

BIOCHEMIE EN TANDHEELKUNDE

DOOR DR. E. HECHT

In het voorwoord van zijn verdienstelijke boek: „Biochemistry of the teeth” (1) verhaalt Leicester over een biochemicus, die slechts enkele jaren geleden in een tot tandartsen gerichte rede de mening naar voren bracht, dat de biochemie tot op heden nog geen grote bijdrage voor de tandheelkunde had opgeleverd. Hoewel geen der lezers van dit artikel zich vermoedelijk met deze zienswijze kan verenigen, zal desondanks getracht worden, genoemde stelling en haar strekking nader te analyseren. Deze uitlating getuigt namelijk òf van een niet voldoende kennis der feiten, òf van een — helaas nogal eens voorkomend — gebrek aan begrip bij de één voor het werk van de ander.

Wie geregeld een reeks wetenschappelijke tijdschriften bestudeert, kan moeilijk over het hoofd zien, hoe enorm groot het aantal der tandheelkundig belangrijke onderzoeken in de literatuur der meest uiteenlopende takken van de medische en natuurkundige wetenschappen is. Het opsporen van deze zeer verspreide publicaties in de vaktijdschriften der medici — anatomen, histologen, physiologen, bacteriologen —, maar daarnaast ook in die der biologen, zoölogen, chemici, physici en zelfs der geologen, is een niet te onderschatten taak en zonder de hulp der grote bekende refereerbladen nagenoeg ondoenlijk. De bijkomstige moeilijkheid om bovendien het kaf van het koren te scheiden wordt hierbij nog geheel buiten beschouwing gelaten. De omvang der literatuur kan het best worden geïllustreerd door het aantal publicaties op het gebied der physiologie, waarvan de biochemie resp. de physiologische chemie een niet te scheiden bestanddeel vormt, te vermelden (2). Zo werden b.v. in 1939 in de „Berichte für die gesamte Physiologie” niet minder dan 20.000 artikelen gerefereerd. Indien voor de omvang van iedere publicatie gemiddeld 5 bladzijden wordt aangenomen en als tijd voor het lezen 2 minuten per pagina — waartoe ik overigens helaas in geen enkele taal in staat ben — dan zouden met 8 uur per dag onafgebroken lezen 417 dagen gemoeid zijn en zou men dat jaar dus 52 dagen te kort komen.

De veelheid der publicaties, die de belangstelling van de wetenschappelijk geïnteresseerde tandarts moesten opeisen en de moeilijkheid, deze tengevolge van de enorme verspreiding te vinden, kan een tekort schieten in dit opzicht wel verklaren, maar niet verontschuldigen.

Wat het nauwe verband der tandheelkundige en biochemische problemen betreft, dit wordt het duidelijkst gedemonstreerd door in het kort de weg te volgen, die het tandheelkundige en het biochemische spoorwerk van begin af aan naast elkaar aflegden. Alvorens dit te doen is het wel verantwoord bij het begrip biochemie even stil te staan.

De biochemie interesseert zich in ruime mate voor alle scheikundige processen, die in het levende milieu van plant en dier optreden en die betrekking hebben op de stofwisseling en de daarbij betrokken chemische substanties. Hieruit moge reeds blijken, hoe nauw de biochemie samenhangt met de biologie en physiologie enerzijds en met de anorganische, organische en fysische chemie anderzijds. Terwijl bij de fysiologische chemie het dierlijke organisme in het algemeen meer op de voorgrond treedt, beperkt zich de medische chemie uitsluitend op de scheikunde der levensprocessen van de gezonde en de zieke mens. Scherpe scheidingslijnen zijn moeilijk te trekken. Dat bij de fysiologische chemie bijzonder nauwe relaties met de physiologie bestaan blijkt reeds uit de naamgeving en het is wel overwogen, dat *Lehnartz* (3) als titel voor zijn voortreffelijke leerboek aan de term „Chemische Physiologie” de voorkeur gaf.

Omstreeks het midden der 18e eeuw nam de ontdekking van chemische stoffen, die uit het planten- en dierenrijk afkomstig waren, dusdanig toe, dat deze van de minerale stoffen als „organische” werden gescheiden. Een der eerste in zuivere toestand geïsoleerde organische substanties was het ureum (*H. M. Rouelle* 1771). In die tijd heerste de opvatting, dat de vorming van deze „organische” verbindingen aan een niet nader te verklaren „vis vitalis” moest worden toegeschreven. Het was dan ook uit de aard der zaak een revolutionnaire vondst toen *Wöhler* in 1828 voor het eerst ureum kunstmatig wist te bereiden met behulp der „rohen und gemeinen unorganischen Kräfte”, die toch alleen de omzettingen van de anorganische materie zouden bepalen. De gevolgen van *Wöhler*'s daad waren het geleidelijk ineenstorten van de hypothese der vis vitalis en daarmee gepaard gaande de noodzakelijkheid om aan de indeling der chemische stoffen in anorganische en organische andere principes ten grondslag te leggen.

Een nieuwe tak, de biochemie, kreeg gelijktijdig meer dan ooit recht van bestaan en van meet af aan valt een zeker parallelisme in de ontwikkeling tussen het biochemische en het tandheelkundige speurwerk niet te ontkennen. Zoals de biochemie resp. de chemische physiologie zich in haar beginstadium allereerst bezig hield met de kwalitatieve en kwantitatieve samenstelling van de elementaire bestanddelen der organismen, zo wenste ook de tandheelkunde dieper gaande inlichtingen te verkrijgen over de stoffen, waaruit tanden en kiezen zijn opgebouwd. Wat de biochemie aan methoden voor onderzoek wist te ontwikkelen strekte ook de tandheelkundige research tot voordeel en omgekeerd, en vaak ook kon men wederzijds uit de mislukkingen lering trekken.

De onderzoekers in beide takken van wetenschap hadden met grote moeilijkheden te worstelen, zowel bij het verbeteren en verfijnen der beschikbare, telkens nog weer ontoereikend blijkende analytische methoden als bij het scheiden en in zuivere toestand bereiden der te onderzoeken substraten. Zo werden reeds bij de eerste bepalingen der verschillende anorganische bestanddelen fouten begaan, omdat met het vocht- en eiwitgehalte nog geen rekening werd gehouden. Men wist in die tijd nog niet, dat de gebitselementen ook eiwitachtige stoffen bevatten, of

wilde zo nu en dan geuite vermoedens dienaangaande niet accepteren. Zo kwam het, dat het verrichte analytische onderzoek pas zeer laat tot juiste uitkomsten leidde. De organische bestanddelen der gebitselementen, die de analytische resultaten bij de bepaling der anorganische bestanddelen vertroebelden, konden pas vanaf 1934 door een geschikte voorafgaande extractie volledig worden verwijderd. Bovendien werd het ongeveer ter zelfder tijd pas mogelijk tanden in glazuur en dentine op bevredigende wijze te scheiden en deze beide tandweefsels zodoende voor een afzonderlijk onderzoek toegankelijk te maken. In de navolgende jaren werden met grote toewijding nagenoeg alle anorganische ionen analytisch kwantitatief bepaald en de uitkomsten geregistreerd.

De lezer zou zich kunnen afvragen of het verzamelen van dergelijke gegevens enige waarde heeft, maar bij de studie der literatuur zal hij telkens weer tot de ontdekking komen, dat vroeg of laat de meeste vondsten niet tevergeefs werden gedaan. Dit geldt niet alleen voor de registratie van de uitkomsten der zuiver quantitative chemische bepalingen, maar ook voor de „kleine” chemische reacties, waaraan men aanvankelijk weinig of geen betekenis hechtte, hoewel zij er slechts op wachtten om productief gemaakt te worden.

Ik wil mijn uiteenzettingen met enkele voorbeelden trachten te staven. Het is wel overbodig op het quantitative verband tussen het fluor-gehalte der tanden enerzijds en hun cariesgevoeligheid en -resistentie en de fluorose van de tanden anderzijds, alsmede op de grote betekenis van deze vondsten te wijzen. Wat anders dan het registreren der uitkomsten van quantitative fluor-bepalingen kon ons dit inzicht verschaffen? In dit speciale geval is het bovendien opmerkelijk, dat het tandheelkundige spuurwerk daarbij profijt mocht trekken van een verfijning der methode voor de bepaling van het fluor-gehalte, waarmede gelijktijdig het einde kwam voor een van medische zijde opgestelde theorie.

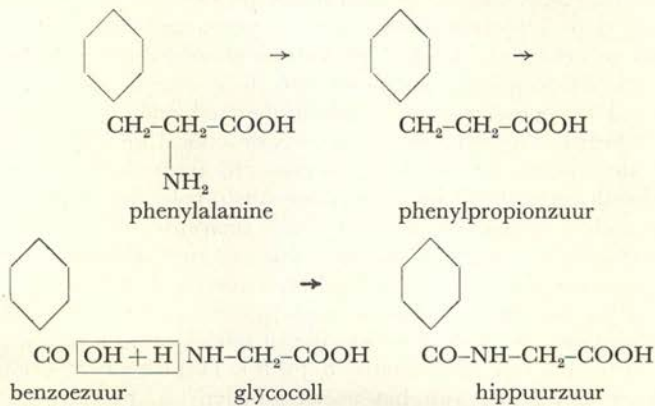
Het met grote vertraging stollen van het bloed bij lijders aan haemophilie werd namelijk op grond van analytische bepalingen door *Stuber en Lang* (4) aan een pathologisch verhoogd fluor-gehalte toegeschreven. Gezien de stolling-remmende invloed van geïoniseerde fluorverbindingen als zodanig en de remmende invloed van fluor op de glycolyse — die in het bloed der haemophilici inderdaad verminderd is — scheen de causa van deze stollingsanomalie opgehelderd. Een bespreking van de vraag, in hoeverre deze theorie voorbarig was, valt buiten het bestek van dit artikel. Het onderzoek wees later uit, dat de gebezigde fluor-bepalingen ontoereikend waren. Met een geperfectioneerde methode kon geen verschil tussen het fluor-gehalte van normaal bloed en dat der haemophilie lijders worden aangetoond.

Zou het al te gedurfd zijn ook aan enig verband te denken tussen het nog niet zo lang geleden ontdekte, cobalt bevattende, antipernicieuze vitamine B₁₂ en de gevreesde dierlijke anaemieën, die, zoals reeds lang bekend is, door cobaltzouten uitermate gunstig worden beïnvloed? En waarom bevat volgens de literatuur de carieuze tand meer zink en koper dan de normale? En zou het slechts toeval zijn, dat geen weefsel van ons

organisme zo rijk aan lood en zink is als de normale tand? De sporenelementen zullen biochemici en tandheelkundige onderzoekers nog wel lange tijd bezig houden en voor beiden verrassingen brengen.

Een ander voorbeeld moge toelichten, hoe soms de kleine, „langs de weg” opgeraapte vondsten een beslissende bijdrage voor de oplossing van een groot probleem kunnen leveren.

Toen men zich aan het begin van deze eeuw voor de lotgevallen der vetten resp. vetzuren in de lever interesseerde, bleek een hierop gericht onderzoek onmogelijk, omdat alle aan dieren verstrekte vetzuren in het lichaam spoorloos verdwenen. In die tijd ontdekte K n o o p, dat een afbraakproduct der eiwitten, het aminozuur phenylalanine, door darmbacteriën in phenylpropionzuur wordt omgezet en na oxydatie tot benzoëzuur met glycocoll als hippuurzuur wordt ontgiftigd:



Terwijl propionzuur in het organisme spoorloos verdwijnt, kan de met de niet verbrandbare benzeenkern „geëtiketteerde” verbinding na de boven geformuleerde omzetting te hebben ondergaan, als hippuurzuur worden geïsoleerd. Dit bracht K n o o p (5) op de gedachte om verschillende verzadigde vetzuren met een gesubstitueerde phenylrest aan honden toe te dienen. Daarmede ontdekte hij de beroemde β -oxydatie. Van elk vetzuur worden, te beginnen met de COOH-groep, telkens complexen met twee C-atomen afgesplitst tot uiteindelijk een rest met 7 of 8 C-atomen (benzoëzuur of phenylazijnzuur) overblijft, die met glycocoll veresterd hippuur- of phenaceturzuur leveren. De afgesplitste resten vormen, zoals K n o o p reeds aannam, azijnzuur; hij kon dit toen echter nog niet aantonen. Dit bleef aan een later tijdperk van het stofwisselingsonderzoek voorbehouden. Na de toepassing van isotopen kon pas worden bewezen, dat inderdaad azijnzuur ontstaat en dat dit direct weer tot grotere complexen, hoger moleculaire vetzuren en tot steroïden en geslachtshormonen toe, wordt opgebouwd.

Het door biochemici sinds tientallen jaren met grote toewijding verrichte onderzoek over de anorganische substantie der botten werd eveneens een krachtige stimulans voor overeenkomstige onderzoekingen aan

het menselijke gebit. Het is niet de bedoeling van dit artikel de moeilijke weg, de dwaalwegen mede inbegrepen, te beschrijven, die er toe leidden, bepaalde voorstellingen over de opbouw der anorganische substantie van bot en tand te ontwikkelen.

Volgens recente onderzoekingen van *Dallemagne* en zijn school (6) bestaan botten, dentine en cementum uit α tricalciumfosfaat ($3 \text{ Ca}_3 (\text{PO}_4)_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$) tezamen met chemisch niet gebonden calciumcarbonaat, het glazuur daarentegen uit ongeveer 60% carbonaatapatiet, 30% α -tricalciumfosfaat en 1% calciumcarbonaat. Het glazuur ontleent juist aan dit apatietgehalte zijn bijzondere hardheid. Op grond van de bijzondere eigenschappen van het dubbelzout apatiet kon een goed gefundeerde en vruchtdragende werkhypothese ter verklaring van de natuur en van de reacties der tandsubstantie ontstaan. De mogelijkheden om in het traliewerk van het apatiet molecuul het calcium en de hydroxylgroepen door andere substituenten te vervangen, verklaren de zo ruim waar te nemen anionen — en kationenbinding met alle gevolgen van dien en tenslotte de sensibiliteit van de groeiende en van de volwassen tand ten aanzien van metabolische invloeden.

Tot het begin van deze eeuw beschouwde vooral de groep der „mechanists” de tand slechts als een anorganisch, anatomisch in ons organisme gelocaliseerd object met nagenoeg uitsluitend mechanische functies. Een andere groep, de „vitalists” zag daarentegen in de tand intuïtief een biologisch orgaan, dat in staat zou zijn op bepaalde veranderingen in het organisme systematisch te reageren. Ten bewijze hiervan werd op de pas ontdekte — door de „mechanists” echter fel ontkende — aanwezigheid van organische substantie in het glazuur gewezen. Reeds in 1778 werden door de grote anatoom *John Hunter* (7) organische stoffen naar aanleiding van het zwart worden bij verbranding in de dentine opgemerkt, terwijl pas in 1896 door *C. S. Tomes* (8) ook in het glazuur een kwantitatief niet te bepalen hoeveelheid organische stof werd ontdekt. Deze vondsten konden niet voorkomen, dat de „mechanists” in hun felle strijd tegen de „vitalists” aan het ontbreken van eiwit vasthielden. De gerechtvaardigde visie, dat men in de tegenwoordigheid van eiwit een aanwijzing voor stofwisseling mag zien, stimuleerde onderzoekingen over de permeabiliteit van dentine en glazuur voor stoffen van zeer uiteenlopende aard. Men leerde, dat zware metalen de pulpa via de tubuli en omgekeerd radioactief calcium en fosfor de tand vanuit het bloed kunnen bereiken. Ja zelfs alle wijzigingen in de samenstelling der lichaamsvochten, hetzij door interne of hormonale, hetzij door externe of alimentaire factoren worden door de tand in de verschillende ontwikkelingsstadia nauwkeurig geregistreerd. Men heeft de tand terecht met een soort kymograaf vergeleken. Vaak zijn gebrekkig gevormde elementen het resultaat van ongeschikte voeding. Deze bevindingen zomede de wetenschap omtrent de voornamelijk anorganische samenstelling van de gebitselementen moesten het zwaartepunt van het onderzoek verplaatsen naar chemisch fysiologisch onderzoek over de stofwisseling der mineralen en naar relaties met de voedingsleer.

Proeven op ratten wezen uit, dat een mineraalarme voeding een ver-

mindering van de groei der elementen en van het gehalte aan mineralen tot gevolg heeft. De hiermede gepaard gaande onregelmatige en defecte dentinevorming trok uit de aard der zaak de belangstelling der histologen. Het is een der talloze raadsels, dat zich na toediening van normale hoeveelheden mineralen de afwijkingen van het bot wel herstellen, die van de dentine echter niet.

De ossificatie en calcificatie alsmede het bestuderen der factoren die hiermede verband houden, behoren tot de bijzonder moeilijke problemen. De beschikbare ruimte maakt het noodzakelijk de alimentaire invloeden slechts zo beknopt mogelijk te vermelden. De hoeveelheden calcium en fosfor afzonderlijk en de verhouding van deze beide elementen in de voeding spelen een rol bij de afwijkingen in de dentine en in het glazuur. De studie hiervan behoort echter voornamelijk tot het domein van de histoloog.

De biochemische onderzoekingen over opname en resorptie van het calcium moeten daarentegen zowel de chemische physioloog en de medicus als de tandarts rechtstreeks interesseren. Het gehalte van onze voeding aan calciumzouten is niet uitzonderlijk hoog. Bovendien is ook door de opname van een calciumrijke voeding de resorptie van het dagelijks vereiste minimum van deze stof niet verzekerd. Men stelde vast, dat slechts 20—30% van het calciumgehalte der melk geresorbeerd wordt en nog minder — mogelijkterwijs tengevolge van de gelijktijdige aanwezigheid van oxalaten — van de in groenten zo ruim voorhanden calciumzouten. Door de zogenaamde verfijning van onze levensmiddelen en door hun voorbereiding gaan belangrijke hoeveelheden calciumzouten en andere belangrijke stoffen verloren. Sommige onmisbare voedingsmiddelen leveren voor de resorptie van het calcium nog bijkomstige moeilijkheden op. Zo bevat b.v. het op zich zelf zo aanbevelenswaardige bruinbrood phytinezuur (inositolhexafosforzuur), dat onoplosbare calciumzouten vormt en zodoende ook calcium uit andere voedingsstoffen aan de resorptie onttrekt. Om deze reden werd dan ook een kunstmatige toevoeging van calciumcarbonaat aangeraden of zelfs wettelijk voorgeschreven.

De chemische physiologie mocht belangrijke ophelderingen over de calciumresorptie leveren, zo ook over de resorptie bevorderende werking van het vitamine D en over de regulatie van een normale calciumspiegel in het bloed, die het resultaat is van de uitgebalanceerde werking van het parathormoon der parathyreoïdea en van de thymus. Daarmede komen wij reeds weer in aanraking met twee nieuwe gebieden, die der vitaminen en hormonen.

Vanaf 1930 werd de invloed van nagenoeg alle bekend geworden vitaminen op de ontwikkeling en de eigenschappen der tanden bestudeerd. Het is niet verrassend, dat bij deficiëntie van het epitheelbeschermende vitamine A essentiële bestanddelen der elementen diep ingrijpende veranderingen vertonen. Evenmin wekt het verbazing, dat het antirachitische vitamine D, gezien zijn belangrijke functie als een der regulatoren der mineralisatie van ons beenderstelsel, ook bij de ontwikkeling van de tand een belangrijke rol speelt. De glazuurhypoplasieën,

die berusten op een gebrek aan vitamine D, zijn een bekend verschijnsel. Ook een overmatige opname van vitamine D kan nadelige gevolgen met zich brengen, niet alleen voor het skelet, maar ook voor de gebitselementen, die een abnormale metastatische calcificatie kunnen vertonen. Ook vitamine C oefent op de ontwikkeling der tanden een belangrijke invloed uit, terwijl de rol der vitaminen van het B-complex nog omstreden is. Op grond van de nauwe relaties van sommige dezer vitaminen tot enkele der cel-co-enzymen zou immers de ontdekking van bijzondere functies ook van deze vitaminen niet ondenkbaar zijn.

Op het belang van het parathormoon van de bijnierschilddklier werd reeds gewezen en bij onderzoeken dienaangaande kwam ook de invloed der thyreoïde vast te staan. Gezien de directe of indirecte betekenis der genoemde factoren voor de tandvormende processen en het algemene streven der biochemie naar opheldering hiervan, scheen de vermelding in dit artikel verantwoord.

Het zou te ver voeren op de vele theorieën, die het ontstaan der caries tot onderwerp hebben, uitvoerig in te gaan. Zoals aan twee voorbeelden, de tandcaries en de bloedstolling in het kort gedemonstreerd zal worden, hebben alle grote biologische problemen eenzelfde geschiedenis der ontwikkeling.

Aan het begin staat de waarneming van het phaenomeen. Het bestaan van caries kon aan de hand van skeletvondsten tot palaeozoische tijden toe worden aangetoond. Dat anderzijds bloedingen en daarmee ook het verschijnsel van de bloedstolling zeer vroeg de aandacht trokken, moge blijken uit een Chinees citaat uit de periode van keizer Chinnong van omstreeks 2700 v. Chr., waarin een methode werd medege-deeld, om de aanwezigheid van gestold bloed in de maagholte door palpatie vast te stellen.

Op het stellen van het probleem volgt dan een zeer eenvoudige verklaring, die op de lange duur niet kan voldoen. In het Babylonse K o u y u n i j k-tafeltje (K. 71 a) (9) wordt de lange reeks van ook heden ten dage nog bekende lage dieren en parasieten besloten met drie wormen, die de caries zouden opwekken. Later classificeerde men de kiezen in „harde” en „zachte”, waarbij de laatstgenoemde de voor caries vatbare elementen moesten voorstellen. Volgens onderzoek van recenter datum zou er overigens, wat betreft de hardheid van dentine en glazuur, geen verschil bestaan tussen normale en carieuze elementen. Analooq werd, zoals Hippocrates en Aristoteles reeds meenden, de bloedstolling als een gevolg van het afkoelen van het bloed buiten het vaatsysteem opgevat; een zuiver fysisch proces dus, te vergelijken met het bevriezen van vloeistoffen. Dergelijke min of meer primitieve opvattingen moeten dan het veld ruimen voor een geniale theorie, die zich tijdelijk in onverdeelde erkenning mag verheugen. Dit stadium werd voor de tandcaries door W. D. Miller (10) en voor de bloedstolling door Alexander Schmidt (11) nog voor het begin van deze eeuw bereikt. Beiden stelden hun goed gefundeerde theorieën op, die zich tot op heden wisten te handhaven en als werkhypothesen nuttig wisten te tonen. Bij herhaling geroemd en verguisd, zoals het lot is

van de meeste grote ontdekkingen, bewezen beide ten slotte hun betere wetenschappelijke grondslagen. Het is moeilijk voorspellingen te doen, maar vermoedelijk zal eens blijken, dat de genoemde fundamentele theorieën niet al te ver van de ware toedracht verwijderd zijn.

De grote moeilijkheden schuilen bij het cariesprobleem, in nog grotere mate dan bij het probleem der bloedstolling, in de veelheid der betrokken factoren, waarvan op zichzelf beschouwd, de meeste ook nog op nader onderzoek wachten. In het kader der theorieën over de caries vormt het carieuze element een centraal object temidden van bacteriën, secreten en substraten van de meest ingewikkelde samenstelling. De studie van deze factoren eist als voorwaarde een ruime kennis der descriptieve biochemie, die slechts begin en niet doel der chemische physiologie is. De studie van de pathologische afwijking bij het cariesproces mag bovendien helaas niet op de kennis der physiologie van de gezonde tand steunen. Toen reeds jaren geleden *Reyniers* de kiemvrije teelt van dieren tot een hoog peil van ontwikkeling had gebracht, moest deze zeer terecht in hoge mate ook de aandacht der tandheelkundig geïnteresseerde onderzoekers trekken (zie *Hecht* (12)). Velen echter zullen, evenals de schrijver, over de door *Reyniers* in het afgelopen jaar in Nederland gehouden lezingen in hun verwachtingen weinig bevredigd zijn geweest. Wat ware wenselijker geweest, dan bij systematisch onderzoek over de caries een der onbekende factoren, de bacteriën, uit te schakelen?

Na deze, voor de oplossing van het cariesprobleem niet zeer optimistische uitlatingen moge er nog eens aan herinnerd worden, dat de opheldering van de boven beschreven afbraak der vetzuren slechts een halve eeuw eiste, wat gezien de geschiedenis der grote ontdekkingen een verbazend korte tijd is. Vanaf een eerste waarneming, die de weg voor de bewerking van een groot probleem aangaf, of die de mogelijkheid opende een hypothese op te stellen, tot de definitieve oplossing van het probleem in kwestie, zijn niet zelden honderden, ja zelfs duizenden jaren verstreken. De moeizame weg van gestadig vorderen werd vaak geblokkeerd tengevolge van vergissingen en vertraagd door schijnbare stilstand, die mogelijkwerwijs slechts een noodzakelijke periode van rust of latentie is en die aan elk proces der biologische ontwikkeling of ontkieming pleegt vooraf te gaan. Vanaf het eerste onderscheiden van onze bloedvaten in arteriën en venae door *Praxagoras* van Kos tot aan de ontdekking van de bloedsomloop door *Harvey* waren nagenoeg 2000 jaar nodig en even lang duurde het, tot het eerste vermoeden over de beweging van onze aarde om de zon door *Aristarchos* van Samos, door *Copernicus* bevestigd kon worden.

Het moderne speurwerk houdt met een „tijdsfactor” der ontdekkingen rekening. Bij de ingang van een afdeling van een der grootste industrieondernemingen ter wereld, het Du Pont Concern in Wilmington (Delaware), begroet de in overpeinzing verzonken bezoeker het — overigens au sérieux bedoelde — groteske opschrift „2000 A.D.”. Hier werken theoretici en practici, de „forecasters”; zij voorspellen op grond der tot heden bereikte vorderingen de hiervoor vereiste tijd: aan de hand

van statistische vergelijkingen o.m. de ontdekking van niet be-
vriezende smeerolie voor 1965 en van het zelf lichtende bouw materiaal,
dat alle gloeilampen overbodig zou maken, voor 2010. Gedetailleerde
uiteenzettingen dienaangaande, zoals mij deze in het pas verschenen,
interessante boek van R. Jungk (13) ter beschikking staan, missen
niet een zeker komisch aspect. Een termijn voor de definitieve ophel-
dering van het cariesprobleem en van de bloedstolling is in deze cal-
culaties, voorzover mij bekend, nog niet voorzien (!).

Deze uitweidingen zouden twijfel kunnen doen ontstaan omtrent de
waarde van het individu. De complexe natuur van het cariesprobleem
en de enorme vertakkingen in de gebieden der hulpwetenschappen
plaatsen niet alleen de tandheelkundige voor moeilijkheden, die de
enkeling onmogelijk op eigen kracht zou kunnen overwinnen.

„Die Medizin, als angewandte Naturwissenschaft gedeiht nur auf
dem breiten Grund der gesamten Naturwissenschaften“ (Rudolph
Virchow). De hieruit te trekken conclusie moet voor ons allen de
eis inhouden van een nauwe samenwerking met de vertegenwoordigers
der onmisbare hulpwetenschappen en een intensieve inspanning in
groepsverband. Moge het de lezer, overeenkomstig de bedoeling van dit
artikel, echter ook duidelijk geworden zijn, dat een der meest dienstbaar
te maken hulpwetenschappen de biochemie resp. de chemische physio-
logie moet zijn. „The physiology of to-day is the medicine of to-morrow“
(Huxley). De chemische physiologie zal in het kader van het tand-
heelkundige en in het bijzonder van het cariesonderzoek een soort centrale
positie moeten innemen en moeten meehelpen ook die gegevens te
verzamelen, welke mogelijkerwijs eens de juiste weg kunnen wijzen het
grote raadsel der sfinx op te lossen. Wie zal haar Oedipus zijn?

Dit artikel zou de schijn kunnen wekken in eerste instantie tot de uit-
sluitend wetenschappelijk werkende tandartsen gericht te zijn. Al mag
ik een zekere tendentieuze bedoeling in die richting niet helemaal ont-
kennen, het is ook voor de practicus beslist dringend gewenst en vrucht-
dragend, zijn inzichten in de basiswetenschappen te verruimen om zo
te voorkomen, dat hij het nieuws uit zijn vakliteratuur vroeger of later
niet meer zal kunnen volgen. Op deze wijze alleen kan hij het vermijden,
zonder stuur en compas in de stroom der heersende opvattingen van de
dag rond te drijven en door gebrek aan critiek het slachtoffer te worden
van eenzijdig enthousiasme of overdreven ophemelen van het verleden.

De schrijver hoopt met dit artikel de onmisbaarheid van de biochemie
voor de ontwikkeling van de tandheelkunde in de ruime betekenis van
het woord duidelijk gemaakt te hebben. Doch laat ons om rechtvaardig
te zijn ook niet de bijdragen vergeten, die van tandheelkundige zijde
voor haar grensgebieden werden geleverd. Met een voorbeeld dienaan-
gaande zal dit artikel besluiten. (14).

In 1845 liet de tandarts Horace Wells uit Hartford zich een
verstandskies op zijn voorstel als eerste onder lachgas-narcose trekken.
Hij gaf bij William Morton in Boston een demonstratie, die
voor laatstgenoemde, samen met Charles Jackson aanleiding
werd, de uitvinder om de prioriteit van zijn grote vondst, die een nieuw

tijdvak inluidde, te bedriegen. De hierop ontbrande felle strijd was voor de ongelukkige tandarts *Horace Wells* voornamelijk de reden, dat hij zich in 1847 van het leven beroofde. Veel later pas gewerd hem de officiële erkenning door de American Dental Association (1864 en 1872) en door de American Medical Association (1870), voor het eerst in Amerika een anaestheticum in de vorm van een inhalatie narcose te hebben toegepast.

Literatuur

1. *H. M. Leicester*, Biochemistry of the Teeth, St. Louis, The C.V. Mosby Company 1949.
2. *K. E. Rotschuh*, Geschichte der Physiologie, Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953.
3. *E. Lehnartz*, Einführung in die chemische Physiologie, Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953.
4. *B. Stuber und K. Lang*, Die Physiologie und Pathologie der Blutgerinnung, Urban u. Schwarzenberg, Berlin-Wien 1930.
5. *F. Knoop*, Beitr. chem. Physiol. Path. 6, 150 (1905).
- F. Knoop*, Oxydationen im Tierkörper, ein Bild von den Hauptwegen physiologischer Verbrennung, Enke, Stuttgart 1931.
6. *M. J. Dallemagne*, Données récentes sur la nature et le métabolisme de l'os, Masson & Cie. Paris 1945.
- M. J. Dallemagne et J. Melon*, Bull. Soc. chim. biol. 27, 85 en 597 (1945) en Compt. rend. Soc. de biol. 139, 804 (1945) en Arch. biol. 57, 79 (1946).
7. *John Hunter*, The Natural History of the Human Teeth, London, J. Johnson 1778.
8. *C. S. Tomes*, J. Physiol. 19, 217 (1896).
9. *K. Sudhoff*, Geschichte der Zahnheilkunde, Ambr. Barth, Leipzig 1921.
10. *W. D. Miller*, The Micro-organisms of the Human Mouth, Philadelphia, S. S. White Co. 1890.
11. *Alexander Schmidt*, Zur Blutlehre, Leipzig 1892; Weitere Beiträge zur Blutlehre, J. F. Bergmann, Wiesbaden 1895.
12. *E. Hecht*, Perspectieven van het cariesonderzoek, Tijdschr. v. Tandheelk. 57, 429 (1950).
13. *R. Jungk*, Die Zukunft hat schon begonnen, Amerikas Allmacht und Ohnmacht, Scherz u. Govers Verlag, Stuttgart - Hamburg 1953.
14. *A. W. Lufkin*, A History of Dentistry, Philadelphia 1948.