

OORSPRONKELIJKE BIJDAGEN

EEN OVERZICHT OVER DE VERSCHILLENDE AETIOLOGISCHE OPVATTINGEN OMTRENT DE PYORRHOEA ALVEOLARIS *)

DOOR

S. F. GÖTTLICH
AMSTERDAM.

616.314.17 0081 : 016.

Een overzicht te geven over de diverse opvattingen, welke in den loop der jaren, dat de tandheekkundige wetenschap zich bezighoudt met het complex der aandoeningen, aangeduid met den naam: pyorrhoea alveolaris, omtrent de aetiologie ervan zijn ontstaan, is niet wel doenlijk. Dit behoeft niet nader uiteengezet te worden, wanneer men slechts bedenkt, dat reeds in 1911 door Blessing niet minder dan 350 verschillende theorieën konden worden geteld.

Dat er zoovele verschillende opvattingen konden zijn ontstaan, bewijst niet alleen dat het onderwerp de allergrootste belangstelling der tandheekkundige wetenschap sinds jaren reeds heeft, maar tevens, dat geen enkele der geboden theorieën algeheele bevrediging schonk. Het laatste is te verklaren door het feit, dat de diverse auteurs in hun bespiegelingen slechts één of enkele der vele verschijnselen betrokken, welke alle tezamen het complex der pyorrhoea alveolaris vormen, terwijl verder de basis der onderzoekingen meestal onvolgende was.

Vóór alles moet vastgesteld worden, dat de benaming

*) Voordracht, gehouden voor de Vereeniging van Ned. Tandartsen op 25 Jan. 1930 te Utrecht.

pyorrhoea alveolaris, hetgeen beteekent een ettervloed uit de alveole, niet alleen op zichzelf fout is, daar de etter afkomstig is uit de in het tandvleesch gelegen ulceraties, maar bovendien wil zij slechts een enkel symptoom aanduiden uit het complex der symptomen, welke elk afzonderlijk reeds kan wijzen op een aandoening van het paradentium.

Wat wordt onder het begrip paradentium verstaan? *Wunschheim* gebruikte het adjectief „paradentiaal” reeds in 1911 in een artikel: Die parodontalen Entzündungen der Zähne, om daarmee aan te duiden alle in het periodontium en zijn omgeving zich afspelende acute etterige ontstekingen, zoover zij niet van de apex uitgaan. Het begrip paradentium werd in 1921 door *Weski* ingevoerd om daarmee te karakteriseeren, dat het tandvleesch, periodontium en processus alveolaris welke een tand omgeven niet alleen anatomisch bij elkaar behooren, maar dat zij ook een physiologische eenheid vormen. *Häupl-Lang* verstaan onder het paradentium ook nog den tand zelf, in tegenstelling met *Weski*, die voor het geheele complex, dus tand, tandvleesch, periodontium en processus alveolaris, de benaming: „organon dentale” gebruikt.

Zooals uit den aanhef van dit artikel wel blijkt, kan de bedoeling slechts zijn om hier eenige theorieën omtrent het ontstaan en de wording der pyorrhoea alveolaris te bespreken. Het doel is de opvattingen van diegenen onderling te vergelijken, die het geheele complex der aandoeningen van het paradentium in het gebied hunner onderzoekingen hebben getrokken en die hun onderzoekingen verichtten op een zoo ruim mogelijk en goed wetenschappelijk gefundeerde basis. En dan zijn het onder de onderzoekers van het laatste tiental jaren *Gottlieb*, *Weski* en *Häupl-Lang*, die het probleem een heel eind nader tot de oplossing hebben gebracht, al verschillen hun meeningen hier en daar nog hemelsbreed. Al deze vier kwamen via de bestudeering van goed geprepareerd menscheijk kaakmateriaal, waarbij de normale en pathologische verhoudingen mikroskopisch werden nagegaan en via

het klinisch beeld tot hun diverse opvattingen. *Weski* gebruikte nog het Röntgenbeeld, met behulp waarvan hij tot zijn gecompliceerde indeeling komt.

De groote stoot in de goede richting gaf *Gottlieb* in 1921 toen hij bewees, dat de tot dusver geldende meening, dat wanneer een tand doorbreekt er dadelijk een spleet ontstaat, welke reikt tot de glazuur-cementgrens, fout was, maar dat de kroon van een tand slechts geleidelijk vanaf den top zich losmaakt van de ernaast liggende weefsels. Dit geleidelijke doorbreken van den tand houdt niet op wanneer eenmaal de geheele glazuurkap van de aangrenzende weefsels vrij geworden is, maar geldt ook voor de nu aan de beurt zijnde cementoppervlakte of wel de wortel. Hierbij dient wel in het oog gehouden te worden, dat het doorbreken van den tand niet gelijkmatig om den geheelen omtrek van den tand plaats vindt, maar dat bijv. één gedeelte van den tand reeds tot voorbij de glazuur-cementgrens vrij kan zijn, terwijl bij een ander gedeelte het glazuur nog voor een deel aan de omliggende weefsels vast is. Als voorbereiding voor het vrijkomen van den wortel vindt *Gottlieb* altijd in het microscopisch praeparaat, dat het mondepitheel zich in den vorm van een manchet rondom het coronale deel van den wortel gelegd heeft, terwijl het hiermee nog bevestigd is. Gelijktijdig met dit geheele proces heeft een atrophie plaats aan den top van den processus alveolaris. Zoolang nu maar het voortschrijdende loslaten van het epitheel gelijken tred houdt met het gelijkmatige ingroeien van de epitheelmanchet en met de beschreven atrophie van den processus alveolaris, is er volgens *Gottlieb* niets pathologisch.

Deze voorstelling van zaken leidde *Gottlieb* tot zijn uitspraak, dat het allergrootste deel der z.g. pyorrhoea alveolaris gevallen in den grond niet pathologisch zijn, maar dat zij alleen te wijten zijn aan minder gunstige hygiënische verhoudingen, waardoor ontstekingen van den tandvleschrand en in zwaardere gevallen ook van den processus alveolaris te voorschijn worden geroepen.

In tegenstelling met deze opvatting omtrent deze groote groep van gevallen zijn de meeningen, welke *Häupl-Lang* en *Weski* verkondigen. De Oslo (*Häupl*)- Innsbrück (*Lang*) combinatie is van meening, dat het ingroeien van de epitheelmanchet en de gelijktijdig optredende atrophie van den processus alveolaris alleen het gevolg kunnen zijn van ontstekingsverschijnselen in den tandvleeschrand. Ook volgens *Weski* woekert het epitheel alleen omdat prikkels uitgaande van subepitheliale ontstekingen het dieper gelegen bindweefsel tot oplossing brengen; het epitheel zal, volgens hem, dan ook niet verder woekeren, zoodra het op normaal bindweefsel in het periodontium stoot. *Weski* is zelfs van meening, dat in de circulus vitiosus: epitheelafstooting — detritusvorming — tandsteenvorming (subgingivaal) — ontsteking van de tandvleeschrand, zooals we die in deze groote groep van gevallen altijd vinden, de eerste schakel gevormd wordt door de ontsteking. „Also der Katarrh schafft den Zahnstein,“ aldus drukt hij zijn meening hierover uit.

Deze controverse tusschen *Gottlieb* eenerzijds en *Häupl-Lang* en *Weski* anderzijds is van zeer groot belang; immers wat door den eerste als een normale, maar dan vervuilde, toestand wordt beschouwd, is volgens de anderen pathologisch.

Eerst wanneer door ongelijkmatige verschuiving van gedeelten van de epitheelmanchet er ongelijkmatig diepe tandvleeschzakjes worden gevormd, treden we volgens *Gottlieb* in het gebied der pathologie. Het hoofdmoment voor alle gebeurtenissen in het parodontium is voor *Gottlieb* de door hem hypothetisch aangenomen vitaliteit van het cement. Slechts vitaal cement kan bindweefselfibrillen vasthouden, welke aan hun andere uiteinde in het coronale deel vrij in de gingiva liggen (het z.g. ligamentum circulare) en overigens in den processus alveolaris verankerd zijn. Normaal verliest het cement zijn vitaliteit heel geleidelijk vanaf het coronale deel apicaalwaarts; hierdoor verdwijnen de bindweefselbundels van deze plaats en kan de epitheelmanchet opdringen. Zoodra echter grootere gedeelten van het cement afsterven en het bij-

behoorend gedeelte van het tandvleesch om welke reden dan ook, er geen gelijken tred mee kan houden om te verdwijnen, ontstaat daar ter plaatse dus een verdiepte tandvleeschzak, in welks tandvleeschwand zich de ontstekingsverschijnselen afspelen. Het volgens *Gottlieb* nu eerst betreden gebied der pathologie heeft dus als eerste aetiologisch moment het ongelijkmatig afsterven van het cement, terwijl de ontstekingsverschijnselen van het tandvleesch bijkomende factoren zijn.

De ontstoken tandvleeschranden vormen echter volgens *Häupl-Lang* juist het hoofdmoment en dan niet alleen voor die vormen van pyorrhoea alveolaris, waarbij zakjes, al of niet etterend, gevormd worden, maar ook voor alle andere beelden. Volgens deze onderzoekers is er slechts één directe oorzaak voor alle gevallen van z.g. pyorrhoea alveolaris, en wel de ontsteking van den tandvleeschrand. Hun opvatting omtrent de aetiologie wordt wel het duidelijkst geïllustreerd door het volgende citaat uit het door hen geschreven werk: Die Marginale Parodontitis, ... dasz zwischen Gingivitis und Alveolarpyorrhoe nur ein gradueller Unterschied sei und dasz letztere aus der ersteren hervorgehe. Met welken zin deze onderzoekers zich bekennen als aanhangers van de Engelsche school. Het is hun echter wegens de vele „äusseren Krankheitsursachen und inneren Einflüsse" niet mogelijk aan te geven waarom een ontsteking van den tandvleeschrand in het eene geval een meer exsudatieven vorm aanneemt, terwijl in andere gevallen het gevolg kan zijn de vorming van tandvleeschzakjes of het los worden der tanden. Tot de praedisponerende momenten voor het gemakkelijk in ontstoken toestand kunnen geraken van het tandvleesch rekenen *Häupl-Lang* alle algemeene ziekten, terwijl alle irriterende elementen, als tandsteen, overstaande vullingen enz., als directe oorzaak kunnen optreden.

Het schijnt de opvatting van *Weski* te zijn, dat pathologisch-anatomisch het ontstaan der pyorrhoea alveolaris gevallen verklaard moet worden door de atrophie van den processus alveolaris, terwijl hij later ook de ontsteking van den tand-

vleeschrand als directe oorzaak erkent. Voor *Weski* is het echter nog altijd een zoeken naar de aetiologie van de pyorrhoe gevallen, welke hij alle tezamen de parodontosen noemt. Met dit woord parodontose willen de Arpa-leiders (*Loos, Weski, Citron, Boenheim*) niet meer alleen verstaan een samenvatting van: alle durch Atrophie der Weichteil- und Knochenumgebung des nichterkrankten Zahnkörpers gekennzeichneten Krankheitszustände (*Weski*), maar zij willen daarmee ook tot uitdrukking brengen: das einerseits unverkennbare, anderseits doch dunkle Moment, das ich früher einmal Bereitschaftstellung nannte, das man in der Organ-disposition, aber auch in dem konstitutionellen chemisch-physiologischen Verhalten des Organismus erblicken kann (*Loos*). Voor de Arpa-werkers is dus het streven om er achter te komen waarom het parodontium in den eenen mond onder dezelfde omstandigheden zich geheel anders gedraagt dan het parodontium in een anderen mond. Hierbij trachten zij bepaalde typen van parodontose-patienten te onderscheiden, waarbij algemeen interne aandoeningen het aetiologisch moment moeten vormen. Voornamelijk worden de afwijkingen der intern secernerende organen door hen bestudeerd.

Ook *Gottlieb* ontkent den invloed van algemeene aandoeningen niet; maar dan voornamelijk voor de groep gevallen, welke hij: diffuse atrophie noemt en welke voornamelijk gekenmerkt zijn door de „Wanderung” van een of meerdere tanden. Het is *Weinmann* (uit de Weenske school) gelukt om door middel van bepaling van de basale stofwisseling en van de specifiek dynamische eiwitwerking aan te toonen, dat lijders aan een bepaalde vorm der diffuse atrophie altijd dezelfde afwijkingen bij genoemde bepalingen vertoonen. Hetgeen, volgens wat men nu in de endocrinologie er van af weet, op een verminderde werking van de voorkwab van de hypophyse wijst.

Deze vondst van *Weinmann* past prachtig in het systeem der Arpa, zoodat het geen verbazing hoeft te wekken, dat

Weski deze patientengroep aanduidt als: paradentose-lijders type Weinmann.

Vergelijken we nu samenvattend de opvattingen der Weensche, Berlijnsche en de Oslo-Insbrucksche scholen, dan vallen volgens de eerste een groot deel der z.g. pyorrhoe gevallen buiten het terrein der pathologie en zijn zij alleen te wijten aan slechte hygiënische verhoudingen. De Berlijners willen echter deze gevallen vooral niet uit de „Paradentosen” uitschakelen, terwijl *Häupl-Lang* ze als marginale paradentitiden een zeer voorname plaats toekennen. De aetiologie der gevallen van „diffuse atrophie” zoeken de Weeners en Berlijners in dezelfde richting, hoewel ze in hun opvattingen over de histo-pathologie dezer aandoeningen verschillen. *Häupl-Lang* zien deze gevallen slechts voortkomend uit de marginale paradentitis en noemen ze: paradentitis marginalis profunda, hoewel ook zij algemeene aandoeningen als praedisponerende elementen erkennen.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR.

-
- Gottlieb, B.* Zur Aetiologie und Therapie der Alveolarpyorrhoe. Oesterr. Zeitschr. f. Stom. 1920. Heft 2.
- Gottlieb, B.* Der Epithelansatz am Zahne. Dtsch. Monatsschrift f. Zahnheilk. 1921. Heft 5.
- Gottlieb, B.* Die diffuse Atrophie des Alveolarknochens. Oesterr. Zeitschr. f. Stom. 1923. Heft 4.
- Gottlieb, B.* Schmutzpyorrhoe, Parodontalpyorrhoe und Alveolaratrophie. 1925. Urban & Scharzenberg. Berlin—Wien.
- Häupl, K. & Lang, F. J.* . . . Die marginale Parodontitis, 1927, Hermann Meusser, Berlin. (In de literatuuropgave waarvan de diverse monographieën der beide auteurs zijn aangegeven.)
- Loos, Prof.* Klinische Beobachtungen zur Parodontosenkonstitution. Zahnärzt. Rundschau. 1928. Nummer 32.
- Weski, O.* Röntgenologisch-anatomische Studien aus dem Gebiete der Kieferpathologie. Viertelj. schrift f. Zahnheilkunde, 1921 Heft 1 en 1922 Heft 1.
- Weski, O.* Allgemeine Gesichtspunkte zur Aetiologie der Parodontose und ihrer Kausalen Therapie. Zahnärzt. Rundschau. 1928, Nummers 32 en 34.
- Weinmann, J.* Stoffwechselbefunde bei der diffusen Atropie des Alveolarknochens. Oesterr. Zeitschr. f. Stom. 1927. Heft 8.
-

OVER DE BEPALING DER WATERSTOFIONCONCENTRATIE EN BUFFERENDE WERKING VAN HET SPEEKSEL ALS DIAGNOSTISCH HULPMIDDEL *)

DOOR

FRANS DUYVENSZ

616.314.17 0081:616.

Verschillenden onder U weten hoezeer mijne belangstelling reeds langen tijd gaande is omtrent het speeksel of beter gezegd (collega *P. J. J. Coebergh* maakte mij hierop opmerkzaam) de mondvoeistof, daar het niet enkel het product der speekselklieren maar ook dat der slijmklieren enz. is die ik hier mee bedoel, n.l. de voeistof zooals wij die in den mond aantreffen. Overal waar U dus in deze voordracht het woord speeksel vindt, wordt steeds mondvoeistof bedoeld.

Het was mij niet goed begrijpelijk waarom de belangstelling in de voeistof die de deelen omspoelt die wij voortdurend behandelen niet grooter is. De neuroloog, de maagarts, de uroloog enz., onderzoeken behalve de organen en weefsels toch ook de samenstelling van de voeistoffen die deze weefsels omspoelen en vaak kunnen zij door de chemische reacties dier voeistoffen te veranderen, invloed op de weefsels uitoefenen.

Wel de meest directe oorzaak tot dit onderzoek was het feit dat gij allen ook opgemerkt hebt, dat bij enkele patienten die tot caries neigen direct, als het tandvleesch zich een ietsje terugtrekt en er een plekje van den wortel open komt dat niet door glazuur is bedekt, hier caries optreedt. In tegenstelling hiermee staan onze pyorrhoea patienten waar het kan voor-

*) Voordracht gehouden op 26 Jan, 1930 te Utrecht voor de Vereeniging van Ned. Tandartsen.

komen dat b.v. in de bovenkaak de gingiva rond om de molaren zoo sterk teruggetrokken is, dat er tusschen de drie wortels een idealen schuilplaats voor spijsresten opgetreden is en ge daar toch geen of nauwelijks caries vindt.

Een of ander moest er dus zijn dat deze sterke tegenstelling veroorzaakte en ik vroeg mijzelf af in hoeverre het speeksel mede hieraan schuld kon zijn.

Den laatsten tijd schijnt men ook in andere landen hieraan zijn aandacht te besteden en zooals dit meer gaat begint men plotseling de hiaten in een bepaalde richting te voelen die in onze wetenschap schuilen.

Het is mij een behoefte hier *Prof. A. H. W. Aten* dank te brengen voor de groote interesse en de hulp waarmee hij mij bij dit onderzoek heeft willen steunen.

Op verzoek van enkele uwer aan wien ik reeds vroeger een en andere omtrent het speekselonderzoek heb laten zien, citeer ik U hier en daar uit de werken van „*Van Arkel, Aten, Becks, Broderick, Buitendijk, Clark, Freund, Kruijt, Strohl, Sörenzen, Zondek, Arrhenius, Kisch, Starr, Michaelis, Holleman, Höber, Schade, Cohen, Yipö, Bechold*, enz. om U een klein theoretisch begrip te geven waarom het eigenlijk gaat.

Faraday merkte op dat er tal van chemische stoffen zijn die wanneer zij in het water worden opgelost de hoedanigheid bezitten den electricischen stroom gemakkelijk te geleiden.

Deze stoffen noemde hij electrolyten. Electrolyten zijn moleculen die in staat zijn in dissociatie over te gaan waarbij electricisch geladen atomen of atoomgroepen optreden.

De electrolyten hebben dus in tegenstelling met de niet-electrolyten, de eigenschap den electricischen stroom te geleiden.

De electricisch geladen atomen noemde *Faraday* „ionen”, en het uiteenvallen in die ionen noemde hij ionisatie. Ionisatie kan men dus beschouwen als de dissociatie van de moleculen van het electrolyt in oplossing.

Hij nam aan dat bij het doorvoeren van een electricischen stroom door de waterige oplossing van een electrolyt er een

uiteenvallen van het molecuul plaats vond in electrisch tegengesteld geladen producten, de ionen.

Van deze gaan de positief geladene naar de negative pool (Katode) en de negatief geladene naar de positieve pool (Anode). Dien overeenkomstig onderscheiden wij de positief geladen Kationen en de negatief geladen Anionen.

Zoo komen er Kationen en Anionen in het speeksel voor, b.v. als Kationen komen voor $\text{Ca} - \text{K} - \text{Na} - \text{Mg}$ en als Anionen $\text{Cl} - \text{PO}_4 - \text{CNS} - \text{HCO}_3$.

Het bovengenoemde proces dat zich afspeelt onder invloed van den electrischen stroom noemde *Faraday* „Electrolyse”.

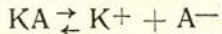
Hij verklaarde nu het optreden van de ionen als het gevolg van het doorvoeren van den electrischen stroom. Dit nu bleek foutief te zijn volgens de opvattingen van *Arrhenius*, die zeide dat de ionen al reeds als zoodanig in de waterige oplossing aanwezig waren alvorens er een electrischen stroom door geleid werd.

Het doorvoeren van een electrischen stroom door een electrolythoudende oplossing (die dus in staat is te dissociëren) heeft slechts ten gevolge dat de reeds aanwezige electrisch geladen ionen overeenkomstig hun lading naar de Kathode respectievelijk Anode zich begeven en daar afgescheiden worden.

Van biologisch standpunt is dit verschil van opvatting tusschen *Faraday* en *Arrhenius* van wezenlijke beteekenis, want gaan wij van de veronderstelling uit dat in eene waterige oplossing die ionen reeds primair aanwezig zijn, dan is het optreden van ionen in het organisme vanzelfsprekend. Maar nemen wij aan dat die ionen eerst zouden ontstaan als er een electrischen stroom door het organisme geleid wordt, dan is het nog niet zoo natuurlijk dat er ionen in het organisme zijn. Aan den hand van tal van bewijzen heeft *Arrhenius* de juistheid van zijn opvatting kunnen aantoonen.

Arrhenius zegt: „In een electrolytoplossing bevinden zich moleculen waarvan een gedeelte gesplitst is in ionen. Stellen wij dus een electrolyt voor als KA waarbij K het Kation be-

teekent en A het Anion dan is er in de oplossing evenwicht.



Passen wij hierop de evenwichtsvergelijking van de wet der massawerktuig toe dan krijgen wij $\frac{C_K \cdot C_A}{C_{KA}} = K$.

K is de evenwichtsconstante.

De inhoud van de hypothese van *Arrhenius* is dus deze, dat de geleidbaarheid van een opgelost electrolyt niet daarop berust dat het door den stroom in ionen wordt gesplitst, maar daarop, dat zij in de oplossing al reeds voor een deel in ionen gesplitst is.

Deze ionen kunnen als zelfstandige moleculen behandeld worden. Hunne reacties op elkaar volgen het gewone proces der massa-werking.

Volgens het *Rutherford-Bohrsche* atoom-model neemt men nu aan dat de atomen zelf het reservoir voor die vrije elektrische ladingen zijn. Ieder atoom bestaat uit een kern met positieve lading en wel uit een bepaalde geheel getallige hoeveelheid van elementaire ladingen. Deze kern wordt omgeven door (negatieve) Electronen.

Bij een elektrisch neutraal atoom is het aantal der electronen gelijk aan het aantal der kernladingen.

Wanneer eene elektrisch-neutrale molecule water zich dissocieert in $H' + OH'$ dan beteekent dat dus dat het afgescheiden OH radicaal een electron meer mee neemt als met zijn electron-neutraliteit overeenkomt en dat het 't H-Atoom is welke dit electron heeft geleverd.

De electronen welke een deel van een atoom vormen worden door deze met verschillend groote kracht vastgehouden. Is nu van deze electronen er een bij die bijzonder los gebonden is zoo kan het atoom deze gemakkelijk afwerpen maar door het verlies van deze negatieve lading kan de rest van het ion in een positief ion veranderen. Dit electron noemt men dan het valentie-electron.

Al naar hun eigenschap electronen te kunnen afgeven of opnemen onderscheidt men positieve en negatieve elementen.

Stelt men twee atomen tegenover elkaar, b.v. een positief natrium- en een negatief chloor-atoom zoo treedt er tusschen deze beide atomen een strijd in om het labile electron. Een deel dezer atoomparen zal zich zoodanig groepeeren dat het electron de attractie-straal van het positieve atoom geheel verlaat en zich aan het negatieve atoom bindt en een onderdeel wordt zoo gegroepeerd dat het valentie-electron zich aan het negatieve atoom bindt zonder het positieve atoom geheel te verlaten. Het eerste deel der groepeerings geeft ons de electrolytische gedissocieerde deelen „de ionen”, het tweede de ongedissocieerde moleculen en al naar gelang de eerste of de tweede soort van groepeerings op den voorgrond treedt spreekt men van zwakkere of sterkere electrolytische dissociatie.

Hier zij even opgemerkt dat evenals de elementen zich ook de radicalen OH, CN enz. gedragen.

Zooals wij hierboven reeds zeiden, volgen al de ionen bij reacties op elkaar de wet der massa-werking van *Goldberg* en *Waage* die zegt: „Het verloop en het eindresultaat van eene chemische reactie is niet slechts afhankelijk van de chemische samenstelling maar ook van de absolute hoeveelheid der reageerende stoffen (dier concentratie) en wel zoodanig dat de reactiesnelheid van een chemisch proces op ieder moment proportioneel is aan de naar de omstandigheden voorkomende concentratie der reageerende stoffen.

Het evenwicht van chemische reacties wordt door bovengenoemde wet der massa-werking geregeld en slechts voor verdunde oplossingen is eene eenvoudige en gelijktijdig exacte formuleering mogelijk. Dit chemisch evenwicht is daardoor gekenmerkt dat de hoeveelheid der enkele molecule soorten met der tijd niet verandert. Het is echter geen toestand van chemische rust, maar eene stationaire toestand waarin chemische omzettingen wel plaats vinden maar zoodanig, dat van iedere moleculesoort op ieder moment juist zooveel gevormd wordt als er verdwijnt. Tot instandhouding van deze uitwendige toestand is geen arbeid van buiten af noodig; en omgekeerd kan men uit deze in stationaire toestand steeds plaats vindende

processen geen arbeid verkrijgen. Dit onderscheidt het *stationaire* van die van het zoogenaamde *dynamische* evenwicht, dat meer een levend organisme is.

De ionen-reacties verloopen zóó bliksems-snel dat zij steeds het ware evenwicht bewaren. Wanneer de reactie in een homogeen systeem $A + B \rightleftharpoons C + D$, zóó, is, dat A en B met elkaar reageeren en daarbij C en D vormen, maar dat ook omgekeerd C en D tezaam A + B trachten te vormen, dan heeft men met twee tegengestelde reacties te doen, b.v. alcohol + zuur = ester + water.

Brengt men aethylalcohol en azijnzuur tesamen zoo krijgt men $C_2 H_5 OH + CH_3 OOH = CH_3 COO : C_2 H_5 + H_2 O$ onder vorming van azijn zure ester en water. Meet men de snelheid der reactie zoo kan men vaststellen dat deze in het begin het sterkst is. Hoe méér er zich van het nieuwe reactie-product vormt, des te langzamer verloopt de verdere reactie en op een bepaalde hoogte treedt een volkomen ruststand in die leidt tot een bepaald chemisch evenwicht tusschen de oorspronkelijke substanties en het reactie-product. De reactie gaat dus niet tot het einde toe steeds door, het komt tot de reeds genoemde stationaire rusttoestand, tot het chemische evenwicht welke in ons geval is gekenmerkt door een bepaalde concentratie aan alcohol en azijnzuur eenerzijds en azijnzure ester en water anderzijds. De concentratie staat in een constante verhouding

$$\frac{[C_2 H_5 OH] \cdot [CH_3 COOH]}{[CH_3 COO \cdot C_2 H_5] \cdot [H_2 O]} = K \text{ (Konstant).}$$

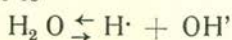
Brengt men nu na het intreden van de evenwichtstoestand eene verandering aan, zoo treedt eene verandering in het geheele systeem op, voegt men b.v. nog azijnzuur toe dan zal er vermeerdering van azijnzure ester optreden. Maar ook de andere verhoudingen van alcohol en water zullen weer net zoo lang veranderen dat er weer opnieuw een evenwicht intreedt. Toevoeging van azijnzure ester heeft de tegenovergestelde werking ten gevolge. Een deel van het eerst door de reactie alcohol-azijnzuur gevormde azijnzure ester wordt weer ge-

spleten. De oorspronkelijke reactie wordt dus deels weer omgekeerd. Men zegt dat deze reactie *reversibel* is. Bij reacties die niet reversibel zijn, geschiedt zulks niet, b.v. Barium-chloride en zwavelzuur vormt een neerslag van Barium-sulfaat dat absoluut bestendig is en niet omgekeerd kan worden. Dit proces is *irreversibel*.

Van alle wetten der electrolyse zijn die van de waterige oplossingen wel het meest bestudeerd.

Lossen wij een electrolyt in water op dan hebben wij in deze waterige oplossing niet slechts die ionen welke dit electrolyt levert, maar ook de H en OH-ionen van het water.

De chemische vergelijking volgens welke de dissociatie van water plaats vindt is



H⁺ stelt het positief geladen waterstofion voor, OH⁻ het negatief geladen hydroxylion.

Volgens de wet der massa-werking leidt de in deze formule uitgedrukte reactie tot een evenwichtsconstante.

$$\frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = K.$$

De haakjes beteekenen de concentratie der door de haakjes omvatte moleculesoort, gemeten in grammoleculen per liter.

De dissociatieconstante van water bedraagt bij 22° C. rond 10⁻¹⁴ (dus een tienmillioenste per kwadraat). Daar in zuiver water evenveel H-ionen als OH-ionen aanwezig zijn, volgt hieruit dat zij ieder voor de helft dus in concentratie van 10⁻⁷ gram ion per liter voorhanden zijn. Het product van de concentraties van de waterstofionen en de hydroxyl ionen is in eene waterige oplossing steeds constant

$$C_{\text{H}^+} + C_{\text{OH}^-} = K_w = 10^{-14}$$

K_w beteekent: de dissociatieconstante van water.

Eene oplossing met P_{H-7} is neutraal. Is de P_H kleiner dan 7 dan is de oplossing zuur. Is de P_H grooter dan 7 dan is de oplossing alkalisch, want C_{H⁺} + C_{OH⁻} moeten steeds 10⁻¹⁴ zijn.

Wanneer wij b.v. vinden dat C_H^+ gelijk is aan 10^{-8} dan moet C_{OH^-} gelijk zijn aan 10^{-6} en de concentratie van de OH-ionen in deze oplossing is dus grooter dan die van de waterstofionen.

Daar H en OH-ionen er in hooge mate naar streven zich tot H_2O te vereenigen is de dissociatie van zuiver water wel heel gering, terwijl de meeste electrolyten welke in water opgelost zijn veel sterker, vaak haast volkomen in hunne ionen worden gesplitst.

Bevindt zich nu in eene waterige oplossing een sterker electrolyt zooals b.v. KCL dat noch H^+ noch OH^- -ionen levert, dan treedt de hoeveelheid der H^+ en OH^- -ionen achter die der andere ionensoorten terug, zoodat vele eigenschappen van een dusdanige oplossing alleen door de ionen van het opgeloste electrolyt kunnen worden verklaard. Bevindt zich echter in de waterige oplossing een electrolyt die zelf H of OH afsplitst dan worden ook de dissociatie-verhoudingen van het water zelf veranderd. Die electrolyten welke H-ionen afgeven noemt men zuren, die OH-ionen afsplitsen basen, de andere electrolyten saamgenomen zouten.

Vroeger vatte men de definitie van een zuur of basen anders op, omdat men volumetrisch te werk ging en hierbij de vrije en de nog gebonden ionen van de oplossing alles te saam nam, wat niet nauwkeurig was. Een „zuur” zeide men moest de eigenschap hebben één of meer waterstofatomen te bezitten, die door metalen vervangen konden worden. Onder een „base” verstond men een metaalverbinding met een OH-groep.

Ofschoon men wist dat er zwakke en sterke zuren en basen waren kon men dat vroeger niet zoo goed verklaren als nu men dat aan de hand van de waterstofionconcentratie kan doen.

De zuurgraad van eene waterige oplossing drukt men nu uit in gewichtstermen der vrije waterstofionen die in een liter van die oplossing aanwezig zijn.

In eene waterige oplossing van zoutzuur HCL is de dissociatie van waterstof en chloor in hunne H en CL-ionen haast volkomen.

De werkelijke nauwkeurige waterstofionconcentratie is $0,97 \times 10^{-3}$. Als het eens geheel volkomen was zou een 0,001 normale oplossing eene waterstofionconcentratie hebben van 1×10^{-3} , want in eene normale oplossing van zoutzuur zijn per liter 36,5gram van het HCL in oplossing bestaande uit 35,5 chloor en 1 waterstof.

Op 1000 cc komt dus 1 gram waterstofionen voor. De concentratie is dus 1/1000. (De werkelijke nauwkeurige concentratie is $0,97 \times 10^{-3}$).

Nemen wij nu een 0,001 normaal azijnzuur dan zou dit als het geheel gedissocieerd ware een waterstofionconcentratie van 1×10^{-3} moeten hebben. In werkelijkheid heeft het slecht een waterstofionconcentratie van $0,136 \times 10^{-3}$. Hoe komt dat? Dit ontstaat daardoor dat in deze oplossing niet alle moleculen en ionen gesplitst zijn maar slechts een gering deel, n.l. 13.6 % dat zijn dus vrije H-ionen, terwijl de andere nog aan de molecule gebonden zijn, en eerst dan naar verhouding losgelaten worden als er van die 13.6 % reeds vrije ionen iets verbruikt wordt. Zooals wij boven zagen heeft 0,001 normale zoutzuur oplossing een waterstofionconcentratie van $0,97 \times 10^{-3}$.

0,001 normale azijnzuur oplossing een waterstofconcentratie van $0,136 \times 10^{-3}$.

Uit $0,97 : 0,136 = \pm 7.1$ blijkt dat azijnzuur ongeveer $\frac{1}{7}$ van de zuurgraad, dat is de hoeveelheid vrije waterstofionen, heeft van het zoutzuur. Het azijnzuur is dus zooveel zwakker zuur als het zoutzuur. Met de basen, is het ten opzichte van de OH-groep soortgelijk en zoo begrijpen wij nu wat de uitdrukking zwak of sterk zuur of zwakke of sterke base zeggen wil.

Uit het bovenstaande blijkt dat de waterstofionenconcentratie die ons interesseert zeer klein is, meest varieerend in getallen van 0,00001 tot 0,000000001. Men ziet dat het nogal omslachtig is met zulke groote getallen te werken en daarom laat men liever dat groote aantal nullen weg en schrijft bij voorkeur inplaats van $0,00001 = 10^{-5}$ of $0,000000001 = 10^{-9}$.

Ten slotte heeft men om het nog te vereenvoudigen geheel het 10^- teeken weggelaten als van zelf sprekend, en voor het waterstof exponent het teeken P_H gekozen. Op voorstel van *Sørensen* verstaat men dus onder P_H , de negatieve logaritmie van de waterstofionconcentratie.

Een waterstofionconcentratie van 0,00001 schrijft men dus niet $P_H 10^{-5}$ maar $P_H 5$. Voor 0,000000001 schrijft men dus niet $P_H 10^{-9}$ maar $P_H 9$ enz.

De grondslag van deze P_H -metingen zijn potentiaal metingen met een waterstof electrode.

Dit is tevens de meest nauwkeurige methode en dus voor wetenschappelijk doeleinde het best geschikt. Voor de praktijk echter waar men in de kortst mogelijken tijd de waterstofionconcentratie van b.v. de mondvlloeistof wil bepalen is deze methode veel te omslachtig en onbruikbaar door het groote tijdverlies die aan eene bepaling op deze wijze verbonden is.

Wil men vlugger werken dan kan men van de colorimetrische methode gebruik maken. Deze is wat minder nauwkeurig (door de eiwit en zoutfout) maar waar het er bij ons op aankomt om alleen de uitkomsten van een patient te vergelijken met andere uitkomsten van dienzelfden patient van een vorigen keer en zoo mogelijk meest onder de zelfde omstandigheden, maken wij dus met dezelfde patient onder dezelfde omstandigheden de zelfde fouten, maar krijgen daardoor voor ons een voldoende overzichtsbeeld omtrent de waterstofionconcentratie van de mondvlloeistof van dezen patient. Bij de colorimetrische methode maakt men gebruik van buffer oplossingen en indicatoren.

Bufferoplossingen.

Oplossingen van een bepaalde waterstofionconcentratie te kunnen maken is voor ons colorimetrisch onderzoek van het grootste belang.

Wanneer wij eene oplossing zouden willen maken die een $P_H = 2$ had zou dit vrij gemakkelijk gaan. Wij behoeften dan slechts eene zoutzuuroplossing van 0,01 n. te nemen,

deze is vrijwel geheel in zijne ionen gesplitst en heeft een waterstofionconcentratie van 10^{-2} . De P_H is dus gelijk aan $2 = P_H$. Maar zou men eene oplossing willen maken van zoutzuur met een P_H 5 dan zou men voor tal van moeilijkheden komen te staan omdat wij hiervoor in de eerste plaats zeer zuiver water zouden moeten hebben (wat heel moeilijk te verkrijgen is) maar bovendien zouden wij absoluut neutraal glas moeten hebben, want het geringste spoortje alkali hierin zou de P_H direct veranderen, eveneens de koolzuur die uit de lucht opgenomen wordt. Dit alles slaat op het feit wanneer wij eene oplossing van P_H 5 zouden willen maken uit een 10^{-5} n.H CL.

Zooals ge ziet zou eene op deze wijze vervaardigde oplossing wel heel weinig constant zijn.

Daarom gaat men anders te werk en neemt voor het vervaardigen van meer constante buffermengsels meest een mengsel van een zwak zuur met een zout van dat zelfde zuur b.v. azijnzuur en natrium acetaat waarin de concentratie van deze beide 0,1 is, dan is hier de $P_H = 5$. Omdat hier de totale hoeveelheid van zuur en zout zooveel grooter is als wanneer wij de oplossing uit HCL alleen zouden bereiden, heeft toevoeging van eene betrekkelijke hoeveelheid zuur of alkali weinig invloed op de P_H .

Hieruit blijkt dat de P_H bepaald wordt door de concentratieverhouding van zuur en zout maar niet door de concentraties op zich zelf. Heeft men dus b.v. uit een zuur en een gelijknamig zout in bepaalde verhouding een buffermengsel gemaakt, dan heeft dat een waterstofionexponent die onafhankelijk er van is of men aan dit mengsel minder of meer water toevoegt.

Hoe geconcentreerder het mengsel is des te beter is de bufferende werking en deze is het best als zout en zuur in gelijke hoeveelheid aanwezig zijn.

Ditzelfde geldt evenzeer voor mengsels van een zwakke base met een overeenkomstig zout, waaruit men buffer oplossingen kan maken met een P_H grooter dan 7.

Neemt men eene oplossing bestaande uit een mengsel van azijnzuur en natrium-acetaat dan is het azijnzuur voor een zeer klein gedeelte in zijn ionen gesplitst, het natrium-acetaat voor een zeer groot gedeelte, zoodat eene oplossing van natrium acetaat bijna geen moleculen Na ac bevat maar uitsluitend Na^+ en ac^- .

Alleen de acetaat ionen ac^- zijn van beteekenis en zijn van invloed op het evenwicht $\text{N ac} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ac}^-$.

$$\frac{\text{C}_{\text{H}^+} \cdot \text{C}_{\text{ac}^-}}{\text{C}_{\text{H ac}}} = K.$$

De concentratie van de ac^- ionen is in de gemengde oplossing veel grooter dan in eene oplossing van enkel azijnzuur omdat het natrium acetaat zooveel ionen geeft. Noemt men de concentratie van het azijnzuur A en die van het natrium-acetaat S dan kan men dus schrijven $\text{C}_{\text{ac}^-} = S$ en $\text{C}_{\text{H ac}} = A$.

$$\frac{\text{C}_{\text{H}^+} \cdot S}{A} = K \text{ dus } \text{C}_{\text{H}^+} = K \cdot \frac{A}{S}$$

Daar men weet uit afgewogen hoeveelheden hoeveel azijnzuur en natrium-acetaat men heeft opgelost in de vloeistof is als K ook bekend is, C_{H^+} bekend.

Is $K = 10^{-5}$ en A gelijk aan S dan zal dus $\text{C}_{\text{H}^+} = 10^{-5}$.
Maakt men A 10 maal zoo groot als S dan wordt $\text{C}_{\text{H}^+} = 10^{-4}$.
Maakt men S 10 maal zoo groot als A dan wordt $\text{C}_{\text{H}^+} = 10^{-6}$.

Door verschillende hoeveelheden natrium-acetaat en azijnzuur te vermengen kan men oplossingen verkrijgen waarvan de waterstofionconcentratie varieert van 10^{-4} tot 10^{-6} of anders gezegd waarvan de waterstofionconcentratie loopt van 4—6, $\text{P}_{\text{H}} 4$ tot $\text{P}_{\text{H}} 6$.

Dat de P_{H} van eene oplossing niet verandert als men aan de oplossing water toevoegt blijkt uit het feit dat bij verdunning A en S evenveel malen kleiner worden en hunne verhouding dus niet verandert, wel vermindert echter de bufferende werking.

Bufferoplossingen die gemaakt zijn uit een zwak zuur of alkali plus een zout daarvan, hebben twee belangrijke eigenschappen.

Eigenschappen der bufferoplossingen:

De P_H verandert niet, als er aan de oplossing een kleine hoeveelheid zuur of alkali wordt toegevoegd.

De P_H verandert niet als de oplossing eenige malen verdund wordt.

Waar de P_H die voor het onderzoek der mondvloeistof voorkomt varieert tusschen ruim genomen 4.0 tot 9—0 zijn de volgende bufferoplossingen gebruikt.

1e. Mengsels van zuur kaliumphthalaat en natronloog loopende met een P_H van 4 tot 6.

De oplossing van phthalaat is een 0,2 molaire oplossing van zuur kaliumphthalaat.

De natronloog is ook een 0,2 molaire oplossing en moet vrij van koolzuur zijn.

2e. Fosphaat-mengsels loopende met een P_H 6 tot 7,6, bestaande uit secundair fosphaat. $Na_2 HPO_4 \cdot 2 H_2 O$ en primair fosphaat $K H_2 PO_4$.

3e. Borax en boorzuurmengsels loopende met een P_H 7,6 tot 9, bestaande uit zuiver Borax en boorzuur, zooals men die o. a. bij Kahlbaum krijgen kan.

Indicatoren.

Een indicator is eene kleurstof die toegevoegd aan een of andere oplossing zijne kleur verandert al naar gelang de zuurgraad in die oplossing gewijzigd wordt.

Men moet er vooral aan denken dat een indicator zijn kleur-omslag niet enkel en alleen op het neutrale punt vertoont, zooals b.v. neutraal rood, dat juist bij P_H 7 de kleuromslag geeft.

Het best doet men te zeggen dat een indicator een zwak zuur is dat b.v. even als wij bij azijnzuur gezien hebben, slechts gedeeltelijk in zijne ionen is gesplitst. Bij een indicator doet zich in tegenstelling met andere zuren de eigenaardigheid voor dat de afgesplitste ionen eene andere kleur hebben dan de moleculen.

De ionen zijn b.v. blauw, de moleculen geel. Zijn er in de oplossing net zo veel moleculen als ionen aanwezig, dan zal er evenveel blauw als geel zijn en de oplossing dus eene groene kleur krijgen.

De kleur van de oplossing is afhankelijk van de concentratie der waterstofionen. Neemt men b.v. eene 0,04 alcoholische oplossing van broom-thymol-blauw en voegt die toe aan eene bufferoplossing met eene groote waterstofionconcentratie, dan zal de oplossing geel zijn en gaat men over tot een kleinere waterstofionconcentratie dan zullen de kleuren al naar gelang van het P_H -gehalte veranderen in geel, geelgroen, geelblauw, blauw en donkerblauw.

Van de dissociatieconstante van de indicator hangt het nu af voor welk P_H gebied de indicator bruikbaar is.

Hoe kleiner de P_H van de bufferoplossing is des te grooter moet de dissociatieconstante van den indicator zijn.

Wij gebruikten alcoholische oplossingen van de volgende indicatoren, verkrijgbaar bij Merck, Darmstadt en daar de uitgestrektheid van het gebied waarover een indicator bruikbaar is, gewoonlijk niet grooter is dan $1.5 P_H$ hebben wij de volgende indicatoren genomen:

				„
			„	„
			„	„
			„	„
			„	„
			„	„

In reageerbuisjes van 10 c.M. lengte en ruim 1 c.M. doorsnede hebben wij nu telkens 2 c.M.^3 bufferoplossing van bepaalde P_H gedaan in opklimmende reeks 4 — 4,2 — 4,4 — 4,6 — 4,8 enz. opklimmend tot negen. Bij ieder buisje met 2 c.M.^3 . bufferoplossing hebben wij 4 druppels van een bepaalde indicator gedaan zooals bijgaande tabel aangeeft.

BRUIKBAARHEID VAN VERSCHILLENDE INDICATOREN VOOR VERSCHILLENDE PH.

Indicator	PH																										
	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0	
Broomphenolblauw	+	+	+	+	+	+	+																				
Methylrood								+	+																		
Broomkresolpurper							+	+						+													
Broomthymolblauw											+	+					+										
Phenolrood																+	+	+									
Kresolrood.....																	+	+	+								
Thymolblauw																						+	+				

Een + teeken heeft aan dat bij eene heldere oplossing het verschil tusschen de kleuren voor twee opeenvolgende PH's duidelijk zichtbaar is.

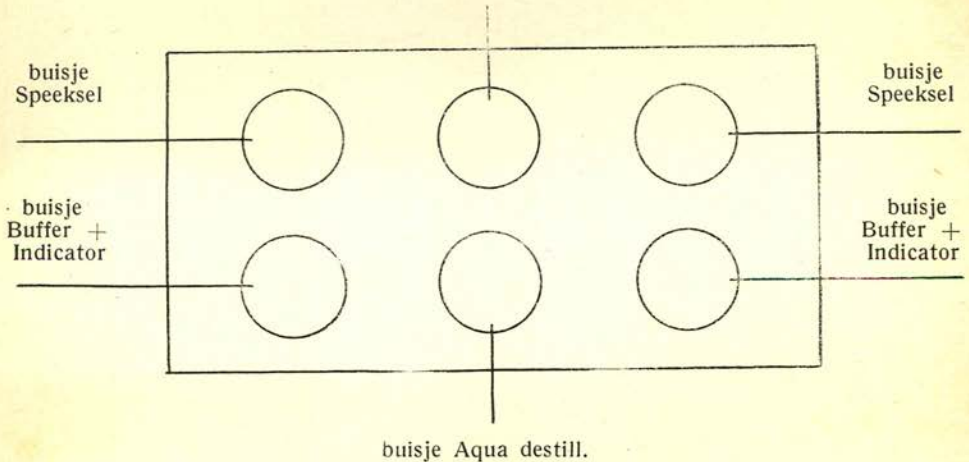
Wij hebben nu rekjes gemaakt waarop de gebruikte indicatoren staan aangegeven als ook de P_H van de bufferoplossing van het buisje. Ook op ieder buisje afzonderlijk staat de indicator, de bufferoplossing en de P_H aangegeven, anders zou men in de war raken als de buisjes door elkaar geraakten als men ze uit de rekjes genomen had. Men heeft op deze manier een stalen kaart gekregen van kleuren die de verschillende P_H 's aangeven. De reageerbuisjes zijn allen op 2 c.M³. geijkt. De bedoeling was nu de P_H van de mondvloeistof te bepalen door bij ook 2 c.M³. mondvloeistof evenveel druppels indicator (4 druppels) te doen als er bij de 2 c.M³. bufferoplossing in de buisjes gedaan was, de buisjes mondvloeistof + indicator en bufferoplossing + indicator met elkaar te vergelijken en zodoende direct te zeggen wat de P_H van de mondvloeistof was.

Dit bleek echter onmogelijk te vergelijken, daar de indicator een heldere vloeistof was en de mondvloeistof eene troebele.

Wij moesten dus een hulpmiddel ter hand nemen en vonden dit in de comparator.

Een toestelletje dat in de teekening afgebeeld is en er van boven gezien aldus uitziet.

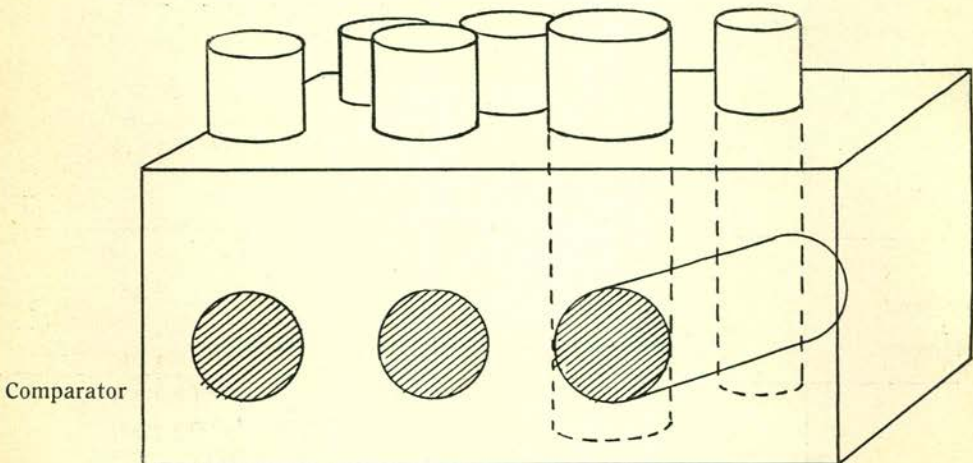
buisje Speeksel + Indicator



Een metalen kastje waar boven in de zes gaten zijn geboord waarin men reageerbuisjes steken kan. Aan den voorkant en achterkant van het kastje zijn gaten geboord waardoor men dwars door het geheele kastje licht kan laten vallen, juist daar waar de reageerbuisjes zich bevinden en om het licht meer difuus te doen zijn plaatst men aan de achterzijde een plaatje melkglas.

Wij plaatsen in de achterste drie buisjes, twee buisjes met enkel mondvloeistof (speeksel) en één buisje met mondvloeistof + 4 droppels indicator. Zooals op boven geteekend schema is aangegeven; daarvóór twee buisjes met bufferoplossing + indicator met op elkaar volgende PH's en in het midden tegenover het buisje speeksel + indicator een buisje met aqua destillata.

Kijken wij nu aan de voorzijde van de comparator door telkens twee buisjes heen dan hebben wij overal een gelijke troebeling (doordat wij speeksel achter de heldere indicator plaatsen) en kunnen nu gemakkelijk met elkaar vergelijken en de P_H aflezen.



Daar bleek dat de zuurgraad op verschillende tijden van den dag zeer verschillend is, doen wij het best de patienten te

onderzoeken 4 uur na den laatsten maaltijd, bij voorkeur 4 uur na de koffietafel, omdat 's middags tegen 5 uur het speeksel het meest constant bleek. Onderzoeken wij een patient voor de 2de, 3de, 4de keer enz., dan doen wij het best, dat hij op den dag van het onderzoek en zoo mogelijk ook den dag er voor hetzelfde voedsel gebruikt, als bij de voorafgaande onderzoekingen. Ofschoon deze wijze van werken iets minder nauwkeurig is als de potentiaal-metingen, met eene waterstof electrode is het voor de praktijk voldoende gebleken en nu kan men tenminste het zoo doen dat het binnen 10 minuten verloopt en dus praktische waarde verkregen heeft.

Uit een eerste onderzoek kan men natuurlijk niet veel anders bepalen dan de P_H van de mondvoeistof en de bufferende werking (waarover later). Heeft men echter meerdere onderzoekingen gedaan dan kan men eene curve construeeren waaruit blijkt of de graad van zuur of alkali voor- of achteruit gaat. Op die wijze kan men dat ook voor de bufferende werking doen (waarover straks) en zoo een inzicht krijgen of onze behandeling succes heeft of niet.

BUFFERENDE WERKING VAN HET SPEEKSEL.

Wanneer wij eene oplossing van een bepaalde P_H hebben en wij voegen hieraan toe b.v. een 0,02 n. zoutzuur of een 0,02 n. natronloog, dan kunnen wij door titratie aflezen hoeveel wij van het bovengenoemde zuur of loog moeten toevoegen om tot eene hoogere of lagere P_H te komen.

Deze hoogere of lagere P_H kan men voor de titratie naar willekeur aannemen en ik nam gewoonlijk hiervoor een P_H , die 3 of 4 hooger en 3 of 4 lager lag dan de met de indicator gevonden P_H .

Een van de eigenschappen van de bufferoplossing (voor ons het speeksel) is, dat de P_H niet verandert als aan de oplossing een kleine hoeveelheid zuur of alkali wordt toegevoegd.

Men noemt dit „bufferwerking” omdat de buffervloeistof als het ware de stoot opvangt als er eene kleine schommeling in het zuur of alkaligehalte optreedt. Wij voegen met opzet

zooveel zuur en alkali toe tot de willekeurige P_H , om af te kunnen lezen hoeveel zuur of hoeveel alkali er noodig is om die bepaalde P_H te bereiken. Hebben wij hiervoor veel zuur of alkali noodig alvorens de willekeurig aangenomen P_H bereikt is, dan zegt men de vloeistof is goed gebufferd ten opzichte van het zuur of van het loog. Hebben wij slechts weinig zuur of alkali noodig om tot de aangenomen P_H te komen, dan zegt men, dat de vloeistof slecht gebufferd is, ten opzichte van het zuur of loog al naar gelang der titratie met loog of zuur geschiedt. Hoe beter een vloeistof (in casu het speeksel) gebufferd is, des te gunstiger is dit voor den patient, omdat hieruit blijkt, dat in zijn lichaam eene groote verandering in den zuurgraad of alkaliteit van de weefsels of vloeistoffen zal kunnen plaats vinden alvorens dit een merkbare reactie aan het speeksel geeft.

Hebben wij dus door middel van het indicatorensysteem b.v. gevonden dat de P_H van het onderzochte speeksel 6.8 is, dan geeft de indicator-broomthymolblauw dit aan door een licht groene kleur. Nu druppel ik uit een titreerbuisje langzaam zooveel 0,02 n. zoutzuur toe dat de P_H 6.2 is en het speeksel + indicator de gele kleur heeft van de bufferoplossing + indicator in onze stalen kaart. Is dit b.v. 0,50 c.M³. HCL dan zeg ik dat dit speeksel goed gebufferd is ten opzichte van zuur.

Nu neem ik nog een tweede buisje met 2cc speeksel, voeg weer de indicator broomthymolblauw (4 druppels) toe en krijg dus weer eene aanwijzing, dit speeksel geeft P_H 6.8.

Nu laat ik uit het titreerbuisje met 0,02 n. natroloog weer druppelgewijs loog toevloeien en lees af hoeveel ik hiervan noodig heb om te komen tot een P_H 7.4 (die een diep blauwe kleur op de stalenkaart geeft). Zien wij dat dit 0,10 c.M³. is, dan zeggen wij dat het speeksel slecht gebufferd is ten opzichte van loog.

Wij hebben dus in dit geval gevonden de P_H van het speeksel is 6.8.

De bufferende werking door titratie met 0,02 HCL tot P_H 6.2 = 0,50 c.M³. — goed.

De bufferende werking door titratie met 0,02 n. NaOH tot $P_H 7.4 = 0,10 \text{ c.M}^3$. — slecht.

Wij hebben dus in dit geval:

speeksel $P_H = 6.8$;

bufferende werking ten opzichte van zuur, goed;

bufferende werking ten opzichte van loog slecht.

De hoeveelheid zuur, of loog, die het speeksel nodig heeft om tot een bepaalde P_H gebracht te worden (met zuur tot $P_H = 6.4$, met loog tot 7.8), blijkt bij een zelfde persoon op verschillende dagen zeer verschillend te zijn.

Wanneer men aan een bufferoplossing, die bijv. bestaat uit een mengsel van een zwak zuur, en een zout van dit zwakke zuur, loog of zuur toevoegt, dan verandert de P_H van de bufferoplossing volgens een lijn, als hieronder geteekend is.

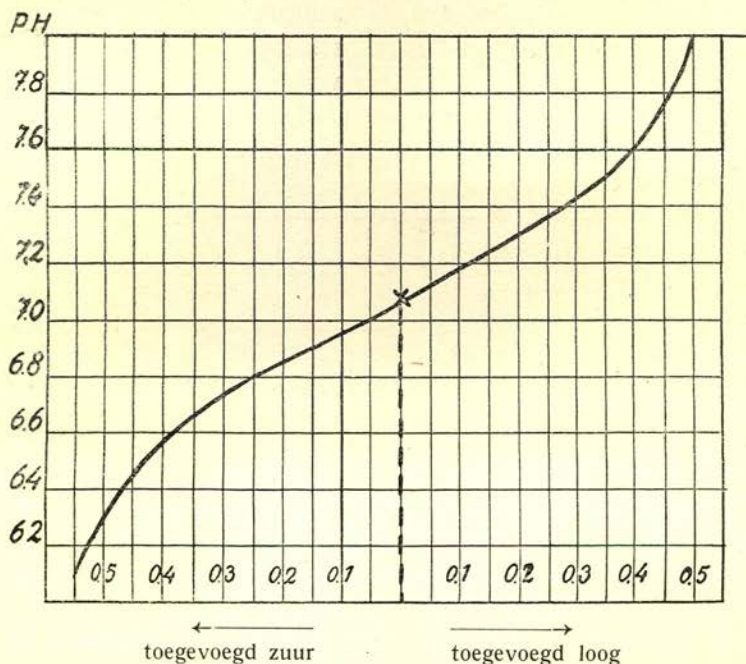


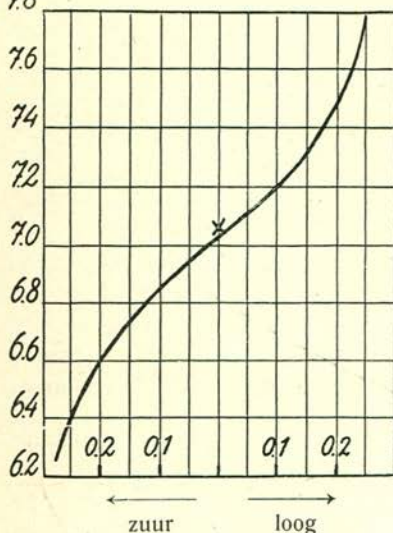
Fig. 1

In het hier geteekende geval zou het speeksel een $P_H = 7.1$. hebben. Om tot $P_H = 6,4$ te komen zou men 0.47 c.M^3 . zuur

moeten toevoegen, en om tot $P_H = 7.8$ te komen 0.45 c.M^3 loog.

P_H Indien het speeksel dezelfde samenstelling had, maar

Fig. 2 7.8

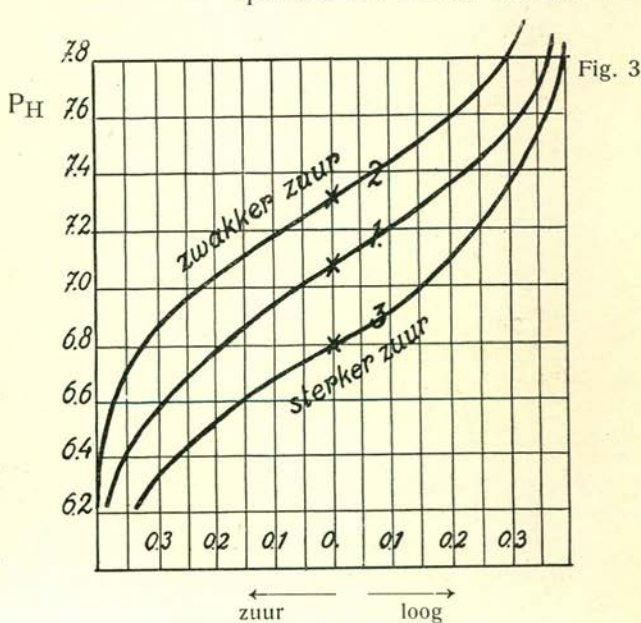


meer verdund was, dan zou de ligging van de lijn dezelfde blijven, maar de afmetingen in horizontale richting zouden kleiner worden. Er zou nu een kleinere hoeveelheid loog en zuur noodig zijn om tot $P_H = 7.8$, resp. 6.4 te komen, n.l. 0.25 en 0.25 c.M^3 . Dit is dus de invloed van de verdunning, bij overigens gelijkblijvende samenstelling. De P_H van het speeksel is hier in beide gevallen dezelfde.

Indien de P_H van het speeksel een andere waarde

heeft, dan kan dit twee oorzaken hebben.

In de eerste plaats kan de samenstelling kwalitatief verschillend zijn, doordat het speeksel een sterker of een zwakker zuur bevat, dan in het eerste geval. De lijn verschuift daardoor naar



beneden of naar boven. — 1 Heeft $P_H = 7.1$

het zwakkere zuur 2 $P_H = 7.3$

het sterkere zuur 3 $P_H = 6.8$

om te komen tot $P_H = 6.4$

zouden de volgende hoeveelheden zuur noodig zijn:

voor 1 0.35 c.M³.

„ 2 bijna 0. „

„ 3 0.27 „

en loogen tot $P_H = 7.8$.

voor 1 0.37 c.M³.

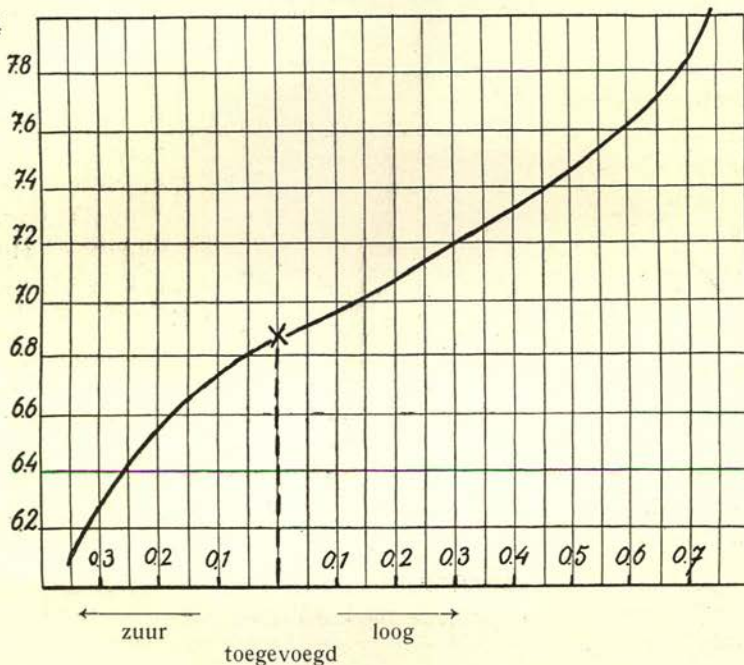
„ 2 0.30 „

„ 3 bijna 0.4 „

Een sterker zuur in het speeksel maakt dus, dat er minder zuur en meer loog noodig is om tot een bepaalde P_H te komen.

In vorenstaande teekeningen is aangenomen, dat de samen-

Fig. 4

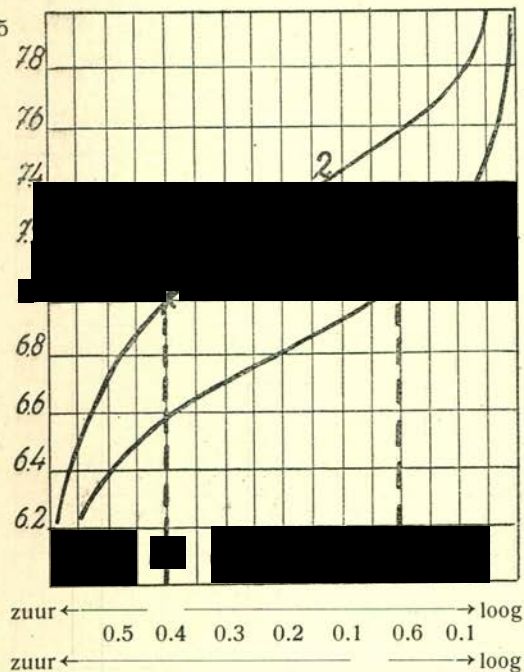


stelling van het speeksel op het midden van de lijn lag, d. w. z. dat er gelijke hoeveelheden zuur en zout aanwezig waren. Dit zal in 't algemeen niet zoo zijn.

In het geval 4 is dezelfde lijn geteekend als in 1, maar het speeksel bevat nu meer van het zuur, en minder zout. De P_H is daardoor lager (6.85), en de hoeveelheid zuur, die noodig is om te komen tot $P_H = 6.4$ is nu 0.28 c.M^3 , terwijl de hoeveelheid loog, noodig om te komen tot $P_H = 7.8$ 0.7 c.M^3 bedraagt.

Uit fig. 3 volgt verder nog, dat twee soorten speeksel van verschillende samenstelling dezelfde P_H kunnen hebben, maar een verschillende bufferende werking.

Fig. 5



In fig. 5 geldt lijn 3 voor een sterker zuur, lijn 2 voor een zwakker zuur. Indien 2 bestaat uit veel zuur, en weinig zout, en 3 uit weinig zuur met veel zout, dan hebben deze beide dezelfde P_H , n.l. 7.0. Om tot $P_H = 6.4$ te komen, heeft 2 0.17 c.M^3 zuur noodig, 3 daarentegen 0.55 . Het speeksel 3 heeft dus een veel beter bufferende

werking t. o. v. zuur dan speeksel no. 2.

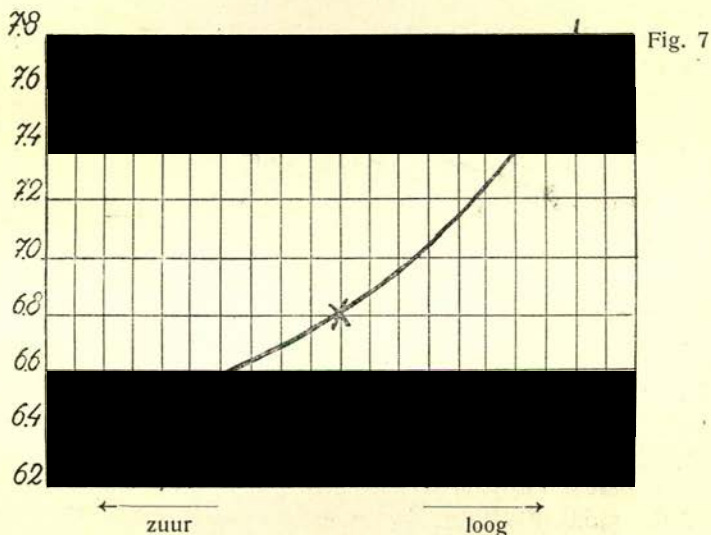
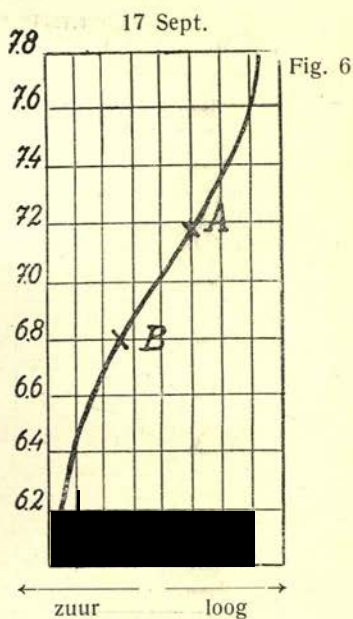
Tegenover alkalien is het omgekeerde het geval, hier buffert 2 beter dan 3.

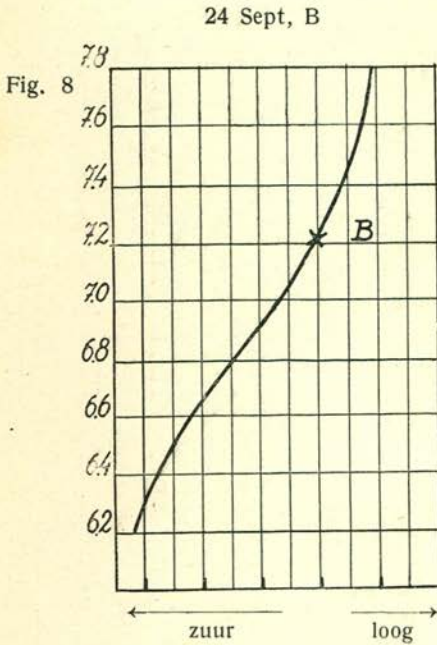
Wat nu de onderzochte speekselmonsters betreft zou de ligging van de monsters van 17 September ongeveer als volgt kunnen zijn. Het speeksel was in beide gevallen een verdunde bufferoplossing. De samenstelling kan kwalitatief dezelfde geweest zijn. Het speeksel van B was iets zuurder dan van A, en slecht gebufferd voor zuren.

Op 24 Sept. wordt het speeksel van A ongeveer voorgesteld door de lijn van fig. 7, het speeksel van B door fig. 8.

A had hier dus een meer geconcentreerd speeksel dan op 17 Sept., goed gebufferd naar weerskanten. B had, evenals op 17 Sept., tamelijk verdund speeksel. Het speeksel was

24 Sept. A





hier, t. o. v. zuur beter ge-
bufferd dan 17 Sept., maar
t. o. v. loog minder goed.

Dat de lijn, die P_H voorstelt
als functie van de aanwezige
concentratie aan zuur en zout
het beloop heeft van fig. 1,
volgt uit de formule:

$$\frac{C_H \cdot C_{zout}}{C_{zuur}} = \text{constant} = K \text{ of}$$

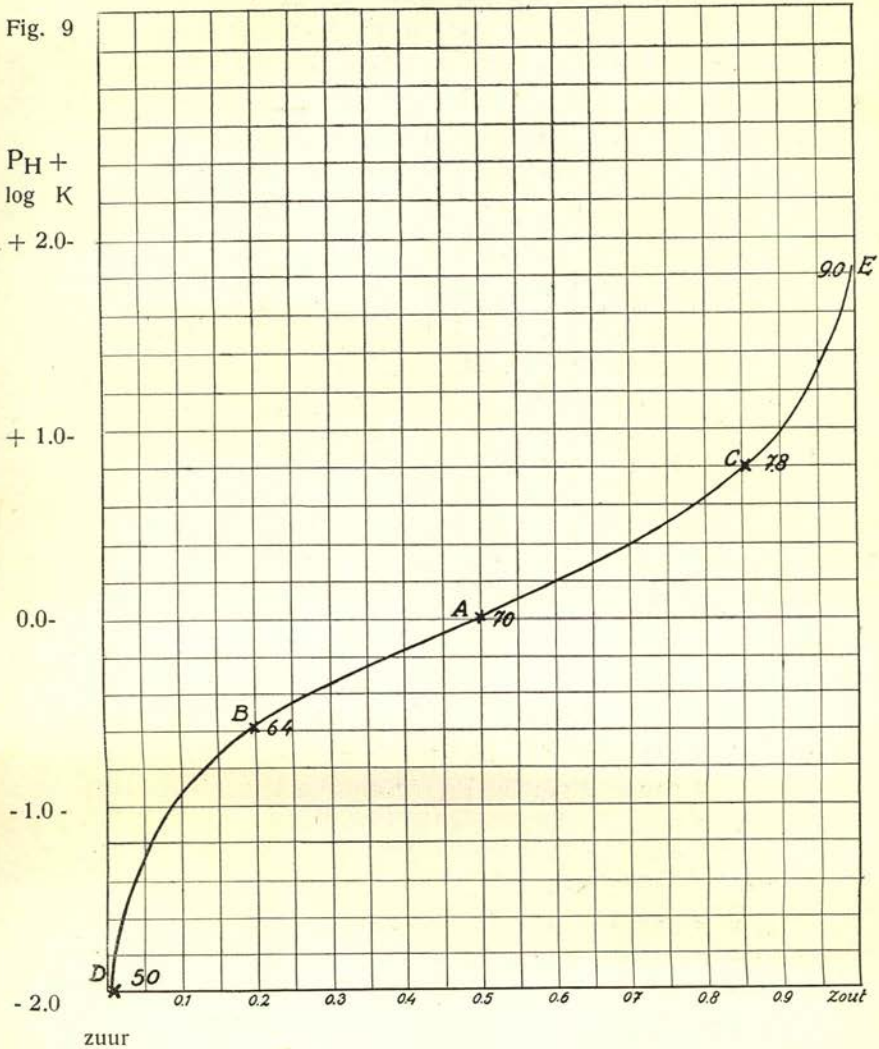
$$P_H = -\log K - \log C_{zuur} + \log C_{zout}.$$

Men vindt hiermede de
volgende getallen:

Voor n=	a=	log n=	0
5	95	0.67	
10	90	1.00	
20	80	1.30	
50	50	1.70	
80	20	1.90	
90	10	1.95	
95	5	1.98	
99	1	1.996	

Deze lijn is in fig. 9 geteekend. De vorm van de lijn is van
alle zuren dezelfde. De hoogte van de lijn is afhankelijk van
de sterkte van het zuur.

Bij onze titratie van het speeksel hebben wij eenigszins
willekeurig aangenomen, dat met zuur getitreerd zou worden
tot 6.4, met loog tot 7.8, dus de punten B en C in fig. 9. Dit
omvat dus niet de geheele lijn. Om de uitgestrektheid van de
lijn te leeren kennen zou men beter kunnen titreeren tot
 $P_H = 5.0$ met zuur, en tot 9.0 met loog (D en E).



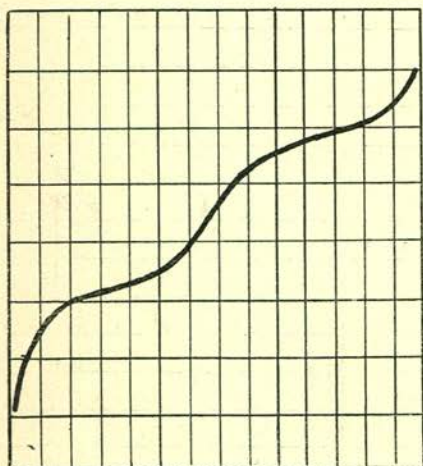
Men kent dan de uitgestrektheid van de lijn DE en de ligging van het punt A, en kan dan de kwaliteit van het speeksel aangeven door een lijn DAE.

De afstand van D tot E (uitgedrukt in c.M³. loog + zuur)

is een maat voor de concentratie van het speeksel, terwijl de ligging van het punt A op deze lijn laat zien of het speeksel een goede bufferende werking heeft voor zuur en voor alkali.

Deze lijn, in fig. 9, geldt voor het eenvoudige geval dat een bufferoplossing bestaat uit een mengsel van één zuur en zijn zout. Zijn er meer zuren aanwezig, dan kan de lijn een andere

Fig. 10



vorm krijgen, bijv. die van fig. 10. In speeksel zal dus de toestand wel gecompliceerder zijn, dan door de figuren 1—9 wordt voorgesteld, wat echter niet wegneemt, dat men voor de beoordeeling van het speeksel toch wel met voordeel een dergel. geïdealiseerde lijn kan gebruiken.

Men kan overigens het beloop van de lijn voor speeksel gemakkelijk bepalen, indien men bepaalt hoeveel zuur, resp. loog er moet worden toegevoegd om de P_H telkens met 0.2 te verlagen of te verhogen.

Praktische toepassing.

Uit voorafgaande theoretische en praktische beschouwingen zult ge allicht den indruk hebben gekregen, dat een en ander nog al omslachtig is. Dit is geenszins het geval, in 10 minuten is de bepaling gedaan.

De gang van zaken is de volgende:

Men bestelt de patient 4 uur na zijn lunch en zegt hem na de lunch niets meer te gebruiken. De patient komt dus, laten wij zeggen om 5 uur.

Mijne assistente ontvangt den patient; en door middel van een waterstraalpompe, die ik in de steriliseerkamer heb laten maken, wordt de patient ± 20 c.M³. speeksel afgetapt door een buisje zooals de tandarts aan de speekselpompe gebruikt, maar waarbij het speeksel nu in een reageerbuisje afvloeit. Het 2de buisje dat door de kurk van het reageerbuisje gaat, loopt naar de waterstraalpompe die het reageerbuisje luchtledig zuigt en zodoende, door het andere buisje dat in den mond achter de tanden van den patient hangt, het speeksel in het reageerbuisje laat vloeien.

Men moet den patient zeggen geen extra moeite te doen door zuig- of kauwbewegingen te maken, maar eenvoudig den mond open te houden en het speeksel in het reageerbuisje te laten loopen.

Men heeft wel eens de patienten een steentje in den mond of watten te kauwen gegeven maar dan krijgt men een extra groote werking door de prikkel of kauwdruk, vooral door de werking der masseter op de parotis klieren en daardoor eene veranderde samenstelling van de mondvoelestof. Watten, ofschoon neutraal reageerend, is totaal verkeerd daar een groot gedeelte van de mucine- en eiwit houdende stoffen in de watten achter blijft en zoo een veranderd PH-cijfer en buffercijfer geeft.

De patient brengt dus alleen het eene buisje achter de ondertanden en forceert de speekselvloed niet (zie foto A).

Het is goed den tijd te noteeren die noodig is om 20 cc speeksel te verzamelen. Gemiddeld duurt dit een half uur.

Teneinde geen CO₂ te verliezen kan men het speeksel met wat Parafinum liquidum afdekken. Dit kan men ook boven de bufferoplossingen doen. Heeft men 20 cc speeksel dan doet de assistente hiervan in 4 of 5 kleine reageerbuisjes, ieder 2 cc van het speeksel (de buisjes zijn op 2 cc geijkt) en doet vervolgens in twee van die buisjes met speeksel 4 druppels indicator broomthymolblauw.

Ik begin met broomthymolblauw omdat wij hierbij het neutrale punt PH 7 hebben en dan kunnen zien of wij naar boven of naar omlaag moeten met onzen indicator, dus of het

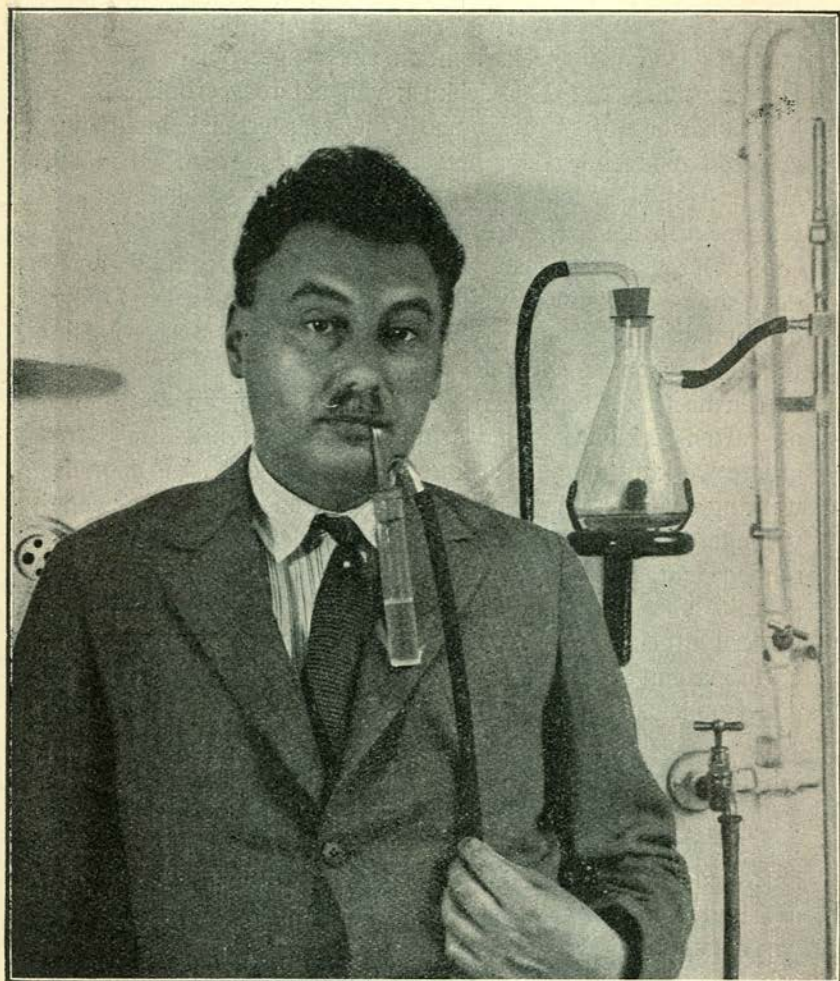


Foto A.

speeksel aan den zuren of aan den alkalischen kant is of mischien juist neutraal.

Dan plaatst men de buisjes in de comparator zooals vroeger aangegeven (blz. 545) is, en eerst nu is het werk aan mij.

Dit voorafgaande kan de assistente doen, d. w. z.

1. Speeksel aftappen en de tijd noodig voor 20 cc noteeren.
2. 4 of 5 kleine reageerbuisjes ieder met 2 cc speeksel vullen.
3. Aan twee van deze buisjes met 2 cc speeksel 4 druppels indicator (broomthymolblauw) toevoegen.
4. De buisjes in comparator zetten als aangegeven.

Zooals gezegd komt de patient om 5 uur. Goed half zes kan dus de assistente met de bewerking klaar zijn en alles is nog buiten mij omgegaan. Nu kan ik zelf de patient verder behandelen.

Hetgeen ik dus doe is, in de comparator de buisjes die gereed gezet zijn vergelijken en de PH aflezen.

Dan door titreeren met 0,02 n. HCL en 0,02 n. Na OH de bufferende werking bepalen als hierboven beschreven.

Mijn eigen aandeel in het werk duurt dus \pm 10 minuten en men heeft dan:

1ste de waterstofionconcentratie in het speeksel.

2de. de bufferende werking van het speeksel.

Het spreekt vanzelf dat al de chemicalien zoo zuiver mogelijk moeten zijn, het gedestilleerde water ($3 \times$ gedestilleerd) en het glaswerk zoo neutraal mogelijk. Al het glaswerk is van Schot-u-Gen Jena. De druppelfleschjes geven alle dezelfde druppel-grootte.

Ik ben nog niet lang genoeg bezig en het aantal bepalingen is nog te gering om een absoluut positief oordeel te kunnen uitspreken, toch mag ik zeggen, dat mij reeds verschillende dingen opgevallen zijn, nl. dat bij pyorrhoea patienten van het Weinmann'sche type in het bijzonder de PH naar de alkalische zijde overhelt.

Is hierin eene H-afwijking trots de andere symptomen die wel op dit type duiden, dan vindt men die meer naar de zure

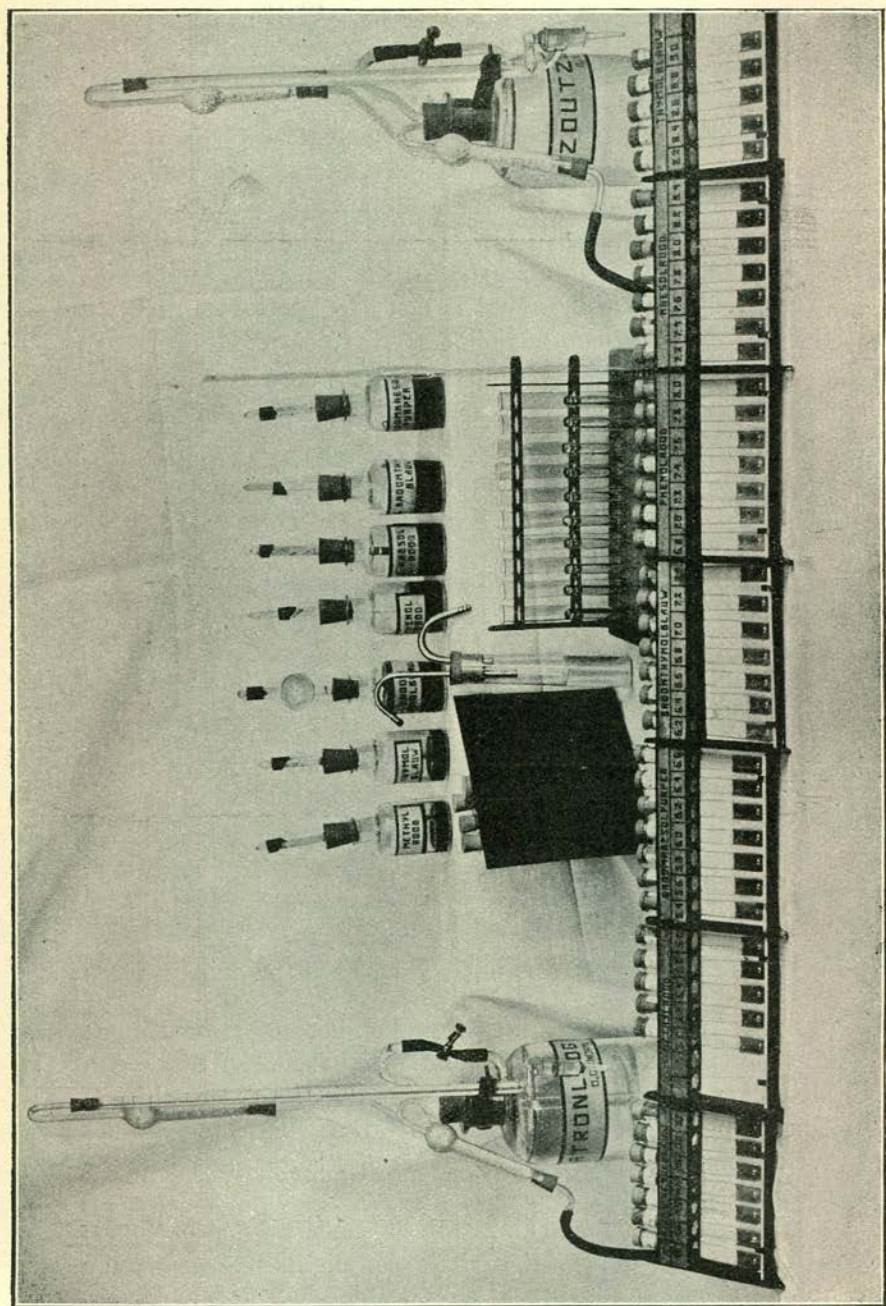


Foto B.

zijde overhellende PH zoo vaak bij patienten met maagdarmstoornissen.

Deze onderzoekingen sluiten natuurlijk geenszins uit, dat men b.v. de urine op eiwit en suiker laat nazien, wat vooral bij pyorrhoea zoo van belang is. Dit alles met nog tal van andere nieuwe onderzoekingsmethoden, vooral bij den pyorrhoea-patient, kan vaak leiden tot een succesvolle hulp voor dien patient.

Daar mijn ruimte is afgebakend kan ik over de andere nieuwe diagnostische hulpmiddelen bij onze pyorrhoea-patienten niet uitwijden, maar hoop dit een ander maal te mogen doen.

Foto B vertoont:

Op het eerste plan.

De rekjes met reageerbuisjes, onze stalenkaart, in ieder reageerbuisje bevindt zich 2 cc bufferoplossing van een bepaalde PH met 4 druppels van een bepaalde indicator, alles boven op de rekjes en ook nog eens extra boven op de reageerbuisjes aangegeven.

Op het tweede plan.

Van links naar rechts 1ste de comparator, men ziet nog juist de kurkjes van de reageerbuisjes aan het bovenzvlak er bovenuit steken.

Aan de voorkant onder ziet men in de comparator de 3 gaten, waardoor men heen ziet voor de vergelijkingen.

Daarnaast staat de reageerbuis met speeksel zooals dat van den patient is afgetapt.

Vervolgens een reageerbuizen-rekje. In deze buisjes wordt 2 cc speeksel afgemeten, de buisjes zijn hierop geijkt, maar bovendien is er nog eene pipette van 2 cc bij.

Op het 3de plan.

De druppelfleschjes met de indicatoren. Rechts en links vindt men de twee grootere flesschen met titreervloeistof 0,02 n. zoutzuur en 0,02 n. natroloog.

HET STEUNAPPARAAT ALS THERAPEUTISCH HULPMIDDEL BIJ AANDOENINGEN VAN HET PARADENTIUM*)

DOOR

W. A. BECKER.

616 : 314.17 0081 089.28 × 611.

Bij de therapie van paradentium aandoeningen bezitten we een waardevol middel in de aanwending van steun apparaten.

U allen hebt met meer of minder succes getracht losstaande tanden te fixeeren, waarbij ik dan, in de voornaamste plaats, denk aan het bekende wakkelende onderfront.

Patienten kunnen hier jarenlang mee rondloopen, mits zij deze tanden ontzien, totdat een klein ongelukje in den vorm van een trauma de extractie onvermijdelijk maakt.

De voortdurende beweging veroorzaakt een irritatie die we evenwel belangrijk kunnen verminderen door de losstaande tanden onderling te verbinden en aan weerszijden daarin een element te betrekken dat nog vast staat, de cuspidaten bijv. die door hun anatomische bouw en steviger inplanting in de processus, aangewezen zijn.

De prognose wordt met een steunapparaat veel gunstiger, waarbij elk geval door den behandelenden tandarts apart zal moeten worden beoordeeld in verband met factoren die invloed hebben als daar zijn: de beet, toestand van processus alveol. (röntgenbeeld), algemeene hygiënische behandeling

*) Voordracht, gehouden voor de Vereeniging van Ned. Tandartsen op 26 Jan. 1930 te Utrecht.

van den mond door den patient, succes in het verwijderen van suppureerende tandvleeschzakjes, ronding van den tandboog e.a. Eenige ervaring in het behandelen van de vaccillatio dentium is wenschelijk voor een juiste indicatie van welk geval wél, en welk niet succes zal opleveren, terwijl men voorzichtig zij met het beloven van gouden bergen aan zijn patiënt.

Bij de vele methoden die bestaan, vanaf de eenvoudige zijde- of metaalligatuur tot aan de zeer bewerkelijke en ingenieuze apparaten die in den loop der tijden gepubliceerd zijn, wilt U mij toestaan mij te beperken tot demonstratie van een drietal patienten bij wie ik de fixatie volgens de methode van *Weigle* heb toegepast en die mij in vele meerdere gevallen uitstekende diensten heeft bewezen.

Ik wensch college *Michaëlis*, die in ons land zooveel heeft gedaan om de belangstelling voor het parodontium vraagstuk gaande te maken, dank te zeggen om dat hij mij ook hierop heeft attent gemaakt.

U zult mij waarschijnlijk tegenwerpen dat deze methode alleen aan te wenden is bij het onderfront, maar zooals gezegd, dit is het meest voorkomend geval waarbij überhaupt conserveerende behandeling in aanmerking komt, en de fixatie van losstaande tanden heeft nog niet die belangstelling bij de collega's en waardeering bij de patienten gevonden dat ik reeds blij zal zijn wanneer door meerderen uwer deze methode goed genoeg zal worden bevonden om tot toepassing in geschikte gevallen over te gaan, waarbij ik mij voor mededeeling uwer ervaring aanbevelen houd. Waar bij behandeling van parodontiumaandoeningen het herstellen en onderhouden van hoogst mogelijk hygiënische toestand een eerste vereischte is, en het aanwezig zijn, van welk apparaat ook, hiermede in conflict komt, geloof ik in dit steunapparaat een middel te hebben gevonden dat dit bezwaar tot een uiterst minimum reduceert. Zie wat een onmogelijkheid het voor den patient is om een ligatuur verband schoon te houden, daar dit noodzakelijkerwijs steeds ter hoogte van den tandhals zal moeten liggen, en vergelijk daarmede dit apparaat waarbij

het mogelijk is juist die gedeelten op elke gewenschte wijze te reinigen.

Het apparaat bestaat uit een gegoten gouden beugel die linguaal van het onderfront wordt bevestigd door bouten met schroefdraad, die de betrokken tanden doorboren, zoover mogelijk van het incisalevlak verwijderd, echter zonder gevaar voor de pulpa te kunnen opleveren.

Door labiaal de doorgangsgaten conisch te verwijden, waarin de conische kop der bouten kan verzinken, en linguaal een conische verwijding in het wasmodel van de beugel te modelleeren, die een conische moer kan opnemen verkrijgt men de verbinding van beugel met tanden.

De volgorde der verschillende bewerkingen na nauwkeurig reinigen en polijsten is aldus:

1. Incisale vlakken iets afslijpen, hellend naar linguaal.
2. Met rond steentje het email afslijpen waar de bout moet passeeren.
3. Met rozenboor de gaten boren; oppassen voor warmlopen en barsten, bij het doorboren van het linguale emailvlak; labiaal conisch verwijden.
4. labiaal een stuk stents aanbrengen voor fixatie der tanden in den juisten stand bij het wasmodelleeren.
5. beugel modelleeren in inlay-was.
6. bouten door de kanalen brengen met wasbeugel in situ.
7. uitgang kanaal in wasmodel conisch verwijden.
8. bouten terug halen, wasmodel verwijderen en gieten, met koolstiften in de kanalen; afwerken en polijsten.
9. beugel plaatsen, bouten inbrengen, moeren opzetten; geleidelijk aanschroeven tot alles vastzit zonder te wringen.
10. labiaal conische kop, en linguaal conische moer, voorzover deze uitsteken, afslijpen.

Tenslotte nog een opmerking:

Dit doorboren der tanden, is niet pijnlijk, mits men oppast

voor warmloopen, wat met de boor in het nauwe kanaal spoedig gebeurt.

Waar deze bewerking meestentijds bij patiënten van middelbaren leeftijd geschiedt, heeft zich onder invloed van abrasie der incisale vlakken, secundair dentine gevormd waardoor de gevoeligheid verminderd, en het gevaar voor pulpa irritatie opgeheven wordt.

Bij het 3-tal patiënten dat ik U voorstel kunt u zich overtuigen dat de fixatie voldoende genoemd mag worden, terwijl tevoren ieder oogenblik gevreesd moest worden voor verlies van een of meer tanden. Bij ééne ervan was behoud van een centrale onder-incisivus onmogelijk; deze heb ik verwijderd en na preparatie, met behoud van dezelfde werkmethode, aan de beugel gefixeerd.

Toestand van het tandvlesch is bevredigend en hygienische omstandigheden, dank zij de zorg van de patienten, worden door het apparaat in het minst niet ongunstig beïnvloed.

De bouten, gold-platinnieten nach *Dr. Wiegele*, kunt u bestellen bij: Zahnzeug-fabrik O. Liebermann, Rotestrasse Stuttgart en kosten f 2.30 per stuk.
