

De Galvanoplastiek in de Tandheelkunde *)

door H. H. Ruskamp, tandarts, assistent R. U.

II. TECHNIEK

Alvorens de afdruk in het koperbad geplaatst kan worden dient deze geleidend te worden gemaakt, hetgeen, zoals reeds eerder werd aangegeven op de volgende manieren kan worden uitgevoerd:

a. Met koperpoeder

Men verwijdert van de afdruk, voor zover dit zonder kans op beschadiging mogelijk is, het teveel aan afdrukmateriaal. Vervolgens spoelt men de afdruk onder de kraan goed af en droogt hem met samengeperste lucht.

Met een dunne, niet te slappe penseel smeert men de afdruk voorzichtig met zo weinig mogelijk dunne olie in. Hierna brengt men eveneens met een penseel het koperpoeder op de afdruk aan, door voorzichtig dit poeder met ronddraaiende bewegingen zo dun en gelijkmatig mogelijk over het oppervlak te verdelen. Hierbij lette men scherp op dat zich in rechte hoeken of kanten geen overtollig koperpoeder ophoopt, daar dit aan de detailscherpte van het kopermodel afbreuk doet. Heeft men de beschikking over een koperpoederverstuiver, dan verdient deze de voorkeur.

Verder zorg men ervoor dat het koperpoeder contact heeft met de rand van de band.

Aan de tegenovergestelde zijde van de band neemt men nu het afdrukmateriaal concaaf weg, alvorens deze op de kathodehouder vast te zetten met behulp van rose- of kleefwas.

Het electrisch contact wordt dus door de kathodehouder en de koperband met het koperpoeder op het afdrukkoppervlak tot stand gebracht. Vervolgens brengt men rond de koperband een strook waspapier aan (minstens 2 mm langer dan de band) die met was wordt vastgezet, met het doel overmatige koperafzetting z.g. „treeing” in goede banen te leiden en de buitenoppervlakte van de band te isoleren. Heel handig kan men hiervoor ook leukoplast gebruiken.

Na voorzichtig uitspoelen kan de afdruk in het bad worden geplaatst. Dit kan het best geschieden door de afdruk eerst met electrolyt door middel van een pipet te vullen, waardoor men eventuele isolerende luchtballen uitsluit.

Wil men het geleidend vermogen van het afdrukkoppervlak vergroten dan is dat mogelijk met behulp van ijzerpoeder of door de verzilveringsmethode.

*) Vervolg op het artikel in het T.v.T. Juni 1951.

In het eerste geval verstuift men ijzerpoeder over de afdruk en druppelt dan enkele druppels electrolyt in de afdruk, waarbij de ijzerdeeltjes, door koperdeeltjes uit het electrolyt, worden vervangen.

Alvorens de afdruk in het bad te plaatsen, wordt deze goed uitgespoeld.

Wil men het koperpoeder verzilveren dan druppelt men eveneens met behulp van een pipet enkele druppels van deze vloeistof in de afdruk na eerst de oppervlaktetenspanning verminderd te hebben met b.v. alcohol 70%.

Recept:	Ag	3 gr.
	KCN	4,5 gr.
	K ₂ CO ₃	3 gr.
	Aquadest.	100 cc.

b. Grafiet

Wil men grafiet (b.v. Agrafit) gebruiken dan wordt dit tot een waterverfachtige consistentie aangemaakt en met een penseel voorzichtig en dun aangebracht. Ook hier lette men scherp op een goed contact tussen het grafiet en de rand van de band en op het voorkomen van overtollig grafiet in hoekjes en oneffenheden. Vervolgens wordt de afdruk goed droog geblazen. Alvorens nu de afdruk op de kathodehouder in het bad wordt gehangen, brengt men waspapier of leukoplast aan zoals hiervoor werd aangegeven. Ook bij grafiet kan men, met behulp van ijzerpoeder dat in koper wordt omgezet, het geleidend vermogen verbeteren.

Het gebruiken van ijzerpoeder is echter niet eenvoudig, en een gelijkmatige aanbrenging moeilijk, waardoor veel van het effect verloren gaat.

c. Zilverspiegel

Naast de reeds beschreven methoden voor het verkrijgen van een geleidend afdrukoppervlak kan nog de zilverspiegeltechniek met succes worden toegepast, een methode waaraan ik persoonlijk verre de voorkeur geef.

De zilverlaag hecht goed aan het afdruk materiaal, is gemakkelijk te verkrijgen, is overal even dik en het geleidend vermogen is zo groot dat vrijwel onmiddellijk na het in het bad hangen een eerste koperfilm neerslaat.

Bij deze methode druppelt men eerst enkele druppels „sensitizing solution” in de afdruk, of penseelt deze hiermee in, waarna men haar uitspoelt met aquadest.

Vervolgens wordt de afdruk half gevuld met zilvernitraat, waarna de reductievloeistof wordt toegevoegd tot de afdruk geheel gevuld is. Met een penseel roere men de vloeistof in de afdruk dan even om, waarna men goed spoelt met aquadest.

Een duidelijke zilverfilm ziet men dan in de afdruk. Een eventuele fout valt direct op en deze is gemakkelijk te herstellen door het proces met zilvernitraat en reductievloeistof te herhalen.

Het volgende recept is goed bruikbaar voor deze methode:

1. *Etsvloestof* (sensitizing solution)

HCl (geconc)	30 cc.	
Aquadest.	60 cc.	
Sn (zuiver)	5 gr.	(lost moeilijk op)

2. *Zilveroplossing*

AgNO ₃	4 gr.
Aquadest.	90 cc.

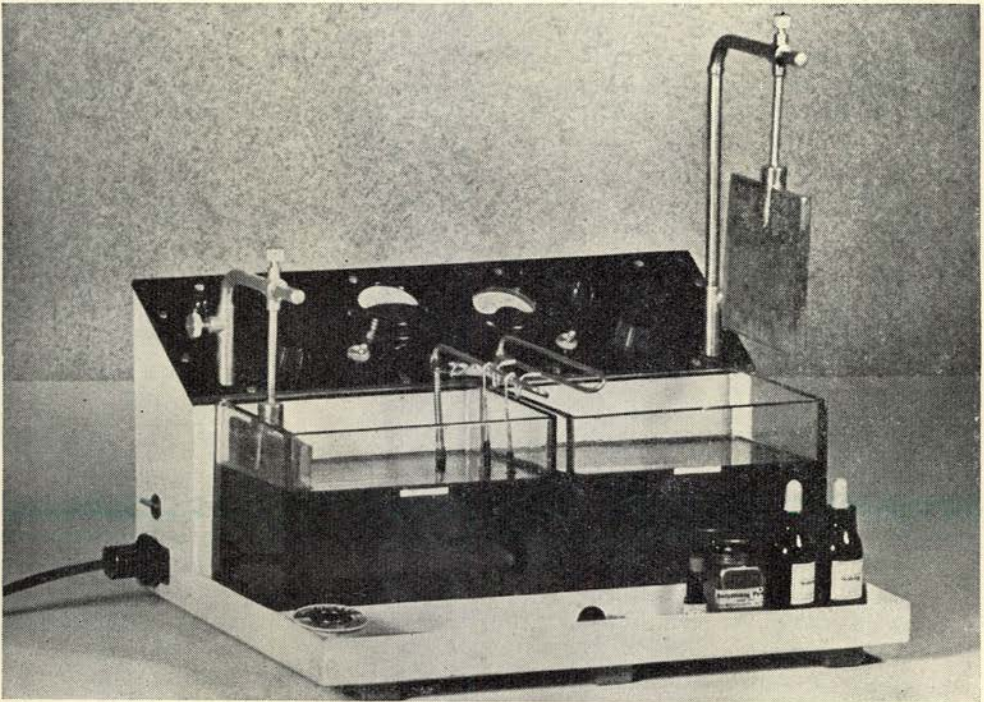
3. *Reductievloestof*

Pyrogallol	3 gr.	
citroenzuur	0.6 gr.	(In donkere fles bewaren en na
Aquadest.	90 cc.	± 4 maanden vernieuwen).

Voor deze methode is ook een verzilveringsset in de handel van Bertoft-Ekenäs, een Zweeds product dat goede resultaten geeft bij een iets gewijzigde werkwijze.

Verkoperingsapparaat

Elk apparaat is bruikbaar mits men rekening houdt met de eerder genoemde factoren. Het hierbij afgebeelde apparaat, dat volgens eigen



ontwerp vervaardigd is, voldoet zeer goed. Het bestaat geheel uit plaatijzer (1 mm) terwijl het „dashboard” zwart pertinax is (5 mm).

Op dit dashboard zijn een milliampèremeter en voltmeter voor inbouw gemonteerd.

De ampèremeter wijst aan tot 500 mA, maar is door het omzetten van een tuimelschakelaar waarbij een shunt voorgeschakeld wordt, geschikt voor stroomsterkten tot 5 A. Bij de voltmeter (0—10 V) kan op gelijke wijze de voorschakelweerstand worden verminderd waardoor nauwkeurige meting van 0—1 V mogelijk wordt.

Met de schakelaar naast de voltmeter is het mogelijk de spanning beurtelings van het linker of rechter bad te meten, of desgewenst geheel uit te schakelen.

Met een regelbare draadgewonden potentiometer tot 100 Ω voor ieder bad kan men de stroomsterkte regelen.

Het is soms moeilijk een geschikte potentiometer kant en klaar te kopen, daar in de radiotechniek deze potentiometers weinig toepassing meer vinden. Een potentiometer uit een oud plaatspanningsapparaat kan dan goede diensten bewijzen.

Als stroombron kan een accu, een gelijkrichtcel of desnoods een batterij dienen. Bij het apparaat van de afbeelding wordt een transformator met gelijkrichtcel gebruikt, terwijl voor afvlakking een electrolytische laagspanningscondensator van 500 mfd zorg draagt.

De anode kan bij buiten gebruik zijn van het bad omhooggeschoven worden en met een stelschroef vastgezet.

De kathode bestaat uit een omgebogen staaf roestvrij staal waarvan de uiteinden als stekkers in twee gewone radiostekkerbusjes schuiven.

Links op het „dashboard” bevindt zich een contrôlélampje dat aangeeft of het apparaat in- of uitgeschakeld is. De hoofdschakelaar is in de zijwand aangebracht.

Op de glazen tanks (15 × 20 × 15) geeft een witte streep het veriste vloeistofniveau aan. Zijn één of beide tanks buiten gebruik, dan kunnen deze na het omhoogschuiven der anode, met een glasplaat afgedekt worden.

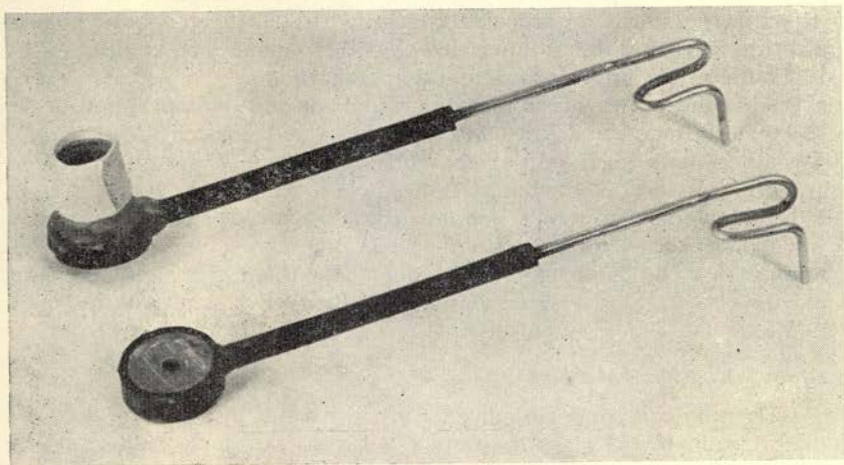
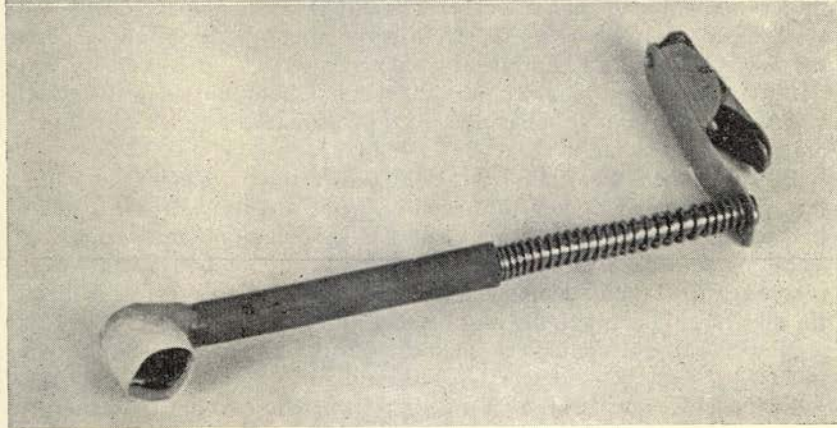
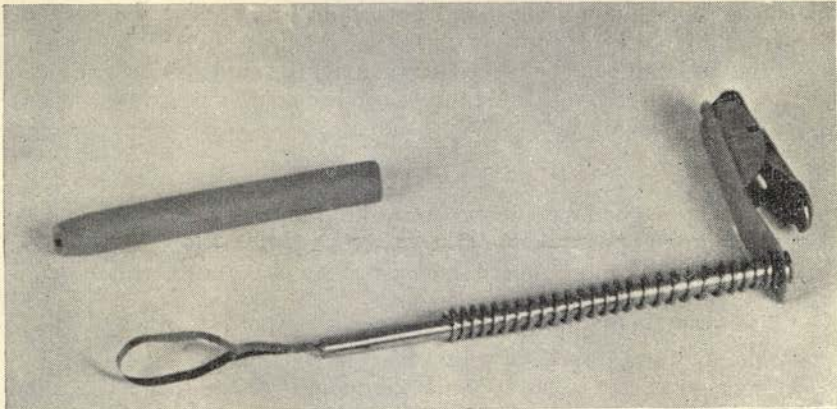
De grondplaat loopt tot vóór de beide tanks door, waardoor een bakje ontstaat, waarin druppelflesjes, penselen e.d. geborgen kunnen worden zodat deze steeds bij de hand zijn.

Kathodehouders

De hierbij afgebeelde houders voldoen in de praktijk zeer goed. Op de platte wordt de afdruk met was of kleefwas vastgezet en daarna opgehangen aan de kathode.

De andere wordt met een clip (voor X-foto's) op de kathode vastgezet. De laatste (systeem Rosenstiel) bestaat uit een staafje roestvrij staal waarin een dun stukje dubbel gevouwen orthodontisch bandmateriaal is ingeklemd.

Hierover schuift een geïsoleerd buisje dat door een veer onder spanning staat. De koperband (onverschillig welke maat) plaatst men nu in



de door de orthodontische band gevormde lus, waarna de veer de koperband in de lus klemt.

Hierdoor komt een goed electrisch contact tussen de binnenzijde van de lus en de koperband tot stand. De buitenzijde van de lus isoleert men met een weinig was.

Stroomsterkte

Men doet er goed aan de stroomsterkte niet te groot te nemen. De beste resultaten bereikt men bij 25 à 50 mA per cm² afdrukoppervlak.

Men kan met een geringere stroomsterkte volstaan, naarmate de afdruk langer in het bad blijft.

De hierbij benodigde spanning hangt af van het te gebruiken apparaat, maar deze zal meestal tussen 0,3—0,8 V liggen.

Het eenvoudigste is het apparaat éénmaal te testen met een bekend oppervlak, waarbij men zoveel weerstand voorschakelt tot de stroomsterkte b.v. 30 mA per cm² is. De hiervoor benodigde spanning neme men als uitgangspunt van alle afdrukken.

Bij het in het bad plaatsen der afdrukken behoeft men dan slechts zoveel weerstand voor te schakelen tot de voltmeter de vereiste spanning aangeeft.

Bij afdrukken waarvan het geleidend vermogen slechts gering is, b.v. grafiet, verdient het aanbeveling, geen nieuwe afdrukken in het bad te hangen bij andere waar reeds een koperlaag op aanwezig is.

Men neme deze afdrukken dan tijdelijk uit het bad totdat op de nieuwe afdruk(ken) zich ook een eerste neerslag gevormd heeft. Bij de zilverspiegelmethode is zulks niet nodig.

Na een half uur controleert men de afdruk. Op het gehele oppervlak moet dan een hard rose neerslag gevormd zijn.

Eventuele „spots” kan men nu corrigeren. Dit gaat het beste door de spot, na de afdruk drooggeblazen te hebben, aan te stippen met een penseel, welke koperbrons aangemaakt met wat schellak bevat. Na drooggeblazen wordt de afdruk teruggeplaatst. Heeft zich geen koperafzetting gevormd dan kunnen de volgende fouten gemaakt zijn:

1. Foutieve verbinding koperband met kathode.
2. Geleidend oppervlak is niet uitgebreid tot aan de koperband of de koperkathodendraad (dit laatste b.v. bij afdruk zonder band).
3. Koperanode heeft foutief contact.
4. Een der draadcontacten is los.

Is er een eerste koperneerslag gevormd dan kan de stroomsterkte iets worden verhoogd tot maximaal 50 mA/cm², tenzij men „agitation” toepast in welk geval hogere waarden toelaatbaar zijn. Laat men de afdruk een nacht overstaan dan is verhoging der stroomsterkte niet nodig.

Afdrukken zonder koperband

Bij een afdruk zonder band gaat men als volgt te werk: rond de afdruk brengt men een koperdraad (± 1 mm) die men laat eindigen vlak aan de rand van de preparatie (voorzichtig!)

Vervolgens maakt men het afdrukoppervlak geleidend, terwijl men zorgt dat dit oppervlak contact maakt met het uiteinde van de koperdraad. Hierna bedekt men de draad met was of isoleert deze met behulp van een stukje ventielslang. Schellakdraad of draad met plasticous is ook geschikt.

Het andere draaduiteinde wordt met de kathode verbonden. Een aparte kathodehouder is hierbij dus niet vereist.

Dikte der koperlaag

Over de benodigde koperdikte lopen de meningen der verschillende auteurs uiteen, maar uit eigen ervaring biedt een minimum laag van 0,15 mm voldoende waarborg voor een goede stomp.

De tijd benodigd om een dergelijke dikte te verkrijgen hangt o.a. af van de gebruikte stroomsterkte, de geleidende laag enz.

Bij de zilverspiegeltechniek is zulks na 2 à 3 uur reeds het geval. Laat men de afdrukken een nacht overstaan dan is deze laag natuurlijk dikker.

De dikte is dan echter minder gelijkmatig en neemt snel toe bij die gedeelten der afdruk, die het dichtst bij de anode gelegen zijn. Bij de hier beschreven techniek is niet van „agitation” gebruik gemaakt. Zoals eerder aangegeven is een matige „agitation” als gunstig te beschouwen, doch niet strikt noodzakelijk zoals bij het verkoperen van hydrocolloïden.

Afwerken der modellen

Na het verkoperen neemt men de afdruk uit het bad en spoelt deze goed af onder een straal water. Men kan het overblijvende zuur neutraliseren met b.v. NaHCO_3 , bij goed spoelen is dit echter niet noodzakelijk.

Hierna wordt de afdruk gedroogd en een strook plakband of asbest er omheen geplakt, waarna de stomp vervaardigd kan worden. Dit kan met hardgips, diolite, of nog beter met een zacht smeltend metaal gebeuren b.v. melotte.

Bij gebruik van zacht metaal verwijderd men de band, nog voor de stomp geheel hard geworden is. Daarna wordt het model gereinigd met xylol; in geen geval met een scherp instrument (rubbersteker e.d.) waardoor het model zou kunnen worden beschadigd.

Scherpe uitstekende koperrandjes kan men het beste verwijderen met een vlamvormige fissuurboor, waarna de stomp wordt afgewerkt zoals bij een amalgaamstomp gebruikelijk is.

Tot slot wil ik nog enkele woorden wijden aan het verkoperen van hydrocolloïden.

Hydrocolloïden

Helaas bevindt zich het verkoperen van deze stoffen nog in het experimentele stadium. Hoewel resultaten worden verkregen en methoden worden aangegeven, zijn deze alle tot nu toe van weinig praktische betekenis.

De grote moeilijkheid bestaat hierin, een geleidende laag aan te

brenge die hecht op het hydrocolloïd en deze tevens beschermt tegen inwerking van het zure kopersulfaat. Is deze laag tot stand gekomen, dan kan de verkopering op de gebruikelijke wijze geschieden, met dien verstande dat hoge stroomsterkten en „agitation” beslist noodzakelijk zijn.

D w i g h t verkrijgt een eerste laag door onderdompeling van de afdruk in kopersulfaat, waarna door opspuiten van fijn verdeeld ijzerpoeder (0,025 mm) met een soort spray (air-erasure) en hernieuwde onderdompeling in kopersulfaat koperdeeltjes op de afdruk ontstaan, waarna galvanisch verkoperen volgt. Hoe simpel deze methode ook lijkt, zij is niet de oplossing van dit probleem, al was het alleen maar door het uiterst moeilijk en gelijkmatig opbrengen van het ijzerpoeder (magnetisch!)

S c h w a r z bedekt zijn afdrukken met Kolkote, een uitvinding van hem zelf, waarvan hij met een penseel een monomoleculaire laag (?) op de afdruk aanbrengt, waarna deze verkoperd kan worden.

Geoemd product is echter nog niet in de handel.

R o s e n s t i e l past een gewijzigde zilverspiegeltechniek toe, waarbij niet minder dan 6 vloeistoffen (w.o. een verdunde oplossing van AuCl_3) worden gebruikt, waarvan enkele zeer brandbaar en niet ongevaarlijk zijn (fosfordampen).

De „agitation” wordt verkregen door een vernuftige constructie waarbij de afdruk zelf het bad roert.

Hoe nuttig als experiment, voor praktische toepassing leent de methode zich niet.

Verdere onderzoekingen zullen dus nodig zijn om ook het verkoperen van de hydrocolloïdale afdrukmassa's op eenvoudige wijze tot stand te brengen, daar anders wellicht in de toekomst deze uiterst nauwkeurige methode zou verdwijnen, een lot dat zij niet verdient.

LITERATUUR

1. B e n d e r I.B., D. D. S. Method and advantages in constructing a simple drycell battery machine in electroplating dies. Dental Items of Interest. 1937; pg. 74.
2. B r o w n R.K., D. D. S. Electroplating dies for acrylic restorations. Dental Survey Vol. 20 July 1944, pag. 1205.
3. C o m t e, G. A. A new method for making dies. Dental Clippings Jan. 1901.
4. C o n o d Dr. H. Préparation de modèles par la galvanoplastique. Schweiz. Monatschrift für Zahnheilkunde Band 1938; pag. 799.
5. D i a n a, M. S. Galvanotechnik. Die Zahntechnik 1950 no. 3, 4 en 5.
6. D w i g h t O.D., D. D. S. Copper plating of reversible hydrocolloid impressions No. 5 October 1949; pag. 456.
7. F r a n k e l C.B., D. D. S. A scientific approach to the solution and practical problems encountered in electroplating dies. J.A.D.A. Vol. 32, Sept. 1945, pag. 1130.
8. H a m m e s J., Goud, zilver, edelstenen. Hoofdstuk IX; Galvanotechniek.
9. H u p k e s J., Een bijdrage tot het verkoperen van tandafdrukken langs electrolytische weg. T.V.T. Febr. 1951, pag. 152.

10. Ilg V., Elektrolytische Herstellung von Kupfermodellen. Z.R. 38, 1938, pag. 526.
11. Irving A. J., D. D. S., Electroforming indirect inlay models. Dental Items of Interest 1935, pag. 569.
12. Lutz R., Über die elektro-physikalischen Grundlagen der electrolytische Vergoldung mit besonderer Berücksichtigung der Strommessung. D.Z.Z. 5e Jg. H 17 pag.
13. Munz Dr. Rob. F. Herstellung Kupferplattierter Modelle für die Konservierende Zahnheilkunde. Der Zahntechniker, April 1950.
14. Pohl G., Galvanotechnik. Der Zahntechniker, 1950; No. 3.
15. Rosenstiel E., L.D.S. a. Experimental copper-forming of hydrocolloid impressions. Dental Record April 1950; b. Improvements in electroforming dies. Brit. Dental Journal Vol. 88 No. 10 Mei '50; c. Electroforming dental dies. Dental Digest Sept. 1951, pag. 394.
16. Schwarz M., D.D.S. Electroplating of dental impressions and materials. a. Dental Items of Interest Dec. 1950; b. Idem Jan. 1951.
17. Sears A. W., D.M.D. Simplified Copper Die technic. Dental Survey Vol. 19 No 9; Sept. 1943.