

## POST ACADEMIAM

## HET LICHT IN DE MONDHOLTE\*)

J. TEN BOSCH

Trefwoorden: Fysica – Universiteit

De Groningse tandheelkundige fysica kan worden vergeleken met een wandelaar, die op twee benen en met een wandelstok in het tandheelkundige landschap loopt. Hij draagt een rugzak die gevuld is met 'zuiver' fysische bagage. De benen zijn de mechanische en optische onderwerpen van de tandheelkundige fysica. De wandelstok is de fysische meettechniek, waarmee de fysicus komt aandragen als de tandarts hem vraagt om iets te meten.

*De fysische meettechniek*

Dergelijke vragen zijn interessant voor een technisch fysicus. De te meten grootheden zijn van eenvoudige aard, bijvoorbeeld: verplaatsing, kracht, druk. De interesse van de fysicus ontstaat omdat de traditionele fysische methoden veelal onbruikbaar zijn in tandheelkundige omstandigheden. De mond is nogal klein, tanden en kiezen zijn nog kleiner, grillig van vorm en slecht bereikbaar omdat de mond alleen van voren opengaat. Het is nat in de mond en de tong zit voortdurend in de weg. En, last but not least, de meetmethode moet nog te gebruiken zijn door een fysisch weinig geschoold tandarts bij een patiënt of proefpersoon. Zo ontstaan uit eenvoudige grootheden zeer uitdagende vraagstellingen, waarbij de wandelaar in een interdisciplinair gezelschap zijn pad kiest. Een afwisselend pad bovendien.

Onze Groningse wandelstok heeft reeds een aantal verschillende terreinen kunnen aantippen:

- het meten van zwelling na het verwijderen van een verstandskies in de onderkaak (Van Gool e.a., 1975);
- het meten van de overdruk in een speekselklier tijdens het aanbrenge van een contrastvloeistof bij sialografie (Zijstra en Ten Bosch, 1975);
- het meten van bijtkrachten bij een tweezijdige statische beet (Pruim e.a., 1978);
- het gebruik van een constante kracht bij het meten van de diepte van de pocket (Tromp e.a., 1979).

\*) Een bewerking van de tekst van de oratie, uitgesproken op 27 mei 1980 door Prof. Dr. J. J. ten Bosch, hoogleraar in de Tandheelkundige Fysica.

*Uit de vakgroep Materia Technica van de rijksuniversiteit te Groningen. Voorzitter: Prof. Dr. J. Arends.*

Het is te verwachten dat in de toekomst om meer van zulke meetmethoden zal worden gevraagd. Ze geven de tandheelkundige fysica een directe aansluiting bij de klinische tandheelkunde.

*Mechanische onderwerpen*

Terug nu naar het mechanische been van onze wandelaar. Mechanische onderwerpen zijn er bij alle tandheelkundige objecten. In tabel I worden ze in volgorde van grootte weergegeven te zamen met de vakgebieden waarmee ze samenhangen.

Krachten op de schedel zijn van veel belang in relatie tot bijvoorbeeld de orthodontie. Wanneer met orthodontische apparatuur krachten worden uitgeoefend op de tanden en kiezen in de bovenkaak met het doel deze ten opzichte van de rest van de schedel te verplaatsen, roept dit tussen de verschillende schedelbeenderen allerhande krachten op. Deze krachten beïnvloeden dan weer de botafbraak en botopbouw. Onderzoek naar dit krachten spel is voorlopig nog beperkt tot modelstudies. In Groningen worden daarvoor gebalsemde schedels gebruikt. Deze worden met een optische methode, de interferentieholografie, aan metingen onderworpen. In een vervolgstudie wordt nu nagegaan in hoeverre verschillende gebalsemde schedels van dezelfde gebitsleeftijd dezelfde reactie vertonen.

Bij de interferentieholografie ontstaat een beeld van de schedel waarop tevens een strepenpatroon is te zien. Dit patroon geeft informatie over de verplaatsingen van de verschillende botstukken. Bij een schedel waaraan met 'high-pull'-tractie werd getrokken, bleek het bovenkaak-complex zonder verticale verplaatsing naar achteren te worden verplaatst (Kragt e.a., 1979). Bij een schedel waarbij cervicale tractie werd toegepast ontstond een verplaatsing naar achteren en naar beneden. Experimenten met apeschedels in gebalsemde toestand, die in Groningen zijn uitgevoerd en aan apeschedels in 'natte toestand' (Nanda, 1980) kunnen wellicht verband leggen met botverplaatsingen door afbraak- en opbouwprocessen in de levende situatie.

Studie van krachten op de onderkaak geeft inzicht in de taakverdeling tussen de verschillende kaakspieren en inzicht in het

*Samenvatting:*

De auteur beschrijft een aantal objecten en technieken van onderzoek op het gebied van de fysica, die voor de tandheelkunde van belang kunnen zijn. Hij pleit vervolgens voor verbetering en uitbreiding van onderzoek door het scheppen van een goed onderzoeksklimaat door samenwerking tussen klinische en niet-klinische disciplines.

functioneren van het kaakgewricht. Daar toe zijn deze krachten tweezijdig gemeten onder gelijktijdige registratie van spieractiviteit van een aantal spieren. Het bleek dat de grootste krachten werden uitgeoefend met een beet ter plaatse van de eerste molaren.

In dit onderzoek werd de elektromyografische activiteit van de masseter, van het frontale en het dorsale deel van de m. temporalis en van de openerspiers met oppervlakte-elektroden afgeleid en geregistreerd. De proefpersoon beet volgens een vast protocol op twee bijtkrachten die in verschillende posities werden geplaatst (Pruim e.a., 1978). Uit deze gegevens konden de door de verschillende spieren uitgeoefende krachten en de gewrichtskrachten worden berekend (Pruim e.a., 1980). Daarbij bleek dat bij sterke bijtkrachten de m. masseter relatief een grotere bijdrage aan de totale spierkracht levert dan bij geringe bijtkracht. Ook is gebleken dat bij hogere bijtkrachten de links-rechts symmetrie toeneemt.

Het meten van de beweegbaarheid van de tand in de tandkas kan informatie geven over de eigenschappen – en dus de gezondheidstoestand – van het parodontium. Voor de interpretatie van dergelijke metingen zijn zowel waarnemingen aan het gezonde parodontium (Burstone e.a., 1978) als modelstudies (De Vos, 1979, 1980) nodig. Deze bevinden zich alle nog in het laboratoriumstadium.

Krachten op restauraties worden vaak berekend, omdat het meten hiervan zo moeilijk is. In ons land houden Peters en Poort

Tabel I. Objecten van mechanische studies met daarmee verband houdende terreinen.

schedel	→	orthodontie
onderkaak	→	fysiologie
gebitselementen	→	orthodontie, parodontologie
restauraties	→	sosiodontie, materiaalkunde
prothesen	→	prothodontie

zich met deze techniek bezig (Peters en Poort, 1980 a en b). Krachten op prothesen, tenslotte, worden op het ogenblik weinig onderzocht. Welk fysisch proces de bovenprothese aan het gehemelte houdt als de mond opengaat, is nog niet precies duidelijk. Hier is al weer enige jaren geleden over gepubliceerd door Van Willigen (Van Willigen en Mook, 1969; Van Willigen, 1969).

Op mechanisch gebied is er in de tandheelkunde dus veel te onderzoeken. De uitgevoerde studies betreffen voornamelijk modellen of speciale experimenten. Ze leiden tot beter begrip maar zijn voorlopig niet direct klinisch toepasbaar.

*Optische onderwerpen*

Het optische been van onze wandelaar verdient een wat uitgebreidere bespreking. De objecten die hier bestudering verdienen, staan vermeld in tabel II. De subgroep Tandheelkundige Fysica van de vakgroep Materia Technica houdt zich tot nu toe alleen bezig met het tandglazuur en met de huid. Men beperkt zich voorts tot de kleur en de glans daarvan. In een fundamenteel onderzoek wordt de optica van de lichtdoorgang door een absorberend, troebel materiaal in zijn algemeenheid bestudeerd. Getracht wordt nu het verband tussen optica en de tandheelkundige toepassing daarvan duidelijk te maken.

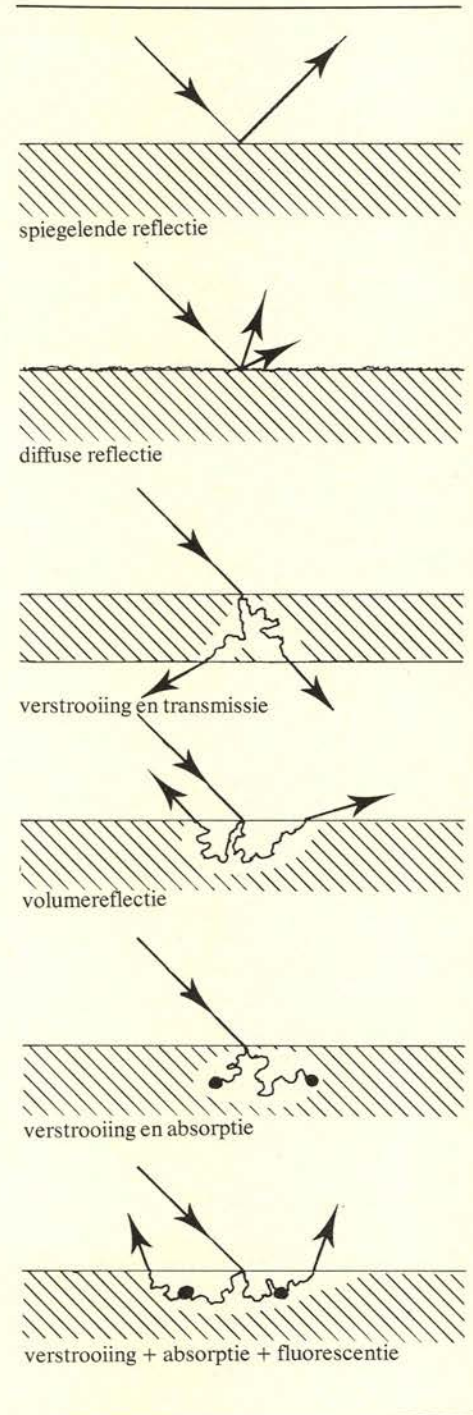
Licht, dat op een voorwerp valt, wordt gedeeltelijk gereflecteerd. Het gereflecteerde licht kan door het oog worden waargenomen maar ook fysisch worden gemeten. Het licht dat in het oog valt leidt tot een beleving, zoals sensaties in kleur en glans. Deze sensaties zijn kwantificeerbaar. Dat hoort tot het terrein van de psychofysica. Als het gereflecteerde licht fysisch wordt gemeten, krijgt men informatie over het reflectieproces en dus over het materiaal van het voorwerp. Dit reflectieproces is bij troebele materialen – en alle biologische materialen zijn troebel – een combinatie van een aantal deelprocessen. Zij zijn vermeld in afbeelding 1. Deze processen zullen nu stuk voor stuk worden nagegaan.

De spiegelende reflectie wordt bepaald door de brekingsindex. Deze is hier niet meer dan een hulpgroetheid. Reflectie van gepolariseerd licht kan echter informatie geven over zeer dunne lagen (enkele moleculen dik) die door een glad oppervlak wor-

den geabsorbeerd. Het is echter nog niet gelukt dit toe te passen bij de absorptie van een eiwit- of polymerelaag op tandglazuur. De Groningse subgroep heeft getracht deze bepaling uit te voeren in samenwerking met medewerkers van de vakgroep Electrochemie van de Technische Hogeschool te Eindhoven. Daarbij werd voornamelijk geen succes geboekt, waarschijnlijk doordat het glazuuroppervlak niet reproduceerbaar genoeg kon worden gepolijst.

Het proces van diffuse oppervlaktereflectie geeft informatie over de ruwheid van het oppervlak. Bij troebel materiaal moet daarvoor coherent licht worden gebruikt om geen last te hebben van volumereflectie (afb. 1.). Laserlicht dus. Bij reflectie daarvan door een ruw oppervlak ontstaat een grillig spikkelpatroon. Uit de intensiteit en de grootte van deze lichtspikkels kan de gemiddelde hoogte en breedte van de onefenheden in het oppervlak worden berekend. Dit is toegepast op tandglazuur dat verschillende bewerkingen had ondergaan (Groenhuis e.a., 1980).

Hiertoe wordt een laserbundel gebruikt die met een lens op het te onderzoeken oppervlak wordt geconcentreerd. Het gereflecteerde licht wordt op een scherm opgevangen, waarop dan spikkels te zien zijn. Een lichtdetector tast langs een lijn de spikkels af, waarbij de lichtintensiteit wordt geregistreerd. Met behulp van een computer wordt uit de geregistreerde curve de ruwheid berekend. De methode is bewerkelijk, maar niet destructief. Ze is bruikbaar voor ruwheden tussen de 0,1 en 0,5 µm hoogte. Licht dat een troebel materiaal binnendringt wordt verstrooid. Het kan ook worden geabsorbeerd. Treedt het aan het oppervlak waar het binnendringt ook weer uit, dan spreken we van volumereflectie. Het proces van lichtverstrooiing veroorzaakt de verandering van de richting van het licht op zijn weg door een troebel materiaal. De belangrijkste grootheid is de verstrooiingscoëfficiënt. Deze geeft aan hoe vaak er een verandering van richting optreedt. De verstrooiingscoëfficiënt kan op verschillende manieren worden bepaald. Voor alle methoden moet het materiaal tot dunne plakjes worden verzaagd. Spitzer (1975) en Groenhuis (1980) hebben gewerkt met dunne plakjes tandglazuur. Door Spitzer werd vermoed, en door Groenhuis werd overtuigend aangetoond, dat de verstrooiing in tandglazuur wordt veroorzaakt door de glazuurkristallieten.



Afb. 1. Optische processen in troebel materiaal.

Meting van de verstrooiingscoëfficiënt geeft dus informatie over de kristallieten, zoals dikte en onderlinge afstand. Verschillen in glazuurbouw en glazuursterkte tussen verschillende personen moeten worden bepaald, voorzover deze verschillen worden veroorzaakt door de kristallieten en hun samenhang.

Het proces van lichtabsorptie is sterk van de golflengte afhankelijk en daarom verantwoordelijk voor de kleuren van de voorwerpen om ons heen. Uit het feit dat tandglazuur witachtig is, volgt dat de absorptie van licht (zichtbare straling) gering is. De

Tabel II. Objecten van optische studies met daarmee verband houdende terreinen.

gelaatshuid	→	psychologie, dermatologie
gebitselementen	→	psychologie, prothetodontie, sosiodontie
glazuurcomponenten	→	tandheelkundige chemie
restauraties	→	materiaalkunde, tandtechniek
prothesen	→	prothetodontie, tandtechniek

absorptie van ultraviolette stralen door glazuur is echter niet gering. Deze wordt veroorzaakt door het in het glazuur aanwezige eiwitmateriaal (Spitzer en Ten Bosch, 1975). Dit eiwit heeft een rol gespeeld bij de opbouw van het glazuur toen dit met de rest van de tand in de kaak werd gevormd. Na de tandaanleg verdwijnt veel ervan uit het glazuur en het is onduidelijk of het restant alleen maar restant is of dat het ook nog een rol speelt bij de de- en remineralisatie, dit is de voortdurende afbraak en opbouw van glazuurkristallen die in wisselwerking staan met de mondvlloeistof (Moreno en Zahradnik, 1979).

Het bepalen van het eiwitgehalte van glazuur in samenhang met bijvoorbeeld de sterkte van glazuur kan wellicht informatie geven over de rol van het eiwit. Zo'n bepaling is dus mogelijk door het meten van de absorptie van ultraviolette straling. Deze meting wordt echter bemoeilijkt omdat de absorptie wordt vertroebeld door de verstrooiing. Aan dunne glazuurplakjes is het echter mogelijk gebleken (Spitzer en Ten Bosch, 1975).

Het fluorescentieproces tenslotte, zet geabsorbeerd licht om in licht van langere golflengten. Een algemeen bekend voorbeeld is het oplichten van kunstvezels onder ultraviolet licht, bijvoorbeeld een hoogtezon. Het wordt ongemerkt toegepast in TL-buizen, was-witmakers en de rode kleur van veiligheidskleding. Ook het eiwitmateriaal in de tand fluoresceert, wat kwalitatief (Spitzer en Ten Bosch, 1976) en kwantitatief is onderzocht (Spitzer en Ten Bosch, 1977). Ook voor deze bepalingen zijn dunne plakjes gebruikt.

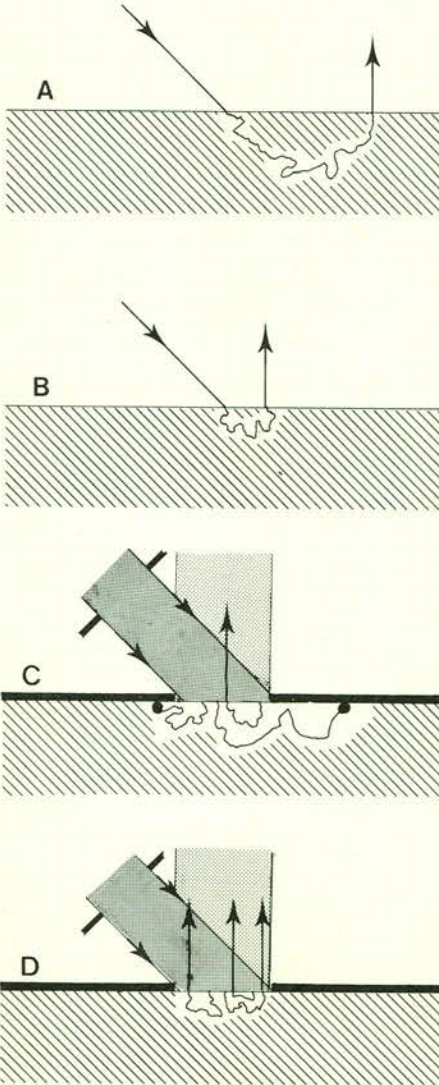
Samengevat: de drie processen verstrooiing, absorptie en fluorescentie geven informatie over de kristallieten en het eiwit in tandglazuur en over de binding tussen kristalliet en eiwit. Deze drie processen kunnen worden bepaald indien het glazuur in dunne plakjes beschikbaar is.

#### Mogelijkheden om deze processen in de mond te meten

Bij laboratoriumproeven is het gebruik van dunne plakjes geen essentiële beperking, hoewel het maken van de plakjes tijdrovend is en de plakjes zeer breekbaar zijn. De genoemde optische verschijnselen winnen echter als informatiebron aan betekenis als ze kunnen worden gemeten bij de intacte tand, in de mond. Men zal dan de eigenschappen van glazuur kunnen bepalen bij een groot aantal proefpersonen en vergelijken met bijvoorbeeld de gezondheid van het gebit. Men zal bij proefpersonen de processen van de- en remineralisatie vanuit het speeksel kunnen bestuderen. Het zal dan mogelijk worden de invloed van een spoelmiddel al na enkele dagen of weken te weten te komen. Voorlopig zijn deze beschouwingen toekomstmuziek,

maar de eerste stap op de weg erheen is reeds gezet. Deze vindt waarschijnlijk ook op andere terreinen toepassing en zal daarom wat meer uitgebreid worden besproken.

Bij het meten aan een intacte tand of ander ondoorschijnend voorwerp moet de belichting en lichtmeting aan één en hetzelfde oppervlak plaatsvinden. Er is immers geen transmissie (doorvallend licht). In de ontwikkelde meetmethoden wordt de zijdelingse verplaatsing die het licht door verstrooiing in troebel materiaal ondergaat als informatiebron gebruikt. Afbeelding 2 schetst enkele lichtwegen door het materiaal. Door de veelvoudige verstrooiing ontstaat een kronkelende lichtweg, waardoor het licht ergens anders eruit komt dan waar het erin ging. Als er weinig verstrooiing is en het licht dus vrij grote afstanden aflegt tussen twee verstrooiingsprocessen in, zal de zijdelingse verplaatsing groot zijn (afb. 2A). Als er véél verstrooiing is, verandert het licht op zijn weg vaak van richting en komt dus ook dichtbij weer boven (afb. 2B).



Afb. 2. Gevolgen van zwakke en sterke verstrooiing in troebel materiaal.

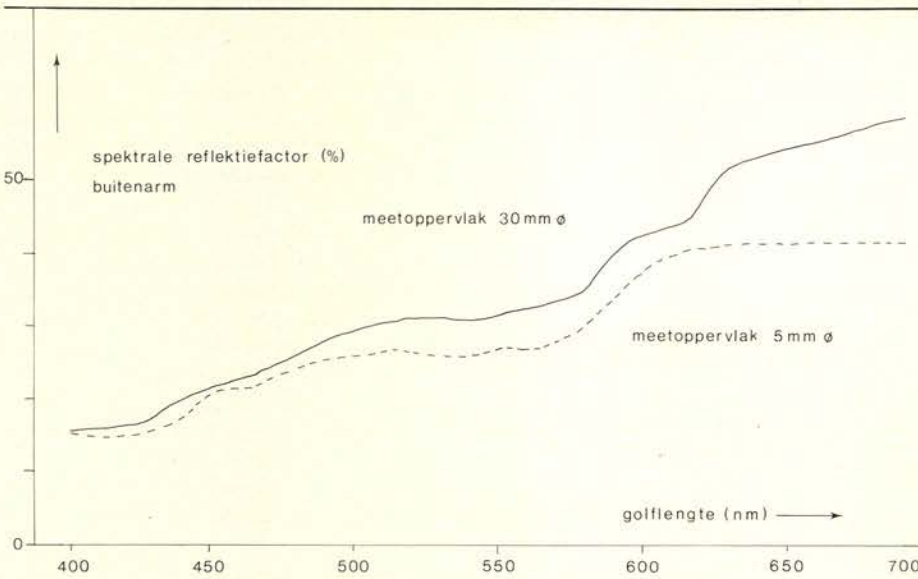
Meting van het uitdredende, gereflecteerde, licht als functie van de zijdelings afgelegde afstand, geeft dus informatie over het verstrooiingsproces. Dat is een vrij ingewikkelde meting die nog slechts met een laboratoriumopstelling kan worden verricht.

In een eenvoudiger uitgevoerd meetinstrument wordt een klein oppervlak verlicht en wordt gekeken naar het licht dat uit datzelfde oppervlak terugkomt (Ten Bosch en Borsboom, 1980). De rest van het oppervlak wordt afgeschermd (afb. 2C, D). In de praktijk gaat het anders, maar dat is niet essentieel. Bij geringe verstrooiing komt er dan door het gaatje weinig licht terug, bij sterke verstrooiing veel. Het terugkomende licht is dus een maat voor de verstrooiing. In het instrument wordt dit principe gerealiseerd met een kleine meetkop, die beweeglijk is. Door middel van lichtdraden (fibers) wordt licht uit een flitsbuis naar de meetkop gebracht, waardoor een oppervlak van ongeveer 0,3 mm diameter wordt verlicht. Het licht dat uit ditzelfde oppervlak terugkomt, wordt door een fiber naar een detector geleid. Zo kan de verstrooiing in het monster, dat onder de meetkop ligt, worden gemeten. Dit instrument wordt nu in het laboratorium gebruikt om carieuze processen en hun herstel kwantitatief te volgen. Verdere technische ontwikkeling moet het ook toepasbaar maken in de mond. Daarnaast is de verwachting dat dit apparaatje ook van belang kan zijn bij andere troebele materialen dan tandglazuur, zoals kunststoffen, zuivelproducten en dergelijke.

#### Andere situaties waarin deze processen relevant zijn

Deze zijdelingse verplaatsing van licht speelt een rol bij kleurverschillen aan de randen van troebele voorwerpen, zoals prothetische voorzieningen. Inzicht in deze processen van lichtverstrooiing en lichtabsorptie zal kunnen helpen om de in de prothetische tandheelkunde noodzakelijke aanpassingen aan naburige natuurlijke elementen te verbeteren of te vereenvoudigen.

Ook komt deze zijdelingse verplaatsing aan de orde bij de gezichtsprothesen. Daar is het doel een gelaatsdefect door een prothese op onzichtbare wijze te bedekken. In dit kader is door Van Oort e.a. (1981) de huidkleur van vele proefpersonen gemeten om gegevens te krijgen voor het ontwikkelen van een kleursysteem. Deze kleurmeting geschiedde met een instrument op basis van het gaatjesprincipe, maar dan met een veel groter gat. Daarbij werd het hele spectrum van het gereflecteerde licht gemeten. Het spectrum, en dus de waargenomen kleur, bleek sterk af te hangen van de grootte van het gat. Dit is in afbeelding 3 weergegeven.



Afb. 3. Reflectiefactor van de huid aan de buitenzijde van de onderarm (representatief voorbeeld).

Het effect kon worden verklaard door aan te nemen dat de verstrooiing in de huid afhankelijk van de golflengte is. Lange golflengten (rood) worden minder verstrooid dan korte golflengten (blauw). Licht met een lange golflengte legt dus een grotere zijdelingse afstand af dan licht met een korte golflengte. Bij een klein gat van belichting en waarneming zal dus meer licht met een lange golflengte verloren gaan dan bij een groot gat. Dit verklaart de verschillen tussen de waargenomen spectra. Een (te) klein gat leidt dus tot een (te) blauwe kleurwaarneming. Het zou dus gewenst zijn steeds een groot gat te nemen, ware het niet dat dan de bolling van het lichaam een probleem wordt.

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn, dat de tandheelkundige fysica vele aspecten kent, zowel fundamentele als praktische. Het terrein heeft raakvlakken met verschillende gebieden van de tandheelkunde en ook nog daarbuiten. Dat maakt dit werk boeiend en stimulerend.

### Het tandheelkundig onderzoek

De titel van deze bijdrage kan ook overdachtelijk worden gebruikt. Het licht is dan de beoefening van de wetenschap, die resultaten afwerpt ten behoeve van de tandheelkunde. Deze resultaten en de daarvoor nodige inspanning zullen nu kwantitatief worden gezien. Met dit soort beschouwingen loopt men het risico dat onvergelykbare zaken worden vergeleken. Daarom zullen overeenkomstige situaties in de tandheelkunde en in de geneeskunde met elkaar worden vergeleken.

Tabel III geeft de voornaamste resultaten in getalvorm met bronvermelding. Industrieel onderzoek is bij gebrek aan gegevens

weggelaten. We zien dan dat in Nederland ongeveer dertig keer zoveel medische als tandheelkundige publikaties verschijnen. Er zijn echter in de medische disciplines ook ongeveer dertig keer zoveel projecten. De 'opbrengst' in gepubliceerde resultaten van onderzoek dat in een projectvorm wordt gedaan, is dus in beide disciplines dezelfde. Dat geldt ook als men zich beperkt tot onderzoek dat binnen de desbetreffende (sub)faculteiten wordt verricht. In dat geval is de verhouding geneeskunde/tandheelkunde echter lager dan voor geheel Nederland. Daaruit volgt dat er op geneeskundig terrein méér onderzoek buiten de moeder-(sub)faculteit wordt verricht dan op tandheelkundig terrein (tabel III). Dit heeft twee aspecten: ten eerste zijn er op geneeskundig gebied naar verhouding meer buitenuniversitaire instituten dan op tandheelkundig gebied; ten tweede gebeurt er aan de universiteiten, maar buiten de (sub)faculteiten geneeskunde, naar

verhouding meer onderzoek over geneeskundige onderwerpen dan over tandheelkundige onderwerpen.

### Uitbreiding van het tandheelkundig onderzoek

Het eerste aspect is een zaak van de regering. Deze zou zich moeten afvragen of het maatschappelijk belang van tandheelkundige problemen niet een versterking van het buiten-universitaire tandheelkundige onderzoek rechtvaardigt. Voor zo'n versterking kunnen nieuwe instituten worden opgericht of kan het bestaande instituut, de Werkgroep Tand- en Mondziekten TNO, worden versterkt.

Het tweede aspect is een zaak voor de universiteiten zelf. De onderzoekers in de Subfaculteiten Tandheelkunde dienen onderzoekers in andere subfaculteiten voor de tandheelkundige problematiek te interesseren. Het lijkt erop dat de passieve interesse ruimschoots aanwezig is. Die moet worden versterkt, zodat men binnen het eigen vakgebied en financieringsmogelijkheden onderwerpen gaat kiezen van tandheelkundige aard. Vanuit de Subfaculteiten Tandheelkunde dient men actief te zijn met het bevorderen van contact en belangstelling en dient men in woord en geschrift de onderzoeksonderwerpen duidelijk te formuleren. Hier ligt een taak in het bijzonder voor hen, die binnen de Subfaculteiten Tandheelkunde op interdisciplinair terrein werkzaam zijn.

### Een efficiënter gebruik van onderzoekstijd

Tabel III laat verder zien dat de in de universiteiten aan onderzoek bestede tijd bij geneeskunde slechts elf maal zo groot is als bij tandheelkunde. Deze verhouding is veel lager dan de verhoudingen in projecten en in publikaties (24:1). Dit leidt tot de conclusie dat de door wetenschappelijk personeel aan onderzoek bestede tijd bij

Tabel III. Resultaat van en inspanning voor tandheelkundig en geneeskundig onderzoek.

		tandheelkunde	geneeskunde	verhouding thk. : gnk.
Projecten Nederland (1978)		~ 130	~ 3900	1 : 30
Publikaties Nederland (1977)		79	2507	1 : 31
Projecten faculteiten (1978)		~ 120	~ 2900	1 : 24
Publikaties faculteiten (1977)		79	1783	1 : 23
	faculteit FUNGO	98	980	
Wet. personeel in manjaar onderzoek 1978		-	116	
	totaal	98	1100	1 : 11

#### Bronnen:

*Projecten:* Eigen telling, resp. schatting van alle projecten onder 'tandheelkunde' en 'medicijnen' uit Current Research (1978) voor geheel Nederland resp. met weglating van de projecten uit instituten buiten de resp. (sub)faculteiten.

*Publikaties:* Van Heeringen en Bakker, 1979.

*Personeel:* ITT, 1980; resp. FUNGO, 1979.

Tabel IV. Opmerkelijke verhoudingen uit tabel III.

	tandheelkunde	geneeskunde
Projecten/publikaties buiten de (sub)faculteiten als percentage van het totaal aantal projecten/publikaties	~ 8%	~ 20%
Aantal (sub)facultaire projecten per (sub)facultair manjaar onderzoek, inclusief FUNGO	~ 1,2	~ 2,5
Aantal (sub)facultaire publikaties per (sub)facultair manjaar onderzoek, incl. FUNGO	~ 0,8	~ 1,6

tandheelkunde minder 'resultaat' oplevert dan bij geneeskunde (tabel IV). Het lijkt noodzakelijk dat de Subfaculteiten Tandheelkunde naar wegen zoeken om de aan onderzoek bestede tijd beter te benutten. De externe bezuinigingsdruk versterkt deze noodzaak. Daar wordt niets aan afgedaan door de externe druk en de interne wens om het universitair tandheelkundig onderwijs te verbeteren, ook al is deze gelijktijdigheid een extra belasting. Enkele mogelijkheden om tot verbetering van de efficiëntie van de aan onderzoek bestede tijd te komen zijn:

- zodanige keuze van het onderwerp van scripties van studenten of specialisten in opleiding, dat deze scripties ondersteuning geven aan lopend of toekomstig onderzoek;
- zodanige keuze van onderwerpen van onderzoek dat deze aan verwante of reeds lopende overeenkomstige projecten aansluiten, zodat niet alle kennis en kunde van de grond af moet worden opgebouwd
- zodanige verdeling van onderzoekstijd over de medewerkers dat onderzoeksperiodes ontstaan, waarin zó intensief aan het project kan worden gewerkt dat de voortgang stimulerend werkt en zó lang dat een publikatie of proefschrift tot stand kan komen; onderzoek zonder publikatie heeft alleen didactische waarde; die is dan nog gering omdat het schrijven van een publikatie en de discussie met de beoordelaars van het tijdschrift een hoge didactische waarde hebben;
- publikatie van onderzoeksresultaten zodra een publiceerbaar stuk onderzoek is afgerond; daarmee wordt voorkómen dat resultaten al vóór publikatie achterhaald zijn en dat bij vertrek van een medewerker het werk ongepubliceerd blijft.

Daarnaast dient bij aanstelling van jonge medewerkers van de Subfaculteiten rekening te worden gehouden met hun toekomstig wetenschappelijk werk:

- het bij de keuze van medewerkers meewegen van belangstelling en kwaliteiten voor onderzoek;

- het richten en bevorderen van deze belangstelling door hen informatie te geven over het wetenschappelijk werk in de Subfaculteit en over mogelijk aan te vatten projecten;
- het verhogen van hun kwaliteiten door een stafopleiding.

Aan het bevorderen van het onderzoeksklimaat, tenslotte, kan iedere medewerker bijdragen door nieuws-gierigen nieuwsgierig te zijn. Met nieuws-gierigheid wordt bedoeld de wil om te weten wat er in de wereld en achter de naastliggende deur gebeurt. Dit leidt tot het lezen van tijdschriften en het stellen van vragen op colloquia, congressen en informele bijeenkomsten. Met nieuwsgierigheid wordt bedoeld de wil om kritisch te willen nadenken over datgene wat men bij anderen en zichzelf hoort en ziet. Om zichzelf en anderen vragen te stellen naar het hoe en waarom van het waargenomen. Onderzoekers ontstaan door de motivatie om te weten hoe het onderzochte onderwerp in elkaar zit en om dat als 's werelds éérste te willen weten.

#### *De samenhang van niet-klinisch en klinisch onderzoek*

Bij de stimulering van het onderzoek dient men het samengaan van niet-klinisch en klinisch onderzoek te bevorderen en te behouden. Er dreigt thans een aparte groep niet-klinische onderzoekers te ontstaan die tandheelkundige problemen bestudeert zonder aansluiting te vinden bij het klinisch onderzoek. Deze onderzoekers richten zich daarbij op hun moederdiscipline, waar méér onderzoekstraditie, een betere onderzoeksoverlegstructuur, een betere onderzoeksfinancieringsstructuur en méér werkloze mankracht aanwezig is dan in de tandheelkunde.

Zo'n isolement moet worden voorkómen omdat communicatie tussen niet-klinische en klinische onderzoekers nodig is; nodig voor het formuleren van de problemen en het toepassen van de oplossing. Tandheelkundige problemen, onderwerpen van onderzoek, kunnen alleen zuiver worden gesteld door klinische en niet-klinische onderzoekers te zamen. De niet-clinicus levert daarbij zijn inzicht in de processen, de clinicus zijn inzicht in het praktisch belang

van het probleem en zijn schatting van de toepasbaarheid van probleemoplossing. Is een fundamenteel probleem ten dele opgelost en is er inzicht ontstaan dat het wellicht toepasbaar is, dan worden de rollen omgekeerd. Er vindt klinisch onderzoek plaats naar de beste wijze van toepassing in de kliniek en vervolgens in de tandheelkundige zorg. Clinici spelen daarin de hoofdrol door hun bekwaamheden en bevoegdheden. In deze fase worden ze slechts ondersteund door communicatie met basiswetenschappers.

Het versterken van het klinisch onderzoek vraagt dan ook onze bijzondere aandacht. Ook dáárvoor moet een beroep worden gedaan op de tweede geldstroom (FUNGO, Preventiefonds, e.d.). Ook dáárvoor moeten jonge medewerkers worden aangehouden, waarbij met hun toekomstig werk rekening moet worden gehouden. Ook dáárvoor gelden de suggesties om de efficiëntie te verhogen.

#### *De wisselwerking met studenten*

Tenslotte hebben de Subfaculteiten de plicht de nieuwsgierigheid van de toekomstige clinici, de huidige studenten, te prikkelen, te richten en te bevredigen. Omgekeerd hebben nieuwsgierige studenten de plicht om beantwoording van hun vragen te verlangen. Ook moeten ze hun ideeën naar voren brengen en hun wensen kenbaar maken. Initiatief, ideeën en enthousiasme zijn niet het alleenrecht maar wél het kenmerk van de jeugd.

Door daar gehoor aan te geven kan de leeftijd-communicatie en -samenwerking worden toegevoegd aan de interdisciplinaire communicatie en samenwerking. Alleen dan kan een succesvolle, langdurige, aanval worden gepleegd op de tandheelkundige problemen van nu en van de toekomst.

#### *Summary:*

Title: Light in the oral cavity.  
The author describes various research projects and techniques in the field of physics, which may be of importance to dentistry. He makes a plea in favour of improvement and expansion of research by the creation of an adequate research climate based on cooperation between clinical and non-clinical disciplines.

#### *Literatuur:*

1. Bosch, J. J. ten, Borsboom, P. C. F., Ten Cate, J. M. (1980): A non-destructive method for monitoring de- and remineralization of enamel. *Caries Res* 14: 90.

2. *Burstone, C. J., Pryputniewicz, R. J.* (1978): Holographic measurement of tooth mobility in three dimensions. *J Periodont Res* 13: 283.
3. *FUNGO* (1979): Stichting voor medisch wetenschappelijk onderzoek FUNGO, Jaarverslag 1978, 's-Gravenhage: 20.
4. *Gool, A. V. van, Ten Bosch, J. J., Boering, G.* (1975): A photographic method of assuming swelling following third molar removal. *Int J Oral Surg* 4: 121.
5. *Groenhuis, R. A. J., Jongebloed, W. L., Ten Bosch, J. J.* (1980): Surface roughness of acid etched and demineralized bovine enamel measured by a laser speckle method. *Caries Res* 14: 333.
6. *Heeringen, A. van, Bakker, C. P.* (1979): De wetenschappelijke productiviteit per instelling en per wetenschapsgebied; R.A.W.B.-publicatie, 's-Gravenhage, Staatsuitg.: 14.
7. *ITT* (1980): Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen: Intentionale Taakstelling en Toewijzing Instellingen W.O. 1980-1984, tabel 2.1.2.
8. *Kragt, G., Ten Bosch, J. J., Borsboom, P. C. F.* (1979): Measurement of bone displacement in a macerated human skull induced by orthodontic forces. A holographic study. *J Biomechanics* 12: 95.
9. *Moreno, E. C., Zahradnik, R. T.* (1979): Demineralization and remineralization of dental enamel. *J Dent Res* 58: 896.
10. *Nanda, R. S., Goldin, B.* (1980): Biomechanical approach to the study of alterations of facial morphology. *Am J Orthodontics* 78: 213.
11. *Oort, R. P. van, Ten Bosch, J. J., Borsboom, P. C. F.* (1981): Caucasian skin colors in L\*, U\*, V\* color space. *J Cosmetic Chemistry, in druk.*
12. *Peters, M. C. R. B., Poort, H. W.* (1980): Biomechanical aspects of restored teeth. Intern Rapport nr. CE-80-03, Instituut Conserverende Tandheelkunde, Katholieke Universiteit, Nijmegen.
13. *Peters, M. C. R. B., Poort, H. W.* (1980): Stress analysis of cavity design. Intern Rapport nr. 80-06, Instituut Conserverende Tandheelkunde, Katholieke Universiteit, Nijmegen.
14. *Pruim, G. J., Ten Bosch, J. J., De Jongh, H. J.* (1978): Jaw muscle EMG-activity and static loading of the mandible. *J Biomechanics* 11: 389.
15. *Pruim, G. J., De Jongh, H. J., Ten Bosch, J. J.* (1980): Forces acting on the mandible during bilateral static bite at different bite force levels. *J Biomechanics* 13: 755.
16. *Spitzer, D., Ten Bosch, J. J.* (1975): The absorption and scattering of light in bovine and dental enamel. *Calcif Tissue Res* 17: 129.
17. *Spitzer, D., Ten Bosch, J. J.* (1976): The total luminescence of bovine and human dental enamel. *Calcif Tissue Res* 20: 201.
18. *Spitzer, D., Ten Bosch, J. J.* (1977): Luminescence quantum yields of sound and carious dental enamel. *Calcif Tissue Res* 24: 249.
19. *Tromp, J. A. H., Corba, N. H. C., Borsboom, P. C. F., Fidler, V. J.* (1979): Reproducibility of a new pocket probe applying a constant force.
20. *Vos, S. E. de* (1979): Analytical determination of the elastic properties of a periodontal membrane of an incisor as a function of the load-displacement relation: A study of a model. Intern rapport Tandheelkundige Fysica, R.U. Utrecht.
21. *Vos, S. E. de* (1980): Numerical determination of the elastic properties of a periodontal membrane of an incisor as a function of the load-displacement relation: A study of a model. Intern rapport tandheelkundige Fysica, R.U. Utrecht.
22. *Willigen, J. D. van, Mook, W. G.* (1969): Eine Analyse physikalischer Phänomene beim Halt der totalen Prothese. *Stoma* 22: 17.
23. *Willigen, J. D. van* (1969): The physiology of the edentulous mandible. Proefschrift, Groningen.
24. *Zijlstra, G., Ten Bosch, J. J.* (1975): Sialography with continuous measurement of pressure outside and inside the gland. *Int J Oral Surg* 4: 160.
25. *ZWO* (1979): Current Research in The Netherlands, Biological and Medical Sciences 1978, The Hague.

December 1980.

Adres: Prof. Dr. J. J. ten Bosch,  
Ant. Deusinglaan 1,  
9713 AV Groningen.

## TOEPASSING EN VERWERKING VAN VOORGEVORMDE KUNSTHARSVENSTERS TER VERBETERING VAN DE ESTHETIEK VAN FRONTELEMENTEN

F. J. M. ROETERS

*Uit het Instituut voor Kindertandheelkunde van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.  
Hoofd: Prof. A. J. van Amerongen.*

*Trefwoorden:* Restauratieve tandheelkunde – tandheelkunde

Voorgevormde kunstharsvensters – Kindertandheelkunde

### 1. Inleiding

Lange tijd heeft de tandheelkunde geen acceptabele oplossing kunnen bieden voor esthetische problemen in het front bij jeugdige patiënten. Veelal werd de vervaardiging van jacketkronen en kronen met opgebakken porselein immers pas raadzaam geacht als de patiënt de 18-jarige leeftijd had bereikt. Tot dat moment moest de patiënt

dan genoegen nemen met in vorm en/of kleur afwijkende elementen.

De invoering van de composiet-ets-techniek heeft het mogelijk gemaakt om de esthetiek reeds vroeg te verbeteren zonder de gebitselementen schade toe te brengen. Hierdoor is de leeftijd van de patiënt geen belemmerende factor meer om reeds vroegtijdig een goed resultaat te verkrijgen. Een bezwaar dat echter aan de composieten

### Samenvatting:

Het artikel handelt over de toepassing en verwerking van voorgevormde kunstharsvensters. Zowel een zelfpolymeriserend als een onder invloed van ultraviolet licht polymeriserend composiet worden beschreven.

Aan de hand van vier patiënten worden enkele toepassingsmogelijkheden getoond.

kleeft is de, in een aantal gevallen geringe kleurstabiliteit en de gevoeligheid voor verkleuringen van buitenaf. Ook de afwerking van composieten geeft nogal eens problemen, vooral indien het om uitgebreide restauraties gaat, zoals b.v. bij het maskeren van een totaal verkleurd, avitaal element.