

Schimmels op het spoor

Testrapport van METHODEN VOOR DE BEPALING  
VAN MICROBIELE VERVUILING EN DE ACTIVITEIT  
VAN MICRO-ORGANISMEN en normstelling voor het  
depotbeheer

# CNC-Testrapport 's-Gravenhage 1992

## INHOUDSOPGAVE.

Inleiding en verantwoording

A. De schimmeldetectiemethodes getest

Doelstellingen

Testuitgangspunten

Testmethoden

- Biocounter
- Petrie-schaal met droge wattenstaaf
- Rodacplaat
- Geïmpregneerde wattenstaaf
- RCS kiemgetalbepaling
- Millipore Swab-test
- ARA-testkit

Voedingsmedia

Deelonderzoeken bio-counter

Testresultaten

Relatie bio-counter en de andere methodes: conclusies

B. Normstelling depotbeheer

Uitgangspunten

Test

Conclusies en aanbevelingen

Onderzoeksvoorstel

Inleiding en verantwoording

Een altijd aanwezige bedreiging voor archief- en bibliotheekbestanden vormen micro-organismen. De belangrijkste schadeveroorzakers onder de micro-organismen zijn op dit moment schimmels. Om schade door schimmels te voorkomen is het noodzakelijk dat archief- en bibliotheekbestanden regelmatig gecontroleerd worden op zowel schimmelactiviteit als op levensvatbaarheid van de schimmelsporen. Het op tijd signaleren van schimmelactiviteit voorkomt grootschalige (en dus kostbare) ontsmettingsoperaties. Nog beter is het de depots regelmatig schoon te houden, waardoor schimmelactiviteit wordt voorkomen.

Dit onderwerp is tot op heden een weinig belicht aspect - anders dan in de negatieve zin - van het depotbeheer geweest. Ook in de vakliteratuur zijn er maar weinig praktijkgerichte gegevens te vinden. Het gevolg hiervan is dat er geen goede richtlijnen bestaan voor het voorkomen van schimmelinfecties

en explosies. Ook ontbreken duidelijke beschrijvingen van bruikbare testen, waardoor tevens geen duidelijkheid bestaat over de wijze waarop deze in de praktijk moeten worden uitgevoerd.

Om die redenen heeft het bestuurlijk overleg van het Coördinatiepunt Nationaal Conserveringsbeleid (CNC) in december 1990 besloten op kleine schaal een proefproject 'schimmelpreventie' te starten, hoewel een dergelijk project niet binnen de opdracht van het proefjaar massaconserving viel. Aanleiding vormde enerzijds de schimmelexplosie bij het Algemeen Rijksarchief in 1990 en de mogelijkheid om een nieuw detectie-instrument, de bio-counter, in een testsituatie uit te proberen.

Het onderzoek is in de periode maart tot en met april 1991 uitgevoerd door restauratoren van de Koninklijke Bibliotheek en het Algemeen Rijksarchief onder supervisie van de projectcoördinatoren van het CNC, de heren W. Smit (KB) en T.A.G. Steemers (RAD).

In totaal heeft de test 40 mensdagen gekost; aan materiaalkosten is 7000 gulden besteed, die binnen de projectmiddelen van het CNC werden gevonden.

Het bestuurlijk overleg van het CNC,

februari 1992

## A. De schimmeldetectiemethodes getest

### Doelstellingen

Doelstellingen van het onderzoek waren het vergelijken van de verschillende schimmeldetectiemethoden (waaronder de biocounter), het uittesten van de biocounter zelf en het pogen tot een normstelling voor het depotbeheer te komen. Op basis van deze test zouden dan in het kader van de preventieve conservering tegen micro-biologische schade aan archief- en bibliotheekmateriaal aanbevelingen kunnen worden gedaan aan de

voor het depotbeheer verantwoordelijke archivarissen, bibliothecarissen, conservatoren en restauratoren.

Tevens wilde het CNC door deze bio-test, met de bio-counter als uitgangspunt, meer inzicht krijgen (en dus geven) in de problematiek van het aantonen van schimmels en sporen. Verder zou deze test weer eens de noodzaak van een goede deponhygië onder de aandacht brengen en zouden cijfers beschikbaar komen ten behoeve van de bedrijfseconomische afwegingen voor het schoonhouden van depots.

#### Testuitgangspunten

De door het Algemeen Rijksarchief (ARA) en de Koninklijke Bibliotheek (KB) uit gevoerde test met de biocounter is allereerst gericht op het vaststellen van de relatie tussen de meetresultaten van de biocounter en die van de meer traditionele methoden, zoals het bepalen van het kiemgetal en de levensvatbaarheidscontrole met behulp van vaste voedingsbodems.

Uitgangspunt is dat een optisch schoon depot, dus stofvrij, waarbij nieuw binnen gekomen archieven zorgvuldig gecontroleerd worden door ofwel inspecteurs of restauratoren vóór plaatsing in de depots, voldoende moet zijn om geen besmetting te krijgen.

Naast het controleren van deponhygië wilden de KB en het ARA trachten de resultaten van de biocounter af te zetten tegen de resultaten van de meer gebruikelijke methode om schimmels en/of sporen aan te tonen, met veegmonsters die op voedingsmedia worden uitgezet en bebroed. Het uitzetten van de biocounter tegen deze 'klassieke' methoden met voedingsmedia is gedaan om te zien of er een correlatie is te maken tussen de methoden. Tevens is er bekeken of alleen DG18, of mout-agar of beide voedingsmedia naast elkaar gebruikt moeten of kunnen worden.

Tijdens de tests zijn de temperatuur en de r.v. gemeten. Zowel met de Hygroskop als met Control One recorders. De meetresultaten werden vastgelegd op een zogenaamd biotestformulier. Ook werd er een controlelijst ingevuld.

De depots zijn gedeeltelijk willekeurig gekozen. Twee depots zijn gemeten waar zich in het verleden schimmelproblemen hebben voorgedaan, de andere meetpunten zijn willekeurig gekozen.

Zowel bij de KB als het ARA is op 10 locaties in de magazijnen

en depotruimten gemeten met de verschillende methoden. Per locatie zijn de vloer, een stelling, een object en de lucht (op verschillende hoogten) onderzocht.

De locaties varieerden in de mate van vervuiling door een aantal factoren, zoals de ligging ten opzichte van de in- en uitlaat van de luchtbehandeling, het soort object en de plaats in het gebouw.

Alle meetresultaten zijn opgenomen in een overzichtstabel (pagina 11).

Om op een meer eenvoudige wijze vast te stellen of schimmels levensvatbaar zijn is naast de biotest gekozen voor de methode waarbij met DG18 en Mout-agar geïmpregneerde wattenstokjes worden gebruikt.

De vergelijking droge wattenstok op petrischaal versus geprepareerde wattenstokjes is van belang om het veld een methode aan te reiken die behalve goedkoop door een ieder simpel is uit te voeren. Bovendien bestaan er twijfels over de effectiviteit van droge wattenstokjes. De kans bestaat dat er te weinig stof wordt afgenomen, die tijdens transport deels verloren kan gaan. Beter is het de droge wattenstok te bevochtigen met gedestilleerd water, waarbij een oppervlak van 10 cm<sup>2</sup> wordt bestreken.

Voorafgaande aan het feitelijke onderzoek bleek het uitgangspunt van de test, een vergelijkend onderzoek tussen enerzijds de biocounter en anderzijds de controle middels voedingsbodems niet te verwezenlijken. Het gebruik van voedingsbodems is erop gericht schimmelsporen te laten ontkiemen en te laten groeien.

De biocounter meet echter niet de aanwezigheid van schimmelsporen. Schimmelsporen bevatten te weinig adenosine tri-fosfaat om in de biocounter geregistreerd te kunnen worden. Om die reden besloot het bestuurlijk overleg dan ook de doelstellingen van de test vooral op de normstelling voor het depotbeheer te richten. De test van de verschillende methoden in relatie tot de verschillende voedingsbodems bleef uit conservatorisch oogpunt ook gehandhaafd.

Tevens zijn bij de test van de biocounter een aantal deelonderzoeken uitgevoerd.

## Testmethoden

### -de biocounter

De biocounter is een instrument om oppervlakten te controleren op microbiële verontreiniging. Dit instrument maakt het mogelijk ATP (adenosine tri-fosfaat) vrij te maken uit levende cellen. Deze ATP wordt vervolgens bewerkt met het enzym luciferine-luciferase complex. Dit enzym reageert met een fosforgroep van het ATP en na reactie met zuurstof ontstaat licht. In de biocounter wordt de vrijgekomen hoeveelheid licht gemeten en omgezet in RLU's (Relative Light Unit). Vervolgens wordt het resultaat digitaal weergegeven.

De geautomatiseerde en gemechaniseerde werkwijze van de door Perstorp Analytical BV ontwikkelde LUMAC-biocounter biedt in principe een qua snelheid en gebruikersvriendelijkheid gunstig alternatief voor dan wel een goede aanvulling op de meer handmatige methoden die al reeds langer toegepast worden om vervuiling in de vorm van schimmels en bacteriën aan te tonen. De uitgangsgedachte was, dat bij goed functioneren de biocounter een goede methode kan zijn om deponthiëne te controleren. Het is namelijk veel sneller dan de gebruikelijke methode ( 5 seconden tegen 5 dagen). Een nadeel is echter dat het een groot spectrum aan micro-organismen vangt. Daardoor bestaat de kans dat er zaken worden gemeten die een vertekening geven van de juiste situatie in een depot wat betreft vervuiling of mogelijke bronnen voor microbiologische aantasting.

(het hiernavolgende in een raster plaatsen)

Voorschrift gebruik bio-counter:

Benodigde oplossingen

aanwezig in sets van 4 flesjes ( voor 25 tests).

1. flesje met groene dop (NRM openbrekend reagens)
2. flesje met bruine dop (voor bevochtiging wattenstaafjes)
3. lichtgevend reagens (giet inhoud van flesje met paarse dop)

bij inhoud flesje met gouden dop; 24 uur houdbaar)

werkwijze

1. homogeniseer de reagentia en laat ze op kamertemperatuur komen
2. pipetteer in buisje 200 æl. oplossing 1
3. haal steriel wattenstaafje uit huls en doop in oplossing 2 (niet te kort, alle lucht moet er uit zijn)
4. bestrijk een oppervlak van 10 bij 10 cm met draaiende beweging; ga binnen 30 min. verder met punt 5
5. plaats wattenstaafje in buisje oplossing 1, breek het staafje af en mix 5 seconden met de minimixer
6. licht het staafje uit de oplossing en wring het uit
7. voeg aan het buisje 100 æl oplossing 3 toe
8. plaats de blauwe stop op het buisje en plaats het na 45 seconden in de bio-counter
9. duw het buisje goed naar beneden en lees de waarde af (wordt ook uitgeprint)
10. corrigeer deze waarde voor 2x de gemeten waarde van de blanco oplossing

(einde raster)

Petrischaal in combinatie met droge wattenstaaf.

De petrischaal is een standaardschaal met een diameter van 90 milimeter. Het voedingsmedium is in de schaal gegoten en de schaal is daarna gesteriliseerd. Met een droge wattenstaaf wordt een oppervlak van circa 10 cm<sup>2</sup> afgenomen. Het uitstrijken van het afnamemonster op de petrischaal gebeurt in een Z-vorm en in een draaiende beweging. De petrischaal wordt vervolgens met de deksel naar beneden weggezet in de broedstoof.

De broedtijd is 5 dagen bij een temperatuur van 25°C. Op de 3de dag wordt er voor het eerst geteld en op de 5de dag voor de laatste keer.

Rodacplaat

Een Rodacplaat is een schaal met een diameter van 65 milimeter. Hierop is voedingsmedium gegoten met een bolle

spiegel. Deze plaat is geschikt voor het maken van kontaktafdrukken. De deksel wordt van de plaat gehaald en de plaat wordt met het voedingsmedium op het te testen oppervlak gelegd. Vervolgens wordt de plaat met een vinger in het midden aangedrukt. Bij dit aandrukken moeten draaiende bewegingen voorkomen worden.

Doordat een afdruk met een rodacplaat voedingsmedium achter laat op het bemonsterde oppervlak is het noodzakelijk deze plek na monsternamen te reinigen. Objecten kunnen niet met deze plaat bemonsterd worden wegens het gevaar van contaminatie en vervolgens besmetting door schimmels.

De broedtijd is 5 dagen bij een temperatuur van 25°C. Op de derde dag wordt er voor de eerste keer geteld en op de 5de dag voor de laatste keer.

### Geïmpregneerde wattenstaaf

Met deze wattenstaaf wordt een oppervlak van circa 10 cm<sup>2</sup> afgenomen. De wattenstaaf wordt daarna weer teruggeplaatst in het buisje en op een warme plaats weggelegd. Bij elke test zijn ter controle twee monsters genomen omdat een wattenstaaf bebroed wordt bij 25 C.

De test met de wattenstaaf is in tweevoud uitgevoerd om te kunnen controleren of deze wattenstaaf zonder broedstoof te gebruiken is. Een wattenstaaf is dus gewoon weggelegd en een wattenstaaf is bebroed.

### RCS Luchtkiemgetalverzamelaar

De luchtkiemgetalverzamelaar wordt ingesteld op een tijd van 1 minuut. Dit is gelijk aan 40 liter lucht.

De meethoogten zijn 20 cm (vloerniveau), 90 centimeter en 240 centimeter (bovenkant kast).

In de luchtkiemgetalverzamelaar wordt een strip met voedingsmedium geschoven. Na bemonstering wordt de strip teruggeschoven in de verpakking en onder aangegeven condities bebroed.

Van de luchtkiemgetalverzamelaar wordt na iedere meting de van en het ventilatorhuis ontsmet met Tego 51 en gedroogd met een steriel gaasje.

### Millipore Swaptest

Deze test bestaat uit een buisje met steriel water waar een

swab ingedompeld zit. Met de vochtige swab wordt een afwrijfmonster genomen. Daarna wordt de swab weer in het buisje gezet en goed geschud. Hierna wordt een voedingsmedium in het buisje gebracht. Het gebruikte voedingsmedium bij de test is samengesteld volgens Schaufus Pottinger.

### ARA-Testkit

De schimmeltestkit bestaat uit twee kunststof buisjes. Een buisje is gevuld met een schuin ingegoten voedingsmedium, namelijk DG18 en in het andere buisje is een met steriel water bevochtigde wattenstaaf geplaatst. Met de natte wattenstaaf wordt een oppervlak van circa 10 cm<sup>2</sup> afgenomen en vervolgens strijkt men dit wattenstaafje uit over het voedingsmedium in het andere buisje. Het buisje met het voedingsmedium sluit men af en legt het weg op een warme plaats (n 25°C). Na twee dagen controleerd men de buis op schimmelgroei. Deze controle moet men blijven uitvoeren tot en met de vijfde dag.

### Voedingsmedia.

De gebruikte voedingsmedia voor de petrischalen, de rodacplaatjes, de luchtkiemgetalverzamelaar en de geïmpregneerde watten staaf zijn:

#### Mout extract agar M40: \*

Mout extract	15 gr.
Gedestilleerd water	1000 ml.
Sucrose	40 %.

#### DG18: Dichloraan 18% glycerol agar: \*

Peptonen	5.0
Glucose	10.0
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.0
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.5
Dichloraan	0.002
Glycerol	220.0
Chloramphenicol	0.1
Agar	15.0
Gedestilleerd water	1000.0

\* De receptuur is uit: Introduction to food-borne fungi.  
R.A.Samson, E.S.van Reenen-Hoekstra  
e.a. Baarn, 1988.

Het voedingsmedium in de Millipore Swab test:\*

Voedingsmedium volgens Schaufus Pottinger.

Gistextract  
Cerelese  
Polypeptonpepton  
Magnesiumsulfaat  
Kaliumfosfaat  
Diacetase  
Tiamine  
Broomcresol groen  
Gedistilleerd water  
pH. 4.6

\* de samenstelling is een opgave van de leverancier.

Testresultaten

De Biocounter.

De gemeten waarden (gecorrigeerd voor de blanco) varieerden tussen de 0 en de 4587. Op de meeste locaties was de waarde op de vloer gemeten hoger dan de waarde gemeten op objecten en stellingen. Aanvullend onderzoek bij de KB heeft aangetoond dat er een lineair verband bestaat tussen de concentratie van een bepaalde verontreiniging in de meetoplossing en de uitkomst van de biocounter test, in ieder geval tot een waarde van 10.000 licht eenheden.

Daarnaast is vastgesteld dat bij een sterk verontreinigde oplossing, waarbij de meetvloeistof troebel of verkleurd is, de biocountertest verstoord wordt. Doormiddel van doorverdunding is dit min of meer te compenseren.

Door middel van enkele experimenten is bij het ARA geconstateerd dat door stofzuigen zowel op de vloer als op de stellingen de biocounter waarde duidelijk afneemt. Het nareinigen met de ontsmettingsmiddelen Halamid en Tego resulteerden zowel op de stellingen als op de vloer in een stijging van de gemeten waarde. Een tweede nareiniging leverde op de stellingen een grote afname van de waarde op (tot 50%)

in het geval van Tego en een kleine afname van de waarde in het geval van Halamid. Op de vloer bleek na een tweede nareiniging met beide middelen geen duidelijke afname van de waarden op te treden. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door het oplossen van de waslaag op de vloer waarbij onderliggend vuil vrij komt.

#### De Petrischaal.

De grote meerderheid (95%) van de testen met de petrischalen was negatief. Het met een droge wattenstaaf afwrijven van een oppervlak en vervolgens uitzetten op de vaste voedingsbodems in de petrischalen gaf slechts in enkele gevallen vorming van schimmelkolonies. Hierbij was geen opvallend verschil tussen de DG18 en de Mout-agar voedingsbodem aantoonbaar.

#### Wattenstaafjes.

Dit is de voorloper van de Ara testkit. Met de in voedingsmedium gedrenkte wattenstaafjes werd bij circa 25% van de testen een positieve uitslag gevonden. Hierbij bleek dat de positieve uitslagen hoofdzakelijk de stellingen en de vloer betroffen. Er zijn geen aantoonbare verschillen tussen mout-agar en DG18 voedingsmedia aangetoond.

Een bijkomend probleem is dat de test met de geïmpregneerde wattenstaaf moeilijk te beoordelen is vanwege het feit dat de buis niet goed doorzichtig is. Hierdoor is het moeilijk, zeker bij de eerste controle om vast te stellen of het om schimmelpluis (mycelium) of katoenpluis van de wattenstaaf gaat.

De uitkomsten van deze test hebben inmiddels tot resultaat gehad dat er in samenwerking met de leverancier van de wattenstaafjes een andere testkit is samengesteld. Dit is een duobuis, die verkrijgbaar is onder de naam ARAtestkit. In de ene buis zit een met pyrogeen-vrij water bevochtigde wattenstaaf en in de tweede buis zit een laagje voedingsmedium van ongeveer 15 mm., met een schuine spiegel gegoten. beiden zijn steriel. Met de bevochtigde wattenstaaf wordt een strijkmonster genomen, dat vervolgens in het voedingsmedium gezet wordt. De wattenstaaf kan er uitgenomen worden of erin blijven staan. De buis met voedingsmedium wordt vervolgens weggelegd op een warme plek. na drie tot vijf dagen kan er bepaald worden of de bemonstering positief dan wel negatief is.

#### De Rodacplaat.

Vergeleken met de petrischaal en de wattenstaaf is met de

rodacplaat een hoog percentage positieve uitslagen gevonden (80%). Het aantal gegroeide schimmelkolonies varieerden van 1 tot 119. De rodacplaat is handig in gebruik en eenvoudig af te lezen. Een nadeel is echter dat deze plaat niet gebruikt kan worden op objecten daar er contaminatie plaats vindt met voedingmedium. Het feit dat de rodacplaat alleen op vloeren, wanden en stellingen gebruikt kan worden is misschien een verklaring voor het hoge percentage positieve uitslagen, daar de bemonsterde plekken met de rodacplaat meer vuil bevatten dan de objecten zelf.

De Millipore swab test.

Deze test is alleen uitgevoerd op de KB , op de stellingen. Op twee van de tien lokaties leverde dit een positief resultaat op.

De Kiemgetalbepaling.

Van de uitgevoerde bemonstering vertoonde 40% een positieve uitslag. Het aantal opgekomen schimmelkolonies varieerden van 1 tot 10. Het mout-agar medium blijkt in deze gevoeliger te zijn voor schimmelgroei dan het DG18 medium, hetgeen overeenkomt met andere ervaringen die het ARA heeft met deze media. Gemiddeld genomen waren er meer positieve uitslagen op vloerniveau (20 cm. hoogte) dan op de twee hogere meetpunten. De verklaring hiervoor is dat door het lopen sporen die in ruste op de grond liggen de lucht in geslingerd worden en vervolgens op de strip van de RCS kiemgetalverzamelaar terechtkomen. Dit geeft een reëel beeld van de sporenbelasting op de verschillende niveaus in een depot.



-deelonderzoeken bio-counter

## I. Invloed van een donkere oplossing op het meetresultaat.

Doel van deze proef is het controleren van de invloed van een donkere oplossing op het meetresultaat van de bio-counter en het effect van de verdunningsmethode zoals die door de leverancier wordt aanbevolen.

Werkwijze en resultaten.

Vooraf is het water dat voor de verdunningen gebruikt wordt gecontroleerd :

In een buisje:

-200 æl oplossing 1

-steriele swab gedoopt in oplossing 2

-gemengd

- erbij gepipetteerd: 100 æl water (Alpha Q, Millipore)
- gemengd en 100 æl mengsel verwijderd
- toegevoegd: 100 æl oplossing 3
- RLU meting na 45 seconde
- gemeten waarde: 17 RLU

Vervolgens is een blanco meting uitgevoerd volgens de voorschriften. Gemeten waarde: 21 RLU.

Aan deze oplossing is toegevoegd: 10 æl inkt (Sepia, Talens) en meteen weer gemeten: gemeten waarde 4 RLU.

Daarna is 20 æl uit de oplossing gehaald. Hieraan is toegevoegd 180 æl water en 100 æl oplossing 3. Na 45 seconde is opnieuw de waarde bepaald: gemeten waarde 6.

De volgende meting die uitgevoerd is, is de controle van een inkt-oplossing, vooraf verdund:

- 200 æl van oplossing 1
- steriele swab in oplossing 2, gemengd
- 10 æl van een 10 maal verdunde inkt-oplossing
- 100 æl oplossing 3 toegevoegd en na 45 sec. gemeten: 13 RLU

De invloed van inkt op oplossingen met een hoge RLU:

- 200 æl oplossing 1
- steriele swab in oplossing 2, vervolgens de schimmel van een voedingsbodem afgenomen
- gemengd
- toegevoegd: 100 æl oplossing 3
- na 45 seconden gemeten
- hierna inkt toegevoegd en weer gemeten
- 20 æl uit de buis gepipetteerd
- toegevoegd: 180 æl water en 100 æl oplossing 3 (verdunningsfactor 15)
- na 45 seconden gemeten
- deze handeling en zijn tweemaal uitgevoerd, eenmaal met toevoeging van 10 æl inkt (I) en eenmaal met toevoeging van 5 æl inkt (II):

I

II

Vieze oplossing      71029 RLU      39188 RLU

Vieze oplossing + inkt    624 RLU      3517 RLU



## II. Controle dupliceerbaarheid Bio-counter.

Doel van deze proef was het aantonen van de dupliceerbaarheid van de bio-counter en het onderzoeken van het verband tussen de hoeveelheid verontreiniging en de gemeten RLU.

De dupliceerbaarheid van de meting is van belang om er zeker van te kunnen zijn dat het apparaat nauwkeurig werkt en dat het meetresultaat bij gelijke metingen gelijke uitslagen geven (binnen de meetruis).

### Werkwijze.

In ieder buisje:

- 200 æl oplossing 1
- 20 repectievelijk 40, 60, 80, 100, 120, 140 æl oplossing 2
- gemengd
- eruit gepipetteerd: 20 resp. 40, 60,..... 140 æl oplossing
- toegevoegd: 100 æl oplossing 3
- na 45 seconden gemeten

Oplossing 2 is vervuild door een wattenstaafje in opl. 2 te dopen, over een aantal handen en armen te halen, weer in oplossing 2 te dopen en dit een aantal malen te herhalen.

Vervolgens is het flesje goed gemengd, zodat de hoeveelheid toegevoegd vuil evenredig is met het aantal æl. gepipetteerde oplossing.

Buis    æl. toegevoegde opl.2/  
verwijderd mengsel

1	20
2	40
3	60
4	80
5	100
6	120
7	140
8	20
9	40
10	60
11	80
12	100
13	120

14	140
15	40
16	60
17	80
18	100
19	120
20	140
21	20

Bij deze proef is ervan uitgegaan dat de verhouding oplossing 1/ oplossing 2 in het mengsel niet van invloed is op het resultaat.

## Resultaten

Buisnr.	æl. opl.	RLU- 2x de blanco waarde			
		1	2	3	gem.
1,8,21	20	1925	1725	1469	1706
2,9,15	40	2892	3203	3410	3168
3,10,16	60	3978	4563	5223	4588
4,11,17	80	6347	5762	6234	6123
5,12,18	100	6405	6665	7030	6703
6,13,19	120	8159	8255	8263	8226
7,14,20	140	9597	7557	8252	8469

De blanco waarde: 32 RLU

Zie grafiek I.

Van alle buizen is na 25 minuten nogmaals de RLU gemeten:

Buisnr.	RLU	RLU
	45 sec.	25 min.
1	1989	1762
2	2956	2483
3	4042	3418
4	6438	5560
5	6469	6098
6	8223	7460
7	9661	8939
8	1789	1466
9	3267	3130
10	4627	4206
11	5826	5591
12	6729	6396

13	8319	7786
14	7621	7231
15	3474	3177
16	5287	5002
17	6298	6022
18	7103	6755
19	8327	7851
20	8316	8436
21	1533	1323

Zie grafiek II

Conclusie.

- Er is een lineair verband tussen de hoeveelheid vuil en de RLU in het gebied tot 10.000 RLU. Dit wil zeggen dat de vervuilingsgraad rechtevenredig is met de hoeveelheid vuil van microbiologische origine.



## Relatie Biocounter met de andere methoden: conclusies

Tussen de resultaten van de biocounter en de andere methoden is geen duidelijk verband aantoonbaar. Dit hangt samen met het

feit dat de selectiviteit van de biocounter verschilt van de andere methoden. Aangezien de biocounter alleen gevoelig is voor micro-organismen die ATP in zich dragen, worden aanwezige sporen niet gemeten. Bij de overige methoden worden juist wel de levensvatbare sporen gemeten.

Er is dus geen relatie tussen kolonievorming en lichtvormende eenheden. Het hoge bio-countergetal samen met een grote opkomst op een voedingbodem, kan in principe even hoog zijn zonder dat er kolonies gevormd worden op de voedingsbodem. De Bio-counter kan ingezet worden als controlemiddel voor de deoxythymine. De schoonmaakfrequentie en de schoonmaakintensiteit kan aan de hand van ervaringsgegevens met de biocounter, na verloop van tijd, vastgesteld worden.

De bio-counter is zeer geschikt als ondersteuning bij de preventieve conservering.

Het bepalen van de levensvatbaarheid van schimmelsporen zal nu en in de toekomst dienen te geschieden met behulp van de in dit verslag beschreven voedingsmedia.

Bij de testen zijn in het ARA en de KB twee bio-counters gebruikt. De uitslagen van de KB bleken na vergelijking ongeveer 30% lager te liggen dan de resultaten bij het ARA. Na een aantal malen een monster in beide apparaten gemeten te hebben bleek de bio-counter van de KB steeds ongeveer 30% lager te liggen.

Onderzoek door de leverancier van de bio-counters leverde vervolgens op dat de bio-counter van de KB een vervuilde fotobuis had. Hierdoor zijn de uitslagen van de testen bij de KB niet te gebruiken. Dit ook omdat op de vervuiling van de fotobuis geen omrekenings tabel te maken is.

## B. Normstelling depotbeheer

### -uitgangspunten

Om de bio-counter in de toekomst verantwoord in te zetten is het noodzakelijk een meetperiode uit te zetten aan de hand waarvan het verloop van de vervuiling van depotruimten in kaart gebracht kan worden. Aan de hand van de gegevens die uit zo'n periode verkregen worden kan vervolgens een normgetal verkregen worden. Vervolgens kan een norm opgesteld worden voor de verschillende opties voor reiniging van depotruimten.

Om hierop een voorschot te nemen is tijdens de test van de bio-counter ook een hierop afgestemde test verricht.

### -test

Het doel van de test was het vaststellen van een schoonmaak frequentie en het bepalen van de schoonmaakintensiteit. Er werd alleen met de bio-counter gemeten, en met de stofzuigers gewerkt zoals die in het ARA in gebruik zijn. Om een goede vergelijking te maken of de reiniging van de depots goed wordt uitgevoerd, de eigenlijke toepassing van de bio-counter, zijn op de navolgende plaatsen tests uitgevoerd:

- in het depot meten op vloer en stelling
- depot stofzuigen, nat afnemen en meten
- 1 depot stofzuigen, met Halamid schoonmaken en meten
- 2 depot stofzuigen, nat afnemen, laten drogen, nogmaals afnemen met Halamid en meten
- 1 depot stofzuigen, met Tego afnemen en meten
- 2 depot stofzuigen, met Tego afnemen, laten drogen, nogmaals afnemen met Tego en meten

Deze meetgegevens kunnen tevens worden afgezet tegen de meetresultaten van de bio-counter (zie bijlage 1)

De desinfectiemiddelen die gebruikt worden zijn Halamid en Tego 51.

Halamid is een chloorhoudend desinfectiemiddel dat corrosief werkt op metalen (stellingen). Bovendien zijn er Alternaria soorten die resistent zijn tegen chloorhoudende desinfectiemiddelen. Toch is het zinvol om Halamid in de test te betrekken, daar er ook archiefdepots zijn ingericht met houten stellingen. Het werkelijk corroderend effect van Halamid op metalen stellingen is bovendien nog niet bekend. Tego 51 is een niet corrosieve amfoteer (een zeep) d.w.z dat het middel zowel in het zure als in het basische gebied werkt en niet corrosief is op metalen.

Beide desinfectiemiddelen worden op twee manieren getest in verband met de toename van het RLU-getal bij eenmaal schoonmaken. Alleen stofzuigen en/of nat reinigen is van belang bij het vaststellen van een zo scherp mogelijke schoonmaakfrequentie.

De beide desinfectiemiddelen zijn op twee manieren getest, zoals bij de beschrijving van de testen vermeld staat. Dit is gedaan in verband met de toename van het RLU-getal na eenmaal schoonmaken.

Locatie	vloer	stelling	vloer	stelling
	B13-B14	B13-plank 5	B15-B16	B14-plank 4

onbehandeld	2087	682	2946	331
gestofzuigd	1003	140	1646	209

Tego-1	976	37	
Tego-2	1245	129	
Halamid-1		617	3609
Halamid-2		1115	39

Het afnemen van stellingen is gedaan met schone doeken. De desinfectiemiddelen zijn gebruikt in de voorgeschreven concentraties; 1% oplossing Tego 51 en een 0,5% oplossing Halamid.

## Conclusies en aanbevelingen

De uitgevoerde test met schoonmaakmiddelen en schoonmaakwijze is te beperkt om een definitieve uitspraak te doen over hoe vaak en op welke manier de depotruimten schoongemaakt dienen te worden. Tego 51 en Halamid geven geen constant beeld wat betreft de resultaten van de eerste en de tweede meting.

Te verwachten was dat de meting na de eerste schoonmaak een hoger getal zou geven dan de begin meting en dat meting na de tweede schoonmaak een lager getal zou geven. Dit bleek slechts op een locatie het geval (stelling B14-plank 4). De metingen op de vloer kunnen beïnvloed zijn door de aanwezige waslaag. De tweede schoonmaak kan vuil uit de waslaag opgeweekt hebben waardoor het effect van meting na een eerste schoonmaak ontstaan is. Bij vervolgmetingen dient een derde schoonmaak uitgevoerd te worden.

De test met schoonmaakmiddelen is door het zeer geringe aantal metingen niet representatief te noemen. Duidelijk is wel gebleken dat stofzuigen in alle gevallen een verlaging van het RLU-getal geeft van  $\approx$  50%. Dit laatste geeft duidelijk de noodzaak van het stofvrij houden van de depots aan.

Om tot een goed inzicht te komen van het vervuilingsverloop in een depot is het wenselijk dat er een meetperiode ingesteld wordt van een jaar. Tweemaandelijks dienen de depots gemeten te worden met de biocounter. Aan de hand hiervan kan in kaart gebracht worden in welk tempo de depots vervuilen. Aanvullende testen met stofzuigen, schoonmaak en desinfectiemiddelen kunnen dan duidelijk maken welke schoonmaakfrequentie en schoonmaakintensiteit wenselijk is.

## -Vervolgonderzoek

Een normstelling voor de schoonmaakcontrole met behulp van een biocounter, zou als volgt kunnen worden bepaald:

Men meet in een optisch schoon depot de vloer, een stelling en een object. Alle drie de metingen geven een verschillend getal. Als een stelling een getal van 800 geeft (ervaringscijfers) meet men bijvoorbeeld met een frequentie van een maand (moet nog worden vastgesteld) dan zal het getal oplopen. Na stofzuigen zal het getal weer tot 800 teruglopen. Na verloop van tijd zal het getal, na alleen stofzuigen, niet meer terug lopen omdat zweet van handen op de stelling komt waaraan stof vastkleeft. Hierdoor treedt cumulatie van vervuilingseenheden op waardoor het getal geen 800 maar bv. 1000 aangeven. Dan moet er nat gereinigd worden of eventueel gedesinfecteerd (Tego 51). Voor de vloer geldt dat kleefvuil van kleding en schoenen in het depot kan komen. Bovendien dwarrelt, door luchtverplaatsing, stof op. Voor alle meetpunten kan er een norm worden vastgesteld. Deze gegevens kunnen een scherpe schoonmaakfrequentie en schoonmaakintensiteitsnorm opleveren, hierdoor kan wellicht worden bespaard op deponhygi%onekosten. Bovendien kan men het effect van de schoonmaak procedures- en werkzaamheden testen. Voor het bovenstaande moet een vervolgonderzoek plaatsvinden waarin een van de belangrijkste vragen is: Hoe vaak moet men biocounteren om te weten hoe frequent en in welke mate men moet schoonmaken. Hoe lang duurt het voordat het effect van stofzuigen is verdwenen en nat reinigen noodzakelijk is. Een andere mogelijkheid om de schoonmaakfrequentie te laten vaststellen is een onafhankelijk bureau de controle op deponhygi%one laten uitvoeren. Aanbevolen wordt de verschillende hierboven genoemde opties nader te onderzoeken, zodat er een evenwichtige verhouding ontstaat tussen de meest optimale conserveringscondities en een bedrijfseconomische verantwoorde exploitatielast.