

Kennisnetwerk

**Informatie en Archief**

# Spoorloos?

Bekijken, beoordelen  
en behandelen van  
schimmel op papier

*... is frucht. Hij drinkt aan ...*

Gabriëlle Beentjes  
Frederike Leffelaar  
Fleur van der Woude



# Inhoud

<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>Schimmel</b>	<b>7</b>
Over schimmel	8
Schimmels en archieven	10
<i>Actief of niet?</i>	11
Schimmels en gezondheid	12
<b>De archieven</b>	<b>15</b>
Controle van binnenkomende archieven	16
<i>Het nemen van een steekproef</i>	18
Vermoeden van schimmel	19
<i>Het plakbandmonster</i>	20
Constateren van schimmel	22
Behandeling van archieven met schimmel	24
Calamiteiten	28
<b>De bewaaromgeving</b>	<b>31</b>
Creëer een goede bewaaromgeving	32
<i>Schoonmaken en ontsmetten van de ruimte</i>	34
<i>Schoonmaakprotocol</i>	34
<i>Ontsmetten</i>	35
Controleer regelmatig depots en archieven	36
<i>Meten van sporenbelasting</i>	38
<i>Test met de ARA-kit</i>	38
<i>Kiemgetalmetingen</i>	39
<b>Tot slot</b>	<b>42</b>
<b>Verantwoording en dank</b>	<b>44</b>
<b>Colofon / Over de auteurs</b>	<b>45</b>
<b>Zie verder</b>	<b>46</b>

# Inleiding



Een van de grootste nachtmerries van papierbeherende instellingen is een totaal beschimmelde collectie. Gelukkig is dat een nachtmerrie die maar zelden realiteit wordt. Grote schimmelditbraken komen alleen voor na een calamiteit met waterschade of bij langdurig slechte bewaaromstandigheden. De angst voor schimmel maakt echter wel dat een beheerder bij twijfel al snel naar zware middelen grijpt, zoals gammadoorstraling. Deze publicatie is bedoeld om beheerders van papieren erfgoed praktisch te ondersteunen bij het beoordelen van mogelijke schimmelgroei en het opstellen van een efficiënt behandelplan.

# Schimmel



---

Over schimmel

Schimmels en archieven

*Actief of niet?*

Schimmels en gezondheid

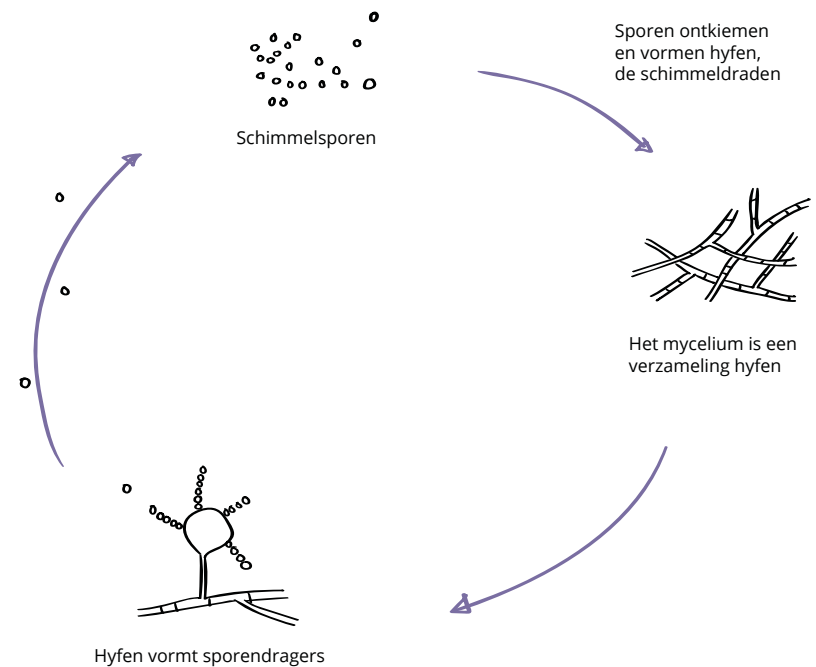
## SCHIMMEL

# Over schimmel

Voor een goed begrip van het effect (en de risico's) van schimmels op papier is het belangrijk te begrijpen wat schimmels zijn, hoe ze groeien en hoe ze zich voortplanten. Schimmels behoren net als bacteriën en virussen tot de micro-organismen, maar vormen een apart rijk in de taxonomie. Zij zorgen voor afbraak en recycling van organisch materiaal en zijn een onmisbaar onderdeel van de voedselketen. Er bestaan zeer veel schimmelsoorten en het is niet bekend hoeveel soorten specifiek op papier kunnen groeien.

Schimmels verspreiden zich door middel van sporen. Dit zijn voor het blote oog onzichtbaar kleine deeltjes (1-10 micrometer) die zich gemakkelijk door de lucht of via oppervlakken, zoals handen, kleding of gereedschap, verplaatsen. Als de omstandigheden gunstig zijn, ontkiemen de sporen en vormen ze schimmeldraden (hyfen),

die in een dicht netwerk bij elkaar liggen. Dit netwerk heet een mycelium. Het groeit van binnen naar buiten en kan met het blote oog zichtbaar zijn. Uit het mycelium groeien complexere schimmelstructuren, bijvoorbeeld de sporendragers die de sporen vormen. Een schimmel kan verschillende kleuren hebben en kan pigmenten uitscheiden, die het substraat verkleuren. De kleur en uitscheiding is afhankelijk van de schimmelsoort, de samenstelling van het substraat waar de schimmel op groeit en de omstandigheden waaronder de schimmel groeit. Afvalstoffen van de schimmel en een gebrek aan voedingsstoffen in het substraat zorgen ervoor dat de schimmel niet terugkeert naar de oorspronkelijke ontstaansplek. Schimmels kunnen echter wel in volledige symbiose leven en elkaar opvolgen: de ene schimmel maakt de weg vrij voor de andere.



*De levensloop van schimmel.*

Overal om ons heen zijn schimmelsporen, maar deze ontkiemen en groeien niet zomaar. De sporen hebben een voedingsbodem van organisch materiaal nodig, waaruit de schimmel door middel van enzymen voedingsstoffen haalt. De temperatuur waarbij schimmelsoorten die typisch voorkomen in binnenmilieus zich kunnen ontwikkelen ligt tussen 4 en 45°C, met een optimum tussen 20 en 25°C. Verreweg de belangrijkste groeivoorwaarde is vocht. Schimmels hebben voor hun

(primaire) ontwikkeling een relatieve luchtvochtigheid (RV) van 60-100% nodig. De algemene stelling is dat bij een RV lager dan 60% in de regel geen schimmelgroei plaatsvindt en dat een constante RV van belang is om schimmelgroei tegen te gaan. Naast vochtminnende schimmels kunnen op papier ook droogtetolerante en droogteminnende schimmels groeien. Deze kunnen zich na ontkieming bij een lagere RV blijven ontwikkelen, zij het langzaam.



## SCHIMMEL

# Schimmels en archieven

Archieven bestaan grotendeels uit organisch materiaal: papier, leer, perkament, lijm. Dat betekent dat veel schimmels in de archieven een goede voedingsbodem kunnen vinden. Papier, waar we ons in deze publicatie op richten, is een poreus substraat en bevat voor schimmels talrijke voedingsstoffen, zoals cellulose en lijmingen, maar ook minerale vulstoffen kunnen als voeding dienen. Papier is hygroscopisch en bevat onder normale omstandigheden waterdamp, waar schimmels gebruik van kunnen maken

tijdens de groei. De manier waarop een schimmel in papier groeit en zich eraan hecht, is afhankelijk van verschillende factoren, waaronder de schimmelsoort en eigenschappen en conditie van het papier. Hoewel schimmelgroei er met het blote oog oppervlakkig uit kan zien, groeien de schimmeldraden of hyfen vaak diep tussen de papierzvezels. Sommige schimmels dringen de papierzvezels binnen. Als u schimmelgroei vindt op papier, is het in veel gevallen in meer of mindere

mate integraal onderdeel geworden van het papier. Schimmelgroei op papier zorgt voor degradatie: de vezels in het papier raken hun samenhang kwijt doordat schimmeldraden zich een weg banen door de vezelstructuur. Ook de uitscheidingsproducten van

schimmels zorgen voor degradatie van het substraat. Daarnaast zorgen schimmels voor een verstoord beeld en/of verminderde leesbaarheid en kunnen ze, zowel in levende als in afgedode vorm, schadelijk zijn voor de gezondheid.

## Actief of niet?

*Regelmatig wordt in publicaties over conservering en schimmelproblematiek gesproken over 'actieve' en 'inactieve' schimmels. Het verschil tussen beide staat er over het algemeen echter niet bij. Een actieve schimmel is een schimmel die nieuwe structuren aanmaakt, gestimuleerd door gunstige omstandigheden en beschikbare voedingsstoffen. Een inactieve schimmel is een schimmel die niet aan het groeien is. Deze is echter nog altijd mogelijk schadelijk voor papier en de gezondheid en kan verspreiden dankzij hantering, kleding en gereedschap. Bovendien kan een schimmelspore jarenlang inactief zijn en weer gaan groeien als de omstandigheden gunstig zijn.*

*Voor het opstellen van een behandelpun maakt het in de praktijk niet uit of een schimmel actief is of niet: wanneer schimmel aanwezig is op een object is het altijd van belang om deze waar mogelijk te verwijderen. Uiteraard wijst actieve schimmelgroei wel op een acuut probleem, hierbij moet u de oorzaak direct achterhalen om verspreiding en toenemende aantasting van objecten te voorkomen.*

*Afgedode schimmels, zoals schimmels die succesvol zijn behandeld met gammastraling, zullen niet meer gaan groeien. Toch zijn ook deze schimmelresten niet goed voor het papier, de leesbaarheid van objecten en voor de gezondheid. Verwijder deze dus ook zo veel mogelijk om het materiaal veilig te conserveren en gebruiken.*



## SCHIMMEL

# Schimmels en gezondheid

Schimmels kunnen een gevaar voor onze gezondheid vormen, al kunnen de schimmels die normaliter op papier groeien zich niet in het lichaam van mensen ontwikkelen. Wel kan blootstelling aan zowel levende als afgedode schimmels en schimmelsporen klachten veroorzaken zoals allergie en irritatie van huid en luchtwegen. Daarom moet u bij controles en schoonmaak altijd werken met persoonlijke bescherming. Voor het hanteren van besmette archiefstukken zijn nitril handschoenen geschikt: deze bieden voldoende bescherming tegen schimmelsporen. Om inademen van sporen tegen te gaan draagt u een masker met filterkwaliteit FFP3 (P3). Nitril handschoenen en mondkapjes gebruikt u slechts één keer: gooi ze na gebruik weg. Schimmelsporen kunnen zich hechten aan de kleding en op die

manier verspreiden. Een schort biedt niet afdoende bescherming omdat het mouwen en borst onbeschermd laat. Draag daarom een stofjas met sluitende mouwen en doe deze uit bij het verlaten van de ruimte waar u heeft gewerkt. Was werkkleding regelmatig, neem deze in een plastic zak mee uit de werkruimte. Bij grotere calamiteiten kunt u een wegwerp Tyvek® overall gebruiken en een kapje ter bescherming van haar en oren.



# De archieven



- 
- Controle van binnenkomende archieven
  - Het nemen van een steekproef*
  - Vermoeden van schimmel
  - Het plakbandmonster*
  - Constateren van schimmel
  - Behandeling van archieven met schimmel
  - Calamiteiten



# Controle van binnenkomende archieven

Hoewel het zinloos is te streven naar steriele archieven, is het natuurlijk wel belangrijk om het risico op schimmelbesmetting zo klein mogelijk te houden. Stof en vuil zijn broedplaatsen voor ongewenste indringers als schimmel en insecten. Vuile archiefstukken moet u daarom schoonmaken voordat u ze verpakt en vuile dozen moeten schoon gemaakt worden of vervangen worden voordat deze in het depot komen te staan. Sommige materialen zijn zeer vatbaar voor bepaalde schimmels. Zo komt op Buckram vaak een wit pluizig schimmel voor. Deze schimmel kunt u makkelijk verwijderen maar hij komt ook snel terug. Het is aan te raden dit type band regelmatig te controleren en schoon te maken. Het heeft de voorkeur dat een conserveringsadviseur altijd de overgedragen archieven op locatie bij de archiefvormer of -bewerker

inspecteert. Deze inspectie begint met de ruimte en de kasten waar het archiefmateriaal staat. Of het archief nu in een geklimatiseerd depot staat of op een zolder, vuil en sporen van vocht- en/of waterschade geven een indicatie dat er veel schimmelsporen in de ruimte en dus ook op het archiefmateriaal aanwezig kunnen zijn. Vraag naar incidenten in het verleden en naar de aanwezigheid van insecten in de ruimte. Veel zilvervisjes of andere plaagdieren zijn een aanwijzing dat het klimaat en het schoonmaakregime in de ruimte niet in orde zijn. Vervolgens kan de conserveringsadviseur een aselechte steekproef gebruiken om dozen en individuele stukken beter te bekijken. Om een gedegen steekproef te nemen zijn veel monsters nodig. Aan de hand van de populatieomvang –dat wil zeggen het aantal inventarisnummers, of dozen – bepaalt



de inspecteur de steekproefomvang. Op basis van kennis en ervaring, van en met een bepaalde archiefvormer, kan besloten worden om een grotere of kleinere steekproef uit te voeren. Indien bij de steekproef een object aangetroffen wordt met schimmel, hebben ook de ernaast, eronder en erboven staande stukken een controle

nodig. Pas als geconstateerd is dat er in het archief geen schimmel aanwezig is, kunt u het betreffende archief veilig overbrengen en in het depot plaatsen.

## Het nemen van een steekproef

Het Nationaal Archief heeft een 'steekproeftool' ontwikkeld waarmee u op eenvoudige wijze een steekproef doet. Deze tool is te vinden op [www.nationaalarchief.nl](http://www.nationaalarchief.nl).

Hoeveel dozen of inventarisnummers u moet bekijken om een beeld van de collectie te krijgen, is afhankelijk van de omvang van het bestand. De betrouwbaarheid van deze aantallen objecten per aantal meters is vastgesteld op 95%.

Als er nog geen inventarisnummers zijn toegekend is het praktisch om een doos als eenheid te beschouwen. Tijdens de controle wordt dan dus ofwel een inventarisnummer ofwel de inhoud van een hele doos bekeken.

Bepaling van de steekproefomvang:

Populatie ofwel omvang van de collectie (N) in inventarisnummers, dozen	Aantal inventarisnummers/dozen in de steekproef (n)
1-4	5
5-9	10
10-24	20
25-49	30
50-99	40
100-199	50
> 200	75

## DE ARCHIEVEN

# Vermoeden van schimmel

Als u vermoedt dat er schimmel aanwezig is, is het noodzakelijk om te bepalen of er daadwerkelijk sprake is van een schimmel of iets anders, bijvoorbeeld stof. Bekijk de verdachte plek eerst met een loep of mobiele microscoop. Als dat niet duidelijk genoeg is, neem dan een plakbandmonster en bekijk dit met een (stereo)microscoop. Als losse draadjes zichtbaar zijn, zonder verband met elkaar en kris kras op het oppervlak,

zal het in de meeste gevallen om stof gaan en niet om schimmel. Schimmels kunt u herkennen aan de organische, niet-willekeurige groeivorm van het mycelium, het netwerk van schimmeldraden. Soms zijn zelfs de aparte structuren zichtbaar, zoals bijvoorbeeld de sporendragers. Neem bij twijfel enkele foto's van de vermoede schimmel en/of het preparaat en leg ze voor aan collega's met meer ervaring op dit gebied of een deskundige.



## Het plakbandmonster

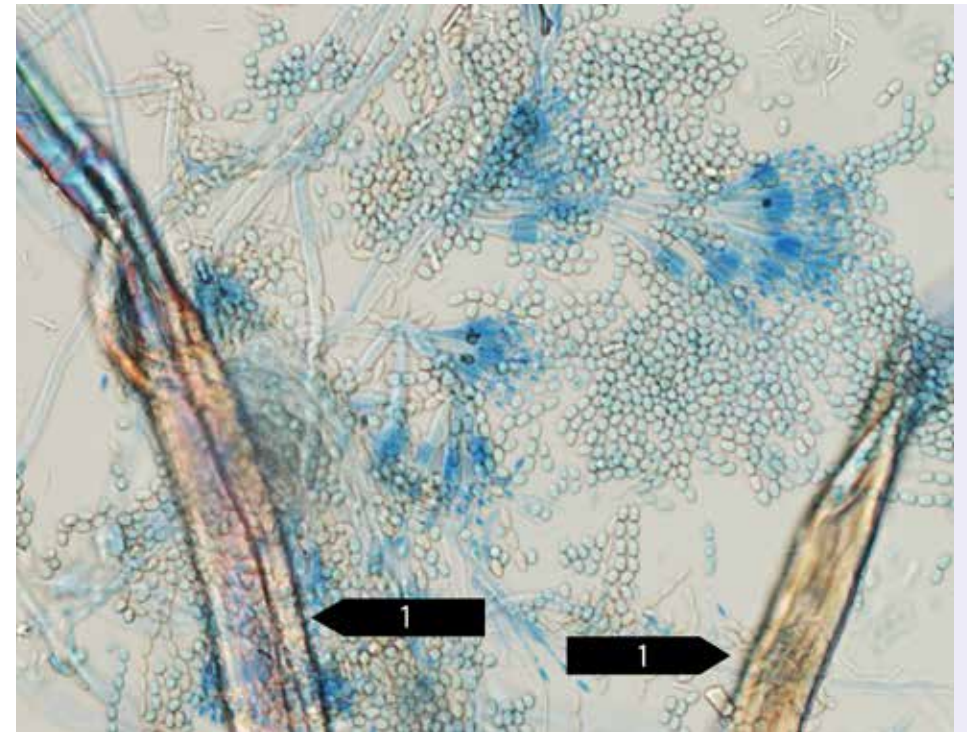
Het nemen van een plakbandmonster is een eenvoudige methode om onderscheid te kunnen maken tussen een schimmel en bijvoorbeeld stof. U kunt het preparaat onder de microscoop bekijken om vast te stellen of het inderdaad schimmel is.

### Benodigheden:

- transparant plakband, ± 5 cm lang
- pen of potlood
- objectglaasje of glasplaatje
- dekglasje
- evt. een aankleurvloeistof, zoals een oplossing van methylblauw in melkzuur: meng 1 gram methylblauw (bv. methylblauw CI 42780) op 1 L DL-lactic acid (ca. 85%).

### Uitvoering:

- Houd het plakband aan de uiteinden vast en leg het met de lijmzijde op het te bemonsteren oppervlak.
- Druk het plakband met de achterkant van pen of potlood zachtjes tegen het oppervlak (zo komen er geen vingerafdrukken op het plakband).
- Trek het plakband voorzichtig van het oppervlak los: in de lijm zit nu een afdruk van de mogelijke schimmel.
- Plak het plakband met de lijm naar beneden op het objectglaasje of glasplaatje.
- Breng eventueel op het objectglas een druppel aankleurvloeistof aan onder en boven het plakbandmonster om de schimmelstructuren aan te kleuren, zo worden ze duidelijker zichtbaar.
- Eventueel kunt u het dekglasje langs de randen vastzetten met blanke nagellak om een semipermanent monster te maken.



*Penicillium chrysogenum* gekweekt op lomp papier en bemonsterd door middel van een plakbandmonster, aangekleurd met anilineblauw. Sporendragers en sporen zijn zichtbaar, met onderaan twee papierzellen (1).

(Nikon SMZ25-stereomicroscoop, DS-R12 microscoopcamera, 1,6x-objectief. © Fleur van der Woude, Universiteit van Amsterdam/Jos Houbraken, Westerdijk Fungal Biodiversity Institute.)

# Constateren van schimmel

Bij het constateren van schimmel moet u allereerst maatregelen treffen om uw eigen gezondheid te beschermen. Draag nitril handschoenen, een stofjas en een stofmasker met filterkwaliteit FFP3. Raak de stukken zo min mogelijk aan en blader besmette stukken en boeken vooral niet door.

Om inzicht te krijgen in de urgentie en grootte van het probleem gaat u na welke stukken zijn aangetast. Daarna controleert u de directe omgeving van de gesignaleerde besmette stukken: vertonen de stukken naast, boven, onder, voor en achter het besmette stuk ook tekenen van schimmelgroei? Als het recent binnengekomen stukken betreft die niet op locatie gecontroleerd zijn, kan de volgorde van plaatsing in het depot anders zijn dan de oorspronkelijke en moet u in een nog bredere omgeving controleren. Verspreiding van schimmelstructuren voorkomt u door besmette stukken te isoleren tot ze kunnen worden behandeld. Dek de stukken tijdens

transport af om verspreiding van sporen tegen te gaan. Bewaar beschimmeld materiaal in een koele, droge ruimte. Een koelkast is niet geschikt: actieve schimmel kan bij lage temperaturen doorgroeien. Gaat het om grote hoeveelheden, schakel dan eventueel het luchtbehandelingssysteem in het betreffende depot uit, zeker als dit systeem meerdere ruimten bedient. Een quarantaineruimte met een eigen luchtbehandelingssysteem en onderdruk is de ideale plek voor tijdelijke opslag van besmet materiaal. Als er geen quarantaineruimte aanwezig is, moet u het beschimmelde materiaal op een andere manier isoleren. Tyvek® is hiervoor zeer geschikt omdat het vocht doorlaat, waardoor er geen gevaar bestaat op de vorming van een ongunstig microklimaat. Wees als u geen quarantaineruimte heeft voorzichtig met het gebruik van dichte (plastic) zakken of dozen: een warme afgesloten

zak is een ideale broedplaats voor schimmel.

Maak het oppervlak waarop besmette stukken hebben gestaan en waar ze worden gehanteerd en behandeld regelmatig goed schoon. Gebruik hiervoor een ontsmettingsmiddel zoals Suma-Bac of Aseptix, een doek met ethanol/wateroplossing (70/30) of kant-en-klare met ethanol geïmpregneerde wegwerpdoekjes uit de medische

sector. Bij een 70%-concentratie kan de ethanol de schimmel binnendringen en doden.

Onderzoek de stukken en ruimte om de oorzaak van de besmetting te lokaliseren. Is er sprake van een vochtbron, zoals een lekkage, is de RV in de ruimte te hoog (geweest), of is er sprake van een ongunstig microklimaat? Controleer dan extra goed.





# Behandeling van archieven met schimmel

Schimmels kunnen zorgen voor verminderde leesbaarheid, ontsiering, degradatie en gezondheidsproblemen. Archiefstukken die besmet zijn met schimmel dient u daarom altijd schoon te maken, ook wanneer de schimmel afgedood of niet actief is. Door zo veel mogelijk schimmelstructuren te verwijderen, verkleint u de risico's die gepaard gaan met schimmels. Op dit moment is echter nog weinig bekend over de effectiviteit van mechanische reiniging, verspreiding van schimmels op en rond het object tijdens de reiniging en de mogelijke risico's van achterblijvende schimmelstructuren. Schimmels worden tijdens de groei integraal onderdeel van het substraat en kunnen dus nooit helemaal verwijderd worden. Een restaurator of conserveringsadviseur dient in te schatten hoe en wat er gereinigd moet worden, en wanneer het object 'schoon genoeg' is. Hier is geen eenduidige

regel voor en na schoonmaak moet met visuele beoordeling en regelmatige monitoring bepaald worden of de schoonmaakactie succesvol is geweest. Verder onderzoek naar de effectiviteit van mechanische reiniging en mogelijke risico's van achterblijvende schimmelstructuren is nodig om de risicovermindering door schoonmaak beter te kunnen inschatten.

Werk waar mogelijk aseptisch, om te zorgen dat schimmelstructuren zich tijdens het schoonmaken niet verder verspreiden. Om besmetting van de rest van de collecties te voorkomen, kunt u het beste altijd in een ruimte buiten het depot werken, bij voorkeur in een aparte ruimte met zelfstandige luchtbehandeling. Draag beschermende kleding en maak gereedschappen en werkoppervlakken regelmatig schoon tijdens en na de behandeling. Gebruik waar mogelijk



goedkope wegwerpmaterialen en een aparte vuilnisbak. Omdat ook afgedode schimmels een gezondheidsrisico vormen, moet u met gammastraling behandelde stukken met dezelfde voorzichtigheid schoonmaken.

Mechanisch verwijderen van schimmels gebeurt door het losmaken van de structuren met een kwast of borstel,

roetspons of microvezeldoek dichtbij de afzuigmond van een stofzuiger met HEPA-filter. Het HEPA-filter zorgt dat de schimmeldeeltjes en -sporen niet aan de achterkant van de stofzuiger de ruimte worden ingeblazen. Om te voorkomen dat fragmenten van het aangetaste papier ook worden opgezogen kan men een stukje gaas over de mond van de stofzuiger

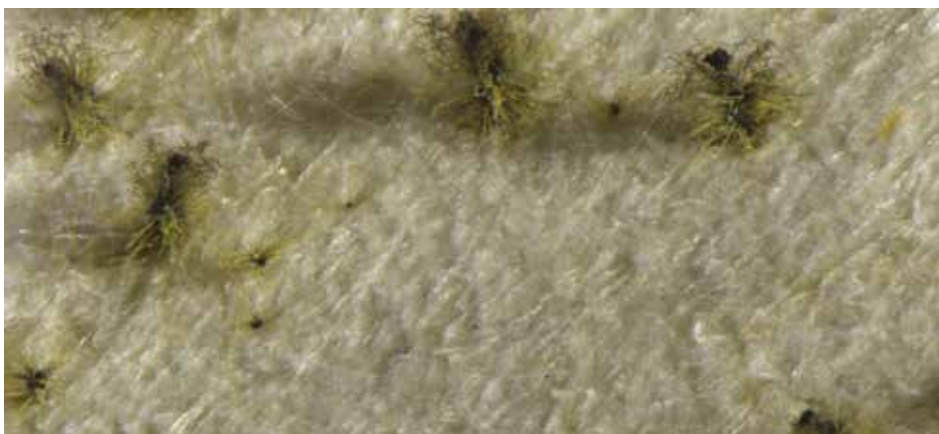


bevestigen. Als de schimmel zich op de verpakking van de stukken bevindt, kunt u deze het beste vervangen. Kan dat niet, dan moet ook de verpakking schoongemaakt worden. Bij het verwijderen van schimmelstructuren van boeken of gebonden archiefstukken moeten vooral de rug, de binnenkneep en de platten van boeken aandacht krijgen. Zit de schimmel in de stukken, dan zult u deze blad voor blad moeten aanpakken.

Reinig na de behandeling de gebruikte kwasten en borstels met een ethanol/wateroplossing (70/30). Maak gereedschap goed schoon en droog, en bewaar het in een afgesloten zak. Gebruik dit gereedschap alleen bij

de behandeling van beschimmeld materiaal om eventuele besmetting van schoon materiaal te voorkomen. Om een goede werking van de HEPA-filter in de stofzuiger te garanderen, vervangt u zowel het filter als de stofzuigerzak zeer regelmatig, tenminste na elke schoonmaakklus.

Naast het archiefstuk moet u ook de omgeving zo veel mogelijk ontdoen van schimmelresten. Voordat u het ontsmette materiaal terugplaatst, ontsmet u de plaats waar de besmette stukken stonden door grondige schoonmaak met een ontsmettingsmiddel (zie blz. 36). Na reiniging monitort u het behandelde archief. Wanneer een schimmel na mechanische schoonmaak



*Vruchtlichamen van Chaetomium globosum op papieroppervlak.*

terugkomt, is het raadzaam om de bewaaromstandigheden nauwkeurig te controleren en door een specialist te laten onderzoeken waar de bron van de schimmel zich bevindt. Eventueel kan een specialist de gevonden schimmel determineren om de risico's voor collectie en medewerkers in te schatten.

Een archief met terugkerende schimmelgroei zal moeten worden behandeld met gammastralen. Ook als de schimmel het papier door en door heeft aangetast, als de schimmel in de constructie van een band zit of wanneer het om onhanteerbaar grote hoeveelheden gaat, is doden van de schimmels middels gammastralen een geschikte optie. Gammastraling tot 8 kGy (+/- 2 kGy) brengt minimale schade aan papier toe, terwijl het krachtig genoeg is om schimmels te doden. Er treedt echter wel altijd een lichte verandering in de structuur van cellulose op, die blijvend en cumulatief is. Het besluit om archiefstukken te doorstralen moet u daarom weloverwogen nemen: gammastraling is vanwege het effect op het materiaal en de kostbaarheid een behandeling

die u alleen kiest als laatste redmiddel en niet 'voor de zekerheid'. Bovendien vervangt gammadoorstraling het schoonmaken van de stukken niet: mechanische reiniging is nog altijd nodig om de schimmelstructuren waar mogelijk te verwijderen.

Om een effectieve en minimaal schadelijke behandeling door gammastraling te realiseren is het noodzakelijk de dozen gelijkmatig, in een 'schoorsteen-constructie' op de pallets te stapelen. Dit houdt in dat u de dozen alleen aan de randen van het pallet plaatst en het middendeel leeg laat.

Na eventuele gammadoorstraling en reinigen van het archiefmateriaal zullen effecten van schimmelgroei zichtbaar blijven. Noteer in het archiefbeheersysteem dat archieven getest en/of behandeld zijn en welke behandeling is toegepast en wanneer dit is gebeurd. Voeg eventueel een notitie bij het object om datum van inspectie en/of gammadoorstraling te melden. Zo voorkomt u dat oplettende gebruikers steeds een vermeende schimmelbesmetting van de aangetaste stukken aanmelden.

# Calamiteiten

Bij een calamiteit waarbij stukken nat zijn geworden, of het nu om grote of kleine hoeveelheden gaat, is het raadzaam alert te zijn op schimmelgroei. Zorg dat de materialen en eventuele verpakkingen zo snel mogelijk drogen. Verwijder natte dozen. Bij een kleine calamiteit, bijvoorbeeld een lekkende leiding boven een paar boeken, kunnen de vochtige stukken aan de lucht drogen bij een lage RV, eventueel in een zuurkast onder afzuiging of onder geforceerde ventilatie. Pas hierbij op dat eventuele sporen niet de ruimte in worden geblazen. Gebruik voor het drogen geen warmte, dat stimuleert de ontwikkeling van de schimmelsporen juist.

Bij een grotere calamiteit kunt u om tijd te winnen het natte archiefmateriaal invriezen bij  $-20^{\circ}\text{C}$ . Indien dit direct na de calamiteit gebeurt, zal de schimmelgroei nihil

zijn. Een temperatuur van  $-20^{\circ}\text{C}$  zal schimmelgroei stoppen, maar doodt de sporen niet af. Vriesdrogen doodt de sporen wel goeddeels af. Voordat u deze maatregelen neemt, is het raadzaam een conserveringsadviseur

te raadplegen: niet alle materialen kunnen een dergelijke lage temperatuur aan. Nadat de besmette stukken gevriesdroogd zijn, moet u ze alsnog schoonmaken. Bij een grote besmetting treedt het

calamiteitenplan van de instelling in werking. Het is van belang dat het onderdeel Collectie Hulp Verlening (CHV) met de juiste adressen en procedures up-to-date is.



# De bewaaromgeving



Creëer een goede bewaaromgeving

*Schoonmaken en ontsmetten van de ruimte*

*Schoonmaakprotocol*

*Ontsmetten*

Controleer regelmatig depots en archieven

*Meten van sporenbelasting*

*Test met de ARA-kit*

*Kiemgetalmetingen*



## Creëer een goede bewaaromgeving

Vanwege de alomtegenwoordigheid van schimmelsporen is het onmogelijk een steriel archief te creëren. Dus moeten de omstandigheden óm de archieven, het depot, zodanig zijn dat schimmels geen kans zien om te groeien. Dat houdt in dat de relatieve luchtvochtigheid (RV) onder de 60% moet liggen en de temperatuur (T) onder de 20°C. RV en T moeten doorlopend gemeten worden in een gebouwbeheersysteem (Archiefregeling 2009, artikel 45a, 52 en 54a1). Controleer regelmatig (1x per week, bij afwijkingen vaker) of T en RV binnen de waardes liggen. Kijk bovendien met regelmaat de risicolocaties in het gebouw na, zoals de buitenmuren, natte leidingen en mogelijke lekkages. Schimmels groeien goed in een omgeving met stilstaande lucht. Microklimaten en 'dode hoeken' kunnen optreden als gevolg van

lokale vocht- of warmtebronnen, bij buitenmuren, op plaatsen waar onvoldoende luchtcirculatie plaatsvindt en in verpakkingen. Door vocht- en warmtebronnen te verwijderen en de lucht dag en nacht in beweging te houden, kunt u microklimaten voorkomen. Dit is de reden dat in de Archiefregeling (2009, artikel 51) omschreven staat dat het circulatievoud van de lucht 1 tot 1,5 maal het volume van de ruimte per uur moet zijn. Ook staat omschreven hoe de ruimte ingedeeld moet zijn om een optimale luchtstroming mogelijk te maken: kasten en stellingen staan vrij van wanden en plafond (2009, artikel 40). De onderste plank van de stelling op 10 cm van de vloer plaatsen voorkomt dat bij water op de vloer de onderste planken direct onder water komen te staan. Omdat het depot in de regel schoner

is dan de omliggende ruimten, moet direct contact tussen de depotlucht en de lucht daarbuiten worden vermeden. Bij voorkeur is er een sluis tussen depot en buitenwereld en zorgt de luchtbehandelingsinstallatie voor overdruk in het depot, waardoor stof bij het openen van de deur geen kans krijgt naar binnen te waaien. Overigens is het voor de quarantaineruimte precies andersom: daar heerst onderdruk zodat eventueel besmette lucht bij het openen van de deur niet de ruimte uit geblazen wordt.

Stof en vuil zijn broedplaatsen voor zowel schimmels als ongedierte. Schoonmaken en opruimen van de bewaarplaats vallen daarom ook onder de preventieve maatregelen om schimmels te voorkomen. Alles wat niet in het depot thuishoort, haalt u weg en stof en vuil verwijdert u regelmatig. Het is niet zinvol om het depot schoon te maken als de luchtbehandelingsinstallatie vervolgens vuil en stof uitblaast. Daarom moet u ook deze zo schoon mogelijk houden.



## Schoonmaken en ontsmetten van de ruimte

*Het schoonhouden van depots is van groot belang als preventieve maatregel bij het voorkomen van een schimmeluitbraak. Maak duidelijke afspraken over de wijze en frequentie van het schoonmaken en leg dit vast. Betrek de schoonmakers bij de inspectie van de ruimte. Leg uit waarom de schoonmaak plaatsvindt en geef goede instructies voor het signaleren van de aanwezigheid van schimmels en insecten.*

## Schoonmaakprotocol

*Het depot wordt alleen gebruikt voor de opslag van archiefmateriaal. Alles wat niet ter zake doet, hoort niet in de ruimte thuis. Ook de toegang tot de depots moet u zo veel mogelijk beperken. Een goed sleutelprotocol waarbij alleen geautoriseerd personeel het depot kan betreden, kan zorgen voor een schoner depot.*

*Schoonmaken van het depot doet u door middel van stofzuigen, zodat het stof meteen wordt afgevoerd. Gebruik hiervoor een stofzuiger met HEPA-filter of P3-filter. Vegen kan ook, met een statische doek en naar de veger toe om verspreiding van het stof te voorkomen. Dweilen is uit den boze omdat u daarmee het klimaat in de depots negatief beïnvloedt. Minimaal een keer per kwartaal zuigt u de voordepots (de sluis tussen depot en rest van het gebouw) en de (in)looppaden in de depots.*

*Een keer per jaar hoort u een grote schoonmaak en preventieve ontsmetting van de depots te organiseren waarbij u de lege legborden, zijkanten en bovenkanten van archiefstellingen, eventueel met een ontsmettingsmiddel afneemt. Gebruik voor afnemen een microvezeldoek en neem regelmatig een schoon exemplaar. Begin met het stofzuigen van de vloer, daar ligt immers het meeste vuil. Werk vervolgens van*

*boven naar beneden: zuig eerst de muren, lichtarmaturen, plinten en randjes. Neem vervolgens de topborden van een stelling af, dan de rest van stelling van boven naar beneden. Eindig weer met de vloer rondom en onder de stellingen. Werk bloksgewijs van een ver gelegen hoek naar het afzuigplenum (het rooster waar geconditioneerde lucht het depot weer verlaat) en de uitgang. Het is aan te raden lege planken vóór plaatsing van nieuw archiefmateriaal af te nemen met een microvezeldoekje en met een ontsmettingsmiddel te reinigen (zie hieronder).*

## Ontsmetten

*Wanneer schimmel is geconstateerd in het depot dan moet u na een goede schoonmaak ook ontsmetten. Dit gebeurt met een oplossing van een ontsmettingsmiddel in water. In de culturele sector wordt meestal Suma bac D 10 (op basis van quaternaire ammoniumverbindingen of quats) of Aseptix gebruikt. Controleer regelmatig of de bestanddelen zoals ze op de verpakking of in de datasheet vermeld zijn niet gewijzigd zijn. Als dat wel zo is, ga dan na of de nieuwe bestanddelen veilig voor archiefmateriaal zijn.*

*Deze ontsmettingsmiddelen zijn licht etsend, draag daarom handschoenen en beschermende kleding tijdens het schoonmaken. Sterk verontreinigde oppervlakken moet u reinigen voordat u ze ontsmet, gebruik hierbij zo min mogelijk zeep of synthetische wasmiddelen omdat de ontsmettingsvloestof door contact met zeepresten onwerkzaam wordt. De ontsmettingsvloestof moet na opbrengen minimaal 5 minuten inwerken. Als alternatief voor het gebruik van bovengenoemde ontsmettingsmiddelen kunt u met name op oppervlakken die gevoelig zijn voor contact met water een ethanol/wateroplossing (70/30) gebruiken. Houd er rekening mee dat ethanol duurder is dan quats.*



# Controleer regelmatig depots en archieven

Halfjaarlijkse, steekproefsgewijze visuele inspecties verstrekken de meest bruikbare informatie om te controleren of ruimtes en archieven nog steeds schoon zijn. Let bij visuele inspecties op schade en schimmelpluis of verdachte vlekken op verpakkingen en omslagen, op de archiefstukken en in de archiefstukken. Controleer regelmatig archiefbescheiden die in het verleden schimmelgroei hebben vertoond. Geef extra aandacht aan stukken in de buurt van de gevoelige plaatsen in het depot: bij koele buitenmuren, in de buurt van leidingen en recent binnengekomen materiaal. Verscherp de controle in de periode dat het buitenklimaat gunstig is voor schimmelgroei: zomer en najaar. Instrueer iedereen die met of bij de archiefstukken werkt (van bezoeker tot schoonmaker) om te letten op insecten of schimmel. Als iemand iets verdachts waarneemt, zult u de conserveringsadviseur moeten

raadplegen om vast te stellen of het inderdaad om schimmel gaat. Inspecteer ook de ruimtes met regelmaat en besteed extra aandacht aan gevoelige plaatsen in het depot. De aanwezigheid van stof in het depot kan erop duiden dat er te lang niet is schoongemaakt of dat de filters van de luchtzuivering vervuild zijn. Naast de klimaatomstandigheden moet in depots ook de luchtkwaliteit worden gemonitord. Wanneer een archiefruimte is voorzien van een goede luchtzuiveringsinstallatie zullen de luchtfilters de schimmelsporen uit de buitenlucht filteren. Dat betekent dat de sporenbelasting binnen de depots vooral afkomstig is van het daar geplaatste archiefmateriaal en luchtbewegingen binnen het gebouw. Afhankelijk van de hoeveelheid sporen (ook gerelateerd aan de hoeveelheid sporen in de buitenlucht) én de soorten sporen kunnen gezondheidsproblemen



voor de medewerkers of een risico voor de collectie ontstaan. Het regelmatig meten van de sporenbelasting binnen het depot is een nuttig middel om in een vroeg stadium problemen te signaleren. De hoeveelheid levensvatbare schimmelsporen kunt u bepalen met luchtkiemgetalbepalingen en oppervlaktemetingen. Deze metingen zijn momentopnames en moet u met regelmaat herhalen om kennis te vergaren over de 'basispopulatie'; pas na enige tijd zal het mogelijk zijn om uitschieters te herkennen. Een toename kan duiden op schimmelgroei of de aanwezigheid van een besmettingsbron, zoals een vervuild archief dat door de controle is geglipt. Door goede schoonmaak van het depot zal de hoeveelheid

schimmelsporen afnemen. De luchtkiemgetalbepalingen kunt u dus ook inzetten ter controle van de effectiviteit van schoonmaakacties. Houd een logboek bij met de resultaten van luchtkiemgetalbepalingen en oppervlaktemetingen en noteer bij voorkeur test- en behandelgegevens van specifieke inventarisnummers ook in het archiefbeheersysteem. Houd plaatsen en objecten waar schimmel is geconstateerd ook na schoonmaak en desinfectie in de gaten. Noteer waar schimmel is ontdekt, welke ruimte en welke stukken het betreft, standplaats, klimaatomstandigheden en datum. Houd in hetzelfde logboek bij wat, wanneer en op welke manier er is schoongemaakt, of het nu gaat om ruimten of archiefstukken.

## Metten van sporenbelasting

### 1. Test met de ARA-kit

De ARA-kit is vooral een nuttig hulpmiddel om het risico van schimmelgroei en de noodzaak van schoonmaak aan te tonen. Daarnaast kunt u met de kit ná schoonmaak toetsen of deze grondig genoeg is geweest. Een zorgvuldige interpretatie van de ARA-kit is echter van belang. Een positieve ARA-kit kan betekenen dat er een actieve schimmel of een hoge sporenbelasting aanwezig is. Met andere woorden: een positieve test betekent niet per definitie dat op het geteste object actieve schimmelgroei aanwezig is. Het kan ook zijn dat er een grote hoeveelheid sporen aanwezig is, die nog niet tot ontwikkeling is gekomen maar dat wel zou kunnen onder de juiste omstandigheden ( $RV > 60\%$ ,  $T > 20^{\circ}\text{C}$ ). Een vals negatieve test is overigens ook mogelijk: een schimmel kan levensvatbaar zijn op het object, maar niet in de ARA-kit. Bij een positieve ARA-kit kan het nemen van een plakbandmonster van het object een nuttig vervolgonderzoek zijn om vast te stellen of daadwerkelijk sprake is (geweest) van schimmelgroei. Een hoge sporenbelasting kan ook reden zijn om schoon te maken.

#### Werkwijze:

De ARA-kit bestaat uit twee kunststof buisjes, één met een schuin ingegoten voedingsmedium (DG18) en één met een licht vochtig wattenstaafje. DG18 is een voedingsbodem die specifiek gericht is op droogteminnende schimmels, ofwel het soort schimmel dat bij voorkeur op papier groeit. Met het vochtige wattenstaafje neemt u een monster door het over zo'n 10 cm<sup>2</sup> verdacht materiaal te vegen. Vervolgens draait u het monster een beetje rond in de voedingsbodem in het andere buisje en laat het daar vervolgens in zitten. Dit geheel gaat (bij voorkeur) in een broedstoofje, waar de temperatuur constant tussen de 20-25°C ligt. Controleer het buisje regelmatig op schimmelgroei. Indien na 7 dagen geen groei is opgekomen, laat het buisje dan



nog eens 7 dagen incuberen. Zonder broedstoof, bij kamertemperatuur, moet u een incubatietijd van minstens 14 dagen aanhouden.

### 2. Kiemgetalmetingen

Voor een compleet beeld van de aanwezige sporen in een ruimte moet u zowel lucht- als oppervlaktemetingen doen. Dit zijn momentopnamen en dus als kwantitatieve metingen alleen nuttig wanneer ze regelmatig worden uitgevoerd, als onderdeel van het monitoren van de bewaaromstandigheden of als controle van een schoonmaakoperatie waarbij u de situatie voor en na schoonmaak bepaalt. Bij het meten van het luchtkiemgetal in een depot dat niet luchtgezuiverd is, is het verstandig ook een 'nulmeting' van de buitenlucht te nemen. Zo kunt u vaststellen of de soort en mate van sporenbelasting binnen afwijkt van die van buiten en of er een risicovolle situatie is.

#### Werkwijze luchtkiemgetalmeting:

Door luchtmonsters te nemen en de sporen die zich daarin bevinden op te vangen op een DG18 voedingsbodem, bepaalt u hoeveel kolonievormende eenheden (KVE's) per kubieke meter lucht er gemiddeld in de lucht aanwezig zijn; dit is het luchtkiemgetal.

Om een luchtkiemgetalmeting uit te voeren kunt u een RCS airsampler of vergelijkbaar luchtbemonsteringsapparaat gebruiken. Het apparaat zuigt lucht aan en slingert de vaste deeltjes die in de lucht aanwezig zijn tegen een voedingsbodem (RCS strip met DG18 medium) aan. Schimmelsporen zijn niet homogeen over de ruimte verdeeld. Op plaatsen met een hoge luchtstroming zal het kiemgetal lager zijn dan op plaatsen waar de lucht vrijwel stilstaat. Het luchtkiemgetal is het resultaat van een steekproef. Om een betrouwbaar resultaat te krijgen, vinden er steeds drie metingen plaats, diagonaal door de ruimte op 20 cm, 90 cm en 240 cm boven de vloer. De strip met voedingsbodem wordt in een broedstoof geïncubeerd bij een temperatuur van 20-25°C en na vijf dagen telt de onderzoeker het aantal schimmelkolonies dat opkomt. Om ook traaggroeiende schimmels een kans te geven, is een incubatietijd van 10 dagen aan te raden.

Het uiteindelijke resultaat is een luchtkiemgetal, het aantal kolonievormende eenheden per m<sup>3</sup> lucht. Ondanks het feit dat het Nationaal Archief al jaren met deze methode werkt, heeft men nog geen norm voor archieven kunnen vaststellen. Wel zijn er ervaringscijfers die in praktijk kunnen worden toegepast. De onderstaande waarden zijn van toepassing op goed geconditioneerde archieven met een luchtbehandelingssysteem.

aantal kolonies per m <sup>3</sup> lucht	beoordeling
0 - 25	geen problemen te verwachten
25 - 100	mogelijk bron aanwezig, verder onderzoek nodig
100 - 1000	bron aanwezig, vaak is er al schimmel op stukken te zien
> 1000	schimmelgroei maatregelen treffen

Deze getallen gelden voor een gemengde flora. Als er slechts één soort aanwezig is, duiden aantallen van 25-100 al op gevaar.

#### Werkwijze oppervlaktemeting:

Om het aantal kolonievormende eenheden dat zich op een oppervlak bevindt te kunnen tellen, kan een Rodac-plaat worden gebruikt. Dit is een schaalpje met een diameter van 65 mm waarop een voedingsmedium (DG 18) is gegoten met een bolle spiegel. Deze plaat is geschikt voor het maken van contactafdrukken. U haalt de deksel van de plaat en legt de plaat met het voedingsmedium op of tegen het te testen oppervlak. Vervolgens drukt u de plaat in het midden aan zonder de plaat rond te draaien. De plaat wordt vijf dagen bij een temperatuur van 20-25°C geïncubeerd. Tel regelmatig het aantal schimmelkolonies op de plaat.

Het Nationaal Archief werkt met de volgende getallen:

aantal kolonies op plaat	beoordeling
0 - 15	goed
15 - 50	matig
50 - 150	slecht
> 150	zeer slecht

Omdat een afdruk met een Rodac-plaat voedingsmedium op het bemonsterde oppervlak achterlaat, is het noodzakelijk deze plek na monsternamen te reinigen, anders zouden de restanten schimmels kunnen aantrekken. Dit is dan ook de reden dat archiefstukken niet op deze manier worden bemonsterd. De platen worden alleen gebruikt op stellingen, vloeren, muren en plafonds. Bij gebruik op een archiefdoos zult u de doos na bemonstering moeten vervangen.

N.b.: u kunt dit soort metingen ook uitbesteden aan een gespecialiseerd bedrijf.

# Tot slot

Deze publicatie is bedoeld als praktische ondersteuning voor collectiebeheerders bij het beoordelen van mogelijke schimmelgroei en bij het opstellen van een efficiënt behandelplan. Dit laatste vraagt om inzicht in mogelijke risico's en dat is dan ook de uitdaging van omgaan met schimmelproblematiek in archieven. Er bestaat helaas geen pasklaar antwoord of plan dat u in alle gevallen kunt inzetten. Neem bij twijfel over mogelijke risico's contact op met een deskundige, of overleg met op dit gebied ervaren collega's van andere instellingen. Wel is duidelijk dat collectiebeheerders de risico's op schimmelgroei kunnen beperken door het volgen van een aantal richtlijnen. Zo is het van belang om archieven altijd te inspecteren bij (of nog liever voorafgaand aan) binnenkomst en op regelmatige basis

in het depot. Bij verdachte stukken moet u vaststellen of het daadwerkelijk schimmel betreft. Visuele inspectie, al dan niet met behulp van vergroting en/of bemonstering, is hierin leidend. Een goed schoonmaakregime en een regelmatige controle van de luchtkwaliteit en kiemgetallen in bewaarruimtes zijn belangrijke middelen om de sporenpopulatie in het depot te verminderen en te monitoren. Als u inderdaad schimmel aantreft, moeten uw handelingen erop gericht zijn risico's voor de gezondheid, het depotklimaat en kruisbesmetting te voorkomen. Aseptisch werken, isolatie van het besmette materiaal, het verminderen van de hoeveelheid schimmelstructuren door reiniging van de archiefstukken en de omgeving en monitoring na behandeling staan hierbij centraal. Maak een

logboek aan waarin u monitoring, schoonmaakwerkzaamheden en behandelingen bijhoudt. Gammastraling is vanwege het effect op het materiaal en de kostbaarheid een maatregel die u alleen inzet als laatste redmiddel en niet 'gewoon

voor de zekerheid'. Na gammastraling is mechanische reiniging nog altijd nodig en u moet de effectiviteit hiervan evalueren. Bij calamiteiten geldt uiteraard een verhoogd risico en dan moet u ook daarnaar handelen.



# Verantwoording en dank

Sinds 1999 was Pluis in huis dé handleiding voor het bestrijden en voorkomen van schimmels in archieven en collecties. Toch bleek toepassing van deze handleiding in de dagelijkse praktijk, waarbij de collectiebeheerder regelmatig tientallen meters archiefmateriaal moest controleren, soms meer vragen op te leveren dan eenduidige antwoorden. Deze vragen zijn de drijfveer geweest om Pluis in huis met de kennis van nu te moderniseren en aan te vullen. We willen alle meelezers en meedenkers bedanken voor hun tijd, ervaringen en inzichten, met name Jos Houbraken van het Westerdijk Fungal Biodiversity Institute in Utrecht als adviseur en meelezer tijdens de totstandkoming van deze publicatie. We bedanken de Universiteit van

Amsterdam en het Westerdijk Fungal Biodiversity Institute voor het faciliteren van een verkennend onderzoek naar schimmelgroei op papier en mechanische verwijdering van schimmels. Tot slot bedanken we graag Ineke Joosten van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed voor het maken van SEM-beelden van schimmels op papier.

# Colofon

## Over de auteurs



**Gabriëlle Beentjes** is sinds 1995 werkzaam als papierrestaurator en sinds 2007 als senior conserveringsadviseur bij het Nationaal Archief. In 2013 rondde zij een Master of Research Heritage Science af aan University College of London, met als thesisonderwerp hoe gebruikers het verschil ervaren in de raadpleging van originele archiefstukken en de digitale kopie daarvan. Als conserveringsadviseur houdt zij zich vooral bezig met vraagstukken omtrent het langdurig bewaren van papieren archieven. De invloed van bewaaromstandigheden (klimaat, licht) op de duurzaamheid van papier heeft daarbij haar speciale belangstelling. Gabriëlle is trekker van het Kennisplatform Conservering <https://kia.pleio.nl/groups/profile/41371102/conservering>.



**Frederike Leffelaar** is na een carrière in de uitgeefwereld in 2009 afgestudeerd als papierrestaurator aan het ICN. Sinds 2010 werkt zij als senior conserveringsadviseur bij het Noord-Hollands Archief. Daar houdt ze zich bezig met het behoud van de archieven en collecties.



**Fleur van der Woude** rondde in 2016 de Master Conservering en Restauratie van Cultureel Erfgoed af aan de Universiteit van Amsterdam. In het kader van de Post-Master aan dezelfde universiteit voerde zij in het najaar van 2017 een verkennend onderzoek uit naar schimmelgroei op papier en de mechanische verwijdering van schimmels van papieren erfgoed. Dit onderzoek werd uitgevoerd in samenwerking met het Westerdijk Fungal Biodiversity Institute en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

*Het Kennisnetwerk Informatie en Archief, KIA, is een ontmoetingsplaats voor archief- en informatieprofessionals. Iedereen die te maken heeft met archief en informatie is van harte welkom deel te nemen aan dit interactieve netwerk op [kia.pleio.nl](https://kia.pleio.nl). Kennisdelen, de enige duurzame strategie!*

Visuele identiteit: M-effect, Enschede  
Vormgeving en opmaak: Helder Web & Ontwerp, Bergentheim

*Kennisnetwerk Informatie en Archief is een onafhankelijk platform dat mogelijk gemaakt wordt door:*





# Zie verder

- Arai, H. (2000). *Foxing Caused by Fungi: Twenty-Five Years of Study*. *International Biodeterioration Biodegradation* (46), 181-188.
- Brokerhof, A.W., Van Zanen, B., Van de Watering, K. & Porck, H. (2003). *Het loopt in de papieren*. Amsterdam: Instituut Collectie Nederland. <https://cultureelerfgoed.nl/publicaties/het-loopt-in-de-papieren-geintegreerde-bestrijding-van-insecten-in-collecties>
- Brokerhof, A.W., Van Zanen, B. & Den Teuling, A. (2003). *Pluis in huis*. Herziene web-versie. Amsterdam: Instituut Collectie Nederland. <https://cultureelerfgoed.nl/publicaties/pluis-in-huis-geintegreerde-bestrijding-van-schimmels-in-archieven>
- De Bruin, G., Steemers, Th., Van Zanen, B. & Den Teuling, A.J.M. (2010). *Depothygiëne, Plaagdier- en Schimmelbestrijding*. *Archiefbeheer* (2010): 1-27.
- Florian, M.-L.E. (2002). *Fungal Facts: Solving fungal problems in heritage collections*. London: Archetype Publications Ltd.
- Florian, M.-L.E. & Manning, L. (1999). *The Ecology of the Fungal Fox Spots in a Book Published in 1854*. *Restaurator* 20, 137-150.
- Guild, S. and MacDonald, M. (2003). *Mould prevention and collection recovery: guidelines for heritage collections*. *Technical Bulletin No. 26*, Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Havermans, Dr. J.B.G.A. (2011). *Gammadesinfectie. Het effect van 8kGy op ligno-cellulose materialen*. Deelrapport 4. Delft: TNO.
- Havermans, J., Aziz, H.A., & De Bruin, G., (2005). *Gammastralen contra schimmels*. CR nr 4, 35-37.
- Hoogerhuis, O.W., Kretzschmar, L.P.E. & Scholten, F.W.J. (Red.) (2003). *Handleiding bij de Regeling Archiefruimten en Archiefbewaarplaatsen*. Geraadpleegd op 15-09-2017 via [http://www.lopai.nl/pdf/handleiding\\_ruimten\\_en\\_bewaarplaatsen\\_2003.pdf](http://www.lopai.nl/pdf/handleiding_ruimten_en_bewaarplaatsen_2003.pdf). Arnhem: Landelijk Overleg van Provinciale Archiefinspecteurs (LOPAI).
- Instituut Collectie Nederland (2000). *De steekproef als hulpmiddel bij collectiebeheer*. Nr.4. Amsterdam: ICN Informatie.
- Nationaal Archief. *Archiefregeling 2009*. Geraadpleegd op 15-09-2017 via <http://www.nationaalarchief.nl/informatiebeheer-archiefvorming/archiefwet-regelgeving/archiefregeling-2009>. Den Haag.
- Nederlands Normalisatie-Instituut (2001). *Schoonmaakdienstverlening – Basiseisen en aanbevelingen voor kwaliteitsteamsystemen*. NEN 2075. Delft: Nederlands Normalisatie-Instituut.
- Samson, R.A. & Hoekstra, E. (Red.) (1994). *Schimmels in musea en archieven; Handleiding van een driedaagse cursus georganiseerd in samenwerking met het Algemeen Rijksarchief, 's-Gravenhage, en het Scheepvaartmuseum, Amsterdam*. Baarn: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Samson, R. A., & Hoekstra, E.S. (1994). *Schimmels in musea en archieven. Herkennen, detectie, groei-omstandigheden en bestrijding*. Baarn: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Samson, R.A., Houbroken, J., Thrane, U., Frisvad, J.C., & Andersen, B. (2010). *Food and Indoor Fungi*. CBS Laboratory Manual Series, vol. 2. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre.
- Sequeira, S.O., Cabrita, E.J. & Macedo, M.F. (2014). *Fungal Biodeteriorisation of Paper: How are Book and Paper Conservators Dealing with it? An International Survey*. *Restaurator*. 35(2), 181-199.
- Szczepanowska, H.M., & Cavaliere, A.R. (2003). *Artworks, Drawings, Prints and Documents - Fungi Eat them all!*. In R.J. Koestler (Red.). *Art, Biology and Conservation: Biodeterioration of Works of Art*. (128-151) New York: The Metropolitan Museum of Art.
- Wilson, H. & Sampson, A., (2015) *Managing Dust*. *ICON NEWS* nr 58, 13-15.
- Westerdijk Fungal Biodiversity Institute  
Bezoekadres: Uppsalalaan 8, 3584 CT Utrecht  
Postadres: Postbus 85167, 3508 AD Utrecht  
Telefoon: +31 (0)30 21 22 600  
Fax: +31 (0)30 21 22 601  
[info@westerdijkinstituut.nl](mailto:info@westerdijkinstituut.nl)



Deze uitgave kwam op het Kennisnetwerk Informatie en Archief tot stand in samenwerking tussen:

noord-hollands archief



Nationaal Archief  
*Ministerie van Onderwijs, Cultuur en  
Wetenschap*