

Chemische Feitelijkheden

editie 68 | nr 286 | juli 2012

DE CONTEXT Lichaamskunst
DE BASIS Van arylide tot zinkoxide
DE DIEPTE Levend canvas
AUTEUR: ARNO VAN 'T HOOG

TATOEAGES



Inkt in de huid

Wanneer de tatoeage precies zijn intrede deed in de menselijke geschiedenis, is niet meer te achterhalen. Maar het is duidelijk dat de mens van oudsher iets heeft met permanente lichaamsdecoratie door het inbrengen van kleurstoffen onder de huid.

Tatoeëren is dus geen modern verschijnsel, maar toch is het nog nooit zo populair geweest als in het voorbije decennium. Wereldwijd hebben vele miljoenen mensen een tatoeage, in sommige landen zelfs meer dan 10 procent van de bevolking.

Tatoeëren is relatief veilig: ondanks die grote aantallen hoor je zelden iets over complicaties. Toch kunnen er wel degelijk infecties optreden, of allergische reacties op uiteenlopende stoffen in de tatoeage-inkt.

De populariteit van het tatoeëren heeft ook geleid tot ont-

wikkeling van methoden om tatoeages te verwijderen. Want sommigen krijgen spijt of vinden hun oude, vervagende tatoeage niet mooi meer. Soms lukt dat verwijderen heel goed, maar in bepaalde gevallen blijken de chemische eigenschappen van de pigmenten onverwachte effecten te hebben.

In deze Chemische Feitelijkheid

- De Context: Waar komt de aantrekkingskracht van tatoeages vandaan? Hoe is dit gebruik ooit begonnen, en hoe werken tatoeëerders tegenwoordig?
- De Basis: Wat zit er allemaal in tatoeage-inkt en waarom blijft de tekening op z'n plaats?
- De Diepte: Hoe reageert de huid op duizenden inktdruppeltjes en kun je een tatoeage helemaal verwijderen?

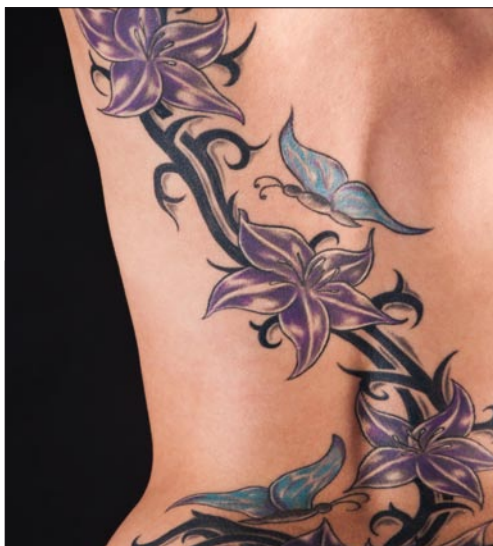
Tatoeëren is een eeuwenoud ritueel dat in onze tijd een opvallende bloei doormaakt. De motieven om een tatoeage te nemen zijn zeer divers en de uitvoering is **kleurrijk**, maar de techniek is nauwelijks veranderd.

Lichaamskunst van alle tijden

Tatoeages zijn een oervorm van lichaamsversiering. De oorsprong is niet meer te achterhalen. Er zijn sporen van tatoeages gevonden op mummies uit het oude Egypte, maar ook bij de Romeinen en bij Aziatische volkeren en de Inuit. Een van de meest aansprekende voorbeelden uit de oudheid is de ijsmummie Ötzi, die in 1991 hoog in de Italiaanse Alpen werd gevonden in de uitloper van een gletsjer. Toen de man zo'n 5300 jaar geleden stierf, had hij meer dan vijftig kleine donkere tatoeages op zijn lichaam. De meeste zijn parallelle lijntjes op onderrug, knieën en enkels. Onderzoek wees uit dat het pigment bestaat uit roet of asdeeltjes, ingebracht met een scherp voorwerp.

Ötzi had weliswaar tatoeages, maar verder zijn er in Europa weinig bewijzen gevonden van tatoeagepraktijken. Dat is wel anders op Tahiti en Hawaï en in Nieuw-Zeeland. Daar lieten de oorspronkelijke bewoners zeer uitgebreide patronen aanbrengen. Het Engelse woord *tattoo* stamt dan ook af van het Tahitiaanse 'tatau', een term die verwijst naar het kloppen met een hamertje op een inkt gedoopt kammetje met scherpe puntjes. Ontdekkingsreizigers brachten de kennis en technieken naar Europa, terwijl missionarissen het tatoeëren door inheemse volkeren resoluut verboden.

Ooit waren tatoeages in de westerse wereld voorbehouden aan bepaalde beroepen of subculturen, zoals zeelieden en leden van motorclubs of criminele bendes. Dat is inmiddels veranderd. Verschillende onderzoeken suggereren dat tussen de 10 (Europa) en 15 procent



De een vindt het mooi, de ander noemt het verminking van het lichaam.

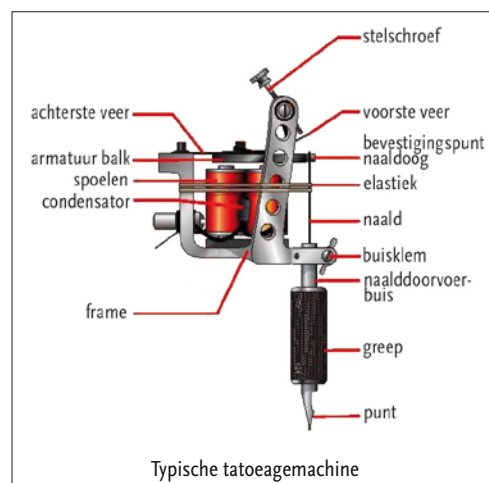
(VS) van de volwassenen er een heeft. Vooral mensen tussen de 25 en 35 jaar dragen tatoeages.

Hoewel tatoeages dus heel algemeen zijn, blijken de motieven om een tatoeage te nemen heel divers. Mensen noemen verschillende redenen: ze zien een tatoeage bijvoorbeeld als een kunstuiting, willen zich ermee onderscheiden van anderen, zetten zich af tegen tradities of tonen loyaliteit aan een bepaalde groep. Maar tatoeages kunnen ook een symbool zijn van een persoonlijke belevenis, verlies of de afsluiting van een levensfase. Daarnaast kunnen er allerlei oude, culturele tradities schuilgaan achter huidversiering. Dat zie je vooral bij niet-permanente tatoeages, zoals hennatatoeages bij huwelijksceremonies (zie kader).

Verder is de tatoeage sterk in opkomst als een vorm van permanente make-up, voor het permanent accentueren van wenkbrauwen, oogranden en lippen. Het resultaat is subtieler dan een onderhuidse afbeelding, maar de techniek is hetzelfde. In het verlengde van permanente make-up ligt de zogeheten dermatografie, waarbij dermatologen tatoeagetechnieken gebruiken om bijvoorbeeld wijnvlekken te behandelen. Deze rode verkleuringen van de huid kunnen goed met tatoeage-inkt worden gecamoufleerd. Een andere toepassing is het inkleuren van opvallende littekens, plaatselijk verbleekte huid of het accentueren van een tepel na een borstreconstructie.

TATOEËERMACHINES

In de tweede helft van de 18de eeuw gingen zeelieden hun eigen ontwerpen maken en aanbrengen. In 1891 ontwikkelde Samuel O'Reilly een elektrische tatoeëermachine, die een massief naaldje



HENNATATOEAGES

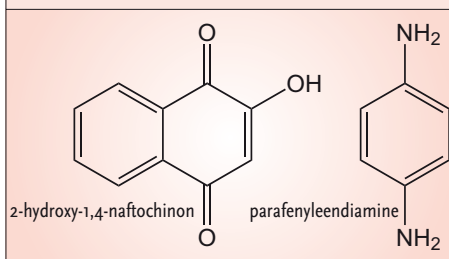
Wie een langdurige, maar niet-permanente huidversiering wil, kan zich laten beschilderen met henna. Dat is een pasta van vermalen bladeren van de hennastruik (*Lawsonia inermis*). Deze lichaamsversiering stamt oorspronkelijk uit India, maar is inmiddels wijdverbreid in het Midden-Oosten en Noord-Afrika, vooral rond huwelijken en andere feestelijkheden.

De kleurstof die in henna zit – Lawsone, oftewel 2-hydroxy-1,4-naftochinon – reageert met keratine in huid. Het resultaat is een diepe, bruinrode kleuring, die pas na een aantal weken verdwijnt door het afschilferen van de huidcellen. Henna zelf is onschuldig, maar er zijn de afgelopen



Allergische huidreactie op parafenyleendiamine in black henna.

jaren wel gevallen gemeld van ernstige huidreacties na versiering met zogeheten *black henna*. Dat is henna waaraan de synthetische kleurstof parafenyleendiamine is toegevoegd. Die stof kan allergische reacties veroorzaken. Probleem daarmee is dat parafenyleendiamine een veelgebruikte kleurstof is in bijvoorbeeld inkt en haarverf. Wie een allergie voor deze kleurstof ontwikkelt, moet in de toekomst elk contact met die producten vermijden.



snel op en neer beweegt. Hij baseerde zich op een graveermachine die kort daarvoor was ontwikkeld door Thomas Edison. De elektrische aandrijving van de tatoeagemachine is door de jaren heen sterk verbeterd.

Hedendaagse tatoeagemachines hebben een klein inktreservoir van waaruit de inkt langs de naald naar de punt stroomt. Die beweegt met een variabele frequentie tussen de 50 en 3000 keer per minuut heen en weer. Er zijn ook tatoeëernaalden die eruit zien als een vorkje met vijf à tien parallelle naaldjes. Daarmee kun je grotere vlakken en subtiele schaduwen aanbrennen. Maar toch is het basisprincipe nog altijd onveranderd: kleine deeltjes pigment of inkt worden in de huid gebracht, op een diepte tussen de 1 en 2 millimeter.

Met moderne apparatuur en inkt kunnen geoefende vakmensen in relatief korte tijd een kunstwerk creëren. Meestal beginnen ze met het maken van een aantal schetsen of tekeningen, soms kiezen ze een ontwerp uit een voorbeeldboek. De afbeelding kopiëren ze als een lijntekening op speciaal transferpapier. Die brengen ze vervolgens over op het lichaam door het transferpapier op de vochtige huid te drukken, exact op de gewenste plaats. Daarna is het aan de tatoeëerder om de lijnen met de tatoeëermachine de juiste dikte te geven, en ten

slotte de gewenste kleuren en schaduwen in te vullen.

Na afloop wordt de tatoeage meestal met een zalf ingesmeerd en afgedekt met verband of een folie om infecties te voorkomen. In de weken erna moet de persoon de tatoeage goed schoon houden en verzorgen met zalf of creme. Zwembadbezoek of blootstelling aan de zon wordt afgeraden. Dit alles moet infecties voorkomen en zorgen voor een zo snel mogelijke genezing van de wond.

Tatoeëren is een decoratietechniek die de huid perforereert en een mix van verschillende stoffen in het menselijk lichaam brengt. Je zou verwachten dat daar strenge bepalingen voor gelden – maar lange tijd was er opvallend weinig wettelijk vastgelegd. Vaak was het onduidelijk wat er precies in tatoeage-inkt zit, en hoe lang die houdbaar is. Onderzoek van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit bracht daar in 2001 verandering in.

Onderzoekers namen 63 monsters van tatoeagekleurstoffen; 18 procent bleek microbiëel verontreinigd. Dat levert duidelijk risico's op infectie. In 17 procent van de monsters zaten azo-kleurstoffen (zie Basis). Die felgekleurde stoffen kunnen bij afbraak kankerverwekkende aromatische amines afgeven, en ze waren om die reden al verboden voor toepassing in kleding en schoeisel. Analyse liet zien dat die amines ook daadwerkelijk aanwezig waren. Tot slot bleek een aantal monsters flinke gehalten aan (zware) metalen te bevatten.

SPELREGELS

Naar aanleiding van deze resultaten besloot de toenmalige minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport een reeks regels en een vergunningstelsel in het leven te roepen. Die regels verplichten tatoeëerders tot bepaalde hygiënemaatregelen en stellen kwaliteitseisen aan tatoeage-inkt. Ze beschrijven bijvoorbeeld grenswaarden van verontreinigingen zoals chroom en kwik, en geven aan welke (kleur)stoffen verboden zijn voor gebruik in tatoeage-inkt.

WET- EN REGELGEVING

Hoewel er in de EU toelatingsprocedures bestaan voor bepaalde ingrediënten in cosmetica, bestaat er geen keuringstraject voor tatoeage-inkt. Er is wel sprake van wetgeving met zogeheten negatieve regulering. Die geeft een opsomming van stoffen die niet zijn toegestaan in tatoeage-inkt. Vaak zijn dat verbindingen die ook in cosmetica verboden zijn.

In Nederland moeten mensen die tatoeages of permanente make-up willen aanbrennen, een vergunning hebben van de GGD. Zo'n vergunning geldt voor drie jaar. Verder moeten ze zich houden aan de Hygiënerichtlijnen voor tatoeëren en het Warenwetbesluit tatoeagekleurstoffen.

In 2008 nam de Raad van Europa een resolutie aan waarin zaken worden beschreven waarop overheden minimaal zouden moeten letten, zoals verboden



stoffen en grenswaarden aan verontreinigingen. De resolutie omschrijft ook een *safety data sheet* met analysegegevens voor verontreiniging van ingrediënten met bijvoorbeeld amines en zware metalen. In de praktijk laten verschillende inktproducenten deze analyses uitvoeren: ze leveren de *safety data sheet* mee met elke bestelling van tatoeage-inkt.

Tatoeage-inkt is chemisch gezien opvallend divers. De **samenstelling** varieert van eenvoudige koolstof in water tot mengsels van metaalzouten, synthetische pigmenten en kunstharsen.

Van arylide tot zinkoxide

De buitenste huidlaag (de opperhuid of epidermis) vernieuwt zich voortdurend door celdeling. Wil je een permanente afbeelding in de huid maken, dan moet je de kleurstof dus dieper inbrengen. Dat wil zeggen: door de opperhuid heen in de daaronder liggende laag: de lederhuid of dermis. Precies op de grens van epidermis en dermis ligt een cellaag met huidstamcellen, die zorgt voor de voortdurende vernieuwing van de opperhuid. Tatoeages worden aangebracht in het bovenste deel van de dermis, 1 tot 2 millimeter onder het huidoppervlak: net

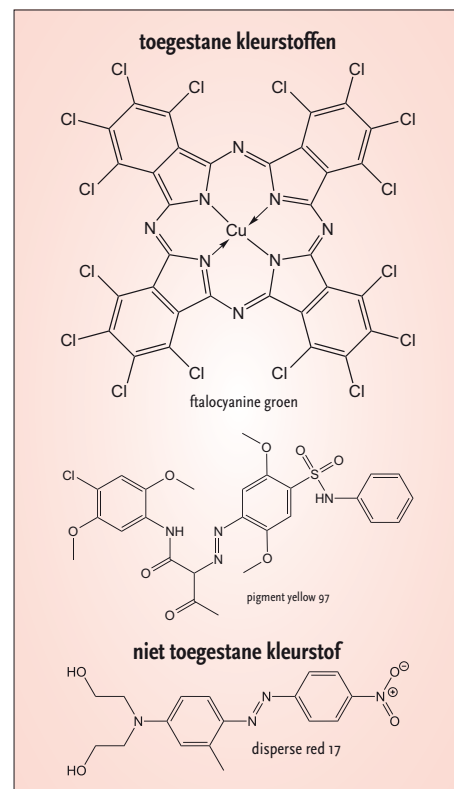
voorbij die delende grenslaag. Daar blijft de inkt op zijn plaats.

In vroeger tijden bestond tatoeage-inkt vooral uit koolstof, mineralen en plantenextracten. Tegenwoordig zijn de mengsels veel complexer en kleurrijker. Moderne tatoeage-inkt bestaat uit een of meerdere kleurstoffen die bepaalde delen van het zichtbare lightspectrum absorberen. Die kleurstoffen zijn gemengd met water, glycerol (1,2,3-propaantriol) en een uiteenlopende reeks andere toevoegingen, waaronder zelfs harsen en plastics. Hoewel het woord tatoeage-inkt anders doet vermoeden, is het een emulsie van niet-oplosbare kleine kleurstofdeeltjes. Een simpele wateroplosbare inkt zou namelijk onderhuids snel vervloeien en worden afgevoerd.

Tatoeages kunnen twee hoofdgroepen van kleurstoffen bevatten: anorganische en organische kleurstoffen, waarbij de laatste van natuurlijke en organisch chemische oorsprong kunnen zijn. De anorganische kleurstoffen bestaan uit metaaloxiden, -sulfaten en hydroxiden. De organische kleurstoffen zijn meestal complexe cyclische verbindingen, zoals azo-kleurstoffen, koperftalocyanine en dioxazine. Veel moderne tatoeage-inkt is een mengsel van zowel organische als anorganische pigmenten.

ZWARE METALEN

Tatoeage-inkt maak je door een pigmentpoeder of pasta met de gewenste korrelgrootte te mengen met water en glycerine. Glycerine zorgt ervoor dat de inkt de juiste eigenschappen heeft bij het tatoeëren: goed vloeibaar, maar ook niet te waterig. De dragervloeistof moet ervoor zorgen dat de deeltjes netjes gesuspenderd blijven, zodat er geen verschillen in



kleurintensiteit kunnen optreden. Andere toevoegingen, zoals alcohol, hebben een ontsmettende werking.

De samenstelling van tatoeage-inkt is de afgelopen decennia geleidelijk veranderd.

EEN BRANDEND GEVOEL



Het is bekend van tatoeages en permanente make-up dat ze tijdens een MRI-scan een brandend gevoel kunnen veroorzaken. Dat gebeurt echter slechts bij een zeer klein percentage van de patiënten. In uitzonderlijke gevallen begint de getatoeëerde huid zo hevig te branden dat de artsen de MRI-scan moeten afbreken. Er zijn enkele gevallen bekend van mensen die tijdens zo'n scan brandwonden opliepen. Meestal ging het daarbij om donkerbruine of zwarte tatoeages. Waarschijnlijk bevatten die inkt met ijzeroxide. Dat heeft ferromagnetische eigenschappen, en leidt daarom tijdens MRI tot opwarming. Ook zijn er aanwijzingen dat een cirkelvorm in de tekening bijdraagt aan interactie met het magnetisch veld in de MRI-scanner. Vanwege de zeldzaamheid is een tatoeage nooit een reden om geen MRI-scan te laten maken.

MODERNE TATOEAGE INKT

| Intenze Dragon Greene 048 | |
|---------------------------|--|
| Ingrediënten: | |
| Acrylic Resin | TSRN 00195201005-5102P TSRN 00195201005-5100P |
| Titaniumoxide | C.A.S.# 13463-67-7 |
| Water | C.A.S.# 7732-18-5 |
| Ftalocyanine Groen | 7 C.A.S.# 1328-53-6 |
| C.I. Pigment Yellow 97 | C.A.S.# 12225-18-2 |
| Glycerine | C.A.S.# 56-81-5 |

ALLE KLEUREN VAN DE REGENBOOG

| Stof | Kleur |
|---|-----------------------|
| Anorganische pigmenten | |
| Titaniumoxide, Zinkoxide, Loodoxide | Wit |
| Kwicksulfide, Cadmiumselenide | Rood |
| Cobalt(II)aluminaat | Blauw |
| Koolstof, Ijzeroxide | Zwart |
| Ijzeroxide | Bruin |
| Chroomoxides | Groen |
| Cadmiumsulfide | Geel |
| Bariumsulfaat (drager voor organische kleurstoffen) | Wit |
| Organische pigmenten | |
| <i>Organisch chemische pigmenten</i> | |
| Azo kleurstoffen | Breed kleurenspectrum |
| Koperfalcyanines | Groen, blauwgroen |
| Dioxazines | Paars, violet |
| Arylide pigmenten | O.a. geel |
| Quinaridone | Rood |
| <i>Natuurlijke pigmenten</i> | |
| Curcumine (Indiaase geelwortel) | Geel |
| Braziline (uit hout van de Brazilaanse boom <i>Caesalpinia echinata</i>) | Rood |
| Santoline A (uit hout van de Indiase boom <i>Pterocarpus santalinus</i>) | Rood |

In vroeger tijden gebruikte men vooral Oost-Indische inkt of een andere bron van zwart koolstofpigment, plus een aantal metaalzouten en mineralen, zoals oker.

Vooraf metaalzouten leveren stabiele kleuren op, maar ze kunnen ook giftig zijn en allergische reacties opwekken. Dat geldt vooral voor kwicksulfide (rood), cadmiumsulfide (geel) en chroomoxide (groen). Deze metalen zijn inmiddels in veel landen verboden in tatoeage-inkt. Andere metalen, zoals ijzeroxide en titaniumoxide zijn nog wel op grote schaal in gebruik.

LICHTGEVENDE INKT

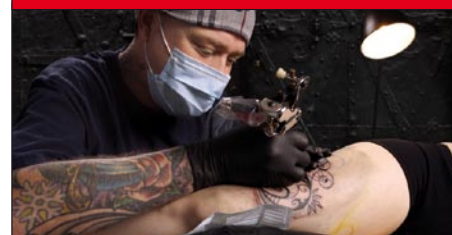
Veel op metalen gebaseerde kleurige pigmenten zijn inmiddels vervangen door organische kleurstoffen. Vooral complexe azo-kleurstoffen maakten in de jaren 80 een flinke opmars. Bepaalde azo-kleurstoffen zijn opgebouwd uit kankerwekkende aromatische amines. Die amines – waaronder toluendiamine en dichloorbenzidine – kunnen als verontreiniging in de kleurstof zitten, of vrijkomen als de kleurstof in de huid wordt afgebroken. Daarom is in de Nederlandse Warenwet en in de wetgeving van veel andere landen een reeks azo-kleurstoffen vastgelegd die verboden zijn voor gebruik in tatoeage-inkt.

Toch laten de regels nog genoeg ruimte om een compleet kleurengamma van tatoeagetinten te kunnen maken. Er zijn sinds een aantal jaren zelfs verschillende

tinten fluorescerende pigmenten op de markt. Zo'n tatoeage licht op in het donker als je in de buurt van een *black light* staat. Waar die fluorescerende pigmenten precies uit bestaan, is niet publiek bekend: de fabrikanten houden die informatie zorgvuldig geheim.

Ook zijn er ontwikkelingen op het gebied van toevoegingen. Een van de innovaties is het bijmengen van plastics en harsen, zoals acrylonitril-butadien-styreen (ABS) of polymethylmethacrylaat (PMMA). ABS wordt onder meer verwerkt in helmen, autobumpers en legoblokjes. PMMA is een grondstof voor plexiglas ruiten, maar zit ook in tandvullingen en botcement.

HYGIËNE



Bij tatoeëren wordt de huid geperforeerd. Daardoor bestaat er kans dat er virussen en bacteriën mee naar binnen komen. Onderzoek heeft een verband aangetoond tussen het hebben van een tatoeage en besmetting met hepatitis. Zo was een hepatitis B-uitbraak in 1982 in Amsterdam terug te voeren op een besmette tattoo-shop-eigenaar. In Nederland zijn daarom sinds eind jaren 80 steeds verder aangescherpte hygiënerichtlijnen van kracht. Sinds 2009 zijn die wettelijk vastgelegd. Die regels omschrijven onder meer de plicht voor het gebruik van allerlei steriele wegwerpmaterialen, zoals handschoenen, naalden en inktcups. Verder zijn er sterilisatieprotocollen voor tatoeage-instrumenten die worden hergebruikt. Ook is voorgeschreven dat degene die de tatoeage zet, de huid vooraf moet desinfecteren en achteraf verzorgen en afdekken met wondspray of een folie.

Deze kleurloze polymeren worden vermalen tot deeltjes van minder dan een micrometer groot. Sommige fabrikanten van populaire inktmerken voegen zulke deeltjes standaard toe, al kun je niet altijd direct in de ingrediëntenlijst herkennen om welk polymeer het precies gaat. Soms staat er 'proprietary resin' of 'acrylic resin'. De toevoeging daarvan aan tatoeage-inkt levert volgens de fabrikanten kleuren op die veel levendiger en bestendiger zijn.

STRUCTUURFORMULES ALS TATOEAGE

Toen wetenschapsjournalist en schrijver Carl Zimmer op een dag bij een universitair docent neurobiologie op bezoek was, merkte hij op dat deze een tatoeage van een stukje dna in helixvorm had. Die obsessie of liefde voor een onderwerp moet duidelijk aanwezig zijn, want niet iedereen zet zomaar een structuurformule, dna-ladder of massaspectrometer voor eeuwig op zijn bovenarm of rug. Zimmer verzamelde sindsdien honderden foto's en verhalen. Onderzoeker Corey Ptak bijvoorbeeld liet de structuurformule van het gigantische fulvinezuur op zijn rug tatoeëren. Zijn onderzoek richtte zich op dit molecuul en 'dat onderzoek deed meer pijn dan het zetten



van een tatoeage.' Paula Zelanko, chemicus aan de universiteit van Philadelphia, onderscheidt strontiumisotopen met een massaspectrometer om zo de temperatuur te kunnen vaststellen van het zeewater van 10 miljoen jaar geleden. Uiteraard heeft zij een tatoeage van een versimpelde massaspectrometer op haar buik.

Het zetten van een tatoeage wekt een biologische reactie op. De **huidcellen** proberen de pigmenten af te voeren, wat ook ten dele lukt. Wie echter z'n hele tatoeage na verloop van tijd kwijt wil, moet veel moeite doen.

Levend canvas

De huid wordt bij het tatoeëren op grote schaal lek geprikt. Er worden vele duizenden gaatjes gemaakt in de epidermis en de delende grenslaag daaronder, waarbij kleine inktdruppeltjes worden achtergelaten, net onder de delende cellaag met huidstamcellen. De dermis is de huidlaag die de huid stevigheid geeft en waarin zich haarzakjes, zweetklieren, bloedvaten en zenuwuiteinden bevinden. De dermis bestaat voornamelijk uit fibroblasten die collageenvezels produceren en verschillende afweercellen zoals macrofagen. Daarmee is de huid een belangrijke barrière tegen infecties en blootstelling aan allerlei stoffen.

Tatoeëren is vergelijkbaar met het duwen met een punaise in een prikbord: er blijven gaatjes achter met daarin een mengsel van lichaamsvreemde stoffen.



Moderne inkt levert resultaat met felle kleuren.

Kortom, tatoeëren levert een huidwond op met onderliggende weefselschade. Het resulteert al tijdens het zetten in een lichte bloeding en weglekken van weefselvocht, en in de uren en dagen erna in een afweerreactie.

Van buitenaf bekeken duurt het genezen van de tatoeagewond ongeveer een week: de zwelling is dan weg en de eventuele korstjes bloed met opgedroogde inkt laten los. Maar onderhuids duren de cellulaire processen zo'n 6 tot 8 weken. In eerste instantie bevindt de inkt zich tussen de cellen en collageenvezels in de dermis, maar ook in de epidermis. Het naaldje laat op weg naar z'n doel namelijk een inktspoor achter in de hoger gelegen huidlagen. Die inkt verdwijnt in de loop van weken met de celdeling en het afschilferen van de opperhuid. Daardoor kan de tatoeage in de eerste weken na het zetten iets minder fel van kleur worden.

IMMUUNSISTEEM

De grenslaag met stamcellen tussen epidermis en dermis wordt door het binnendringen van de tatoeagenaald en de inkt flink overhoop gehaald. Die grenslaag herstelt zich weer in de loop van een aantal weken. Het wondweefsel onder de grenslaag wordt daarbij vervangen door bindweefsel dat extra collageen bevat.

In de tussentijd trekt de onderhuidse schade de aandacht van het immuunsysteem: er is een lichaamsbarrière beschadigd en er bevinden zich allerlei lichaamsvreemde stoffen in de huid. Afweercellen, vooral macrofagen, proberen de inktdeeltjes op te ruimen door middel van fagocytose (omsluiting en 'vertering' van de vreemde deeltjes). Voor een deel lukt dat: sommige van de met tatoeage-inkt beladen macrofagen trekken dieper de dermis in, uiteindelijk naar



Het aantal kleuren is eindeloos.

de lymfeklieren, waardoor de inkt uit de huid verdwijnt. Dit proces houdt vermoedelijk nooit helemaal op. Dat is een van de redenen waarom tatoeages in de loop van de jaren geleidelijk ontkleuren en vervagen. Er is zelfs tatoeage-inkt aangetroffen in de lymfeklieren van mensen die 30 jaar eerder een tatoeage hadden laten zetten.

Histologisch onderzoek aan getatoeerde huid laat zien dat de overgebleven pigmentdeeltjes zes weken na het zetten gedeeltelijk tussen de cellen en collageenvezels zitten, maar vooral binnenin bepaalde cellen. Vooral fibroblasten en macrofagen blijken pigmentdeeltjes in te sluiten. De vorming van extra collageen helpt vermoedelijk die situatie te stabiliseren: de inktdeeltjes en cellen met inkt zitten 'gevangen' in een netwerk van collageenvezels. De inkt blijft zo langdurig op z'n plek in de bovenste laag van de dermis en dat zorgt voor de permanente zichtbaarheid van de tatoeage.

Bij het overgrote deel van de tatoeages blijft het bij deze dermatologische processen. De tatoeage komt snel tot rust. Maar in zeldzame gevallen kan er na verloop van weken of maanden een allergische reactie ontstaan tegen een van de bestanddelen van de tatoeage-inkt. In een enkel geval treden die reacties pas op na langdurige blootstelling aan fel zonlicht, of na een laserbehandeling die is gericht op het verwijderen van de tatoeage. Dergelijke afweerreacties leiden soms tot ernstige

TATOEAGES EN HUIDKANKER

Een tatoeage – een onderhuids ingebrachte mix van metaalzouten, complexe organische kleurstoffen en andere toevoegingen – zorgt voor een levenslange blootstelling aan een grote hoeveelheid lichaamsvreemde stoffen. Van een aantal daarvan bestaan aanwijzingen dat ze kankerverwekkend kunnen zijn.

Toch leveren miljoenen tatoeages vooralsnog geen bewijs voor een stijging van de kans op huidkanker. Een recente literatuurreview beschrijft 50 gevallen van verschillende vormen

van huidkanker in een tatoeage. Dat aantal is zo laag dat de auteurs concluderen dat de tot nu toe gemelde gevallen op toeval moeten berusten. Er zijn momenteel geen aanwijzingen dat tatoeages de kans op huidkanker vergroten. Omdat kanker zich pas na tientallen jaren openbaart, en steeds meer mensen zich laten tatoeëren, stellen sommige onderzoekers dat je alleen op basis van grote epidemiologische studies conclusies kunt trekken over de eventuele langetermijnrisico's van tatoeëren. |

roodheid en zwelling van bepaalde kleurvlakken van een tatoeage. Afhankelijk van de ernst kunnen die reacties worden behandeld met bijvoorbeeld hormoonzalf. Soms is verwijdering van de tatoeage de oplossing.

Er zijn vooral allergische reacties bekend tegen rode inkt die kwiksulfide bevat, maar ook van tatoeagepigmenten met chroom en kobalt. Van sommige organische azo-kleurstoffen zijn zeldzame allergiegevallen bekend. Mede daarom zijn deze stoffen in tatoeage-inkt sinds een aantal jaren in Nederland verboden. Maar ook tegen andere pigmenten of toevoegingen kunnen allergische reacties optreden.

LASERS EN CHEMIE

De ontwikkeling van nieuwe pigmenten en toevoegingen van diverse stoffen levert misschien feller gekleurde en robuustere tatoeages op. Toch kan juist die robuustheid een probleem opleveren zodra de eigenaar besluit dat hij genoeg heeft van zijn oude tatoeage. De opkomst van gespecialiseerde laserklinieken laat zien dat er een markt is voor het laten verwijderen van tatoeages. Veel onderzoek is er nog niet naar gedaan, maar mogelijk

wordt zo'n 20 procent van de tatoeage-eigenaren na een aantal jaren ontevreden en streeft 6 procent uiteindelijk naar verwijdering.

In het verleden werden tatoeages verwijderd door te schuren met zout, bewerking met agressieve chemicaliën en zelfs een chirurgische ingreep. Tegenwoordig is laserbehandeling de eerste keuze. Daarmee worden de pigmentdeeltjes bestraald met korte laserpulsjes van de juiste golflengte. Door de korte, hevige verhitting vallen de deeltjes uiteen in kleinere deeltjes, die het lichaam vervolgens opruimt. Het beste resultaat ontstaat als de behandelaar de golflengte van de laser afstemt op de kleur van de inkt, en ervoor zorgt dat het omringende weefsel niet wordt verhit en beschadigd.

De behandeling vereist doorzettingsvermogen: er zijn vier tot twintig behandelsessies nodig voordat een tatoeage geheel verdwenen is. Veel hangt af van de plaats, omvang en kleurintensiteit van de tatoeage. Een enkele keer treden er allergische reacties op, doordat bij elke laserbehandeling meer lichaamsvreemde kleurstoffen en afbraakproducten vrijkomen. Ook kunnen bij dergelijke 'fotothermolyse' van organische pigmenten toxische en carcinogene afbraakproducten ontstaan.

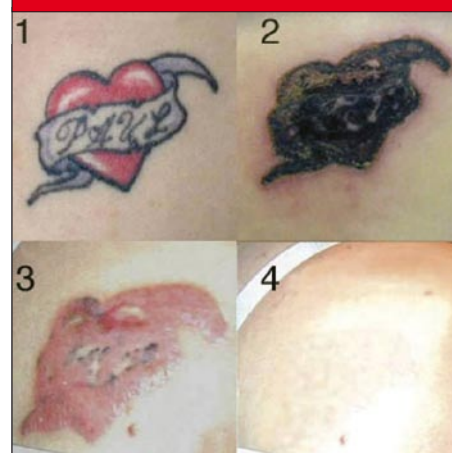
Onderzoek aan proefdieren heeft laten zien dat de laserbehandeling niet alleen leidt tot verhitting en fragmentatie van de inktdeeltjes, maar ook tot beschadiging en afsterven van de cellen waarin de inkt zich bevindt. De vorming van stoom en CO₂ doet kleine holtes ontstaan, gevuld met weefselvloeistof waarin inktdeeltjes rondzweven. De dermis vertoont na een aantal dagen een lichte ontstekingsreactie. De inktdeeltjes worden vervolgens weer opgenomen door macrofagen en andere mobiele afweercellen. Die migreren vervolgens naar de lymfeklieren, waar de

pigmenten twee weken na de laserbehandeling kunnen worden teruggevonden. Hoe de verdere afbraak of afscheiding van de pigmenten plaatsvindt, is onduidelijk.

Volledige verwijdering lukt niet altijd. Soms treedt er juist extra verkleuring op. Vooral van tatoeages met titaniumoxide en ijzeroxide is bekend dat ze bij laserbehandeling in eerste instantie donkerder kunnen kleuren, waarschijnlijk door reductie van deze inktbestanddelen onder invloed van het laserlicht.

Aangezien de samenstelling van tatoeage-inkt door de jaren heen verandert, en sterk kan variëren tussen ogenschijnlijk gelijke kleuren van verschillende fabrikanten, pleiten sommigen voor registratie van de bij elke tatoeage gebruikte inkt. Daardoor kan de behandelaar later de optimale lasertherapie kiezen. Een andere optie is het opstellen van een lijst met laserresistente 'permanente' inkt en laser-verwijderbare inkt. |

CHEMISCH VERWIJDEREN



Een controversiële manier om tatoeages te verwijderen is het inbrengen van een verwijdercrème met een tatoeage-naald, waardoor een ontstekingsreactie ontstaat. Tijdens het daarop volgende herstel zou de tatoeage-inkt volledig worden afgevoerd. Het RIVM heeft een risicobeoordeling gedaan van een dergelijke verwijdercrème met onder meer de ingrediënten propanol, benzoëzuur, salicylzuur en calciumoxide. De pH van de pasta ligt in de buurt van de 12, wat betekent dat de genoemde 'zuren' vooral voorkomen als zouten bijvoorbeeld natriumbenzoaat en natriumsalicylaat. Volgens het Bureau Risicobeoordeling van de Voedsel- en Warenautoriteit is het risico op infecties en littekens aanzienlijk, en moeten deze tatoeageverwijdermiddelen daarom worden beschouwd als een geneesmiddel, met de daarbij horende geneesmiddelenregistratie. |



Voor het verwijderen van een tatoeage met een laser zijn meerdere sessies nodig.

Meer weten

AANBEVOLEN LITERATUUR

- C. De Cuyper & M-L. Pérez-Cotapos, eds (2010) *Dermatologic Complications With Body Art: Tattoos, Piercings, and Permanent Make-Up*. New York, NY; Springer ISBN 3642032915.
- S. Wohlrab *et al.* (2006) Modifying the body: Motivations for getting tattooed and pierced. *Body Image* 4: 87-95.
- E. Stoltz *et al.* (1988) *Tatoeages. Ned. Tijdschr Geneeskd* 132 (52): 2380-2385.
- S. Ikoren *et al.* (2011) The Q-switched Nd: YAG laser in tattoo removal and the effect of lymphatic elimination: an experimental study in rabbits. *Surgical science* 2: 262-268.
- H.R. Reus, & van Buuren (2001), *Kleurstoffen voor tatoeage en permanente make-up. Een oriënterend onderzoek naar chemische en microbiologische samenstelling en wetgeving*. KVV Noord rapportnummer ND COS 012.
- N. Kluger & V. Koljonen (2012) Tattoos, Inks and Cancer. *The Lancet Oncology* 13 (4): 161-168.
- M.L. Armstrong *et al.* (2008) Motivation for Contemporary Tattoo Removal – A shift in identity. *Arch dermatol* 144 (7): 879-884.

AANBEVOLEN WEBSITES

- www.coe.int/t/e/social_cohesion/soc-sp/resap_2008_1%20e.pdf: Resolutie Raad van Europa over samenstelling en grenswaarden tatoeage-inkt.
- www.lchv.nl/
- www.vwa.nl/onderwerpen/producten-non-food/dossier:tatoeages-en-permanente-make-up Wetgeving en regels rond tatoeage en permanente make-up.
- www.lchv.nl: overzicht hygiëne richtlijnen tatoeëren.
- health.howstuffworks.com/skin-care/beauty/skin-and-life-style/tattoo.htm: Introductie op procedure en techniek.
- www.fda.gov/downloads/ForConsumers/ConsumerUpdates/UCM143401.pdf: Think before you ink.
- blogs.discovermagazine.com/loom/science-tattoo-emporium/

STERRENMEISJE



Ze viel naar eigen zeggen in slaap, waarna de tatoeagezetter in plaats van de gevraagde drie haar gezicht vol sterren zette. Inmiddels heeft het Vlaamse sterrenmeisje zeven laserbehandelingen achter de rug. In het voorjaar van 2013 moet de laatste ster verwijderd zijn.

VOOR OP SCHOOL

1. Wat is het onderscheid tussen tatoeage en dermatografie?
2. Wat is het belangrijkste onderscheid tussen tatoeage en hennatatoeage?
3. Wat is de oorsprong van azo (van azo-kleurstoffen)? Zoek op het web de diazoteringsreactie die aan de bron ligt van azokleurstoffen.
4. De diverse azokleurstoffen ontleen hun kleuren aan een uitgebreid geconjugeerd π -electronensysteem. Licht dat π -systeem toe met voorbeelden.
5. Waardoor laten anorganische pigmenten zich moeilijker verwijderen met laserlicht dan organische pigmenten?
6. Wat is de functie van de plastics (PMMA, ABS) in de kleurstoffen?
7. Wat betekent de aanduiding C.A.S. bij de verschillende (kleur)stoffen?
8. Waardoor kan een cirkelvormige tatoeage (met ijzeroxides) mogelijk bijdragen aan opwarming van de huid in een MRI scanner?
9. Laserlicht kan ijzeroxide reduceren en daardoor intensere zwarting veroorzaken. Geef de halfreactie van de reductie van ijzeroxide.
10. Verwijdercrème bevat onder meer CaO (ongeblijste kalk). Geef de reactie van CaO met water.

COLOFON

Chemische Feitelikheden: actuele encyclopedie over moleculen, mensen, materialen en milieu. Losbladige uitgave van de KNCV, verschijnt driemaal per jaar met in totaal tien onderwerpen.

Redactie:
Corry van Driel (C2W)
Gerard Stout (NHL Hogeschool)

Basisontwerp: Menno Landstra

Redactie en realisatie:
Bèta Publishers
tel. 070-262 91 00
info@betapublishers.nl

Opmaak:
F.Koeman DTP Services
f.koeman@casema.nl

Fotoverantwoording:
Foto's zonder bronvermelding zijn afkomstig van www.istockphoto.com

Uitgever:
Sijmen Philips, Bèta Publishers
Postbus 19949, 2500 CX Den Haag
tel. 070-26 29 100, info@betapublishers.nl

Abonnementen:
Abonnementenland, Antwoordnummer 1822
1910 VB Uitgeest
tel. 0900-226 52 63 (€ 0,10/minuut)
klantenservice@aboland.nl

Abonnementen kunnen elk gewenst moment ingaan. Wij hanteren de opzegregels uit het verbintenissenrecht. Wij gaan ervan uit dat Chemische Feitelikheden altijd wordt ontvangen uit hoofde van het beroep.

Hierdoor wordt het abonnement automatisch met een jaar verlengd tenzij 2 maanden vóór de einddatum een opzegging is ontvangen.

Een abonnement op Chemische Feitelikheden geeft via de website toegang tot tien nieuwe edities per jaar en het totale online archief. Daarnaast ontvangen abonnees in drie zendingen per jaar de losbladige edities.

Tarieven vanaf 2012
Voor particulieren:
Online toegang met inlogcode en papieren editie (inclusief verzamelmap): € 79,95.
Leden van KNCV, KVCV en NVON krijgen € 10,- korting.

Voor bedrijven en (onderwijs)instellingen:
Onbeperkt toegang tot de digitale edities op basis van IP-adres en papieren editie in drievoud (inclusief verzamelmappen): € 240,-.

TATOEAGES

editie 68
nummer 286
juli 2012

Met dank aan:

- L. Nijboer, Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit, lucas.nijboer@vwa.nl
- Dr.ir. P.C. Bragt, Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit, peter.bragt@vwa.nl