

HET ZILVER ;

DOOR

G. F. VAN LIMBORCH VAN DER MEERSCH,

Kapitein-Ingenieur.

Onder de metalen is voorzeker het zilver een der meest bekende en in het dagelijksche leven van het uitgestrektst en meest verschillend gebruik; hetzij men het als munt, als huisraad of versiersel bezigt, er gaat geen dag voorbij, dat er niet, in alle beschaafde landen der aarde, door bijna ieder mensch gebruik van wordt gemaakt. Wij vermeenen den lezers van het *Album der Natuur* geene ondiensst te zullen doen met over dit zoo algemeen bekend metaal eenige, misschien minder algemeen bekende bijzonderheden mede te deelen, zoo omtrent zijne eigenschappen, als omtrent de wijze, waarop het in de natuur voorkomt, van zijne bijmengselen wordt afgescheiden, en hoe men zijn gehalte, dat is het gewigt aan zuiver zilver in een gegeven gewigt metaal, ontdekt.

Daar het niet zelden in de natuur *gedegen*, dat is als metaal voorkomt en daarbij ligt smeltbaar is, kan het geene verwondering baren, dat het reeds in de oudste tijden bekend was en de opmerkzaamheid had tot zich getrokken.

De oude scheikundigen, *stofscheiders*, zoo als zij zich noemden, beschouwden het echter niet als een enkelvoudig ligchaam. ALBERTUS MAGNUS, die in de 13e eeuw leefde, meende dat het uit zwavel en kwik voortkwam; het zilver was, volgens de stofscheiders en alchymisten, onvolmakter dan het goud; dáárom, zeiden zij, was het ten opzigte van het goud, als de maan ten opzigte van de zon, en daar nu in hun geheimzinnig schrift het goud door het teeken van de zon ☉ werd voorgesteld, gaven zij aan het zilver het teeken van de

maan D , en noemden het aardse maan, *luna*. Zij schreven er vele geneeskrachten aan toe, voornamelijk tegen de ziekten der hersenen, omdat het hoofd met de maan in een geheimzinnig verband stond. In het algemeen geloofden de oude *medicijnmeesters*, dat, wanneer een metaal of steen of eenig deel eener plant gelijkenis had met eenig deel van het menschelijk ligchaam, of volgens hunne begrippen daarmede in verband stond, dan ook dat metaal of die steen of plant geneeskrachten tegen de ziekten dier deelen in zich bevatte. Dat die gelijkenissen somtijds ver gezocht werden, kunnen onze lezers zich ligt voorstellen, men behoeft daartoe slechts de afbeeldingen van planten en delfstoffen te zien in oude boeken, zelfs van het laatst van de 17^{de} eeuw, waarin de poëtische vrijheid somtijds tot het uiterste is gedreven. Vele van die merkwaardige krachten zijn echter bij den vooruitgang der wetenschap in rook verdwenen; en buiten eene schaarsche toepassing van eene der zilververbindingen, wordt het in de geneeskunst niet meer gebruikt, dan om de pil te verzilveren.

Het verdwijnen dier oude droombeelden heeft echter de begeerte naar het zilver niet doen verminderen; er wordt nog een veelsoortig en nuttig gebruik van gemaakt, en er wordt genoeg gezwoegd en gezweet om dat edele metaal te verkrijgen. Dat het niet gemakkelijk magtig te worden is, weten wij allen bij ondervinding; elk in zijn werkring moet daartoe hetzij zijne ligchaams-, hetzij zijne geestkrachten aanwenden, en hoe veel moeite en arbeid het kost om het edel metaal van het onedel gezelschap, waarin het meestal gevonden wordt, te scheiden, zullen mijne lezers kunnen beoordeelen, wanneer zij het geduld hebben de volgende bladen te lezen.

De uiterlijke eigenschappen van het edel metaal zijn allen lezers bekend; zij kennen dien eigendommelijken metaalglans, waarop de lucht geen invloed uitoefent — ten ware die met zwaveldampen bezwangerd zij ¹⁾; — zij weten, dat het, na het platina en het goud, het zwaarste metaal is. Het soortelijk gewigt is 10.5. Het is harder dan goud, doch niet zoo hard als koper; daarom wordt het in het gebruik nooit zuiver aangewend, maar wordt er altijd een gedeelte koper bijgesmolten, waardoor het meer hardheid verkrijgt. Na het goud

¹⁾ Zoo als b. v. in Amsterdam.

is het zilver het smeed- en rekbaarst metaal; men kan het onder den hamer tot ongelooflijk dunne plaatjes slaan, waarvan 8000 op elkander gelegd nog niet de dikte van $2\frac{1}{2}$ streep hebben, terwijl een pond zilver tot een draad kan getrokken worden van meer dan 450 uren gaans. Daarbij is het zeer taai, want een draad van 2 streep middellijn breekt eerst bij een gewigt van 85 pond. Het is vatbaar om zeer goed gepolijst te worden, en in dien toestand kaatst het het licht en de warmte meer dan eenig ander metaal terug; zijn uitstralingsvermogen voor de warmte is derhalve zeer gering, dat wil zeggen, dat in een gesloten zilveren ketel, het vocht langer warm blijft dan in dien van eenig ander metaal, en dit is dan ook de reden, waarom onze dames zooveel prijs stellen op zilveren trekpotten.

Het zilver is smeltbaar bij eene temperatuur van 1000° CELSIUS, en geeft in het smidsvuur duidelijk waarneembare dampen. In salpeterzuur, koningswater, alsmede in kokend zwavelzuur is het oplosbaar.

De rijkste zilverbijnen vindt men op hooge breedten, in verhevene gebergtestreken. Eenige beroemde zilverbergwerken — Kongsberg in Noorwegen, Sala in Zweden — liggen niet ver van de poollanden (Kongsberg op $59^{\circ} 40'$, Sala op $59^{\circ} 54'$ N. B.) Ook in warmere luchtstreken komt het zilver veeltijds voor in de nabijheid van hooge bergtoppen, welke niet zelden tot diegene behooren, welke met eeuwige sneeuw bedekt zijn. In Europa levert Saksen het vierde gedeelte van al het zilver, dat daar gewonnen wordt. Verder vindt men ook zeer rijke mijnen in Noorwegen, Zweden, het Hartzgebergte, Hongarije enz., alsook in Zuid-Amerika, in Mexico, Peru, Bolivia, Chili, enz.

In bijna al deze mijnen, waar de erts voornamelijk uit zwavelzilver bestaat, vindt men ook gedegen zilver, meest als draden en haren, of takvormig of ook gelijkende naar mos- of boomachtige plantgewassen. Voornamelijk te Kongsberg komen sierlijke exemplaren voor van door- en ineengewikkelde en gewarde draden en mosachtige boompjes, welke niet zelden, met teerlingvormige kristallen, mede van gedegen zilver, bezet zijn.

Het zilver is het zuiverst onder al de gedegen metalen, doch het bevat evenwel altijd nog eenige hoeveelheid goud, koper, ijzer, arsenicum of lood.

Het komt ook in grootere en kleinere onregelmatige blokken met afgeronde kanten voor, en niet zelden bijna aan de oppervlakte van den bodem, zoo als in Zuid-Amerika, waar het dikwijls, wanneer de zoden weggenomen werden, aan de graswortels hangende gevonden werd. In de 15de eeuw werd te Schneeberg in Saksen uit eene zilverader een zoo geweldig groot blok gedegen zilver uitgehouwen, dat hertog ALBERT VAN SAKSEN, in de mijn nedergedaald, het als tafel gebruikte om het middagmaal aan te houden; met hoeveel gasten hij aangezeten was wordt niet vermeld, doch bij het uitsmelten zou het blok 40,000 pond (natuurlijk oude) zuiver zilver uitgeleverd hebben. 't Is lang geleden en ver van hier gebeurd!

Men vindt het zilver niet, even als het goud, in korrels, als gerolsel, aan de oevers of op den bodem van rivieren, maar het komt daarentegen, op verschillende wijze, met andere stoffen en metalen verbonden, als erts voor. De meest algemeen voorkomende ertsen zijn: zwavelzilver of *zilverglans*, spiesglans-zwavelzilver of *rothigültigerts*, chloorzilver of *hoornzilver*, bromiumzilver, iodiumzilver, zilverhoudend zwavellood of *galena*, zilverhoudend zwavelkoper, arsenikzilver enz.

Naar mate de zilverertsen verschillende metalen bevatten, of naar mate het zilver met verschillende stoffen verbonden is, moet men ook eene andere wijze volgen om het af te scheiden. Wij zullen achtereenvolgend de meest in gebruik zijnde bewerkingen eenigzins nader beschouwen, in de hoop, dat onze lezers ons wel op onzen togt door de verschillende fabrieken zullen willen volgen.

Het zilverhoudend lood is meestal zwavellood, loodglans. Daar dit door de natuur langs den natten weg is gevormd, vindt men het in de neptunische of uit water bezonken gesteenten, en dat wel in de oudste lagen; het komt daar in legers of in gangen voor.

De erts wordt eerst op lood verwerkt, en dat lood bevat alsdan gewoonlijk al het zilver, en wel in zoo groote hoeveelheid, dat het er met voordeel kan worden uitgehaald. Men noemt het dan *werklood*, en de bewerking, waardoor het zilver verkregen wordt, heet *kupellatie*. Wanneer het lood $\frac{1}{5000}$ zilver bevat, kan het er door deze bewerking met voordeel worden uitgetrokken.

Vóór een twaalfstal jaren is er door PATERSEN eene bewerking uitgevonden, waardoor uit zeer zilverarme loodsoorten een zilverrijk lood kan worden afgescheiden. Die bewerking noemt men *afdriving door kristallisatie*. Men smelt namelijk eene groote massa zilverarm lood in gegoten ijzeren ketels, en laat het langzaam verkoelen, onder gedurig omroeren met een ijzeren spatel; na verloop van eenigen tijd vertoont zich een kristalachtig poeder, dat men met een schuimspaan verwijderen kan, naar mate het gevormd wordt. Dit gedeelte nu van het lood, dat in onvolmaakten kristalvorm wordt afgescheiden, bevat zeer veel minder zilver dan het vloeibaar gebleven gedeelte; het laatste is dus, ten koste van het eerste, verrijkt. Door nu deze bewerking eenige reizen te herhalen, zoo op het in vasten staat afgescheiden lood, als op het andere gedeelte, bekomt men aan den eenen kant lood, dat hoe langer hoe armer, en aan den anderen kant lood, dat hoe langer hoe rijker aan zilver wordt. Het laatste wordt aan de kupellatie onderworpen, en het eerste in den handel gebragt.

Ten einde onzen lezers een denkbeeld te geven, hoedanig het lood door deze handelwijze verrijkt kan worden, dient, dat wij in onze verzameling bolletjes zilver bezitten, welke in eene fabriek, aan de baai van Spezzia in Toskane, door kupellatie verkregen zijn uit zilverhoudende galena van eene mijn bij Cagliari op het eiland Sardinië. Een zeker gewigt aan lood, dat niet aan de kristallisatie onderworpen was, gaf door de kupellatie slechts $\frac{1}{100}$ wigte zilver, terwijl hetzelfde gewigt van aan de kristallisatie onderworpen lood $\frac{1}{6}$ wigte zilver gaf; het lood' was dus door deze bewerking meer dan 14 maal rijker aan zilver geworden.

De kupellatie van het werklood berust op de eigenschap van het zilver om, wanneer het in aanraking met de dampkringslucht verhit wordt, niet te oxyderen (zich niet met zuurstof te verbinden) en op de eigenschap van het lood en de andere in het werklood nog bevatte metalen om zich daarentegen ligt te oxyderen; de geoxydeerde metalen nu zijn smeltbaar en laten zich, zoo als wij zien zullen, gemakkelijk van het gesmolten zilver afscheiden.

De bewerking geschiedt in een oven; op de oppervlakte van het gesmolten metaal vormt zich eene laag gesmolten lood-oxyde, goud- of

zilverglit (lithargyrium) genaamd; daar het gesmolten metaal eene bolle oppervlakte heeft, vloeit het goudglit tusschen het metaal en de wanden van den oven; maakt men nu in dezen laatsten eene insnijding, welke men verdiept, naar mate het oppervlak van de gesmolten massa zakt, dan zal het goudglit gedurig afvloeijen en het zilver in den oven blijven.

Wij laten hier de beschrijving volgen van de manier, die in Clausthal in het Hartzgebergte gebruikelijk is, welke het gezegde zal verduidelijken.

Fig. 1.

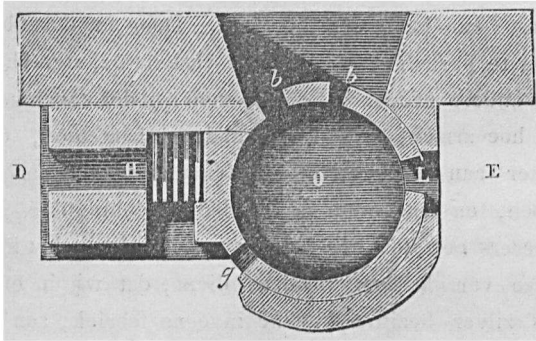
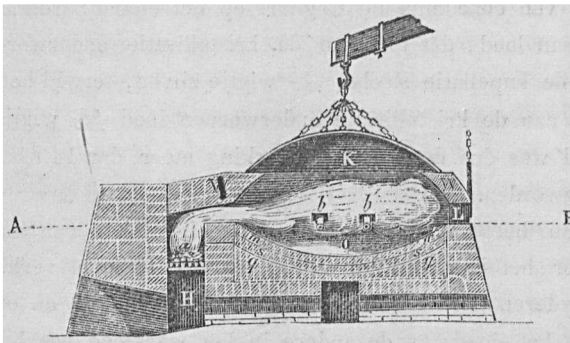


Fig. 2.



De bijgevoegde afbeeldingen, figuur 1 en 2, stellen een kupellatieoven voor.

Figuur 1 is de horizontale doorsnede over de lijn AB van figuur 2, en figuur 2 is de verticale doorsnede over lijn DE van figuur 1.

De kupelleeroven is eene soort van reverbereeroven, bestaande uit den cirkelvormigen oven O en den op zijde gelegen vuurhaard

II. De zool, welke ketelvormig is uitgehold, bestaat uit metselsteenen $s s'$ op hun kant op een bed $q q$ van slakken geplaatst. Hierover wordt eene laag mergel $m m'$ gebragt, welke goed ineen gestampt en bij elke bewerking vernieuwd wordt. Deze mergellaag draagt den naam van *kupel*, waarnaar de geheele bewerking kupellatie geheeten wordt.

Het wulf *W* van den oven wordt gedekt door eene kap *K* van geklonken plaatijzer, die, door middel van kettingen aan eene kraan bevestigd, gemakkelijk weggenomen en geplaatst kan worden. Deze kap is van binnen met eene laag leem voorzien.

De oven heeft vier openingen: die, welke aan de vlam van den haard toegang verleent, de twee openingen *b* en *b'*, waarin de pijpen uitmonden van twee blaasbalgen, welke gedurig versche lucht over het oppervlak van het bad verspreiden, waardoor de oxydatie van het lood bevordert en het goudglit naar den kant geblazen wordt; verder de opening *L* om het lood in te brengen en eindelijk de opening *g*, waardoor het goudglit wegvloeit en die glitgoot (*Glittgasse*) genaamd wordt.

Bij den aanvang der bewerking is deze opening door de kupel gesloten, doch deze wordt achtereenvolgend ingesneden, zoodat het goudglit kan wegvloeijen op den bodem van de werkplaats, alwaar het zich verzamelt en vast wordt. Het is zeer noodzakelijk, dat dit goudglit van het metaal verwijderd worde, dewijl het anders het toetreden van de lucht tot het lood verhinderen en zoodoende de verdere oxydatie beletten zou.

Om eene kupellatie te beginnen, moet men eerst de kupel gereed maken. Hiertoe wordt de kap omhoog gehaald, en de oude kupel, welke geheel met goudglit doortrokken is, uitgebroken. De stukken worden tot andere doeleinden gebruikt. Dan bevochtigt men de metselsteenen *s s'* van de zool met water, en brengt er den mergel laagsgewijze op, zorg dragende dien met een stamper vast ineens te werken; vervolgens laat men de kap weer neder en strijkt al de openingen zorgvuldig met leem digt.

Men laadt den oven met ongeveer 160 quintalen lood, en men begint te stoken. Het lood smelt al spoedig; dan brengt men de blaasbalgen langzamerhand in werking. Door de toegevoerde zuurstof van de lucht begint nu het lood te oxyderen, en het oppervlak van het bad wordt overdekt met een zwartachtig stof van loodoxyde met vreemde zelfstandigheden vermengd. Dit stof, *Abstrich* genaamd, smelt niet, omdat de temperatuur daartoe niet hoog genoeg is. Van tijd tot tijd werpen de werklieden eenig poeder van houtskool op het bad, en

door middel van een takkebos, dwars aan het einde van een ijzeren stang bevestigd, halen zij den *Abstrich* naar de glitgoot en verwijderen dien uit den oven.

Na verloop van eenigen tijd komt het gesmolten goudglit te voorschijn. Het eerst komende is onzuiver en wordt, als het uit den oven gevloeid is, afzonderlijk gehouden en niet met het zuiver goudglit, dat vervolgens komt, vermengd. Dit laatste wordt in den handel gebragt.

Men vervolgt nu de kupellatie, zorg dragende langzamerhand de blaasbalgen meer wind te doen geven, ten einde de oxydatie van het lood te bevorderen, alsmede om de glitgoot meer en meer in te snijden.

Wanneer nu op deze wijze bijna al het lood tot loodoxyde is geworden, zoo bevindt zich nog slechts een uiterst dun vliesje van dit laatste op het zilver, waardoor de oppervlakte van het metaal de kleuren van den regenboog vertoont; eindelijk scheurt ook dit dunne vliesje, het zilver komt glanzend te voorschijn, het *blijkt*. Zoodra dit gebeurt, wordt het vuur uitgedoofd en de zool eerst met warm, en daarna met koud water overgoten, waarna men het zilver in de gedaante van eene schijf uit den oven haalt. De bewerking duurt ongeveer 30 uren, met inbegrip van het vervaardigen der kupel. De 160 quintalen werklood, te Clausthal, leveren 56 mark zilver uit, het mark van $\frac{1}{4}$ pond.

Het aldus verkregen zilver is echter niet geheel zuiver, maar bevat nog ruim 6 percent lood en andere metalen; het wordt daarom nog aan eene bewerking onderworpen, welke men *louteren* noemt. Het is nagenoeg eene herhaling van de kupellatie.

Het zilver wordt in een gegoten ijzeren ketel gesmolten, onder den invloed van een luchtstroom, welke de vreemde metalen oxydeert. De ketel is inwendig met eene dikke, vaste laag mergel en asch bekleed, welke eene poreuse kupel vormt, die de gesmolten oxyden inzuigt. Na deze loutering bevat het zilver nog slechts 1 percent lood of andere metalen.

Wij hebben nu de zilverhoudende loodertsen afgehandeld en kunnen overgaan tot de manier, waarop ons metaal uit de zilverhoudende ko-

perertsen wordt gewonnen. Deze ertsen bevatten dikwijls eene genoegzame hoeveelheid zilver om de moeite van het afscheiden rijkelijk te beloonen. Deze afscheiding kan op twee verschillende manieren geschieden, hetzij door smelting, in Duitschland *saigern*, in Frankrijk *liquation* genaamd, of wel door verbinding van het zilver met kwik of amalgamatie.

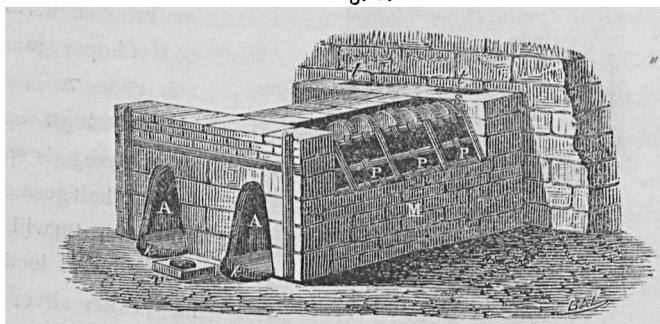
De eerste manier wordt toegepast op het zoogenaamde *zwart-koper*, hetwelk reeds door bewerking van den koperoxyde of koolzuur⁴koper bevattenden erts is verkregen. Zij berust op het volgende grondbeginsel: als men koper met lood te zamen smelt en plotseling verkoelt, blijft die legéring ¹⁾ innig verbonden, maar indien men dit mengsel weder langzaam verhit of wel de legéring langzaam laat verkoelen, dan scheiden de twee metalen zich van elkander; het lood houdt al het zilver terug, dat vroeger in het koper bevat was, en dit laatste metaal blijft nog slechts met eene geringe hoeveelheid lood vermengd. Het zilver wordt dan door kupellatie uit het lood verkregen.

Wij willen nu de wijze, waarop deze bewerking plaats heeft, eenigzins uitvoeriger beschouwen.

In een kleinen oven worden 3 deelen zwart-koper met 10 of 12 deelen, zoo mogelijk, zilverhoudend lood tezamengesmolten.

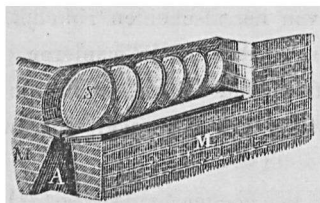
Dit alliërsel giet men in gegoten ijzeren vormen, waarin het plotseling, in den vorm van schijven, verkoelt. Deze schijven worden

Fig. 3.



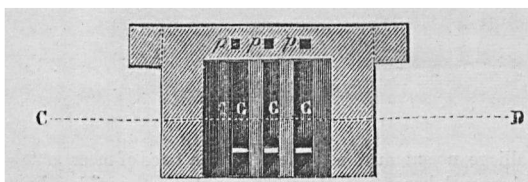
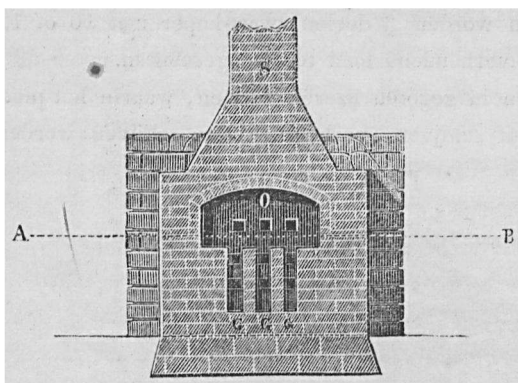
¹⁾ Legéring of ook wel alliage noemt men een mengsel van twee of meer metalen te zamen gesmolten; zoo is b.v. geel koper eene legéring van koper en zink. Is een van de metalen kwikzilver, dan noemt men het een *amalgama*.

Fig. 4.



langzaam verhit op twee gegoten ijzeren platen (zie de figuren 3 en 4), welke onder eene kleine tegengestelde helling op geringen afstand van elkander geplaatst zijn. De opening tusschen deze platen heeft gemeenschap met eene ruimte A daaronder, welke in het metselwerk M, waarop de platen liggen, is uitgespaard. De schijven S worden op hun kant naast elkander op de platen gezet en door houten wiggen van elkander gehouden, en daarna met platen van geslagen ijzer P (fig. 3, vor. bl.) bedekt. Tusschen de schijven wordt dan houtskool gestrooid, waarna de houten wiggen worden weggenomen. Vervolgens wordt er in de opening A hout gelegd en in brand gestoken, terwijl de trek wordt bevorderd door de kleine schoorsteentjes *t'*, welke in het metselwerk zijn uitgespaard. Naar mate de warmtegraad stijgt, smelt het lood en vloeit het over den bodem van den vuurhaard in een daar vóór geplaatsten kroes *k*, waaruit men het,

Fig. 5 en 6.



naar mate de kroes gevuld wordt, met eene ijzeren lepel uitschept en in een vorm *v* giet, waarin het de gedaante van lensvormige brooden verkrijgt.

Het koper, met nog een gedeelte lood gemengd, blijft op de platen terug als sponsachtige halfgesmolten stukken, terwijl het afgescheiden lood bijna al het zilver bevat. De op de platen terug gebleven stuk-

ken koper kunnen nog een gedeelte zilverhoudend lood uitleveren, wan-

neer men ze aan een hooger grad van hitte blootstelt; dit geschiedt dan ook, en wel in een bijzonderen smeltoven, waarvan figuur 5 eene vertikale doorsnede voorstelt volgens de lijn CD van figuur 6 en figuur 6 eene horizontale doorsnede volgens de lijn AB van figuur 5.

De stukken koper worden op de zool van den oven O gelegd, boven de gangen GG, welke met hout gevuld worden. Men steekt de brandstof aan en sluit de deur van den oven, terwijl de trek bevorderd wordt door de kleine openingen *ppp*, welke in den schoorsteen S uitmonden. Door deze smelting wordt weder een gedeelte lood afgescheiden, maar, daar de lucht in den oven zeer oxijderend is, verandert het meeste lood in goudglit, dat in de gangen G valt; een klein gedeelte koper wordt mede geoxydeerd en blijft in het goudglit opgelost. Men bekomt alzoo zwart koper, hetwelk het grootst gedeelte van het zilver en lood, dat het nog bevatte, heeft afgegeven, en zilver- en koperrijk goudglit, hetwelk men later weër bij het lood en rood koper voegt, dat in den oven gesmolten en op de boven beschreven manier tot schijven wordt gegoten.

De tweede wijze, waarvan wij vroeger spraken, de amalgamatie, wordt op drie verschillende manieren toegepast. Men onderscheidt die in de Freiburgsche, de Mansfeldsche en de Amerikaansche amalgamatie-methode.

Laat ons deze methoden, waarvan de theorie eenigzins ingewikkelder is, een weinig nader beschouwen.

De zilver-ertsen in Saksen bevatten gemeenlijk zwavelzilver, zwavelantimonium, zwavelarsenicum, zwavelkoper, zwavellood, zwavelijzer en de rotssoorten, welke de gangen opvullen, waarin de ertsen als aderen voorkomen. Deze rotssoorten zijn meestal kwartsachtige gesteenten, bevat in de oudste bezonken lagen van schilferklei en graauwakke.

Wij zullen nu eerst de Freiburgsche methode kortelijk beschrijven.

De ertsen, welke meer dan 1 percent lood of 1 percent koper bevatten, worden van de amalgamatie uitgesloten, omdat deze metalen zich, even als het zilver, in het kwik oplossen, hetwelk de afscheiding van het zilver-amalgama zeer moeilijk maakt en het koper doet verloren gaan. Zoodanige ertsen moeten versmolten worden om er zilverhoudend lood of zwartkoper uit te winnen.

De voor de amalgamatie geschikte ertsen, welke een gehalte van 2 tot 50 lood zilver in het centenaar hebben, worden zoodanig vermengd, dat ze een gemiddeld gehalte bezitten van 6 tot 7 lood.

Tot het vormen van zwavelzilver en ijzer-oxyde, welke ligchamen onontbeerlijk zijn voor de scheikundige omzettingen bij de amalgamatie, is het noodig, dat er in de te behandelen massa eene toereikende hoeveelheid *pyriten* (zwavelijzer-kristallen) voorhanden zij. Indien dus de ertsen daarvan niet genoeg bevatten, mengt men er een gedeelte zwavelijzer onder.

Hierop wordt de erts, na tot poeder gebragt te zijn, in een reverberer-oven geroost, bij langzamerhand vermeerderde hitte en onder bijvoeging van nagenoeg 10 percent keukenzout. Het hoofddoel van het roosten met keukenzout is de omzetting van al de zilververbindingen in chloorzilver.

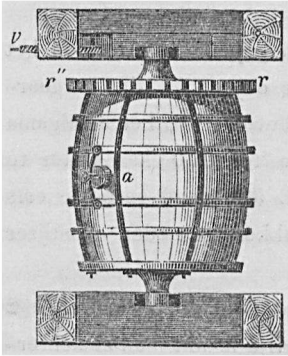
Het mengsel begint nu te droogen en wordt op de sool van den oven gelijkmatig verspreid; na verloop van eenigen tijd verhoogt men de temperatuur tot de gloeihitte, waarop ze gedurende 4 uren gehouden wordt. In het begin ontwijkt er water, arsenicum en antimonium, vervolgens zwaveligzuur en nog later zoutzuur en dampen van chloorijzer.

De voornaamste scheikundige omzettingen, welke door het roosten bewerkt worden, zijn de navolgende: — het zwavelkoper en het zwavelijzer veranderen, door de zuurstof van de lucht, in zwavelzuur koperoxyde en zwavelzuur ijzeroxyde; deze stoffen hebben slechts een kortstondig bestaan, want het zwavelzilver ontnemt haar weder een gedeelte van hare zuurstof en wordt daardoor tot zwavelzuur zilveroxyde, terwijl het zwavelzuur koper- en ijzer-oxyde tot oxydule-zouten worden terug gebragt. Het gevormde zwavelzuur-zilver blijft evenmin bestaan, het zilver vereenigt zich met een gedeelte van de chloor van het keukenzout tot chloorzilver, en het zwavelzuur met het geoxydeerde sodium tot zwavelzure soda.

Na de roosting worden de grovere deelen door uitziften gescheiden en, onder bijvoeging van nog eenig keukenzout, nogmaals geroost en vervolgens tot een fijn poeder gemalen en, met het overige, in de amalgamatie-tonnen gebragt.

Deze amalgamatie-tonnen zijn van hout (zie de figuren 7 en 8) en versterkt door ijzeren hoepels en dwarsijzers.

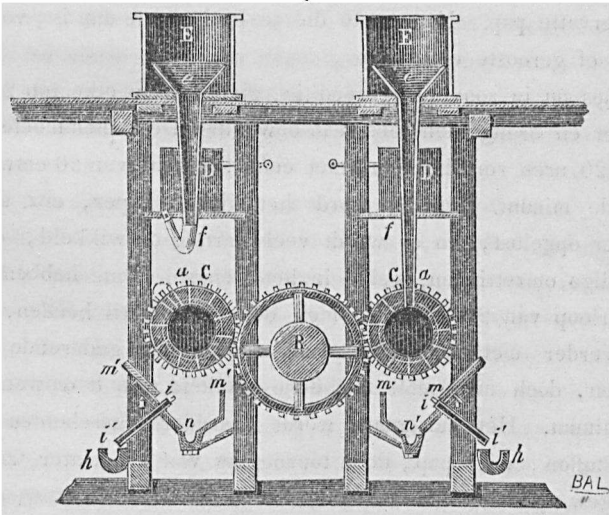
Fig. 7.



De bodems van deze tonnen zijn van gegoten ijzeren schijven voorzien, welke draaiassen dragen, die zich juist in de as van de ton bevinden. Op een der bodems is een getand rad rr'' , waarvan de tanden in die van een ander rad rr' vatten, hetwelk zich op een houten as R bevindt, welke as door een waterrad in beweging wordt gebragt.

Elke ton heeft eene opening a , gesloten door eene spon, welke door een ijzeren beu-

Fig. 8.



gel op hare plaats wordt gehouden. De spon zelve is doorboord en met een houten of ijzeren stop gesloten. Eene van de tap-platen, waarop de draaiassen wentelen, is vast, de andere is door middel der schroef v beweegbaar, zoodat men het rad rr'' van elke ton afzonderlijk van het groote rad kan vrij maken, zonder de beweging te doen ophouden der andere tonnen CC, welke ter wederzijde van de houten as geplaatst zijn, en twee aan twee in de tanden vatten van een' zelfde rad rr' . Boven elke ton is eene kist E geplaatst, die de

bereide stof bevat, welke gemakkelijk in de tonnen wordt gebragt, door middel van eene lederen slang *f*, waarvan het ondereinde in de opening *a* van elke ton wordt gestoken.

In de bakken *D*, eveneens boven elke ton geplaatst, giet men het benoodigde water voor elke lading. Onder de tonnen zijn vergaarbakken *m n m'* aangebragt, waarin, na de bewerking, het amalgama wordt verzameld. Men begint met in elke ton 150 kan water te gieten, en daarna laat men er uit de kist *E* 500 pond gerooste erts in loopen, hierbij voegt men 50 pond in stukken gesneden plaatijzer en maakt de opening met de spon digt.

Nadat al de tonnen aldus gevuld zijn, laat men die, gedurende 2 uren, langzaam draaijen; na verloop van dien tijd maakt men ze achtereenvolgens van het groote rad los en onderzoekt de lijvigheid van de daarin vervatte pap. Naar mate die te lijvig of te dun is, voegt men er water of gerooste erts bij.

Als alles nu in zooverre gereed is, giet men in elke ton 250 pond kwikzilver en brengt den toestel in beweging. De tonnen moeten nu gedurende 20 uren ronddraaijen, met eene snelheid van 20 omwentelingen in de minuut. Hierbij wordt het zilver, koper, enz. door het kwikzilver opgelost, en er wordt veel warmte ontwikkeld, door de scheikundige omzettingen, welke in het mengsel plaats hebben.

Na verloop van 20 uren laat men den toestel stil houden, vult de tonnen verder met water en laat ze dan nog gedurende 2 uren omdraaijen, doch nu slechts met eene snelheid van 8 omwentelingen in de minuut. Het amalgama wordt daardoor afgescheiden van de andere stoffen, wier pap, door toevoeging van het water, zeer verdund is geworden.

Nu worden de tonnen los gemaakt en de opening *a* naar onderen gebragt; men trekt de kleine stop uit de spon, en het gemalgameerde kwikzilver loopt door de opening in de ontvangbakken *m n m'*.

Zoodra de verdunde pap te voorschijn komt, sluit de werkman het spongat; als al het amalgama door de pijpjes *ii'* en de goten *hh* in een bijzonderen vergaarbak is gevloeid, wordt het spongat weder geopend en de achtergebleven stoffen vloeijen op hare beurt in de bakken *m n m'* en de goten *hh*, van waar ze in groote verzamelbakken

geleid worden, welke zich in eene lager gelegen verdieping bevinden. De stukken plaatijzer worden, door een rooster, in de tonnen terug gehouden.

Het chloorzilver heeft zich, bij deze bewerking, in de pekel opgelost, is, onder den invloed van het metallisch ijzer, ontbonden, en het vrij geworden zilver heeft zich met het kwik geamalgameerd, terwijl er chloorijzer in de zoutoplossing blijft. De chloorverbindingen van koper en lood zijn op dezelfde wijze ontbonden en hare metalen zijn eveneens geamalgameerd.

Wij hebben gezien, dat de tonnen met het gerooste mengsel en het bijgevoegde ijzer gedurende 2 uren worden omgedraaid, alvorens er het kwik wordt bijgedaan; men doet dit dáárom, om in dien tijd aan het chloorijzer door het ijzer een gedeelte van zijn chloor te laten ontnemen en in ijzerchloruur te veranderen; indien men echter het kwik bijvoegde, vóór dat deze verandering had plaats gehad, zou door de werking van het chloorijzer op het kwik een gedeelte chloor zich met dit laatste verbinden tot chloorkwik (calomel), en daardoor een aanmerkelijk verlies aan kwik ontstaan, omdat het kwik niet door het ijzer uit het chloorkwik wordt afgescheiden.

Wij hopen dat onze welwillende lezers deze scheikundige verbindingen, ontbindingen en wederverbindingen gelukkig zullen zijn doorgeworstd, dat ze door dien zuren appel zullen gebeten hebben, en vóór alles hopen wij, dat het ons eenigzins gelukt moge wezen hun daarvan een niet al te onduidelijk denkbeeld te geven. Over het vervolg der bewerking kunnen wij zeer kort zijn.

De van het amalgama afgescheiden stoffen worden in kuipen gedaan en, na daarin niet nog meer water verdund te zijn, door middel van borden, welke om eene vertikale spil bevestigd zijn, sterk omgeroerd. In de kuipen zijn op verschillende hoogten openingen, waardoor men achtereenvolgens het met de stoffen vermengde water laat afloopen; het amalgama, dat er zich nog in bevindt, zinkt op den bodem en wordt bij dat gevoegd, hetwelk uit de tonnen gekomen is.

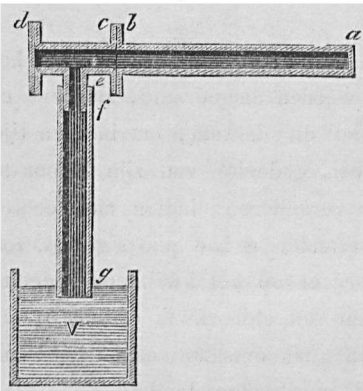
Al dit amalgama wordt nu in linnen filtreerzakken gedaan; het vloeibaar kwik, dat slechts weinig vreemde metalen bevat, loopt door de zakken heen en men houdt een papachtig mengsel over, dat uit

nagenoeg 5 deelen kwik en 1 deel zilver bestaat, door eenige vreemde metalen in geringe mate verontreinigd.

Deze pap wordt vervolgens in destilleertoestellen verhit om het kwik te vervlugtigen; de destilleertoestellen zijn op verschillende wijze ingerigt; zie hier de beschrijving van een der eenvoudigsten.

Eene gegoten ijzeren buis *ab* figuur 9, aan haar eene uiteinde gesloten, wordt met omstreeks 150 pond amalgama gevuld; aan de opening *b* van deze buis bevestigt men een elleboog *cde*, waarvan de

Fig. 9.



pijp *ef* wordt ingelaten in eene geslagen ijzeren buis, welke even in het water reikt, dat in den bak *V* bevat is.

De bewerking is nu duidelijk, men verhit de buis *ab* langzamerhand tot de roode gloei-hitte, het kwik distilleert en verdikt zich in den bak *V*, terwijl het zilver, door min of meer koper en lood veront-

reinigd, in de buis *ab* terug blijft. — Overigens wordt dit zilver op de boven omschreven wijze gezuiverd.

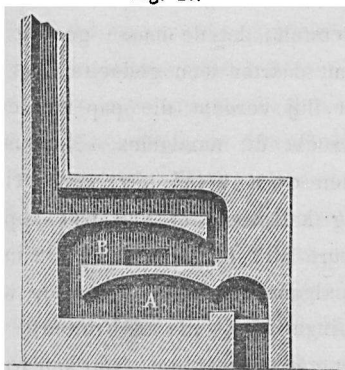
De tweede manier van amalgamatie is in het Mansfeldsche gebruikelijk en wordt toegepast op den zilverhoudenden *kopersteen*.

In de bitumineuse mergelschilfer, ook koperschilfer genaamd, van Thüringen komt veel zilverhoudend koper voor, waaruit de nog zilver bevattende kopersteen gewonnen wordt door den erts herhaalde keeren met kiezelaardige slakken te roosten.

Hoe uit dezen kopersteen het zilver door amalgamatie wordt verkregen, willen wij nu met onze lezers nagaan.

De kopersteen wordt gestampt en gezift en vervolgens tusschen molensteenen van graniet tot een ontastbaar poeder gewreven; men bevochtigt dit poeder met eene kleine hoeveelheid water en roost het in een reverbereeroven, waarvan de bijgevoegde afbeelding, figuur 10, eene horizontale doorsnede voorstelt. Deze oven heeft gewoonlijk twee verdiepingen en is voorzien van eene verdigtingkamer, waarin

het medegevoerde stof en de dampen teruggehouden worden. De kopersteen wordt eerst geroost in het



bovenste gedeelte B; tegelijkertijd wordt er in het onderste gedeelte A eene andere lading kopersteen van 150 pond geroost; welke reeds te voren in B behandeld was. Elke lading komt dus tweemaal in den oven. In het bovenste gedeelte wordt het poeder in eene dunne laag op de zool van den oven uitgestrooid; de hitte is in dit bovenste gedeelte ge-

matig, dewijl de kopersteen niet week mag worden, omdat het roosten daardoor zou worden vertraagd.

De arbeider werkt de massa, met een ijzeren krabber, gedurig dooreen om eene grootere oppervlakte aan den oxyderenden invloed der lucht bloot te stellen.

Dit roosten duurt ongeveer 3 uren, waarna de massa met den ijzeren krabber uit den oven gehaald en in eene kist gestort wordt.

Na deze eerste roosting wordt het poeder vermengd met 9 of 10 percent van zijn gewigt aan keukenzout en 10 percent tot zeer fijn poeder gebragten kalksteen; men voegt er water bij en kneedt de pap wél dooreen, totdat alles gelijkmatig vermengd is en eene gelijkslachtige massa vormt, welke in eene droogstoof gedroogd wordt.

De massa, welke nu brokkelig is geworden, brengt men tusschen de molensteenen wederom tot poeder en onderwerpt ze aan eene tweede roosting, en wel dezen keer in het onderste gedeelte A van den oven, terwijl er weder een nieuw gedeelte poeder, zonder keukenzout en kalksteen, in het bovenste gedeelte B, geroost wordt. De kalksteen (koolzure kalk) wordt er bij gevoegd om een gedeelte van de zwavelzouten van koper en ijzer te ontbinden, welke een aanmerkelijk verlies aan kwik zouden teweeg brengen, zoo ze bij de amalgamatie in te groote hoeveelheid aanwezig waren.

In het onderste gedeelte A is de hitte veel sterker dan in B; daardoor wordt het koolzuur van den kalksteen vrij, en het zwavel-

zuur der metaalzouten verbindt zich met den kalk tot gips, terwijl de metalen als oxyden terug blijven.

Wanneer nu de werkman veronderstelt, dat de massa genoeg geroost is, beproeft hij ze. Hij neemt daartoe een gedeelte, dat hij met water en kwik mengt en kneedt, hij verdunt die pap met eene grootere hoeveelheid water en onderzoekt dit amalgama. Naar mate zijner bevinding voegt hij er in den oven hetzij nog een weinig keukenzout, hetzij nog een weinig kalksteen of nog wat kopersteen bij. Deze tweede roosting duurt niet langer dan $1\frac{1}{2}$ à 2 uren.

De stof is nu gereed om in de amalgamatie-tonnen gedaan te worden, welke op dezelfde wijze zijn ingerigt als die te Freiburg. In elke ton stort men 500 pond van het geroost mengsel, 150 kan warm water en 40 stukken plaatijzer; men sluit de openingen met de spon, en, nadat al de tonnen geladen zijn, laat men ze eenigen tijd omwentelen, waarna er 150 pond kwik wordt bijgevoegd. De tonnen worden dan gedurende 14 uren in beweging gehouden, met eene snelheid van 15 omwentelingen in de minuut. Na verloop van dien tijd giet men in elke ton nog 100 kan water, en laat ze nog eenigen tijd met gematigde snelheid in beweging, ten einde de afscheiding van het amalgama te bevorderen.

Wanneer deze bewerking nu afgelopen is, wordt het amalgama uit de tonnen gedaan. Hiertoe maakt men ton voor ton van het groote rad los, brengt het spongat onder en neemt de spon uit het gat, waarop het geamalgameerde kwik in den ontvangbak *mm'* (zie figuur 8) vloeit en vandaar in de goot *h*, waardoor het in een bijzonderen vergaarbak loopt. De verdere behandeling is dezelfde als te Freiburg.

Er blijft nu nog over om de wijze te beschrijven, waarop in Amerika het zilver van de erts gescheiden wordt, — het is eentoonig, — het is al weder door amalgamatie.

Het geschiedt daar echter op eene geheel andere wijze.

Op die plaatsen, meestal hoog gelegen, waar het zilver gewonnen wordt, is de brandstof schaars, ze liggen ver boven de grens, welke de bosschen bereiken; langs moeilijke rotsachtige paden zou het brandhout vervoerd moeten worden door muilezels, lamas of men-

schen, waarmede aanmerkelijke kosten zouden gepaard gaan. Men volgt daarom aldaar eene wijze van bewerking, waarbij weinig brandstof gebruikt wordt, doch daarentegen is bij deze methode het verlies aan kwik veel grooter dan bij de vroeger beschreven manieren. Men moet echter van twee kwaden het kleinste kiezen.

De ertsen in Peru en Chili, waar de voornaamste zilverbergwerken zijn, bestaan uit gedegen zilver of alleen of verbonden met zwavel-antimonium en zwavel-arsenicum, uit chloorzilver enz. Meestal zijn deze stoffen zoo fijn verdeeld in de ertsen aanwezig, dat ze op het gezigt niet in den gangsteen zijn te onderkennen.

De ertsen worden eerst droog gestampt, en dan, met water, op molens (*arrastes*) zeer fijn gemalen. De brei wordt, voor zoo veel noodig, gedroogd en in hoopen van 500 a 600 quintalen op een bestraaten vloer (*patio*) gelegd. Deze hoopen dragen den naam van taarten (*tortadas*). Men bevochtigt ze met water en voegt er van 2 tot 5 percent keukenzout bij, waarna ze uitgespreid worden en door paarden of muilezels getreden, welke daarop ronddraven, tot dat het eene gelijkslachtige massa is geworden. Nadat deze massa eenige dagen stil heeft gelegen, voegt men er $\frac{1}{2}$ à 1 percent *magistral* bij; deze bestaat uit koperkies, dat 8 à 10 percent zwavelzuur koper bevat, waardoor het eigenlijk zijne werking uitoefent. Daarna wordt alles weer door de paarden getreden en goed dooreen gemengd; vervolgens mengt men er een gedeelte kwik onder, en wanneer dit geheel gelijkmatig verdeeld is, neemt de werkmán een klein gedeelte van de pap en verdunt dit in een houten bakje om het geamalgameerde kwik af te zonderen. Op het niterlijk aanzien van dit kwik beoordeelt de werkmán den gang der bewerking en ziet, of er kalk of *magistral* moet bijgevoegd worden. Wanneer de oppervlakte van het kwik grijsachtig is en het zich goed aaneen hecht, is de gang der bewerking goed, maar wanneer het kwik zeer verdeeld is en eene donkere kleur heeft, met bruine vlekken aan de oppervlakte, is dit een teeken, dat er te veel *magistral* bij is, *de taart is 'e warm*, zegt men, en er zou veel kwik verloren gaan, zoo men de bewerking op dien voet deed voortgaan; daarom voegt men er dan zoo spoedig mogelijk kalk bij, welke een deel ontbindt van het zwa-

velzuur koperoxyde, dat door de scheikundige reactie gevormd is. Blijft daarentegen het kwik zijne vloeibaarheid behouden, dan gaat de bewerking niet vooruit, de scheikundige omzettingen gaan te langzaam, en de *taart is te koud*; men moet er dan magistral bijvoegen om de werking te verhoogen.

Er verloopen nagenoeg 14 dagen, eer het kwik met genoeg zilver verbonden is om een papachtig amalgama te vormen; na verloop van dien tijd, giet men er eene tweede hoeveelheid en later eene derde en laatste hoeveelheid kwik bij.

Van tijd tot tijd herhaalt de werkman de boven omschreven proef om over den loop der bewerking te kunnen oordeelen. De geheele bereiding duurt tusschen de twee en drie maanden, naarmate van den aard der ertsen en van de weêrsgesteldheid. Wanneer men oordeelt, dat de bewerking is afgeloopen, wordt alles met water verdund om het amalgama af te scheiden, en dit wordt, even als in Europa, gefiltreerd en gedestilleerd.

Wij mogen niet nalaten onzen lezers ten minste een oppervlakkig overzicht te geven van de scheikundige werkingen, waarop deze behandeling berust.

Het keukenzout, uit chloor en sodium bestaande, en het zwavelzuur koperoxyde van de magistral ontbinden elkander wederkeerig en vormen chloorkoper en zwavelzure soda. Het metallisch zilver ontnemt aan het gevormde chloorkoper een gedeelte chloor, dat chloorzilver vormt. Het koperchloruur (eene verbinding van koper met minder chloor) lost zich in de keukenzout-oplossing op en werkt op het voorhanden zwavelzilver, daardoor wordt zwavelkoper en chloorzilver gevormd, en op zijne beurt werkt het kwik op het chloorzilver, dat zich in de zoutoplossing oplost, er wordt kwik-chloruur gevormd, en het zilver verbindt zich met het overige kwik.

Evenals bij de amalgamatie in Freiburg, is het ook hier van belang, dat er geen chloorkoper vrij blijft, daar dit het verlies aan kwik nog zou vergrooten, door de helft van zijn chloor aan het kwik af te staan om het in kwik-chloruur te veranderen. Daarom voegt men er kalk bij, welke het chloorkoper ontbindt, dat door te veel magistral ontstaan was. Het koperchloruur oefent geen nadeeligen invloed uit.

Het alsnu verkregen zilver bevat nog veel koper en andere metalen; het wordt daarvan door loutering gezuiverd, op dezelfde wijze als dit geschiedt bij het door kupellatie verkregen zilver. Evenwel moet er wegens de groote hoeveelheid koper, welke het mengsel bevat, te voren nog lood worden bij gesmolten.

De loutering kan ook langs den natten weg geschieden door zwavelzuur. In het Harzgebergte onder anderen behandelt men het zilver in porceleinen potten met geconcentreerd kokend zwavelzuur, waardoor het koper en zilver worden opgelost; het daarin bevatte goud blijft onopgelost. Het zilver wordt door koper nedergeslagen en bevat dan nog slechts eene geringe hoeveelheid koper. Deze methode noemt men *finering*. Men heeft daarbij het voordeel, dat men tevens het goud verkrijgt, hetwelk bij de loutering door afdrijven met het zilver verbonden blijft. Dikwijls dekt het verkregen goud de kosten der finering en zelfs wordt meestal de finering ondernomen met het doel om het goud te winnen.

Zoo hebben wij dan nu de verschillende wijzen beschouwd, waarop het zilver uit zijne ertsen wordt verkregen, en wij hebben daaruit geleerd, dat dit met nog al aanmerkelijke onkosten en moeite vergezeld gaat. De prijs van het kwik vooral heeft grooten invloed op de onkosten der amalgamatie; bij de Amerikaansche manier bedraagt het verlies voor elk deel zilver $1\frac{1}{2}$ deel kwik, en toch is de amalgamatie de eenige manier, die men bij het bewerken van die ertsen mag volgen.

(Wordt vervolgd.)