

Tandheelkundige Materiaalkennis

door J. N. Tekenbroek.

(Vervolg)

§ 4. De concentratie van de H-ionen

Dat in sterk zure oplossingen metalen meer of juistert uitgedrukt sneller aangetast worden dan in zwak zure oplossingen is aan de hand van het bovenstaande te verklaren.

De potentiaal van de aan de kathode van het localelement gevormde waterstoelectrode is, afgezien van de overspanning, te berekenen uit formule II. Blz. 506.

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \log c - 0,029 \log P.$$

Aangezien het hier waterstof betreft, waarvan $E_0 = 0$, $n = 1$ en $P = 1$ atm. (het waterstofgas aan de kathode kan vrij ontwijken) volgt uit deze formule:

$$E_H = 0,059 \log c.$$

Bij een zuurconcentratie van 1 normaal is $c = 1$ en $\log c = 0$, zodat, zoals de spanningsreeks ook aangeeft de $E_H = 0,00$. Is de zuurconcentratie b.v. 2 normaal (en aannemende, dat er volledige dissociatie zou plaats hebben), dan is de $E_H = 0,059 \log 2 = 0,18$ V. Dit betekent, dat de waterstofpotentiaal hoger (meer edel) is en daardoor de E.M.K. van het localelement eveneens 0,18 V groter is, hetgeen een grotere stroomsterkte en daarmee een snellere aantasting van het anodisch metaal tot gevolg heeft.

In een neutrale vloeistof ($p_h = 7$) is de H-ionen concentratie 10^{-7} gramion per liter. De E_H is dan $0,059 \log 10^{-7} = -0,41$ Volt. De waterstoelectrode is dan veel onedeler en daarmee de E.M.K. van het localelement $-0,41$ V. kleiner dan bij een zuurconcentratie van 1 normaal. De corrosie zal veel minder snel verlopen en

mogelijk zelfs in het geheel niet plaatshebben, omdat de overspanning, waarmede hier nog geen rekening gehouden werd, de E.M.K. van het localelement eveneens nog kleiner maakt.

§ 5. *De overspanning*

Uit tabel XV waarin de overspanning van waterstof aan de verschillende metalen is opgegeven, blijkt, dat afhingende van het metaal, dat bij een corrosie-proces als kathode optreedt, de E.M.K. van het corrosie-element het in de tabel opgegeven aantal Volts kleiner wordt dan zoëven berekend, waardoor de snelheid van de corrosie sterk afneemt en in sommige gevallen zelfs in het geheel niet plaats zal hebben.

De in tabel XV opgegeven waarden zijn slechts gemiddelden, want de overspanning bij een metaal is van meerdere factoren afhankelijk, o.a. van de temperatuur en van de aard van het metaaloppervlak. Aan een glad en goed gepolijst metaaloppervlak is de overspanning groter dan aan een ruw oppervlak van hetzelfde metaal. Dit feit draagt er o.a. toe bij, dat gepolijste metaaloppervlakken minder corroderen, aangezien door de grotere overspanning de E.M.K. van het corrosie-element dan kleiner is.

De vorming van een waterstofelectrode aan een metaaloppervlak is als een polarisatie-verschijnsel op te vatten. De gasbellen, die zich daarbij aan de kathode vormen, belemmeren een goed contact met de omringende vloeistof, waardoor de waterstofpotentiaal zich niet op de juiste hoogte kan instellen (overspanning). Bovendien vormt de waterstof, die aan het oppervlak van het kathode-metaal geabsorbeerd wordt, een laag, die feitelijk het contact van het metaal met de vloeistof verhindert. De meer positieve potentiaal van het metaal kan zich daardoor niet doen gelden. Indien men deze polarisatie van de kathode door de waterstof zou weten op te heffen, dan zou de E.M.K. van het localelement aanzienlijk groter worden en de corrosie toenemen.

Dit depolariseren van de kathode kan inderdaad plaats hebben en wel door de zuurstof, die hetzij in opgeloste vorm, hetzij gebonden aan oxydatie-middelen in de vloeistof voorkomt, waarmede het metaal in contact is. Zuurstof speelt dan ook een belangrijke rol bij de corrosieprocessen.

§ 5. *Zuurstof als depolarisator van de kathode*

Worden de aan de kathode zich vormende waterstofmoleculen direct door de in de vloeistof aanwezige zuurstof tot water geoxy-

deerd, dan zullen zich aan de kathode geen waterstofgasbellen kunnen ontwikkelen, waardoor de daardoor veroorzaakte overspanning opgeheven wordt. De waterstofelectrode krijgt daardoor een hogere potentiaal. De druk van de waterstof, er vormen zich dan immers geen gasbellen van 1 atmosfeer, zal aanzienlijk lager zijn. In formule II blz. 506.

$$E_H = E_0 + \frac{0,059}{n} \log c - 0,029 \log P$$

zal de waarde voor P kleiner zijn dan 1 (atmosfeer), waardoor $\log P$ een negatieve waarde krijgt en E_H positiever wordt.

Bovendien kan de zuurstof de waterstoflaag, die aan het kathodemetaal is geabsorbeerd door oxydatie, geheel of gedeeltelijk doen

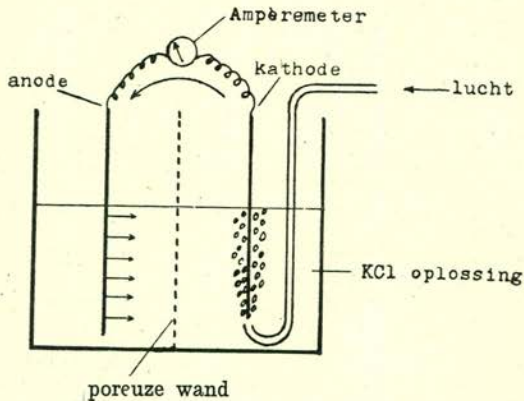


fig. 78

verdwijnen, waardoor de eigen, meer positieve potentiaal van het kathodemetaal zich kan doen gelden. Door deze inwerkingen van zuurstof wordt de kathode gedepolariseerd en neemt de kathodepotentiaal aanzienlijk toe. De E.M.K. van het corrosie-element wordt daardoor groter en de corrosie neemt toe.

Met een proef, de **zogenaamde sleutelproef**, wist Evans deze werking van zuurstof op fraaie wijze te demonstreren. In een vat, dat door een poreuze wand in twee helften is verdeeld (zie fig. 78) bevindt zich een oplossing van KCl. In beide helften van het vat wordt een electrode geplaatst, vervaardigd uit hetzelfde metaal (zacht staal). Langs de ene electrode laat men lucht borrelen en door de uitslag van de ampèremeter, die zich in de verbindingsdraad tussen de beide electroden bevindt, wordt dan aange-
toond, dat er een stroom gaat van de beluchte electrode naar de

onbeluchte. Door de beluchting wordt de ene electrode gedepolariseerd, waardoor zijn potentiaal tegenover de oplossing positiever wordt, hetgeen de stroomdoorgang tot gevolg heeft. De onbeluchte electrode vormt bij dit galvanische element de anode en gaat daarbij in oplossing. Men noemt een dergelijk galvanisch element een **beluchtingselement**.

Beluchtingselementen spelen een belangrijke rol bij corrosie-processen, hetgeen met een voorbeeld zal worden duidelijk gemaakt.

Is een metaaloppervlak, dat met een vloeistof in aanraking is, beschadigd door b.v. een kras, een scheurtje, een porie, dan zal aanvankelijk de corrosie op de bodem daarvan op dezelfde wijze plaatshebben als aan het overige deel van het metaaloppervlak. De zuurstof in de vloeistof, die door de bij het corrosieproces ontwikkelde waterstof wordt verbruikt, moet aangevuld worden door de zuurstof uit de lucht. Deze lost in de vloeistof op en bereikt door diffusie de plaatsen, waar corrosie optreedt. Naar de bodem van een porie zal deze diffusie minder gemakkelijk plaatshebben, met als gevolg, dat zich een beluchtingselement vormt tussen de rand van de porie als kathode en de minder beluchte bodem als anode. Het metaal van de bodem gaat hierbij in oplossing en maakt het putje steeds dieper, hetgeen de voorwaarden voor de vorming van het beluchtingselement steeds gunstiger maakt. De **putvormige corrosie** (pitting), die vaak voorkomt, is hierdoor te verklaren, alsmede het feit, dat krassen en scheuren bij een metaaloppervlak voorkeurplaatsen van corrosie zijn. Het nut van het polijsten van een metaaloppervlak treedt hier nogmaals naar voren.

Als depolarisator van de kathode heeft zuurstof een corrosiebevorderende werking. Daarnaast echter kan zuurstof ook een corrosiewerende invloed uitoefenen, die zeker niet minder van belang is; de roestvrije staalsoorten o.a. hebben er hun waardevolle eigenschap aan te danken.

§ 6. *Zuurstof als polarisator van de anode*

Aan de anode van het corrosie-element gaan metaal-ionen in oplossing. Als deze ionen met de omringende vloeistof in reactie treden en daarbij onoplosbare oxyden of andere onoplosbare reactieproducten vormen, dan bestaat er kans, dat deze zich op het anodeoppervlak afzetten en daardoor het contact van de anode met de vloeistof belemmeren. De anode wordt dan gepolariseerd met als gevolg, dat de E.M.K. van het corrosie-veroorzakende galvanische

element kleiner wordt, hetgeen de verdere corrosie moeilijker maakt.

De aanwezigheid van zuurstof in de vloeistof bevordert in vele gevallen het ontstaan van dergelijke onoplosbare corrosieproducten en hun afzetting op de anode. Zoals bij de bespreking van de corrosieprocessen bij afwezigheid van water vermeld is, vormen sommige metalen goed afsluitende oxydelagen op hun oppervlak, waarbij het gunstige gedrag in deze van chroom en van aluminium ter sprake kwam. Bij aanwezigheid van zuurstof vormen deze beide metalen ook bij natte corrosie goed afsluitende en weinig poreuze oxydelagen.

Dat dergelijke oxydelagen ook bescherming geven bij vochtige corrosie demonstreert zich bij het **passief** maken van ijzer. Brengt men een stuk staal gedurende een korte tijd in sterk salpeterzuur, dan ontstaat daarop door de oxyderende werking van dit agens een dun oxydelaagje Fe_2O_3 . Een aldus behandeld stuk staal weerstaat door de beschermende werking van deze oxydehuid gedurende lange tijd zelfs de inwerking van verdund zwavelzuur. Komt echter in een dergelijke oxydelaag een porie, een kras of een scheur voor, dan zal het daar plaatselijk blootgelegde metaal snel corroderen, waarbij als kathode van het localelement de oxydehuid optreedt, waarvan de potentiaal altijd positiever is dan van het metaal zelf. De voorwaarden van het optreden van putvormige corrosie zijn dan bovendien aanwezig.

Het passief zijn van een metaal door de aanwezigheid van een beschermend oxydehuidje vindt men vooral bij de metalen chroom en aluminium met hun goed afsluitende en niet poreuze oxydelagen. Bovendien heeft bij deze beide metalen, en dit in tegenstelling met ijzer, de oxydelaag de eigenschap om, als er voldoende zuurstof aanwezig is in de omringende vloeistof, zichzelf te herstellen, wanneer deze laag door een kras of anderszins beschadigd is. Er vormt zich, zodra het blootliggende chroom of aluminium anodisch hun ionen in oplossing sturen, mede onder invloed van de aanwezige zuurstof, direct opnieuw een neerslag van de goed afsluitende oxyden op het metaal. De oxydehuid van deze metalen is **zelf-genezend** „selfhealing” en dit verklaart hun grote weerstand tegen corrosie, ook bij aanwezigheid van water.

Komen chroom of aluminium in aanraking met vloeistoffen, waarin hun oxydehuid oplost, dan treedt aan de dag, dat zij inderdaad hun waardevolle eigenschap aan deze laag te danken hebben.

Zonder deze bescherming gedragen beide metalen zich in overeenstemming met hun plaats in de spanningsreeks zeer onedel. Aluminium-oxyde lost in alkaliën onder vorming van aluminaten op en bekend is dan ook, dat aluminium niet tegen de inwerking van **alkalische vloeistoffen** bestand is. Zo moet men bij chroom en bij legeringen, waarin dit metaal aanwezig is om de legering weerstand tegen corrosie te geven (roestvrij staal) oppassen voor **zoutzuur**. Zoutzuur n.l. bezit in tegenstelling met b.v. salpeterzuur en zwavelzuur zelf geen oxyderende eigenschappen. Een beschadiging in de oxydehuid van het chroom kan zich bij inwerking van zoutzuur niet herstellen met als gevolg ernstige aantasting.

De grote waarde, die chroom heeft als component in ijzerlegeringen vindt mede zijn oorzaak in het feit, dat reeds bij ongeveer 13% chroom in de legering, de oxydehuid daarop geheel uit chroomoxyden bestaat. Chroom is, zoals de spanningsreeks aangeeft, onedeler dan ijzer, hetgeen het begrijpelijk maakt, dat het zich gemakkelijker met zuurstof verbindt dan ijzer en zich in de oxydelaag op de ijzerlegering op de voorgrond dringt.

Het vormen van beschermende lagen op metaaloppervlakken is niet beperkt tot de vorming van oxyden. Onder invloed van de zuurstof en het koolzuur uit de atmosfeer, waarin bovendien SO_2 kan voorkomen, kunnen zich basische zouten vormen, die zich op het metaaloppervlak afzetten, waardoor eveneens een goede afsluiting tegen verdere aantasting ontstaat. Dit is o.a. het geval bij lood, zink, cadmium en koper. De fraaie groene kleur (patina), die men op koperen daken van oude gebouwen en bij standbeelden kan waarnemen, is afkomstig van de beschermende basische-kopersulfaatlaag, die zich op het koper gevormd heeft.

Soms voegt men aan het milieu, waarmede een metaal in aanraking is, met opzet stoffen toe, die het ontstaan van neerslagen op het metaaloppervlak in de hand werken en daardoor corrosie tegen gaan. Een voorbeeld van dergelijke corrosie „inhibitors” zijn chromaten en bichromaten, die o.a. op lood tot de vorming van een goed afsluitende loodchromaatlaag aanleiding kunnen geven. Zijn in het omringende milieu zwavelverbindingen b.v. in de vorm van eiwitten aanwezig, dan bestaat de mogelijkheid, dat zich een beschermende neerslag van metaalsulfiden vormt. Het zwartworden van amalgaamvullingen in de mond is hiervan een voorbeeld en inderdaad beschermt een dergelijke laag het amalgaam tegen verdere corrosie.

§ 7. Corrosie bij legeringen

Bij legeringen zijn uit de aard der zaak altijd verschillende atoomsoorten naast elkaar aanwezig en legeringen bieden daardoor meer kansen voor het vormen van micro-locaalelementen dan zuivere metalen. In het algemeen zijn dan ook **legeringen meer vatbaar voor corrosie** dan zuivere metalen. Het is daarbij zonder meer duidelijk, dat twee- of meerphasige legeringen gemakkelijker aanleiding zullen geven tot het vormen van locaalelementen dan éénphasige legeringen. Een binair eutectisch mengsel b.v., waarin twee kristallietsoorten regelmatig verspreid naast elkaar voorkomen, is bevattelijker voor corrosie dan een binaire legering van het type II, waarin slechts één kristalsoort, n.l. een mengkristal, voorkomt.

Zijn de mengkristallen echter door te snelle afkoeling of anderszins niet homogeen van samenstelling (segregatie), dan vermeerdert de kans op de vorming van micro-locaalelementen weer aanzienlijk.

Aan het oppervlak van een homogeen mengkristal worden de in het kristalrooster aanwezige atomen van de minst edele legeringscomponent uit het rooster gelicht door het anodisch in oplossing gaan. Aan het oppervlak van de legering neemt daardoor het percentage van de meest edele component toe, hetgeen tot gevolg heeft, dat dit oppervlak zich steeds edeler zal gaan gedragen en meer bestand wordt tegen verdere corrosie. Een algemene ervaring bij legeringen met mengkristallen is, dat dit verschijnsel van zelfveredeling van het oppervlak kan plaatshebben als niet meer dan 20 atoompercenten van een onedel legeringscomponent aanwezig zijn. Hieruit zou zich voor de in de tandheelkunde van belang zijnde goudlegeringen, waarin naast goud, zilver, platina, etc. koper als meer onedele component voorkomt, laten berekenen, dat niet meer dan 8% koper in de legering aanwezig zou mogen zijn. Bij goudlegeringen blijkt, zoals dat later besproken zal worden, dat deze grens hoger ligt en wel bij 15% Cu, als het een uitsluitend Au-Cu-legering betreft (18 karaats). Maar al voldoet zo'n legering aan deze eis, dan kan echter door segregatie in een gedeelte van een kristalliet meer koper voorkomen. In zo'n geval bestaat ook bij legeringen van 18 karaats en hoger kans, dat op de duur corrosieverschijnselen optreden. Dit is bovendien om geheel andere redenen eveneens mogelijk.

Langs de **kristallietgrenzen** vindt men zowel bij legeringen als bij zuivere metalen de **onzuiverheden**, die in het gesmolten metaal, hetzij in zwevende, hetzij in opgeloste vorm aanwezig waren, op-

eengehoopt. Deze onzuiverheden zijn als regel, en zeker bij goudlegeringen, van een onedeler karakter dan het grondmetaal. Er zal zich dan een micro-locaalelement kunnen vormen tussen de interkristallijne ruimten en de kristallieten, waarbij de atomen der interkristallijn aanwezige stof anodisch in oplossing gaan. Het corrosie-type, dat hierdoor ontstaat, draagt de naam van **interkristallijne corrosie**. Deze corrosie, die door de vorming van beluchtings-elementen bovendien bevorderd wordt, kan diep doordringen en o.a. tot gevolg hebben, dat kristallieten hun onderling mechanisch verband verliezen en uit het metaaloppervlak verdwijnen.

Er zijn nog meerdere factoren, die er toe bijdragen om de kristallietgrenzen bij metalen en legeringen in het algemeen tot zwakke plaatsen te maken met het oog op corrosiemogelijkheden.

Doordat de kristallieten kristallografisch wanordelijk georiënteerd zijn, zullen de roosters van twee aan elkaar grenzende kristallieten in oriëntering uiteenlopen. De atomen in de grenslaag zitten als het ware tussen twee stoelen. Zij moeten zich wat betreft hun plaats min of meer aan beide roosters aanpassen, waardoor zij in hun evenwichtstoestand minder sterk aan deze plaats gebonden zijn dan atomen, die een regelmatige plaats in de kristalroosters innemen. Het gevolg hiervan is, dat het minder energie kost hen uit hun evenwichtstoestand te halen, hetgeen zich o.a. demonstreert in een grotere neiging om in oplossing te gaan. De atomen aan de kristallietgrenzen zullen gemakkelijker in ionvorm overgaan en daardoor een meer onedele potentiaal tegenover een omringende vloeistof hebben dan de meer regelmatig in de kristalroosters geplaatste atomen. De mogelijkheid van de vorming van een locaalelement is daardoor aanwezig, waarbij de kristallietgrens de anode vormt en anodisch kan worden aangetast.

Bij **plastisch vervormde** metalen, waarin nog de daardoor veroorzaakte versterking aanwezig is, komen, zoals dit vroeger uitvoerig besproken is, vooral langs de kristallietgrenzen inwendige spanningen voor. De kristalroosters zijn langs de kristallietgrenzen het sterkst vervormd en de atomen zijn daar ter plaatse door de inwendige spanning het meest uit hun evenwichtstoestand gebracht. De mindere energie, die het kost om deze atomen uit hun potentiaalkuil te lichten, waarop b.v. het spanningsvrij gloeien berust, uit zich eveneens in een grotere oplossingsdrang van deze atomen. Hun potentiaal tegenover de omringende vloeistof is meer onedel, hetgeen betekent, dat om deze reden de kristallietgrenzen

bij plastisch vervormde metalen anodisch aangetast kunnen worden.

Naast het meer aantastbaar zijn van plastisch vervormde metalen door de aanwezigheid van inwendige spanningen, staat bij gegoten metalen het kunnen voorkomen van microscopische krimpruimten tussen de kristallieten. Hierin kan vloeistof binnendringen en, hetzij door vorming van beluchtingselementen, hetzij door microbiologische processen in die vloeistof, geeft dit eveneens aanleiding tot corrosieverschijnselen. Worden gegoten metalen koud bewerkt, dan vullen deze microscopische krimpruimten bij de plastische vervorming van de kristallieten zich op. Gegoten metalen, die koud gedeformeerd zijn en daarna spanningsvrij gegloeid, zijn tegen corrosie het meest bestand.

De, om de verschillende in het bovenstaande opgesomde redenen, grotere aantastbaarheid van de kristallietgrenzen demonstreert zich o.a., wanneer een metaaloppervlak geëtst wordt voor het maken van microscopische metaalpreparaten. Het etsmiddel tast de kristallietgrenzen het sterkst aan en dit heeft tot gevolg, dat deze grenzen zich voor microscopische waarneming duidelijker zullen demonstreren.

Het nut van het polijsten van metaaloppervlakken treedt in verband met de besproken grotere aantastbaarheid van de kristallietgrenzen nogmaals op de voorgrond. Bij het polijsten van een metaaloppervlak worden door de druk en de wrijvingswarmte de aan het oppervlak uitstekende ribben en hoekpunten van de kristallieten plastisch gedeformeerd en als een laag over het metaaloppervlak uitgestreken. Omtrent deze laag, die de naam van **Beilby-laag** draagt, zijn vele onderzoeken gedaan en heerst nog geen communis opinio. Vele argumenten pleiten ervoor om de Beilby-laag als een amorfe laag van enkele moleculen dik op te vatten, waarin de verschillende atoomsoorten van de legering regelmatig verdeeld voorkomen. Deze laag sluit de naast elkaar aanwezige kristallietsoorten en de aantastbare kristallietgrenzen van contact met het omringende milieu af, waardoor het vormen van microlocaalelementen wordt bemoeilijkt en de corrosie geremd wordt (hierop wordt nader teruggekomen in het hoofdstuk, waarin het slijpen en polijsten besproken zal worden).

Het overtrekken van een metaaloppervlak met een laag van een ander metaal, hetzij langs galvanische weg, hetzij langs andere wegen (cementereren, platteren, schoppen, dompelen) geschiedt als regel eveneens om een metaal of legering beter bestand te doen zijn tegen aantasting.

De voornaamste toepassing van deze methode op tandheelkundig gebied betreft het **vernikkelen en verchromen** van de instrumenten, waarover hier in het kort enige opmerkingen zullen worden gemaakt.

Over het algemeen vindt het nut van het aanbrengen van beschermende metaallagen een beperking door het afslijten of het beschadigen daarvan, waardoor het grondmetaal bloot komt te liggen en zich wel zeer gunstige voorwaarden voordoen voor de vorming van localelementen. Of daarbij dan de deklaag anodisch aangetast wordt, hetgeen men bij verzinkt ijzer zou kunnen verwachten, dan wel het grondmetaal de anode vormt, hetgeen bij vertind ijzer of te wel blik het geval zou kunnen zijn, hangt van tal van nevenverschijnselen af (overspanning, vorming van neerslagen met meer positieve potentiaal, enz.). In deze vormt ieder metaal en iedere deklaag naar gelang van hun combinatie en de aard van het omringende milieu een probleem op zichzelf.

Een verdere beperking van het nuttig effect van metallische dek-lagen kan gelegen zijn in de poreusheid van een dergelijke laag. Er treden dan dezelfde nadelige gevolgen op als besproken is bij poreuze oxydelagen (tenminste als het grondmetaal anodisch is t.o.v. de deklaag).

Nu is vooral een chroomlaag zeer poreus en het nadeel daarvan wordt nog vergroot door het feit, dat een chroomlaag b.v. op staal — en hiermede heeft men bij het verchromen van instrumenten voornamelijk te maken — niet in een behoorlijke dikte kan worden aangebracht, aangezien een chroomlaag dan scheurt. Het merkwaardige is dan ook, dat het verchromen niet geschiedt om het staal tegen corrosie te beschermen, hetgeen men veelal meent, denkende aan de roestvrije chroomlegeringen. Het zijn twee andere eigenschappen van chroom, die de oorzaak zijn van de ruime toepassing, die het verchromen tegenwoordig vindt, namelijk de **grote hardheid van chroom**, waardoor de slijtage van de deklaag klein is en de **hoge glans van chroom**, die het steeds bewaart, aangezien dit metaal goed afgesloten is door zijn dunne, doorzichtige en zeer resistente oxydehuid.

Bij verchromde instrumenten geschiedt de eigenlijke bescherming van het staal door een onder de chroomlaag eerst aangebrachte nikkellaag, die vaak nog door het aanbrengen van een koperlaag op het staal is voorafgegaan.

Nikkel kan wel in dikkere lagen worden aangebracht, waardoor

het poreus zijn van de nikkellaag, die op zichzelf reeds minder poreus is dan een chroomlaag, beter kan worden tegengegaan. De orde van dikte der nikkellaag, die men voor het verchromen, hetzij direct op het staal, hetzij op een eerst aangebrachte onderlaag van koper aanbrengt, is ongeveer 25 micron.

Het nikkel zelf is veel zachter dan chroom, waardoor de nikkellaag sneller slijt en door krassen spoediger dof wordt. Bovendien is de oxydehuid op nikkel niet zo resistent als die op chroom, zodat zich door atmosferische en andere invloeden reactieproducten kunnen vormen, die de nikkellaag dof maken. Op het nikkel wordt om cosmetische redenen en vanwege de geringere slijtage een chroomlaag aangebracht. De dikte daarvan bedraagt ongeveer 0,5 micron.

Tot slot van dit hoofdstuk zal nog enige aandacht geschonken worden aan enkele corrosiemogelijkheden, die zich in de mond kunnen voordoen.

Als verschillende metalen, b.v. amalgaam en goud, in een mond naast elkaar voorkomen, dan maakt dit de vorming van een macrolocaalelement mogelijk, waarvan, bij dit voorbeeld, amalgaam de anode zal zijn. Naast de corrosie van het amalgaam, die hiervan het gevolg moet zijn, veroorzaakt een dergelijke situatie een onaangename metaalsmaak in de mond en er kan zelfs een voor de patiënt onaangename galvanische prikkel optreden.

Toch komen goud en amalgaam zeer veelvuldig naast elkaar voor in een mond zonder de zo juist geschetste gevolgen. Dit heeft twee oorzaken. In de eerste plaats moet de stroom bij dit lokaalelement een vrij lange weg door de mondvloeistof afleggen. Daar bovendien de mondvloeistof een geringe geleidbaarheid heeft, zal de inwendige weerstand van het gevormde galvanische element groot zijn, zodat slechts weinig stroom zal doorgaan. In de tweede plaats hebben zich als regel op de metaaloppervlakken in de mond neerslagen afgezet, die beide elektroden „polariseren” en de E.M.K. kleiner maken, zo niet tot nul reduceren. De vorming zowel als de aard dezer neerslagen staan onder invloed van de samenstelling van de mondvloeistof, die bij de verschillende individuen sterk uiteenloopt. De hierop betrekking hebbende verschijnselen zijn praktisch nog niet bestudeerd, zodat zich weinig laat opmerken over de neerslagen, die men in de mond op metaaloppervlakken kan aantreffen.

De verkleuring, die men zo veelvuldig in de mond kan waarnemen op metaaloppervlakken, zelfs op goud van een hoog gehalte,

zijn veelal het gevolg van galvanische processen. (Hier wordt natuurlijk niet bedoeld op bruine aanslag in de monden van rokers).

Vormt zich een localelement tussen twee metalen, die beide edeler zijn dan waterstof en dit is b.v. in de mond het geval bij aanwezigheid van goud, zilver, koper, dan kan het volgende opgemerkt worden.

Het anodische metaal zal ionen in oplossing sturen en deze zullen, zij het ook in zeer geringe concentratie, door de mondvlloeistof ten slotte de omgeving van de kathode, het goud, kunnen bereiken. Naast de positieve waterstofionen zullen deze positieve metaalionen, afkomstig van de anode, zich op het goud ontladen en zich daarop afzetten (dit zullen zij zelfs gereeder doen dan de waterstofionen, aangezien zij edeler zijn). Het goudoppervlak overtrekt zich zodoende met een dun laagje van een meer onedel metaal, dat in tegenstelling met goud met in het mondmilieu aanwezige stoffen, ontsierende gekleurde reactieproducten kan vormen. Hiermede in verband staat ook de raad om bij het uitkoken van gouden werkstukken steeds vers zuur te gebruiken, waarin zich nog geen ionen van onedeler metalen kunnen bevinden, die op het goud zouden neerslaan. Ook het gebruik van een pincet uit onedel metaal om het gouden werkstuk uit het zuur te halen is in dit verband als een onjuiste handelwijze aan te merken.

Bij nieuw gelegde amalgaamvullingen, vooral als deze in direct contact zijn met een ander metallisch vulmateriaal, zullen zich de geschetste onaangename gevolgen in het begin meer kunnen voordoen. Als regel verdwijnen zij echter na enige tijd door de vorming van polariserende neerslagen op het metaaloppervlak, zodat slechts in enkele gevallen moet ingegrepen worden.

Het meest kunnen zich de galvanische verschijnselen op hinderlijke wijze doen gelden bij metalen prothesen. Doorlopende klammers b.v. schuren langs de oppervlakten der vullingen en kronen, verwijderen de daarop aanwezige neerslagen en leggen bovendien een goed direct metallisch contact tussen de verschillende metalen. Dit opent de mogelijkheid voor het optreden van sterkere galvanische stromen, die de patiënt onaangename prikkels bezorgen. In deze gevallen moet wel ingegrepen worden, aangezien de verschijnselen hier door de aanhoudend schurende werking van de prothesen langs de oppervlakten van de vullingen en kronen op den duur niet vanzelf verdwijnen of verminderen. Bij het aanbrengen van herstellingen in de mond moet men steeds aan de mogelijkheid van

het zich kunnen vormen van locaalelementen denken. Een gouden kroon b.v. aangebracht over een stomp, waarvan de opbouw (inlay of amalgaam) onder de kroonrand uitkomt, ook al bevindt deze zich beneden de tandvleesrand, opent de mogelijkheid voor het optreden van galvanische verschijnselen, die corrosie of verkleuringen kunnen veroorzaken. Klinisch is algemeen het feit bekend, dat soldeerplaatsen bij de in de mond aangebrachte herstellingen of apparaten sterker aangetast worden. Het behoeft bijna geen betoog, dat hiervan de oorzaak is het locaalelement tussen het soldeer en het metaal, waarbij de soldeerplaats anodisch is.

Over de corrosieverschijnselen bij de verschillende metalen en legeringen in de mond zijn nog betrekkelijk weinig systematische waarnemingen gedaan. Voor een clinicus, gewapend met wat theoretisch inzicht in het corrosieverschijnsel, ligt hier ongetwijfeld een nuttig en dankbaar terrein voor waarnemingen. De spleet b.v. tussen een amalgaamvulling en de caviteitswand biedt goede mogelijkheden voor de vorming van een beluchtingselement, waarbij het spleetoppervlak anodisch is. In hoeverre dit in verband kan staan met het zwartworden van sommige gebitselementen, waarin een amalgaamvulling is aangebracht, kan als een voorbeeld gelden van de talloze vragen, die men zich op dit gebied kan stellen.

Tenslotte nog een opmerking over de volgende corrosie-mogelijkheid, die zich in de mond kan voordoen. Indien een stuk metaal in aanraking is met twee verschillende milieu's, dan vormt zich een locaalelement, aangezien de potentiaal van het metaal tegenover de beide milieu's verschillend zal zijn. Bevindt zich aan de cervicale rand van een vulling of kroon wat materia alba of een andere aanslag, dat de vrije toetreding van speeksel tot het metaaloppervlak verhindert of belemmert, dan zal door microbiologische of andere oorzaken daar ter plaatse een andere zuurgraad en zuurstofspanning kunnen heersen, dan op het verdere metaaloppervlak, dat in meer directe aanraking met de mondvloeistof is. Er kan zich dan een locaalelement vormen, waarbij de cervicale rand anodisch zal zijn, omdat onder tандаanslag de zuurstofspanning zeker en de zuurgraad in de meeste gevallen lager zal zijn dan van het speeksel. Aan de cervicale randen van vullingen en kronen vindt men inderdaad soms aanwijzingen van corroderende activiteit, die men dan aldus kan verklaren. Ook bij het optreden van verkleuringen in zo'n geval denke men aan deze oorzaak.

(Wordt vervolgd)