
HET VERVAL VAN PAPIEREN COLLECTIES

Guy DE WITTE

Afgevaardigd beheerder, De Zilveren Passer
Docent VUB en Bibliotheekschool Gent

▪ Papieren collecties zijn onderhevig aan verval. Het artikel gaat in op de verschillende oorzaken van verval enerzijds te wijten aan de specifieke eigenschappen van de grondstof en anderzijds aan omgevingsfactoren. Zo is lignine dat in hout zit, een element dat houthoudend papier van binnen uit doet vergaan. Water, licht, insecten zijn dan weer factoren die eigen zijn aan het milieu. De oorzaken van verval worden onderverdeeld in fysico-chemische, biologische en menselijke factoren. Onder fysico-chemische factoren verstaan we onder andere temperatuur, relatieve vochtigheid, licht, UV-straling en pollutie. Onder biologische factoren groeperen we aantasting door onder andere micro-organismen en insecten. Bij menselijke factoren ligt de mens zelf, gewild of ongewild, aan de basis van het verval. In veel gevallen is het verlies van papieren collecties te wijten aan een complexe inwerking van verschillende van bovengenoemde factoren. De belangrijkste chemische processen die hierbij een rol spelen zijn oxidatie en hydrolyse.

▪ Les collections sur papier sont menacées de déclin. L'article aborde les différentes causes de cette dégradation, attribuables d'une part aux propriétés spécifiques de leur support, et d'autre part aux facteurs d'ambiance. C'est le cas de la lignine présente dans le bois, un élément constituant du papier qui le détruit de l'intérieur. L'eau, la lumière ou les insectes sont d'autres facteurs propres à ce milieu. Les causes de dégradation peuvent être réparties en facteurs physico-chimiques, facteurs biologiques et facteurs humains. Parmi les facteurs physico-chimiques figurent la température, l'humidité relative, la lumière, le rayonnement UV et la pollution. Les facteurs biologiques sont entre autres constitués par les microorganismes et les insectes. L'homme, facteur de dégradation, est à la base des facteurs humains, volontairement ou involontairement. Dans de nombreux cas, la destruction de collections sur papier est attribuable à une interférence complexe entre les différents facteurs mentionnés. Les processus chimiques qui jouent un rôle important à ce propos sont l'oxydation et l'hydrolyse.

Papier maakt integraal deel uit van ons dagelijks leven. Sinds zijn opkomst in Christelijk West-Europa in de 12^{de} eeuw is het één van de belangrijkste media in onze geschiedenis geworden. Kunst, religie, wetenschappen en administratie, kortom alle bekende disciplines zijn er schatplichtig aan. De belangrijkste bronnen van ons verleden vinden we dan ook terug in de papieren collecties die zowel in openbaar als in privé-bezit terug te vinden zijn.

Papier is echter ook een organisch materiaal dat biologisch afbreekbaar is. Voor de goede orde van zaken wordt het dan ook, zoals alle organische materialen, door de natuur gerecycleerd tot zijn elementaire bestanddelen. De natuur maakt hierbij geen onderscheid tussen wat we willen behouden en wat we kwijt willen. De toegevoegde waarde is enkel voor de mens van belang. Verval of deterioratie is een proces dat we zolang mogelijk proberen tegen te houden, maar ook al nemen we alle voorzorgen in acht, toch moeten we realistisch genoeg zijn om te beseffen dat alles tijdelijk is en dat er eens een ogenblik komt dat alles tot stof terugkeert.

De druk op het voortbestaan van papieren (en andere) collecties is in de huidige tijd nog toegenomen door de grotere openbaarheid en raadpleging, de toenemende kwantiteit, de beperkte financiële middelen en de toenemende druk vanuit het milieu onder de vorm van pollutie.

Willen we de getuigen van ons verleden in goede conditie bewaren dan is het levensnoodzakelijk een adequaat Geïntegreerd Preservatiebeleid¹ te voeren, waarin iedereen zijn verantwoordelijkheid opneemt. Ofschoon beleid een zaak is van beleidsmakers, kan de preservatie² van de betrokken collecties slechts slagen met de medewerking van alle spelers in het veld en dat zijn er heel wat: beleidsmakers, collectiebeheerders, wetenschappelijke onderzoekers³, vorsers, personeel, tentoonstellingmakers, gebruikers, antiquaren, inlijsters, restauratoren en alle andere personen die op één of andere manier bij het veld betrokken zijn

Ofschoon de belangstelling voor het erfgoed toeneemt en er steeds meer inspanningen worden gedaan om collecties te behoeden voor verval, blijkt nog steeds hoe weinig basiskennis en inzicht heel wat actoren hebben in verband met de materiële samenstelling van de collecties en de factoren van verval die op deze collecties inwerken.

Dit artikel heeft dan ook de bedoeling tegemoet te komen aan de vraag van een aantal mensen die meer over de problematiek willen weten. Het is gebaseerd op 21 jaar opgedane kennis, 18 jaar persoonlijke ervaring en het besef dat er nog een lange weg te gaan is.

Het artikel is opgebouwd rond twee centrale thema's

- De samenstelling van papier

- De verschillende factoren die bijdragen tot het verval ervan.

Het deel over de factoren van verval is verdeeld in 3 groepen naargelang hun oorsprong

- De fysico-chemische factoren
- De biologische factoren
- De factoren van menselijke aard.

Het laatste deel zal duidelijk aantonen dat het voortbestaan van veel collecties een zaak is van écht willen en van collectieve inzet. Een van de proeflezers van dit artikel noemde dit deel cynisch "Honderd tips om je collectie om zeep te helpen". Zelf hoop ik dat het bijdraagt tot een goed inzicht in de verantwoordelijkheid die we dragen in het voortbestaan van ons rijk patrimonium.

Dit artikel is opgedragen aan iedereen die op een of andere wijze wil bijdragen tot het behoud van ons patrimonium.

Samenstelling van papier

Wat is papier?

Papier kan omschreven worden als het eindproduct van een soort verviltingsproces.

De dunne vellen die tijdens dit proces worden gevormd, bestaan uit losgeweekte vezels die, gemengd met water, op een zeef worden gebracht. Het overtollige water wordt grotendeels doorheen de zeef afgevoerd, waarbij de papiervezels zich langzaam verstrengelen tot een min of meer egaal vel papier⁴.

Ingrediënten van papier

Voor de vervaardiging van papier zijn volgende ingrediënten nodig

- Papiervezel
- Water
- Additieven zoals vulstoffen, coatings en verlijmingen.

Papiervezel

Evolutie van de grondstof

Ofschoon er ook experimenten geweest zijn met dierlijke grondstoffen, waaronder wol en zijde, kunnen we stellen dat papier vanaf zijn ontstaan voornamelijk vervaardigd werd uit plantaardige vezels. Deze vezels konden rechtstreeks geoogst worden van de planten zelf, of via een omweg uit

recyclagemateriaal. We denken hier bijvoorbeeld aan lompen en touw.

In oorsprong moeten we ervan uitgaan dat als grondstof in de eerste plaats materiaal werd gebruikt dat ter plaatse aanwezig was. Zo gebruikten de Chinezen, naast lompen, al vlug vezels van de moerbeiboom omdat dit een lokale plant was. De Arabieren maakten, naast lompen, gebruik van vlas en later ook katoen⁵.

In het Westen werd in de eerste plaats gebruik gemaakt van gerecycleerde lompen. De kledij in die tijd werd voornamelijk uit vlas⁶ vervaardigd en was van goede kwaliteit.

Door de groeiende vraag naar papier steeg ook de vraag naar grondstoffen. In het Westen kon de lompenhandel niet meer voorzien in deze vraag en zocht men in de loop van de 18^{de} eeuw naar een goedkoop en aanvaardbaar alternatief.

Na heel wat experimenten met allerhande materialen, waaronder zelfs klei, werd in de 19^{de} eeuw een techniek ontwikkeld om hout om te zetten in papierpulp. De eer hiervoor gaat naar Friedrich Keller in 1840. De papierbrij die hierbij geproduceerd werd, wordt "mechanische pulp" genoemd. Hierbij werden ontschorste boomstammen tot houtslipj verwerkt door ze tegen roterende stenen aan te drukken. Halfweg de 20^{ste} eeuw schakelt men over op hout onder de vorm van schavelingen. Door de samenstelling van de mechanische pulp is het geproduceerde papier niet voorbestemd om lang te overleven. Het wordt geel en bruin en bros en na enige tijd valt het uit elkaar.

Gezien de tekortkomingen van de mechanische papierpulp⁷ werden twee procédés ontwikkeld om de nefaste producten uit de papierbrij weg te zuiveren. Het gaat om een "bisulfiet-procédé" en een "sulfaat-procédé", beide uit de jaren 1880. Hierdoor werden de reactieve stoffen, zoals lignine, die verantwoordelijk waren voor het verval, uit de pulp verwijderd vooraleer het papier werd vervaardigd. Dit eindproduct wordt "chemische pulp" genoemd.

In tegenstelling tot de "mechanische pulp" die een rendement oplevert van 95%, is het rendement van "chemische pulp" slechts ongeveer 50%. Bovendien heeft de pulp een beige-bruine kleur die eerst nog dient verwijderd te worden. Daarom wordt de pulp ook nog gebleekt. Hiervoor werd tot voor kort gebruik gemaakt van chloorhoudende producten. Chloor heeft echter nogal wat nadelen: het is schadelijk voor de papiervezel en zet dioxine vrij, een giftig product dat schadelijk is voor gezondheid en milieu. Nu maakt men meer en meer gebruik van

onder ander waterstofperoxide voor het bleken van papierpulp. Ook deze stof is schadelijk voor de papervezel indien het niet op de juiste manier wordt aangewend.

Papierpulp wordt nu ook gemaakt uit afval van houtzagerijen en uit het afvalhout dat gerecupeerd wordt bij het uitdunnen van bossen in het kader van bosbeheer.

De laatste jaren wordt er ook steeds meer gebruik gemaakt van oud papier en karton. Daartoe moeten deze eerst worden ontinkt en gezuiverd.

Plantaardige bronnen van papervezel

De vezels die in de loop der eeuwen werden gebruikt zijn op basis van hun plantaardige oorsprong in 5 categorieën onder te verdelen. We zullen de belangrijkste hier bespreken.

- **Zaadharen:** De zaadharen zijn de donzige vezels waarin de zaden zijn ingepakt binnen de zaaddozen.

- **Katoen (*Gossypium species*)** is het meest bekende voorbeeld.

- De lange vezels worden gebruikt door de textielindustrie, de korte vezels, katoenlinters genaamd, worden gebruikt in de papierindustrie.
- Onrechtstreeks worden ook de lange zaadharen van katoen gebruikt door katoenlommen tot papierpulp te verwerken via recyclage. Aangezien katoen slechts na 1800 volop verkrijgbaar was in Europa, vinden we katoenvezels, in de periode ervoor, slechts in kleine hoeveelheden en steeds gemengd met linnen en hennep.
- Het cellulosegehalte van katoenvezels is zeer hoog (meer dan 90%).

- **Bastvezels:** dit zijn vezels die gehaald worden uit de bast of de stengels van planten. Meestal gaat het om de binnenbast die bereikbaar is na het wegnemen van de schors.

- **Vlas (*Linum usitatissimum*)** is het meest bekende voorbeeld

- Deze plant werd voornamelijk in het Westen gebruikt voor het maken van papier. Het meeste vlas werd onder

de vorm van gerecycleerde lommen tot papierpulp verwerkt⁸.

- De vezel vertoont een hoog cellulosegehalte van uitstekende kwaliteit. Papier van vlas is stevig en sterk en heeft een grote resistentie tegen verval.

- **Hennep (*Cannabis sativa*)**

- De vezel is gelijkend op deze van vlas. De vezel werd in alle tijden gebruikt voor het maken van visnetten en touw.
- Het is een van de oudste papiervezels. Het papier is iets ruwer en minder soepel van kwaliteit dan papier van linnen.

- **Jute (*Corchorus capsularis*)**

- Deze vezels hebben een meer houtachtige structuur. Ze zijn minder geschikt voor het maken van papier omdat ze moeilijker vervezelen en een grover uitzicht aan het papier geven. De plant wordt voornamelijk gekweekt in China en India.

- **Ramie (*Boehmeria nivea*)**

- Deze vezel verschijnt in West-Europa in de 18^{de} eeuw onder de naam Chinagrass. De vezel doet denken aan vlas.
- Ramiepapier wordt onder andere gebruikt voor bankbiljetten.

- **Kozo (*Broussonetia kazinoki*)**

- De Kozovezel is afkomstig van de binnenbast van diverse moerbeiplanten. De witte bast van de *Broussonetia* variëteit is deze waar het beste Kozo papier van gemaakt wordt.
- Het heeft een hoog cellulosegehalte en bevat bijna geen onzuiverheden. Het is waarschijnlijk de sterkste papervezel die er is.
- Bij ons wordt Kozo papier voornamelijk gebruikt voor restauraties of voor het creëren van kunstwerken.

- **Bladvezels:** dit zijn vezels die gehaald worden uit het blad van de planten

- **Manilla (*Musa textilis*)** of **Abaca**

- De vezels van deze bananenvariëteit vertonen een verschil in taatheid van hard naar zacht naargelang ze aan de buitenkant of de binnenkant liggen van het blad.
- De beste kwaliteit wordt gebruikt voor het vervaardigen van dun papier zoals geld en kunstdruk-papier. Dit papier heeft een hoge scheurweerstand.
- **Espartogras** (*Stipa tenacissima*)
 - De vezels zijn kort. Het papier is zacht en elastisch maar niet sterk.
 - Esparto is ook gekend onder de benaming "alfa" of Spaans gras
- **Grassen:**
 - **Reuzenetel** (*Urtica aestuans*)
 - Plant die voorkomt in India en Nepal en daar gebruikt wordt voor de papierproductie.
- **Hout:**
 - **Naaldbomen**
 - De meeste houtpulp wordt gemaakt van naaldbomen. De best gekende zijn de den (*Pinus*) en de spar (*Picea*), maar ook de lork (*Larix*) en de ceder (*Cedris*) worden vandaag gebruikt.
 - De vezels van naaldhout zijn tot 3 maal langer dan deze van loofhout en worden gebruikt voor het maken van sterk papier.
 - Naaldbomen worden gerekend tot de zachte houtsoorten.
 - Chemische papierpulp van naaldhout wordt gebruikt voor publicaties met een lichte grammage.
 - **Loofbomen**
 - Veelgebruikte loofbomen zijn de populier (*Populus*), de tamme kastanje (*Castanea sativa*), de berk (*Betulus*), de acacia en de eucalyptus. De laatste twee kennen een groot succes omdat ze zo vlug groeien.
 - Loofbomen worden gerekend tot de harde houtsoorten.
 - Chemische papierpulp van hardhout wordt onder andere gebruikt voor schrijf- en kopieerpapieren.

Water

Water is onontbeerlijk voor het maken van papier. In vroegere tijden was het nodig voor het wassen van de lompen, als medium en

spoelmiddel tijdens het vervezelingsproces en als medium voor de suspensie van de papiervezel in het schepvat. Chemisch gezien is water medeverantwoordelijk voor het binden van de papiervezels aan elkaar door de waterstofbindingen op moleculair niveau.

Additieven

Additieven zijn stoffen die toegevoegd worden aan de papierpulp met de bedoeling de eigenschappen van het papier te verbeteren. Welke additieven worden toegevoegd hangt af van de eindbestemming van het papier. Sommige additieven beïnvloeden meerdere aspecten van het papier. Additieven kunnen ook op het papieroppervlak worden aangebracht na vervaardiging. In dat geval spreken we van een "coating".

Voorbeelden van additieven zijn zetmeel, krijt (calciumcarbonaat), gips (calciumsulfaat), kaoline, talk en titaanoxide. Behalve het laatste zijn het allemaal natuurlijke minerale stoffen. Ook pigmenten en kleurstoffen kunnen als additieven worden beschouwd.

Naargelang het product hebben additieven een invloed op opaciteit en witheid van het papier, de helderheid van de aangewende kleuren, de oppervlaktesterkte, de bedrukbaarheid, de kleur, de weerstand tegen verzuring. Deze "poriënvullers" kunnen echter de mechanische sterkte van het papier soms aantasten⁹.

De toevoeging van calciumcarbonaat aan papier en karton laat toe de pH-waarde van papier op te trekken tot 8,5 -9, waardoor een alkalische reserve ontstaat die bufferend werkt ten opzichte van verzuring door onder andere luchtpollutie. Daarom wordt het aangewend voor het vervaardigen van zuurvrije bewaarmaterialen voor archief- en bibliotheekmateriaal

Een aparte categorie additieven zijn de producten die gebruikt worden voor de verlijming van papier. Papier zonder verlijming is van nature poreus. Schrijf- en drukinkten worden door het papier opgezogen en lopen uit tussen de vezels. Daarom wordt papier verlijmd. Het gebruikte product wordt ofwel op het blad gestreken na de vervaardiging van het papier, ofwel rechtstreeks in de massa van de papierpulp toegevoegd. In dit geval is nalijmen niet noodzakelijk.

De gebruikte verlijmingen kunnen we als volgt indelen:

- **Zetmeel:** dit werd reeds gebruikt door de Arabieren vanaf de 8^{ste} E. n.C.

- **Gelatine:** werd gebruikt in de Europese papiermolens. De gelatine was afkomstig van huiden, poten of oren van diverse dieren. Hoe jonger het dier, hoe helderder de gelatine; hoe ouder het dier, hoe meer gekleurd. In Nederland werd ook gebruik gemaakt van gelatine uit vis. Gelatine bestaat uit collageen.
- **Aluin-rosineverlijming:** dit is een mengsel van aluminiumsulfaat met rosine. Rosine is een organisch zuur afkomstig uit hars van pijnbomen dat gebruikt wordt om het papier waterresistent en beter bedrukbaar te maken. Om de rosine echter te kunnen laten neerslaan moet aluin (aluminiumsulfaat) worden toegevoegd zodat de vezels door de rosine gecoat en geïmpregneerd worden. Dit procédé werd toegepast sinds halfweg de 19^{de} eeuw en wordt nog steeds gebruikt.
- **Methylcellulose:** een zeer goed verlijmingsmiddel maar minder gebruikt omdat het te duur is.

De bouwstoffen van papiervezels

Cellulose

Het hoofdbestanddeel van papier is cellulose. Cellulose is wat men noemt een polysaccharide, een biologisch polymeer, met als basiseenheid de glucosemolecule. De moleculaire formule kan uitgeschreven worden als $(C_6H_{10}O_5)_n$, met een polymerisatiegraad die varieert tussen 4000 en 25000. Het is het meest voorkomende biologisch polymeer op aarde.

In een plant liggen de cellulosevezels relatief parallel tegen elkaar. Ze worden dicht tegen elkaar gehouden door de duizenden waterstofbruggen die ze vormen. Deze opeenhopingen vormen filamenten, die op hun beurt deel uitmaken van de fibrillen die de plantenvezel uitmaken. De tussenliggende waterstofbruggen zijn oorzaak van een kristallijne structuur in de vezels. Door deze structuur zijn de vezels beter bestand tegen de inwerking van de meeste chemische producten. Wanneer er afbraak optreedt, is dit meestal op plaatsen die deze structuur niet of in mindere mate hebben. Men spreekt hier van "amorfe" delen.

Cellulose heeft een aantal eigenschappen die het heel aantrekkelijk maken voor het vervaardigen van papier

- het is een lange molecule met een hoge kristallijne structuur
- het is vrij stabiel waardoor het een verhoogde weerstand heeft tegen verval
- het vormt ontzettend veel waterstofbruggen met andere cellulosemoleculen.

Het gedeelte van de cellulose dat niet oplost in een oplossing van 17,5% natriumhydroxide (NaOH) bij een temperatuur van 20°C noemen we "alfa-cellulose". Dit is de zuiverste en beste cellulose. Verder zijn er ook nog "beta-" en "gamma-cellulose" die van mindere kwaliteit zijn.

Met 99% alfa-cellulose is katoen de meest zuivere en stabiele grondstof voor papier. Papierpulp afkomstig van hout bevat slechts ongeveer 50 tot 60% alfa-cellulose. De rest bestaat uit lignine (15%-30%) en hemicellulose (15%-30%).

Hemicellulose

Hemicellulose is een biologisch polymeer dat opgebouwd is uit een variatie aan suikermoleculen en niet alleen uit glucose zoals cellulose. De polymerisatiegraad bedraagt enkele honderden moleculen. De ketens zijn gevoelig voor alkalische producten.

Lignine

Lignine is een complex polymeer dat niet op basis van koolhydraten is en dat voornamelijk terug te vinden is in de celwanden van planten. Het staat in de eerste plaats in voor de sterkte van de vezels. Het beschermt de plant tegen verval door micro-organismen, maar is sterk onderhevig aan licht. De afbraakproducten die ontstaan als gevolg van de reactie met bijvoorbeeld UV-straling, tasten de cellulose aan en verzwakken het papier.

Verval van papier

Chemische reacties

Het verval van papier is in grote mate het gevolg van twee chemische reacties: oxidatie en hydrolyse.

Oxidatie

Oxidatie is een chemische reactie waarbij uit een verbinding zuurstof wordt opgenomen en waterstof wordt afgegeven. Deze reactie gebeurt in aanwezigheid van een oxiderende stof, meestal zuurstof. Ook oxiderende bleekmiddelen veroorzaken oxidatiereacties.

We kunnen oxidatie eigenlijk beschouwen als een vorm van natuurlijke verbranding. De snelheid van de oxidatiereactie wordt onder andere bepaald door de temperatuur en de aanwezigheid van zogenaamde katalysatoren¹⁰.

De meest voorkomende bron van zuurstof is de zuurstof in de ons omringende lucht. Een welbekend voorbeeld van oxidatie is het roesten van metaal.

Hydrolyse

Hydrolyse is een chemische reactie waarin moleculen kunnen splitsen onder invloed van water. Dit heeft te maken met de polariteit van water dat zelf zwak gesplitst is in H_3O^+ en OH^- ionen. Het aantal positieve en negatieve ionen is hierbij in evenwicht, met een ionenconcentratie van 10^{-7} . Dit evenwicht wordt weergegeven op de pH-schaal¹¹ door de waarde $pH = 7$. Men spreekt dan van een neutrale pH.

Wanneer de concentratie aan H^+ -ionen toeneemt¹², door bijvoorbeeld het splitsen van een aanwezig zuur, wordt de hydrolytische reactie versneld. We spreken dan van een zure hydrolyse. Hoe sterker het zuur, hoe groter de concentratie aan ionen en hoe sneller de reactie verloopt.

Dit verklaart meteen waarom het verval van papier geaccelereerd wordt door de aanwezigheid van zuren.

Factoren van verval

De factoren die verval van papier beïnvloeden zijn onder te verdelen in

- Fysico-chemische factoren¹³
- Biologische factoren
- Menselijke factoren

Het verval van papier is echter dikwijls een combinatie van verschillende van deze factoren. Meestal versterken ze elkaar waardoor de deterioratie versnelt en kwantitatief groter wordt

Fysico-chemische factoren

Situering

Fysico-chemische factoren, verantwoordelijk voor verval, kunnen inherent zijn aan het betreffende object of van buitenaf op het object inwerken. Zo kan het perfect mogelijk zijn dat het verval reeds begint vooraleer het papier op zijn eindbestemming is.

We beschouwen als inherent of intern alle factoren die integraal deel uitmaken van het object zelf, ongeacht of ze deel uitmaken van het productieproces of er achteraf aan werden toegevoegd.

Als externe factoren beschouwen we alle factoren die niet tot het object zelf behoren maar van buitenaf de deterioratie beïnvloeden.

De deterioratie van papier is een complex mechanisme dat bevordert en versterkt wordt door een combinatie van interne en externe factoren.

De optredende verzuring is een gevolg van de zure afbraakproducten die ontstaan door de oxidatie- en hydrolyse reacties.

Inherente of interne factoren

▪ Lignine

Aangezien lignine tot 30% uitmaakt van mechanische houtpulp is de aanwezigheid ervan in papier een belangrijke factor van deterioratie.

De structuur van lignine wordt onder andere beïnvloed door UV-straling die een oxiderende werking heeft¹⁴. De resulterende afbraakproducten tasten dan op hun beurt de cellulose aan, met verkleuring en verzuring van het papier als gevolg.

Eens gestart, zijn fotomechanische reacties moeilijk te stoppen, zelfs als de objecten later in het donker worden bewaard. Het proces wordt dan enkel vertraagd.

Het beste voorbeeld van de wisselwerking van lignine met licht is het verkleuren en bros worden van krantenpapier bij blootstelling aan daglicht.

De aanwezigheid van lignine in papier, in combinatie met verzwarende factoren, zoals de aanwezigheid van licht, de aanwezigheid van zuren, enz... legt een zware hypotheek op het voortbestaan van een groot deel van het archief- en bibliotheekbestand dat geproduceerd werd in de periode 1840-1940.

Experimenten om de lignine te verwijderen uit beschreven of bedrukt papier boden geen oplossing¹⁵, omdat het verwijderen van zoveel vezelmasa niet mogelijk was zonder het papier te beschadigen.

▪ Metaaldeeltjes

Metaaldeeltjes in papier zijn over het algemeen afkomstig uit het water, dat onontbeerlijk is tijdens elke productiefase van papier.

Een andere bron zijn de toestellen die voor de productie worden gebruikt, zoals vroeger de Hollander¹⁶ of de nieuwere toestellen nu.

Deze metaaldeeltjes oxideren met de zuurstof in de lucht en geven aanleiding tot corrosie. De gevormde afbraakproducten reageren met de cellulose en tasten deze aan.

De aangetaste locatie heeft het uitzicht van roest dat om zich heen grijpt. Vanuit de metaalkern merken we een bruine uitdeinende vlek in het papier. De migrerende afbraakproducten tasten op die manier ook de onmiddellijke omgeving aan. Indien het metaal niet verwijderd wordt en het papier niet behandeld, zal het verval zich verder zetten tot de vezel volledig vernietigd is en er gaten in het papier vallen.

▪ **Inkt- en pigmentvraat (zie fig. 1 en 2)**

Deze schade is het gevolg van een combinatie van de aanwezigheid van metaal met andere producten.

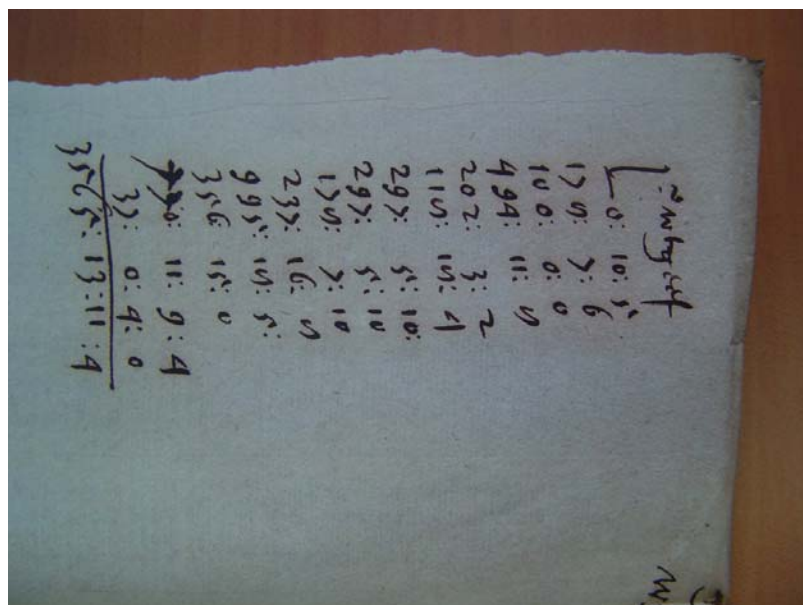


Fig. 1 : Inktvraat recto.

De betreffende inkt is ijzergallusinkt, een complex gevormd door de vermenging van galluszuren met ijzersulfaat of kopersulfaat. Als bindmiddel werd meestal Arabische gom

gebruikt. De resulterende inkt is donkerbruin tot zwart van kleur¹⁷.

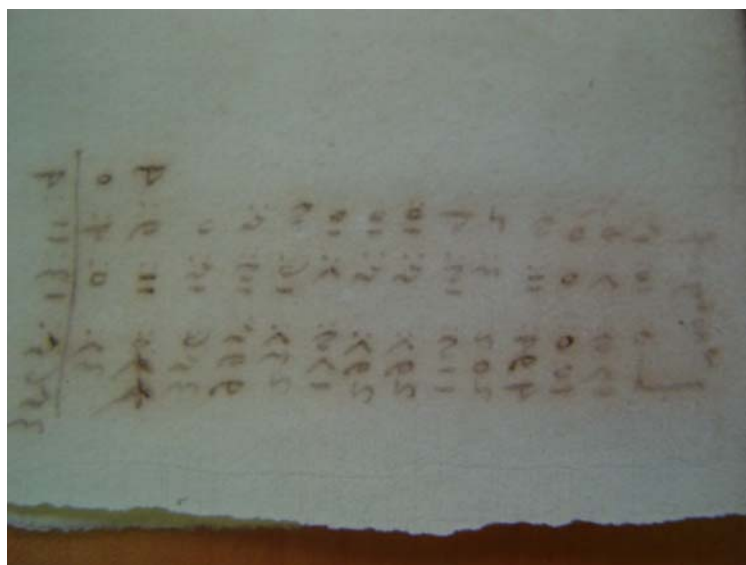


Fig. 2 : Inktvraat verso.

Door het feit dat de inkt lokaal werd aangemaakt, dikwijls door de schrijver zelf, bestaan er honderden variaties op het recept. Aan het basisrecept werden dikwijls andere stoffen toegevoegd in een grote variëteit.

De inkt is reeds bekend vanaf de 3^{de} eeuw n. C., maar nam geleidelijk de overhand op de roetinkt, vanaf de 12^{de} eeuw. IJzergallusinkt is de meest voorkomende inkt op archiefdocumenten.

Kopervraat is een term die gebruikt wordt voor de schade die optreedt aan papier ter hoogte van pigmenten waarin koper is verwerkt. We vinden deze schade voornamelijk terug in atlassen, op kaarten en prenten die handingekleurd werden. Het zijn voornamelijk groene en blauwe partijen die deze schade vertonen.

De karakteristieken van inkt- en kopervraat zijn vergelijkbaar met de schade beschreven bij "metaaldeeltjes". We merken

hierbij nog op dat de verkleuring en afbraak niet alleen aan de zijde optreedt waar de inkt of het pigment werden aangebracht, maar dat ze door de hele dikte van het papier diffunderen, ongeacht de dikte ervan. In een vergevorderd stadium zal de aantasting zo erg

worden dat, bij een tweezijdig beschreven blad, de inkt van de ene zijde zal interfereren met de tekst op de andere zijde, zodat deze uiteindelijk onleesbaar wordt. Het uiteindelijke resultaat is het optreden van gaten waar de papiervezel volledig door het metaal werd "opgevreten".

De migrerende afbraakproducten tasten niet alleen het blad zelf aan, maar ook de aanliggende bladen, indien er zijn. Zo kan na verloop van tijd de inktvraat doorheen een bundel papier heenvreten indien er geen beschermende maatregelen worden getroffen.

Bij vergelijking zal de schade door ijzergallusinkt en pigmenten op basis van koper groter zijn bij papier vervaardigd uit mechanische houtpulp dan bij lompenpapier. Dit heeft te maken met de aanwezigheid van lignine en andere onzuiverheden bij de eerstgenoemde soort.

De inwerking van deze elementen wordt verder nog gekatalyseerd door externe factoren zoals licht, temperatuur en vochtigheid en de aanwezigheid van zuren.

▪ Chemische stoffen

Het gaat hier om diverse stoffen of residu's ervan die om verschillende redenen in het object zijn terechtgekomen:

- Bij de zuivering van hout met vorming van chemische houtpulp
- Bij het bleken van de pulp, bijvoorbeeld met chloor
- Bij het verlijmen van het papier, met name de aluin-rosineverlijming.
- Als additief voor het bevorderen van de gewenste eigenschappen van het afgewerkt product, zoals lijmen, weekmakers, enz...

De oxiderende stoffen uit dit gamma veroorzaken oxidatie in het papier met uiteindelijk ook aantasting van de cellulose als gevolg.

Aluin, dat ook wel werd toegevoegd omdat het de ontwikkeling van micro-organismen bemoeilijkt, geeft aanleiding tot zure hydrolyse met afbraak van de celluloseketens als resultaat.

Het effect van deze stoffen is nog groter wanneer het om papier gaat dat vervaardigd is van mechanische houtpulp, door de versterkende werking die uitgaat van de lignine en andere onzuiverheden.

Ook hier is de wisselwerking met externe factoren van groot belang.

Externe factoren

▪ Temperatuur en relatieve vochtigheid

We beschouwen deze twee externe factoren samen omdat ze in nauwe relatie met elkaar het verval van papier beïnvloeden.

Het is namelijk zo dat bij elke gegeven temperatuur de relatieve vochtigheid afhankelijk is van de hoeveelheid water opgelost, onder de vorm van waterdamp, in bijvoorbeeld 1m³ lucht.

De volgende elementen spelen hier een rol

- De maximale hoeveelheid water die bij een gegeven temperatuur in 1m³ lucht kan aanwezig zijn. (MHW)
- De hoeveelheid water die effectief in deze m³ lucht aanwezig is (AHW)

De relatieve vochtigheid (RV) in % wordt dan

bekomen door de breuk $\frac{AHW}{MHW} \times 100$

Bij eenzelfde temperatuur zal de relatieve vochtigheid dus schommelen met de aanwezige hoeveelheid water in de lucht. Hoe meer water, hoe hoger de RV, hoe minder water, hoe lager de RV.

De maximale hoeveelheid water (MHW) die kan opgelost worden in 1m³ lucht hangt af van de temperatuur. Bij lagere temperaturen kan minder water opgelost worden in 1m³ water dan bij hogere temperaturen. Fluctuaties van temperatuur veroorzaken dus ook fluctuaties in relatieve vochtigheid.

In de praktijk betekent dit dat wanneer de temperatuur stijgt van bijvoorbeeld 10 naar 20°C en de aanwezige hoeveelheid water (AHW) gelijk blijft, de relatieve vochtigheid zal dalen, omdat de maximale hoeveelheid water (MHW) stijgt en de breuk in de formule dus kleiner wordt.

Wanneer de temperatuur stijgt, zal men dus water aan de lucht moeten toevoegen om dezelfde RV te blijven behouden. Dit kan door middel van een luchtbevochtiger.

Omgekeerd, wanneer de temperatuur daalt van bijvoorbeeld 30 naar 20°C en de aanwezige hoeveelheid water (AHW) gelijk blijft, zal de relatieve vochtigheid stijgen, omdat de

maximale hoeveelheid water (MHW) daalt en de breuk in de formule dus groter wordt.

Wanneer de temperatuur daalt, zal men dus water aan de lucht moeten onttrekken om dezelfde RV te behouden. In dit geval zal men gebruik maken van een luchtontvochtiger.

De temperatuur heeft nog een andere invloed op de deterioratie van papier door het feit dat bij elke stijging van de temperatuur met 10 graden Celsius, de reactiesnelheid van chemische processen verdubbelt. Dit betekent in de praktijk dat bij een stijging van de temperatuur van 10°C tot 20°C of van 20°C tot 30°C de deterioratie tweemaal zo vlug gaat en bij een stijging van 10°C tot 30°C, vier maal zo snel.

Internationaal wordt aanvaard dat de beste bewaringsomstandigheden voor papier qua temperatuur en vochtigheid in gematigde klimaatstreken de volgende zijn: 50-55% RV bij een temperatuur van 18-20°C.

Deze waarden vertegenwoordigen een soort evenwicht tussen de toestand waarin papier zich comfortabel voelt, het beperken van mogelijke biologische aantastingen en levensomstandigheden voor de mens.

Ervaring leert ons dat de fluctuaties in temperatuur en vochtigheid een grotere rol spelen in het deterioratieproces dan de gegeven waarden zelf. Dit heeft onder andere te maken met uitzetten en krimpen, zwellen en uitdrogen van papier, waarbij structurele schade kan optreden aan de papiervezel. Deze fluctuaties hebben ook een invloed op de concentratie van de aanwezige zuren en afbraakproducten waardoor hun vernietigende werking kan geaccelereerd worden.

Ook hier blijkt dat de invloed van temperatuur en RV op ligninehoudend papier groter is dan op lomp papier of papier uit chemische pulp en dat de combinatie met andere externe factoren het deterioratieproces versnelt.

▪ Vuur

Vuur is een chemische reactie in aanwezigheid van zuurstof, waarbij een waarneembare hoeveelheid energie wordt vrijgemaakt, vooral onder de vorm van warmte en voor een klein gedeelte onder de vorm van licht.

Vuur kan te wijten zijn aan

- natuurlijke omstandigheden zoals bliksem

- technische storingen zoals kortsluiting
- menselijke interventie zoals brandstichting.

Papier is een goede brandstof omdat het voornamelijk bestaat uit koolstof, zuurstof en waterstof.

De schade aan verbrand papier is irreversibel. In het beste geval kan een gedeelte van de tekst nog gelezen worden onder UV-licht.

Enkele factoren die de brandbaarheid beïnvloeden zijn:

- De vochtigheidsgraad van de omgeving en van het papier zelf
- De mate waarin het papier op elkaar gepakt is. Zo zullen bundels en boeken minder vlug branden dan losse bladen.

Bijkomende schade is de afzetting van roet op het papier met vorming van vlekken en de aanwezigheid van een doordringende roet- en brandgeur.

Papier dat niet volledig verbrand is en weinig tot niet verkleurd is, kan toch zware schade hebben ondervonden door de hitte in de onmiddellijke buurt. Dit papier zal vermoedelijk bros aanvoelen door het verbreken van de celluloseketens.

Papier kan ook bijkomende schade oplopen door vrijgekomen chemische producten die deel uitmaken van andere voorwerpen in de ruimte en in het papier zijn ingedrongen. We denken hier vooral aan producten afkomstig uit allerlei kunststoffen waarin chloor, zwavel en stikstof zijn verwerkt.

▪ Water (zie fig. 3)

Waterschade kan optreden door

- Natuurlijke oorzaken zoals overstroming
- Technische oorzaken zoals lekken in leidingen of daken
- Door menselijke tussenkomst zoals blusschade of vandalisme.

Schade door water kan onderverdeeld worden in directe schade en indirecte schade:

- **Directe schade** is de schade door het water zelf. Het zwellen van papier of boeken met mechanische schade als gevolg. Indien papier meegesleurd wordt door het water of gemanipuleerd zonder voorzorgen kan het papier gewoon scheuren en zelfs terug uiteenvallen in vezels.



Fig. 3 : Waterschade.

Waterschade is soms zo goed als irreversibel zoals bij boeken met kunstdrukpapier of dubbelgestreken maco-papier waar naast opgetreden vervormingen ook het kleven van de bladen een reëel risico is.

Bij onderdompeling in water door bijvoorbeeld overstroming, neemt papier 80 tot 100% van zijn gewicht aan water op. Dit betekent dat boeken op boekenrekken die gezwollen zijn met water zeer moeilijk te verwijderen zijn uit die rekken. Afhankelijk van toestand en soort rek kunnen deze soms uit hun voegen barsten onder druk van de gezwollen boeken. Ook bundels archiefpapier doen zonder moeite de dozen barsten waarin ze opgeborgen zitten. Deze enorme toename aan gewicht vormt ook een extra belasting voor de draagkracht van het gebouw.

Het uitlopen van tekst met vorming van vlekken in het geval van wateroplosbare inkten en pigmenten.

Het uitlopen van lijmen vanuit de ruggen van boeken waarbij papier mogelijks aan elkaar kleeft. In sommige gevallen gedraagt het boek zich dan als een massief blok.

- **Indirecte schade** is de schade waarin water een katalyserende rol speelt Optreden van schimmel. Bij aanraking met water en afhankelijk van de klimatologische omstandigheden op het ogenblik dienen binnen de 48-72 uur

beschermende maatregelen te zijn genomen om het water te verwijderen of te stabiliseren. Anders dreigt op korte termijn een schimmelexplosie met mogelijks een totaal verlies van de objecten als gevolg.

Versnellen van afbraakreacties zoals hydrolyse, door het oplossen, verspreiden of inbrengen van zuren of stoffen die de vorming ervan bevorderen.

▪ Licht en UV-straling

• Inwerking van zonlicht

Licht onder al zijn vormen bestaat uit electromagnetische stralen. Het geheel van deze golven noemen we het electromagnetisch spectrum. Naargelang de golflengte spreken we van

- ultraviolet licht (UV) (korter dan 400 nanometer),
- zichtbaar licht tussen ongeveer 400 en 700 nanometer
- infrarood licht (IR) (meer dan 700 nanometer).

Licht is energie en wanneer papier belicht wordt, wordt een deel van deze energie opgenomen. Hierdoor stijgt de energie in papier en kunnen fotochemische deterioratieprocessen in gang worden gezet. Dit gebeurt wanneer de opgenomen energie groot genoeg is om de drempelwaarde te overschrijden waarbij de aanwezige moleculen een chemische reactie aangaan.

Wanneer een fotochemische reactie in gang is gezet blijft ze verdergaan, ook indien men de objecten later in het donker bewaart.

De gevoeligheid van lignine en andere onzuiverheden in mechanische houtpulp aan deze vorm van energie is één van de oorzaken van de vlugge degradatie van papier.

De kortere golflengten van UV-straling hebben als gevolg dat ze vlugger het papier bereiken. Bovendien bevatten ze ook meer energie. Hierdoor is UV-straling schadelijker dan zichtbaar licht.

Aangezien golflengten korter dan 320 nanometer door vensterglas worden tegengehouden moeten we in ons

vakgebied enkel rekening houden met het UV-straling tussen 320 en 400 nanometer.

Ook de andere golflengten van het spectrum veroorzaken een zekere mate van schade. Zo doet infraroodstraling de temperaturen stijgen in papier en veroorzaakt het hierdoor een versnelling van de chemische reacties.

De zichtbare gevolgen aan het papier zijn het verbleken, vergelen of verbruinen van papier al naargelang de samenstelling.

Niet alleen het papier maar ook inktten, kleurstoffen, pigmenten en emulsies van foto's zijn onderhevig aan verval door licht. Dit uit zich door veranderingen in kleur.

De schade door licht is cumulatief en irreversibel, ook bij de hieronder vooropgestelde en internationaal aanvaarde waarden.

Meestal worden voor papieren objecten normen vooropgesteld van 50 lux voor belichting en 75µWatt/lumen voor UV-straling.

Om te kunnen zien is steeds een minimum aan zichtbaar licht nodig, maar UV-straling is dit niet. Daarom is het aan te raden alle UV-straling te elimineren indien mogelijk.

De schade aan papieren documenten is afhankelijk van de belichtingsduur en de belichtingsintensiteit waaraan het document is blootgesteld.

Tegenwoordig gaat men er van uit dat een blootstelling van bijvoorbeeld 12 uur belichting aan 50 lux evenveel schade berokkent als 6 uur aan 100 lux. De totale belichtingsduur wordt nu uitgedrukt in lux-uren¹⁸. Dit is een belangrijk gegeven in verband met het tentoonstellen van handgeschreven en handgekleurde documenten op papier. Daarom wordt voor elk object een belichtingsfiche opgesteld waarin de totale belichtingsduur in luxuren wordt bijgehouden.

Zoals gezegd heeft elk medium een verschillende gevoeligheid voor blootstelling aan licht en er is nog geen juist kwantitatief verband gelegd tussen het aantal luxuren en de opgetreden schade. Dit betekent dat er ook voor papier geen

maximum aantal luxuren als veilig kan vooropgesteld worden. Hoogstens kan later een volume bepaald worden waarbinnen de schade aanvaardbaar is.

Het is dus aan te raden de inval van alle vormen van licht op papier te beperken tot het hoogst noodzakelijke, zeker in het geval van aanwezigheid van lignine en lichtgevoelige kleuren.

- **Inwerking van kunstlicht**

UV-straling en licht uit kunstlicht is even schadelijk als uit zonlicht. Niet alle lampen echter zenden UV-straling uit of hebben dezelfde warmteafgave als natuurlijk licht.

Bij gloeilampen waarbij de verlichting gebeurt door het verhitten van een wolframgloeidraad wordt veel energie omgezet in infraroodstraling die verhoogde temperaturen induceert in papier met alle gevolgen vandien. Gloeilampen produceren echter slechts een verwaarloosbare hoeveelheid UV-straling.

Kwartslampen¹⁹ met een grotere helderheid geven wel in belangrijke mate UV-straling af, evenals infraroodstraling en vergen dus speciale maatregelen bij gebruik.

Fluorescentielampen bevatten kwikdampen en zijn aan de binnenkant gecoat met een fluorescerend poeder. Wanneer stroom door de lamp wordt gestuurd wordt het poeder geactiveerd door de opgewekte UV-straling en in zichtbaar licht omgezet. Ofschoon de UV-emissie beperkt blijft is het toch aan te raden na te gaan of het aanbrengen van UV-werende filters noodzakelijk is.

Hoge dichtheid ontladingslampen zijn fluorescentielampen die veel helderder zijn dan gewone fluorescentielampen. De kwikdampvariëteit is absoluut af te raden omdat ze hoge concentraties UV-licht uitzendt. De natriumvariëteit echter produceert weinig UV-licht en weinig hitte.

Glasvezelverlichting is de beste manier om objecten te belichten in tentoonstellingsomstandigheden. De verlichting berust op het sturen van licht uit een lichtbron via glasvezeldraad. De vezels geleiden geen UV- of IR-straling. Indien de lichtbron buiten de tentoonstellingskast

wordt gemonteerd is er ook geen toevoer van warmte.

▪ Luchtvervuiling

• Situering

In de lucht zit een hoeveelheid chemische stoffen die op natuurlijke wijze worden gevormd. De mens voegt er echter grote hoeveelheden aan toe waardoor de heersende concentraties zeer hoog worden.

Ook vaste deeltjes zoals aërosolen²⁰ en stof zijn een bron van vervuiling.

Wanneer de concentraties te hoog worden en de kwaliteit van het leven beginnen aan te tasten, spreken we van luchtvervuiling.

Luchtvervuiling is niet alleen een probleem voor de volksgezondheid maar is ook één van de belangrijkste bronnen van deterioratie van archief- en bibliotheekmaterialen.

Het is bewezen dat de vervuiling het hoogst is in stedelijk en industrieel gebied, al is de vervuiling op het platteland ook niet te veronachtzamen.

Vlaanderen is een van de meest vervuilde regio's in de wereld. Wie dit zelf wil constateren kan zijn licht opsteken op de website van de Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu²¹ (IRCEL). Zelfs op dagen zoals Paasmaandag (28 maart 2005) bedroeg de luchtkwaliteitsindex voor Vlaanderen 7 op 10 met pieken in Gent, de Gentse Kanaalzone, Zuid West-Vlaanderen, Zuid Oost-Vlaanderen en het Antwerpse havengebied. Wallonië daarentegen scoorde met 4 op 10 een goed resultaat. De vervuiling was vooral te wijten aan fijn stof. Deze tendens werd trouwens de dag nadien bevestigd door een nieuwsitem²² waarbij door de Vlaamse Milieumaatschappij een smogalarm werd uitgegeven voor fijn stof en waarbij tevens gemeld werd dat de vervuiling ook binnenshuis aanwezig was.

De verhoogde vervuiling in Vlaanderen betekent echter ook dat collecties die niet beschermd worden door klimaatinstallaties veel meer onderhevig zijn aan verval door luchtpollutie.

• Vaste deeltjes

Vaste deeltjes in de lucht variëren van roet (auto's), stof en zand tot metaal (stadstrams) en cementstof van bouwwerven. Ook organische deeltjes zoals menselijke huidschilfers en haartjes zijn polluenten.

Vaste deeltjes kunnen bovendien verzadigd zijn van chemische polluenten zoals zuren of industriële producten.

De aanwezigheid van deze deeltjes op papier of aanverwante objecten in combinatie met vochtigheid kan deze chemische stoffen activeren en het papier aantasten.

Menselijke en andere verontreinigingen zijn bovendien een goede voedingsbodem voor de ontwikkelingen van micro-organismen en insecten.

Deeltjes zoals roet, cementstof en zand veroorzaken ook mechanische schade door het indringen in de vezels of het veroorzaken van krassen bij het poetsen.

• Polluerende gassen

Polluerende gassen kunnen geproduceerd worden in het gebouw zelf door bouw- of andere materialen zoals kunststoffen, verven, lakken en houten meubelen. Het gaat hier om chemische actieve stoffen afkomstig van polyvinylchloride, polyurethaan en formaldehyde.

Sommige archiefmaterialen produceren zelf schadelijke gassen zoals nitrocellulosefilm die in grote mate zelfontbrandend en zelfvernietigend is.

De meeste polluerende gassen worden buiten het gebouw gegenereerd door de industrie, het verkeer en de huisverwarming. Zwaveldioxide (SO²), stikstofoxide (NO), en ozon zijn de grootste vervuilers.

Zwaveldioxide is een belangrijke factor van deterioratie omdat het reageert met de zuurstof en de waterdamp in de lucht met vorming van zwavelzuur. Dit zuur tast zowel papier als boek aan. Schade aan deze laatste kan vastgesteld worden door de bruine rand op het papier, die van buiten naar binnen dringt. Zwaveldioxide in aanwezigheid van lignine en aluinosineverlijming is een dodelijke combinatie. Het papier verzuurt totaal.

Wanneer hierbij nog een te hoge temperatuur en vochtigheid aanwezig zijn en eventueel blootstelling aan licht is het hek helemaal van de dam.

Stikstofoxide en stikstofdioxide worden voornamelijk spontaan gevormd in de natuur als gevolg van biologische processen. In stedelijk gebied worden ze gevormd bij de verbranding van stookolie. In aanwezigheid van waterdamp geven ze aanleiding tot de vorming van onder andere salpeterzuur. Dit zuur heeft deteriorerende effecten die te vergelijken zijn met deze van zwavelzuur.

De werking van polluerende gassen wordt bevorderd door blootstelling aan UV-straling en hoge lichtintensiteit, verhoogde temperatuur en relatieve vochtigheid. Ook hier zijn papieren uit mechanische houtpulp de meest bedreigde.

Ozon is een sterk oxiderend gas dat organisch materiaal aantast op moleculair niveau. Het komt voor in de bovenste luchtlagen van de atmosfeer, maar wordt ook geproduceerd bij het kopiëren met een kopieermachine en door reactie van UV-straling met stikstofdioxide. De hoge concentraties aan ozon in onze lucht is niet alleen schadelijk voor de mens, maar door zijn sterke reactiviteit is het ook zeer schadelijk voor papieren documenten. De invloed van ozon wordt nog versterkt bij hoge temperatuur en vochtigheid en de aanwezigheid van licht en zuren. Ligninehoudende papieren zijn ook hier het meest kwetsbaar.

Biologische factoren

Situering

Onder biologische schade verstaan we alle schade die veroorzaakt is door:

- Micro-organismen (bio-aërosolen): bacteriën en schimmels
- Insekten
- Knaagdieren
- Andere biologische soorten

Micro-organismen en insekten spelen een belangrijke rol in de recyclage van organische materialen en levensvormen en maken geen onderscheid tussen voor ons waardevolle en waardeloze materialen.

Micro-organismen

▪ Bacteriën

Bacteriën zijn ééncellige micro-organismen. Naargelang hun behoeften zijn ze onder te verdelen in:

- Aëroob (zuurstofbehoevend) of anaëroob (niet-zuurstofbehoevend)
- Thermofiel (tussen 50 en 65°C) of mesofiel (onder de 40°C)
- Cellulolytisch (cellulose-afbrekend) of niet-cellulolytisch (geen cellulose afbrekend)
- Cellulotrofe (alleen cellulose aantastend) of heterotrofe (ook andere stoffen in het papier aantastend)

Alle bacteriën hebben evenwel een hoge vochtigheidsgraad nodig om tot wasdom te komen (65 tot 100% RV). Dit betekent dat acute waterschade een optimaal milieu creëert voor de ontwikkeling van bacteriën.

Door hun formaat (ongeveer 1 micron) kan hun aanwezigheid als soort niet visueel vastgesteld worden. De eerste aanwijzingen van mogelijke aanwezigheid zijn verkleuringen van allerlei aard op het papier.

Ook bacteriën die schadelijk zijn voor de mens kunnen tijdelijk op papieren documenten leven.

Bronnen van besmetting zijn:

- de aangevoerde lucht in de ruimten (aanvoer van besmette aërosolen)
- besmette documenten of andere objecten die in de collectie ingebracht worden
- personen besmet met long- of hersenvliesontsteking (rechtstreeks via het papier)
- slecht onderhouden bevochtigings- en klimatisatiesystemen (Legionella pneumophila-bacterie)

Het onderzoek naar bacteriën op papier is vrij beperkt²³, maar volgende constataties werden toch gedaan:

- De meest voorkomende bacteriën zijn van de genera *Cytophaga*, *Cellvibrio* en *Cellfalcicula*.

- Door hun samenstelling zijn papieren op basis van mechanische houtpulp veel kwetsbaarder dan bijvoorbeeld lompenpapier.
- Met bacteriën besmette locaties bevorderen tevens de ontwikkeling van schimmels.

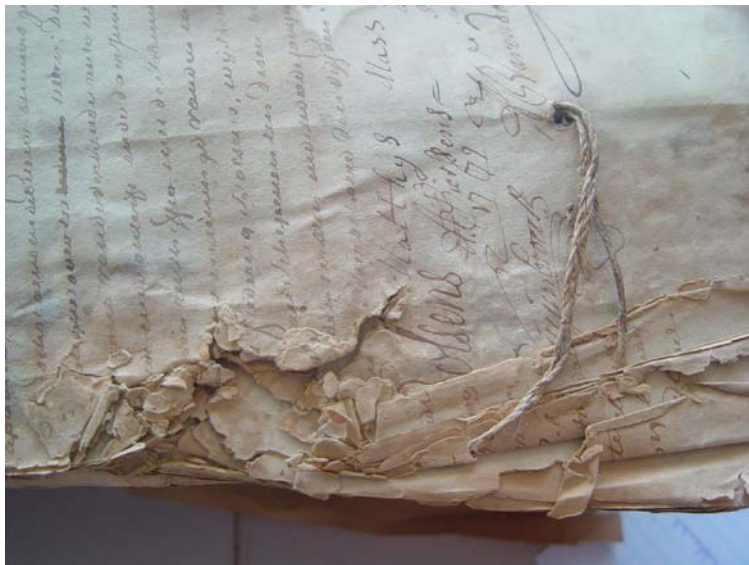


Fig. 4 : Schade door waterschade en schimmelinwerking.

▪ Schimmels (zie fig. 4 en 5)

- **Ontwikkeling**
Schimmels werden vroeger geklasseerd als een lagere plantensoort, maar zijn nu geklasseerd als een apart rijk: het rijk der Schimmels

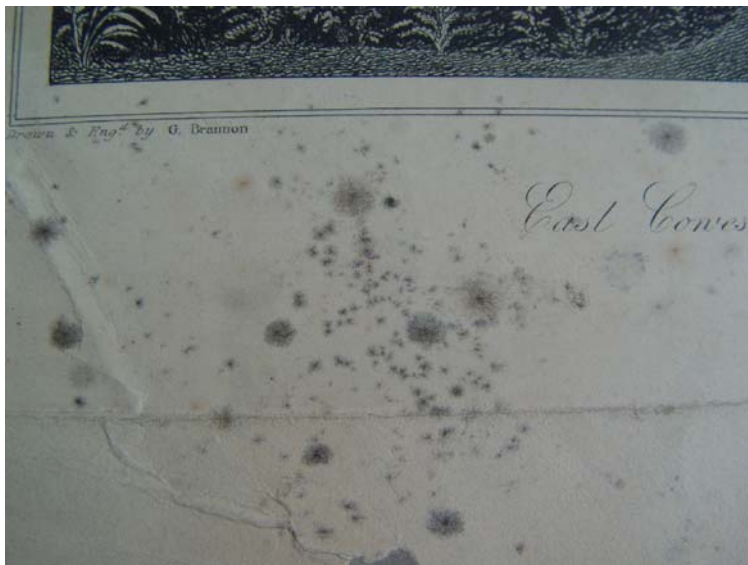


Fig. 5 : Schimmel.

Ze bestaan uit een kernlichaam, het mycelium, dat bestaat uit schimmeldraden of hyphen. Deze schimmeldraden hechten zich op het object, in casu papier, en dringen erin door. Boven het papier ontwikkelen zich op de schimmeldraden later de sporen.

Schimmels verspreiden zich als bio-aërosolen door de lucht door middel van hun sporen. Door de spoorvorming kunnen ze lang overleven in minder gunstige omstandigheden. Wanneer ze een gunstige voedingsbodem vinden en de omgevingsomstandigheden gunstig evolueren komen ze tot wasdom.

Organische materialen als papier vormen een goede voedingsbodem. De schimmels breken de cellulose af door middel van een cellulolytisch enzym en teren op de vrijgemaakte koolstof. Andere noodzakelijke elementen voor hun groei vinden ze in omringende zwevende deeltjes.

Een belangrijke voorwaarde voor de ontwikkeling van schimmels is de relatieve vochtigheid. Schimmels gedijen pas goed bij een RV tussen de 65% en de 100%. Hoe hoger de RV hoe sneller ze ontwikkelen. Dit betekent dat in extreem vochtige omstandigheden zoals overstroming, blusschade of andere intensieve waterschade met hoge vochtigheidsgraden als gevolg, schimmels op een explosieve wijze kunnen uitbreken en een hele collectie in een minimum van tijd kunnen besmetten (minder dan 72 uur).

Sommige schimmels ontwikkelen zich bij lage, andere bij hoge temperaturen, meestal variërend tussen 0 en 40°C. Aangenomen wordt dat temperaturen van 25-35°C in combinatie met luchtvochtigheden boven de 65% ideaal zijn.

Schimmels hebben een voorkeur voor een lichtzure pH, zoals we in veel papiersoorten terugvinden, ofschoon sommige soorten kunnen leven bij pH-waarden gaande van 2

tot 8.

- **Soorten**

Er zijn reeds een paar honderd soorten schimmels gevonden op boeken.

Voorbeelden zijn

- Deuteromycetes species
 - Alternaria spp.
 - Aspergillus spp.
 - Cladosporium spp.
 - Fusarium spp.
 - Penicillium spp.
 - Stachybotrys atra
- Ascomycetes species
 - Chaetomium spp.

- **Besmetting en schade**

Besmetting kan gebeuren door middel van de aangevoerde lucht maar kan ook door het binnenbrengen van documenten of objecten in de collectie die reeds door schimmel aangetast zijn. Deze schimmel kan zowel actief als inactief zijn. In het laatste geval wordt deze terug actief wanneer de omgevingsfactoren gunstig worden.

De schade aan papier gebeurt op verschillende manieren

- Mechanische schade door het indringen van de hyphen in het papier.
- Chemische schade door de afbraak van de cellulose. Dit blijkt vooral na verloop van tijd. Er vallen gaten in het papier of het papier breekt af door de hydrolyse van de vezels.
- Gedurende de metabolische reacties worden ook organische zuren gevormd die de pH van het papier verlagen en verzuring veroorzaken.
- Een ander bewijs van chemische veranderingen zijn de vlekken die optreden op het papier en die te wijten zijn aan kleurstof in het mycelium of het vrijzetten van gekleurde afbraakproducten. De kleuren variëren van roze, over rood, violet en bruin tot zwart.

- **Foxing**

Foxing is een speciale vorm van aantasting. Het zijn onregelmatige bruine

vlekken met een donkerder centrum. De juiste oorzaak ervan is nog niet gekend.

Twee hypothesen worden echter vooropgesteld:

- De invloed van zuren, afgescheiden door de schimmels, op ijzerhoudende zouten
- Rechtstreekse aantasting door een schimmel, vermoedelijk een Aspergillus soort.

De aantasting is vooral zichtbaar bij papier uit de 18^{de} en 19^{de} eeuw met een hoge zuurtegraad dat sporen vertoont van ernstige degradatie door oxidatie.

- **Gezondheidsrisico's**

Schimmels houden risico's in voor de volksgezondheid omdat ze aanleiding kunnen geven tot allergieën van de huid en de luchtwegen en in het ergste geval kunnen leiden tot ziekten van de ademhalingswegen.

Het optreden van allergieën hangt o.a. af van de gevoeligheid van het individu voor de allergene stoffen die de schimmel produceert.

Het risico is reëel en onderzoek²⁴ heeft uitgewezen dat zelfs na het invoeren van correctiefactoren, die betrekking hebben op familiale gevoeligheid, er twee tot drie maal zoveel allergene symptomen worden vastgesteld bij personeel dat in archieven en bibliotheken werkt (32%), dan bij de controlegroepen (10-15%).

Uit eigen ervaring heb ik kunnen vaststellen dat schimmels allergieën kunnen veroorzaken bij archiefpersoneel. Na medische behandeling en het aanbieden van een andere job, verdwenen, na verloop van tijd, de allergische reacties bij de persoon in kwestie.

Aangezien de werkgever volgens de geldende arbeidswetgeving verplicht is zijn werknemers te beschermen tegen biologische agentia (dus ook schimmels) zijn ook collectiebeheerders wettelijk verplicht de nodige maatregelen hieromtrent te nemen en hun personeel de nodige beschermingsmiddelen te verstrekken²⁵.

Uitgaande van de wettelijke verplichting tot bescherming van het personeel kan men zich afvragen in hoeverre een

instelling verantwoordelijk kan worden gesteld voor allergieën en ziekten die opgelopen worden door vorsers en onderzoekers bij het consulteren van besmette documenten die door de instelling werden ter beschikking gesteld.

Insekten

▪ **Ontwikkeling**

Insekten behoren tot de klasse van de Insecta. Ze hebben geen inwendig, maar een uitwendig skelet (exoskelet) en hun lichaam is verdeeld in 3 lichaamssegmenten:

- De kop met de antennes en de monddelen
- De thorax met 3 paar poten en één of twee paar vleugels
- Het abdomen met de genitale opening

Bij insekten onderscheiden we twee mogelijke scenario's van levenscyclussen

- De eerste is de cyclus van de onvolledige metamorfose: volwassene – ei – nymfe – volwassene. Hierbij heeft het insect bij het uitkomen uit het ei reeds dezelfde morfologie als het volwassen insect. Omdat het uitwendig skelet niet meegroeit, "vervelt" het insect op regelmatige tijden waarbij het zijn vorig skelet afgooit en het nieuw skelet uithardt. Na een aantal "nymfe" stadia is het insect volwassen. Voorbeeld hiervan is het zilvervisje.
- De tweede cyclus is deze van de volledige metamorfose: volwassene – ei – larve – pupa – volwassene. Het insect dat uit het ei komt heeft hier een totaal andere vorm (larve) dan het volwassen insect. Deze gedraagt en voedt zich dikwijls totaal anders dan het volwassen insect. In het volgende stadium wikkelt de larve zich in een cocon en ondergaat daar drastische veranderingen met vorming van het volwassen insect.

De variatie aan insekten, de enorme verspreiding ervan in de verschillende klimaatzones en de gevarieerdheid aan levensstijl is zo groot dat het onmogelijk is hun ontwikkeling in enkele regels samen te vatten.

Toch constateren we dat de meeste insekten zich vlugger voortplanten en ontwikkelen bij temperaturen boven de 25°C. Alle soorten hebben in min of meerder mate water nodig, maar sommigen halen dit gewoon uit hun voedsel.

Wanneer insekten zich ongestoord kunnen voortplanten in omstandigheden van voldoende voedsel en vochtigheid gecombineerd met hogere temperaturen, kunnen sommige reeds na zes weken vruchtbare volwassenen opleveren. Gezien de enorme aantallen eitjes die een volwassen vrouwtje kan produceren betekent dit dat de infestatie in een collectie explosief kan zijn.

▪ **Soorten²⁶**

We zullen ons hier vooral beperken tot de soorten die in onze streken te vinden zijn en een gevaar vormen voor het voortbestaan van papier, al dan niet in boekvorm of onder de vorm van foto's

- Ordo Thysanura
 - Zilvervisje (*Lepisma saccharina* L.)²⁷
- Ordo Coleoptera
 - Houtkever (*Anobium punctatum* / *Degeer*) (familia Anobiidae)²⁸
 - Spekkever (*Dermestes lardarius*) (familia Dermestidae)²⁹
- Ordo Dictyoptera
 - Germaanse kakkerlak (*Blattella germanica* L.)³⁰
- Ordo Isoptera
 - Termieten (species *Reticulitermes*)³¹
- Ordo Psocoptera
 - Boekluis (*Liposcelis bostrychophilus*)³²

▪ **Schade (zie fig. 6)**

De schade door insekten aangebracht aan papier is zelden een rechtstreekse aanval op het papier zelf, maar is meestal collaterale schade van een aanval op de lijm, het leder of het hout dat in de nabijheid van het papier zit, zoals bijvoorbeeld in boekbanden.

Een van de uitzonderingen hierop is het **zilvervisje** dat zich zowel voedt met cellulose, zetmeellijm als gelatine. Het is trouwens ook een van de weinige insekten die de emulsie van foto's aantast. De schade is typisch van uitzicht. Het lijkt erop alsof de oppervlaktelaag afgegrasd is. Het zilvervisje heeft blijkbaar een goede smaak want het verkiest papier van goede kwaliteit op basis van zuivere cellulose.

De **houtworm** (larve van de houtkever) graaft gangen doorheen boek en band en verteert het opgegeten cellulose door middel van een



Fig. 6 : Schade door zilvervisje.

soort gistcellen in de darm. De gangen hebben een typische ronde doorsnede en kronkelen zoals galerijen doorheen het papier en de houten of kartonnen borden.

In tegenstelling met de houtworm voedt de **spekgever** zich met leder en perkament en niet met cellulose.

Kakkerlakken voeden zich ongeveer met alles dat eetbaar is, waaronder leder en papier. De schade is meestal gesitueerd aan de oppervlakte van de banden, waardoor erosie van het oppervlak optreedt. Ze vervuilen bovendien het object door hun leerachtige eizakjes eraan vast te kleven en door het opleveren van braaksel.

Ze vertegenwoordigen ook een gezondheidsrisico door het verspreiden van ziektes en het opwekken van allergische reacties.

Bij de **termieten** zijn het enkel de werkers die cellulose kunnen verteren. Ze staan in voor het voeden van de hele kolonie. Daarom eten ze alles op wat cellulose bevat en gezien hun grote aantallen en de snelheid waarmee ze te werk gaan is de schade dikwijls immens.

De **boekluis** voedt zich voornamelijk met schimmels die op papier, boek en foto voorkomen, maar is niet afkerig van de aanwezige natuurlijke lijmen.

Ook andere insecten, zoals **vliegen**, kunnen schade veroorzaken aan papier, boek en foto door de uitwerpselen die ze achterlaten.

Resten van uitwerpselen, braaksel en dode insecten zijn goede voedingsbodems voor de ontwikkeling van bacteriën en schimmels. De aanwezigheid van deze micro-organismen lokt dan weer insecten aan zodat de cirkel rond is.

▪ Infestatie

Een infestatie met insecten kan gebeuren op verschillende manieren

- door het niet adequaat afsluiten van depotruimten waardoor insecten kunnen binnen dringen
- door het binnenbrengen in de collectie van stukken die besmet zijn met eitjes of larven³³.

Knaagdieren (zie fig. 7)

Ratten en muizen kunnen op grote schaal schade



Fig. 7 : Knaagschade.

aanrichten aan papier. Ze eten het materiaal niet op, maar gebruiken het om hun nesten mee te bouwen. Ze gaan hierbij ruw te werk en naast de knaagschade veroorzaken ze ook schade door het bevuilen van de stukken met hun uitwerpselen.

Bovendien vertegenwoordigen ze ook een groot gezondheidsrisico. Stukken die in contact geweest zijn met knaagdieren dienen dan ook altijd gedesinfecteerd te worden.

Andere biologische soorten

Het spreekt vanzelf dat alle dieren een potentieel risico tot beschadiging van collecties betekenen en daarom buiten het bereik van collectiestukken moeten gehouden worden.

Sommige dieren, zoals vogels, verlenen zich echter soms toegang tot collecties via openingen in daken en muren, via gebroken ramen of openstaande vensters. De schade die zij veroorzaken is vooral te wijten aan de uitwerpselen die ze achterlaten en die vaak zeer corrosief zijn. Bovendien zijn de uitwerpselen dikwijls besmet met bacteriën die biologisch verval initiëren of versterken en insecten aantrekken met alle gevolgen van dien. Deze vervuiling houdt eveneens gezondheidsrisico's in en dient dus ten allen prijze vermeden te worden.

Verval door menselijke interventie

Situering

Dit deel behandelt niét de positieve resultaten die reeds door heel wat collectiebeheerders, onderzoekers, erfgoedmedewerkers en instellingspersoneel werden neergezet in verband met de preservatie van ons papieren patrimonium.

Het behandelt enkel die factoren die schadelijk zijn voor het voortbestaan van dit patrimonium en waaraan menselijke interventie, bewust of onbewust, aan de basis ligt.

De hieronder aangehaalde oorzaken van verval door menselijke interventie berusten op observaties en constataties in binnen- en buitenland en zijn louter exemplatief. Ze zijn steeds algemeen bedoeld zonder enige persoonlijke connotatie met om het even wie. Indien iemand zich hierdoor aangesproken zou voelen berust dit louter op een toevallige samenloop van omstandigheden. Ik wil me hiervoor verontschuldigen, het was niet de bedoeling.

Menselijke interventie is voor een groot deel verantwoordelijk voor het verval van onze collecties.

De interventie kan

- actief zijn of passief
- bewust of onbewust
- opzettelijk of onopzettelijk.

Het resultaat is echter altijd een negatief saldo.

Oorzaken

▪ **Natuurlijke gebruiksschade**

Dit is de onvermijdelijke natuurlijke schade die optreedt aan collectiestukken zelfs indien alle voorzorgen worden genomen en de gebruikers alle mogelijke voorzichtigheid in acht nemen.

▪ **Onachtzaamheid (zie fig. 8)**

Hieronder verstaan we alle schade die optreedt omdat de betrokken personen niet voldoende aandacht en zorg besteden aan de manier waarop ze met de boeken omgaan.

Dit kan betekenen dat de stukken

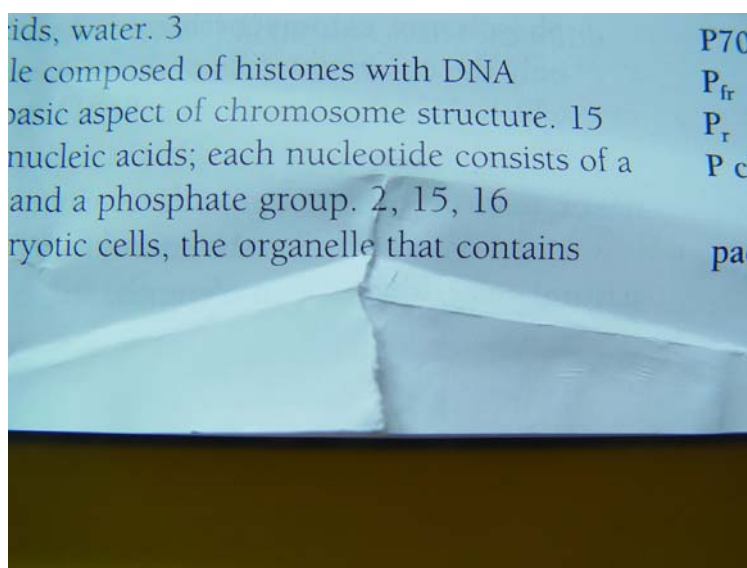


Fig. 8 : Schade door onachtzaamheid.

- Op een verkeerde wijze worden gemanipuleerd
- Onvoldoende worden beschermd.

Voorbeelden hiervan zijn

- Consultatie zonder de noodzakelijke hulpmiddelen zoals katoenen handschoenen bij foto's
- Kopiëren van boeken of documenten die er niet voor geschikt zijn.

▪ Onwetendheid

Hier moeten we een onderscheid maken tussen vroeger en nu.

We kunnen pas van echte preservatie spreken sedert de 2^{de} helft van de 20^{ste} eeuw, toen het systematisch onderzoek naar het verval van papier op gang kwam en dit voornamelijk in de Engelssprekende landen, Italië en Duitsland. Wat België betreft moesten we wachten tot het laatste kwart van de 20^{ste} eeuw vooraleer de problematiek in iets bredere kring werd (h)erkend. Dit onderzoek had als uiteindelijk resultaat dat tegenmaatregelen werden geformuleerd en nieuwe materialen en technieken werden ontwikkeld. En ofschoon het gebied nog steeds in beweging is en er geen ideale oplossingen voorhanden zijn, markeert dit een keerpunt in de houding ten opzichte van het omgaan met en het bewaren van collecties.

• Vroeger

In de vroegere periode was er onvoldoende kennis aanwezig om op een adequate wijze het verval tegen te gaan, zodat men het collectiebeheerders, gebruikers, inlijsters en restauratoren moeilijk kan aanrekenen dat ze door onwetendheid collectiestukken lieten vervallen of er zelfs een actieve rol in speelden.

Hoogstens zou men hen kunnen aanrekenen dat ze niet voldoende belangstelling hadden voor de collecties en deze lieten verkommeren in slechte omstandigheden. Vooral archiefstukken werden dikwijls stiefmoederlijk behandeld.

• Nu

De laatste jaren echter zijn de onderzoeken op gebied van deterioratie van papier toegenomen in kwaliteit en kwantiteit en zijn de resultaten beter toegankelijk.

Het onderzoek heeft geresulteerd in het ontstaan van nieuwe richtlijnen, materialen en technieken die de preservatie van het papieren patrimonium naar een hoger niveau tillen

We juichen dan ook het feit toe dat meer en meer instanties en instellingen zich documenteren omtrent de problematiek van deterioratie en preservatie en zijn van oordeel dat elke instelling over een minimumkennis van preservatie zou moeten beschikken

Nochtans stellen we nog steeds vast dat sommige overheden, collectiebeheerders, erfgoedmedewerkers, architecten en andere betrokken partijen slecht of niet voldoende geïnformeerd zijn over de problematiek en op basis daarvan geen, inadequate of soms verkeerde beslissingen nemen.

Het veld van de preservatie is, zeker in België, een jonge discipline, waar nog veel werk te verrichten valt en dat nood heeft aan een groter aantal enthousiaste en gemotiveerde medewerkers.

We constateren echter ook dat sommige actoren in het veld, zonder effectieve scholing en ervaring in de materie, zich opwerpen als deskundige en hierdoor in feite bijdragen tot een groter risico op verval van ons patrimonium. Zoals iemand na het lezen van enkele boeken over architectuur geen architect is, en na het lezen van enkele boeken over geneeskunde geen dokter, zo ben je ook geen preservatiedeskundige na het lezen van enkele artikelen over preservatie.

▪ Onvoldoende opleiding

Dit punt hangt nauw samen met het voorgaande omdat onvoldoende opleiding leidt tot onwetendheid

Onvoldoende kennis en inzicht in de materie is één van de oorzaken waarom nog steeds zoveel fouten gebeuren met betrekking tot de preservatie van collecties.

Zo worden er bij het bouwen van nieuwe archieven of bibliotheken nog steeds ondergrondse depots gebouwd ofschoon er een internationale consensus bestaat dat dit zoveel mogelijk moet vermeden worden. Ondergrondse depots stellen zoveel eisen qua veiligheid tegen onder andere waterschade dat het de middelen van onze Vlaamse archieven en bibliotheken ver overtreft.

In deze huidige tijd, waarin overheidsgeld zo efficiënt mogelijk dient aangewend te worden, is het pijnlijk te moeten constateren dat bij recent aangelegde depots nog fundamentele fouten gemaakt werden zoals

- het aanbrengen van ramen
- het niet kunnen controleren van de temperatuur en de vochtigheid
- het bewaren van documenten in zonlicht enz...

situaties die hadden kunnen vermeden worden.

Elke collectieverantwoordelijke zou op de hoogte moeten zijn van de werking en de methodiek van preservatiebeleid en in staat zijn een dergelijk preservatiebeleid te ontwikkelen met behulp van deskundige medewerkers. Cursussen in graduaat bibliotheek en archivaliek voorzien in toenemende mate in deze behoefte³⁴.

Elke instelling heeft nood aan minstens één medewerker die de basisbegrippen van deterioratie en preservatie beheerst. Hiervoor bestaan reeds enkele cursussen gericht naar archieven en bibliotheken³⁵.

Elke instelling heeft ook nood aan meerdere medewerkers die in staat zijn preservatieprojecten uit te voeren onder deskundige leiding. Hiervoor bestaat geen enkele formele opleiding.

De enige bestaande mogelijkheid tot nu toe is een training van het eigen personeel, binnen de instelling zelf, door een preservatiedeskundige. Het personeel krijgt hierbij stapsgewijs een theoretische en praktische opleiding die rechtstreeks geïncorporeerd wordt in een preservatieproject binnen de instelling. Deze opleidingen dienen steeds op maat te zijn van de instelling en rekening te houden met het behoeftenplan.

Indien in een later stadium toch een opleiding voor preservatiemedewerkers zou worden opgestart dient vooraf een volwaardig programma te worden opgesteld, in overleg met de sector, dat tegemoet komt aan de reële behoeften van de instellingen.

Sommige opleidingen die nu aangeboden worden onder de benaming "boekverzorging" hebben géén plaats in de context van preservatie. Deze cursussen zijn, terecht, gericht naar medewerkers van openbare bibliotheken. De doelstellingen zijn het aanwenden van een aantal materialen en technieken met de bedoeling de uit te lenen boeken zoveel mogelijk te verstevigen en weerbaar te maken tegen extensieve manipulatie door grote aantallen lezers op korte termijn. De aangewende technieken voldoen aan het beoogde doel op korte termijn (10 tot 15 jaar), maar zijn destructief op langere termijn. De term "boekverzorging" is dan ook ongelukkig gekozen. Deze cursussen hebben een intrinsieke waarde voor zover de aangeleerde technieken toegepast worden op materiaal dat niet langer

dan 20 tot 30 jaar moet bewaard blijven, niet op archiefmateriaal of historische collecties.

▪ Te weinig middelen

Zoals ook veel andere instellingen beschikken bibliotheken, archieven en andere bewaarders van papieren collecties over te weinig middelen om de bestaande problematiek adequaat aan te pakken.

De reden hiervoor ligt voor een groot deel in het feit dat papieren collecties, vooral in archieven, nooit tot de prioriteit behoorden van de diverse overheden. Gezien de reeds bestaande tekorten in andere domeinen leek het logisch dat er weinig geld in deze sector werd geïnvesteerd.

De algemene jarenlange achteruitgang van de collecties³⁶, kan dan ook in essentie teruggebracht worden tot een gebrek aan kennis en richtlijnen, en het jarenlange gebrek aan financiële en structurele middelen.

Om deze trend om te buigen is het dan ook van groot belang dat voor elke instelling een individueel Geïntegreerd Preservatiebeleid wordt uitgestippeld dat op volgende pijlers rust:

- Een adequaat collectiebeleid
- Een onderzoek naar de fysieke conditie van collecties en gebouwen
- Een behoeftenplan op langere termijn
- Extra financiële en structurele middelen

Dit preservatiebeleid is de enige realistische mogelijkheid om met de beschikbare middelen een maximaal effect te bekomen.

▪ Inadequate bewaringsomstandigheden

- **Depotruimten**
Depotruimten zijn niet geschikt wanneer ze gesitueerd zijn op locaties die een verhoogd risico inhouden voor de collecties die ze bevatten.

Risicolocaties binnen het gebouw zijn o.a. zolders (lekken in het dak) en kelders (overstroming)

Risicolocaties buiten het gebouw zijn o.a. wanneer grenzend aan waterlopen (overstroming) en industriële gebieden (industriële rampen)

Ze zijn ook niet geschikt wanneer de gebruikte materialen of de afwerking van het depot niet voldoet of wanneer technische installaties een risico vormen.

Ruimtes die geen bescherming bieden tegen deterioratiefactoren zoals beschreven onder "fysico-chemische" en "biologische" factoren komen eveneens niet in aanmerking.

- **Meubilair**

Meubilair voor depots moet voldoen aan een aantal stringente voorwaarden.

Zo zal meubilair dat chemische stoffen afgeeft, zoals veel houtsoorten, zoveel mogelijk vervangen worden door berging uit inerte materialen.

Het meubilair mag ook geen aanleiding geven tot vervorming en voldoende ventilatie toelaten.

- **Tentoonstellingskasten**

Deze moeten niet alleen aangepast zijn qua klimatologische omstandigheden, maar mogen ook geen materialen bevatten die de originelen aantasten. Het is wellicht interessant te weten dat 75% van de tentoonstellingskasten die in omloop zijn, absoluut niet voldoen aan de eisen voor preservatie van papier en aanverwante objecten.

- **Technische problemen**

De preservatie van collecties komt dikwijls in het gedrang door het falen van techniek zoals klimatisatie. De schommelingen in temperatuur en vochtigheid kunnen zelfs op korte tijd, een nefaste invloed hebben op de collecties.

Kortsluiting kan aanleiding geven tot brand en een defect aan de waterleiding kan aanleiding geven tot waterschade.

Technische problemen worden in de hand gewerkt door het gebrek aan regelmatig onderhoud aan de installaties. De oorzaak hiervan is dikwijls geldgebrek.

- **Ongeschikte bewarings- en conservatiematerialen (zie fig. 9)**

Voor het bewaren van archief- en bibliotheekcollecties zijn heel wat materialen in omloop. Ofschoon heel wat materialen voldoende goed zijn voor het beoogde doel zijn er ook een deel van deze materialen die ofwel niet geschikt, ofwel onvoldoende geschikt zijn ofwel slechts geschikt in bepaalde omstandigheden.

Het gebeurt ook regelmatig dat materialen inefficiënt of zelfs verkeerd aangewend worden waardoor de beoogde doelstellingen helemaal niet worden gehaald.



Fig. 9: Schade door onjuiste opberging.

Bovendien zijn er een aantal materialen die eigenlijk bestemd waren voor andere doeleinden, die hun weg hebben gevonden naar archieven en bibliotheken.

Het probleem begint al bij het feit dat zowel sommige producenten, als verkopers, als collectiebeheerders de juiste terminologie niet kennen in verband met de geproduceerde materialen. Uit ervaring heb ik geconstateerd dat begrippen zoals zuurvrij, chloorvrij, chloorvrij gebleekt en ligninevrij regelmatig door elkaar worden gebruikt en dat sommige vertegenwoordigers met blozende wangen moeten toegeven dat ze gewoon niet weten waar het over gaat. In deze context is juiste communicatie zeer belangrijk. Dit is slechts één van de redenen waarom een basiskennis preservatie bij alle betrokkenen primordiaal is.

Soms worden ook materialen op de markt gebracht die op het eerste zicht voldoen aan de normen van preservatie maar waar men zich terecht de vraag kan bij stellen of het aanbrenge van deze materialen omkeerbaar is op langere termijn. Uit ervaring heb ik geleerd dat dit niet altijd het geval is.

Zo bestaat er een assortiment aan kleefstroken uit zuurvrij papier en zuurvrije lijm. De producenten wijzen terecht op deze eigenschappen, maar het is dikwijls moeilijk een antwoord te krijgen op de vraag naar de reversibiliteit van het product in kwestie.

Ofschoon de materie niet eenvoudig is en er nog veel onderzoek nodig is moeten we toch blijven stilstaan bij de volgende vragen:

- Zijn de producten zuurvrij op het ogenblik van de fabricatie?
- Hoelang blijven ze zuurvrij na fabricatie en voor gebruik?
- Hoelang blijven ze zuurvrij na gebruik?
- Zijn er andere nevenwerkingen die de lijmlaag kan hebben op het object?
- Is de drager ligninevrij?
- Kan het materiaal terug verwijderd worden door middel van water of waterdamp? Of moet men producten gebruiken zoals aceton die zowel schadelijk zijn voor veel objecten als voor de restaurateur?
- Wat gebeurt er met de lijmresten? Zijn ze gemakkelijk te verwijderen met een onschadelijk product?

Wanneer materialen worden aangekocht is het belangrijk te weten in hoeverre ze op originelen kunnen worden gebruikt of welke invloed ze erop uitoefenen. Materialen die risico's inhouden en die niet geschikt zijn voor rechtstreeks gebruik op originelen, zijn onder andere

- **Kleefstroken (zie fig. 10 en 11)**

Kleefstroken bestaan uit een drager en een lijmlaag. De drager kan bestaan uit linnen, papier of kunststof en verkocht worden onder benamingen als linnen tape, velcro, isolerende tape, crêpetape, sellotape of archieftape. De drager heeft als doel het dragen van de lijmlaag. Deze lijmlaag bevat een aantal stoffen waaronder weekmakers. Indien dit niet het geval was zou het, bij gebruik, onmogelijk zijn om de tape af te rollen omdat de lijm zou uitgeharden

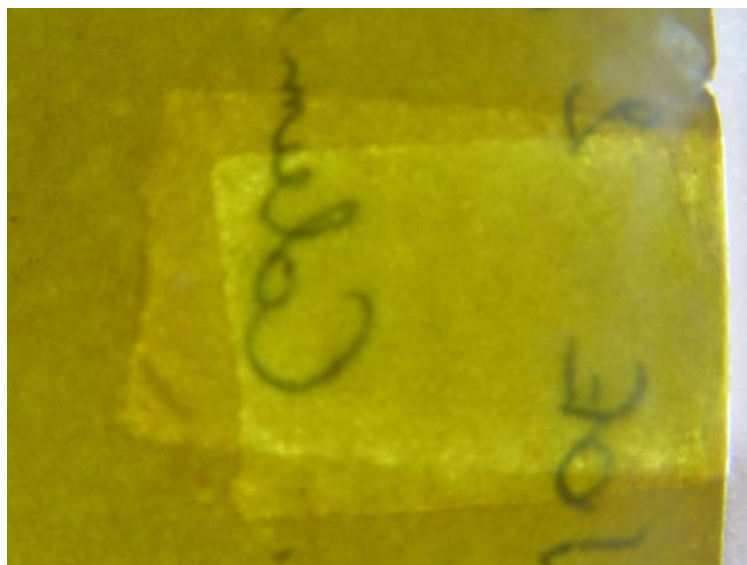


Fig. 10 : Schade door kleefstrook in tegenlicht bekeken.

zijn. Weekmakers dringen samen met de lijm in het object, in casu papier, en oefenen er op termijn een vernietigende werking op uit. Dit uit zich door het verbruinen van het papier, het uitharden van de aangetaste vlek en het scheuren van het papier op de randen van de aantasting.

Mogelijks is in een vroeger stadium de drager reeds van het papier losgekomen. Indien de lijm op dat ogenblik nog kleeft bestaat het risico dat het origineel blijft kleven aan omringende stukken of objecten met alle gevolgen van dien.

Ook Post-it notes en soortgelijke kleefbriefjes zijn schadelijk. Ofschoon de



Fig. 11 : Schade door lijm van zelfklevende velcrostroken.

lijm niet hard plakt, dringt hij zeer vlug in het papier. Schade door Post-it notes wordt algemeen internationaal erkend.

- **Zelfklevende folies (zie fig. 12)**

Deze folies die dikwijls gebruikt worden in openbare bibliotheken voor het verstevigen van boeken en door sommige firma's worden aangeprezen voor het



Fig. 12 : Schade aan inkt door inwerking van stoffen uit de zelfklevende folie.

beschermen en doubleren van documenten zijn een variatie op het thema van de hierbovenvermelde kleefstroken. Het principe is hetzelfde, het formaat verschilt. De gevaren die eraan verbonden zijn, zijn dezelfde. Zulke folies dienen ten allen tijde vermeden te worden voor gebruik op originele stukken.

- **Kunststoflijmen**

Kunststoflijmen uit tubes voor het plakken van allerhande objecten worden soms gebruikt door instellingspersoneel voor het vastkleven van losse onderdelen van bijvoorbeeld boeken. De samenstelling van deze lijmen is over het algemeen schadelijk voor het object. Bovendien zijn ze moeilijk of niet reversibel, maar slechts te verwijderen met organische solventen die schadelijk zijn voor het origineel en voor de persoon die de handeling uitvoert. De benodigde solventen zijn bovendien schadelijk voor het milieu.

Lijmen uit spuitbussen en heatsetlijmen, voor het kleven van foto's of posters op

karton of hout hebben vergelijkbare effecten. Ze beschadigen de originelen op korte of langere termijn door het induceren van scheikundige reacties en zijn weinig reversibel.

- **Verpakkingsmaterialen** die niet ligninevrij en zuurvrij zijn, zijn niet geschikt voor het opbergen van papier.

Papier en karton die voldoen aan de normen voor preservatie genieten nog altijd de voorkeur boven kunststof omdat ze lucht- en waterdampdoorlatend zijn.

Kunststofpochettes uit polyvinylchloride zijn niet geschikt omdat de chloorcomponent de originelen aantast.

Kunststofpochettes uit polyester en polyethyleen zijn chemisch inert en mogelijk te gebruiken in omstandigheden waarbij temperatuur en vochtigheid onder controle zijn. In het andere geval blijft steeds het risico bestaan dat bij waterschade of verhoogde relatieve vochtigheid, het document water opneemt met mogelijke schimmelvorming. Vooral de emulsie van foto's is gevoelig voor veranderingen in de vochtigheid. De mogelijkheid bestaat dat de fotografische emulsie geactiveerd wordt en begint te kleven aan de pochette.

- **Foutieve conservatie³⁷ en restauratie³⁸**

Schade aan collecties kan ook veroorzaakt worden door foutieve ingrepen in het kader van conservatie en restauratie:

- Het aanwenden van moderne materialen zoals sommige lijmen kan aanleiding geven tot schade aan originelen op langere termijn
- Het aanwenden van bepaalde technieken, zoals het bleken met chloor, houden zware risico's voor het voortbestaan van originelen

Conservatie en restauratie is, evenals preservatie, een discipline die een grote kennis en achtergrond vergt op

wetenschappelijk, historisch en kunst-historisch gebied, gekoppeld aan theoretische en praktische technische kennis. Dit kan enkel aangeleerd worden in een volwaardige voltijdse opleiding van tenminste drie, maar bij voorkeur 4 jaar in de specifieke specialisatie, zoals papier en boek.

Van een deskundige in conservatie en restauratie wordt terecht verwacht dat hij weet wat hij doet. De verantwoordelijkheid ten opzichte van het patrimonium vraagt dan ook om voortdurende bijscholing en vervolmaking. Om het beroep adequaat te kunnen uitoefenen moet er in de verloning daarom ook rekening worden gehouden met de niet geringe financiële eisen die door het beroep worden gesteld inzake infrastructuur, materiaal, verzekering en bijscholing.

Het feit dat er in ons land geen wettelijk statuut is voor restauratoren, dat er onvoldoende degelijke opleidingen zijn en dat de verloning dikwijls niet toereikend is³⁹, schrikt goede potentiële kandidaten af. Het maakt dat bekwame restauratoren na verloop van tijd herscholen in meer lucratieve beroepen en opent de weg voor minder bekwame personen om handelingen uit te voeren aan waardevol patrimonium dat hierdoor op kortere of langere termijn schade ondervindt.

Heel wat stukken circuleren niet in instellingen maar maken deel uit van privé-collecties. Deze stukken komen vroeg of laat in de handel terecht. Ofschoon heel wat handelaars hun stukken met liefde behandelen, zijn er ook andere die meer geïnteresseerd zijn in de opbrengst van het stuk dan in het stuk zelf. Originelen die esthetisch niet meer zo aantrekkelijk zijn worden dan dikwijls onder handen genomen, niet om conservatorische redenen, maar om een hogere prijs te kunnen vragen. Daarbij probeert de handelaar de prijs voor de behandeling zo laag mogelijk te houden. Sommige handelaars voeren daarom zelf handelingen uit, waarbij het opsmukken van het origineel primeert, soms zelfs ten koste van het voortbestaan van het stuk. Een voorbeeld hiervan is het chloorbleken van prenten zonder de gepaste voor- en nabehandeling.

▪ Foutieve inlijstingen

Ofschoon de kwaliteit van inlijstingen het laatste decennium sterk is verbeterd, mede door het feit dat de betere inlijsters meer en meer ook conserverend inlijsten aanbieden,

moeten we toch vaststellen dat nog teveel schade aan originelen op papier wordt veroorzaakt door inlijsters die ofwel niet over de nodige kennis beschikken ofwel om andere motieven ongeschikte materialen gebruiken en handelingen uitvoeren die niet tot hun vak behoren.

Zo stellen we vast dat sommige inlijsters

- nog steeds originelen kleven op dragers
- inlijsten zonder passe-partout
- gebruik maken van houthoudende dragers en passe-partouts
- "kleine" herstellingen uitvoeren op originelen gaande van reinigen, dichten van scheuren tot ontzuren en bleken, zonder voldoende de gevolgen van deze handelingen te kunnen inschatten.

▪ Vandalisme

In onze context is vandalisme het moedwillig beschadigen of vernielen van collecties. In elk geval geeft vandalisme altijd aanleiding tot een zeker verlies.

De schade kan

- Beperkt zijn of omvangrijk
- Te herstellen of irreversibel zijn.

De motieven kunnen van allerlei aard zijn

- Religieus of politiek bepaald
- Uit wraak
- Uit protest
- Uit winstbejag (diefstal)
- Als gevolg van mentale of psychiatrische problemen.

De gebruikte methodes kunnen onder andere zijn

- Bewerken met een mes of zuren
- Brandstichting.

▪ Terrorisme

De laatste jaren worden we meer en meer geconfronteerd met terrorisme. We kunnen er dus ook niet omheen dat het risico op schade aan collecties door terroristische activiteiten groter wordt.

De schade door terrorisme kan

- Welbewust veroorzaakt zijn of een collaterale schade door een aanslag op een ander doelwit
- Beperkt zijn of omvangrijk
- Te herstellen of irreversibel

Voor tentoonstellingen die politiek of religieus controversieel zijn en het risico lopen een mogelijk doelwit voor terrorisme te vormen, is het best een risk assessment uit te voeren en de nodige beschermende maatregelen te treffen.

▪ Oorlog en gewapende conflicten

Schade door oorlogshandelingen is een actueel gegeven, gezien de vele gewapende conflicten in de wereld.

De schade kan rechtstreeks zijn of onrechtstreeks

- Rechtstreekse schade zijn de vernielingen door de inslag van oorlogswapens, opzettelijke brandstichting of vernieling van documenten.
- Onrechtstreekse schade is onder andere de collaterale schade die gebeurt bij plundering, ongeacht of de vervreemding van de stukken zelf de bedoeling was of niet.

Meestal is de schade niet of slechts gedeeltelijk reversibel. Oorlogsschade is meestal ook van een grote omvang.

Ofschoon in het kader van The Blue Shield heel wat pogingen zijn ondernomen om cultureel erfgoed te laten ontzien door de strijdende partijen wordt in de praktijk dikwijls geen rekening gehouden met deze vraag.

Soms wordt beschadiging van het erfgoed opzettelijk uitgevoerd om

- De culturele identiteit van een volk te vernietigen
- Een leefgemeenschap te vernederen
- De mentale druk te verhogen
- Het bestuur onmogelijk te maken
- Diefstal te verbergen.

Eindbeschouwing

Ik denk dat hierboven voldoende is aangetoond dat het overleven van onze papieren, en andere collecties, slechts mogelijk is door de collectieve inzet van alle actoren in het veld. De complexiteit van het probleem vergt een multidisciplinaire aanpak en alleen door een geïntegreerd preservatiebeleid kunnen de nodige structurele en financiële middelen op een adequate manier worden aangewend.

De laatste 10 jaren hebben we een grotere verandering gezien in dan de 50 jaren ervoor, maar alleen een collectieve en niet-aflatende zorg geeft ons de kans om ons cultureel patrimonium door te geven aan de volgende generaties.

Guy DE WITTE
De Zilveren Passer
 Rabotstraat 28
 9000 Gent
 zilverenpasser@pandora.be

22 juni 2005

Bibliografie

Boeken

Archives Association of British Columbia (AABC), ed. *A manual for small archives*. Vancouver : AABC, 1988 (revised 1994)

BANSA, H. (ed.). *Dauerhaftigkeit von Papier*. Frankfurt am Main : Vittorio Klostermann, 1980

BARRETT, Timothy. *Japanese papermaking*. New York : Weatherhill, 1983.

BLOOM, Jonathan. *Paper before print*. New Haven : Yale University Press, 2001.

COPEDE, Maurizio. *La carta e il suo degrado*. Firenze : Nardini Editore, 1991.

DOIZY, Marie-Ange ; FULACHER, Pascal. *Papiers et moulins*. Paris : Technorama, 1989.

GARDNER, Carl ; HANNAFORD, Barry. *Lighting design: An introductory guide for professionals*. London : The Design Council, 1993

HICKIN, Norman. *Bookworms, the insect pests of books*. London : Sheppard Press , 1985

HUNTER, Dard. *Papermaking, the history and technique of an ancient craft*. New York : Dover , 1947 (herdruk 1978)

LIENARDY, Anne ; VAN DAMME, Philippe. *Inter folia : Handboek voor de conservatie en de restauratie van papier*. Brussel : Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium (KIK-IRPA), 1989.

OLMSTED, John III ; WILLIAMS, Gregory. *Chemistry. 3rd ed*. New York : Wiley, 2002

PINNIGER, David. *Pest management in museums, archives and historic houses*. London : Archetype Publications, 2001

PELS, C. *Papier : Een en ander over de fabricage en verwerking van papier, toegelicht met talrijke afbeeldingen*. Mijdrecht : De Arbeiderspers, sd.

PREMCHAND, Neeta. *Off the deckle edge : a papermaking journey through India*. Bombay : The Ankur Project, 1995

SKIOLD, Birgit ; TURNER, Sylvie. *Handmade paper today*. London : Lund Humphries, 1983

STOLOW, Nathan. *Conservation and exhibitions*. London : Butterworth-Heinemann, 1987

THOMSON, Garry. *The museum environment. 3rd edition*. Oxford : Butterworth-Heinemann, 1994.

TURNER, Silvie, *Which paper?* London : Estamp, 1991

Artikelen

BROWN R.M. ; SAXENA, I.M. ; KUDLICKA, K. Cellulose Biosynthesis in Higher Plants, *Trends in Plant Sciences*, 1996, Vol. 1, n°5, pp. 149-156.

GABRIO, Thomas. Gefahren durch Schimmelpilze. *Schimmelpilze - Gefahr in der Wohnung. Ein Vortrag der Initiative "Technik in Dialog"*, Stuttgart, October 22, 2002. <http://www.rpbwl.de/exlga/it_rps/schimmel_lep_dina4.pdf> (login 07/08/2005)

KOWALIK, Romuald. Microbiodeterioration of Library Materials, Part 2, Chapter 4 : Microbiodeterioration of Basic Organic Library Materials, *Restaurator* 1980, Vol.4, n° 3-4, pp. 135-219.

KOWALIK, Romuald. Microbiodeterioration of Library Materials, Part 2, Chapter 4 : Microbiodeterioration of Basic Organic Library Materials, *Restaurator* 1984, Vol. 6, n° 12, pp. 61-115.

NEUHEUSER, Hanns Peter. Gesundheitsvorsorge gegen Schimmelpilz-Kontamination in Archiv, Bibliothek, Museum und Verwaltung : Problematik, Empfehlungen, künftige Aufgaben. *Bibliothek - Forschung und Praxis*, 1996, Vol.20, n° 2, pp. 194-215.

PETERS, Dale. Climates and Microclimates: A New Attitude to the Storage of Archival Materials. *AMLIB Newsletter (Association of Archivists and Manuscript Librarians , South Africa)*, May 1996 n° 60, pp. 8-12. <<http://palimpsest.stanford.edu/byauth/peters/peters1.html>> (login 07/08/2005)

TIANO, Piero. *Biodegradation of Cultural Heritage: Decay Mechanisms and Control Methods*, Firenze : CNR, Centro di Studiosulle "Cause Deperimento e Metodi Conservazione Opere d'Arte". <http://www.arcchip.cz/w09/w09_tiano.pdf> (login 07/08/2005)

CD-Rom

Safeguarding Our Documentary Heritage. IFLA Core Activity on Preservation and Conservation (IFLA/PAC) and French Ministry of Culture and Communication for UNESCO Memory of the World Programme, 2000. <<http://webworld.unesco.org/safeguarding/>> (login 07/08/2005)

Websites

Dictionary

<<http://www.biology-online.org/dictionary.asp>> (login 07/08/2005)

Handmade paper on the net

<<http://www.meduniwien.ac.at/user/dieter.freyer/handpaper/about.php?lang-en>> (login 07/08/2005)

Data over katoen

<<http://www.cottonaustralia.com.au>> (login 07/08/2005)

The Ink Corrosion Website

<<http://www.knaw.nl/ecpa/ink/>> (login 07/08/2005)

Data over luchtkwaliteit in Vlaanderen en België

<<http://www.irceline.be>> (login 07/08/2005)

Website auteur

<<http://www.zilverenpasser.com>> (login 07/08/2005)

Cursussen preservatie

Bibliotheekschool (Vormingsleergang voor Sociaal en Pedagogisch Werk) te Gent

<<http://www.vspw.be/bibschool/index.shtml>>

zie

- Graduaat Bibliotheekwezen en Documentaire Informatiekunde – module Preservatie en conservatie
- Initiatie tot de Bibliotheek-, Documentatie en Informatiekunde: Groep archiefkunde – Leereenheid B1 Materieel Archiefbeheer
- Bijscholingen 2005-2006
 - Preservatie van archief-en bibliotheekmaterialen

Noten

- 1 Een Geïntegreerd Preservatiebeleid is een consequente en dynamische politiek van bewaring van de beschikbare informatie en informatiedragers rekening houdende met de initiële doelstellingen waarvoor de instelling werd opgericht.
- 2 Onder "preservatie" verstaan we alle noodzakelijke maatregelen die we treffen om een object te bewaren zonder op het stuk zelf in te werken. Een voorbeeld hiervan is het inrichten van aangepaste depotruimten.
- 3 Hiermee bedoelen we ook onderzoekers die zich wetenschappelijk bezighouden met de samenstelling van het materiaal en de mechanismen van verval.
- 4 Dit houdt in dat andere schriftdragers zoals papyrus, amate en tapa niet als papier worden beschouwd omdat ze op een andere manier tot stand komen.
- 5 Van het Arabische woord "qutn".
- 6 In de 13^{de} en 14^{de} eeuw verkozen de mensen meer en meer linnen stoffen boven wol. De grotere beschikbaarheid van linnen had te maken met de ontwikkeling van een mechanisch toestel voor het verwerken van vlas en de uitvinding van het spinnewiel.
- 7 Zie "De bouwstoffen van papiervezels" verder in dit artikel.

- 8 Voor de techniek van het papier scheppen verwijzen we naar de talrijke websites voor het maken van handgeschept papier die als link te vinden zijn op <<http://www.meduniwien.ac.at/user/dieter.freyer/handpaper>>
- 9 Een vrij extreem voorbeeld hiervan zijn de zogenaamde "porseleinkaarten", waarvan de bovenzijde zo glad gekalanderd was dat ze deed denken aan porselein.
- 10 Katalysatoren zijn stoffen die chemische reacties versnellen zonder zelf van samenstelling te wijzigen
- 11 De pH-schaal geeft de concentratie aan van de H⁺ ionen in een waterige oplossing
- 12 Naargelang de toename zien we de pH-waarde dalen van een pH 7 naar pH 1
- 13 We groeperen de fysische en chemische factoren in dezelfde groep omdat hun onderlinge wisselwerking zo groot is dat ze moeilijk van elkaar te scheiden zijn
- 14 Een chemische reactie onder invloed van licht noemt men een fotomechanische reactie.
- 15 Pogingen hiertoe werden ondernomen door het Institut für Restaurierung in Wenen, Oostenrijk
- 16 De Hollander is een toestel dat in Nederland werd ontwikkeld omstreeks 1680. Het verving het systeem van houten hamers dat gebruikt werd om de lommen te vervezelen. Het lijkt op een badkuip waarin een systeem van ronddraaiende stenen en messen is gemonteerd dat een homogene pulp op een efficiëntere manier produceert.
- 17 Zie <<http://www.knaw.nl/ecpa/ink/inkcorrosion.html>>
- 18 Onder "lux-uren" verstaan we het product van het totale aantal uren dat het stuk belicht werd x het aantal lux waaraan het werd blootgesteld.
- 19 it zijn gloeilampen gevuld met halogeengas en een kwartsbescherming hebben.
- 20 Dit zijn kleine vaste deeltjes die in suspensie zitten in de lucht.
- 21 <<http://www.irceline.be>> (login 07/08/2005)
- 22 Het ging hier om het nieuws van 13u00 op Radio1 op dinsdag 29 maart 2005.
- 23 Zie in de bibliografie het artikel van Kowalik Romuald en Piero Tiano.
- 24 Onderzoek gevoerd in Nordrhein-Westfalen in 1993 bij diverse archieven. Het onderzoek werd gevoerd door die Gesellschaft für angewandte und experimentelle Allergieforschung mbH (GAF) in Düsseldorf (vroeger in Mönchengladbach). Het onderzoek gebeurde onder leiding van Hanns Peter Neuheuser M.A. en Prof. Dr. Med. Martin Schata. Zie bibliografie voor het betreffende artikel.
- 25 Belgische wetgeving (KB van 4 augustus 1996, gewijzigd door KB van 29 april 1999, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad van 7 oktober 1999)
- 26 Voor een gedetailleerde beschrijving van de insecten verwijzen we naar de vakboeken over insecten die opgenomen zijn in de bibliografie of naar de aangeduide websites
- 27 Zie <<http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/2000/2018.html>> (login 07/08/2005)
- 28 Zie <<http://www.arkive.org>> (login 07/08/2005) en vul bij "search" anobium punctatum in, <<http://infobreaks.com/pestguide/index2.html>> (login 07/08/2005)
- 29 Zie <<http://www.ext.vt.edu/departments/entomology/factsheets/larder.html>> (login 07/08/2005) en <<http://www.kendal-bioresearch.co.uk/beetle6.htm#top>> (resssource inexistante ou inaccessible)
- 30 Zie <<http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/2000/2099.html>> (login 07/08/2005) en <<http://pested.unl.edu/gerroa.jpg>> (login 07/08/2005) en <<http://infobreaks.com/pestguide/index.html>> (login 07/08/2005)
- 31 Zie <<http://www.nobugs.com/termites/biology.html>> (login 07/08/2005) en klik op de verschillende links onderaan met Reticulitermes.
- 32 Zie <<http://www.ext.vt.edu/departments/entomology/factsheets/booklice.html>> ((login 07/08/2005) en <<http://infobreaks.com/pestguide/index14.html>> (login 07/08/2005)
- 33 Uit eigen observatie blijkt dat collectiestukken zelfs kunnen besmet worden door geïnfesteerde objecten die in eenzelfde kast liggen op een tentoonstelling

- ³⁴ Zie de rubriek "Cursussen Preservatie" achteraan dit artikel
- ³⁵ Zie de rubriek "Cursussen Preservatie" achteraan dit artikel
- ³⁶ Het moet hier duidelijk zijn dat het hier niet gaat om collectiebeheerders die veel persoonlijke inspanningen gedaan hebben om hun collecties met zorg te omringen, niettegenstaande de beperkte middelen waarover zij beschikten
- ³⁷ Hieronder verstaan we alle noodzakelijke maatregelen die we treffen om een object te bewaren en waarbij we rechtstreeks ingrijpen op dit object. Een voorbeeld hiervan is het ontzuren van papier
- ³⁸ Hieronder verstaan we alle ingrepen die we verrichten om een object in zijn oorspronkelijke staat te brengen, ook al zijn deze niet noodzakelijk voor het voortbestaan van het object. Bijvoorbeeld een boek terug inbinden dat reeds gedurende lange tijd zijn binding is verloren
- ³⁹ Dit heeft onder andere te maken met de beperkte budgetten die de instellingen ter beschikking hebben om noodzakelijke conservatie en restauratie te laten uitvoeren. Een andere reden is dat er bijna geen jobs bestaan in vast dienstverband en dat de financiële lasten van het zelfstandig statuut, door de arbeidsintensiviteit van het werk, in veel gevallen niet kunnen gedragen worden door de vergoeding die ervoor betaald wordt.