, het gewigt van het werk volkomen waardig. De koning van Sardinië VICTOR EMMANUEL en prins NAPOLEON, DE CAVOUR, PALEOCAPA, NEGRI en andere hoog aanzienlijke personen waren daarbij tegenwoordig.

Te Modane, aan den voet des bergs, was een elektrische toestel geplaatst, die door middel van twee geleidraden in gemeenschap was

gebragt met de mijnen, die het buskruid bevatten, dat den eersten steen van den kolossus moest doen springen. VICTOR EMMANUEL en prins NAPOLEON sloten thans beiden de geleidraden van den elektrischen stroom en de eerste bres was door de ontploffing geschoten.

Het werk, met zooveel koninklijke pracht ingewijd, nam weinige dagen daarna een' aanvang.

Het is zeker niet onbelangrijk in korte trekken te zien aangewezen, op welk eene wijze het denkbeeld tot boring van den tunnel *Victor-Emmanuel* is gerijpt.

De man, aan wien de eer toekomt van het eerst het geschiktste punt te hebben aangewezen om de Alpen te doorboren, is MEDAIL, een eenvoudig bergbewoner aldaar, geen ingenieur, maar toch een zeer bekwaam en doortastend man; hij is weinige jaren geleden gestorven. Vervolgens heeft MAUSS, een Belgisch ingenieur, door het Sardinische gouvernement met het bestuur belast van den aanleg des spoorwegs tusschen Turin en Genua, het gewigtige ontwerp met ernst in overweging genomen. Hij zwierf, geholpen door den bekwamen geoloog SISMONDA, alle toegankelijke dalen door en leerde de juistheid inzien van de door MEDAIL verschafte aanwijzingen. Rigtingslijnen en hoogten werden met naauwkeurigheid onderzocht en daarna een plan ontworpen, dat bewees, hoe men de Alpen konde overschrijden, door een' tunnel te bouwen van 12 Ned. mijlen of $2\frac{1}{4}$ uur lengte en 800 ellen lager gelegen dan de top des bergs. De tunnel zou zich regtlijnig uitstrekken, ten hoogste slechts 2 el op de 100 el hellen en aan de eene zijde te Modane, in de vallei de l'Arc, aan de andere te Bardonnèche eindigen. Men zoude in het dal van de Doire een' zeer kostbaren spoorweg van 36 Ned. mijl moeten aanleggen, en een en ander zoude eene uitgave van 35 tot 40 millioen francs vereischen, waarvan de helft tot het daarstellen van den tunnel gevorderd werd.

Het door MAUSS voorgestelde en gedeeltelijk reeds door hem beproefde werk zou uit twee deelen zijn zamengesteld: namelijk uit een stel boorwerktuigen, geschikt om door de rots te dringen, en uit eene inrigting tot overbrenging van de beweegkracht, door middel van katrollen en touwen, opdat daardoor eene snelle beweging wierd verkregen. De boorwerktuigen waren reeds beproefd geworden en

de uitkomst was bevredigend. Maar het geheele stelsel liet nog veel te wenschen over, ten aanzien van het overbrengen van kracht en de middelen, die tot luchtverversching in den onderaardschen gang moesten dienen.

Korten tijd daarna kwam er een Zwitsersch ingenieur te Turin en ontwikkelde een stelsel, dat volgens hem bij de toekomstige doorboring der Alpen dienen konde. De voorsteller was de in de natuurkunde zeer bekende onderzoeker van de snelheid des geluids in vochten, DANIEL COLLADON. Het systeem bestond grootendeels uit zeer ingenieuze toepassingen van bekende natuurwetten, zoowel wat de versnelling van het werk, als de regeling der temperatuur en de luchtverversching in den tunnel betrof. Volgens het rapport der commissie, zou het idée van COLLADON minder kostbaar en zekerder zijn dan dat door MAUSS geuit, en het scheen vooral toepasselijk op het boren van zeer lange tunnels.

Verder vonden de Sardinische ingenieurs GRANDIS, GRATONE en SOMMEILLER een nieuw stelsel van rotsboring uit, waarin men gebruik maakte van de kracht, die door een' waterval werd ontwikkeld, ten einde de lucht zamen te drukken.

Wij gaan ons thans zetten om deze belangrijke onderneming iets nader in bijzonderheden te beschrijven, hoewel het zonder uitvoerige afbeeldingen niet mogelijk is, er die klaarheid aan te geven, welke voor hem vereischt wordt, die niet met de werktuigkunde eenigzins bekend is.

De doorboring is van de beide tegenovergestelde zijden des bergs begonnen, en wel, van den Italiaanschen kant, bij Bardonnèche en van de zijde van Frankrijk bij Modane. Frankrijk zal aan de onderneming de helft der kosten betalen, maar Italië zal haar alleen tot stand brengen. Op dit oogenblik is het werk aan de Italiaansche zijde reeds veel verder voortgezet dan dat aan het andere einde. Even als wilde de natuur dat reuzenwerk begunstigen, heeft zij in den afgevoelen winter eene zoo zonderlinge afwijking gemaakt in het aldaar gewoonlijk heerschende weder, dat den oudsten mensch zulk een weêrstoestand niet heugt. De weg is namelijk geheel vrij van sneeuw gebleven, terwijl hij anders gewoonlijk met sleden wordt gebruikt; de

diligences volvoerden hunnen togt van Susa naar Lans-le-Bourg, evenals in den zomer; ongetwijfeld tot groot gerief der reizigers, die hunne verwondering niet lieten uitblijven over de goedkoope wijze, waarop zij een' weg aflegden, waarvan men zooveel avontuurlijks vertelt.

Indien men naar Bardonnèche wil rijden, moet men dit met eigen rijtuig doen of de diligence afwachten, die door Oulx naar Briançon rijdt. Van Susa naar Oulx heeft men 4 uren noodig; de weg, die voortdurend stijgt, leidt door het fraaije maar zeer naauwe dal van de Dora-Riparia, dat men ook door den spoorweg wil doen doorsnijden, die reeds met staken is afgebakend. Van Oulx naar Bardonnèche zal men langs den spoorweg slechts 1½ uur noodig hebben.

Bardonnèche is een arm, klein dorp, en ligt 2000 el boven de oppervlakte der zee in een verrukkelijk dal, omringd van heuvelen en bergen van de meest phantastische vormen. Dit eenzame oord heeft, door de grootsche onderneming, leven en bedrijvigheid gekregen, en al spoedig is de nieuwe kolonie van arbeiders, ingenieurs enz. er toe overgegaan om de woningen te verbeteren, nieuwe bij te bouwen en maatregelen te nemen, ten einde zoowel voor hunne behoeften als voor die der reeds talrijk toestroomende reizigers behoorlijk te zorgen. Men vindt er dan ook reeds twee tamelijk goed ingerigte herbergen, voorzien van eene behoorlijke tafel, waarop de beroemde vruchten van den Dora prijken.

Wanneer men het dal van Bardonnèche betreedt en zich regts wendt, ontwaart men tusschen de heuvelen eene smalle kloof, in wier midden zich eene beek van de *witte rotsen* naar beneden slingert, om zich al spoedig in den Dora te ontlasten. Aan den uitgang dier kloof ziet men op een groot veld de gebouwen opgericht, die tot de uitvoering van den tunnel noodzakelijk zijn. Men vindt er vooreerst een trotsch gebouw of paleis, omringd door een' sierlijk aangelegden tuin, waarin de bureaux der ingenieurs, hunne woningen en die van de directie gevonden worden; verder een hospitaal, een gebouw voor de arbeiders, de machinenfabriek, smederijen, een gebouw voor de zamenpersing der lucht, waarvan zoo straks nader zal worden gesproken, en een bij het groote waterbekken.

De machinenfabriek, die, zooals al de werkplaatsen, door de kracht

des afstroomenden waters, dat is, door zamengeperste lucht gedreven wordt, is zeer opmerkenswaardig. Men vindt er een model van de boormachines, dat op verzoek van de reizenden in werking wordt gesteld, en tegen een groot granietblok beukt. Wil men zich niet in den tunnel wagen, dan kan men daar zijne nieuwsgierigheid voldoende bevredigen. Ongeveer 10 minuten van de machinenfabriek, aan de linkerzijde van den genoemden uitgang der kloof, ziet men den ingang van den tunnel, waarnaast een huis ligt, dat voor de gereedschappen der arbeiders is bestemd, en waarin de bezoeker, ook bij het koudste weder, zijnen mantel kan afleggen, daar binnen in den onderaardschen gang eene temperatuur van 22 tot 24 graden CELSIUS of 71 tot 75 gr. FAHRENHEIT heerscht. De toegang is echter voor iedereen verboden, die niet van een ministeriëel verlof is voorzien, of niet namens de directie zich aanmeldt; bovendien kan men slechts onder geleide van een' ingenieur naar binnen treden. Men ontwaart dan daar drie paar ijzeren spoorregels, die naar binnen leiden en tot vervoer der uitgebroken steenen dienen. Het werk wordt dag en nacht voortgezet, terwijl de arbeiders, in drie ploegen, elk van 68 man, verdeeld, elk-ander om de 8 uur aflossen. De tunnel is ongeveer 18 voet hoog, en in twee verdiepingen afgedeeld; in de onderste werkt men met de boormachines door zamengeperste lucht gedreven, in de bovenste volgens de oude methode der mijnwerkers, door beitelen met de hand.

Op den achtsten Maart was men 2000 el in den berg gedrongen, zonder eenig ongeluk onder de arbeiders te hebben gehad. De tunnel heeft dus een zesde gedeelte van zijne geheele lengte, zijnde 12000 el of $2\frac{1}{4}$ uur, bereikt.

Onder het grootte gewelf bouwt men ook een kanaal van 5 voet hoogte, tot afvoer van het water, opdat men ook zelfs bij een' onverwachten zeer grooten toevoer daarvan niets te duchten hebbe. Aan de linkerzijde des tunnels loopt eene wijde buis, die de zamendrukte lucht, uit het genoemde gebouw, waarin de zamendrukkings-toestel ligt, aanvoert. Wanneer men eene kraan opent, stroomt de lucht met zulk een geweld en in zulk eene massa uit de buis, dat de daardoor opgewekte kunstmatige wind in staat is om den rook, die door het tweemaal daags ontspringen van het buskruid ontstaat, in eene

enkele minuut weg te blazen. Er is ook nog eene waterleiding voorhanden voor den aanvoer van het water, dat bij den arbeid wordt

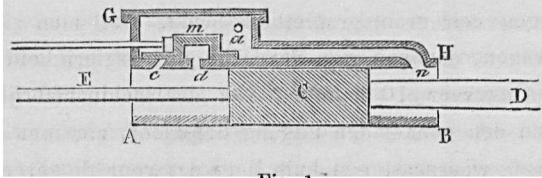


Fig. 1.

gevorderd. De boormachines van SOMMEILLER bestaan vooreerst uit een' liggenden cilinder A B van 6 ned. duimen wijdte (zie fig. 1), waarin zich een zuiger C door de zamengeperste lucht 200 maal in de minuut heen en weder beweegt, over eene lengte van 2 palm. De zuigerstang gaat aan beide einden D en E door de cylinderdeksels heen. Aan de dikste stang D wordt de beitel of boor bevestigd; deze laatste heeft eene lengte van 5 tot 20 palmen en moet gedurig verwisseld worden; want hoewel de beitels van zeer goed staal zijn vervaardigd, worden zij voortdurend door afbrokkeling vernield, en niettegenstaande er slechts 8 gelijk in werking zijn, gebruikt men toch gemiddeld elken dag 150 stuks. Zij werken niet alleen stootend, zooals de lezer al ligtelijk uit den heen en weërgang des zuigers C zou kunnen afleiden, maar ook, onder een vreeselijk geknars op den harden steen, draaijend. Die draaijende beweging wordt aan het andere einde E van de zuigerstang bewerkt door eene mechanische inrigting, die te zamengesteld is om haar hier uit elkander te zetten. Dat draaijen geschiedt intusschen niet snel: na 16 heen en wedergangen van den zuiger of stooten van den beitel is deze laatste onderwijl slechts eenmaal rondgedraaid.

De beweging van den zuiger geschiedt op de volgende wijze: de opening a is verbonden door eene sterke gom-elastieke buis met de genoemde luchtgeleidbuis, die in den tunnel ligt. Ten gevolge van het openen eener kraan, treedt dus de zamengeperste lucht in de luchtkast G H. Hoewel die kast bij c, d en n openingen heeft, door welke de lucht in den cylinder A B kan treden, is haar dit in den afgebeelden stand slechts bij n mogelijk, omdat de andere openingen door een bakje m gesloten zijn. Zij zijn dat evenwel niet op dezelfde

wijze: de opening c wordt gedekt door den omgebogen rand van het bakje, terwijl het gat d onder de rondom afgesloten ruimte des baks ligt. Dit laatste kanaal d is dan ook eigenlijk niet gesloten, maar heeft, onder het bakje door, gemeenschap met de buitenlucht. Men ziet dus, dat in den aangewezen stand, op de regter of voorvlakte van den zuiger c zamengeperste lucht drukt, en op de linker of achtervlakte, aan de zijde van E , slechts gewone dampkringslucht. De zuiger beweegt zich derhalve van D naar E , de gewone lucht wordt bij d uitgedreven, maar niet al die lucht verdwijnt, want de opening d ligt niet aan het einde des cylinders, en wordt weldra door het ligchaam van den zuiger zelven gesloten, zoodat de overblijvende lucht bij E wordt zamengedrukt, en als eene veer tegen den zuiger werkt, waardoor hij niet schokkend tegen het cylinderdeksel kan stooten. Zoodra de zuiger nu aan het linker einde E is gekomen, wordt het bakje m een weinig regts geschoven, zoodat de opening c vrij wordt, en d door den rand van het bakje geheel wordt gesloten. Op dit oogenblik kan er dus zamengeperste lucht aan beide zijden van den zuiger werken, en hij zou dus stil liggen, indien door de mindere dikte van de stang E , in vergelijking van D , aan de linkerzijde van den zuiger niet een grooter deel zijner oppervlakte die drukking onderging dan aan de voor- of regter zijde. Die meerdere drukking stoot dus den zuiger van de linker naar de regterhand en dien ten gevolge den aan de stang D bevestigden beitel tegen de rotsmassa. Bij die beweging kan de zuiger weder niet tegen het deksel bij B stooten, want de zamengedrukte lucht werkt daar op nieuw als eene veer. Heeft de zuiger zijne beweging naar regts volbragt, zoo wordt de luchtschuif of het bakje m weder in den stand van de figuur gebragt; de lucht achter den zuiger ontwijkt nu weder door de opening m , en de meerdere drukking aan den kant van D drijft hem op nieuw van regts naar links. Dit spel herhaalt zich nu, zooals gezegd is, 200 malen in de minuut. De luchtdrukking op de voorvlakte des zuigers bedraagt 40, die op de achter of linkervlakte 95 Ned. ponden.

De verplaatsing van het schuifje m geschiedt geregeld, op den vereischten tijd, door een afzonderlijk werktuigje, dat ook door verdigte lucht, even als eene stoommachine, werkt. De zuiger in dat werk-

tuigje is 6 Ned. duimen in middellijn en beweegt zich door 1 palm lengte. Dit hulpwerktuigje bewerkt niet alleen het verplaatsen der meergenoemde schuif *m*, maar is ook, door een vernuftig aangebragte verbinding van zijne zuigerstang met die van het boorwerktuig, de oorzaak, waardoor de beitel, na 16 heen en wedergangen, eenmaal ronddraait. Er is nog meer, dat gezegde kleinere cylinder tot stand brengt. De beweging van zijn zuigerstang doet ook de boorstang voorwaarts gaan, naarmate het gat, dat de beitel boort, dieper in de rots dringt. Het is niet mogelijk om zonder eene te groote uitvoerigheid de wijze te beschrijven, waarop dit plaats vindt. Ons doel is ook slechts, om in hoofdzaak den uitmuntenden boortoestel te doen kennen. Men begrijpt intusschen uit het aangegevene, dat de beweging des hoofdzuigers *C* niet altijd even uitgestrekt kan zijn. Zij wisselt tusschen de 16 en 20 duim af.

Naast de boormachine en de beitelstang ligt verder eene naauwe buis, die gestadig, onder eene drukking van 5 dampkringen, water in het boorgat spuit, en alzoo het voortdurend voortgebragte steengruis en stof uit het boorgat wegspoelt. Dit inspuiten van koud water en schoonhouden van het gat is van groot belang voor het sparen van de boor, die er tevens door wordt afgekoeld, en men kan dan ook tegenwoordig met eene boor twee tot drie gaten slaan, terwijl men vroeger, met de hand werkende, dikwijls drie boren voor elk gat verbruikte. De geheele boortoestel ligt verder op een zeer langwerpig ijzeren raam, van 27 palm lengte en 9 duim breedte. Het maakt als het ware met den boor- en hulpcylinder één geheel uit, want met behulp van de zijstaven des raams geschiedt de genoemde voortschuivende beweging van den boorcylinder. Het raam met hetgeen er op ligt weegt 200 Ned. pond.

De noodzakelijkheid om de boor telkens op andere plaatsen en, door de onregelmatige afbrokkeling des steens, ook telkens in andere rigtingen te kunnen doen werken, zal de lezer zeker reeds hebben ingezien. Ook dit bezwaar is bij het boren des tunnels weggenomen.

Men heeft een vierhoekigen ijzeren toestel in den tunnel gebragt, die op twee spoorstaven loopt en eigenlijk uit vier kolommen bestaat, waartusschen dwarsstaven op verschillende hoogten kunnen worden

bevestigd; deze toestel weegt 15 tonnen. Op de dwarsstaven nu, en ook op de armen, die aan de kolommen zijn gehecht, rusten 8 van de beschreven boortoestellen, en door verplaatsing der hen dragende staven, kan men de beitels dus in verschillende rigtingen, met betrekking tot den horizont, doen werken, zoo dat zelfs die rigtingen een' hoek van 45 graden met elkander kunnen maken.

Nog draagt dat zware ijzeren raam eenen kleinen luchtketel en tevens een' kleinen cylinder met water. Het spuitwater, waarvan boven geproken is, bevindt zich verder in stoomketelvormige cylinders, die op eene soort van tender rusten, welke, naar gelang van de vordering des werks, wordt vooruitgevoerd. In deze cylinders treedt lucht van 5 dampkringen drukking, en met dit vermogen wordt het water, bij opening der kraan, uit den ketel gespoten op de plaats waar men het noodig heeft. De genoemde lucht- en watervergaarbakken zijn van 6 dubbele kranen voorzien, opdat men daardoor 10 werktuigen zou kunnen voeden. Zij staan beiden natuurlijk in verband met de reeds vroeger vermelde hoofdgeleidpijpen, en wel door middel van buizen van kaoutschouk, die 5 duim wijd zijn en 3 strepen dikte hebben. De hoofdgeleiders van lucht en water hebben eene wijdte van 2 palmen, en zijn van 1 duim dik ijzer gemaakt. Bij 6 uren arbeids en 70 boorgaten gebruikt men 8 kub. ellen water.

Wat het werk aangaat, dat eene boormachine verrigt, men doelt mede, dat iedere boortoestel, in 6 uren tijds, 8 tot 11 gaten, van 4 duim wijdte en 9 palm diepte, slaan kan, waarbij men dan drie boren gebruikt van 5 tot 20 palm lengte. De luchtdrukking bedraagt in het vermelde gebouw, waarin buiten den tunnel de lucht wordt zamengeperst, 5 dampkringsdrukkingen, dat is ongeveer 5 Ned. pond op de vierkante duim; aan het einde der luchtleidingsbuis belooft zij 4,9 dampkringsdrukking. De stof, waardoor men moet heen boren, bestaat uit regelmatig op elkander liggende lagen van zwarten kalksteen. Deze lagen liggen niet horizontaal; maar zoo als schier alle steenlagen, die de aardkorst zamenstellen, liggen zij eenigzins schuins. Hier liggen zij onder een' hoek van 15° op den horizon; het gesteente is nu eens zeer vast, uit ééne massa bestaande, dan schilferachtig, dan zuiver met eenige witte kalkaderen doorsneden, en dan van kwarts doordrongen.

Vóór het gebruik der machine was men aan den kant van Bardonnèche, op de gewone wijze, door middel van het met de hand uithakken, reeds 700 el vooruitgedrongen, en vorderde daarbij dagelijks 9 palm. Na de toepassing der beschrevene werktuigen gaat men ongeveer tweemaal zoover vooruit. Dat echter bij deze laatste wijze van werken vele hinderpalen en herstellingen noodzakelijk zijn, is natuurlijk. Men heeft bij voorbeeld wel altijd 8 booririgtingen aan 't werk, maar er worden er steeds 60 in voorraad gehouden. Dat er gemiddeld 150 beitels daags worden vernield, is reeds gezegd. Tot het behoorlijk bedienen van de machines zijn in het geheel 8 man noodig en wel voor elk paar één man ter besturing en toezage bij haren arbeid. Twee man zijn er noodig voor het vullen der gaten met buskruid, en het doen springen daarvan; deze laatste hebben in iedere 12 uren slechts 2 uren te arbeiden. Verder gebruikt men 8 man tot het wegruimen der uitgebroken steenbrokken en 1 opzigtger gedurende genoemd tijdsverloop. Een aanzienlijk personeel is er ook noodig bij den straks te vermelden luchtverdichtingstoestel als ook in de smederijen, zoodat men al spoedig tot het reeds vermelde getal van 68 arbeiders per ploeg geraakt. Keeren wij thans nog eens tot het boren der gaten terug.

De beide middelste boren slaan in het midden der weg te nemen steenmassa 12 gaten, in eene horizontale rigting naast elkander; gelijktijdig met deze, boren de 4 buitenste elk boven en onder 8 tot 9 gaten, die voor 'tgrootste deel in eene verticale rigting meer ter zijde liggen; eindelijk maakt de bovenste en onderste boor elk 9 gaten, evenwijdig aan die der middelste.

De alzoo verkregen 65 tot 70 openingen, van 3 tot 9 duim wijd en 9 palm diep, op de vermelde wijze over de weg te nemen steenmassa verdeeld, behoorlijk door het spuitwater uitgewasschen, worden nu door eenen stroom lucht drooggeblazen, die onder eene drukking van bijna 5 atmosferen uit genoemden luchtvergaarbak stroomt door eene pijp gelijkvormig aan de spuitpijp; nog wischt men ze verder met de hand uit en vult ze met patronen van ongeveer 3 palm lengte. De toestel, welke de machines draagt, wordt nu achteruit getrokken, eene sterke houten deur vooruitgeschoven om de arbeiders tegen de

springende steenen te beschermen, en eindelijk het buskruid ontstoken. Men laat niet alle gaten in eens springen; gewoonlijk ruimt men de middelste het eerst weg, dan de zijdelings geplaatste, en de onderste het laatste. De steenmassa springt daarbij gewoonlijk in stukken van 3 tot 4 kubieke palmen inhoud, zoodat zij gemakkelijk op de wagens kunnen worden geladen. De ontploffingen zijn niet zeer hevig, maar toch is de luchtschudding zoo sterk, dat men er schier door wordt omvergeworpen. De kruiddamp, die de arbeiders zou moeten doen stikken, zoo hij bleef hangen, wordt nu door den krachtigen luchtstroom, waarover men elk oogenblik kan beschikken, en die met eene snelheid van 250 el in de seconde den luchtvergaarbak bij het openen der kraan verlaat, oogenblikkelijk weggeblazen. De mijnen springen tweemaal in de 24 uren, en men vordert hierdoor in dien tijd 15 tot 18 palmen, hangende dit natuurlijk van den aard der gesteenten af. Men hoopt het intusschen door vermindering van de doorsnede des tunnels, versterking der werktuigen en verbeteringen van anderen aard zoover te brengen, dat men tot 25 palm vooruitgaat.

Er blijft ons thans nog over om het meest gewigtige deel van de stoute onderneming te doen kennen, de ziel van het geheele werk, de bron der krachtsontwikkeling, den toestel, waarin de lucht wordt zamengeperst. Zeker werd nergens grootscher en overtuigender dan door dit geheele werk de waarheid gepredikt, dat er in de aantrekking der aarde voor den mensch een magazijn van kracht is weggelegd, waarvan hij de waarde niet kan peilen. Wij zien het hier vooral bevestigd, dat in elke stroomende rivier, ja in elke vlietende beek een voorraad arbeid verscholen ligt, die op de eene of andere wijze door den mensch ten zijnen nutte kan worden aangewend.

Trouwens waterraderen, turbines enz. bewijzen ons, dat die opmerking zeker niet het eerst hier ter plaatse is gemaakt. De mensch moest er immers steeds op uit zijn om de natuurlijke beweging der stof, zooals luchtbeweging of wind, stroomend water, vallende lichamen ter voortbrenging van welke bewegingen hij geen' penning behoefde op te offeren, zoo hij de noodige werktuigen maar nederstelde, voor zich, ten zijnen gerieve te doen arbeiden. Ook hier, bij het graven van den tunnel, is men daarop bedacht geweest, en wij

zien hier, even alsof de aarde met welgevallen de doorboring van hare korst zag ondernemen, dat zij zelve den arbeid voor den mensch gaat verrigten.

Het voor de luchtverdichtingstoestellen benoodigde water verschaft de beek, die uit het dal van Bardonnèche, naar de zijde waar men werkt, afdaalt. Dat water wordt eerst in een bekken verzameld, dat 50 ned. ellen boven den eigenlijken luchttoestel is gelegen, en vloeit uit dat reservoir, onder de aarde door, langs eene geleidbuis naar een tweede, lager liggend bekken.

Eindelijk valt het water uit dit laatste, door 10 groote metalen kokers, die door den muur van het luchtverdichtingsgebouw dringen, daar binnen, om er nuttig te worden aangewend. Fig. 2 geeft eene schets van de geheele inrigting.

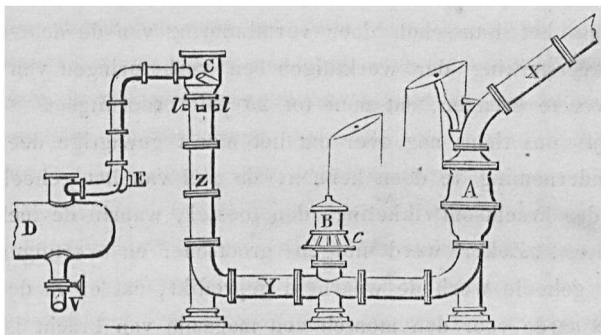


Fig. 2.

In deze figuur bemerken wij eene genoegzaam U-vormig gekromde buis X Y Z. X is het zoo even genoemde einde, dat door den muur des gebouws is gebragt. Bij A bevindt zich eene klep, waardoor het water, dat uit den lageren vergaarbak afvloeit, kan worden teruggehouden; dit is de inlaatklep. Bij B ligt eene tweede klep, die in eenen, op de buis A Y geplaatsten, cilindervormigen koker is besloten; deze is de uitlozingsklep, want het door de klep A toegelaten water kan men er door laten wegvloeijen, en daartoe dienen de openingen bij C; zij zijn door den zuiger gesloten bij zijnen laagsten stand, en geopend bij eenen hoogerem. Aan het einde van het regtopgaande deel Z der buis ligt bij C eene derde klep, die de gemeenschap kan af-

sluiten van de buis Z met de buis D, welke laatste er boven aan is bevestigd en uitmondt in den luchtketel D. De genoemde klep C is gewoonlijk gesloten door de drukking van de zamengeperste lucht in den cilinder D, daar zij zich naar boven en dus naar den kant van E opent. Bij *l* zijn in den wand der buis E 4 kleine zuigkleppen aanwezig, die zich naar binnen in de buis openen, en waardoor dus de dampkringslucht gemakkelijk kan binnentreden.

Is nu de inlaatklep A gesloten, zoo staat natuurlijk de buis X vol, en in het gedeelte Y en onder in Z blijft het water tot op de hoogte van de afvoerlepel B staan; boven het water; in Z, tot aan de klep C, ligt dampkringslucht van de gewone digtheid der buitenlucht. Opent men nu de klep A en sluit men de klep B, zoo stort het water met geweld uit het 3 el hooger gelegene tweede waterbekken langs X in de buis Y, stijgt, ten gevolge der levendige kracht, die het bezit, in de buis Z op, waarin zich eene luchtkolom van 43 palmen hoogte bevindt, en perst die lucht zoodanig zamen, dat zij de klep C opent en in het reservoir D dringt; sluit men daarop weder A en opent men B, zoo vloeit het water hierdoor weg, daalt in de buis Z tot op de vorige hoogte, nieuwe lucht dringt door de openingen *l* in plaats van de weggedrongene, en er is dus weder voorraad voorhanden om bij het openen van de klep A en sluiting van B, op nieuw in het luchtreservoir te worden gevoerd. Niettegenstaande, zooals wij zeiden, het tweede waterbekken slechts 43 palm hoog ligt, wordt toch de lucht door de levendige kracht van het binnenstortende water tot 5 atmosferen zamengeperst. Wij herinneren hier den lezers, dat de drukking van eene kolom water, van 10 el hoogte, gelijk staat aan de enkele drukking des dampkrings, zoodat er uit het voorgaande is af te leiden, dat de bewegende waterkolom van nog geene $4\frac{1}{2}$ el hoogte, evenveel vermogen uitoefent als een rustig staande waterzuil van 50 el hoogte.

De beweging van de kleppen A en B wordt door een afzonderlijk werktuigje geregeld, dat ook al door zamengeperste lucht werkt.

De windreservoirs D bestaan uit cilindervormige ketels van geslagen ijzeren platen; zij zijn 10 el lang, kunnen 17 kubieke ellen lucht bevatten, en zijn tien in aantal. Zij hebben elk, door middel eener

buis V, gemeenschap met het hooger gelegene bovengenoemde eerste waterbekken, en daar dit 50 el hooger ligt dan de ketels, zoo blijft de naar buiten stroomende lucht steeds van 5 atmosferen drukking, daar de ontwijkende lucht gestadig door water wordt vervangen, dat de overblijvende op denzelfden graad van digtheid of persing houdt.

Eene persmachine levert bij elken inval en weder uitstrooming des waters 1,29 kubieke el zamengeperste lucht. Eene boormachine gebruikt in de 14 tot 15 uren arbeids per dag, omstreeks 156 kubieke meters wind; voeg hierbij, wat er noodig is voor de lampen, ademhaling, buskruidverbranding enz., zoo zal men zich overtuigd houden, dat de zamengeperste lucht snel in den tunnel wordt verbruikt; maar in de behoefte wordt ruimschoots door de persmachines voorzien, en aldus is een onafgebroken arbeid mogelijk. Na 5 tot 6 jaren tijds hoopt men den tunnel voor eene locomotief berijdbaar te hebben gemaakt. Zoo de dagbladen waarheid hebben vermeld, dan zou men eene bespoediging van het werk kunnen tegemoet zien, daar de boren eene wijziging hadden ontvangen, waardoor in denzelfden tijd meer steen werd verbrijzeld.
