



## GELOUTERD GOUD

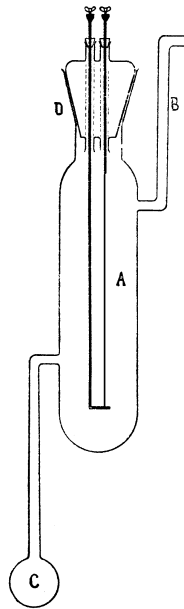
Zuivere metalen worden langs verschillende wegen verkregen. Vroeger werd goud (evenals zilver) gemaakt door erts in een vuurvaste pot aan de open lucht te verhitten. Erts bestaat veelal uit oxiden en goudoxide is bij hogere temperatuur niet stabiel. De oxiden van de andere metalen die ook in het gouderts zitten en wel stabiel zijn, hebben een lagere dichtheid. Ze drijven dus als een vel op het goud. Schep het vel eraf en je hebt gezuiverd, gelouterd goud.

Metalen zoals koper worden gemaakt door hun oxiden in een zuur op te lossen. Uit de oplossing wordt door elektrolyse het metaal (aan de negatieve elektrode) neergeslagen. Bij aluminium, dat een zeer stabiel oxide heeft, lukt dat niet. Daarom wordt het bij ongeveer 1000 °C opgelost in kryoliet,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , waarna het vloeibare aluminium gewonnen wordt door elektrolyse.

IJzer is weer een ander verhaal. Bij het hoogovenproces worden ijzeroxiden met kool gereduceerd. Daarbij ontstaat geen zuiver metaal, maar ijzer dat koolstof bevat. In vloeibare toestand wordt dat grotendeels ontkoold tot smeedbaar ijzer. Metalen als titaan, zirkonium, en hafnium zijn pas laat in de geschiedenis van de chemie bereid. Tegenwoordig bereiden we deze metalen niet uit de oxiden maar door een metaalfluoride te reduceren met natrium of calcium. Het probleem is echter dat die metalen dan hard en bros zijn en niet bewerkbaar. Wij weten nu dat dit komt door vervuiling met koolstof, zuurstof, stikstof of waterstof.

## HOOG SMELTPUNT

De vraag naar zuivere metalen kreeg een nieuwe impuls aan het begin van de vorige eeuw door de gloeilampenfabrieken. Voor gloeilampen zijn gloeiende draadjes metaal nodig en dus ontstond er



3. Het toestel waarin wolfram werd gezuiverd. A is een pyrexglazen buis, die door aansluiting B vacuüm kon worden getrokken. D is een stop, waardoor de elektrisch verhitte wolframdraad in de buis naar binnen steekt. In C bevindt zich onzuiver  $\text{WCl}_6$ . Door verwarming van C wordt  $\text{WCl}_6$  gasvormig en ontleedt in vast wolfram en chloorgas zodra het in aanraking komt met de nog veel hetere draad. Het chloorgas reageert vervolgens weer met de onzuivere wolframverbindingen in C tot  $\text{WCl}_6$ , waarna het proces opnieuw kan beginnen.

een zoektocht naar goed te bewerken metalen met een hoog smeltpunt en een lage verdamping bij een zo hoog mogelijke gloeitemperatuur.

De keuze viel al spoedig op wolfram. Dat heeft een smeltpunt van circa 3400 °C en is makkelijk met waterstof uit het oxide te reduceren. Het aldus ontstane metaalpoeder wordt tot staven geperst, verhit en tot draden getrokken. Die draden moeten zeer gelijkmatig zijn en daardoor ontstond de vraag naar zeer zuiver wolfram.

Dat werd verkregen door wolframhexachloride ( $\text{WCl}_6$ ) bij hoge temperatuur te ontleden aan een wolframdraad (zie fig. 3). Het daarbij ontstane chloor reageert met elders aanwezig onzuiver wolfram tot  $\text{WCl}_6$  dat vervolgens weer ontleedt aan de draad. Het wolframhexachloride is de exclusieve transporteur van wolfram. Onzuiverheden worden immers niet getransporteerd, zo ontdekte Philips-onderzoeker Van Arkel tussen de twee wereldoorlogen.

## ZUIVER TITAN

Later werd deze methode ook toegepast om voor het eerst in de geschiedenis zuiver titaan te maken. Het transportmiddel was jodium. Eventuele verontreinigingen als zuurstof of stikstof bleven in het ruwe titaan achter. Op dezelfde wijze werden ook zirkonium en hafnium gemaakt. Het jodide-proces is naar de uitvinders het 'Van Arkel-de Boer proces' genoemd. Niet alle metalen kunnen zo gezuiverd worden. In de eerste plaats moet het metaal een vluchtig jodide hebben, dat bij lagere temperatuur gevormd wordt en bij hogere temperatuur weer ontleedt. Daarnaast moet het smeltpunt van het metaal voldoende hoog zijn en mag het metaal niet vluchtig zijn. Ook mogen de metaaljodiden geen zuurstof mee laten transporteren in de vorm van metaaloxijodiden. Tenslotte moeten andere metalen, die dezelfde jodide-reacties geven, vooraf uit het ruwe metaal verwijderd zijn. Het belang van de Philips-uitvinding oversteepte de gloeilampen. Zirkonium is corrosiebestendig en bijna transparant voor neutronen. Het wordt daarom gebruikt voor de omhulling van de splijtstof in een kernreactor. Hafnium absorbeert daarentegen juist neutronen en wordt gebruikt in regelstaven bij kernonderzeeërs. Titaan is ook zeer corrosiebestendig en is bovendien zeer licht. Het wordt o.a. in de vliegtuigindustrie gebruikt.

4. Zuiver titaan is zeer licht en corrosie-bestendig en wordt daarom in de vliegtuig-industrie toegepast

