


OORSPRONKELIJKE BIJDRAGEN



OVER GEVAREN BIJ HET GEBRUIK VAN CHIRURGISCHE DIATHERMIE IN HET WORTELKANAAL

DOOR

J. H. R. SCHLIJECHER te Baarn.

615.832.4 : 616.314

Op de vergadering van de Vereeniging van Nederlandsche Tandartsen te Utrecht d.d. 34—4—1932, sprak *Dr. Balters* (Bonn) over:

„Die Devitalisation der Pulpa im Lichte neuester Forschung” en waarschuwde gedurende zijne voortreffelijke rede tegen elk gebruik van chirurgische diathermie in het wortelkanaal, omdat hem door deze behandeling verschillende uitgebreide verbrandingen bekend waren (tanden uitgestooten, necrose van een deel van de kaak).

Toen heb ik er mijne verwondering over uitgesproken, dat zulke funeste gevolgen mogelijk waren, mede omdat mij in de behandeling van verscheidene honderden gevallen zoo iets nooit is gepasseerd, ik zelfs na het gebruik van chirurgische diathermie in het wortelkanaal bij gangraena pupae, nooit iets bespeurd heb van prikkeling van het periodontium. Hierop volgde mijne vraag aan *Dr. Balters*, te willen mededeelen hoe de techniek was geweest bij die verbrandingsgevallen.

Op deze vraag heb ik geen antwoord gekregen.

Bij de beantwoording gaf *Dr. Balters* toe, de resultaten van b.v. *Ebbers* (die hij had gezien) of van mij (die hem uiteraard vreemd zijn) niet te bestrijden, voorts, dat bij de

door hem medegedeelde slecht verlopen gevallen *van anaesthesie gebruik was gemaakt*.

Eene afdoende beschrijving der door mij gevraagde techniek meende ik te mogen verwachten van dengene, die de gevallen wèl als afschrikwekkend voorbeeld kon meedeelen. In het antwoord van *Dr. Balters* werd evenwel *niets* gezegd over gebruikte frequentie, noch over tijdsduur bij de doseering, noch over de (altijd gebrekkig te bepalen) doseering zelve. Slechts terloops werd het gebruik van anaesthesie toegegeven.

Omdat een inlay uitvalt, waarvan achteraf de gebrekkige praeparatie of plaatsing blijkt;

omdat jacketkronen breken, waarbij achteraf slechte praeparatie of onvolkomen bakken blijkt;

omdat pulpae afsterven onder silicaat-vullingen, waarbij achteraf blijkt, dat geen onderlaag is gebruikt en dit toch met de kennis van de werking van sommige silicaat-vullingen geïndiceerd is;

omdat een patiënt succombeert na eene extractie, terwijl later kan uitgemaakt worden, dat of de extractie niet *lege artis* was geschied of de wondbehandeling te laken was;

omdat men een patiënt kan doodnarcotiseeren, wanneer de narcotiseur hetzij zijn werk niet beheerscht, hetzij door onachtzaamheid te hooge dosis geeft;

daarom behoeven noch de inlay, noch de jacketkroon, noch de silicaat-vulling, noch de extractie, noch de narcose op zich zelf veroordeeld te worden!

Slechts moet geëischt worden, dat practici al deze handelingen *lege artis* verrichten wijl zij zich anders aan malpraxis schuldig maken.

Zoo is het natuurlijk ook gesteld met de diathermie in het wortelkanaal.

Reeds doordat *Dr. Balters* toegaf, dat van anaesthesie was gebruik gemaakt, waren die diathermische behandelingen dus *niet lege artis* geschied en daarom alleen al mogen deze gevallen niet als argument dienen!

Speciaal hierop heb ik reeds gewezen, n.l. in het Tijdschrift voor Tandheelkunde 1931, blz. 492, op het Parijsche Congres en in The Dental Cosmos blz. 8, 1932.

Overigens ben ik gerechtigd te twijfelen aan de rest der techniek (duur, doseering) alléén al, omdat *Dr. Balters* niets nader berichtte.

Thans acht ik het gewenscht, ten deele mijn plicht, den Hollandschen collegae te verzoeken verbrandingsgevallen met vermelding der geheele toegepaste techniek te willen publiceeren in het Tijdschrift voor Tandheelkunde; verbrandingsgevallen dus na het gebruik van chirurgische diathermie in het wortelkanaal met gangraena pulpae, die zij, hetzij zelf veroorzaakten, hetzij elders vernamen.

Verder lijkt mij, het op humoristische wijze naar voren gebracht oordeel van *Dr. Balters*: „wij kunnen ook tandheelkundig gelukkig zijn zónder diathermie (mèt overigens juiste waardeering voor de „medizinische“ = doorwarmings-diathermie!) niet sterk. Immers laat zich dit zeggen van alles wat nieuw is, trouwens ook van véél wat oud en beproefd is. Zoo kunnen wij zeker ook tandheelkundig leven zonder jacketkronen, desnoods zonder *Kennedy*-prothesen, desnoods zonder silicaat, enz., enz., zoolang wij maar niets weten van het nut, dat al deze zaken kunnen brengen!

Zoo kan men ook gangraena pulpae behandelen zonder diathermie. Indien men dan lege artis werkt en zich daarna controleert, dan zal men verwonderd zijn over de slechte resultaten, minstens over den langen duur der behandeling.

Mèt diathermie, zooals door mij in woord en geschrift nog steeds verdedigd, wordt de geheele gecompliceerde gangraenbehandeling aanmerkelijk eenvoudiger en betrouwbaarder.

Daarom zou ik het betreuren, dat deze, alleen voor dit onderdeel al zoo nuttige methode in discredit werd gebracht doordat sommigen ze in wortelkanalen misbruiken (= levende pulpa) of verkeerd toepassen (de brandingen?)

Het zal den belangstellenden en aandachtigen lezer duidelijk zijn, hoezeer ik mij verheugen mag, dat iemand als

Balters, voor wien ik zeer veel hoogachting en waardeering koester, *niet* heeft gewezen op een *werkelijke fout* in de techniek, zooals die door mij wordt gepropageerd; immers bestrijdt hij *niet* de resultaten (als van b.v. *Ebbers* en mij) en wijst hij slechts op ongelukken, die kunnen voorkomen bij eene techniek, als waarvoor door mij reeds vaker gewaarschuwd! (An-aesthesie).

Deze, mijne genoegdoening geldt ook voor de openhartige bekentenis van onzen hoogsten onderwijsautoriteit, die ruitertlijk toegaf géén studie te hebben gemaakt van de literatuur der diathermie.

Het zij mij vergund erop te wijzen, dat eene afkeer van diathermie niet mag blijven berusten op een oordeel, 20 jaren her uitgesproken door wijlen *Prof. Zwaardemaker*. („Indien men electriciteit in een wortelkanaal brengt, weet men nooit waar dit in de kaak blijft, noch wat het daar uitricht”). Deze hoogleeraar kan n.l. met electriciteit kwalijk diathermie hebben bedoeld, immers bestond dit (in dit verband) toentertijd niet. Voorts dekt het begrip „electriciteit” zeker de diathermie, is evenwel als omschrijving hiervoor te vergelijken met „Indië” of „Amerika” voor eene plaatsaanduiding!

Om op dezen grond alléén afkeer te hebben van diathermie is onjuist. Om op dezen grond alleen, hoorende hoe men met (onjuiste!) toepassing van diathermie desnoods verbrandingen kan maken, zich te verheugen, dat men zich dan ook nooit met diathermie heeft ingelaten, is absurd en wordt alleen in eene vergelijking voldoende opvallend.

Er waren ouden van dagen eener vorige generatie, die zich niet aan een treinreis waagden; „met stoom kun je nooit weten, de trekschuit is immers zéker gevaarloos!” Het is toch absurd als dezen het spoorwezen zouden mogen veroordeelen, omdat zij kennis nemen van éen treinramp, die uitsluitend door gebrekkig materiaal of fouten in de bediening kan voorkomen. Tandheelkundig vertaald; bij niet lege artis behandelde treinen.

Met dit al wil ik slechts zeggen: indien de Directeur van het Tandheelkundig Instituut, wien ik, als simpel practicus zeker tandheelkundig gezag mag toeschrijven, slechts afkeerig blijft van de door mij gepropageerde behandelingstechniek met diathermie, alleen op deze gronden en met geen werkelijk steekhoudende tegenargumenten de diathermie verwerpt en volgens zijne eigen vrijwillige bekentenis ook niet verwerpen kán, dan is zulks voor mij inderdaad bemoedigend.

„Die Wahrheit musz derb auftreten, eine
höfliche Wahrheit will gar nichts heiszen”.

Goethe.

BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN IN DE TANDHEEL- KUNDE GEBRUIKTE AMALGAMEN IV ¹⁾

DOOR

Dr. J. DE LIVER.

616.314 × 155.

§ 5. *Ternaire amalgamen uit zilver en tin.*

A. Kwikopname en bereiding.

De verschillende soorten vijlsel, besproken in § 2 (pag. 333) van dit hoofdstuk werden tot amalgamen verwerkt, door het vijlsel met het dubbele gewicht aan kwik in het mortier gedurende 6 minuten samen te wrijven. De ontstane amalgaambrei werd dan in een stalen ring met afschroefbare bodem gegoten en met behulp van een precies in de ring passende pen onder druk gebracht in het toestel van fig. 2 A en het uittredende kwik met een penseel verwijderd.

Door wegen van het amalgaam vóór en na de persing kan, veronderstellend dat zuiver kwik uittreedt, het kwikgehalte van het amalgaamcylindertje berekend worden. Ter contróle werd van drie aldus bereide amalgamen het kwikgehalte analytisch bepaald en dit vergeleken met de door weging berekende. Wij vonden:

Door analyse:	63.4 % Hg	Door weging:	64.0 % Hg
	35.0 % Hg		35.5 % Hg
	65.6 % Hg		66.0 % Hg

¹⁾ Mededeeling III: pag. 420 van dit Tijdschrift.

Deze verschillen zijn voor ons doel niet groot genoeg, om de omslachtige analytische kwikbepaling boven de eenvoudige indirecte methode te prefereren.

De reproduceerbaarheid der kwikopname bij gebruik van een bepaalde persdruk bleek zeer bevredigend te zijn.

Om het volume van het amalgaamblokje bij de dilatometrische waarnemingen ¹⁾ te kunnen bepalen, trachtten wij de ingesloten lucht te verwijderen door het vijlsel onder toluol met kwik aan te wrijven. Wij kregen echter zulke brosse, niet verwerkbare amalgamen, dat wij van deze werkmethode moesten afzien ²⁾.

STERNER—RAINER (135) geeft aan, dat bij het volgen van een werkmethode als de onze geen verschillen zouden zijn te constateeren tusschen het kwikgehalte van uit versch of oud vijlsel bereide amalgamen, al zou het laatste ook minder gretig het kwik opnemen. Wij namen echter waar, dat het typische „ageing”-verschijnsel ook bij onze werkwijze te constateeren was, zooals uit onderstaande cijfers blijken kan

- | | |
|---|--|
| { | Vijlsel no. 6 ³⁾ , dadelijk na het vijlen, door druk van 75 kg/cm ² ,
een amalgaam met 65.6 % Hg. |
| | Vijlsel id. kunstmatig verouderd, door druk van 75 kg/cm ² ,
een amalgaam met 52.0 % Hg. |
| { | Vijlsel id. dadelijk na het vijlen, door druk van 25 kg/cm ² ,
een amalgaam met 61.2 % Hg. |
| | Vijlsel id. kunstmatig verouderd, door druk van 25 kg/cm ² ,
een amalgaam met 56.5 % Hg. |
| { | Vijlsel no. 26 dadelijk na het vijlen, door druk van 25 kg/cm ² ,
een amalgaam met 37.0 % Hg. |
| | Vijlsel id. kunstmatig verouderd, door druk van 25 kg/cm ² ,
een amalgaam met 31.0 % Hg. |
| { | Vijlsel no. 8 dadelijk na het vijlen, door druk van 25 kg/cm ² ,
een amalgaam met 66.0 % Hg. |
| | Vijlsel id. kunstmatig verouderd, door druk van 25 kg/cm ² ,
een amalgaam met 66.6 % Hg. |

¹⁾ Cf. pag. 225.

²⁾ Cf. pag. 212.

³⁾ Voor de nummers der vijselsoorten zie Tabel I pag. 333.

TABEL IX.

Ternaire amalgamen. Overzicht.

Num- mer van amalg. 1)	Vijlsel waaruit amalg. bereid is 2)	Kwikgehalte van amalg. in %	Druk waaron- der kwik is uit- geperst in kg/cm ² .	Ouderdom van vijlsel in maanden 3)
1	1		75	
2	2		75	
4	2		25	
6	9	56		3
8	10	57	75	3
9	11	65	25	3
10	11	60	75	3
11	5	67	75	5
12	5	66	75	5
13	8	67	25	3
14	8	66	75	3
15	7	66	75	3
16	7	68	25	3
17	3	64	25	5
18	3	64	75	5
19	4	55	25	6
20	4	51	75	6
21	12	56	25	4
22	12	47	75	4
23	13	49	25	4
24	14	53	25	4
25	14	45	75	4
26	15	50.5	25	4
27	16	47.5	25	4
28	17	47	25	4
29	18	44	25	4
30	19	42	25	4
31	20	43.5	25	4
32	21	39	25	4
33	22	39	25	4
34	6	56.5	25	4
35	23	35	25	4
36	24	36	25	4
37	25	34.5	25	4
38	26	31	25	4
39	18	35	75	5
40	19	34	75	5
41	20	35.5	75	5
42	5	65	75	5
43	27	60	25	3
44	9	66	25	5
45	10	60	25	kunstmatig verouderd
46	11	65	25	5
47	28	58	25	3
48	28	58	75	3
78	7	65.6	75	10
79	12	40	75	10
80	18	27	75	10
81	19	32.5	75	10
82	20	32	75	10
83	14	52	25	11
84	14	46	75	11
85	15	50	25	11
86	17	46	25	11
87	27	59.5	25	11
88	9	65	25	11
89	11	63	25	11
90	10	60	25	11
91	28	57	25	9
92	28	54	75	9
97	2	65.6	75	0
98	2	61.2	25	0
99	26	37	25	0
100	8	63	25	0
101	2		75	kunstmatig verouderd
102	2			id.
103	2		25	id.
104	2			id.

1) Deze nummers correspondeeren met de nummers der curven in de fig. 26 t.e.m. 31.

2) Zie Tabel I en fig. 5.

3) Deze soorten vijlsel zijn, waar niet uitdrukkelijk anders is vermeld, bij kamertemperatuur bewaard.



Hieruit blijkt, dat slechts vijlsel no. 8, bestaande uit zuivere β -phase geen „ageing”-verschijnsel vertoont, alhoewel wij op pag. 338 lieten zien, dat het specifiek volume van dit soort vijlsel door verhitten op pl.m. 100° C. verandert. Verandering (door verhitting) van spec. volume en kwikopname gaan dus niet pallel!

Uit fig. 8 (pag. 322) blijkt, dat legeringen met hoog zilveragehalte meer kwik kunnen opnemen, zonder in evenwichtstoestand vloeibare phase te bevatten, dan die met hoog tingehalte. Vergelijking van de waarden in Tabel IX laat zien, dat tinrijke legeringen veel minder kwik opnemen dan de op analoge wijze behandelde zilverrijke legeringen met dezelfde voorgeschiedenis.

Het bleek bij het onderzoek van diverse soorten vijlsel, allen van gelijke ouderdom, dat het niet het vijlsel met de samenstelling overeenkomend met Ag_3Sn is, dat een maximale kwikopname vertoont — zooals STERNER—RAINER (135) aangeeft —, maar de soorten vijlsel met 76.9 % zilver (Tabel I, pag. 333). De vaste oplossing β (fig. 5) is aansprakelijk te stellen voor deze hoge kwikopname. Zoo bezitten de amalgamen uit snel gekoelde legeringen — die nog onomgezette β -phase bezitten — een grooter kwikgehalte dan de amalgamen uit dezelfde legeringen, maar waar door uitgloeien de vaste oplossing is omgezet in de chemische verbinding Ag_3Sn .

Naarmate in de zuivere β -phase (vijlsel no. 28, 10 en 8) minder tin aanwezig is, schijnt de hoeveelheid opgenomen kwik af te nemen.

Daar vijlsel 27 meer kwik opneemt dan vijlsel no. 28 en vijlsel 9 meer dan vijlsel no. 10, schijnt het kwik door een heterogeen gestold mengkristal sneller te diffundeeren dan door een homogeen. Dit is in verband met de onderzoekingen van TAMMANN (139) ook begrijpelijk.

Uit de cijfers van Tabel IX kan verder blijken, dat na pl.m. 6 maanden de verschillende soorten vijlsel een grootere hoeveelheid kwik kunnen opnemen dan na pl.m. 11 maanden, onder overigens gelijke omstandigheden. Het vijlsel is dus na zes maanden nog niet in een eindtoestand; om uniforme resultaten te verkrijgen schijnt het dus gewenscht het vijlsel „kunstmatig te verouderen.”

B. Hardheidsbepalingen.

Met behulp van de op pag. 221 beschreven methode kon de

hardheid op verschillende oogenblikken na de bereiding bepaald worden. Uit de verkregen waarden voor de hardheid kan een indruk verkregen worden van de snelheid van hardworden en de maximale einhardheid.

De onderzoekingen werden uitgevoerd aan kunstmatig verouderde vijlselsoorten.

In overeenstemming met STERNER—RAINER ¹⁾ vonden wij, dat amalgamen uit vijlselsoorten met meer dan 73 % zilver — speciaal wanneer door verhitten uitsluitend β -phase aanwezig was — een zeer lage hardheid vertoonden, vooral wanneer door hoge druk niet te veel kwik in het amalgaam gelaten was. Technisch zijn deze soorten dus onbruikbaar.

In het algemeen konden wij geen groote invloed van de druk, bij het wegpersen van het kwik uitgeoefend, op de hardheid constateeren.

Maximale hardheid werd gevonden bij de amalgamen bereid uit legeringen met 73 % zilver, zonder dat een belangrijke invloed van de voorgeschiedenis der legering kon worden geconstateerd (amalg. 1, 2 en 4, fig. 26).

De tijd, waarin de eindhardheid bereikt wordt, varieert eenigszins bij verschillende amalgamen, zonder dat wij een bepaalde factor, hierop van invloed, konden aanwijzen (fig. 26).

Wel constateerden wij, dat aanmaken van het amalgaam met te weinig kwik, zoodat geen behoorlijk plastische consistentie verkregen wordt, de hardheid ongunstig beïnvloedt.

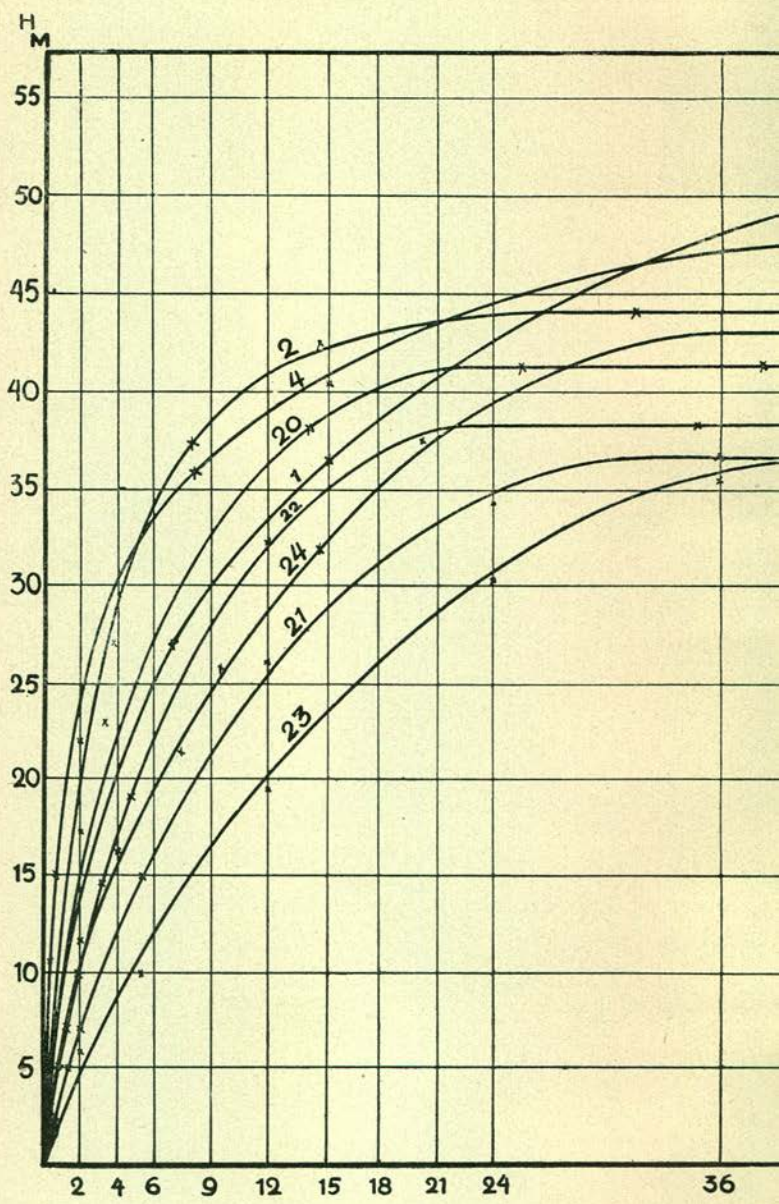
Uit de hardheidsbepalingen konden wij geen conclusies trekken omtrent de opbouw van de ternaire amalgamen, daar de berekening van de hardheid der amalgamen uit de hardheid van de samenstellende fasen tot geen resultaat leidde ²⁾.

C. Specifieke volumina der ternaire amalgamen.

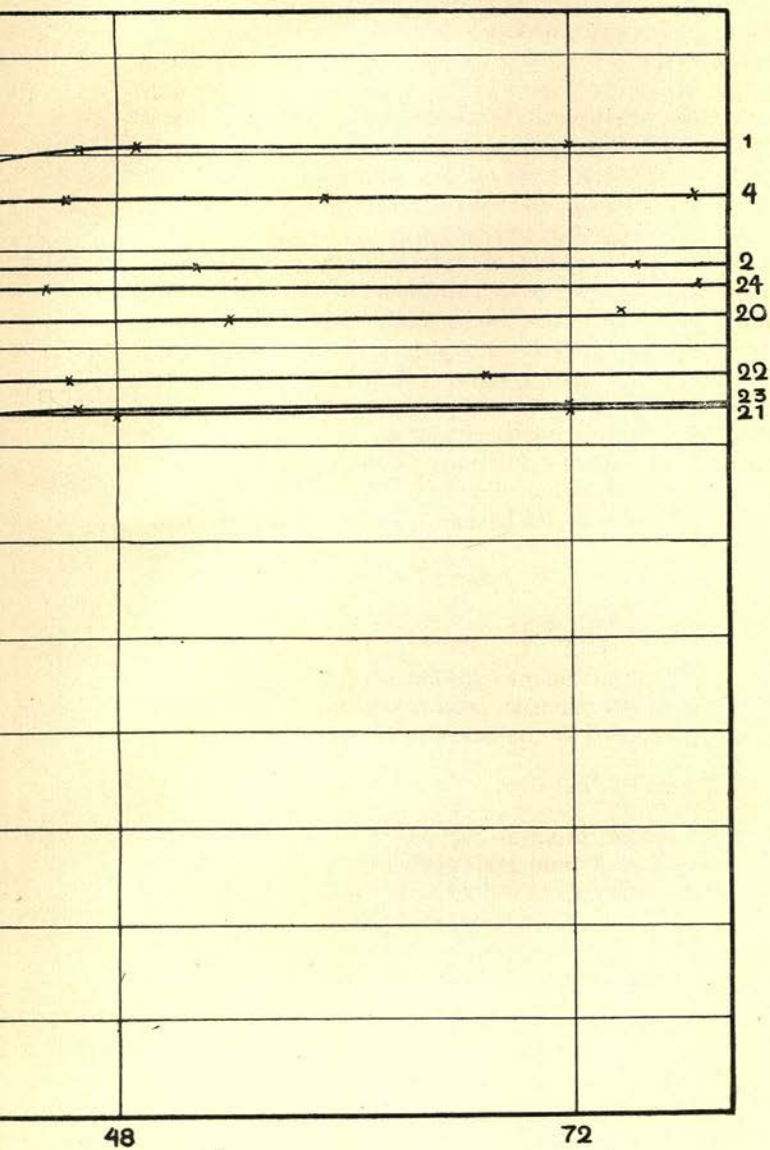
Van een twintigtal zilver-tin-amalgamen werd ongeveer 3 maanden na de bereiding — na welke tijd alle merkbare volumeveranderingen beëindigd zijn — het specifiek volume bepaald. De amalgamen werden daartoe in een slagmortier door een krachtige hamerslag in kleine partikels verbroken en daarna in een agaten mortier stoffijn gepoederd. De bepalingen werden verricht in pyknometers met toluol als afsluitvloeistof.

¹⁾ Cf. pag. 231.

²⁾ Cf. pag. 222.



Fig



Tijd in uren.

TABEL X.

Amalg.numm. 1)	Vijsl.numm. 1)	% Hg 1)	Procentueele samenstelling der amalgamen in eindtoest. 2)			Begin- volume per gram	Bere- kend S.V. $35^{\circ}75$ $4^{\circ}00$ in eind- toestand	Bepaald S.V. $35^{\circ}75$ $4^{\circ}00$	Verschil berek.- bep. in %
			Ag ₃ Sn	X	Sn-Hg				
6	9	56	14	81	5		0.0814	0.08242	— 1.2
8	10	57	13	82	5		0.0811	0.08054	+ 0.7
9	11	65		92	8		0.0791	0.07894	+ 0.2
10	11	60	7.5	86.5	6		0.0800	0.07971	+ 0.2
19	4	55	12.5	77.5	10	0.0861	0.0833	0.08285	+ 0.5
20	4	51	19	72	9	0.0871	0.0845	0.08392	+ 0.7
21	12	56	10	78	12	0.0877	0.0839	0.08368	+ 0.2
23	13	49	21	68.5	10.5	0.0887	0.0859	0.08582	+ 0.1
24	14	53	14.5	74	11.5	0.0876	0.0845	0.08378	+ 0.8
30	19	42	25	56	20	0.0936	0.0923	0.09185	+ 0.5
34	6	56.5	10	80	10	0.0858	0.0827	0.08361	— 1.0
35	23	35	19	40.5	40.5	0.1023	0.1005	0.09933	+ 1.2
36	24	36	18	42	40	0.1018	0.1000	0.09801	+ 2.0
37	25	34.5	13	38	49	0.1054	0.1033	0.1029	+ 0.4
38	26	31	18	32	50	0.1070	0.1055	0.1047	+ 0.7
40	19	34	37	44.5	18.5	0.0962	0.0940	0.09331	+ 0.8
41	20	35.5	33	47.5	19.5	0.0957	0.0936	0.09314	+ 0.5
45	10	60					0.0801	0.07782	+ 1.8
97	2	65.6	3)			0.0835	0.0799	0.08019	— 0.2
98	2	61.2	3	86	11	0.0850	0.0816	0.08252	— 1.1

volume van het ternair amalgaam pl.m. 0.4 % verandert. Groote beteekenis kan dus aan de genoemde onzekerheden voor ons doel niet worden toegeschreven.

Vergelijkt men de berekende en de bepaalde waarden uit Tabel X, dan ziet men dat de afwijkingen bijna steeds kleiner

1) Zie Tabel IX.

2) Zie fig. 5.

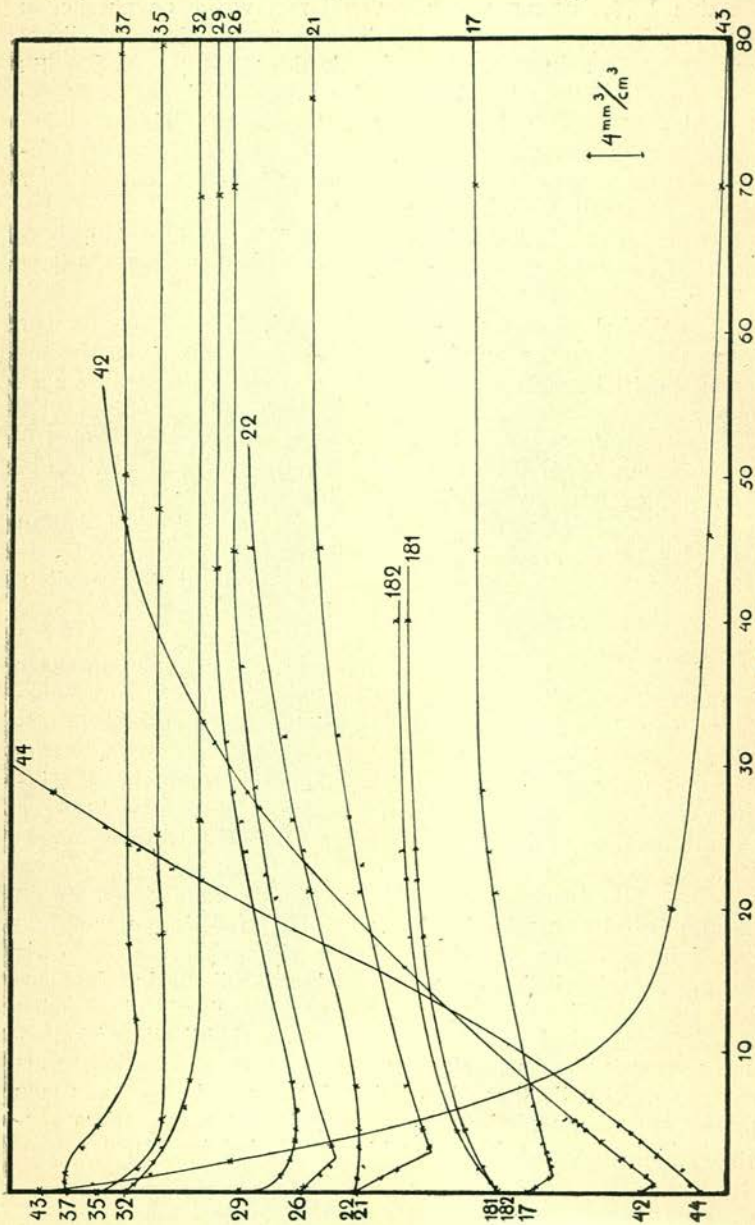
3) Procentueele samenstelling: 5.5 Hg, 10 Sn—Hg, 84.5 X.

zijn dan 1 %. Wanneer men bedenkt met welke onzekerheden onze berekeningen behept zijn, dan mag men uit deze cijfers toch wel de conclusie trekken, dat de door KNIGHT en JOYNER gegeven voorstelling van het ternaire evenwicht in groote trekken juist is. Men bedenke voorts, dat de afwijkingen bijna zonder uitzondering positief zijn, wat kan wijzen op een systematische fout. Geen regelmatige beïnvloeding van de fout door de samenstelling valt te constateeren.

In ieder geval vinden wij nergens afwijkingen van pl.m. 5 %, zooals TAMMANN en DAHL (140) die meenen geconstateerd te hebben.

In de Tabel zijn verder opgenomen de beginvolumina per gram. Deze waarden werden berekend met behulp van de bekende specifieke volumina van kwik en van de zilver-tin-legeringen. De verhouding kwik: vijsel geeft de 3e kolom. De waarden van de beginvolumina geven dus aan het specifiek volume op het oogenblik, dat het overtollige kwik wordt uitgeperst, indien nog geen reactie was ingetreden. Vergelijkt men deze waarden met de specifieke volumina in eindtoestand, dan blijken de eerste steeds hooger te zijn dan de laatste. Het verschil is — zooals begrijpelijk — vooral groot in die gevallen, waarin veel Ag_3Hg_4 gevormd wordt. Theoretisch zou men dus bij al onze ternaire amalgamen een sterke contractie kunnen verwachten. Wanneer de reactie, waarbij Ag_3Hg_4 gevormd wordt naast het mengkristal van tin en kwik nog voortschrijdt nadat het kwik is uitgeperst, zou dus in de vulling een contractie optreden, waardoor het materiaal voor de tandheelkundige techniek onbruikbaar wordt. In hoeverre de werkelijke volumeveranderingen hieraan beantwoorden, zal hieronder uitvoerig worden nagegaan.

Zooals uit Tabel IX kan blijken, zijn de amalgamen 97 en 98 bereid uit versch vijsel Ag_3Sn . De afwijkingen van hun specifieke volumina van de berekende zijn geheel van de orde van grootte als bij de anderen. Inderdaad schijnen dus de reacties, die zich bij het amalgameeren van versch vijsel afspelen naar hetzelfde eindevenwicht toe te loopen als bij oud of kunstmatig verouderd vijsel (zie pag. 326). Daar het specifiek volume van versch vijsel grooter is dan dat van oud vijsel zou men bij een amalgaam uit het eerstgenoemde een nog sterker contractie kunnen verwachten dan bij een uit het laatste.



Tijd in uren.

Fig. 27.

D. Volumeveranderingen van ternaire amalgamen.

De voor dilatometrische proeven gebruikte amalgamen werden bereid op de op pag. 549 beschreven wijze. Men kan zich voorstellen, dat door het uitoefenen van een druk van resp. 25 en 75 kg/cm² in het amalgaam wisselende hoeveelheden mechanisch vastgehouden kwik overblijven. De veranderingen, optredend vóór het uitpersen van het kwik, zijn dus in op gelijke wijze bereide amalgamen identiek; de door ons dilatometrisch waargenomen veranderingen na het uitpersen, zullen echter afhankelijk zijn van de uitgeoefende persdruk.

Amalgaam 18 (fig. 27) is in duplo gemaakt. De curven zijn goed reproduceerbaar (18₁ en 18₂).

Het is nu gebleken, dat het trekken van conclusies uit de door ons bepaalde volumeveranderingen — de graphische weergave hiervan zullen wij in navolging van GRAY (56) reactiecurve noemen — ten zeerste bemoeilijkt wordt door superpositie van allerlei factoren. Het eerste stadium van de bereiding verloopt voor alle amalgamen op precies dezelfde wijze. Echter zal bij de eene soort zilver-tin-legering op het oogenblik, dat het overtollige kwik wordt uitgeperst, meer onaangetaast materiaal aanwezig zijn dan bij de andere. Het uitoefenen van een bepaalde druk zal dus voor alle amalgamen niet steeds hetzelfde effect hebben. Wel zal men mogen beweren, dat door gebruik van uiteenlopende drukken bij overigens op dezelfde wijze bereide amalgamen de hoeveelheid vrij kwik, die men na het uitstooten van het amalgaam daarin overlaat, varieert. Komt echter aan de druk nog een speciale beteekenis toe voor de eigenschappen van het materiaal, geheel afgezien van de hoeveelheid kwik, die men er door in het amalgaam laat — wat in verband met onze beschouwingen bij de tinamalgamen niet onmogelijk is — dan krijgt men door het eenvoudig laten variëren van de druk reeds een superpositie van verschillende factoren. De grootte van de kristallen in de diverse reguli zal ook van invloed zijn op de kwikopname, en deze is, door de zeer varierende voorbehandeling, moeilijk gelijkwaardig te houden.

Het is achteraf dan ook wel begrijpelijk, dat wij niet tot een vaste meening omtrent de invloed van verschillende factoren op de eigenschappen van zilver-tin-amalgamen konden komen.

De meeste amalgamen werden bereid door gebruikmaking van een druk van 25 kg/cm², in sommige gevallen van een druk

TABEL XI (vgl. fig. 27).

Vijzelsoorten uit snel-gekoelde reguli bereid.

Nummer van amalg. (Tabel IX)	Volumeverandering in mm ³ /cm ³ na									
	2 h	4 h	6 h	10 h	20 h	30 h	40 h	50 h	80 h	10 dagen
44	+ 2.0	+ 4.4	+ 6.8	+ 12.2	+ 31.0	+ 48.0	Niet verder voortgezet			
42	+ 0.6	+ 3.2	+ 5.6	+ 10.2	+ 20.4	+ 28.8	+ 34.0	id.		
17	- 1.7	- 1.0	- 0.5	+ 0.3	+ 1.0	+ 3.2	+ 3.6	+ 3.6	+ 3.9	+ 4.4
18 ¹	+ 1.0	+ 2.0	+ 3.0	+ 4.0	+ 5.6	+ 6.2	+ 6.4	Niet verder voortgezet.		
18 ²	+ 1.2	+ 2.5	+ 3.6	+ 4.8	+ 6.0	+ 6.7	+ 7.1	id.		
21	- 3.6	- 4.8	- 4.3	- 3.2	- 0.6	+ 1.2	+ 2.2	+ 2.8	+ 3.2	
22	- 0.4	- 0.3	- 0.2	+ 0.3	+ 2.8	+ 4.8	+ 6.4	+ 7.2		
26	- 2.2	- 2.2	- 1.6	- 0.4	+ 1.6	+ 3.2	+ 4.3	+ 4.4	+ 4.4	4.8
29	- 3.4	- 3.9	- 3.8	- 3.2	- 0.8	+ 0.8	+ 1.8	+ 1.8	+ 1.8	+ 2.0
32	- 2.0	- 2.8	- 4.0	- 4.7	- 5.2	- 5.2	- 5.2	- 5.2	- 5.2	- 5.2
35	- 2.8	- 4.3	- 4.4	- 4.5	- 4.4	- 4.2	- 4.2	- 4.2	- 4.2	
37	+ 0.0	- 1.4	- 2.7	- 4.6	- 4.1	- 4.0	- 4.0	- 3.8	- 3.5	
43	- 13.2	- 22.0	- 29.0	- 38.4	- 44.0	- 45.2	- 46.4	- 46.8	- 47.8	

van 75 kg/cm². Een belangrijke invloed van de persdruk op de volumeveranderingen konden wij niet vinden. Daar hierover ook het zeer exacte onderzoek van GRAY (56) loopt, scheen ons een uitvoerig onderzoek hiernaar overbodig. Meer aandacht schonken wij aan de invloed van de chemische samenstelling en voorgeschiedenis van onze vijlselsoorten.

Fig. 27 geeft de reactiecurven van amalgamen, bereid uit vijlsel, afkomstig van snel gekoelde reguli (Tabel I, pag. 333). De curve-nummers zijn in tabel IX in de eerste kolom gerangschikt, zoodat de bereiding, samenstelling enz. der amalgamen met behulp van deze Tabellen dadelijk kan worden afgelezen. Het vijlsel, waaruit deze groep amalgamen bereid is, was pl.m. 4 maanden oud. (Zie verder tabel XI).

Wij zien hieruit, dat het amalgaam, bereid uit vijlsel 27 (Tabel I) dadelijk na de bereiding begint sterk te contraheeren en dat deze contractie na pl.m. 20 uur bijna reeds haar maximum bereikt heeft (Amalg. no. 43). Daarentegen vertoont het amalgaam, bereid uit vijlsel no. 9, waarvan de chemische samenstelling slechts weinig verschilt met die van vijlsel 27, juist een zeer sterke expansie, geheel in overeenstemming met de resultaten van BLACK (14) en STERNER—RAINER (135) (Amalg. no. 44). Een verschil van slechts enkele % in samenstelling verandert hier dus totaal de eigenschappen van het amalgaam. Wel is in vijlsel no. 27 waarschijnlijk de α -phase (fig. 5) grootendeels nog bewaard gebleven, terwijl in vijlsel no. 9 bijna alles tot — heteroögen gestolde — β -vaste-oplossing is geworden.

Het amalgaam uit vijlsel no. 5 (Amalg. no. 42) is, zooals te verwachten is, in eigenschappen tamelijk gelijkwaardig met amalgaam no. 44 uit vijlsel no. 9. Ook hier een expansie, die echter minder sterk is, geheel in overeenstemming weer met STERNER—RAINER (135).

De amalgamen 17 en 18 zijn bereid uit vijlsel no. 3. Curve 17 vertoont het beeld, zooals GRAY dat als „algemeen” beschouwde, n.l. in de eerste tijd na de bereiding een contractie, daarna een expansie. Bij het door ons bereide amalgaam vonden wij de maximale contractie na 1 uur liggen bij 1,8 mm³/cm³. De daarna optredende expansie bereikt na pl.m. 34 uur haar maximum, waarbij het oorspronkelijk volume een vergrooing heeft ondergaan van 3.4 mm³/cm³. Gebruikmaking van hoogere

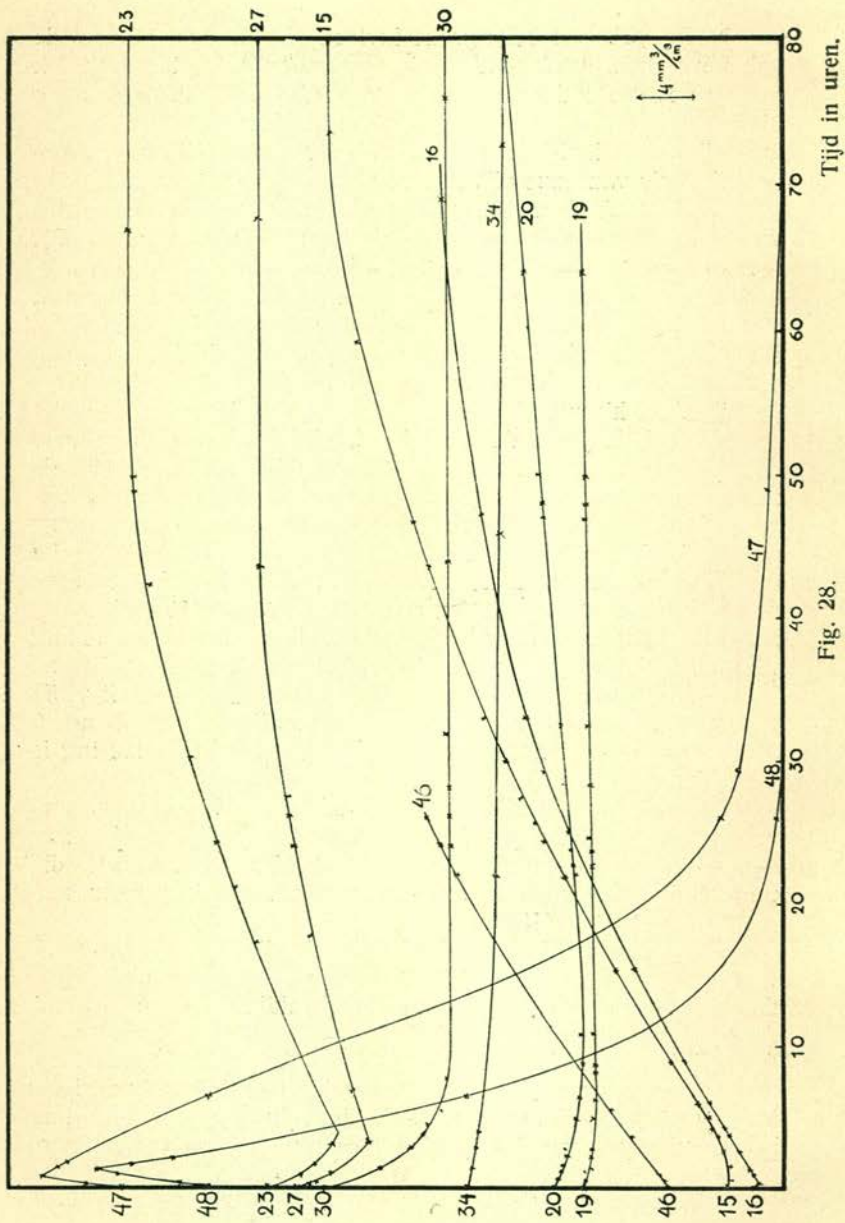


Fig. 28.

druk (amalgaam 18) schijnt het beginstadium te onderdrukken, en doet reeds dadelijk de expansie optreden.

Eigenaardig doen in dit verband de amalg. 21 en 22 aan. Men zou hier curven kunnen verwachten, die òf een contractie — òf een contractie gevolgd door een zwakke expansie, zouden te zien

TABEL XII (vgl. fig. 28).

Vijfsoorten uit reguli met thermische voorbehandeling.

Nummer van amalgaam (Tabel IX)	Volumeverandering in mm ³ /cm ³ na									
	2 h	4 h	6 h	10 h	20 h	30 h	40 h	50 h	80 h	10 dagen
16	+ 0.6	+ 2.0	+ 3.2	+ 5.4	+ 10.5	+ 14.8	+ 17.6	+ 19.6	+ 22.0	
15	+ 0.0	+ 0.6	+ 2.0	+ 4.4	+ 10.4	+ 14.8	+ 19.2	+ 22.4	+ 27.8	
46	+ 1.4	+ 2.6	+ 4.2	+ 7.2	+ 13.6	Niet verder voortgezet.				
19	- 0.5	- 0.6	- 0.6	- 0.5	- 0.5	- 0.4	- 0.4	- 0.2	- 0.0	
20	- 0.6	- 1.2	- 1.7	- 2.0	- 3.6	- 0.7	+ 0.2	+ 1.0	+ 3.6	
34	- 0.4	- 0.6	- 1.0	- 1.3	- 2.0	- 2.2	- 2.2	- 2.4	- 2.6	- 2.9
30	- 5.0	- 7.0	- 8.2	- 8.8	- 8.8	- 8.8	- 8.8	- 8.8	- 8.8	
27	- 4.0	- 4.8	- 4.4	- 3.2	- 0.6	+ 1.2	+ 2.2	+ 2.4	+ 2.4	+ 2.9
23	- 3.8	- 4.6	- 4.0	- 2.2	+ 1.8	+ 5.2	+ 8.0	+ 9.2	+ 9.6	+ 10.6
48	+ 3.8	- 7.0	- 16.0	- 28.0	- 38.2	- 40.0	Niet verder voortgezet.			
47	+ 4.0	- 0.2	- 4.4	- 14.0	- 36.0	- 43.0	- 44.4	- 45.0	- 52.0	

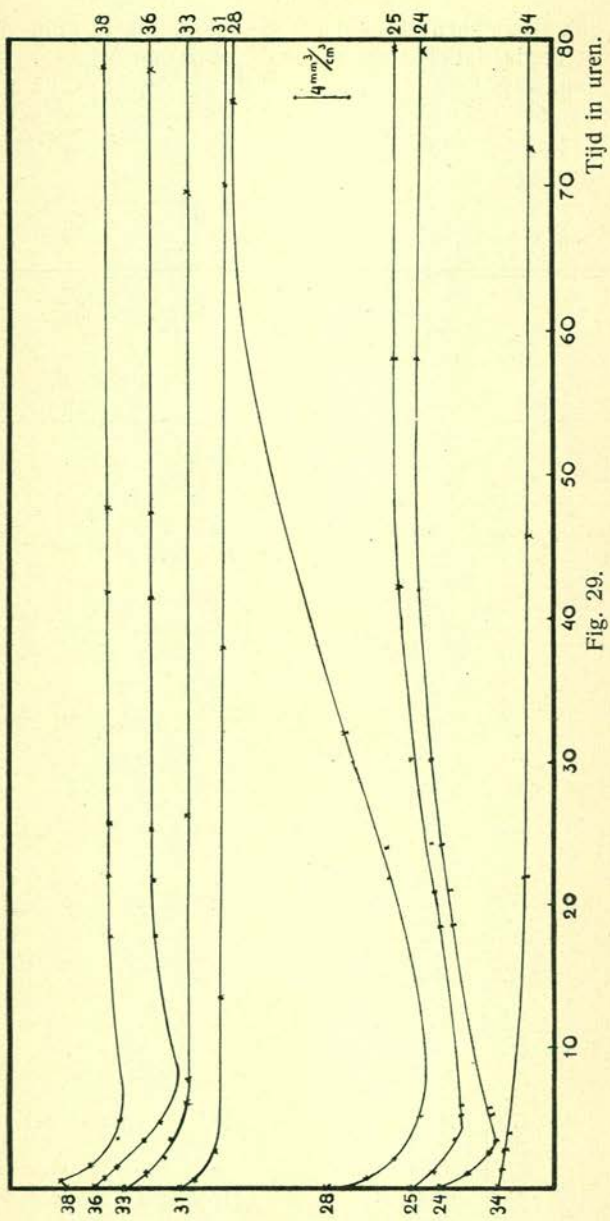


Fig. 29.

geven. STERNER—RAINER vindt inderdaad een dergelijk beeld. Wij vonden echter een tamelijk sterke contractie, die vrij spoedig overgaat in een *sterke* expansie.

Naarmate we ons meer naar de tinkant verplaatsen, wordt de expansie, volgend op de begincontractie, steeds minder sterk en minder lang aanhoudend, om tenslotte geheel te verdwijnen.

Wanneer men uitgaat van vijlsel, afkomstig van reguli, die aan geen speciale voorbehandeling onderworpen zijn geweest, is dus een bepaalde invloed van de samenstelling op de volume-veranderingen te constateeren.

Amalgamen, bereid uit vijlsel van reguli, die door een ther-

TABEL XIII (vgl. fig. 29).

Vijlsel bevat mechanisch mengsel van Ag_3Sn en Sn

Nummer amalgam (Tabel IX)	Volumeverandering in mm^3/cm^3 na									
	2 h	4 h	6 h	10 h	20 h	30 h	40 h	50 h	80 h	10 dagen
34	- 0.4	- 0.6	- 1.0	- 1.3	- 2.0	- 2.2	- 2.2	- 2.4	- 2.6	- 2.9
24	- 2.8	- 3.6	- 3.2	- 2.4	- 0.5	+ 0.4	+ 1.2	+ 1.6	+ 1.2	
25	- 2.0	- 3.4	- 3.6	- 2.8	- 2.0	- 0.2	+ 0.4	+ 1.0	+ 1.0	
28	- 4.6	- 6.0	- 6.4	- 6.6	- 5.2	- 2.0	+ 1.2	+ 3.6	+ 6.2	+ 6.8
31	- 2.0	- 2.4	- 2.5	- 2.6	- 2.7	- 2.8	- 2.8	- 3.2	- 3.6	
33	- 2.3	- 3.8	- 4.3	- 4.4	- 4.4	- 4.4	- 4.4	- 4.4	- 4.4	
36	- 2.0	- 3.8	- 5.2	- 5.4	- 4.0	- 4.0	- 4.0	- 4.0	- 4.0	
38	- 2.0	- 3.5	- 4.0	- 3.6	- 2.9	- 2.9	- 2.8	- 2.8	- 2.8	

TABEL XIV (vgl. fig. 30).

Vijzelsoorten 10—11 maanden oud.

Nummer amalgam (Tabel IX).	Volumeverandering in mm ³ /cm ³ na									
	2 h	4 h	6 h	10 h	20 h	30 h	40 h	50 h	80 h	10 dagen
78	+ 2.0	+ 4.0	+ 5.6	+ 8.0	+ 14.0	+ 18.8	+ 23.2	+ 24.8	+ 30.2	
88	+ 3.8	+ 7.6	+ 11.2	+ 18.0	+ 32.8	+ 40.8				
79	- 4.0	- 6.0	- 7.0	- 7.9	- 8.1	- 8.2	- 8.4	- 8.8	- 9.6	- 10.6
80	- 2.8	- 4.6	- 6.0	- 7.0	- 7.6	- 7.7	- 8.0	- 8.2	- 8.4	- 9.8
81	- 4.0	- 6.6	- 8.8	- 11.2	- 12.5	- 12.6	- 12.8	- 13.0	- 13.4	- 14.2
82	- 2.5	- 4.2	- 5.2	- 6.0	- 6.2	- 6.4	- 6.6	- 7.0	- 8.0	- 8.8
83	- 4.8	- 6.5	- 8.0	- 9.0	- 10.2	- 10.6	- 11.0	- 11.6	- 13.0	- 14.2
84	- 2.0	- 3.0	- 4.0	- 4.5	- 5.2	- 5.6	- 6.0	- 6.3	- 7.2	- 8.0
85	- 2.4	- 4.3	- 5.4	- 6.8	- 8.2	Niet verder voortgezet.				
86	- 5.2	- 6.6	- 8.0	- 9.6	- 10.8	- 11.6	- 12.0	- 12.4	- 14.0	- 15.4
89	+ 3.2	+ 4.2	+ 4.6	+ 6.0	+ 7.8	Niet verder voortgezet.				
90	- 13.2							id.		
87	- 14.0							id.		
91	- 2.0	- 14.0	- 22.0	- 35.0	- 61.0	- 68.0	- 70.6		- 71.5	- 71.5
92	- 0.0	- 11.0	- 20.0	- 32.0	- 59.4			- 62.0		- 65.0

mische voorbehandeling omgezet zijn in zuivere β -phase (vijsel 28); in een mechanisch mengsel van β - en α -phase (vijsel 7 en 11); in — geheel of gedeeltelijk — zuiver Ag_3Sn (vijsel 4 en 6); of in Ag_3Sn naast gestolde vloeibare phase (vijsel 13, 16 en 19) zijn, voor zoover het dun dilatometrisch onderzoek betreft, weergegeven in fig. 28 en tabel XII.

Uit curve 47 en 48 blijkt, dat omzetting van een snel gekoelde regulus in een die uit zuivere β -vaste oplossing bestaat, de reactiecurve totaal verandert. Het eerste uur na de bereiding hebben we hier een expansie, die dan overgaat in een zeer sterke contractie, terwijl reeds na pl.m. 20 uur het eindvolume bijna bereikt is. Toevoeging van een weinig γ -phase aan de β -phase (Amalg. no. 16, 15 en 46) verandert weer het geheele beeld, en geeft een sterke expansie te zien.

Amalgamen, bereid uit Ag_3Sn -phase vertoonen geen sterke volumeveranderingen — het vijsel was 6 maanden bij kamertemperatuur bewaard — : een zwakke contractie, die geleidelijk in een expansie overgaat (Amalg. 19, 20 en 34). Komt naast Ag_3Sn -phase nog gestolde vloeistof voor, dan vinden wij weer, indien de hoeveelheid Ag_3Sn overweegt, een contractie gevolgd door een sterke expansie, welke laatste geheel verdwijnt, indien we ons naar de tinkant bewegen.

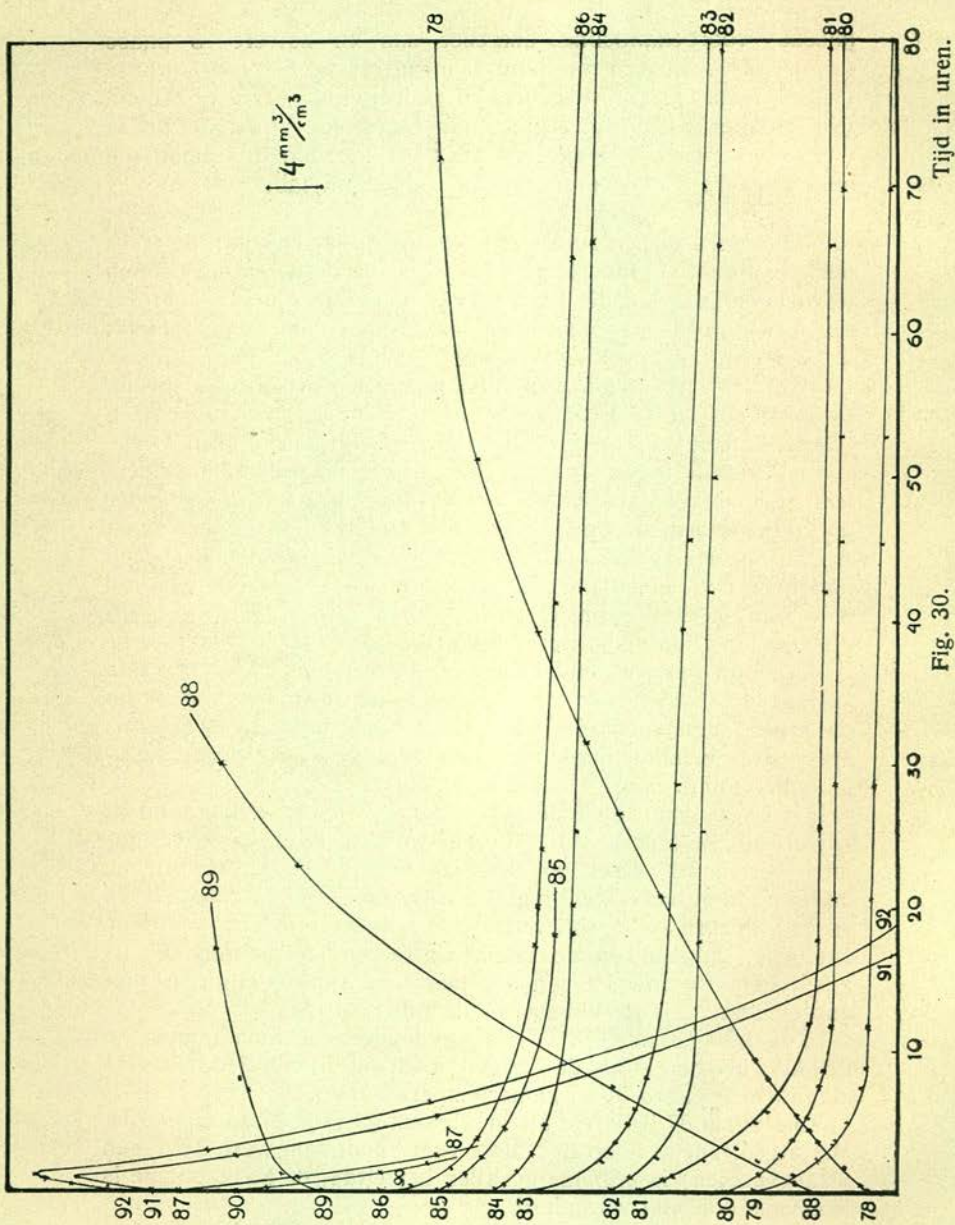
Vergelijkt men de curven uit fig. 28 met die uit fig. 27, dan springt de invloed van de voorgeschiedenis in het oog. Voor de reguli, getemperd bij 450°C en daarna „abgeschreckt”, speelt deze behandeling echter geen belangrijke rol bij de amalgaambereiding.

In fig. 29 zijn, naast de reactiecurve van een amalgaam uit zuiver Ag_3Sn (curve 34) weergegeven de curven van amalgamen, bereid uit vijsel van de 4 dagen op 200°C . verhitte en daarna „abgeschreckte” reguli (vijsel no. 14, 17, 20, 22, 24 en 26). Naarmate de hoeveelheid Ag_3Sn vermindert, wordt de expansie, volgend op de begin-contractie, steeds minder uitgesproken. De invloed van de chemische samenstelling is hier dus evident. (Zie de bijbehorende tabel XIII).

In fig. 30 en tabel XIV zijn weergegeven de amalgamen, op gelijke wijze bereid als de vorigen, maar nu uit vijsel, dat 10—11 maanden bewaard is bij kamertemperatuur.

Amalgaam 87 is bereid als amalgaam 43 (fig. 27 en tabel XI). Het algemeene verloop der curve (het amalgaam werd 21 dagen waargenomen) is in beide gevallen hetzelfde; de kwikopname is trouwens ook niet veranderd.

Hetzelfde geldt voor amalgaam 88, 91 en 92, die overeen-



TABEL XV (vgl. fig. 31).

Nummer amalgzaam (Tabel IX)	Volumeverandering in mm ³ /cm ³ na									
	2 h	4 h	6 h	10 h	20 h	30 h	40 h	50 h	80 h	10 dagen
97	+ 0.4	+ 1.2	+ 2.2	+ 4.2	+ 8.4	+ 12.0	+ 15.0	+ 16.6	+ 18.8	
98	+ 1.2	+ 2.0	+ 3.0	+ 4.4	+ 8.2	+ 11.6	+ 13.6	+ 15.6	+ 18.0	
101	- 4.0	- 6.0	- 7.6	- 9.4	- 12.0	- 12.6	- 12.8	- 13.0	- 13.6	
103	- 6.8	- 9.6	- 11.8	- 14.6	- 19.6	- 21.6	- 22.0	- 22.3	- 23.2	
99	- 1.6	- 2.8	- 4.0	- 5.6	- 8.0	- 8.6	- 9.5	- 10.0	- 12.0	
45	- 8.0	- 16.0	- 22.0	- 31.0	- 40.0	- 40.8	- 41.6	- 42.2	- 44.4	
102	- 3.6	- 6.8	- 9.6	- 13.2	- 16.8	- 18.0	- 19.2	- 20.2	- 23.6	
104	- 3.2	- 4.8	- 6.4	- 8.8	- 12.0	- 13.6	- 14.8	- 15.6	- 16.8	

komen met resp. amalgaam 44, 47 en 48. Ook amalgaam 78, corresponderend met amalgaam 15 (fig. 28), vertoont evenals deze een vrij sterke expansie, terwijl amalgaam 89 uit vijzel no. 11 zich ook nauw aansluit bij amalgaam 46 (fig. 28).

De amalgamen, bereid uit vijzel van snel gekoelde of voorverhitte reguli met 15—23 % tin, vertoonen dus geen verandering van eigenschappen met varierende ouderdom van het vijzel. Amalgaam 45 (fig. 31 en tabel XV), bereid uit vijzel 10 (kunstmatig verouderd), vertoont een reactiecurve, geheel analoog met de curven van de amalgamen, bereid uit de vijzelsorten 28 en 8, van wisselende ouderdom, en is identiek met amalgaam 90 uit vijzel 10, dat 11 maanden oud is. Een geheel ander beeld vertoonen daarentegen de amalgamen, bereid uit legeringen, waarin de Ag₃Sn-phase optreed. Deze legeringen

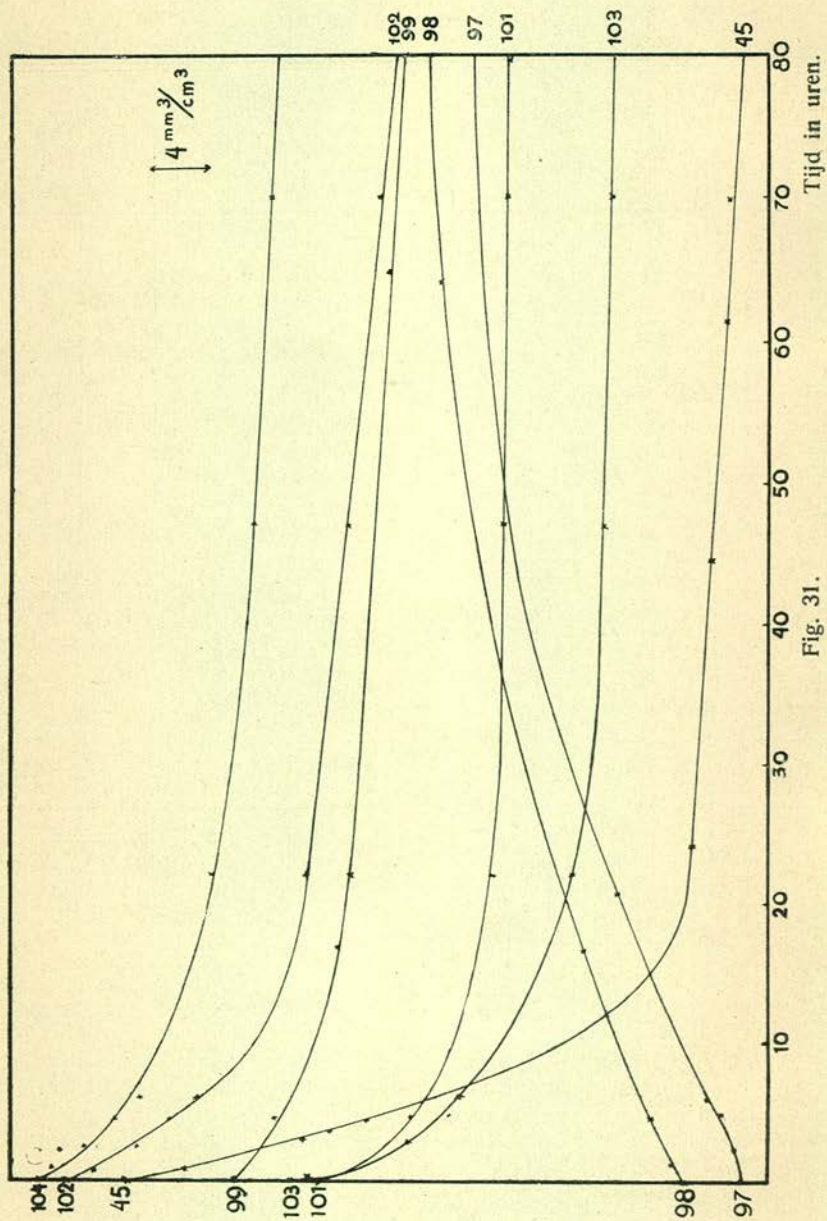


Fig. 31.

vertoonen het typische „ageing”-verschijnsel. Vergelijkt men nu de curve 79 (fig. 30) met de curve 22 (fig. 27) uit hetzelfde, maar jongere vijsel, dan ziet men, dat van een expansie niets meer te bespeuren valt, maar dat het amalgaam voortdurend contraheert en na pl.m. 20 uur reeds grootendeels tot de eindwaarde van het volume gekomen is. De andere amalgamen, allen 21 dagen waargenomen, vertoonen eveneens een contractie, die niet meer overgaat in een expansie. Men vergelijke, met behulp van Tabel IX, deze curven met die van de uit dezelfde vijselsoorten bereide amalgamen van geringere ouderdom.

Vijselsoorten, die „ageing” vertoonen, schijnen derhalve eenige maanden na de bereiding amalgamen te leveren, die na een contractie in het beginstadium gaan expandeeren. Ouder geworden, leveren deze soorten vijsel amalgamen, die contraheeren.

Vergelijkt men de amalgamen 80, 81 en 82 uit resp. vijsel no. 18, 19 en 20, dan ziet men, dat verhitting van de zilver-tin-reguli op 450° C. en daarna „abschrecken” de contractie van het amalgaam schijnt te bevorderen (fig. 30).

Om de invloed van de ouderdom van het vijsel verder na te gaan, werden eenige vijselsoorten in versche toestand en na „kunstmatig verouderd” te zijn tot amalgaam verwerkt. Zoo zijn in fig. 31 en tabel XV de amalgamen 97—100 uit versch vijsel bereid, de amalgamen 45 en 101—104 uit „kunstmatig verouderde” soorten. Wij zien hieruit duidelijk, dat versch Ag_3Sn amalgamen levert, die sterk expandeeren (no. 97 en 98). Versch vijsel no. 26 vertoont echter even goed een contractie als oud vijsel. Deze resultaten zijn geheel in overeenstemming met de resultaten van TAMMANN en DAHL, die amalgamen uit „kunstmatig verouderd” en versch vijsel vergeleken.

Wordt zuiver Ag_3Sn gevijld en „kunstmatig verouderd”, dan vertoont het daaruit bereide amalgaam vrij sterke contractie. Ten overvloede wijzen wij nog eens op de amalgamen 34, 19 en 20 uit Ag_3Sn , dat eenige maanden bij kamertemperatuur is bewaard.

Deze resultaten zijn als volgt samen te vatten:

1o. Zelfs na 5 maanden bij kamertemperatuur bewaard te zijn geweest, is het vijsel van zilver-tin-legeeringen met 27 % en meer tin nog niet in een eindtoestand gekomen.

2o. Bij legeeringen met 15—23 % tin is een zeer sterke

invloed van de thermische voorbehandeling van de legering op de volumeverandering van de daaruit bereide amalgamen te constateeren.

30. Bij legeringen met 27 % en meer tin vertoonen de amalgamen, bereid uit pl.m. 3 maanden oud vijlsel na een contractie in de eerste uren een expansie, die in intensiteit vermindert bij toenemend tingehalte.

40. Legeringen met 27 % en meer tin, waarvan het vijlsel pl.m. 1 jaar bij kamertemperatuur bewaard of „kunstmatig verouderd” is, vertoonen een contractie, waarop de voorbehandeling der regulus geen belangrijke invloed schijnt te hebben.

50. Een duidelijke invloed van de grootte van de druk bij het wegpersen van het overtollige kwik uitgeoefend is, speciaal indien het vijlsel in eindtoestand gebracht is, niet te constateeren.

60. Versche vijlselsoorten, speciaal die uit zuiver Ag_3Sn bereid, hebben neiging tot expansie, naast grootere opname van kwik.

E. P o g i n g t o t i n t e r p r e t a t i e v a n d e r e s u l t a t e n .

Bezieet men de verschillende weergegeven reactiecurven, dan is het zonder meer duidelijk, dat de bewering van GRAY (56), dat het verloop der volumeverandering gekenmerkt is door een contractie, die spoedig haar eindwaarde bereikt, gevolgd door een veel langzamer verlopende expansie, eenige steun kan vinden. Laten wij even de amalgamen met meer dan 27 % zilver in de uitgangslegering buiten beschouwing, dan is dit typische verloop speciaal te zien bij amalgaam uit vijlsel met een hoog gehalte aan Ag_3Sn -phase en van betrekkelijk geringe ouderdom; vijlsel dus, waarin het typische „ageing”-verschijnsel zich sterk demonstreert. Bij vele van deze amalgamen is, volgens de dilatometrische waarneming, het eindvolume aanmerkelijk grooter dan het volume bij het begin van de waarneming en zeer sterk is dit het geval bij het versche Ag_3Sn -vijlsel. Uit het in C van deze § meegedeelde volgt echter, dat het specifiek volume van al deze amalgamen, ook van die uit versch vijlsel, aanmerkelijk kleiner is dan het volume per gram op het oogenblik, dat de amalgamatie begint. Het optreden van een expansie is dus niet duidelijk. De verklaringspogingen van GRAY en van TAMMANN en DAHL, die niet gewezen hebben op de contradictie tusschen de uitkomsten der dilatometrische proeven en gevonden specifieke volumina, konden ons, zooals we vroeger reeds bespraken, niet bevredigen.

Wij meenen, dat de feiten beter verklaard worden door de veronderstelling, dat de verschillende bestanddeelen in de legering aanwezig met uiteenlopende snelheid geamalgameerd worden. Men kan zich indenken, dat bij de aantasting door kwik de aanwezige Ag_3Sn -deeltjes onder expansie in hun bestanddeelen uiteenvallen en dan de vorming van de verbinding Ag_3Hg_4 en het mengkristal van tin en kwik plaats heeft. De eerste zal ongetwijfeld onder sterke contractie moeten verlopen, en indien de snelheid van deze reactie die van de tweede overtreft, zal het resultaat zijn, dat meer Ag_3Hg_4 gevormd wordt dan in evenwichtstoestand kan bestaan. Daar dit evenwicht echter, naar de gevonden specifieke volumina leerden, bereikt wordt, moet dus achteraf het te veel gevormde Ag_3Hg_4 weer uiteenvallen in zijn componenten, hetgeen onder expansie geschiedt. De dan optredende amalgamatie van het tin kan men zich eveneens denken onder expansie te geschieden.

Het verschil tusschen versch en oud vijlsel bestaat in een verschil in omzettingssnelheid door kwik. Daar dit verschil min of meer kwantitatief gebonden is aan de hoeveelheid Ag_3Sn in het vijlsel ¹⁾, is het verschil in gedrag ten opzichte van kwik derhalve terug te brengen tot een verschil in diffusiesnelheid van het kwik door de Ag_3Sn -deeltjes. Indien onze hypothese juist is, moet in versch vijlsel, waarin het Ag_3Sn -partikel zeer snel wordt aangetast, het Ag_3Hg_4 in groote overmaat gevormd worden tijdens het aanmaken van het amalgam. Na het uitpersen van het kwik, zal al het beschikbare Ag_3Sn reeds zijn omgezet; van een contractie is dan niets meer te bespeuren, alleen de expansie, veroorzaakt door het „terugloopen” van de reacties naar het eindevenwicht, is waarneembaar, geheel in overeenstemming met de waargenomen feiten.

Bij „kunstmatig verouderd” vijlsel is de reactie- of diffusiesnelheid zoo sterk verlaagd, dat indien de amalgamatie van het zilver ook sneller zou verlopen dan van tin, hiervan niets te merken is en alleen een regelmatige contractie valt te bespeuren. Is het vijlsel nog slechts eenige maanden oud, dan zal men, uit hoofde van de waarnemingen (amalg. 21—29) hebben aan te nemen, dat ook nog na het uitpersen van het kwik de omzetting van Ag_3Sn onder vorming van Ag_3Hg_4 doorgaat, hetgeen wel begrijpelijk is, daar in dit stadium nog voor de omzetting beschikbaar Ag_3Sn onaangetast aanwezig zal zijn. De terugvorming van de fasen uit het te veel gevormde

¹⁾ Cf. pag. 326.

Ag_3Hg_4 zou dan pas na eenige uren in snelheid de onder contractie verloopende omzetting van Ag_3Sn door kwik gaan compenseren en een expansie treedt in de reactiecurve op.

Eenigszins vreemd doet het hierbij aan, dat deze compenseerende reacties zoo langzaam voortschrijden, alhoewel het op zichzelf niet onmogelijk is, speciaal wanneer men bedenkt, dat de amalgamatie van tin op analoge wijze kan verlopen.

Naarmate het vijsel ouder wordt nadert het in eigenschappen „kunstmatig verouderd” vijsel en is het verloop der reactiecurven van deze vijselsoorten dus weer begrijpelijk.

Een nadere bespreking is noodig van het waargenomen feit, dat de vijselsoorten uit zuiver Ag_3Sn het typische contractie-expansie-verloop slechts met geringe intensiteit vertoonen (Amalg. 34), maar dat geringe hoeveelheden eutektikum (bijna zuiver tin) het verschijnsel in zeer sterke mate doen optreden (Amalg. 21 tot 29), terwijl bij te veel eutektikum de expansie in intensiteit juist weer gaat afnemen. Let men op de ligging van amalgaam 34 uit zuiver Ag_3Sn in fig. 8, dan blijkt, dat hierin bijna al het oorspronkelijke Ag_3Sn is omgezet. Daar het vijsel nog slechts eenige maanden oud is, zijn de reacties spoedig afgelopen. Te veel Ag_3Hg_4 kan in dit amalgaam nooit in groote mate gevormd zijn; als dus een expansie optreedt, zal deze niet zeer sterk zijn. Naarmate we ons meer naar het centrum van D (fig. 8) bewegen, zal echter de expansie veroorzaakt door het uiteenvallen van het te veel gevormde Ag_3Hg_4 sterker worden. Het verdringen van de expansie bij veel tin in het vijsel kunnen we dan alleen verklaren door aan te nemen, dat naarmate meer tin in het vijsel is, het kwik gemakkelijk naar binnen kan dringen, iets wat wel begrijpelijk is wanneer men bedenkt, hoe snel een kwikdruppel door een niet al te dikke tinplaat heenloopt. Uit het weinige Ag_3Sn , dat aanwezig is in het vijsel, kan een niet te groote overmaat aan Ag_3Hg_4 gevormd worden, zoodat het wel begrijpelijk is, dat in deze gevallen de contractie niet meer door een expansie gevolgd wordt.

Dat amalgamen, bereid uit vijselsoorten, die de β -phase bevatten (fig. 5) anders zullen reageeren dan die, bereid uit Ag_3Sn , is wel begrijpelijk. Door toevoeging van kwik aan de vijselsoorten 5, 7, 8, 9, 10, 11, 27 en 28 (Tabel I en fig. 5) komt men in het gebied C (fig. 8). Het is mogelijk, dat eerst een gedeelte van het vijsel zooveel kwik opneemt, dat men in het gebied D raakt, doch dat het eindevenwicht in het gebied C valt. Speciaal geldt dit voor de amalgamen 47, 48, 91 en 92

uit vijsel 28 (zie fig. 8). Misschien is hieruit het typische verloop van de reactiecurven van deze amalgamen te verklaren: een expansie, die spoedig in een zeer sterke contractie overgaat. De expansie zou dan wijzen op een omzetting van het te veel gevormde Ag_3Hg_4 en vaste oplossing van tin en kwik; de contractie, die spoedig overheerscht, wijst op de vorming van het ternaire mengkristal C.

De amalgamen uit de andere juist genoemde vijselsoorten bezitten zoo'n hoog kwikgehalte, dat zij zelfs in het gebied E (fig. 8) komen te liggen. Indien hier dus een ternair mengkristal gevormd is, moet dit naderhand weer geheel worden afgebroken. Waarom dit echter onder expansie geschiedt, is niet goed duidelijk. Wel is hier dus de hoeveelheid kwik beslissend voor het optredend volume-effect, daar dit bepaalt welke reacties in totaal zich zullen voltrekken. Zoo vertoonen de amalgamen 43 en 87 uit vijsel no. 27 een contractie; door de geringe hoeveelheid kwik, die zij opnemen, verlopen de volumeveranderingen in dezelfde richting als bij de amalgamen uit vijsel no. 28, zoo juist besproken.

Alhoewel onze verklaringen nog zeer hypothetisch zijn, gelukt het ons toch bij de ternaire amalgamen de controverse tusschen de dilatometrisch waargenomen volumeveranderingen en de op grond van het verschil tusschen begin- en eindvolume te verwachten effecten, te overbruggen.

F. Conclusies voor de tandheelkundige praktijk.

Amalgamen, die tijdens het hard worden in de caviteit niet van volume veranderen, komen, onder de door ons bestudeerde omstandigheden, niet voor en zijn, zooals wij boven uitvoerig aantoonde, theoretisch niet denkbaar.

De belangrijkste conclusies voor de praktijk uit onze onderzoekingen te trekken is wel, dat het eigenlijke amalgamatieproces gekenmerkt is door een sterke contractie en daarom amalgamen uit zilver-tin-legeringen bereid slechts onder bijzondere omstandigheden gebruikt mogen worden. Daarom worden waarschijnlijk op empirische gronden andere metalen aan de zilver-tin-alliage toegevoegd.

Legeringen met meer dan 73 % zilver zijn ongeschikt als uitgangsmateriaal voor de amalgaambereiding; hierin komen wij tot hetzelfde resultaat als STERNER—RAINER (135). Thermische voorbehandeling van dergelijke reguli heeft dikwijls in deze groep belangrijke invloed op de volumeverandering, echter

zonder dat hierdoor het materiaal geschikt wordt gemaakt voor een amalgaam met gunstige eigenschappen als vulmateriaal.

Echter gelooven wij er hier op te mogen wijzen, dat men in het vijsel van de snel gekoelde reguli met 73—80 % zilver een materiaal heeft, dat met kwik in overmaat aangemaakt een plastisch amalgaam levert, dat spoedig hard wordt en dat een sterke expansie vertoont, waarvan de grootte nauwkeurig bekend is. Een amalgaam als no. 88 b.v.b. (fig. 30 tabel XIV) vertoont na 24 uur een volumevergrooting van pl.m. 4 %. Men zou misschien dergelijke amalgamen kunnen gebruiken bij een indirecte-inlay-techniek, waarbij de expansie van het amalgaam-model de invloed van de krimp van inbedmateriaal en goud (6) zou kunnen compenseeren.

TAYLOR (145) stelt als eisch voor een deugdelijk amalgaam, dat na 24 uur de lengte $1-10 \mu/\text{cm}$ (0.01—0.1 %) is toegenomen. Is de contractie gedurende dit tijdsverloop groter dan $4 \mu/\text{cm}$ (0.04 %), dan is het materiaal af te wijzen. De toelaatbare volumeveranderingen — wanneer wij aannemen, dat de veranderingen in alle richtingen gelijk zijn — zijn derhalve:

Contractie hoogstens	0.12 % = 1.2 mm ³ /cm ³
Expansie na 24 uur	„ 0.30 % = 3.0 mm ³ /cm ³

Beschouwen wij nu de gepubliceerde reactiecurven, dan blijkt, dat alleen de amalgamen 17, 19 en 20 (fig. 27 en 28) aan deze eischen beantwoorden. Wij zouden hieruit willen concludeeren, dat een amalgaam met gunstige eigenschappen verkregen kan worden op de volgende manier:

Men bereidt als in § 2 (pag. 333) is aangegeven een zilver-tin-alliage met pl.m. 72.5 % zilver en pl.m. 27.5 % tin en verhit de regulus eenige uren op 400° C, zoodat nog *geen volledige* omzetting in zuiver Ag₃Sn tot stand gekomen is; de graad van omzetting kan door een densiteitsbepaling gecontroleerd worden. Hierna wordt de legering gevijld en het vijsel ongeveer 6 maanden bij kamertemperatuur bewaard. De in de techniek steeds gevolgde methode het vijsel kunstmatig te verouderen veroorzaakt bij de amalgamen uit zilver-tin-legeringen sterke contractie! Wel is deze methode gewenscht om een uniform materiaal te verkrijgen, maar de curven 101—104 (fig. 31) in vergelijking met 19 en 20 (fig. 28) doen zien, welk groot verschil er bestaat tusschen amalgamen uit langere tijd bij kamertemperatuur bewaard vijsel en die uit verhit vijsel van nauwkeurig dezelfde samenstelling en voorgeschiedenis.

Het aldus behandelde vijlsel wordt met ongeveer de dubbele gewichtshoeveelheid kwik gedurende 6 minuten aangemaakt, de breivormige massa door uitknippen in de hand van het overtollige kwik bevrijd en in de caviteit gestopt, zonder verdere voorbereiding.

Vijlselsoorten, die meer tin bezitten en nog slechts eenige maanden oud zijn, zijn onbruikbaar, daar of de expansie te groot is en te lang aanhoudt ¹⁾, of — bij veel tin — de contractie tot bedenkelijke resultaten kan voeren. Worden deze vijlselsoorten langer bewaard of kunstmatig verouderd, dan vertoonen zij bij het amalgameeren een te sterke contractie. De voorbehandeling is bij deze soorten niet van wezenlijke invloed.

Bij volgen van de aangegeven bereidingsmethode is dus slechts één bepaalde legeringssoort van zilver en tin in staat een goed bruikbaar amalgaam te leveren. De hardheid is bij dit soort amalgaam, zooals fig. 26 doet zien (Amalg. 1, 2 en 4) zeer gunstig te noemen.

Uit ons onderzoek van in de handel voorkomende legeringen bestemd voor amalgaam-bereiding zal blijken, dat aan de door TAYLOR gestelde eischen slechts door zeer weinig amalgamen voldaan wordt en bij de geregelde gebruikers gunstig bekend staande amalgaamfabrikaten te sterke contractie vertoonen. Stelt men de eischen minder streng, dan zouden ook nog wel andere van onze vijlselsoorten een bruikbaar amalgaam kunnen opleveren, zooals uit de diverse weergegeven curven en tabellen kan blijken.

Uit het bovenstaande zal het duidelijk zijn, dat het amalgameerproces zich niet eenvoudig als een chemische reactie laat opvatten. Daar de bereidingswijze, door de tandartsen gevolgd, een zoodanige is, dat daardoor veel invloed kan worden uitgeoefend op de eigenschappen van het amalgaam — men denke aan de drukinvloed bij het tinamalgaam — behoeft het geen verwondering te wekken, dat er nog geen eensgezindheid in opvatting omtrent de beste amalgaambereidingsmethode bestaat.

Wij vonden, dat langdurig aanmaken van het vijlsel met veel kwik, in strijd met de opvatting van GRAY (56), een sterke contractie veroorzaakt. Ook het krachtig condenseeren met een amalgaamstopper, zooals dat in de praktijk geschiedt, waarbij het weeke, kwikrijke amalgaam verwijderd wordt, bevordert de contractie. Het is mogelijk, dat door deze methoden nog veel

¹⁾ Cf. pag. 563.

vrij kwik in het amalgaam gelaten wordt, dat aansprakelijk is te stellen voor een voortschrijdende contractie. In fig. 32 stelt curve 1 voor een amalgaam, bereid uit een in de handel voorkomende legering volgen de aanwijzingen van de fabrikant. Curve 2 is uit dezelfde legering als 1, maar met overmaat kwik bereid, terwijl 3 weer bereid is in de aangegeven verhoudingen maar nu zeer sterk gecondenseerd is.

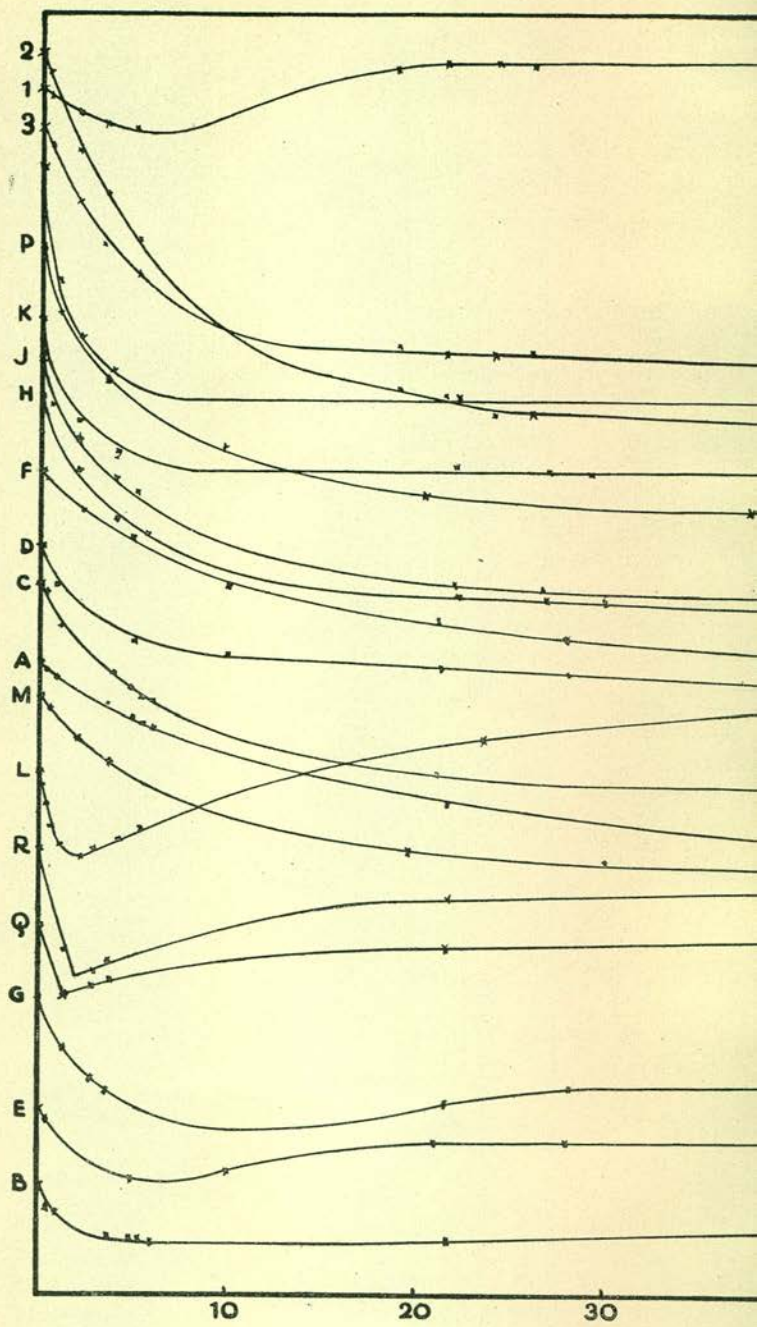
De empirisch als meest gunstig aangegeven bereidingsmethode: geringe overmaat kwik en korte aanmaaktijd (pl.m. $1\frac{1}{2}$ min.), is dus inderdaad het meest geschikt, om een behoorlijk amalgaam te krijgen, waaraan wij nog zouden willen toevoegen, dat niet al te krachtig gecondenseerd dient te worden. De door STERNER—RAINER (135) geëischte vermelding van de samenstelling op de verpakking komt ons, in tegenstelling met FENCHEL (45), als gewenscht voor. Wel is het misschien mogelijk, dat legeringen van uiteenlopende samenstelling — en ons onderzoek in de volgende § bewijst dit zelfs ¹⁾ — gunstige eigenschappen bezitten, maar eenige indicatie geeft toch — speciaal wanneer slechts zilver en tin in de legering aanwezig zijn — de procentische samenstelling in ieder geval. Wel dienen legeringen met pl.m. 73 % zilver en pl.m. 27 % tin een thermische voorbehandeling te hebben ondergaan, terwijl dit bij legeringen met minder zilver en meer tin niet strikt noodig is.

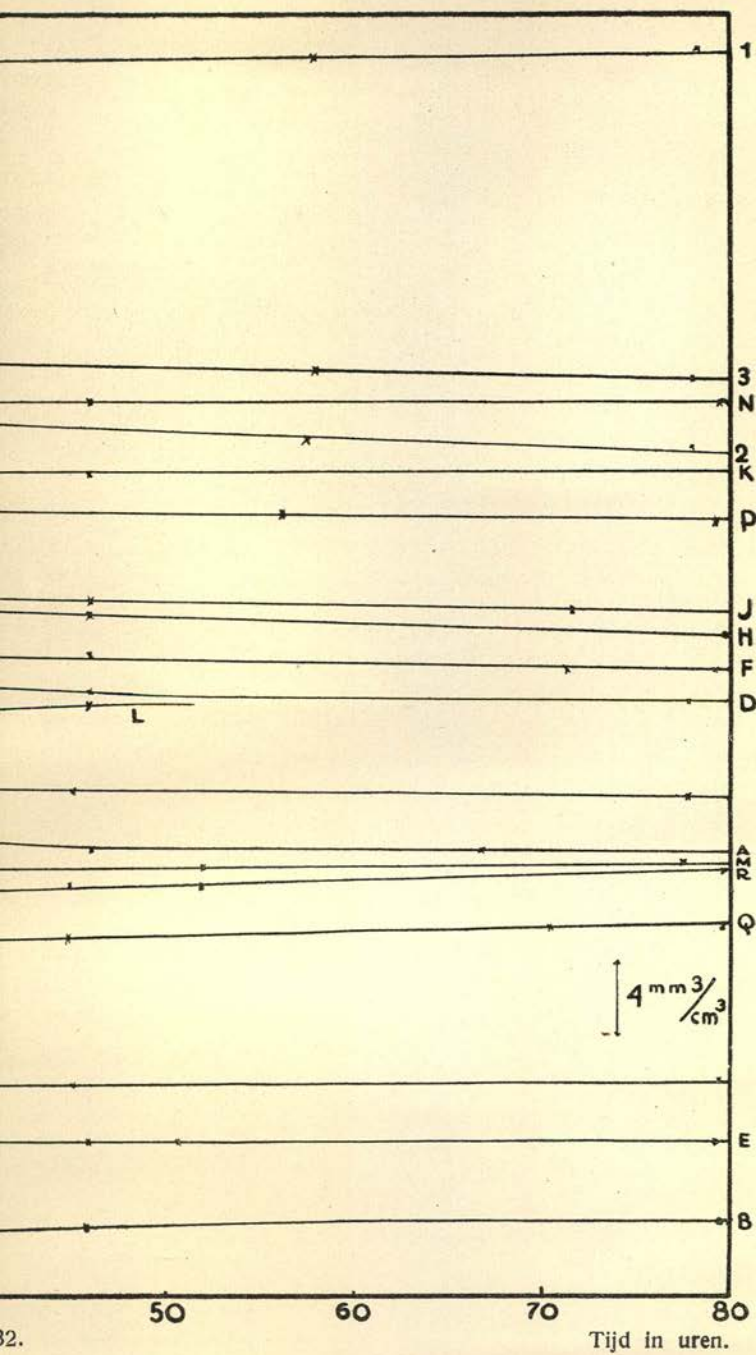
Tot slot zij er nog uitdrukkelijk op gewezen, dat een geschikte legeringssoort door ondoelmatige manipulaties bij de verwerking tot amalgaam, een slechte vulling kan leveren.

G. Onderzoek van eenige amalgaamsorten uit de handel.

Teneinde de door ons verkregen resultaten te kunnen toetsen aan de in de tandheelkundige praktijk heerschende opvattingen, werden eenige in de handel voorkomende legeringen, bestemd voor de bereiding van amalgaamvullingen, nader onderzocht. In dit onderzoek betrokken wij in hoofdzaak Amerikaansche (Engelsche) en Duitsche soorten, naast eenige Nederlandsche, Belgische en Fransche fabrikaten. Naast de chemische samenstelling bepaalden wij de volumeveranderingen. Daartoe werden amalgaamvullingen van pl.m. 1 cm^3 inhoud bereid op de door de fabrikanten aangegeven wijze. Daar, waar geen gebruiksaanwijzing gegeven was, werden de amalgamen $1\frac{1}{2}$ minuut samengewreven met zooveel kwik, dat een plastisch amalgaam

¹⁾ Vgl. de amalgamen uit B en E in de volgende tabellen.





TABEL XVI.

Letter	Handelsmerk	Fabrikant	Samenstelling in %				
			Ag	Sn	Cu	Zn	Au
A	Gold-Amalgam	G. Bletsch	48.0	49.3	1.7	1.0	—
B	Cavex	Keur en Sneltsjes	66.4	28.0	5.1	+	—
C	Contour-Gold	J. B. Moyer Co.	53.6	44.0	2.2	—	spoor Au
D	White-Alloy	id.	52.0	44.5	3.1	+	—
E	Ash's Excellent Alloy	Amalgam. Dent. Co.	44.9	54.5	—	+	—
F	Fellowship Alloy	Dent. Protective S. Co.	67.8	26.5	4.8	+	—
G	Economy Alloy	De Trey	40.0	44.5	15.3	—	—
H	De Trey's Alloy	id.	68.4	24.0	7.5	+	—
J	Silber-Amalgam	Michaels en Speier	45.2	53.5	1.0	—	—
K	Gold-Am. Speiko	Speier	44.8	52.5	2.5	—	spoor
L	True Dentalloy	S.S. White Dent Co.	66.6	25.7	5.1	1.9	—
M	Belgica		59.7	34.7	4.5	0.6	—
N	Special Inlay Grade A Alloy	Garhart Dent. Spec. Co.	66.7	31.8	—	+	—
O	Tech-Alloy	J. M. Ney Co.	54.4	33.3	10.1	+	—
P	(Niet in de handel)	Tandarts Roeloffs	48.7	49.5	—	—	1.8 a)
Q	Goudamalgaam	Drijfhout	72.7	26.3	—	—	1.0 a)
R	Amalg. Rationnel	Husnot	61.0	36.3	—	2.5	— b)

+ beteekent: kwalitatief aangetoond.

— beteekent: niet aanwezig.

a) % Au indirect bepaald.

b) De bij dit amalgaam gevoegde „Catalyseur Gamcol" bleek bij analyse te bestaan uit verdund zwavelzuur. Deze stof is inderdaad in staat de opname van het kwik door de legering aanmerkelijk te vergemakkelijken.

ontstond, en daarna in de hand gekneed en verder behandeld als gebruikelijk.

De plastische deformeerbaarheid werd onderzocht volgens de

TABEL XVII.

Letter	Volumeverand. in mm ³ /cm ³			Flow in %	Eindhardenheid.
	Begincontractie.	Na 24 uur	Na 5 dagen		
A		— 7.80	— 11.40	1)	22
B			— 1.99	3.7	55
C			— 12.38	7.4	33
D			— 8.50	8.7	22
E			— 0.30	1)	25
F			— 11.90	11.6	25
G	— 7.0	— 5.20	— 4.69	1)	32
H		— 10.1	— 11.82	7.5	47
J		— 12.4	— 13.24	1)	25
K		— 8.0	— 8.92	1)	24
L	— 4.4	+ 1.8		5.8	40
M		— 8.4	— 8.66	10.0	32
N		— 12.1	— 12.44	—	40
O				4.7	
P		— 11.6	— 14.88	1)	41
Q	— 4.0	— 1.2	+ 0.64	7.4	38
R	— 6.4	— 2.5	— 0.60	4.6	33

1) Breekt door tijdens de proef.

standaardmethode van TAYLOR op pag. 227 beschreven. Veel amalgamen doorstaan deze proef echter niet, maar breken door. De lengteverandering, gemeten met een micrometer, uitgedrukt in % van de beginlengte, geeft de „flow” aan.

De hardheid werd bepaald volgens de op pag. 221 beschreven methode van BRINELL—MEYER.

De uitkomsten zijn in Tabel XVI en Tabel XVII overzichtelijk samengesteld, de diverse reactiecurven in fig. 32 weergegeven, terwijl de hardheidscijfers voor eenige soorten in Tabel XVIII zijn vereenigd.

Uit de meegedeelde cijfers blijkt, dat onder geen der onderzochte praeparaten een is, die uitsluitend zilver en tin bevat,

TABEL XVIII.

A		B		C		D	
Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm
2 h	3	1 h	16	2 h	5	2 h	3
19 „	16	3 „	31	19 „	22	19 „	18
90 „	22	6 „	38	90 „	33	118 „	22
		130 „	55				

E		F		G		H	
Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm
3 h	6	4 h	10	5 h	5	1 h	9
47½ „	24	6 „	15	23 „	27	3 „	19
71½ „	24	90 „	25	47½ „	31	7 „	35
118 „	25			71 „	32	130 „	47

J		K		L		M	
Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm
5½ h	3	5 h	4	2 h	12	2 h	7
22½ „	16	23 „	18	4 „	18	4 „	11
47 „	24	46½ „	23	7 „	28	7 „	17
71 „	25	71 „	24	130 „	40	130 „	32

N		O		Q		R	
Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm	Tijd na bereiding	Hm
1 h	5						
3½ „	15			4½ h	13	4 h	8
7½ „	31			22 „	35	22 „	27
11 „	34			46 „	37	45½ „	33
24 „	36			70 „	38	69½ „	33
30 „	37						
53 „	38						
80 „	40						

al zijn de bijmengsels in de meeste gevallen slechts in geringe hoeveelheid aanwezig.

Verder blijkt duidelijk, dat slechts zeer weinig amalgamen voldoen aan de eisch door TAYLOR c.s. gesteld. Bij de door ons gevolgde dilatometrische onderzoekingsmethode blijkt, dat bijna alle amalgamen te sterke contracties vertoonen. In dit verband zij het ons vergund te wijzen op de gunstige eigenschappen der fabrikaten B en E. Vergelijkt men deze waarden met die van de door ons op pag. 574 als gunstig aangegeven amalgaamsorten, dan blijkt, dat het door ons aangegeven amalgaam (19 en 20), mits bereid op de aangegeven wijze, zeker gunstig afsteekt bij diverse handelspraeparaten. Een moeilijkheid in ons geval is misschien de noodzakelijkheid het vijlsel ongeveer 6 maanden te bewaren alvorens het verkoopbaar is. In ieder geval vertoont ons amalgaam ten slotte een niet al te groote expansie en zijn alle belangrijke volumeveranderingen binnen redelijke tijd beëindigd.

Uit de resultaten der meting van de plastische deformeerbaarheid blijkt, dat speciaal de Deutsche handelssoorten een te geringe breukvastheid bezitten, om 3 uur na de bereiding een druk van 250 kg/cm^2 te doorstaan, indien deze druk in de asrichting wordt uitgeoefend op een cylindertje van 8 mm lengte en 4 mm diameter.

De amalgamen C, D, F, M en Q vertoonen een ongunstige hooge waarde voor deze eigenschap, terwijl B, L en O gunstig te noemen zijn.

De meeste soorten ontloopen elkaar niet veel in hardheid. Amalgaam B vertoont ook in deze zeer gunstige cijfers.

Het vrij snel bereiken van een behoorlijke waarde van de hardheid is dikwijls gewenscht.

De hardheid van N, een amalgaam, dat gebruikt wordt bij de reeds boven kort besproken indirecte-inlay-techniek, is voor dit doel vrij laag. Kennis van de volumeveranderingen bij dit amalgaam is van belang voor een rationeele toepassing.

HOOFDSTUK V.

Samenvatting.

Een historisch overzicht van de tandheelkundige literatuur over amalgamen werd gegeven en aan de hand hiervan eenige problemen besproken voor de tandarts van belang. Wij stelden van uit tandheelkundig standpunt eenige eischen op, waaraan amalgamen moeten voldoen en gingen de diverse methoden na, die in gebruik zijn voor de bestudeering der verschillende eigenschappen van amalgamen, waarna wij in dit verband tevens de methoden beschreven door ons gevolgd bij de bereiding en de bestudeering der hardheids- en volumeveranderingen der amalgamen.

Wij gaven een overzicht van de literatuur over het stelsel zilver-tin-kwik en een beschrijving van het z.g.n. „ageing”-effect. Wij meenden ons te mogen aansluiten in opvatting omtrent het wezen van dit verschijnsel bij die auteurs, die aan een rekristallisatie gelooven.

Besproken werden de verschillende opvattingen, die omtrent het wezen van het amalgamatieproces bestaan.

Ag-Sn Wij gingen op grond van diverse aanlaatproeven na, of de door MURPHY (108) gegeven voorstelling van het zilver-tin-diagram juist is en konden zijn meening geheel bevestigen. Wij bereidden 28 soorten zilver-tin-vijlsel uit reguli van uiteenloopende samenstelling en constitutie en maakten daaruit amalgamen.

Wij bepaalden het specifiek volume van verschillende gevijlde zilver-tin-legeeringen en constateerden, dat er in het mengkristallengebied β en in het gebied van het mechanisch mengsel $\text{Ag}_3\text{Sn} + \text{Sn}$ een lineair verband bestaat tusschen concentratie en specifiek volume.

Na verhitting is het specifiek volume van het vijlsel verlaagd, ook wanneer geen verdere veranderingen door de verhitting zijn te constateren, b.v. indien het vijlsel bestaat uit homogene β -mengkristallen. Dit pleit tegen een verklaring van het „ageing”-effect door polymorphie.

Een sterke invloed van de thermische behandeling op het

specifiek volume werd geconstateerd, zoodat het mogelijk moet zijn uit de samenstelling en het specifiek volume van het vijsel de thermische voorgeschiedenis van de regulus te bepalen.

Ag-Hg Zilveramalgaam met 29 % zilver en 71 % kwik schijnt, speciaal na verhitting, geheel te bestaan uit de chemische verbinding Ag_3Hg_4 . Het specifiek volume van deze verbinding kon bepaald worden, waaruit bleek, dat zij onder sterke volumeverkleining uit de componenten moest ontstaan. Tevens bleek het onwaarschijnlijk te zijn, dat bij eenvoudig samenwrijven van zilver en kwik deze chemische verbinding steeds ontstaat. Amalgaam bereid door samenwrijven van zilver en kwik en uitpersen van de overmaat kwik, schijnt na het uitpersen te expandeeren, hetgeen niet verklaarbaar is. Amalgamen bereid door samenwrijven van zilver en kwik in de verhouding 29/71, gevolgd door krachtig, eenzijdig samenpersen, contraheeren sterk.

Sn-Hg In tinamalgamen werd het optreden van een vaste oplossing waarschijnlijk gemaakt. De samenstelling van de verzadigde vaste oplossing ligt bij een kwikgehalte van pl.m. 17 % bij kamertemperatuur.

Aangetoond werd, dat theoretisch de vorming van deze vaste oplossing onder contractie moet geschieden. De specifieke volumina van tinamalgamen, nadat geen veranderingen meer in het amalgaam optreden, bleken slecht reproduceerbaar te zijn, maar schenen te wijzen op een contractie bij de vorming. Tinamalgamen, bereid uit tinvijsel en kwik, en eenzijdig samenpersen van het amalgaam, vertoonden na het persen echter een sterke expansie. Amalgamen, bereid met groote overmaat kwik, en uitpersen van het kwik onder matige of hooge druk, vertoonden eveneens expansie. Werd het kwik niet uitgeperst, dan bleef het volume nagenoeg constant. Een afdoende verklaring van deze invloed van de eenzijdige druk op de volumeveranderingen kon niet gegeven worden. Aanwijzingen vonden wij, dat gedurende het samenwrijven van het tin met kwik contractie plaats heeft. Een sterke invloed van eenzijdige drukking op het specifiek volume van tin kon geconstateerd worden.

Ag-Hg-Sn Bij de amalgamen uit zilver-tin-vijsel kon in het algemeen een verschil in de hoeveelheid opgenomen kwik na uitpersing onder bepaalde druk geconstateerd worden bij verschil in ouderdom. Van eenige amalgamen werd de hardheid gemeten, na verschillende tijden.

Uit het specifiek volume der ternaire amalgamen bleek ons, dat in deze amalgamen zich het evenwicht instelt, zooals dat door KNIGHT, JOYNER c.s. was aangegeven. Daar het specifiek

volume bij het begin der reactie is te berekenen, en dit hooger ligt dan het specifiek volume in de eindtoestand, zou men kunnen verwachten, dat bij het hard worden van de amalgamen een contractie valt te bespeuren. Het bleek inderdaad, dat „kunstmatig verouderde” of pl.m. 1 jaar bij kamertemperatuur bewaarde vijzselsoorten met 27—70 % tin contraheerden. Werden deze vijzselsoorten na slechts pl.m. 3 maanden bij kamertemperatuur te zijn bewaard geamalgameerd, dan trad, speciaal indien veel zilver aanwezig was, in de eerste uren na de bereiding een contractie op, die daarna in een vrij sterke expansie overging. Versche vijzselsoorten vertoonden bij de amalgamatie, speciaal bij zuiver Ag_3Sn , een sterke expansie; alhoewel zich in deze amalgamen, zooals uit bepaling van het specifiek volume bleek, dezelfde evenwichtstoestand instelt als in amalgamen uit oud vijzsel.

Een verklaring van deze verschijnselen vonden wij in de veronderstelling, dat bij het reageeren van de Ag_3Sn -partikels met kwik, dit laatste zich het snelst met het zilver zou vereenigen, waardoor meer Ag_3Hg_4 gevormd zou worden dan in evenwichtstoestand mogelijk is, en dit te veel zich later weer moet omzetten, hetgeen alleen onder expansie kan geschieden. In versche vijzselsoorten, waarin de Ag_3Sn -phase buitengewoon „reaktionsfähig” is, zal de expansie dus vooral uitgesproken zijn.

Bevat het vijzsel meer dan 73 % zilver, dan kan bij de amalgamatie of een sterke expansie of een sterke contractie optreden, afhankelijk van de voorgeschiedenis en de hoeveelheid opgenomen kwik.

Eenige amalgamen werden onderzocht op hun hardheidsverandering in verband met de tijd. Van alle onderzochte soorten zilver-tin-legering voldoet, voor practisch tandheelkundig gebruik, het best het vijzsel van een legering met 73 % zilver, die gedeeltelijk omgezet is in Ag_3Sn , en waarvan het vijzsel 6 maanden bij kamertemperatuur is bewaard.

Krachtig condenseeren, gebruik van veel kwik en langdurig aanmaken bevorderen de contractie.

Eenige handelssoorten werden onderzocht. Zij voldoen in de regel niet aan de eischen, door TAYLOR aan een behoorlijk amalgaam gesteld.

Aan het slot van deze verhandeling betuigen wij onze dank aan de heeren *Prof. dr. H. R. Kruyt* en *Lector B. R. Bakker* voor de ondervonden steun bij de bewerking.

Utrecht, Lab. v. Materia Technica der R. U.