

Tandheelkundige Materiaalkennis

door J. N. Tekenbroek

(Vervolg)

TWEEDE GEDEELTE

HOOFDSTUK IV

§ 1. *Elastische afdrukmassa's*

Elastische afdrukmassa's hebben boven stents en afdruggips het voordeel, dat zij het op eenvoudige wijze mogelijk maken om afdrucken te nemen in gevallen, waarbij zich veel en grotere ondersnijdingen voordoen. Zij vinden in de laatste jaren steeds meer toepassing doordat hun eigenschappen zich verbeterd en hun toepassingswijze zich vereenvoudigd hebben.

Een voorloper van deze tandheelkundige materialen was de *Poller-massa*, genaamd naar Dr. P o l l e r, een Weens criminoloog, die dit materiaal gebruikte voor het nemen van gelaatsafdrukken. Er heeft zich bij deze materiaalsoort reeds een differentiatie voorgedaan en wel in de zogenaamde *reversibele* en *irreversibele* elastische afdrukmassa's. Deze woorden, ontleend aan de colloïd-chemie, wijzen er op, dat de eigenschappen van deze materialen in verband staan met colloïd-chemische verschijnselen. Het betreft hier dan ook inderdaad gelachtige substanties, die, wat betreft de reversibele groep, als werkzaam bestanddeel o.a. agar-agar bevatten, terwijl de samenstelling van de irreversibele groep op alginathasis berust. Reeds vroeger (hoofdstuk VIII, T.v.T. 1951 blz. 257) is uitvoerig besproken aan welke structuren deze gelen hun elastische eigenschappen te danken hebben.

§ 2. *Reversibele elastische afdrukmassa's*

Gelen van agar-agar en gelatine hebben *thermoplastische eigenschappen*; door verhitting worden zij vloeibaar, bij afkoeling wederom vast; op deze omkeerbaarheid doelt de benaming reversibel van deze groep.

Zoals dit bij bijna alle tandheelkundige materialen het geval is, wordt de samenstelling zorgvuldig door de fabrikant geheim gehouden. Deze afdrukmassa's hebben een watergehalte van 70 à 80%. Zij bestaan verder uit een ingewikkeld mengsel van grondstoffen, die verschillende functies moeten vervullen, als weekmaker, als emulgator, als thermoplastisch materiaal, als vulstof en als gelvormende massa.

Als *gelvormende grondstof* wordt tegenwoordig uitsluitend agar-agar gebruikt; het percentage ervan varieert tussen 5 en 10%. Gelatine staat hier als grondstof ten achter bij agar-agar o.a. omdat gelatine-gelen van nature minder stevigheid hebben. De *thermoplastische component*, waarvoor een was- of harssort gebruikt wordt, dient om in samenwerking met de mede aanwezige *weekmaker* er toe bij te dragen, dat de overgang naar de geltoestand in het juiste temperatuurtraject geschiedt en helpt

daarnaast tevens om de stevigheid van de gevormde gel te vergroten. De eventueel aanwezige *vulstof* — als zodanig worden b.v. in een bekend preparaat cellulosevezels gebruikt — dient eveneens om meer stevigheid aan de gel te geven. Bovendien bevatten deze afdruckmassa's stoffen, die *versnellend op de gipsverharding* werken, b.v. aluin. De reden daarvoor vereist enige toelichting.

Vroeger is reeds besproken, dat gelen gemakkelijk water kunnen afstaan, o.a. door verdamping. Daarnaast treedt bij gelen, als deze enige tijd bewaard worden, het verschijnsel op, dat door het samentrekken van de micellen het zich in de intermicellaire ruimten bevindende water uitgeperst wordt. Men noemt dit verschijnsel *syneresis* en het gevolg ervan is, dat zich een waterlaagje aan het oppervlak van de afdruck vormt. In dit waterlaagje zijn stoffen opgelost, afkomstig van het materiaal en onder deze stoffen zijn er, die de *gipsverharding vertragen*, b.v. de agar-agar zelf. Komt de gipsmassa bij het uitgieten van de afdruck in aanraking met dit waterlaagje, dan zal de verharding van het gips aan het oppervlak van het te vervaardigen model vertraagd worden met als gevolg, dat het model-oppervlak zacht en brokkelig zou worden. Om de geschetste vertraging van de gipsverharding tegen te gaan, zijn daarom aan de massa de stoffen toegevoegd, die versnellend op de gipsverharding werken.

Indien een met deze materiaalsoort vervaardigde afdruck enige tijd aan de lucht bewaard wordt, zal door verdamping water verloren gaan waarbij de massa *krimpt*. Legt men een aldus gekrompen afdruck weer enige tijd in water, dan zwelt deze door wateropname, door imbibitie, weer op. In de meeste gevallen herneemt de massa dan echter toch niet meer volkomen zijn oorspronkelijke volume. Bij sommige merken zwelt de massa daarbij zelfs tot een groter dan het oorspronkelijke volume op, andere merken blijven daarin ten achter en vertonen een blijvende krimp. Fig. 19.

Een gel is een *evenwichtstoestand* tussen de zwelbare stof en het water, waarin deze gezwollen is, waarbij de mate van swelling o.a. afhankelijk is van de in het water aanwezige ionsoorten en de concentratie daarvan. Verkeert de gel in een afdruckmassa niet volkomen in zijn evenwichtstoestand, dan zal de gel bij het in water leggen van de afdruck deze evenwichtstoestand trachten in te stellen door het opnemen of afstaan van water, hetgeen met een volumeverandering gepaard gaat. Nu bevat zuiver water, waarin men de afdruck legt, niet dezelfde ionsoorten en ook niet dezelfde zoutconcentraties als de waterphase in de gel van de afdruckmassa. Het gevolg daarvan is, dat men steeds een evenwichtsstoring kan verwachten als men een afdruck in zuiver water brengt. Neemt de mate van swelling daarbij toe, dan zal zich een expansie demonstreren, terwijl een krimp optreedt, wanneer de zwelbaarheid afneemt. Aangezien omtrent de juiste samenstelling van de verschillende merken dezer afdruckmassa's niets bekend is, kan omtrent het gedrag in deze van een bepaald merk weinig verder opgemerkt worden.

Uit hetgeen in het bovenstaande is opgemerkt omtrent de volume-

wijzigingen van dit afdrumateriaal bij verdamping blijkt, dat een zo *spoedig mogelijk uitgieten* van de afdrummen hier wenselijk is. Daartoe is men echter in de practijk niet altijd in staat en dan dringt zich als de

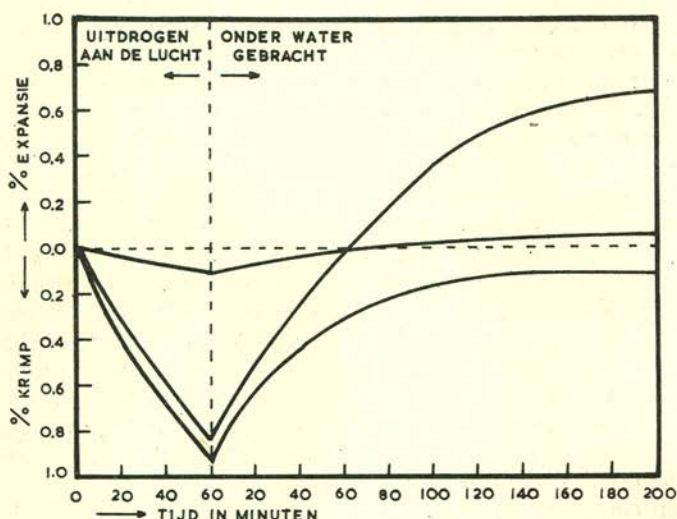


Fig. 19

meest juiste handelwijze op, de afdruk in een met waterdamp verzadigde atmosfeer te bewaren.

Doch ook bij deze manier van bewaren van de afdrummen kunnen zich dimensiewijzigingen voordoen, hetgeen bewezen wordt door het cijfermateriaal van tabel XI, waarvan de gegevens afkomstig zijn van een onderzoek dienaangaande, uitgevoerd door het National Bureau of Standards U.S.A.

TABEL XI

Krimp van verschillende reversibele elastische afdrummassa's, die gedurende enige tijd in een met waterdamp verzadigde atmosfeer worden bewaard

Materiaal	Tijd	Krimp	Tijd	Krimp
A	na 3 uur	0,05%	na 75 uur	0,24%
B	„ „ „	0,05%	„ 71 „	0,23%
C	„ „ „	0,28%	„ 27 „	0,39%
D	„ „ „	0,24%	„ 27 „	0,24%
E	„ „ „	0,23%	„ 57 „	0,46%

Er blijkt uit deze cijfers, dat zich inderdaad in sommige gevallen een krimp kan demonstreren, waarmede men in de practijk rekening zal moeten houden. De verschillende merken lopen blijkens de gevonden waarden nogal uiteen, maar een verklaring van dit verschil in gedrag is

ook hier niet te geven, aangezien men omtrent hun samenstelling niet voldoende georiënteerd is.

Wel kan omtrent de volumewijziging bij het bewaren van afdrucken in een met waterdamp verzadigde atmosfeer meer in het algemeen opgemerkt worden, dat een van de oorzaken hiervan het verschijnsel der syneresis is. Men heeft hier te denken aan het feit, dat ook bij het vast worden van de gelmassa's *inwendige spanningen* kunnen optreden door een ongelijkmatige drukverdeling tijdens het nemen van de afdruk. Deze inwendige spanningen relaxeren bij het laten staan met als gevolg een vormverandering in de afdruk.

Voor de practijk blijkt uit het bovenstaande, dat ook het bewaren van deze afdrucken in exsiccatoren aan grenzen gebonden is. Veel langer dan een paar uur moet men dit soort afdrucken aldus ook niet bewaren en de gulden regel blijft bij dit materiaal het zo snel mogelijk uitgieten van de afdruk.

Tussen de verschillende merken van deze materiaalsoort kunnen grote verschillen voorkomen in stijfheid, elasticiteit, weekheid, etc. Dit demonstreert zich duidelijk in het verloop der grafische lijnen van fig. 20. Ook hier betreft het gegevens, afkomstig van een onderzoek dien-aangaande, uitgevoerd door het National Bureau of Standards in Amerika.

Proefblokjes, vervaardigd met verschillende merken van dit materiaal (A, B, C, enz.) werden met toenemende druk tot aan hun elasticiteitsgrens belast en de daarbij optredende stuik werd voortdurend opgetekend. Uit de helling van de aldus bepaalde moduluslijnen en uit

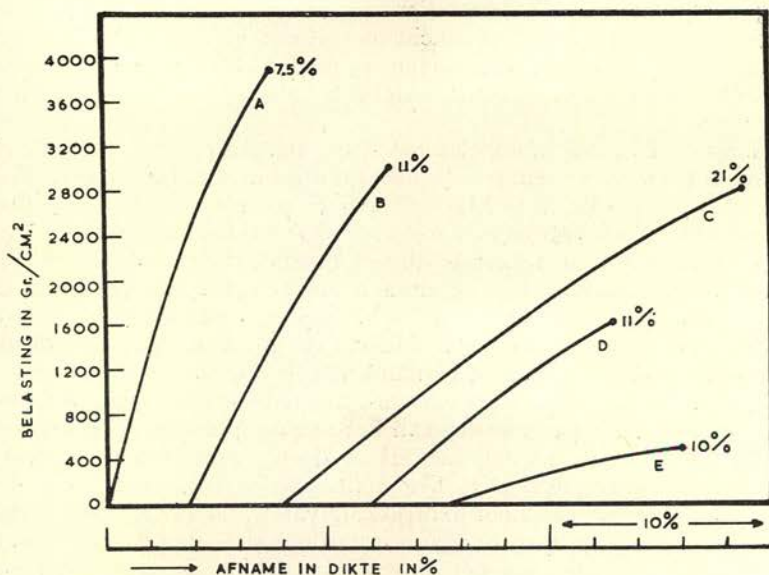


Fig. 20

de hoogte van de gevonden elasticiteitsgrenzen kunnen, zoals dit in hoofdstuk V, (T. v. T. 1950 blz. 913) is aangegeven, conclusies getrokken worden omtrent de stijfheid, de veerkracht, de weekheid, etc. van een materiaal. Zo is om een voorbeeld te noemen het merk A, met een stijle moduluslijn en hoge elasticiteitsgrens, stijver, steviger en sterker dan b.v. het merk E, dat een zeer vlak verlopende moduluslijn en lager gelegen elasticiteitsgrens heeft; dit is een weker, een slapper en zwakker materiaal dan A.

§ 3. Irreversibele elastische afdrukmassa's

Na hetgeen in hoofdstuk VIII (T.v.T. 1951 blz. 257) reeds omtrent de afdrukmassa's op alginaatbasis is besproken, kan, wat betreft hun principiële samenstelling, volstaan worden met een korte recapitulatie.

De alkalizouten van alginezuur, dat zelf onoplosbaar is, zijn wel oplosbaar in water en vormen daarbij visceuze oplossingen, die echter niet tot gelen kunnen verstijven. Om dit te bereiken moet het opgeloste alkali-alginaat omgezet worden in het onoplosbare Ca-alginaat, waarbij de Ca-ionen bruggen vormen tussen de ketenvormige macromoleculen en daardoor aanleiding geven tot de vorming van een structuur, die kenmerkend is voor hoog-elastische eigenschappen. Deze omzetting mag echter eerst plaats hebben als het alkali-alginaat van het poeder, dat de tandarts met water aanmaakt, geheel in oplossing is gegaan. Om dit te kunnen bereiken bevindt zich in het poeder een mengsel van gips en natriumphosfaat. Het eerste, dat in overmaat aanwezig is, lost langzaam op, maar de daarbij in oplossing gaande Ca-ionen worden direct door de aanwezige fosphaationen neergeslagen als calciumfosfaat. Eerst wanneer al het fosfaat, dat maar in een beperkte hoeveelheid toegevoegd is, door deze praecipitatie uit de oplossing verdwenen is, zullen Ca-ionen beschikbaar komen voor de vorming van Ca-alginaat en zal de massa beginnen te verstijven.

Naast deze basisbestanddelen bevat het alginaatpoeder, zoals dat de tandarts ter hand gesteld wordt, meestal nog enige indifferente stoffen, die hetzij als vulstof (b.v. MgO), hetzij als plastische stof (b.v. gepoederde was) of anderszins zijn toegevoegd en welke dienen om de gevormde gel meer stevigheid te geven. Evenals de reversibele afdrukmassa's bevatten ook deze producten tevens een component, die de gipsverharding bespoedigt en wel in de meeste gevallen aluin.

Een interessant gegeven, dat omtrent de fabricatie van dit afdruk materiaal bekend is, staat in verband met de eis, dat alginaat-poeders *zeer goed afgesloten van de lucht* bewaard moeten worden. Immers de geringste aantrekking van water kan het natriumphosfaat en het gips in het poeder reeds ten dele met elkaar doen reageren met als gevolg, dat de verhardingstijd van het materiaal zich wijzigt. Ook het Na-alginaatdeeltje kan door aantrekking van water aan zijn oppervlak reeds een weinig in oplossing gaan, waardoor zich, met een gipsdeeltje in aanraking zijnde, aan het oppervlak van het alginaatpoeder een laagje onoplosbaar Ca-alginaat kan vormen. Dit onoplosbare huidje

belet dan, dat het alginaatpoeder bij het aanmaken met water voldoende snel in oplossing gaat, waardoor het afgestelde verhardingsmechanisme eveneens verstoord wordt. Nu schijnen sommige fabrikanten het alkali-alginaatpoeder vooraf door een lichte zuurbehandeling aan zijn oppervlak opzettelijk van een dun laagje onoplosbaar alginezuur te voorzien. Het alginaatpoeder trekt dan geen water meer aan en bij het aanmaken van de massa met water zetten de in de massa mede aanwezige Na-ionen eerst dit alginezuur-huidje weer in Na-alginaat om, waarop het alkali-alginaatdeeltje dan verder in oplossing kan gaan.

Er zijn enige punten van *verschil tussen de alginaat- en de agarmassa's*, die van belang zijn nader te beschouwen, aangezien daarmede rekening gehouden moet worden bij het gebruik van deze materialen.

Het verstijven van alginaatmassa's berust op een chemische reactie, die door temperatuurverhoging wordt bespoedigd. Met warmer water aangemaakt zal de massa dus sneller vast worden. Bij agar-agar massa's daarentegen, die immers thermoplastisch zijn, bespoedigt afkoeling de verstijving.

Omtrent de verhardingstijd van alginaatmassa's kan tevens worden opgemerkt, dat snel en veel aanroeren bij het aanmaken de verstijving bespoedigt; door het toenemen van de diffusie als gevolg van het meer intensieve aanroeren wordt de chemische reactie en daarmee de verharding bespoedigd.

De structuur van de alginaatgel is anders dan die van de agargel en ook verschillen zij in hun wijze van ontstaan, de eerste namelijk door een chemische reactie, de tweede door afkoeling. Deze beide factoren hebben invloed op de toestand, waarin de verstijfde massa, wat betreft het optreden van inwendige spanningen, kan komen te verkeren.

De reversibele materialen krijgt de tandarts in reeds totaal gezwollen toestand in handen. Bij het stijfworden door afkoeling ondergaat de massa een thermische contractie, terwijl de afdruckmassa bij het laten staan door syneresis en verdamping tot verdere krimpning neigt.

De alginaatmassa's beginnen eerst te zwellen, wanneer het poeder door de tandarts wordt aangemaakt. Deze zwelling, die met een expansie gepaard gaat, zet zich tot aan het vastworden der massa voort. Zelfs in reeds verstijfde toestand kan de zwelling en daarmee de expansie nog voortgang vinden. Bij het laten staan van alginaatafdrukken neigen deze vaak nog tot verdere expansie.

Bij het afdrucken zal het gedeelte van de afdruk, dat tegen het harde palatum aangedrukt wordt, onder meer druk verstijven dan het gedeelte, dat tegen de weke delen van de mondbekleding is aangedrukt. Het palatinale gedeelte van de verkregen afdruk zal daardoor na het verwijderen van de afdruk door terugvering tot een grotere vormverandering neigen. Hoe geringer het volume van het materiaal is, waarin dergelijke terugverende spanningen aanwezig zijn, des te kleiner zal de daardoor veroorzaakte vormverandering zijn. Vandaar dat men bij het afdrucken vooral in gevallen met een hoog gehemelte de afdrucklepel met wat stents opbouwt, zodat het volume van de afdruckmassa ter plaatse van het gehemelte kleiner wordt.

Ook de raad om vooral bij het nemen van afdrukken met alginaat-massa's de lepel zo *onbewogen* als mogelijk in de mond gefixeerd te houden, staat in verband met het kunnen veroorzaken van inwendige spanningen. Een agarmassa zal bij het nemen van een afdruk het eerste hard worden, niet aan de zijde van de mond, maar aan de lepel-zijde, waar immers de afkoeling het snelst gaat. Bij de alginaatmassa's is dit juist andersom. De massa, die met de mondbekleding in aanraking is, krijgt een hogere temperatuur dan aan de zijde van de lepel. Aangezien deze hogere temperatuur de verhardingsreactie versnelt, zal dus tegen de mond de massa het eerst hard worden. Is de binnenste laag reeds verhard en verschuift men de lepel dan een weinig, dan zullen in het nog niet hard geworden deel der massa, dat dan echter reeds sterk visceus is, spanningen kunnen ontstaan, die bij de verdere verstijving van de massa in de afdruk aanwezig blijven.

Een afdruk, vervaardigd met behulp van een elastische afdruk-massa — en dit geldt zowel voor de reversibele als de irreversibele — moet met een *plotseling*, zij het doelmatig gedoseerde *ruk* uit de mond verwijderd worden. Neemt men de afdruk langzaam uit de mond, dan bestaat er kans, dat de afdruk scheurt op plaatsen, waar grotere ondersnijdingen aanwezig zijn.

Trekt men een afdruk langzaam over een ondersnijding, dan krijgt de spanningsverdeling in de afdruk-massa tijd en gelegenheid op sommige plaatsen een dusdanige spanning te concentreren, die de elasticiteitsgrens te boven gaat met als gevolg, dat de massa op die plaatsen scheurt. Bij een snelle verwijdering ontbreekt de tijd daartoe, aangezien, alvorens een dusdanig hoge spanning ergens in het materiaal geconcentreerd is, de uitwendige belasting opgeheven is en de spanningsverdeling in het materiaal zich plotseling wijzigt.

De verkregen alginaat-afdrukken worden soms wel eens nabehandeld met een zogenaamde *fixeer-vloeistof*. Het doel daarvan is de afdruk mogelijk vormbestendiger te maken door het zich laten vormen van een afsluitende laag op het oppervlak, die de vormveranderingen der gelmassa door syneresis, verdamping of imbibitie moet tegengaan. Het middel kan hier vaak erger zijn dan de kwaal.

De mate van zwelling van stoffen als gelatine, agar, alginaten, enz. is, zoals reeds vermeld, afhankelijk van de aard en de concentratie van de zouten, die in het dispersiemiddel, het water, zijn opgelost, waarin de massa gezwollen is. Zodra dergelijke gelen met vloeistoffen in aanraking komen, waarin een andere zoutconcentratie heerst en andere ionen aanwezig zijn, veranderen zij van zwellingsgraad. Dit gaat steeds gepaard hetzij met een expansie als de zwellingsgraad toeneemt of met contractie als de zwellingsgraad afneemt. De massa ondergaat daardoor een dimensiewijziging en het is zeer te betwijfelen of er fixeermiddelen zijn, die zonder gevaar daarvoor bij alginaatafdrukken gebruikt kunnen worden. Het vormen van een juist oordeel over deze kwestie wordt echter in de weg gestaan door het feit, dat zowel omtrent de samenstelling van deze afdrukmaterialen als van de fixeervloeistoffen niet veel bekend is.

(Wordt vervolgd)