

Plastische vulmaterialen

Samenvatting. In dit overzicht worden achtereenvolgens de ontwikkelingen beschreven van amalgaam en tandkleurige vulmaterialen. Vanaf het begin van het gebruik van amalgaam werd de practicus geconfronteerd met dubieuze klinische aspecten. Deze gaven de aanzet tot chemisch en fysisch onderzoek om de kwaliteit te verbeteren. Daarnaast hield de toepassing van kwikverbindingen in het orale milieu de gemoederen bezig.

De tandkleurige vulmaterialen laten, vooral in de laatste jaren, een stormachtige ontwikkeling zien. Vele decennia was silicaatcement, met al zijn nadelen, het enige bruikbare materiaal. Na de invoering van snelhardende kunstharsen veroverden, door de toevoeging van kwartspartikels, de composieten de macht. Vooral door de esthetische eigenschappen wordt voor dit materiaal een goede toekomst voorzien.

MESMAN SCHULTZ BA, KROEZE HJP, OPDAM NJM. Plastische vulmaterialen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1993; 100: 107-12.

B.A. Mesman Schultz, tandarts

H.J.P. Kroeze, tandarts

N.J.M. Opdam, tandarts

Uit de vakgroep Cariologie en Endodontologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Trefwoorden: **Restauratieve tandheelkunde – Vulmaterialen – Geschiedenis**

Datum van acceptatie: 20 november 1992.

Adres: Dr. B.A. Mesman Schultz, postbus 9101, 6500 HB Nijmegen.

Inleiding

De eerste artikelen die bijna honderd jaar geleden verschenen over het gebruik van plastische vulmaterialen waren voornamelijk in beschouwende zin geschreven door buitenlandse auteurs. Pas vanaf de jaren twintig lieten Nederlandse tandartsen en materiaalkundigen met een zekere regelmaat publikaties over amalgaam het licht zien. Over cementen, die als permanent restauratiemateriaal konden worden aangewend, werd pas in een later stadium gerapporteerd.

Men richtte zich vooral op twee belangrijke aspecten van amalgaam: de samenstelling van de legering en de aanwezigheid van kwikzilver en koper in het orale milieu. Deze aspecten hielden een eeuw lang periodiek de gemoederen bezig. Daarnaast ontstond in de loop der jaren een steeds grotere behoefte om de verschijnselen, die in de mond bij restauraties waarneembaar waren, te verklaren door het materiaal te onderwerpen aan fysische en chemische laboratoriumproeven. Omgekeerd ontwikkelden zich daaruit proeven, die poogden om door middel van wijzigingen in legeringssamenstelling en verwerkingstechnieken voorspellingen te kunnen doen hoe restauratiematerialen zich bij toepassing in de mond zouden gedragen en in hoeverre dit gedrag bepalend was voor de kwaliteit van de restauratie. In dit literatuuroverzicht zullen vooral de volgende aspecten van amalgaam als vulmateriaal de aandacht krijgen:

- toxiciteit van kwikzilver en koper;
- het onderzoek naar de invloed van de samenstelling en verwerking van amalgaam op de fysische en chemische eigenschappen;
- de evaluatie van klinisch onderzoek.

In het overzicht over tandkleurige vulmaterialen worden achtereenvolgens de publikaties over silicaatcement, kunstharsen en composieten besproken.

Amalgaam

Toxiciteit van kwikzilver en koper

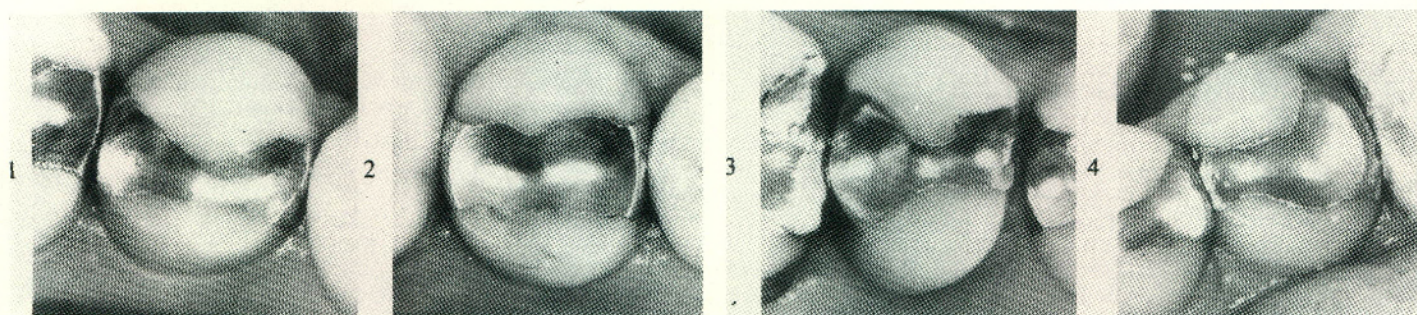
In 1895 beschrijft Whipple de onmisbaarheid van kwikzilver voor de tandheelkunde door te wijzen op de ontsmettende en kiemdodende kwaliteit van dit metaal, maar hij raadt direct gebruik in de mondholte sterk af omdat het ook het lichaamsweefsel zou aantasten. Overigens behoeft het volgens hem ook niet als zodanig te worden aangewend omdat hij betwijfelt of bacteriën wel een rol spelen bij het optreden van cariës. Kwikzilververbindingen, zoals die in amalgaam voorkomen, zijn echter onschadelijk. Wel veronderstelt hij dat overmatige speekselproductie het gevolg zou kunnen zijn van het afslijten van vullingen en het inslikken van kwikverbindingen maar hij betoogt dat, ondanks de toename van amalgaam in de mond, onderzoek uitwijst dat het verschijnsel van extreme speekselafscheiding juist afneemt.¹ Badcock zet in een artikel in 1908 uiteen hoe de ontsmettende werking van koper, verwerkt in het tandheelkundig amalgaam, kan worden aangetoond.

Hij beschrijft hoe Dr. Miller uit Berlijn geëxtraheerde, diep carieuze tanden excaveerde en restaureerde met diverse soorten amalgaam, waaronder koperamalgaam. Deze elementen werden vervolgens gedurende drie dagen bij een temperatuur van 37° in een mengsel van brood en speeksel gelegd waarna hij vervolgens, onder aseptische voorzorgsmaatregelen, de restauraties verwijderde en de onderliggende laagjes dentine wegsneed. Kweekproeven toonden daarna aan dat zich grote hoeveelheden bacteriën ontwikkelden bij alle dentimonsters met uitzondering bij dat wat bedekt was geweest met koperamalgaam. Daarbij deed zich geen enkele bacteriegroei voor. Aan het einde van het artikel haalt Badcock uitspraken aan uit publikaties en voordrachten van een tiental bekende Angelsaksische auteurs over de zegen

respectievelijk de verderfelijke van koper in tandheelkundig amalgaam. Over kwik maakt hij zich geen zorgen, gezien zijn recept voor de verwerking van het door hem gebruikte 'Rogers koperamalgaam'. Hij beschrijft dat koperamalgaam voor gebruik moet worden verwarmd en dat daarbij 'kleine kwikbolletjes langzaam aan de oppervlakte komen, vervolgens een grote hoeveelheid vrijkomt, soms onder een sis-send geluid'.²

Dertig jaar later vermeldt Broekman in een overzichtsartikel de meningen van voornamelijk Europese collegae over het gebruik van kwik-metaalverbindingen in de tandheelkunde. Algemeen luidt het oordeel: kwikzilver verwerkt in amalgaam is giftig en veroorzaakt opwinding en ziekte. Niet alleen door de schadelijke kwikdampen in de behandelruimten van de tandarts maar ook door elektrolytische werking en slijtage van het amalgaam in de mond. Om deze slijtage vooral in de eerste uren na de vervaardiging van de restauratie tegen te gaan wordt aanbevolen een beetverhoging aan te brengen met behulp van 'cementheuveltjes of tinkappen'. Reductie van het kwikgehalte in amalgaamvullingen kan worden bereikt door goed te condenseren en door direct na het leggen de patiënt op een wattenrol te laten dichtbijten. 'Verrassend is het te zien hoeveel kwik nu nog wordt uitgeperst.' Ook Haber uit Berlijn waarschuwt voor het gebruik van amalgaam en beveelt de industrie aan slechts amalgaam te produceren dat de sterkste kauwdruk kan weerstaan en niet aan slijtage en randbreuk onderhevig is. Naar zijn inzicht moet er in het belang van de volksgezondheid een onderzoeks- en bewakingsinstituut worden opgericht om de kwaliteit van materialen te waarborgen.³

Eibrink Jansen graaft, na alle informatie over de schadelijkheid van amalgaam en kwik te hebben bestudeerd, de strijd bij weer op door in 1933 een beschouwing te geven over het onderzoek van Sweeney en Souder van het National Bureau of Stan-



Afb. 1. Standaardserie voor de beoordeling van randbreuk van amalgaamrestauraties. Hoe hoger de score, hoe slechter de rand.²⁷

dards te Washington. Zij kwamen, na een groot aantal ingenieuze proefnemingen, tot de conclusie dat noch door slijtage noch door inslikken van brokjes amalgaam enige kans op kwikvergiftiging bestaat. Integendeel, zij wijzen op een uitspraak van E. Mallus, kinderarts te Modena, dat een kleine hoeveelheid kwik een stimulerende werking heeft op groei en metabolisme. Door diezelfde auteur wordt een in Duitsland uitgevoerd onderzoek beschreven dat uitging van de stelling dat kwik opgenomen via longen, huid of maag-darmkanaal volledig door de nieren en darm wordt uitgescheiden. Bij schooltandartsen en hun helpsters, school-, inrichtings- en weeshuis-kinderen werd kwik gemeten in hun 'uitscheidings'. Daarbij bleek dat korte tijd na het aanbrengen van amalgaamvullingen de kwikuitscheiding verhoogd was, maar dat na drie maanden er geen verschil meer aantoonbaar was met 'kwikzilver-vreemde' personen.⁴ Hiermee komt er voorlopig rust in de discussie over de schadelijke werking van amalgaam op het organisme.

Pas in de jaren tachtig wordt de draad door Vreeburg weer opgevat, mede naar aanleiding van berichten 'in de lekenpers en op radio en televisie'. Naast directe toxicologische aspecten van opname van koper en kwik wijst hij tevens op allergische reacties die kunnen optreden. Koper vormt daarbij, door de uiterst geringe hoeveelheid die eventueel door corrosie kan worden veroorzaakt, in dit opzicht geen probleem. Uit de geraadpleegde literatuur concludeert de auteur dat het gebruik van amalgaam voor de patiënt geen gezondheidsrisico oplevert, met uitzondering van de slechts sporadisch voorkomende gevallen van kwikallergie.⁵ Terzelfder tijd geeft de fysisch Ten Bosch een beschouwing over de plotseling ontstane hetze in Zweden tegen het gebruik van amalgaam. De oorsprong lag in het feit, dat een popzanger en een sportman hun slechte optreden weten aan de amalgaamrestauraties die zij in hun mond hadden en dat onderzoekers daarover hun meningen in de pers ventileerden vóórdat hun onderzoeksresultaten in de wetenschappelijke tijdschriften waren gepubliceerd. Het Zweedse uitvoerend orgaan voor de gezondheidszorg besliste ech-

ter dat het gebruik van amalgaam risicovrij is. Arends geeft, na een literatuurstudie over kwikbelasting in het menselijk lichaam, als richtlijn aan om bij vervanging van amalgaamrestauraties edele metalen of ceramische alternatieven te overwegen of om over te gaan tot vervaardiging van composietvullingen. Echter, terughoudendheid is vooralsnog geboden omdat de prijsstelling van de eerste twee materialen ongunstig is en omdat resultaten van longitudinaal klinisch onderzoek van composietrestauraties nog niet voorhanden zijn.⁶

Onderzoek naar invloed van samenstelling en verwerking op de eigenschappen

Toen het gebruik van amalgaam als restauratiemateriaal vanaf het midden van de vorige eeuw meer en meer toenam, werd bijna iedere tandarts geconfronteerd met onverwachte, vaak teleurstellende klinische aspecten, die daarenboven ook steeds van karakter wisselden.

Niet zo verwonderlijk, omdat vele beroepsbeoefenaren als het ware 'uit de vrije hand' legeringen samenstelden voor eigen gebruik of om er een commercieel slaatje uit te slaan. In 1897 verscheen hierover een redactioneel artikel waarin gewag werd gemaakt van de onbetrouwbaarheid van de 'pestilente stof' amalgaam. Slechte rand-aansluiting en volstrekt onbegrip ten aanzien van de chemische en fysische eigenschappen lagen aan deze kwalificatie ten grondslag. Maar, zo vervolgt de redactie, in Amerika heeft Dr. Black wetenschappelijk onderzoek verricht met door hem ontwikkelde 'meest- en weegwerktuigen', dat inzicht geeft in het vaak onvoorspelbare en falende gedrag van amalgaam. Als belangrijke oorzaken noemt Black de contractie van het materiaal bij verharding en het feit dat de chemische samenstelling van de legeringen zeer wisselend is. Maar ook kwam hij tot de 'verrassende ontdekking, dat één en dezelfde legering nooit hetzelfde resultaat opleverde'. Black vermoedde, dat door de bewerkingen van amalgaam, zoals het snijden en vijlen van de legering, de fysische eigenschappen veranderden ten gevolge van wijzigingen in de

moleculaire samenstelling. Hij nam waar dat deze eigenschappen zich gedurende anderhalf jaar na de fabricage wijzigden en kwam op de gedachte dit 'verouderingsproces' te versnellen. Dit lukte door de vers gevijde legering gedurende 15 minuten tot 100° te verwarmen. Via deze techniek wist hij tevens empirisch de meest geschikte zilver-tinverhouding vast te stellen voor de fabricage van tandheelkundig amalgaam. Fenchel publiceert in 1902 zijn voorgenomen proefnemingen betreffende de dimensionele veranderingen van het door Black samengestelde amalgaam door middel van lekproeven met eosine. Uit de hoeveelheid opgenomen kleurstof wilde hij nagaan hoeveel contractie had plaatsgevonden. Helaas echter, de proefnemingen mislukten omdat, zoals hij schreef: '... onlangs heb ik een instrument geconstrueerd, dat zeer gevoelig is, maar mij bij het inpakken gebroken is.'⁷

Ook de retentie van amalgaamrestauraties leverde in het begin van deze eeuw nogal eens problemen op. Zeker als door cariës veel weefsel verloren was gegaan. Om deze problemen te ondervangen wordt voorgesteld de amalgaaminlay toe te passen. Na preparatie wordt een matrijs aangebracht en wordt er gerestaureerd. Matrijs en restauratie blijven 24 uur *in situ*. Vervolgens wordt het amalgaam met een lepelvormige excavator uit de preparatie gewipt en gecementeerd. Ook de indirecte methode zoals die tegenwoordig nog gehanteerd wordt bij het vervaardigen van gegoten restauraties wordt toegepast.

In 1932 werd door De Liver en in 1951 door Tekenbroek fundamentele en wetenschappelijke informatie gegeven over de fysisch-chemische eigenschappen van metaallegeringen. Er wordt nadrukkelijk op gewezen dat 'een geschikte legeringssoort door ondoelmatige manipulaties een slechte vulling kan opleveren'. Een ander geluid klinkt door in een bijdrage van Sanders over de conserverende tandheelkunde in Nederland in de periode 1911 tot 1936. Hij schrijft over het aanwenden van amalgaam: '... dat hiervoor niet een dusdanige betrouwbaarheid wordt vereischt, dat de tandarts van middelmatige kwaliteit zich deze niet zou kunnen eigenmaken.' Visser gaat

in 1964 in op de dimensieveranderingen van amalgaam. Hij wijst op het '... zeker evenwicht in het wisselend spel van contractie en expansie' en beschrijft daarbij de invloed van de samenstelling van het vijlsel en de wijze van verwerking daarop. Naast de chemische samenstelling van het vijlsel, de fijnheid van de deeltjes, het verouderingsproces en de wijze van aanmaken en condenseren geeft hij extra aandacht aan kwikgehalte en vochtcontaminatie en pleit voor het toepassen van de zogenaamde 50-50-techniek en het gebruik van rubberdam. Halverwege de jaren zestig onderzochten Flögel en Lampe de invloed van de condensatiemethode op het kwikgehalte in amalgaamrestauraties. Flögel concludeert dat condensatie met eerst een kleine, platte, ronde stopper gevolgd door een grote ten behoeve van het overvullen en het uitdrijven van de overmaat aan kwik, een bevredigend kwikpercentage in de bovenlaag van de restauratie oplevert. Lampe doet de proeven van Flögel nog eens over. Hij gebruikt echter geen platte stoppers maar de bolvormige Ash 49 en vermeldt als resultaat dat met beide vormen van stoppers goede resultaten te verkrijgen zijn, maar dat het in hoge mate waarschijnlijk is dat er door condensatie met de Ash 49 een betere wandadaptatie en een beter contact met het buurelement wordt verkregen. De voordelen van amalgaam uit sferische legeringen worden in 1970 door Letzel vermeld. Hij stelt dat de invloed van verwerkingsvariabelen en condensatiemethodiek veel kleiner is op de kwaliteit van het eindresultaat en dat de weerstand tegen corrosie groter is zodat de kwaliteit ook langer gehandhaafd blijft. Schoenmakers laat in een artikel in 1976 zien welke in Nederland veel gebruikte amalgaamlegeringen voldoen aan de door de FDI opgestelde specificaties. Voor amalgaam betekende dit een eerste 'ware-vergelijkend onderzoek'. Met betrekking tot de vraag of zink als essentieel bestanddeel van amalgaam dient te worden beschouwd, onderzocht dezelfde auteur de invloed van dit metaal op de druksterkte. Daarbij bleek dat zinkhoudende amalgamen in het algemeen een hogere druksterkte hebben dan zink-vrije. In dat zelfde jaar geeft Omloo nog eens een overzicht van de invloed van de samenstellende metalen in de legering op de fysische eigenschappen van het amalgaam en hij beschrijft eveneens de chemische reacties die leiden tot de dimensionele veranderingen tijdens de verharding.

Hij waarschuwt daarbij voor vochtcontaminatie tijdens de verwerking, omdat daarbij waterstof binnen de restauratie wordt gevormd die een inwendige druk van 150 atmosfeer kan veroorzaken, hetgeen kan leiden tot een excessieve expansie. In dit verband wijst hij tevens op de verhoogde mate van corrosie die bij de restauratie tot randbreuk en vermoeidheidsbreuk kan lei-

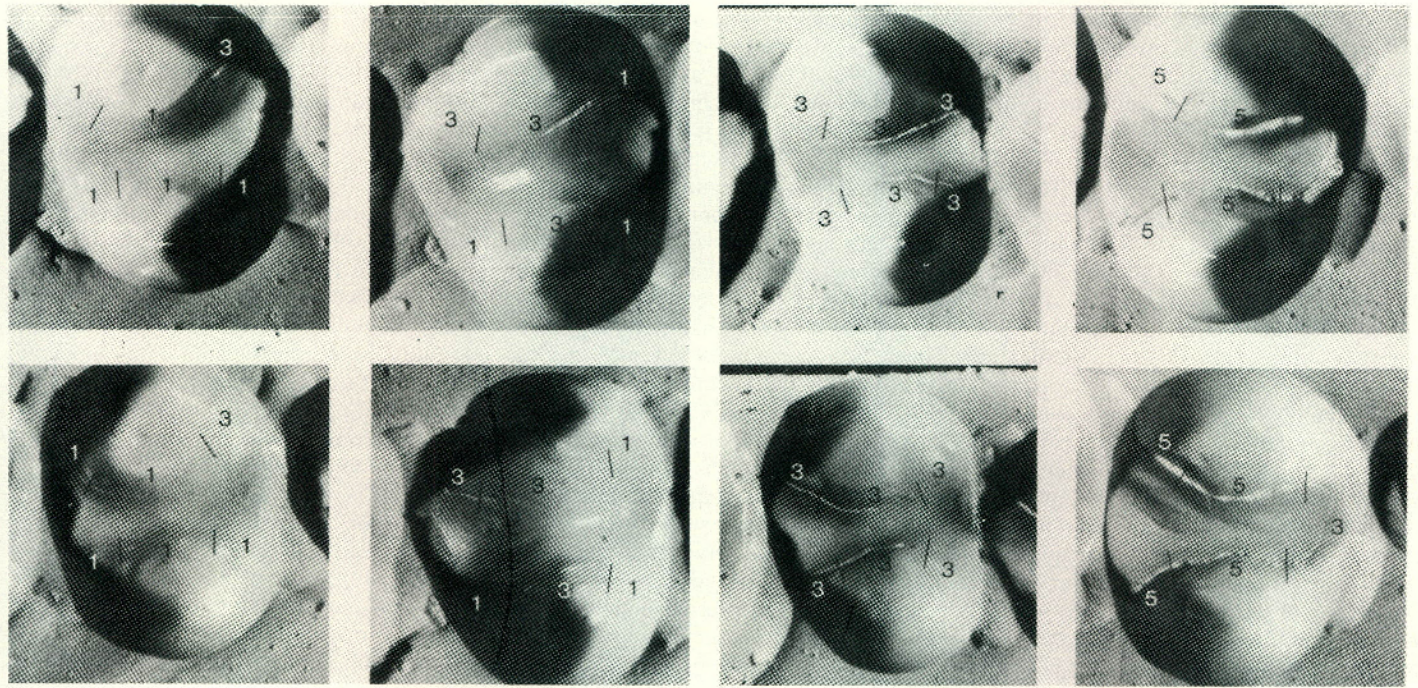
den. Begrippen als expansie, vloeï, druksterkte en corrosie komen aan de orde. Een materiaalkundig overzicht van amalgaam, dat mede door zijn vele literatuurverwijzingen ook in de jaren negentig nog voor het grootste gedeelte actueel is. Opmerkelijk is zijn suggestie om gallium als eventuele vervanger voor kwik te gebruiken. Ondanks veelbelovende experimenten met een toen bekende gallium-paladium-tinlegering is om onduidelijke redenen gallium geen bruikbaar alternatief gebleken voor kwik. In 1979 verschijnt een artikel van Mesman Schultz waarin de gevolgen worden vermeld van de mengtijd en het tijdstip van condensatie voor enkele fysische eigenschappen van amalgaam. Daarbij blijkt dat een gematigde verlenging van de mengtijd een sterker en harder amalgaam oplevert, terwijl het op de dimensionele veranderingen nauwelijks van invloed is. Tevens wordt duidelijk dat, wanneer direct na het mengen met de condensatie wordt begonnen, de kwaliteit van de restauratie in gunstige zin wordt beïnvloed. Dezelfde auteur onderzocht in 1980 de relatie tussen verschillende condensatiemethoden en onder meer het kwikgehalte van amalgaamrestauraties. Hij komt tot de conclusie dat mechanische condensatie te verkiezen is boven handcondensatie. Bij de eerste methode wordt meer kwik uitgedreven wat kwaliteitsverhogend werkt op de fysische eigenschappen van het restauratiemateriaal. Na de intrede van het non-gamma-2 amalgaam geeft Arends in 1980 een overzicht van de voor- en nadelen van deze nieuwe legering ten opzichte van de conventionele materialen. Vooral de grote weerstand tegen corrosie met als gevolg daarvan minder randbreuk en verkleuring en de geringe kruip en hoge druksterkte worden als belangrijke positieve kenmerken aangevoerd. Mesman Schultz beschrijft in 1988 wat de factoren kunnen zijn die leiden tot een kwalitatief hoogwaardige amalgaamrestauratie. Naast samenstelling en deeltjesgrootte en -vorm van de legeringspartikels vermeldt hij de voor de klinische situatie relevante fysische eigenschappen en meng- en verwerkingstechnieken. Hij laat het aan de lezer over om aan de hand van de gegevens van een tiental gangbare amalgaamsorten een juiste keuze te maken.

In een aantal artikelen worden nieuwe onderzoeksmethoden gepresenteerd die het onderzoek naar de eigenschappen van amalgaam zouden kunnen vergemakkelijken. Zo beschrijft Davidson een methode om met behulp van ultrageluid de hardings-tijd van samengestelde materialen, zoals amalgaam, te bepalen. Peters introduceert de E.E.M. (eindige elementenmethode), een theoretisch model waarmee mechanisch gedrag van restauraties in relatie tot het tandmateriaal kan worden geanalyseerd.

Evaluatie van klinisch onderzoek

In de jaren zeventig en tachtig werd het 'Amalgaamproject' uitgevoerd door een samenwerkingsverband van de Katholieke Universiteit in Nijmegen en de Vrije Universiteit te Amsterdam. Dit longitudinaal klinisch onderzoek dat door de Ziekenfondsraad werd gesubsidieerd, had tot doel de invloed te bestuderen van amalgaamrestauraties. Over de resultaten van dit project is slechts een enkele keer gepubliceerd in de rubriek 'Post academiam'. Wel werden er enkele artikelen gepubliceerd die duidelijk gelieerd zijn met het Amalgaamproject. Zo geeft Vrijhoef in 1974 aan dat klinische studies onontbeerlijk zijn om (negatieve) eigenschappen van amalgaam, zoals randbreuk en corrosie, te kunnen onderzoeken. Op basis van klinisch onderzoek zou het mogelijk moeten zijn om richtlijnen voor materiaalkeuze en materiaalverwerking te kunnen verstrekken. Of dit klinisch onderzoek gerealiseerd kan worden, zo meldt de auteur, hangt af van de financiering.⁸ Financiën die dan ook kort na de publicatie door de Ziekenfondsraad werden verstrekt. Verder worden in een drietal artikelen uit de vakgroep Conserverende Tandheelkunde van de Vrije Universiteit te Amsterdam beoordelingsmethoden gepresenteerd voor longitudinaal evaluatie-onderzoek naar de levensduur van amalgaam. De methoden die in deze studies aan de orde komen, kunnen worden gezien als voorlopers op de methoden die in het Amalgaamproject gehanteerd werden. Alle auteurs geven aan dat een gestandaardiseerde methode noodzakelijk is om objectief evaluatie-onderzoek te kunnen verrichten. De indirecte methode doet hierbij zijn intrede. Een voorbeeld van zo'n indirecte methode wordt gegeven in de afbeeldingen 1 en 2. Deze afbeeldingen laten standaardseries mondfoto's van microscoopfoto's zien die gebruikt worden voor de beoordeling per traject van de occlusale rand van een restauratie. Dat de indirecte methode een betrouwbare en reproduceerbare methode is bij de beoordeling van amalgaamrestauraties wordt in een ander verband dan het Amalgaamproject ook door Eijkman en Kroeze nog eens bevestigd.^{9 10}

In 1986 werd een landelijk Epidemiologisch Onderzoek Tandheelkunde (LEOT-project) in Nederland uitgevoerd. Het doel van dit onderzoek was onder andere het vaststellen van de kwaliteit van de aanwezige restauratieve voorzieningen bij de Nederlandse bevolking. Als onderdeel van een uitgebreide artikelenreeks werd door Truin gerapporteerd over de restauratieve behandelbehoefte in Nederland. In dit onderzoek werden amalgaamrestauraties kwalitatief beoordeeld op basis van een aantal kenmerken. De auteur constateert dat ongeveer 80% van de bestaande restauraties kwalitatief voldoet.¹¹ In het kader



Afb. 2. Standaardserie voor de beoordeling per traject van randbreuk van amalgaamrestauraties. Hoe hoger de score, hoe slechter de rand.²⁷

van een klinisch evaluatie-onderzoek verscheen tot slot nog een artikel van Meeuwissen over de duurzaamheid van amalgaamrestauraties in premolaren en molaren. Dit onderzoek dat verricht werd bij 845 beroepsmilitairen laat zien dat er grofweg voor alle amalgaamrestauraties een gemiddeld overlevingspercentage van 50% na tien jaar wordt gevonden.¹²

Tandkleurige vulmaterialen

Silicaatcementen

Tot het begin van deze eeuw waren de enige tandkleurige vulmaterialen de zinkfosfaatcementen. Het zoeken naar verbeteringen leidde tot de ontwikkeling van een cement dat niet verhardt door zinkoxyde te vermengen met fosforzuur, maar siliciumoxyde met fosforzuur: het zogenoemde silicaatcement. Het belangrijkste voordeel van silicaatcement was de sterk verbeterde esthetiek vergeleken met de zinkfosfaatcementen. In 1906 maakt Witthaus een overzicht van de voor- en nadelen van het nieuwe cement. Tevens voert hij een aantal materiaalkundige proeven uit. Zijn conclusie luidt dat: '... wij met de zogenoemde silicaatcementen een vulmateriaal van de grootste waarde hebben verkregen, dat waarschijnlijk nog verbeterd zal worden en dat na tien of twintig jaren misschien in 60-80% aller gevallen het vulmateriaal zal zijn.' Toch meldde ook Witthaus al dat er mogelijk sprake van pulpaschade zou zijn als gevolg van de silicaatvullingen: 'Of een geringe verontreiniging met arsenicum, dat

soms in het zuur der silicaatcementen gevonden heet te zijn, hierbij een rol speelt, is moeilijk uit te maken. In elk geval is bij diepe caviteiten en bij kindertanden een isoleerlaag van Fletcher of cauteriseren der fibrillen-uiteinden met carbolzuur aan te bevelen.'¹³

Bij de verklaring van de gerapporteerde pulpaproblemen na het leggen van een restauratie van silicaatcement dacht men aanvankelijk aan produkten uit het cement zelf. Vogt schrijft in 1920: 'De schrijver is van meening, dat elke pulpa-aandoening, bij silicaten opgemerkt, te wijten is aan een overmatige hoeveelheid zuur. Dit kan zoewel vermeden worden door een grondiger menging, waardoor practisch alle vrije zuur verwijderd wordt, als door een onderlaag in de caviteit aan te brengen, ten einde te vermijden, dat het zuur in aanraking komt met de pulpa door indringing in de tandbeenkanaaltjes.' In dezelfde publikatie wordt tevens gewezen op de trage hardingsreactie van het cement, zodat geadviseerd wordt het bijwerken te laten plaatsvinden in een aparte zitting en het cement direct na het aanbrengen met een vernis af te dekken.

Zoals altijd wanneer er een nieuw vulmateriaal op de markt komt, wordt het toepassingsgebied ervan verkend. In 1929 beschrijft Heskens een indirecte methode om klasse V-silicaatinlays te maken. Na de inlaypreparatie wordt een afdruk van blauwe was gemaakt, die wordt uitgegoten. Op dit modelletje wordt een silicaatinlay gemaakt die uiteindelijk met fosfaatcement wordt vastgezet. Als voordelen van deze techniek beschrijft de auteur dat er minder proble-

men met droogleggen zijn en alles bij elkaar genomen, een kortere stoeltijd nodig is.

In 1936 denkt Flaumenhaft de oplossing voor het probleem van de pulpaschade gevonden te hebben. Door bijmenging van zeep aan het silicaatpoeder zou de nadelige elektrolytische werking van het silicaatcement worden tegengegaan en de pH gunstig worden beïnvloed. Hij ondersteunt zijn betoog met de volgende klinische ervaring: '... een nauwkeurige statistiek wordt niet bijgehouden, maar aan den lagen kant schattend, zijn er minstens duizend vullingen gelegd langer dan een jaar geleden. Van mislukkingen heb ik niets vernomen en zelf ook geen afgestorven pulpae kunnen waarnemen. Deze klinische ervaring wettigt het oordeel, dat men in het silicaatcement met toevoeging van zeep een materiaal heeft, dat onschadelijk is voor de pulpa.'¹⁴ Wetenschap anno 1936!

Het artikel van Flaumenhaft wordt dan ook in 1937 terecht fel aangevallen door Tekenbroek en een interessante polemiek ontwikkelt zich, die het nalezen zeker waard is.¹⁵ Vanzelfsprekend heeft deze techniek van het bijmengen van zeep zich niet kunnen doorzetten binnen de professie.

Dezelfde Tekenbroek publiceert in 1939 een overzichtsartikel over de stand van zaken met betrekking tot de tandheelkundige cementen. Een van de belangrijkste voordelen van silicaatcement is volgens de auteur de fraaie opaciteit die sterk overeenkomt met tandweefsel. Deze opaciteit werd nog verbeterd doordat men silicaten ging gebruiken die fluoride bevatten. De positieve neven eigenschappen van dit fluoride

waren nog niet bekend en men was zelfs wat terughoudend tegenover deze stof. Tekebroek wijst dan ook op de mogelijke giftigheid van het fluor! Ook het fenomeen van pulp necrose onder silicaatvullingen komt weer ter sprake. Voor het eerst wordt door de auteur nu een lans gebroken voor de tegenwoordig algemeen aanvaarde theorie dat niet de cementbestanddelen, maar de microlekkage langs de vullingsranden de pulpa-irritatie tot gevolg hebben. Hij schrijft, refererend aan wat hij bij amalgaamrestauraties heeft opgemerkt: 'Onder een amalgaamvulling is het door de goede warmtegeleiding aannemelijk dat door de voortdurende thermische prikkels de pulpa tot een secundaire dentineafzetting kan worden gebracht. Hierdoor worden eventuele open dentinekanaaltjes minder toegankelijk, zo niet afgesloten. Bovendien expandeert een amalgaamvulling van een behoorlijk amalgaammerk. Ook zal de flow-eigenschap van het amalgaam in vullingen onder kauwdruk het vullingsmateriaal steeds hechter tegen de caviteitwand brengen. Verder is een zilveramalgaam, waarin onder andere altijd eenige procenten koper aanwezig zijn, bactericide werking toe te kennen.' Het advies blijft dan ook om steeds onder een restauratie van silicaatcement een onderlaag van zinkfosfaatcement aan te brengen.¹⁶

Kunstharsen

In de jaren vijftig diende zich een nieuw vulmateriaal aan; de snelhardende kunstharsen. In 1955 beschrijft van Gunst deze materialen en hun voor- en nadelen. Als nadelen worden de randverkleuring rondom deze vullingen genoemd en de pulpabezwaren. Mogelijke oorzaak voor deze pulpa-irritatie zou de warmte-ontwikkeling als gevolg van de polymerisatie zijn, alsmede het vrijkomen van monomeren en het optreden van microlekkage. De polymerisatiekrimp van het materiaal wordt gezien als de oorzaak voor de slechte randaansluiting. Ook hier weer blijft het advies om onder de kunstharsvulling een onderlaag van zinkfosfaatcement aan te brengen.

In 1953 wordt door De Boer de zogenaamde kerntechniek beschreven voor de verwerking van kunstharsvullingen waarbij juist gebruik gemaakt wordt van de volumekrimp van het materiaal. Allereerst wordt een caviteit geprepareerd met ondersnijdingen in de diepe regionen. Deze wordt afgevuld met zinkfosfaatcement. Na verharding wordt in het zinkfosfaat een preparatie gemaakt met in de bodem rondom een smalle goot. Hierin wordt de kunsthars aangebracht. Door de krimp zal de vulling zich vastklemmen in de preparatie (afbeeldingen 3 en 4).¹⁷

Composieten

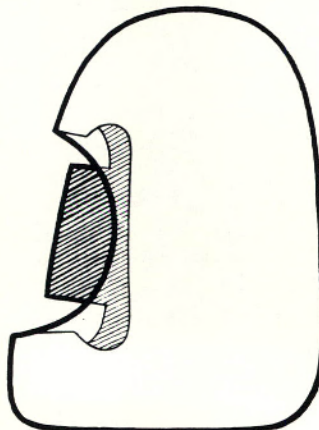
Een aanzienlijke verbetering van de kunstharsmaterialen werd verkregen door glaspartikels te gaan bijmengen. Zo ontstonden de eerste composieten als Dakor, Adident en Adaptic. In 1971 publiceert Flim een overzichtartikel waarbij de kunstharsen composietvullingen worden vergeleken. De samengestelde, gewapende kunststofvulmaterialen (composieten) blijken aanzienlijk betere mechanische eigenschappen te hebben dan de ongewapende. De polymerisatiekrimp en de thermische uitzetting zijn kleiner, zodat een betere adaptatie aan de caviteitwand kan worden verkregen. Gesignaleerd wordt tevens het ruwe oppervlak van een composiet naast de grote hardheid. Het fijn afwerken blijkt dan ook moeilijk.

In hetzelfde artikel stelt Flim dat composieten als Adaptic en Adident een grote slijtvastheid vertonen.¹⁸ Hieruit blijkt dat de eisen die aan het vulmateriaal in 1971 werden gesteld, beduidend lager lagen dan anno 1992. Ten opzichte van de huidige composieten slijten deze oude composieten namelijk zoveel dat zij naar de huidige opvattingen obsoleet zijn geworden!

Opmerkelijk is dat de tegenwoordig als zo belangrijk beschouwde etstechniek, die in 1965 reeds door Buonocore werd beschreven, tot in de jaren zeventig niet als essentieel voor de verwerking van composieten werd beschouwd. Zo schrijven Letzel en De Wijn in een overzichtartikel in 1972 dat composieten geschikt zijn om toe te passen in klasse V-, klasse III- en kleine klasse I-caviteiten en voor klasse IV-caviteiten mits door parapulpaire stiften vol-



Afb. 3. Klasse V-preparatie met kern van zinkfosfaatcement.¹⁷



Afb. 4. Klasse III-preparatie met kern van zinkfosfaatcement.¹⁷

doende retentiemogelijkheden zijn gecreëerd.¹⁹ Hoewel door de auteurs nog wel voor een zekere terughoudendheid wordt gepleit, vinden zij de composieten veelbelovende restauratiematerialen.

Etsmaterialen

De jaren zeventig worden gekenmerkt door de opkomst van de etstechniek. Van Amerongen en De Kloet beschrijven in 1978 voor het eerst de techniek waarbij een afgebroken incisief met behulp van de glazuur-etstechniek met een composiet wordt gerestaureerd.²⁰ Aanvankelijk werd het belang van het etsen door de professie niet zo onderkend. Davidson constateert nog in 1980: 'In Nederland is het helaas nog zo gesteld dat het merendeel van de tandartsen het etsen van het glazuur verwerpt en daardoor letterlijk en figuurlijk de aansluiting mist met een van de belangrijkste ontwikkelingen in de tandheelkunde.' De toepassingen van de etstechniek waren volgens Davidson het hechten van composieten, fissuurlakken (de sealing deed zijn intrede) en orthodontische adhesieven.²¹

Door de belangrijke verbeteringen die de etstechniek gaf bij de retentie van de composietrestauraties werden langzamerhand andere eigenschappen ook van belang. Nu de restauratie 'bleef zitten' kwamen esthetische eisen, die aan een restauratie gesteld moesten worden, aan de orde. In 1978 beschrijft Davidson de verschillende afwerkmethoden voor composietrestauraties. De grofkorrelige composieten van die tijd konden het beste bewerkt worden met snel draaiend, roterend instrumentarium zoals schijfjes. Polijstpasta's gaven veel mindere resultaten te zien door uitwassen van de matrix tussen de glasdeeltjes. Er wordt nog gepleit voor het nabehandelen van het ruwe gepolijste oppervlak met een kunststoflak zodat een glans verkregen wordt, maar tegelijkertijd werd opgemerkt dat door abrasie in de mond een duurzame glans niet kon worden bereikt. De auteur wijst op een nieuwe ontwikkeling, de microfijne composieten die mogelijk wel duurzaam op hoogglans kunnen worden afgewerkt.²²

Adhesieve tandheelkunde

De jaren tachtig geven een zeer sterke opkomst van de adhesieve tandheelkunde te zien. De etstechniek wordt algemeen geaccepteerd en de hechting aan glazuur is een opgelost probleem. De sterke verbetering van de composieten onder meer door het introduceren van de polymerisatie door licht en het introduceren van steeds slijtvastere en sterke composieten deed het indicatiegebied voor de composieten sterk toenemen. Een probleem vormde nog de hech-

ting aan het dentine. Van Pelt beschrijft in 1988 de mogelijkheden om cervicale laesies als gevolg van wortelcariës te restaureren. Glasionomeercement, ook weer een nieuw cement verwant aan zowel het polycarboxylaat- als het silicaatcement, lijkt het meest geschikt als restauratiemateriaal. Tevens wordt de mogelijkheid beschreven om het glasionomeercement te bedekken met een laagje composiet volgens de sandwichtechniek.²³ De opkomst van de dentine-adhesieven verschaft nog een derde mogelijkheid om klasse I-laesies te restaureren, namelijk met behulp van composiet alléén. Davidson en Kemp-Scholte beschrijven in 1990 een methode om vrijwel lekvrije klasse V-restauraties te verkrijgen via de weg waarbij randspleten achteraf worden verzegeld met een kunststoflak ('reboning').

In het laatste decennium komt ook de cosmetische tandheelkunde tot bloei. Niet alleen caviteiten in het front of afgebroken tandfragmenten kunnen worden gerepareerd met composiet, ook verkleurde, in vorm afwijkende elementen of een afwijkende tandstand kunnen door middel van adhesieve technieken worden behandeld. Naast de direct vervaardigde composietveneerrestauraties komen de indirect vervaardigde kunststof of porseleinen veneers tot toepassing. In 1987 beschrijft Van Grunsvan een onderzoek waarbij kunststofveneurs bij patiënten worden toegepast. De resultaten stelden nog wat teleur en terughoudendheid leek geboden.²⁴ Het in 1991 door Roeters gepubliceerde artikel over het behandelen van vorm en kleurafwijkingen van frontelementen laat zien dat er met direct vervaardigde composietveneurs goede resultaten te bereiken zijn.²⁵ Ook in de zijdelingse delen staat de ontwikkeling niet stil.²² Er zijn inmiddels composieten die een gelijkwaardig slijtgedrag vertonen aan de betere amalgamen en een goed gemaakte composietrestauratie bezit volgens Davidson, zeker in het front, een bevredigende levensduur.²⁶

Literatuur

- ¹WHIPPLE J. Kwikzilver. Tijdschr Tandheelkd 1895; 2: 176-83.
- ²BADCOCK JH. Het koperamalgaam: zijn voordelen en nadelen. Tijdschr Tandheelkd 1898; 5: 144-59.
- ³BROEKMAN RW. Amalgaam als vulmateriaal. Tijdschr Tandheelkd 1929; 36: 443-51.
- ⁴EIBRINK JANSEN GAH. De onschadelijkheid van amalgaam, in het bijzonder van koperamalgaam. Tijdschr Tandheelkd 1933; 40: 233-41.
- ⁵VREEBURG KJJ. Toxicologie van amalgaam. Ned Tijdschr Tandheelkd 1988; 95: 327-33.
- ⁶ARENDS J, VAN DE POEL ACM. Amalgaam, een kwikprobleem? Ned Tijdschr Tandheelkd 1986; 93: 482-4.
- ⁷FENCHEL A. Nauwkeurige metingen der vormveranderingen van amalgamas. Tijdschr Tandheelkd 1902; 9: 258-62.
- ⁸VRIJHOEF MMA, DRIESSENS FCM. Uitkomsten van klinisch en materiaalkundig onderzoek van amalgaam. Ned Tijdschr Tandheelkd 1974; 81: 442-5.
- ⁹EIJKMAN MAJ, STEVENS EC, BEZEMER PD et al. Een onderzoek naar mondgezondheid. Ned Tijdschr Tandheelkd 1985; 92: 61-6.
- ¹⁰KROEZE HJP, RUIKEN HMMH, PLASSCHAERT AJM. Kwaliteit van amalgaam- en composietrestauraties. Ned Tijdschr Tandheelkd 1986; 93: 343-5.
- ¹¹TRUIN GJ, BURGERSDIJK RCW, KROEZE J, KALSBEK H, VAN 't HOF MA et al. Landelijk Epidemiologisch Onderzoek Tandheelkunde. Ned Tijdschr Tandheelkd 1989; 96: 281-3.
- ¹²MEEUWISSEN R, ESCHEN S, VAN ELTEREN Ph, MULDER R et al. Twintig jaar tandheelkundige verzorging. Ned Tijdschr Tandheelkd 1984; 91: 488-92.
- ¹³WITTHAUS CH. Silicaatcementen. Tijdschr Tandheelkd 1906; 13: 111-24.
- ¹⁴FLAUMENHAFT E. Eindelijk een voor de pulpa onschadelijk silicaatcement. Tijdschr Tandheelkd 1936; 43: 903-6.
- ¹⁵TEKENBROEK J. Kunnen silicaatcementen verbeterd worden door eigenhandig bijmengen van zeep of aanverwante stoffen? Tijdschr Tandheelkd 1937; 44: 571-95.
- ¹⁶TEKENBROEK J. Een eenvoudig beeld der tandheelkundige cementen en enkele van hun voornaamste eigenschappen. Tijdschr Tandheelkd 1939; 46: 192-212.
- ¹⁷DE BOER J. De beperking der volumeveranderingen van kunstharrestauraties. Tijdschr Tandheelkd 1953; 60: 909-13.
- ¹⁸FLIM G. Kunststof vulmaterialen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1971; 78: 429-38.
- ¹⁹LETZEL H, DE WIJN J. Composieten als restauratiematerialen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1972; 79: 17-28.
- ²⁰VAN AMERONGEN E, DE KLOET H. Een kleurrijke methode voor de restauratieve behandeling van gefractureerde frontelementen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1978; 85: 48-52.
- ²¹DAVIDSON CL. De conditionering van de tandarts voor geconditioneerd glazuur. Ned Tijdschr Tandheelkd 1980; 87: 2-4.
- ²²DAVIDSON CL. Afwerken van composieten. Ned Tijdschr Tandheelkd 1978; 85: 48-52.
- ²³VAN PELT A, SAATHOF NF, VAN DER VEEN JA, VAN DE POEL ACM. Behandeling van tandwortelcariës. Ned Tijdschr Tandheelkd 1988; 95: 285-92.
- ²⁴VAN GRUNSVEN M, VAN DE POEL ACM, VAN DER VEEN JH, JURRES-VAN DE LINDE TM. Individueel vervaardigde kunstharvensters op frontelementen in de bovenkaak. Ned Tijdschr Tandheelkd 1987; 94: 245-9.
- ²⁵ROETERS FJM, VAN DER LINDEN FPGM. Vorm- en kleurafwijkingen van frontelementen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1991; 98: 209-13.
- ²⁶DAVIDSON CL, DE KLOET H. Levensduur van restauraties in composiet en geëst porselein. Ned Tijdschr Tandheelkd 1991; 98: 248-52.
- ²⁷BORGMEYER PJ, ADVOCAT JGA, AKERBOOM HBM. Kwaliteitscontrole van amalgaamrestauraties. Ned Tijdschr Tandheelkd 1982; 89: 397-405.