

DE MIJNEN EN HARE ONTGINNING.

DOOR

J. P. DE BORDES.

In een vorig opstel in dit Album werd ons door eene kundige hand eene korte doch duidelijke schets gegeven van de groote veranderingen, welke onze aardbol heeft ondergaan en nog ondergaat; hoe door die veranderingen de delfstoffen in gangen en aderen in de korst der aarde zijn ingelegd, of daarop in lagen afgezet. Ons werden daarbij de groote verplichtingen herinnerd, welke wij aan de delfstoffen hebben, zonder welke de maatschappij thans inderdaad niet zou kunnen bestaan. Indien wij verder opmerken, dat, bij de telkens grooter wordende behoefte aan die voor ons onontbeerlijke stoffen, ook steeds nieuwe voorraadplaatsen daarvan worden ontdekt, dan moeten wij de wijsheid van de Voorzienigheid ook hierin bewonderen, die voor alles gezorgd en alles zoo geregeld heeft, dat de mensch zich vrij kan blijven ontwikkelen en de beschaving met hare weldaden zich meer en meer kan uitbreiden. Sommige metalen waren reeds in de oudste tijden bekend. Vóór den zondvloed was TUBALKAÏN een leermeester van alle werken in koper en ijzer; en in het Oude Testament vindt men menigvuldige bewijzen, dat het brons en ijzer vele eeuwen vóór Christus geboorte tot verschillende doeleinden werden gebruikt. De Egyptenaren schreven de ontdekking der metalen toe aan hunnen eersten Koning MENES, die 2220 jaar vóór Christus leefde. De oude volken gebruikten vooral het brons, dat, zoo als wij weten, een mengsel van tin en koper is, om daarvan gereedschappen en wapens te maken; in de overblijfselen van Thebe, in

de graven der eerste bewoners van Engeland, Zwitserland, Duitschland, Noorwegen, Zweden en Peru heeft men dan ook vele bronzen voorwerpen gevonden, en geene andere dan koperen of bronzen gereedschappen werden door LAYARD, bij de opgravingen te Nineveh, in de laatste jaren gedaan, ontdekt. De ouden waren zeer bekwaam in het mengen van het koper en het tin in zulk eene verhouding, dat zij een metaal verkregen, geschikt tot het maken van harde gereedschappen en wapens.

Het ijzer was bij hen minder veelvuldig in gebruik, daar het moeilijker te smelten is dan het koper; doch reeds 10 eeuwen v. Ch. werd het aan den tempel te Jeruzalem in groote hoeveelheid gebruikt; de Egyptenaren en Pheniciërs maakten er gereedschappen van.

Met de beschaving nam het gebruik der metalen meer en meer toe; en ontelbaar moeten de bronzen beelden geweest zijn, welke de steden der ouden versierden. De beroemde beeldhouwer LYSIPPUS, die tijdens de regering van ALEXANDER den Grooten (356 jaar v. Ch.) leefde, had alleen 1500 beelden gegoten; en gedurende de regering van VESPASIANUS telde men in Rhodus 3000 bronzen beelden.

De bronzen voorwerpen, van die tijden tot ons gekomen, bewijzen de bekwaamheid der ouden in het gieten van dit metaal.

Het goud en het zilver waren ook van de vroegste tijden bekend. Getuigen de zilveren sikkelen ten tijde van ABRAHAM, de gouden en zilveren sieraden door zijnen dienstknecht aan REBECCA geschonken, het gouden kalf door AÄRON van hals- en andere sieraden gegoten, de tempel waaraan het goud en zilver in overvloed werden gebezigd. Ook bij de Heidenschē volken waren de edele metalen in gebruik. DIONORUS de Siciliaan (44 jaar v. C.) geeft ons eene beschrijving van het graven, wasschen en smelten van het goud in Egypte.

Daar sommige metalen den ouden bekend waren, moeten zij ook de kunst verstaan hebben die te verkrijgen; en werkelijk zijn hunne onderaardsche werkplaatsen gevonden. Onlangs ontdekte een Engelsch Ingenieur, ALLAN, in den berg Zabarah aan de Roode Zee, eene oude mijn en daarin gereedschappen en eenen steen met hieroglyphen, welk geschrift het berigt behelsde, dat die mijn het eerst ontgonnen was onder de regering van den grooten SESOSTRIS (1450 jaar v. Ch.).

De mijnwerkerskunst was bij de oude volken zeer gebrekkig; hunne mijnen waren meest groote holen, door galerijen verbonden, waarin het vervoer zeer moeilijk moet geweest zijn, tot welke men door onregelmatige putten toegang had. Hun arbeid, niet verligt door de krachtige hulpmiddelen waarover men thans kan beschikken, moet bovendien niet alleen moeilijk, maar ook gevaarlijk zijn geweest, en zij verdienen daarom onze bewondering voor de volharding bij die werken aan den dag gelegd. — Men moet daarbij echter niet uit het oog verliezen, dat de metalen toen, met de graanprijzen vergeleken, eene zesmaal grootere waarde hadden dan thans, en dat zij over slaven en goedkoope brandstoffen konden beschikken. — Dat overigens hunne mijnwerken op eene groote schaal werden gedreven, blijkt daaruit, dat sommige dalen in Italië met de slakken van hunne smeltovens gevuld zijn.

Egypte en verschillende gedeelten van Azië waren beroemd wegens hun goud, Spanje en Gallië leverden goud, zilver, kwikzilver en lood aan de Romeinen, de Pheniciërs haalden reeds tin uit Engeland, en de Romeinen hadden goud-, ijzer- en loodmijnen in dat land.

Gedurende de groote landverhuizing, toen zoo vele nuttige kunsten in verval geraakten, werden ook de bergwerken gestaakt, en waarschijnlijk eerst in de 7^e eeuw na Christus weder begonnen. In de 8^e eeuw ontwikkelde zich de bergbouw in Tyrol; in de 10^e en 11^e in de Hartz, in Saksen en Zweden; in 1240 werden de eerste steenkolenmijnen bij New-Castle geopend. — In Engeland, alwaar de mijnwerken tegenwoordig zulk eene groote ontwikkeling hebben, was de mijnwerkerskunst onder de regering van ELIZABETH nog in zulk een verval, dat de Duitsche mijnwerkers door groote voorregten aangemoedigd werden zich in dat land te vestigen.

Het ligt buiten ons bestek in vele bijzonderheden te treden over de ontwikkeling, welke de mijnwerken thans verkregen hebben. Wij willen ons alleen bij een algemeen overzicht bepalen.

Voor vele landen van Europa is de mijnbewerking een van de belangrijkste takken van nijverheid. — In 1844 werd de waarde der ruwe metalen, welke de Europesche mijnen jaarlijks opleverden, op 500 millioen gulden geschat; hierbij moet nog gevoegd worden de waarde

van de steenkolen, het steenzout, de bouwsteen, enz. welke mede eene hoogst aanzienlijke som uitmaakt; alleen in Engeland leveren toch de steenkolenmijnen eene waarde van 108 millioen gulden 's jaars ter plaatse der voortbrenging op, en verschaffen aan 118000 menschen werk. LEON FAUCHER schat de opbrengst van het goud in 1852 op 300 en van het zilver op 125 millioen gulden.

In de boven aangehaalde schets werd ons aangetoond, op welke wijze de verschillende metaalertsen de kloven of spleten in de vaste korst der aarde vullen; hoe de steenkolen, zandsteen, enz. daarop in lagen afgezet zijn, die oorspronkelijk eene horizontale ligging hadden, maar somtijds uit dien stand, door de groote veranderingen, waaraan onze aardbol is blootgesteld geweest, zijn geraakt. De gangen, waarin de metaalertsen aangetroffen worden, vereenigen zich dikwijls en scheiden zich weder, en vormen als het ware een net van aderen in de korst der aarde, of worden even als de steenkolenlagen plotseling afgebroken, om op eenigen afstand weder hooger of lager te voorschijn te komen.

De mineralen komen ook in klompen of blokken in de berggesteenten besloten voor, zoo als met vele ertsen, de steenkolen, het steenzout, enz. het geval is; deze blokken zijn van zeer verschillende grootte. Zoo is b. v. te Traversella in Piémont een ijzerertsblok van 500 el breedte en 400 el dikte, en in Zweden blokken van nog grootere dikte; andere blokken zijn daarentegen na weinige jaren bewerking uitgeput.

De metalen komen zelden zuiver in de aarde voor, maar met zwavel, verschillende zuren, enz. scheikundig verbonden, of met andere stoffen, als kwartz, vloeispaath, zwaarspaath, enz., vermengd, welke stoffen de gang-gesteenten genoemd worden, dat zijn de steenen, welke met de erts de gangen of aderen in het rotsgesteente vullen.

Een gang wordt ertsgang genoemd, wanneer het metaal er in zulk eene hoeveelheid wordt aangetroffen, dat de gang met voordeel kan ontgonnen worden; dit hangt natuurlijk geheel van plaatselijke omstandigheden af, als de daggelden der mijnwerkers, de prijs der brandstoffen, de toestand der wegen of vervoermiddelen naar de

plaats alwaar het metaal verkocht wordt, de diepte waarop de erts aangetroffen wordt, de bekwaamheid der mijnwerkers, enz. Zoo heeft men b. v. in eene zilvermijn bij Freyburg elfmaal meer mijnwerkers noodig om eene zekere hoeveelheid erts op te delven, dan in de mijn van Valenciana in Mexico, in welke mijn de erts van een rijker gehalte is; daarbij zijn de mijnwerkers te Freyburg de bekwaamste der wereld; indien nu alle omstandigheden gelijk waren, dan zou de ontginning der Freyburgsche mijn niet met voordeel kunnen geschieden; maar er is een groot verschil in de kosten der bouwstoffen voor den mijnbouw benoodigd, in de middelen van vervoer, enz.; bovendien wordt de mijn te Valenciana op eenen zeer verkwestenden voet bewerkt.

In het algemeen worden ertsgangen gerekend waardig te zijn om ontgonnen te worden, indien zij $\frac{1}{3}$ ijzer, $\frac{1}{20}$ zink, $\frac{1}{30}$ lood, $\frac{1}{50}$ koper, $\frac{1}{1000}$ zilver en $\frac{1}{10000}$ goud bevatten; in Tirol heeft men echter goudertsen met voordeel bewerkt, welke een gehalte van slechts $\frac{1}{100000}$ metaal hadden.

Indien men onderzoeken wil, of in eene landstreek het gezochte mineraal aangetroffen wordt, moet men den geologischen toestand van het land raadplegen, — welke vooral door de naburige mijnen, groeven, valleijen, holle wegen en kloven bekend wordt, — en de stoffen onderzoeken door beken en stroomen van de bergen medegevoerd; deze toch bevatten meestal sporen van de mineralen, welke in de bergen, waaruit zij hunnen oorsprong nemen, voorkomen. Eene groote ondervinding van de bergwerken is bij dit onderzoek zeer dienstig; maar deze geeft veelal geene zekerheid, welke verkregen moet worden door het mineraal in den grond op te zoeken. — Dit geschiedt door ingravingen, indien het mineraal dicht bij de oppervlakte van den bodem, — door onderaardsche werken, als het diep gelegen is, — en door grondboringen. Deze laatste worden op verschillende plaatsen gedaan en maken de dikte en helling der laag bekend.

Somtijds komen de ertsaderen tot dicht aan de oppervlakte van den grond, hetgeen vooral in Peru met de zilverertsaderen het geval is; zoo werd in dat land, volgens de overlevering, eene rijke zilver-

ader vóór 220 jaar door eenen Indiaan ontdekt, die een groot vuur op eene woeste plaats had aangelegd, en den volgenden dag het gesmolten zilver tusschen de asch zag liggen; aldaar werd eene mijn geopend, welke nu nog bewerkt wordt.

Nadat men het mineraal gevonden heeft, en bekend is geworden met de wijze, waarop het in den bodem voorkomt, bepaalt men, of de bewerking met van boven opene groeven of door onderaardsche werken moet geschieden.

Voordat wij die werken beschrijven, willen wij kortelijk nagaan, door welke middelen de mijnwerkers de mineralen uithouwen of losmaken. Deze middelen verschillen naar de vastheid en den samenhang van het te bewerken gesteente. De steenkolen, het steenzout, de dakleijen, sommige kalk- en zandsteenen, enz. kunnen met pikhouweelen, beitels, breekijzers en puntige hamers losgemaakt worden; bij het marmer, sommige ertshoudende aderen, bruinijzersteen, harde zandsteenen, enz. moet men veelal buskruid gebruiken; en er zijn zulke vaste en samenhangende steensoorten, als b. v. het erts houdend kwartz, dat men deze eerst moet verhitten om ze daarna te kunnen loshouwen of door buskruid te doen springen.

De mijnwerkers-gereedschappen moeten van de beste hoedanigheid zijn, en vereischen nog dikwijls herstellingen en vernieuwingen.

De mijnwerker maakt eerst van onderen eene kloof of groef in het gesteente, waartoe hij zoo mogelijk de minst harde gedeelten uitkiest; daardoor wordt het daarboven gelegen gedeelte als het ware hangende, en dit verder, door ijzeren wiggen of scherpe ijzers in hooger gelegen spleten te drijven, of door buskruid, losgemaakt.

In van boven opene groeven voor bouwsteenen, alwaar het van belang is grootte stukken te verkrijgen, wordt het stuk steen, hetwelk men wil uithouwen, door het inhakken van groeven aan alle zijden op ééne na van het omringende gesteente gescheiden, en verder door wiggen of buskruid losgemaakt. Men gebruikt hiertoe ook wel drooge houten wiggen, welke in de spleten der steenen gedreven en daarna nat gemaakt worden, waardoor zij zich uitzetten en den steen doen splijten.

Vroeger gebruikte men bij de mijnwerken het vuur; men verhitte

den steen, waardoor deze zich uitzette, het daarin aanwezige water verdampte en de steen bij het afkoelen scheurde; dit scheuren werd door het begieten met water bevorderd; de hardste steensoorten kunnen daarna door de gewone mijnwerkers-gereedschappen losgemaakt worden. In sommige Saksische en Hongaarsche mijnen wordt het vuur nog aangewend; men gebruikt daartoe eene ijzeren kast van onderen van een rooster voorzien, en aan eene zijde open, welke zijde tegen den steen wordt geplaatst; de vlam strijkt nu tegen den steen, welke daardoor bros en minder zamenhangend wordt; op deze wijze wordt een 1 of 2 el diepe groef onder in de rots gemaakt, welke, daardoor van onderen ondermijnd, verder door buskruid of wiggen losgemaakt wordt. Dit middel kan echter alleen in die mijnen gebruikt worden, alwaar eene goede luchtversching is, daar de rook van het brandende hout anders onuitstaanbaar zou worden.

De bergwerken hebben eene groote ontwikkeling verkregen, toen men daarbij het buskruid is gaan gebruiken, hetgeen het eerst in 1632 is geschied; tot dien tijd gingen zij slechts langzaam vooruit; met het buskruid werd voor den bergbouw een nieuw tijdvak geopend, daar het de kosten der ontginning tot op de helft verninderde. Door het ontbranden van het buskruid worden verschillende luchtsoorten ontwikkeld, welke bij 1200° C., de vermoedelijke temperatuur bij de verbranding, 2075 maal het oorspronkelijk volume van het buskruid innemen, en alzoo eene drukking van evenveel atmosferen veroorzaken. Dit geweldig uitzettingsvermogen oefent natuurlijk de meest krachtige werking uit op het gesteente, waarin de ontbranding plaats heeft, doet het in verschillende rigtingen scheuren en in stukken springen.

Indien men een gesteente door kruid wil doen springen, boort men daarin ronde gaten; de boren, welke men daarvoor gebruikt, zijn ronde ijzeren staven van verschillende lengte, van boven met eenen platten kop voorzien en van onderen in den vorm van eenen platten afgeronden beitel of in eene scherpe punt uitlopende. De mijnwerker houdt de boor in het gat en slaat daarop met zijnen hamer snel en met kracht, terwijl hij de boor ronddraait; het boorgat wordt nat gehouden en van tijd tot tijd schoongemaakt; als het gat

de bepaalde diepte heeft verkregen, wordt het kruid er in eene patroon ingebracht, de ruimnaald er ingestoken en het gat om de naald met klei of kleine stukjes steen aangevuld, daarna de ruimnaald er uitgetrokken, het daardoor gevormde gat met kruid gevuld en aan het einde daarvan eene lont gehangen, welke zoo lang moet zijn, dat de mijnwerker, na de lont aangestoken te hebben, tijd heeft om zich te verwijderen.

De lengte der boorgaten is zeer verschillend, gewoonlijk van 40 duim tot 1 el; in de steengroeven van Redhall bij Edimburg gebruikt men eene boor, waarmede men gaten boort van 8 el lengte bij $12\frac{1}{2}$ duim middellijn; hierdoor verkrijgt men het voordeel, dat de steen in veel grootere stukken losgemaakt en minder in kleine stukken gebroken wordt. Indien de steen vochtig is, wordt het kruid in geteerde linnen patronen gedaan; het wordt ook wel met de helft droog zaagmeel vermengd; hierdoor verkrijgt men $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$ besparing van kruid. De lading hangt natuurlijk van den meerderen of minderen samenhang van het gesteente en van de diepte van het boorgat af; zij is bij onderaardsche mijnen gewoonlijk van 6 lood tot $1\frac{1}{2}$ onc, bij opene groeven dikwijls 1 pond; somtijds echter is deze lading veel grooter; zoo heeft men onlangs, in eene steengroef in Engeland, in eens eene rotsmassa van 7 à 8 millioen pond door eene lading van 3000 pond kruid doen springen.

Het ontsteken der mijnen geschiedt veelal aan het einde van den werktijd der mijnwerkers, als zij de mijn verlaten hebben, omdat de losspringende stukjes steen anders gevaarlijk voor hen zouden zijn. Bij het maken van den ijzeren weg van Dresden naar Praag, werden groote horden voor de boorgaten gehangen, om het wegspringen van die steentjes te verhinderen. In Mexico geschiedt de ontsteking op de volgende wijze. Nadat alle boorgaten geladen zijn, verlaten de mijnwerkers de mijn; nu daalt de man, die de lonten, welke zich te zamen vereenigen, moet ontsteken, in de mijn; zoodra hij de lonten aangestoken heeft plaatst hij zich in den bak, waarmede hij naar boven moet getrokken worden, en geeft met een touw een teeken; op dit teeken worden twee paarden, die daarop geoefend zijn, losgelaten, zij vliegen in volle ren voort en trekken door

middel van een touw den bak met de grootste snelheid naar boven. Dat hierbij dikwijls ongelukken gebeuren, zal niemand verwonderen; — maar dat is in de nieuwe wereld geen reden om eene zoo gevaarlijke wijze van werken door eene betere te vervangen.

De groote hoeveelheid buskruid, welke jaarlijks bij de bergwerken gebruikt wordt, bewijst het groot belang van het kruid voor dezen tak van nijverheid; in de Freyburgsche mijnen bedraagt zij 60 à 70000 pond, en in eene mijn in Mexico was zij in 1832 19200 pond.

Zoo wordt het kruid, waardoor reeds zoo vele duizenden het leven hebben verloren, ook door den mensch gebruikt tot de schoone werken van nijverheid en kunst.

Gelijk wij boven zagen, worden de mineralen door van boven opene groeven of door onderaardsche werken verkregen.

De bewerking met opene groeven is de minstkostbare en geschiedt dus overal, waar de laag of gang niet diep gelegen is, en geene groote helling heeft. Vooral is zij voordeelig, wanneer het boven het mineraal liggende gesteente, het *hangende* genoemd, weinig samenhang heeft of b. v. uit zand of losse steenen bestaat, daar dit dan met minder kosten opgeruimd dan ondersteund kan worden.

De aangespoelde ertsen, sommige gips-, kalksteen-, marmer- en enkele bruinkoollagen, en de turf in de hooge veenen, worden door opene groeven ontgonnen. Men gaat daarbij op de volgende wijze te werk. De het mineraal dekkende lagen worden over eene uitgestrektheid, afhankelijk van de uitbreiding, welke men aan de ontginning wil geven, opgeruimd; daarna wordt het mineraal in trappen uitgehouwen, waardoor het aan twee zijden bloot komt, en verder op eene van de vroeger beschrevene wijze losgemaakt.

Tot de merkwaardigste opene groeven behooren de onuitputtelijke ijzersteengroeven van Elba, de meeste Zweedsche groeven, de kopergroeven van Fahlun, enz.; in de laatste, welke 80 el diep zijn, is men nu begonnen de erts ook door onderaardsche gangen te bewerken.

Indien men metaalertsen uit aangespoelde zandlagen wil afzonderen en over water beschikken kan, wordt de erts reeds in de groef zooveel mogelijk van het zand gescheiden; men graaft namelijk grep-

pels in het zand door welke men het water met eene groote snelheid laat stroomen, hetwelk de lichtere zand- en kleideelen medevoert, en het zwaardere metaal in de greppels achterlaat. Op deze wijze wordt b. v. een tinhoudend zand, hetwelk slechts $\frac{1}{1000}$ metaal bevat, tot een gehalte van $\frac{6}{10}$ gebragt.

Bekend is het, dat het zand van vele Europesche rivieren, en daaronder van den Rijn, goud bevat. Tusschen Manheim en Bazel wordt het daarvan afgezonderd; 125 millioen pond zand bevat echter slechts 1 pond goud. Het dagloon van den goudwasscher is daar ook zeer gering, van 75 cent tot 1 gulden, nagenoeg gelijkstaande met de waarde van 0,5 tot 0,66 wigtje zuiver goud, terwijl de goudwasschers in Californië in de eerste tijden dagelijks gemiddeld voor eene waarde van *f* 130 aan goud verkregen, hetgeen later tot *f* 15 verminderd is; van Australië is ons nog geen gemiddeld bedrag bekend geworden; volgens Mr. HARGRAVES, die het eerst het goud aldaar ontdekt heeft, kon een geoefend arbeider, van goede werktuigen voorzien, in 1851 elken dag voor *f* 60 aan goud verzamelen.

Indien de mineralen in diep gelegen lagen of blokken aangetroffen worden, of in gangen, welke eene groote helling hebben, moet men het door onderaardsche werken verkrijgen.

Deze werken bestaan in putten en galerijen. De putten zijn de

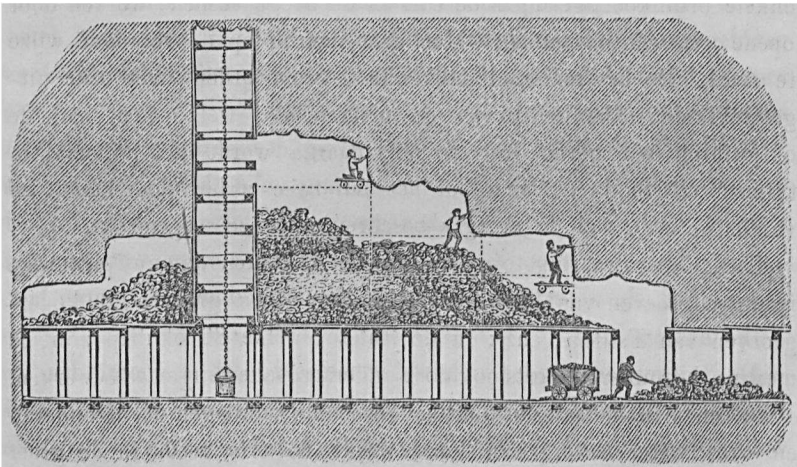


Fig. 1. BEWERKING MET OMGEKEERDE TRAPPEN.

ingravingen in den grond (fig. 1), waardoor men op de diepte komt, waar men het mijnwerk wil beginnen. Zij hebben zeer verschillende vormen en afmetingen, welke afhangen van het doel waarvoor zij bestemd zijn, en van de bouwstoffen waarmede zij bekleed worden. Indien die bekleding hout is, zijn zij veelal vierkant of regthoekig, de kleinste van 1½ el zijde, maar meestal grooter en ook wel in twee of meer vakken verdeeld, voor het ophalen der erts, het nederlaten der ledige bakken, het oppompen van water, het ververschen der lucht, enz. De bekleding dient om het instorten van den grond, waarin de put gemaakt is, te verhinderen; zij bestaat uit loodregt geplaatste planken, steunende tegen de buitenzijden van regthoekige waterpasse ramen, welke digter of verder van elkander geplaatst zijn, al naar dat de grond min of meer samenhangend is. In zeer losse gronden worden de ramen op elkander geplaatst en heeft men geene planken-bekleding.

Indien de grond los is of veel water geeft, vordert het maken der putten veel zorg en moeite, kunde en ondervinding; in het laatste geval moet de put waterdicht gemaakt worden; de wateraandrang kan echter zoo groot zijn, dat men haar niet kan maken; op andere plaatsen is men genoodzaakt geweest de meest krachtige werktuigen te bezigen, om het water meester te worden; zoo heeft men bij het maken van een put bij Anzin daartoe een stoomwerktuig van 160 paardenkracht moeten gebruiken; indien de put daar niet goed waterdicht was gemaakt geworden, zou de ontginning der mijn onmogelijk zijn geweest.

In Engeland maakt men de bekleding der putten wel eens van gegoten ijzer; de put is dan cirkelvormig en de bekleding bestaat uit 6 of meer ellen hooge stukken met randen, waarmede de stukken op en tegen elkander komen; de loodregte voegen worden goed digtgestopt, de waterpasse voegen worden digt door den zwaren last, welke daarop rust.

De mijnputten worden ook wel gemetseld; dit is vooral daar te verkiezen, waar de ontginning van eenigen duur zal zijn, of de wateraandrang sterk is. Het metselwerk wordt gemaakt of nadat de put door timmerwerk eerst op de diepte is gebragt, en alzoo van

onderen op, òf bij gedeelten, zoodat het bovenste gedeelte eerst wordt gemaakt, daarna dieper gegraven en hierop het tweede gedeelte gemetseld, enz. Het spreekt van zelf, dat in het laatste geval gezorgd moet worden, dat het reeds gemetselde gedeelte goed ondersteund wordt, totdat het door het lagere gedeelte ondervangen is geworden.

De putten zijn somtijds zeer diep en kostbaar. Drie putten in de zilvermijn bij Valenciana in Mexico kostten te zamen meer dan 5 millioen gulden. De nieuwe put (Tiro Nuevo), welke VON HUMBOLDT in 1803 op eene diepte van 184 el zag, en welke men toen berekende in 1815 te zullen zien voleindigd, had 8 el middellijn, moest 514 el diep worden, en zou dan 3 millioen gulden kosten. Sommige putten in de Hartz zijn 6—700 el diep.

Somtijds moet men in reeds bestaande mijnwerken, welke, zoo als wij later zullen zien, als verdiepingen van een huis boven elkander gelegen zijn, een nieuwe put tot verbinding van verschillende galerijen maken, welke niet tot aan het oppervlak van den grond doorgaat; men begint dan op verschillende plaatsen boven elkander te gelijkertijd te werken, en men is, door de naauwkeurige meetwerktuigen waarover men thans beschikken kan, in staat de plaats, waar, en de rigting in welke gewerkt moet worden, zoo juist te bepalen, dat de geheele put zoo regt wordt alsof hij uit één stuk gemaakt was geworden. In Cornwallis heeft men op die wijze aan eenen 320 el langen put, op 15 plaatsen te gelijkertijd gewerkt.

Onder de merkwaardigste putten behoort die, welke in 1778 niet ver van de haven van Penzance in Cornwallis is gemaakt. In eene 200 el van den oever gelegene porphyorklip, had men bij zeer laag water rijke tinaderen ontdekt; de klip was echter zeer ontoegankelijk; in den zomer zelfs sloeg de branding geweldig daartegen. Een mijnwerker, THOMAS CURTIS, maakte, in weerwil van dat bezwaar, in drie zomers eenen put in de klip; hij kon daaraan slechts 2 uur daags werken, telkens liep de put weder onder. Om deze moeilijkheid te overwinnen, omringde hij zijnen put met eenen 6 el hooge waterdichte kist, door eene brug met den oever verbonden. Langen tijd gaf deze ader eene rijke opbrengst, tot een Amerikaansch schip, hetwelk van zijne ankers geslagen was, tegen de kust dreef en alles vernielde.

De galerijen zijn de onderaardsche gangen, waardoor men uit den put tot de laag of den gang komt, en deze verder doorkruist om het mineraal daaruit te verkrijgen; zij zijn van verschillende afmetingen, somtijds slechts zoo hoog dat een mensch er even door kan kruipen; in andere groeven zijn zij daarentegen vele ellen hoog; hun vorm is meestal regthoekig, doch ook wel van onderen breeder dan van boven, of als door een gewelf gedekt.

Indien het gesteente, waar de galerij in gemaakt wordt, vast is, kan deze in de rots uitgehouwen worden, en zonder eenige ondersteuning blijven staan; is het daarentegen weinig samenhangend, dan moet de galerij bekleed worden, ten einde instortingen te voorkomen. Somtijds is het voldoende alleen het dak, het bovenvlak van de galerij, te ondersteunen, maar in vele gevallen moet men dit ook de zijwanden doen. Moet het dak alleen ondersteund worden, dan plaatst men op zekeren afstand van elkander balken tegen het dak, welke hunnen steun vinden in de zijwanden der galerij; over deze wordt dunner hout gelegd. Zijn de zijwanden ook zwak, dan worden de bovenste balken op stijlen gesteld en achter de stijlen eene bekleeding als op de bovenste balken gebragt. Is eindelijk de bodem niet vast, dan worden de stijlen op eenen onderdorpel geplaatst, en het timmerwerk van de galerij heeft de gedaante van een deurkozijn. In zeer losse gronden is het maken van de galerijen hoogst moeilijk en vordert veel bekwaamheid en voorzigtigheid.

Het timmerwerk van de deelen der mijn, welke, na het daaruit verwijderen van het mineraal, verlaten worden, en hetwelk dient om het instorten van het hangende tegen te gaan, wordt natuurlijk zoo eenvoudig mogelijk gemaakt, en bestaat gewoonlijk alleen uit stutten, somtijds van boven door dwarsbalken vereenigd; bij het verlaten der mijn wordt dit timmerwerk er zooveel mogelijk uitgehaald; meestal gelukt dit echter slechts met een gedeelte, daar het gevaar van instortingen het weghalen van al het hout onmogelijk maakt.

Zeer wijde, tot een langdurig gebruik ingerigte galerijen, en welke in een gesteente gemaakt worden, hetwelk door de lucht verweert, worden gemetseld. Dit metselwerk bestaat uit twee regtstandsmuren met een gewelf daarover; somtijds rusten die muren

op een omgekeerd gewelf, waarover dan de weg, tot het vervoer bestemd, gelegd wordt. In losse gesteenten worden de steenen galerijen in houten galerijen gemaakt; in vaste rotsen wordt de ruimte eerst in de rots uitgehouwen, en daarna de galerij er op gemetseld. Men moet steeds zorg dragen, dat de ruimte tusschen het metselwerk en het gesteente goed opgevuld wordt, daar men anders gevaarlijke instortingen op het metselwerk zoude kunnen krijgen.

Tot de gemetselde galerijen behooren de tunnels, welke bij den aanleg van wegen, kanalen, enz. worden gemaakt, en tot de meest trotsche werken van den Ingenieur behooren. Wij kunnen daarover in geene bijzonderheden treden, daar ons onderwerp reeds zoo uitgebreid is. Men heeft bij die werken de ondervinding, bij den mijnbouw verkregen, toegepast, en gedenkteekenen daargesteld van de kunde en volharding van de ontwerpers en uitvoerders, welke ons het vernuft van den mensch doen bewonderen, die zulke groote werken tot stand heeft gebragt. Door tunnels heeft men in de laatste jaren de oevers van eene rivier onder den bodem door met elkander vereenigd, ijzeren wegen door rotsen of over de kruinen van hooge bergen gevoerd, mijnwerken verbonden met stroomen, welke uren daarvan verwijderd zijn. Geholpen door krachtige werktuigen, toegerust met kennis en ervaring, deinst de ondernemende Ingenieur nu niet meer terug voor werken, welke vroeger tot de fabelachtige zouden hebben behoord.

Maar vreezen die mannen, welke meesters in hunne kunst zijn, niet de slagboomen te doorboren, waardoor de natuur de verschillende volken heeft gescheiden, — de moedige doch minder geëerde mijnwerker graaft zijn erts of kolen onder den bodem der zee; weinige voeten scheiden hem van het water; bij stil weder hoort hij duidelijk het geklots der golven, bij storm wordt het bulderen van den oceaon somtijds zoo hevig, slaan de rotsblokken met zooveel geweld tegen elkander, dat hij, de onverschrokken en moedige man, met schrik de mijn verlaat, waarin de zee elk oogenblik dreigt in te breken. Vele Cumberlandische kolen- en Cornwallische koper- en tinmijnen toch strekken zich vele honderden ellen onder de zee uit, dikwijls slechts 5 tot 6 el onder den bodem, ja eens hadden de

mijnwerkers de onvoorzigtigheid, slechts eene bank van 1,20 el dikte tusschen de mijn en het water te laten staan.

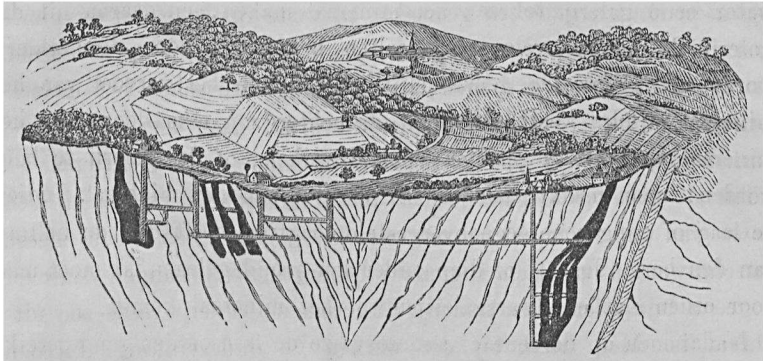


Fig. 2. DOORSNEDE VAN HET KOLENVLOT VAN CREUZOT.

De putten en galerijen zijn nu de onderaardsche werken, waardoor men de diep onder den grond gelegen mineralen bereikt. Die, welke moeten dienen om het mineraal te bereiken, worden meestal in het nevengesteente gemaakt (fig. 2), omdat men daardoor meer regelmatigheid aan de bewerking kan geven, hetgeen deze meer voordelig doet zijn. De ouden maakten ze meest altijd in de laag of den gang zelf; hierdoor werden zij zeer onregelmatig, maar aan hen waren de middelen onbekend, waardoor men thans de rigting en dikte der lagen leert kennen. Zij moesten het mineraal als het ware in het blinde volgen.

Dikwijls worden de mineralen aangetroffen in de hellingen der

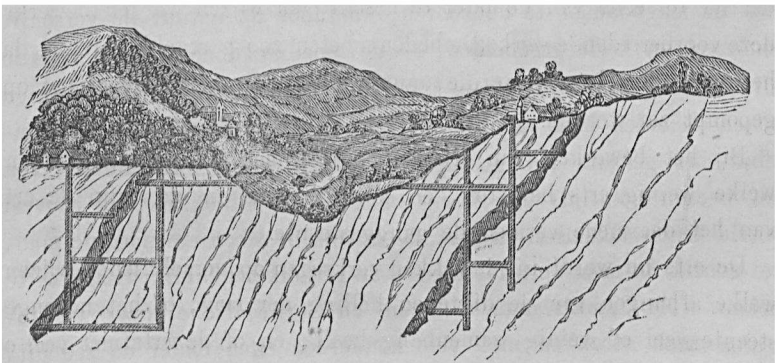


Fig. 3. VOORBEREIDENDE WERKEN.

bergen. Indien de laag of gang de helling van den berg volgt (fig. 3), doch steiler dan deze is, kan men in het dal boven het hoogste water eene galerij tot aan het mineraal maken, en daarna uit die galerij de hooger gelegen gedeelten bewerken; door deze galerij wordt het mijnwater gemakkelijk afgeleid en het vervoer van het mineraal minder kostbaar. Soms echter zou men door deze het mineraal op eene te geringe diepte bereiken, of de galerij te lang worden; men maakt dan eenen put tot aan het mineraal. Indien de laag of gang eene tegenovergestelde rigting heeft dan de helling van den berg (fig. 3), of diep onder den grond gelegen is, moet men door eenen put en dwarsgalerijen tot het mineraal komen.

Nadat men op de eene of andere wijze de laag of den gang bereikt heeft, maakt men daarin eene hoofdgalerij, die alle buigingen van den gang volgt (fig. 4), welke vervolgens door galerijen en dwars-

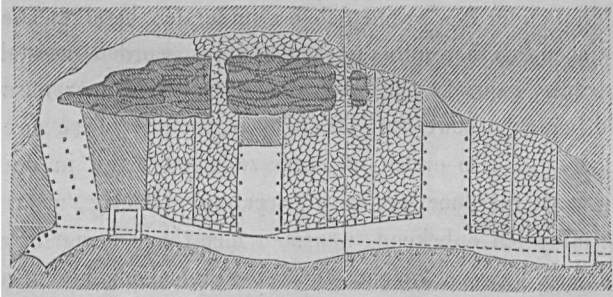


Fig. 4. BEWERKING DOOR DWARSGANGEN.

galerijen of putten in verschillende vakken wordt afgedeeld, welke daarna op eene van de later te beschrijven wijzen worden bewerkt; deze voorbereidende werkzaamheden moeten zoo geregeld worden, dat het mijnwater later naar die punten kan afloopen, vanwaar het opgepompt zal worden.

Bij het bewerken van ertsgangen laat men die gedeelten staan, welke weinig erts bevatten, en scheidt veelal in de mijn de erts van het daarmede vermengde ganggesteente.

De erts nu wordt uit de vakken verkregen op verschillende wijzen, welke afhangen van de dikte en helling der laag, of het nevengesteente veel of weinig samenhang heeft, en of de erts met veel of weinig ganggesteente vermengd is.

Wanneer de laag minder dan 3 ellen dik is, wordt zij met regte of omgekeerde trappen uitgewerkt. Met regte trappen (fig. 5) werkt men naar beneden; het ganggesteente wordt op achter de trappen gemaakte en in het nevingesteente bevestigde zolderingen geworpen. Met omgekeerde trappen (fig. 1) werkt men naar boven; onder in de galerij wordt eene stevige houten galerij gemaakt, waarop de losgemaakte stukken steen geworpen en de erts van het ganggesteente gescheiden wordt; de mijnwerkers staan daarbij op kleine steigers of op de galerij.

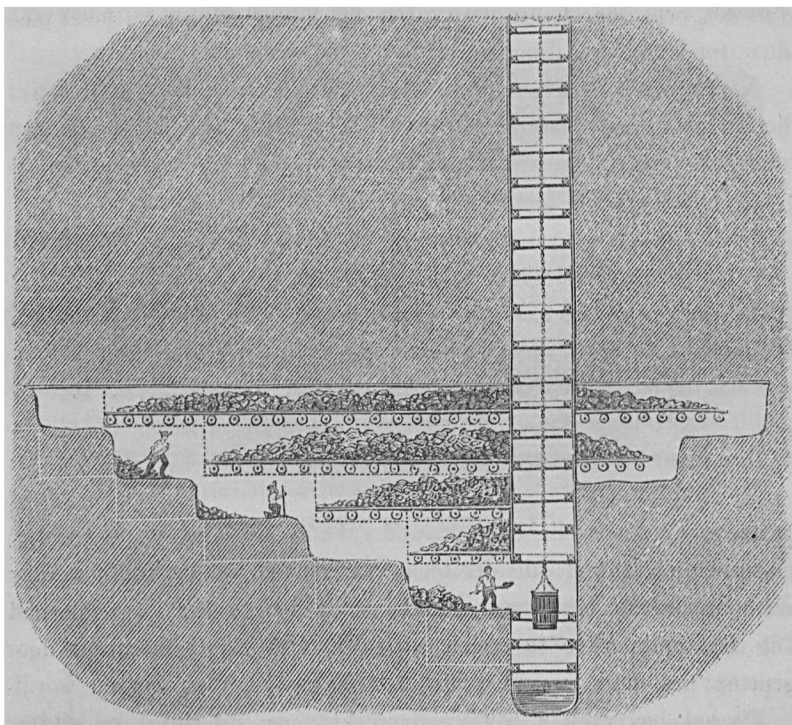


Fig. 5. BEWERKING MET REGTE TRAPPEN.

Op deze laatste wijze wordt in de Manspeldsche koper-schiefergroeven gewerkt; de ertsader is daar slechts van 30 tot 50 duim dik; de mijnwerker maakt eerst boven den vloer eene kloofen werkt daarna de daarboven gelegen erts naar beneden; daar deze ader zoo weinig dikte heeft, moet de mijnwerker in eene zeer moeilijke

houding op zijde liggen; hij steunt daarbij op een plankje; de losgemaakte erts wordt in rolwagentjes door de galerijen vervoerd, welke wagentjes met kettingen aan de beenen gebonden zijn, en zoo voortgetrokken worden.

Beide wijzen van bewerking hebben hare voordeelen. Met omgekeerde trappen heeft men weinig hout noodig, maar verliest veel erts, daar het afscheiden der erts van het ganggesteente op de losgemaakte, op de galerij liggende, steenen geschiedt, waardoor veel erts tusschen de steenen valt, en verloren gaat. In Cornwallis, Frankrijk en Saksen worden echter vele mijnen op die wijze bewerkt.

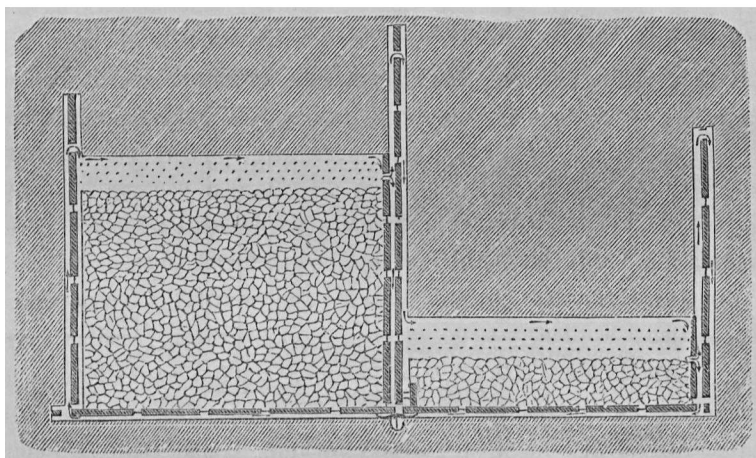


Fig. 6. BEWERKING MET STUTTEN.

Indien de laag weinig dikte en eene geringe helling heeft, worden de mijnwerkers elk voor eene bepaalde lengte der laag geplaatst (fig. 6), en werken te zamen vooruit. Het hangende wordt door stutten gesteund, waartusschen het ganggesteente geworpen wordt.

Deze lagen worden ook wel bewerkt door onderling evenwijdige op zekeren afstand van elkander gelegen galerijen, welke vervolgens doorkruist worden door daarop loodregtstaande galerijen (fig. 7), zoodat het grondvlak van zulk eene mijn op een dambord gelijkt; indien men veel ganggesteente heeft, worden de pijlers nog wel eens weg genomen, hetgeen echter altijd een gevaarlijk werk is.

Zeer digte lagen worden ook wel op de laatst beschreven wijze

bewerkt; nadat eene verdieping geheel of gedeeltelijk afgewerkt is, wordt eene tweede daarboven op gelijke wijze uitgehouwen; tusschen

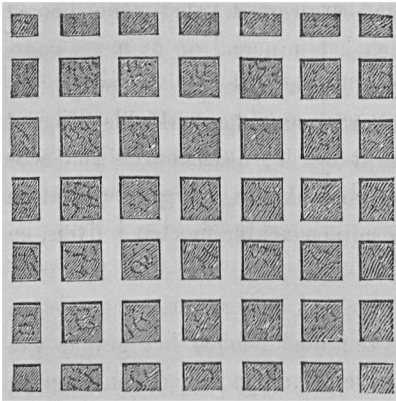


Fig. 7. BEWERKING DOOR GALERIJEN
EN PIJLERS.

beide verdiepingen laat men eene bank van voldoende zwaarte staan, en draagt zorg dat de pijlers van de tweede verdieping juist boven die der eerste komen.

Het is duidelijk, dat men op deze wijze slechts een klein gedeelte, bij sommige steenkolenmijnen het $\frac{1}{3}$, van het mineraal verkrijgt, en dat het overige in de mijn blijft en dus verloren gaat. Om dit verlies zoo gering mogelijk te doen zijn, maakt men de ver-

diepingen zeer hoog; zoo zijn b. v. de galerijen van de leijenmijn bij Fumay in de Ardennes even hoog als de laag, 20 el; de gips-groeven bij Parijs hebben 10 el hooge galerijen, enz.

Bij kostbare ertsen, als b. v. in de Schemnitzer zilvermijnen in Hongarijen, worden uit de galerij, welke de laag in zijne lengte volgt (fig. 4), dwarsgalerijen op zekeren afstand van elkander gemaakt, en de erts daarna tusschen deze laatste weggenomen en de ledige ruimte met het ganggesteente gevuld. Nadat eene verdieping gereed is, wordt de volgende onmiddelijk daarboven op gelijke wijze bewerkt; deze bewerkingswijze kan alleen dan geschieden, wanneer de erts met vele vreemde stoffen vermengd is, welke in de mijn blijven.

Indien het gesteente los is, begint men wel eens de mijn van boven naar beneden te bewerken. Nadat de eerste verdieping afgewerkt is, waarbij het hangende door sterke stutten ondersteund is geworden, worden deze zooveel mogelijk weggenomen en het dak stort daarop in, welke instorting zich somtijds tot de oppervlakte van den grond voortplant; daarna wordt eenige ellen dieper weder eene verdieping op gelijke wijze uitgewerkt. Deze bewerking is niet kostbaar, maar gevaarlijk; bij Luik wordt zij in eene aluinschiefermijn gebruikt.

Uit deze vlugtige schets van den aanleg en de bewerking der mijnen zal gebleken zijn, dat de bergwerkerskunst eene hoogst moeilijke is. Niet alleen moet men het mineraal op de meest voordelige wijze zoeken te verkrijgen, maar ook op de minst gevaarlijke, daar het leven van honderde menschen dikwijls afhangt van de wijze waarop de mijn bewerkt wordt; daarenboven kan eene verkeerde regeling van de ontginning oorzaak zijn, dat groote schatten van het te winnen mineraal in de mijnen achter moeten blijven, en alzoo voor altoos verloren gaan.

In vele landen van Europa zijn dan ook de bergwerken aan wetten en reglementen onderworpen, die ten doel hebben het gevaar van den mijnwerker zooveel mogelijk te verminderen, en de ontginning zoo te regelen, dat de toekomst niet opgeofferd wordt aan het voordeel van het tegenwoordige. In die landen heeft men een korps Ingenieurs van de mijnen, die de regeringen inlichten over de aanvragen om concessiën voor mijnwerken, en zorg dragen, dat de verordeningen daaromtrent nagekomen worden.

Sommige mijnwerken zijn zeer uitgestrekt, en bij allen, welke eenige uitgebreidheid hebben is een plan van de mijn noodzakelijk; zonder dat plan is eene regeling van de ontginning onmogelijk; alle galerijen, putten, afloop van water, vervoerwegen, enz. met hunne hellingen moeten daarop voorgesteld zijn.

De bodem van eenige gedeelten van Engeland, Frankrijk, Duitschland, België, enz. is geheel ondermijnd. Tot het merkwaardigste voorbeeld daarvan behooren de Parijsche Catacomben. Een zesde gedeelte van Parijs is gebouwd op eenen grondslag, welke ondermijnd is door groeven, waaruit men gedurende vele eeuwen eene hoeveelheid bouwsteen, uit grofkalk bestaande, heeft uitgehaald, welke op 11 millioen kub. ellen wordt geschat. Deze mijnen zijn zoo onregelmatig bewerkt, dat een groote schat aan bouwsteen in de groeven achter moest gelaten worden, de meest gevaarlijke instortingen plaats hadden, en de arbeid daarin zeer gevaarlijk werd. In 1774 hadden instortingen, waaronder eene op den weg naar Orleans, plaats, en leerde men het gevaar kennen, waaraan de hoofdstad blootgesteld was. Men begon

nu de onderaardsche werken op te nemen en ontwaarde met schrik, dat het zuidelijk gedeelte van Parijs in eenen afgrond dreigde te storten; de oppervlakte van deze onderaardsche groeven, voor zooveel die bekend zijn, wordt op niet minder dan 674,450 vierk. ellen of 67 bunders geschat. Men heeft toen de gevaarlijkste plaatsen ondermetseld en andere gevuld, en daardoor aan die beroemde stad weder een meer vast fundament gegeven.

In een volgend opstel zullen wij achtereenvolgens stilstaan bij het vervoer der mineralen door en uit de mijnen, het oppompen van het mijnwater, het ververschen der lucht in de mijnen, en de gevaren waaraan de mijnwerkers zijn blootgesteld.
