

# Meettechnieken

Onder redactie van:  
Vereniging Schoonmaak Research

VSR Tilburg 2008

Vereniging Schoonmaak Research  
Postbus 90154  
5000 LG Tilburg

[www.vsr-org.nl](http://www.vsr-org.nl)

Uitgegeven door: Vereniging Schoonmaak Research VSR  
Redactieteam: Commissie Techniek VSR  
Eindredactie: Vereniging Schoonmaak Research VSR

ISBN 978-90-79230-09-9

© VSR 2008

Behoudens uitzondering door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van de Vereniging Schoonmaak Research niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op geheel of gedeeltelijke bewerking.

# Inhoudsopgave

Woord vooraf	3
<b>Deel 1 Voorgond</b>	<b>5</b>
Hoofdstuk 1 Wat je moet weten over meten	
1.1 Inleiding	7
1.2 Meten om te weten	8
<b>Deel 2 Ondergrond</b>	<b>13</b>
Hoofdstuk 2 Methoden om de reinheid van oppervlakken te bepalen	
2.1 Visueel vaststellen van de kwaliteit	15
2.2 Bemonstering door afdrukken	19
2.3 Bemonstering door zuigen (en blazen)	24
2.4 Micro-organisme opsporen	29
2.5 ATP-meting	36
2.6 Huisstofmijt gevangen	41
2.7 Sneltesten voor voedselresten	45
2.8 Glans	49
2.9 Stroefheidmeter	53
<b>Deel 3 Achtergrond</b>	<b>57</b>
Hoofdstuk 3 Meetmethoden om oorzaak van problemen op te sporen	
3.1 Lichtmicroscopie	59
3.2 Microanalyse	64
3.3 Chemische analyse	69
<b>Deel 4 Boven de grond</b>	<b>73</b>
Hoofdstuk 4 Meetmethoden voor vervuiling in lucht	
4.1 Deeltjestellers	75
4.2 Stofsensoren	80
4.3 Stille getuigen	83

4.4	Filteren	87
4.5	Microbiële luchtmeting	91
<b>Deel 5 Bronnen</b>		<b>97</b>
Hoofdstuk 5 Literatuuroverzicht		
5.1	Algemeen	99
5.2	Visueel	99
5.3	Bemonstering	100
5.4	Zuigen	100
5.5	Microbiologische metingen	100
5.6	ATP-meting	101
5.7	Acarex®	101
5.8	Sneltesten	101
5.9	Stroefheid	101
5.10	Micro-organismen in de lucht	101

# Woord vooraf

“Meten is weten” wordt vaak geroepen. Maar de vraag blijft natuurlijk wat meten we en waarom willen we het weten? Als we ons beperken tot de schoonmaakbranche dan zien we dat er voor allerlei terreinen meetmethodieken zijn ontwikkeld. Het meten van bijvoorbeeld de hoeveelheid stof, het aantal bacteriën op een wc-bril, de glans van de vloer, etc. Er zijn van allerlei meetgegevens te verzamelen. Het is daarbij echter wel van belang goed te realiseren dat de echte waarde van deze gegevens vaak niet zo gemakkelijk is vast te stellen. Want wat zegt een resultaat van x-aantal kiemgetallen *Staphylococcus Aureus* op een wc-bril nu precies? Het gaat er om dat zaken in het juiste perspectief worden gezien.

In dit Vaknieuws worden zeventien technische meetmethodieken beschreven. Meetmethoden die binnen de schoonmaakdienstverlening kunnen worden gebruikt voor verschillende doeleinden. Wij vertrouwen erop dat we met deze vijfde uitgave van Vaknieuws een praktisch hulpmiddel hebben gerealiseerd voor iedereen die in de schoonmaak werkzaam is en/of geïnteresseerd is in meten en meettechnieken.

VSR



**DEEL 1**

**VOORGROND**





# Hoofdstuk 1: Wat je moet weten over meten

## 1.1 Inleiding

Er zijn goede redenen om in de schoonmaak zo nu en dan eens een meetapparaat in de hand te nemen. Bijvoorbeeld om de kwaliteit van het geleverde werk te bepalen. Of om na te gaan welke schoonmaaktechnieken het best werken. Om uit te vinden of schoonmaaksystemen in de praktijk wel zo hygiënisch zijn als we denken. Of om een meningsverschil te beslechten, dan niet samen met een onafhankelijk laboratorium.

Dit Vaknieuws laat zien welke pragmatische meettechnieken er zijn voor zulke toepassingen. Het is bedoeld als een handzaam overzicht van technieken en trucs om vast te stellen hoe schoon oppervlakken en de binnenlucht zijn. Midden en hoger kader en technici van schoonmaakbedrijven en diensten, opdrachtgevers, leveranciers en intermediairs in de schoonmaak moeten er mee uit de voeten kunnen. Praktische toepassingen zijn:

- Meten hoe schoon objecten zijn na schoonmaak;
- Bepalen hoe gezond ruimtes zijn na schoonmaak;
- Schoonmaakmethoden en systemen in de praktijk op hun merites beoordelen;
- Schoonmaakproblemen oplossen;
- Valkuilen vermijden bij (binnenklimaat)onderzoek;
- Overzicht van aandachtspunten bij het uitbesteden van onderzoek.

Na een inleiding over de opzet, uitvoering en rapportage van metingen (in dit hoofdstuk) volgt een beschrijving van zeventien verschillende meettechnieken. Iedere meettechniek wordt kort uitgelegd en er wordt aangegeven waarvoor de techniek geschikt is. Er gaat veel aandacht naar praktische zaken zoals kosten, snelheid, gevoeligheid en nauwkeurigheid, maar ook naar informatiebronnen. Ook de valkuilen bij de opzet, uitvoering en interpretatie komen aan de orde.

### Toepassingsgebied

Het is onmogelijk in dit boekje alle denkbare meetmethoden te behandelen waarmee men in de schoonmaak ooit te maken kan krijgen. Meting van de tevredenheid van klanten en eigen personeel gebeurt met enquêtes en moet overgelaten worden aan bureaus die zich daarin specialiseren. Voor alles dat met arbeidsomstandigheden te maken heeft – houding, krachten op armen en schouders, repeterende bewegingen, werkdruk, ge-

luid – verwijzen we naar de arbeidshygiënisten die bij Arbodiensten en instituten zoals bijvoorbeeld TNO werken.

En metingen van werktempo en van efficiëntie zijn eenvoudig op te zetten met een stopwatch en een gestandaardiseerde werkomgeving. Ze worden hier niet verder behandeld, maar de algemene tips en tricks die hieronder staan kunnen ook voor zulke metingen handig zijn – ook al zijn ze bedoeld voor de technische meetmethoden die het onderwerp van dit boekje vormen.

## 1.2 Meten om te weten

Zinvolle metingen kunnen alleen gedaan worden door van te voren goed na te denken over de keuze van de meettechniek en de opzet van een meetschema. Dat gaat het best met een groepje mensen, die al wat meetervaring hebben.

De eerste stap is: bedenk heel precies wat je wilt weten. Wat is het probleem en welke meetmethode kan daar een antwoord op geven? Hoe exact moet het antwoord zijn? Zijn er normen waaraan moet worden voldaan en schrijven die methoden voor? Mag de meting het monster of materiaal onherstelbaar beschadigen? Het schema 'keuze meettechnieken' is aangereikt als hulpmiddel daarbij. Ook invloed op de keuze kunnen hebben:

- De beschikbare tijd, hoe snel moet het resultaat bekend zijn. Wie een schoonmaakproces in een slachterij wil beoordelen, wacht liever niet een week op bacteriemetingen.
- De beschikbare hoeveelheid monster. Voor sommige technieken is het nodig een monster uit het materiaal te verwijderen. Sommige materialen, zoals marmeren vloeren, lenen zich daar niet voor.
- De beschikbare apparatuur. Vaak kan voor een enkele meting apparatuur gehuurd worden of kan men de metingen uitbesteden.
- Het beschikbare personeel. Zijn de mensen voldoende opgeleid, getraind en geïnstrueerd? Is er iemand die het werk kan begeleiden, interpreteren en kan rapporteren?

Stap twee is het opzetten van een meetschema of –opzet. Er zijn altijd omstandigheden die het meetresultaat kunnen beïnvloeden, die je dus in de hand moet houden of in ieder geval noteren. Denk aan het weer (snellere vervuiling bij regen en sneeuw), het tijdstip van de dag (meer stof in de lucht tijdens de spits), het moment in de normale schoonmaakcyclus (vlak voor of na schoonmaak), de plaats waar je meet (meer stof in hoekjes en langs plinten). Ook de tijd tussen monsterneming en meting in een lab kan van belang zijn – denk aan het uitgroeien van schimmels en gisten.

### Vaak

Een belangrijke stelregel is verder: één meting is geen meting. Metingen moeten herhaald worden, liefst op andere plaatsen en tijden en door andere mensen, om na te

gaan of er binnen te verwachten grenzen het zelfde resultaat uit komt. Een stroefheidmeting op één plek vertelt niets. Meet liever de stroefheid in het looppad, voor de deur, in een bocht, met en zonder water en met verschillende imitatieschoenzolen. Herhaal dat op iedere plek minstens één keer. Alleen zo is aan te tonen dat een vloer in de praktijk echt stroef genoeg is.

Een tweede stelregel bij een proefopzet is: zorg voor een referentie, iets om mee te vergelijken. Bij de stroefheidmeting is dat de gestelde norm, een meting aan een nieuw stuk vloer of een overzicht van typische meetwaarden. Daaruit blijkt dan al snel of de vloer wellicht nog aan de norm voldoet maar toch relatief glad is of steeds gladder wordt in de loop der maanden. Door metingen na enige tijd te herhalen, meestal één of meer maanden, kunnen trends worden afgelezen. Wordt de vloer gladder? Daalt de schoonmaakkwaliteit? Hoe is de hygiëne in deze keuken vergeleken met die in andere keukens? Dáár leer je wat van.

### Precies

Tijdens de meting zelf moet de meetopzet natuurlijk gevolgd worden. Lukt dit niet, of zijn er andere zaken die de resultaten kunnen beïnvloeden, noteer dat dan. Orde en netheid klinken misschien oubollig of kneuterig, maar zijn voor een zinvolle meting onontbeerlijk.

Wie exacte waarden wil bepalen of wil vergelijken met een norm of met andere metingen, moet een gekalibreerd meetinstrument gebruiken. Vaak kan de leverancier die uitvoeren. Die moet ook weten hoe vaak kalibratie nodig is. Een kalibratie is iets anders dan een ijking. Een ijking wordt door alleen het ijkwezen (tegenwoordig Verispect, onderdeel van het Nederlands Meetinstituut) uitgevoerd en alleen aan instrumenten die voor de handel belangrijk zijn. Denk aan benzinepompen, taxameters en weegschalen.

### Rapport

De laatste stap is de interpretatie en rapportage van de resultaten. Geef aan bij de meetresultaten hoe betrouwbaar ze zijn en hoe precies. Dat kan door de standaarddeviatie of variantie op te geven, maar ook door het bereik van de resultaten te vermelden. Geef daarbij ook alle belangrijke afwijkingen of omstandigheden aan. Een fictief voorbeeld: "De stroefheid van deze vloer was gemiddeld  $0,6 \pm 0,2$ , en varieerde van 0,34 tot 0,85. De laagste waarden traden op bij de ingang, waar zand op de vloer lag. De metingen zijn uitgevoerd op een ongewoon drukke dag in verband met de VSR zomerborrel. De kalibratie van het meetinstrument was een maand verlopen."

Noem ook de norm of andere referentie en vergelijk daarmee – en dan natuurlijk niet alleen het gemiddelde. In het voorbeeld zou dit kunnen zijn: "De gemiddelde stroefheid van de vloer voldoet ruimschoots aan de gestelde norm (0,44 voor rubber en kunststof zolen), maar bij de ingang zijn enkele meetresultaten gevonden die net onder de normwaarde liggen."

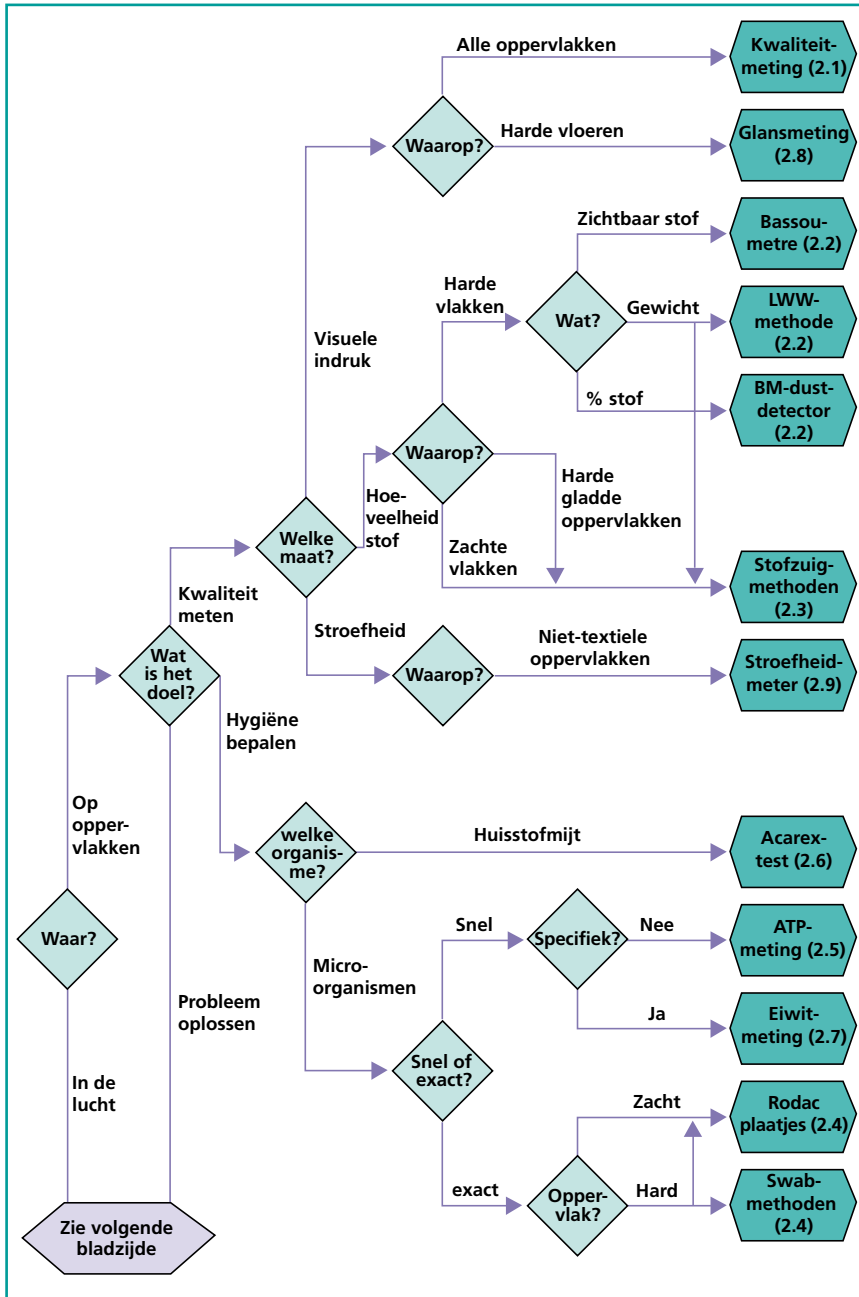
Bedenk dat een verschil niet altijd betekenisvol is. Meetresultaten variëren altijd wel

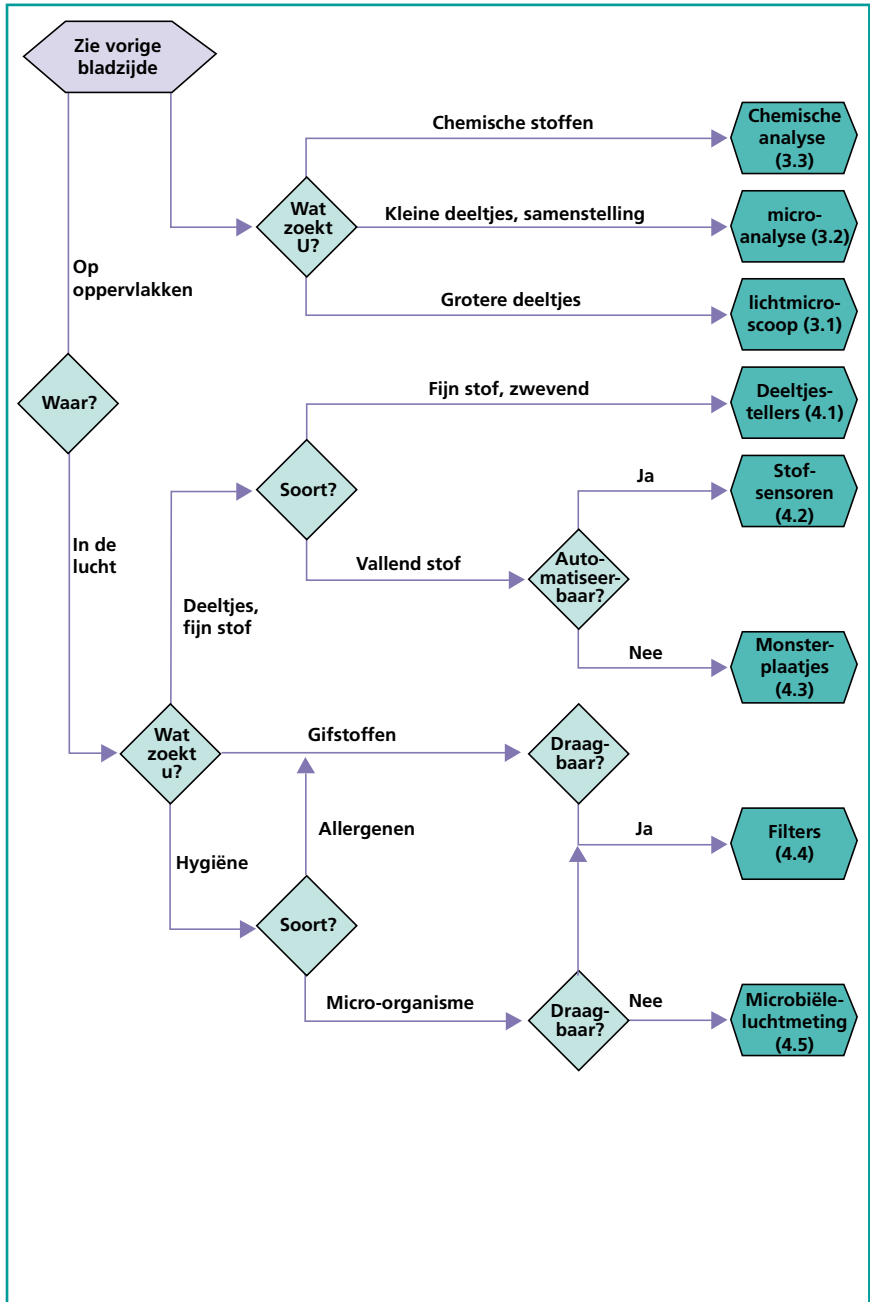
wat, dus dat de stroefheid na een maand een procent lager is, hoeft geen enkele betekenis te hebben. Als het erg belangrijk is, laat dan iemand die veel van statistiek weet naar de meetresultaten kijken of – liever nog – meedenken bij de meetopzet. Een verschil is ook niet betekenisvol als het heel klein is ten opzichte van de absolute waarde of ver van de normwaarde af blijft.

Ten slotte: maak een goed onderscheid tussen de meetresultaten zelf en de interpretatie of conclusies die je daaraan verbindt. In het hier genoemde voorbeeld kan de conclusie luiden: “De vloer is op zich stroef genoeg, maar kan door inlopen van zand gevaarlijk glad worden.” Bij een conclusie horen vaak ook aanbevelingen. Bijvoorbeeld: “Het is aan te raden bij drukte de vloer meermalen per dag te stofwissen. Een betere schoonloopzone bij de ingang kan gladheidproblemen voorkomen”. We verwijzen u daarvoor naar de uitgave ‘Schoonmaakbewust Ontwerpen’ van VSR en OSB.

### Tips and tricks

- Praat met alle relevante partijen en deskundigen over de meetopzet.
- Eén meting is geen meting.
- Een verschil in meetwaarde is niet altijd een verschil in resultaat. Herhaalde metingen zullen altijd iets verschillende uitkomsten geven, zonder dat er sprake is van een significant, betekenisvol, verschil.
- Noteer en rapporteer alle omstandigheden die invloed kunnen hebben op de conclusies en aanbevelingen.
- Maak altijd een helder onderscheid tussen de meetwaarden of uitkomsten enerzijds, en de conclusies en aanbevelingen anderzijds.





**DEEL 2**

**ONDERGROND**





# Hoofdstuk 2: Methoden om de reinheid van oppervlakken te bepalen

## 2.1 Visueel vaststellen van de kwaliteit

Resultaat	Kwalitatieve beoordeling van reinheid
Soort meting	Kwaliteit van schoonmaak
Oppervlak	Alle oppervlakken

Schoon is een beleving. We ervaren een ruimte of een oppervlak als schoon wanneer er geen vuil of stof direct zichtbaar is en het er fris is. Dat is niet altijd goed genoeg. Een oppervlak dat op het oog schoon is, kan veel micro-organismen bevatten of een ander onzichtbare vervuiling hebben die het voor de functie ongeschikt maken. Denk aan een fettig oppervlak dat gelakt moet worden. Maar als het gaat om kantoren, scholen en andere openbare gebouwen, dan is de eerste visuele indruk al heel belangrijk en bepalend. Bovendien is een zichtbaar vies oppervlak zelden hygiënisch schoon. Logisch dus, dat de schoonmaakkwaliteit daar het best visueel te beoordelen is – op het oog, dus. Maar daar zitten nog wel een aantal adders onder het gras.

### Wat

Een kwaliteitsmeting is bedoeld om onafhankelijk en objectief vast te stellen hoe goed de afspraken over schoonmaak zijn nagekomen. Aan de hand van controlelijsten wordt in detail nagegaan wat de staat is van een object in vergelijking met de daarvoor geldende afspraken. Mochten daar gebreken in zijn, dan kan een kwaliteitsmeting leren wat daarvan de oorzaak is. Dat maakt het mogelijk het programma bij te sturen, de uitvoering van het programma te verbeteren of preventieve maatregelen te nemen.

### Hoe

Vaststellen van de geleverde kwaliteit is alleen mogelijk als er vooraf een norm is opgesteld. Wat wordt er verwacht van de schoonmaak? Waarop wordt de schoonmaker afgerekend? Vervolgens is er een inventarisatie van een object nodig. Welke ruimtes zijn er en wat zijn per ruimte de afspraken? Het schoonmaakprogramma of de verwachte prestatie moet helder omschreven zijn.

Ook moet er een afspraak zijn tussen opdrachtgever en leverancier (dat kan ook een eigen dienst zijn) over het toegestane percentage fouten of afwijkingen. In het meest toegepaste systeem, het door VSR ontwikkelde VSR-KMS, noemt men dat de AQL

(Accepted Quality Level, het aanvaarde kwaliteitsniveau). Gebruikelijke waarden voor de AQL zijn 4% of 7% toegestane fouten voor kantoorpanden, en 3% of 4% voor sanitair en 3% voor zorginstellingen.

Als aan deze voorwaarden is voldaan, kan een willekeurige steekproef worden genomen van de verschillende ruimtes in een pand. Niet alle ruimtes hoeven te worden beoordeeld. Door een klein aantal willekeurig gekozen ruimtes door te meten kan een toereikend oordeel worden gegeven over het hele object. Een getrainde en gekwalificeerde controleur zal de meting uitvoeren, de resultaten invoeren in een systeem en uitwerken. De controleur kan in dienst zijn van opdrachtgever, leverancier of een onafhankelijke instelling, enigszins afhankelijk van het doel van de metingen. Voor de verwerking en analyse van de gegevens is programmatuur en zijn handheld systemen beschikbaar. Zie [www.vsr-org.nl](http://www.vsr-org.nl) voor de lijst van geaccepteerde softwareprogramma's.

Hoe vaak de metingen worden herhaald hangt af van de omstandigheden. In het begin van een contract of na problemen wordt soms om de maand gemeten, later eens per kwartaal of zelfs nog minder vaak.

Naast VSR-KMS heeft VSR het zogenaamde VSR-DKS ontwikkeld, als onderdeel van VSR-KMS. In dit dagelijks controlesysteem komen onderdelen zoals het herkennen van vuilsoorten, vuilbeoordelingscriteria en eenvoudige administratieve rapportage en verwerking aan bod. Het is speciaal ontwikkeld voor intern gebruik door de directe leiding op een object (voorman, voorvrouw en objectleiding). Die kan hiermee eenvoudig en efficiënt inzicht krijgen in de kwaliteit van de uitgevoerde schoonmaak. Op deze manier kunnen direct maatregelen worden genomen, zodat tijdens het schoonmaken al zaken kunnen worden bijgestuurd.

### Waarvoor

Een kwaliteitsmeting levert in ieder geval een onafhankelijk en objectief oordeel over de kwaliteit van de schoonmaak en maakt daarmee duidelijk of een leverancier zijn afspraken nakomt. Het VSR-KMS is vastgelegd in een nationale (NEN)-norm voor de beoordeling van schoonmaakonderhoud, NEN 2075. Ook stemt VSR-KMS volledig overeen met de Europese norm EN 13549. De meting legt niet alleen vast hoeveel fouten er zijn geweest, maar ook wat voor soort fouten: is er op een incorrecte manier gereinigd (een methodefout) of is een element niet gereinigd? Ook wordt vastgelegd wat voor soort vuil er aanwezig was. Een analyse van de resultaten is ook zeer leerzaam, zelfs als de afgesproken AQL is gehaald. Welke fouten zijn gemaakt en hoe zijn deze fouten ontstaan? Met de antwoorden op die vragen kan de dagelijkse schoonmaak verbeterd worden en nauwgezetter worden afgestemd op de afspraken met de klant.

### Let op

Er kan een flinke tijd overheen gaan tussen de schoonmaak en de kwaliteitsmeting. Dit geldt vooral voor periodieke activiteiten of werkzaamheden die minder dan eens per

week op het programma staan. Er is vaak stof en vuil waar te nemen op elementen die langer geleden zijn schoongemaakt. Oorspronkelijk was het VSR-KMS niet voor zulke periodieke werkzaamheden bedoeld.

Inmiddels is het systeem zo aangepast dat ook periodieke werkzaamheden kunnen worden meegenomen. Als het periodieke werk onregelmatig over het jaar verdeeld is of als daar een aparte controle op wordt uitgevoerd, dan is het verstandiger de elementen die periodiek worden gereinigd niet op te nemen in het VSR-KMS.

### Voor- en nadelen

Het VSR-KMS is een wijd geaccepteerde en genormeerde methode waarvoor, via trainingen en examens, een groot aantal gecertificeerde controleurs beschikbaar is. Het vormt een goede basis om na te gaan of de schoonmaak volgens contract verloopt en zo niet, waar eventuele problemen vandaan komen.

Tegelijkertijd blijft het een visuele en menselijke waarneming. Een mensenoog kan niet alles zien en menselijke beoordeling kan worden beïnvloed door psychologische factoren. Voor bijzondere omstandigheden kan het noodzakelijk zijn de beoordeling te ondersteunen door andere meetmethoden.

Daarnaast kan de behoefte bestaan aan meetmethoden die niet op de menselijke waarneming berusten. Hoofdstukken 2.2 tot en met 2.9 geven daarvoor geschikte methoden.

## Tips and tricks

- Leg vast wat het doel van de kwaliteitsmeting is en maak daarop gebaseerd goede afspraken over welke methode wordt gebruikt (VSR-KMS en VSR-DKS) en welke partij de controle uitvoert of laat uitvoeren.
- Ruimtes die minder dan eens per week worden gereinigd vallen normaal gesproken buiten het VSR-KMS.
- Als er geen planning bekend is van de periodieke werkzaamheden kunnen die niet in de beoordeling worden meegenomen.
- Inventariseer alle onderdelen (elementen) in de ruimtes die daadwerkelijk schoongemaakt moeten worden; niet meer en niet minder.
- Keur alleen wat geïnventariseerd is.
- Ieder element kan maar één keer worden afgekeurd (per controle).
- Analyseer de resultaten grondig om verbeterpunten vast te stellen.

## Fact sheet Kwaliteitsmeetsystemen

Uitvoeringsvorm	VSR-KMS	VSR-DKS
<b>Wat wordt gemeten</b>	Schoonmaakkwaliteit vergeleken met contract	Schoonmaakkwaliteit vergeleken met contract
<b>Kwantificering</b>	Ja	Ja
<b>Normering</b>	NEN 2075 EU	NEN 2075 EU
<b>Meetbereik</b>	1-7% AQL	Niet van toepassing
<b>Reproduceerbaarheid</b>	Goed	Goed
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	Enkele uren - dagen 1 - enkele uren Direct*	minuut Direct Direct*
<b>Kosten</b> - apparatuur - verbruik	Geen informatie Geen	Geen informatie Geen
<b>Automatiseerbaar</b> - meting - registratie - uitwerking	Nee Ja Ja	Nee Ja Ja
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veiligheid voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Ja Ja Ja Vereist opleiding tot kwaliteitsinspecteur	Ja Ja Ja Eenvoudig, iedereen kan het na enige instructie
<b>Bonus</b>	Geeft inzicht in beheersing schoonmaaksysteem en -proces.	
<b>Bronnen</b> - apparatuur - informatie	Verschillende handhelds <a href="http://www.vsr-org.nl">www.vsr-org.nl</a> <a href="http://www.schoonmaakkwaliteit.nl">www.schoonmaakkwaliteit.nl</a>	Verschillende handhelds <a href="http://www.vsr-org.nl">www.vsr-org.nl</a> <a href="http://www.schoonmaakkwaliteit.nl">www.schoonmaakkwaliteit.nl</a>

\* Als gebruik wordt gemaakt van een palmtop of iets dergelijks

## 2.2 Bemonstering door afdrukken

Resultaat	Kwaliteit, getalsmatige beoordeling van stoffigheid
Soort vuil	Grote stofdeeltjes, vezels
Oppervlak	Harde, gladde oppervlakken

Even met de vinger over een randje gaan. Dat is misschien wel de bekendste en eenvoudigste manier om te bekijken of ergens stof ligt. Erg eerlijk is het niet, want niet precies en ook niet met een norm vergelijkbaar, letterlijk nattevingerwerk. Maar het principe is wel bruikbaar. Door het stof over te brengen op een doekje of ander hulpmiddel kan het meetbaar gemaakt worden. We noemen dit principe bemonsteren.

### Wat

Bemonstering kan harde getallen opleveren om een kwaliteitsmeting te ondersteunen of deels te vervangen. Er zijn verschillende meetmethoden die (grof) stof op harde gesloten oppervlakken kunnen bepalen. Deze methoden zijn niet geschikt om hechtend vuil te meten en zeggen ook niets over hygiëne, ook niet over fijn stof.

### Hoe

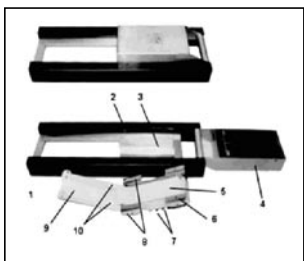
Het is vrijwel onmogelijk om direct te meten hoeveel vuil er ligt op allerlei verschillende oppervlakken. Om daar toch iets over te zeggen, wordt het stof overgebracht op een hechtend materiaal. Dat kan een tape, een doekje, een filter of papier zijn, dat op het oppervlak wordt gedrukt of erover geveegd. Op dat materiaal wordt dan gemeten hoeveel stof er lag. Men hoopt dan ál het stof over te brengen, maar dat is zelden het geval. Op zich is dat niet erg, als er maar altijd een vast percentage wordt opgenomen. Om dat voor elkaar te krijgen moet men altijd op precies dezelfde manier monsters te nemen. Altijd met hetzelfde materiaal op steeds een even groot oppervlak, met gelijke druk op dat materiaal en gelijke contacttijd of snelheid. Drie methoden voldoen aan deze voorwaarden, al zijn er nog veel alternatieven <sup>[8]</sup>.



De BM-dustdetector met geltape en roller en in gebruik (rechts)

- a. De BM Dustdetector gebruikt een dikke folie of gel die transparant is voor licht. Voor iedere meting neemt men een verse folie en meet daarvan in de BM Bustdetector de lichtdoorval. Na bemonstering zit er stof op de folie en kan er dus minder licht door, de lichtdoorval is lager. De procentuele afname van lichtdoorval is een maat voor de stoffigheid. En daar zijn internationale normen voor.

De bemonstering doet men door de folie met een roller en daardoor met een vastgestelde kracht (1 N) op het oppervlak te drukken. Omdat de geltapes vrij klein zijn, 3 bij 7 centimeter, en de stoffigheid sterk varieert van plaats tot plaats, moeten er tientallen metingen worden verricht voor een betrouwbaar resultaat.



*De Bassoumètre*

- b. De Bassoumeter werkt met dun papierfolie. Doordat er een slede overheen schuift, ontstaan daar een of meer strepen. Hoe meer strepen, des te stoffiger het is. De methode is vastgelegd in een Franse norm.

Men legt in dit geval een papierfolie op een slede met zeven lamellen, draait die om en schuift er een slede overheen. De folie wordt dan op een wit papier gelegd en men telt het aantal strepen. Zijn dat er zeven strepen, het maximum, dan wordt de meting nog één of twee keer herhaald. Het opgetelde aantal gevonden strepen is een maat voor de stoffigheid.

De folie wordt met 2,5 tot 3,5 N/cm<sup>2</sup> over een lengte van 19 cm over het oppervlak getrokken. Er is dus een flink oppervlak, 10 bij 20 cm, nodig om te kunnen meten. De bepaling geeft geen maat voor de daadwerkelijke hoeveelheid stof en is gevoelig voor de kleur van het stof. De folie gaat kapot op ruwe oppervlakken.

- c. De LWW-sampler, genoemd naar de uitvinders Lioy, Weisel en Wainman, gebruikt Nucleopore 50 x 55 mm PE Drain Disc filters. Die worden voor en na de bemonstering gewogen. De gewichtstoename gedeeld door het meetoppervlak levert de oppervlakteconcentratie, ofwel het gewicht aan stof per vierkante centimeter.

Een schoon filter wordt gewogen, bevochtigd met gedeïoniseerd water, ingeklemd in een mal en met een bekende kracht vijf maal over een oppervlak van 150 cm<sup>2</sup> bewogen. Dat wordt na elkaar met drie filters gedaan. De filters worden gedroogd

bij een vastgestelde temperatuur en luchtvochtigheid en opnieuw gewogen. Het gewichtsverschil gedeeld door de 150 cm<sup>2</sup> is de oppervlakteconcentratie.

Het stof kan uit het filter worden gespoeld en dan kan daaraan worden bepaald hoeveel zware metalen (zoals lood) of allergenen (bijvoorbeeld voor de huisstofmijt) er in zitten, kortom tot op zekere hoogte kan deze methode ook iets zeggen over hygiëne. Maar daarvoor zijn gespecialiseerde laboratoria nodig. Normstellingen zijn er niet voor de LWW methode.

### Let op

Varianten zijn er in overvloed, zoals het 'Camraso-device' dat veel lijkt op de LWW-sampler maar veel minder in gebruik is. Ook worden handmatig allerlei doekjes gebruikt, waaronder droog katoen volgens IEC 312 en de HUB-methode. De Franse spoorwegen SNCF hanteren de Bacharach-methode <sup>[15]</sup>. Een wit doekje wordt over een oppervlak gehaald en vergeleken met een grijschaal. Dat is een papier waarop tien rondjes staan met oplopende grijsheid, volgens de ASTM D 2156-3T norm. Midden in ieder rondje zit een kleiner gat van ongeveer 5 mm doorsnee. Daaronder houdt men het doekje. Zo is eenvoudig te zien hoe grijs het doekje is, en dat kan met een van te voren afgesproken afkeurcriterium. Ook textiele oppervlakken zijn te bemeten door een doekje over de aangepaste opening van een kruimeldief te plaatsen en een oppervlak af te zuigen. Bij de SNCF worden deze methoden gebruikt volgens een steekproef die lijkt op de aanpak van VSR-KMS (zie hoofdstuk 2.1). Met een PDA (personal digital assistant, ofwel handheld computer) worden de resultaten geregistreerd. Deze interessante methode kent als belangrijkste nadeel dat druk en snelheid bij monsternamen niet beheerst zijn.

Naast witte doekjes worden ook babydoekjes, gaasjes, katoenen 'swabs' en kunststof rollers wel gebruikt, waarna vaak met chemische analysemethoden naar bijvoorbeeld lood, pesticiden of eiwitten wordt gezocht. Deze methoden zijn niet geschikt om de totale hoeveelheid stof te bepalen. Op witte materialen is soms een schatting te geven door de kleur van de vervuiling te vergelijken met een grijschaal. Blijft het probleem dat in veel methoden de druk, het testoppervlak en veegsnelheid onvoldoende beheerst zijn.

### Waarvoor

Deze drie geselecteerde methoden werken het best op gesloten, harde en vlakke oppervlakken, al worden de BM-dustdetector en de LWW-sampler wel op tapijt gebruikt. Die oppervlakken moeten groot genoeg zijn, liefst horizontaal en in ieder geval droog. Toepassingen zijn kwaliteitsbeheersing (BM dustdetector en Bassoumeter), onderzoek naar de effectiviteit van schoonmaak (BM dustdetector en LWW sampler) en het schatten van persoonlijke blootstelling aan gifstoffen (LWW sampler).

### Voor- en nadelen

Belangrijkste nadeel van alle methoden is dat niet bekend is hoeveel van het aanwezige stof werkelijk is overgedragen. Wie met de BM dustdetector en de Bassoumeter op de

zelfde plek nogmaals meet zal zien dat er dan nog steeds stof wordt gevonden. Bij de eerste meting is een onbekend percentage blijven liggen. Van de LWW-sampler is bekend dat die minder lood oppikt dan een veegmethode met babydoekjes. Die veegmethode is helaas niet geschikt is om de totale hoeveelheid stof te wegen. Het percentage dat wordt opgepikt hangt af van vele factoren, waaronder de eigenschappen van het stof en de ondergrond. De reproduceerbaarheid is zelden beter dan 25%.

Bij zeer stoffige oppervlakken (vensterbanken, bovenop kasten en in luchtkanalen) falen deze methoden omdat ze dan maar een zeer klein deel oppikken. Ze zijn alleen geschikt voor grotere stofdeeltjes, omdat kleinere niet worden opgepikt en nauwelijks bijdragen aan de toename van het gewicht of de verkleuring. De methoden kunnen ook delen van de ondergrond (plafondplaten, losse delen van verflagen) meenemen, wat de meting verstoort.

Belangrijkste voordeel van de methoden is dat ze een getalsmatig oordeel geven dat onafhankelijk moet zijn van de persoon die de meting doet. Daarvoor moet wel streng worden vastgehouden aan de instructies. Alle methoden zijn zeer geschikt voor het vergelijken van hetzelfde type gebouwen en oppervlakken en voor het onderzoeken van de invloed van schoonmaakmaatregelen.

### Tips and tricks

- Stel een precieze werkwijze op voor de metingen. Leg daarin tenminste vast het aantal en de locatie van de metingen, de tijd van de dag of het moment waarop gemeten wordt (bijvoorbeeld vlak voor en na schoonmaak); de snelheid waarmee de meting wordt uitgevoerd en de manier waarop monsters en resultaten worden opgeslagen.
- Let op: de methoden pikken stof op en maken dus schoon. Het effect van een schoonmaakactie is alleen te meten door op verschillende plekken te meten voor en na die actie.
- Laat de opzet van de metingen en de interpretatie over aan iemand die goed op de hoogte is van statistische principes.



## Fact sheet Bemonstering

Uitvoeringsvorm	BM dustdetector geltape/roller	Bassometer folie/rubber plaat	LWW-sampler nat filter/massablok
<b>Wat wordt gemeten</b>	Een maat voor de stoffigheid van oppervlakken	Een maat voor de stoffigheid van oppervlakken	Massa stof per vierkante meter
<b>Kwantificering</b>	Ja	Ja	Ja
<b>Normering</b>	Ja	Ja	Nee
<b>Meetbereik</b>	0,1 tot 10 %	1-21 strepen	0,05-13 g/m <sup>2</sup> *
<b>Reproduceerbaarheid</b>	tot 25%	onbekend	6 - 25%
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	minuut minuut per meetplek enkele minuten voor berekenen gemiddelde	minuut minuut per meetplek minuut	enkele minuten minuut per meetplek dagen (want filter moet drogen)
<b>Kosten</b> - apparaatuur - verbruik	ca. € 4.500,- ca. € 1 /stuk	ca. € 1.000,- ca. € 0,5 per drie folies	'low cost'; balans kan duur zijn. geen info
<b>Automatiseerbaar</b> - meting - registratie - uitwerking	Nee In principe wel Ja	Nee Nee Ja	Nee Nee Ja
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit**	Ja Ja Ja, lastig op tapijt en stoffen oppervlakken geen opleiding nodig	Ja Ja Niet voor ruwe oppervlakken, tapijt geen opleiding nodig	Ja, maar de balans liever niet. Ja, voor materialen die water verdragen Ja, lastig op tapijt en stoffen oppervlakken met balans kunnen werken
<b>Bonus</b>			Ook bruikbaar voor het bepalen van bv. gifstoffen, allergenen
<b>Bronnen</b> - apparaatuur - informatie	www.byggeteknik.com <sup>[12]</sup>	www.ctip.fr	geen gevonden <sup>[3]</sup>

\* maar hangt af van de balans die wordt gebruikt

\*\* Opleiding en ervaring die nodig is voor uitwerking en interpretatie

## 2.3 Bemonstering door zuigen (en blazen)

Resultaat	Kwaliteit, semi-kwantitatieve beoordeling van stoffigheid
Soort vuil	Grote stofdeeltjes, vezels
Oppervlak	Alle oppervlakken

Traditioneel worden stofzuigmethoden toegepast om een indruk te krijgen van de hoeveelheid en de samenstelling van stof op (textiele) oppervlakken. Meestal wordt het opgezogen stof afgevangen met cyclonen of een filter en gewogen. Aan het uitgefilterde stof kan men allerlei analyses uitvoeren om de samenstelling vast te stellen.

### Wat

Het grootste voordeel van de stofzuigmethoden is dat ze ook van tapijt en willekeurig gevormde oppervlakken stof kunnen verwijderen. Het belangrijkste nadeel is dat niet al het stof wordt opgezogen. Het percentage stof dat opgenomen wordt, kan variëren van minder dan tien tot bijna honderd procent. Dat hangt niet alleen af van het soort stof en de ondergrond, maar ook van bijvoorbeeld de luchtvochtigheid en de ouderdom en hoeveelheid stof. Kleine stofdeeltjes worden niet of nauwelijks opgezogen.

Er is bij ons weten één apparaat op de markt dat wel kleinere stofdeeltjes oppikt, de QIII Surface Particle Detector (kortweg QIII). Die blaast lucht over het oppervlak en zuigt die meteen weer op. Deze detector is uitgerust met een deeltjesteller die in de opgezogen lucht meet hoeveel deeltjes er langs komen. Maar ook de QIII is semi-kwantitief, niet alles wordt opgeblazen/opgevangen.

### Let op

Haal een stofzuigermond over een afgemeten oppervlak, weeg het stof dat in de zak of op een filter terecht komt en je krijgt een indruk hoeveel stof er per vierkante centimeter lag. Precies is het niet, want er wordt maar een deel van het stof opgezogen, afhankelijk van het soort en de grootte van de stofdeeltjes, de ondergrond en slijtage daarvan, het soort stofzuiger, de snelheid en manier van stofzuigen, de luchtvochtigheid en vele andere factoren.

Om zinvolle metingen te doen, moeten de volgende zaken in orde zijn. De filters moeten geschikt zijn voor de opgewekte luchtstroom, er mag geen lucht lekken. Ze moeten voor iedere weging op evenwicht komen bij een bepaalde luchtvochtigheid, dat duurt minstens 24 uur. De filters moeten zo worden behandeld dat ze geen gewicht verliezen door beschadiging of zwaarder worden door bijvoorbeeld vingertasten. En de balans moet gevoelig genoeg zijn. Verder moet er een gestandaardiseerde stofzuigermond gebruikt worden in alle metingen, die in een standaardtijd op een standaard manier over een vastgelegd oppervlak wordt bewogen met een standaard snelheid. De luchtvochtigheid tijdens de monsterneming wordt bij voorkeur beheerst. Als dat niet kan, dan moet de luchtvochtigheid tenminste worden gemeten en gerapporteerd.



De QIII+® Surface Particle Detector

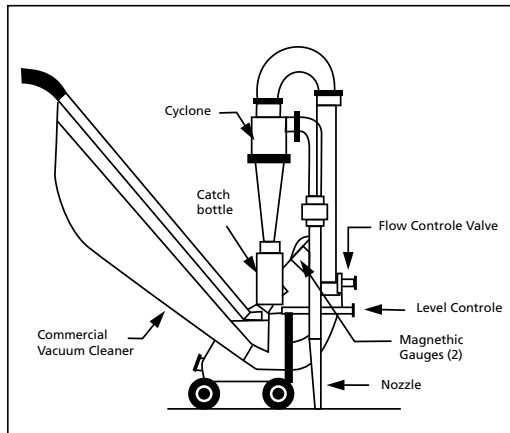
### Hoe

Er zijn minstens zeven stofzuigsystemen op de markt die bedoeld zijn om monsters te nemen en te bepalen hoeveel lood, pesticiden, allergenen of andere kwalijke stoffen er in het stof zitten. De meest genoemde is de HVS3 (*High Volume Suction*). Die is gebaseerd op een Amerikaanse staande stofzuiger, met kleine mond. Bijzonder is dat de drukval en de stroomsnelheid van de lucht gereguleerd zijn. Deeltjes worden afgevangen in een serie cyclonen en eventueel een eindfilter.

De HVS3 is dus een soort gestandaardiseerde stofzuiger. Uit verschillende vergelijkingen blijkt dat hij de hoogste efficiëntie haalt en het meest reproduceerbaar meet. Maar de stofzuiger is duur, niet in Nederland verkrijgbaar, en relatief omslachtig om mee te werken omdat de cycloon steeds moet worden schoongemaakt en aangesloten.

Als alternatief kan een deugdelijke professionele stofzuiger worden gebruikt met een plintenzuiger als mondstuk. Gebruik iedere keer een nieuwe stofzak en weeg die direct voor en na stofzuigen. Wordt er langer gewacht dan kan de massa variëren door verandering van de luchtvochtigheid.

De QIII+® Surface Particle Detector, origineel een product van Dryden, wordt tegenwoordig door Pentagon-technologies op de markt gebracht. Voor zover ons bekend hebben zij op dit moment geen Nederlandse vertegenwoordiging. De QIII is eenvoudig in gebruik en levert direct resultaat, maar is waarschijnlijk niet zo goed bruikbaar voor erg stoffige (textiele) oppervlakken. De meest bekende toepassingen liggen in de cleanroom.



Schema van de HVS-3 [875]

Tot slot: een andere methode om monsters te nemen staat vermeld in de ASTM-standaard F 24-65 (Measuring and counting particulate contamination on surfaces). Deeltjes groter dan 5 micrometer worden met een vloeistof van een oppervlak gespoeld en opgevangen op een filter. Dat filter wordt onder een microscoop beoordeeld, waarbij de deeltjes worden ingedeeld in de klassen 5-25 micrometer, 25-100 micrometer, groter dan 200 micrometer en vezels. De methode wordt dezer dagen weinig meer toegepast.

### Waarvoor

De zuig- en blaasmethoden werken redelijk tot goed op alle oppervlakken, inclusief tapijt, meubilair en zelfs matrassen. Die oppervlakken moeten groot genoeg zijn, minstens 10x10 centimeter, liefst horizontaal en in ieder geval droog. Toepassingen zijn kwaliteitsbeheersing en onderzoek naar de effectiviteit van schoonmaak. Belangrijke restrictie is dat de resultaten niet absoluut worden gebruikt, maar alleen voor onderlinge vergelijking. Waar lag meer stof, wanneer lag er meer stof, welke methode heeft het meeste (met deze methode op te sporen) stof verwijderd? Zulke vragen zijn met zuig (en blaas)methoden te beantwoorden.

Een andere toepassing is het opsporen van vervuilingen zoals endotoxinen, allergenen, zware metalen, pesticiden, weekmakers en andere stoffen die schadelijk kunnen zijn. Dan wordt het filter door een gespecialiseerd laboratorium verder behandeld. Het stof wordt van het filter gespoeld en met een geschikte methode geanalyseerd op de gezochte gifstof. Het voert te ver om in dit kader dergelijke methoden nader uit te diepen.

### Voor- en nadelen

Belangrijkste nadeel van alle methoden is dat niet bekend is hoeveel van het aanwezige stof werkelijk is overgedragen. Het percentage dat wordt opgepikt hangt af van vele

factoren. De reproduceerbaarheid is matig.

Anders dan hechtende methoden (hoofdstuk 2.2) zijn zuigmethoden wel geschikt voor zeer stoffige oppervlakken (vensterbanken, bovenop kasten en in luchtkanalen), op voorwaarde dat het stofzuigtempo laag genoeg is.

De zuigmethoden meten alleen grotere stofdeeltjes. Kleinere worden niet opgepikt en dragen nauwelijks bij aan het gewicht. De QIII is juist geschikt voor kleinere deeltjes, die individueel worden geteld als ze in de lucht gebracht zijn.

De metingen kunnen een getalsmatig oordeel geven dat redelijk onafhankelijk is van de persoon die de meting doet als strikt wordt vastgehouden aan de gestandaardiseerde meetmethode.

## Tips and tricks

- Stel een meetplan op voor de metingen. Leg daarin tenminste vast het aantal en de locatie van de metingen, de tijd van de dag of het moment waarop gemeten wordt (bijvoorbeeld vlak voor en na schoonmaak); de snelheid waarmee de meting wordt uitgevoerd en de manier waarop monsters en resultaten worden opgeslagen.
- Meet de luchtvochtigheid.
- Let op: de methoden pikken stof op en maken dus schoon. Het effect van een schoonmaakactie is alleen te meten door op verschillende plekken te meten voor en na die actie.
- Laat de opzet van de metingen en de interpretatie over aan iemand die goed op de hoogte is van statistische principes.

## Fact sheet Bemonstering door zuigen en blazen

Uitvoeringsvorm	HVS3	Professionele stofzuiger	QIII Surface Particle Detector
<b>Wat wordt gemeten</b>	Gewicht aan stof per vierkante meter	Gewicht aan stof per vierkante meter	Aantal deeltjes per vierkante centimeter
<b>Kwantificering</b>	semi*	semi*	semi*
<b>Normering</b>	ASTM D-5438-94	nee	nee
<b>Meetbereik</b>	ongeveer 0,1-100 g/m <sup>2</sup>	ongeveer 0,1-100 g/m <sup>2</sup>	onbekend
<b>Reproduceerbaarheid</b>	onbekend	onbekend	onbekend
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	enkele minuten minuten per meetplek na enkele dagen	enkele minuten minuten per meetplek na enkele dagen	enkele minuten minuut per meetplek direct
<b>Kosten</b> -apparatuur -verbruik	duizenden euro's** enkele euro's	honderden euro's** enkele euro's	onbekend geen
<b>Automatiseerbaar</b> - meting - registratie - uitwerking	nee ja (bij sommige balansen) nee	nee ja (bij sommige balansen) nee	nee ja ja
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	ja ja ja enigszins	ja ja ja gering	ja ja ja gering
<b>Bonus</b>	Zeer bruikbaar voor het vinden van gifstoffen, allergenen e.d.	Zeer bruikbaar voor het vinden van gifstoffen, allergenen e.d.	Ook bruikbaar voor het vinden van gifstoffen, allergenen e.d.
<b>Bronnen</b> - apparatuur - informatie	www.pollutiononline.com [16], [12]	alle stofzuigerleveranciers [16]	www.pentagon-technologies.com [1]

\* Zelden of nooit wordt al het stof opgezogen, daarom semi-kwantitatief. Goed bruikbaar voor onderlinge vergelijking bij constante luchtvochtigheid

\*\* Op voorwaarde dat een voldoende gevoelige balans beschikbaar is. Als een vierkante meter tapijt wordt bemonsterd, voldoet een eenvoudige keukenbalans van enkele tientjes. Op harde vloeren kan een gevoeliger, duurdere balans nodig zijn.

## 2.4 Micro-organismen opsporen

Resultaat	Hygiëne, kwantitatieve beoordeling van biologische vervuiling
Soort vuil	Levend biologisch materiaal (schimmels, bacteriën)
Oppervlak	Alle oppervlakken

Micro-organismen zijn, zoals de naam al zegt, microscopisch klein. De bekendste zijn bacteriën, schimmels en virussen. Hoe klein ze ook zijn, door hun snelle vermenigvuldiging zijn er al gauw heel veel van en dan kunnen ze een gevaar vormen doordat ze ziektes verwekken of gifstoffen verspreiden. Schimmels kunnen ook hout en papier aantasten.

Enkele kwalijke micro-organismen, gesorteerd op het effect van blootstelling. Vetgedrukt de soorten die (onder andere) via oppervlakken overdraagbaar zijn, cursief soorten die via de lucht mensen kunnen besmetten.

	Voedselvergiftiging, darmklachten	Longaandoeningen	Huidaandoeningen	Overige ziektebeelden
<b>Bacteriën</b>	Salmonella, Campylobacter, Shigella en Listeria (koelkast), VRE	<i>TBC-bacterie</i> <i>Legionella</i>	MRSA en andere Stafilocokken, Pseudomonas, Streptokokken	Gram-negatieve bacteriën (maken endotoxine)
<b>Schimmels</b>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus niger</i>		
<b>Virussen</b>	<i>Norovirus</i> , Rotavirus	<i>Adenovirussen</i> , SARS	herpesoorten	HIV, hepatitis
<b>Overig</b>	<i>Giardia lamblia</i>			Prionen

Hoewel de mens niet zou kunnen bestaan zonder zijn darmflora – de bacteriën in dunne en dikke darm – en veel te danken heeft aan schimmels en gisten – van smakelijke kazen tot antibiotica – is het voor onze gezondheid vaak belangrijk te weten waar en hoe veel bacteriën er in onze omgeving zijn. Dit geldt dan vooral voor plaatsen waar de kans op overdracht naar de mens het grootst is, bijvoorbeeld snijplanken, kranen, deurklinken, lichtschakelaars en toetsenborden. Of in ruimtes waar zeer kwetsbare mensen verblijven, zoals zorginstellingen, kinderdagverblijven en lagere scholen. In ziekenhuizen en in de voedselverwerkende industrie is het ook van belang te weten welke organismen er precies huizen. Er is dan identificatie nodig van de micro-organismen.

De dienstverlener in de schoonmaak kan eenvoudig zelf een indruk krijgen van de microbiologische hygiëne met dipslides en met RODAC-platen. Die worden op een oppervlak gedrukt, minstens 24 uur bebroed en dan worden de inmiddels zichtbare kolonies

geteld. Zo is het aantal kolonievormende eenheden per vierkante centimeter te bepalen. Met een geschikte voedingsbodem op de dipslide of plaat is het zelfs mogelijk op zoek te gaan naar bepaalde soorten organismen.

Precieze identificatie kan alleen in gespecialiseerde (en geaccrediteerde) laboratoria worden gedaan. Die kunnen ook virussen opsporen. In overleg met specialisten wordt vaak een andere manier van monsternamen gebruikt, de swab, een doekje of de tape. Neem voor details contact op met een microbiologisch laboratorium. Swabs nemen in het algemeen minder efficiënt bacteriën en schimmels op dan RODAC-plaatjes, doekjes lijken het nog het best te doen. De swabtechniek wordt in detail besproken in hoofdstuk ATP-meting.<sup>[6]</sup>

### Wat

Dipslides en Rodac-platen zijn bij meerdere leveranciers te bestellen met groeimediums voor bacteriën of voor schimmels. Er zijn ook mediums die geschikt zijn om één specifieke soort op te sporen. Vaak worden mediums voor alle zuurstofgebruikende bacteriën en voor alle schimmels gebruikt om de algehele staat van hygiëne te herkennen. Groeimedia voor Enterobacteriën geven een indruk van de directe hygiëne. Die bacteriën komen in ontlasting voor en hoewel ze zelf onschuldig zijn, markeren ze de mogelijke aanwezigheid van schadelijkere soorten.

RODAC-platen zijn ronde schaaltes, meestal van 5,5 cm doorsnee (2 inch), met één medium. De platen zijn wat bolvormig en kunnen daardoor makkelijk op oppervlakken worden gedrukt.

### Hoe

Dipslides hebben twee zijden, waarop twee verschillende mediums kunnen zitten. Gebruik van beide kanten van de dipslides geeft daarmee een beter beeld van de totale hygiëne.

Voor gebruik moeten de RODAC-plaatjes worden opgeslagen zoals voorgeschreven door de leverancier, in ieder geval bij een temperatuur tussen 0°C en 20°C. Gebruik alleen intacte en ongebruikte plaatjes en dipslides binnen de houdbaarheids termijn. Codeer elk individueel plaatje met het nummer dat correspondeert met de bemonsteringsplaats, zoals aangegeven in een van de voren opgesteld bemonsteringsschema. Bemonster één plaatje of dipslide niet (negatieve referentie) en één op een droog oppervlak in de buitenlucht (positieve referentie).

Neem de monsters door het plaatje met de voedingsbodem één keer met telkens gelijke druk 15 seconden lang op het te onderzoeken oppervlak te drukken. Neem alleen monsters op droge oppervlakken, raak de voedingsbodem niet aan en maak geen draaiende beweging tijdens de monsternamen. Plaats daarna het dekseltje terug of draai de dipslide in zijn buisje. Draai RODAC-plaatjes om en plaats het met de voedingsbodem aan de bovenzijde in een beschermend omhulsel.





Een stapel Rodac-platen

Dipslides in een kleine broedstoof

Verpak en vervoer de plaatjes of slides zo, dat zij niet herbesmet kunnen worden. Bewaar ze bij een temperatuur tussen 0°C en 20°C en plaats ze binnen 12 uur in een broedstoof. Bebroed ze volgens voorschrift van de leverancier, waarbij vooral de tijd en temperatuur van belang zijn. Tel daarna meteen het aantal kolonies of bewaar ze eventueel maximaal 24 uur in een koelkast bij 0-8°C. Negeer bij de uitwerking plaatjes die overwoekerd zijn door een schimmel.

Er zijn verschillende leveranciers voor dipslides, RODAC-platen, swabs, doekjes en voor de (bijbehorende) broedstoven. Tegenwoordig hoeven die systemen niet duur meer te zijn. We hebben geen aanwijzingen dat bepaalde systemen beter zijn dan andere.

### Tot hoe ver

De Voedsel en Waren Autoriteit hanteert voor metingen met dipslides van 10 cm<sup>2</sup> de volgende indeling (zie onderstaande tabel). Voor slides of RODAC-plaatjes met een ander oppervlak moeten de aantallen kolonies per plaatje worden omgerekend naar 10 cm<sup>2</sup>. Bij een plaatje van 3 cm<sup>2</sup> moet het aantal vermenigvuldigd worden met 10/3 = 3,33. Vermenigvuldig het aantal kolonievormende eenheden (KVE) dat geteld is op een RODAC-plaatje van 5,5 cm doorsnee met 0,42.

*Globale indeling naar microbiologische kwaliteit volgens de Voedsel en Waren Autoriteit*

Bacteriekolonies (KVE/ 10 cm <sup>2</sup> )	Score	Oordeel
0 - 3	1	Zeer goed
4 - 9	2	Goed
10-29	3	Voldoende
30-60	4	Matig
> 60	5	Slecht

Als normwaarde voor gereinigde oppervlakken in de voedingsmiddelenindustrie geldt 2,5 KVE bacteriën/cm<sup>2</sup> (gemiddeld over een aantal monsters), wat overeenstemt met een score 3, ofwel de klasse 'voldoende'.

*Ervaringscijfers van het Nationaal Archief over schimmels op archiefmateriaal (RODAC plaat met voedingsmedium DG 18)*

Aantal kolonies op plaat	beoordeling
0 - 15	Goed
15 - 50	Matig
50 - 150	Slecht

### Schimmels determineren

Als er duidelijk sprake is van schimmelgroei, kan het belangrijk zijn te laten determineren welke schimmel het is en hoeveel kwaad die kan voor de mens of voor papier, houtwerk en andere waardevolle objecten. Het eenvoudigst is dan een monster te nemen met behulp van plakband.

Houd daarvoor het plakband aan de uiteinden vast en leg het met de lijmzijde op de schimmelplek. Druk het plakband zachtjes aan met de achterkant van pen of potlood, zonder vingerafdrukken te maken. Trek het plakband voorzichtig van het oppervlak los en controleer of er een afdruk van de schimmel op de lijm zit. Plak het plakband met de lijm naar beneden op een objectglasje of glasplaatje, verpak het en stuur het naar het Centraalbureau voor Schimmelcultures in Baarn. Daar kan men, tegen betaling, vaststellen of het inderdaad schimmel is, of het één bepaalde soort is of een gemengde populatie en soms ook welke soort het is. Determinatie moet zo snel mogelijk na monstername gebeuren, neem geen monsters op vrijdagen of voor vrije dagen. Zie voor details 'Pluis in Huis'.

### Waarvoor

Microbiologische metingen kunnen van toepassing zijn op plaatsen en in ruimtes waar microbiologische hygiëne van belang is. Denk aan ziekenhuizen (waar overigens de ziekenhuishygiënist verantwoordelijk is), overige zorginstellingen, kinderdagverblijven, zwembaden, voedingsmiddelenindustrie, cateraars, grootkeukens, openbare toiletten en (basis)scholen. Daarnaast kunnen schimmelbepalingen in archieven, musea, bibliotheken en houtbouw van belang zijn.

Diplides en RODAC-platen zijn vooral geschikt voor harde oppervlakken die minstens 10x10 centimeter groot zijn, liefst horizontaal en in ieder geval droog. Tapijten en tex-

tiele materialen zijn vaak zo vuil dat de monsters overgroeien en individuele kolonies niet meer te tellen zijn. Neem geen monsters op papier, kunstwerken of andere niet-reinigbare objecten. Er zullen resten groeimedium achterblijven die de groei van schadelijk organismen juist bevorderen. Neem dan liever een monster van het oppervlak waar het papier of object op ligt of staat. Voor kleine, moeilijk bereikbare of zeer ruwe oppervlakken zijn swabs en doekjes beter dan dipslides en RODAC-platen.

Bij microbiologische metingen die vertrouwen op uitgroei van micro-organismen tijdens het broeden moet men lang op de uitslag wachten, minimaal 24 uur. Identificatie duurt vaak nog veel langer. Voor procesbeheer (in ziekenhuis of voedingsmiddelenindustrie) of productcontrole van schoonmaak (in toiletten of scholen) zijn de methoden dus niet geschikt, althans het maakt het niet mogelijk in te grijpen. Het nut zit vooral in het vastleggen van de algehele hygiëne, het opsporen van vervuillingsbronnen en kritische punten, het onderzoeken en demonstreren van de effectiviteit van schoonmaakmethoden en -systemen. Microbiologische metingen dé referentie als de inzetbaarheid van ATP- of eiwitmetingen wordt onderzocht.

#### Voor- en nadelen

Voordelen van microbiologische metingen zijn dat potentiële ziekmakers direct gemeten en zichtbaar gemaakt worden. Een afdruk van een vinger, hand, pen of WC-bril met uitgegroeide bacteriën laat onmiddellijk zien dat de wereld om ons heen alles behalve steriel is, zoals sommigen wel geloven.

Nadeel is dat het lang duurt voordat de resultaten beschikbaar zijn en dat die resultaten lastig te interpreteren zijn. Een hoge score voor alle bacteriën hoeft geen gevaar te betekenen omdat het overgrote deel van de micro-organismen geen kwaad kan, terwijl een lage score die voor honderd procent uit een ziekteverwekkende bacterie of schimmel bestaat wel kwaad kan. Maar: als er geen bacteriën zijn, dan zijn er ook geen ziekteverwekkende bacteriën.

Hou wel in het achterhoofd dat virussen en prionen ook ziektes kunnen verwekken maar nooit op deze manier worden gevonden.

De reproduceerbaarheid van de verschillende methoden is onbekend en hangt waarschijnlijk sterk af van de omstandigheden. Voer metingen altijd minstens in drievoud uit. Bij dipslides en RODAC-platen heeft een verschil van 1 punt in de score meestal wel betekenis. Bij swabs en doeken kunnen veel grotere aantallen gemeten worden en geeft men de aantallen vaak aan in ordes, bijvoorbeeld  $100 = 10^2$  (tien tot de tweede orde) en  $10.000 = 10^4$  (tot de vierde orde). Verschillen binnen een orde, dus binnen een factor tien, zijn zelden betekenisvol.

## Tips and tricks

- Stel een precies meetplan op voorafgaand aan de metingen. Leg daarin tenminste vast het aantal en de locatie van de metingen, en de tijd van de dag of het moment van de meting.
- Laat de metingen liefst door één of een beperkt aantal mensen uitvoeren. Onderzoek of zij vergelijkbare resultaten scoren.
- Bewaar de Rodac-plaatjes volgens voorschrift, met de voedingsbodem aan de bovenzijde. Vermijd tocht en temperatuurschommelingen.
- Doe geen hygiëneonderzoek binnen twee uur na desinfectie of schoonmaken.
- Neem voldoende monsters, door overwoekering en breuk kunnen er monsters uitvallen.
- Rodac-plaatjes laten een beetje voedingsbodem achter en zijn dus niet geschikt voor papier of kwetsbare oppervlakken.
- Maak oppervlakken schoon na monsternamen.
- Let op: de methoden pikken vuil op en maken dus schoon. Het effect van een schoonmaakactie is alleen te meten door op verschillende plekken te meten voor en na die actie.
- Laat de opzet van de metingen en de interpretatie over aan iemand die goed op de hoogte is van statistische principes.

## Fact sheet Microbiologische metingen

Uitvoeringsvorm	RODAC-platen	Dipslides	Swabs	Doekjes
<b>Wat wordt gemeten</b>	Aantal bacteriën of schimmels (alle soorten of specifiek, afhankelijk van voedingsmedium) per oppervlakte-eenheid			
<b>Kwantificering</b>	Ja	Ja	Semi*	Ja
<b>Normering**</b>	Nee, wel richtlijnen	Nee, wel richtlijnen	Nee	Nee
<b>Meetbereik</b>	0 - >100 KVE/10 cm <sup>2</sup>	0 - >100 KVE/10 cm <sup>2</sup>	zeer groot	zeer groot
<b>Reproduceerbaarheid</b>	Matig	Matig	Matig	Matig
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd/plek - resultaat	minuut minuut 1-3 dagen	minuut 2 minuten 1-3 dagen	minuten minuten 3-5 dagen	minuut minuut 3-5 dagen
<b>Kosten</b> - apparatuur - verbruik	€ 200,- à 5.000,- (broedstoof) ~ € 0,5/plaat	€ 200,- à 5.000,- (broedstoof) ~ € 0,5/dipslide	uitbesteden, vraag prijs op < € 0,5/swab	uitbesteden, vraag prijs op ~ € 0,5/doekje
<b>Automatiseerbaar</b> - meting - registratie - uitwerking	Nee Nee Ja	Nee Nee Ja	Nee Nee Ja	Nee Nee Ja
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Ja Ja Papier niet, textiel lastig Monstername eenvoudig Interpretatie vereist ervaring	Ja Ja Papier niet, textiel lastig	Ja Ja Harde oppervlakken Monstername eenvoudig. Test en interpretatie door deskundige	Ja Ja Harde oppervlakken
<b>Bonus</b>			Identificatie mogelijk	
<b>Bronnen</b> - apparatuur en verbruiksgoederen - informatie	diverse leveranciers	diverse leveranciers	diverse leveranciers	diverse leveranciers

\* Zelden of nooit wordt al het vuil opgenomen, daarom semikwantitatief. Goed bruikbaar voor onderlinge vergelijking bij metingen door één persoon.

\*\* Er zijn wel normen en richtlijnen in bv de pluimveesector voor Salmonella.

## 2.5 ATP-meting

Resultaat	Hygiëne, semi-kwantitatieve beoordeling van aanwezigheid biomateriaal
Soort vuil	Levend biologisch materiaal (schimmels, bacteriën, huidschilfers, plantenresten)
Oppervlak	Harde oppervlakken

Een snelle en eenvoudige methode om een indruk te krijgen van hygiëne en van reinigingsresultaten is de ATP-methode. ATP is een stofje dat alleen voorkomt in levende cellen. Door bepaalde enzymen toe te voegen, gaat het oplichten. Hoe meer ATP, des te meer licht.

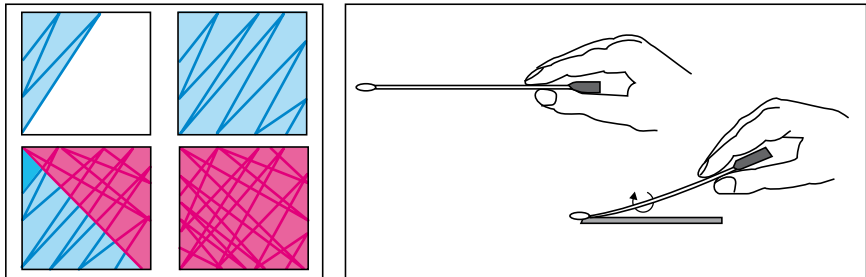
Maar de ATP-meting is relatief ongevoelig voor bacteriën en is eenvoudig te verstoren door bijvoorbeeld etensresten, terwijl bacteriesporen en virussen niet worden gezien. Dat maakt de methode ongeschikt voor normstelling of gedetailleerde analyse. Toch is het een goede aanvulling op de veel tragere en duurdere microbiologische methoden (hoofdstuk 2.4) en kan goed worden gebruikt voor een eerste screening of om ernstige fouten te ontdekken.

### Wat

ATP is de afkorting voor Adenosin-Tri-Fosfaat (in het Engels: phosphate, vandaar de P). Dat is het stofje waar levende cellen hun energie in opslaan. Door het vrij te maken uit een monster en te laten reageren met een enzymcomplex, luciferine/luciferase, ontstaat licht. Dat wordt gemeten met een lichtmeter en uitgedrukt in RLU, *Relative Light Units*, relatieve lichteenheden. Hoe meer ATP, des te meer licht.

### Hoe

Hoewel er verschillende uitvoeringsvormen zijn, is het principe van de meting altijd gelijk. Eerst moet een vochtig wattenstaafje, swab, over een oppervlak van 10 bij 10 cm worden gehaald. Het oppervlak moet kruislings worden bemonsterd met een lichte druk, terwijl de swab gedraaid wordt.



Monsternamen door swabben. Het oppervlak moet twee maal geswabt worden, en wel kruislings (links, boven-aanzicht). Tijdens het swabben met lichte druk, moet het staafje tussen de vingers gedraaid worden (rechts).

Dan wordt de swab in een oplossing met reagentia geplaatst, meestal in de vorm van een pen. Die wordt handmatig geschud of geroerd om de ATP uit de swab te krijgen en te laten reageren met het enzym. Daarna wordt het in een lichtmeter gestoken die al snel het aantal RLU's vaststelt. Moderne lichtmeters kunnen de gegevens opslaan en doorsturen naar een computer. Overigens vormen de RLU's geen absolute maat, verschillende meters geven bij dezelfde concentratie verschillende resultaten.

### Let op

De ATP-meting is dus snel en eenvoudig uit te voeren, maar wel gevoelig voor de precieze manier van swabben. De reproduceerbaarheid bij metingen die door één persoon zijn uitgevoerd ligt rond de tien procent. Het is dus verstandig om metingen enkele malen te herhalen en gemiddelden te vergelijken. Gekleurd vuil en vervuiling van de lichtmeter verstoren de meting.

Vaak wordt gezien dat direct na (nat) schoonmaken er meer ATP lijkt te liggen dan voor schoonmaken. In de loop van de tijd daalt dat dan weer. Hoewel meerdere verklaringen de ronde doen, ligt het meest voor de hand dat door schoonmaken clusters van micro-organismen uit elkaar geslagen zijn en individuele cellen beschadigd raken. Het ATP is dan veel beter beschikbaar en er lijkt dus meer van te zijn. Een deel van de uiteengeslagen of kapotte cellen gaat dood en het ATP is na twee uur verdwenen. Dat verklaart dan de afname. Het is dus niet verstandig direct na schoonmaken te meten, en zeker niet direct na desinfectie.

Quaternaire ammoniumverbindingen (quads) en chloor beïnvloeden de meting negatief, er worden te lage RLU waarden gemeten.

De resultaten van een ATP hebben geen verband met microbiologische metingen. Dat komt voor een deel door de boven omschreven problemen, maar ook doordat schimmels 100 keer zo veel ATP bevatten als bacteriën, en doordat allerlei andere organische rommel, van bladgroente tot stofmijt, ook bijdraagt aan de ATP-concentratie. Anderzijds ziet de methode levensvatbare schimmelsporen niet, omdat die geen ATP bevatten.

### Apparaten

Er zijn verschillende systemen op de markt. Uit vergelijkingen door de KU Leuven blijkt dat ze even goed presteren als het gaat om gevoeligheid, lineariteit en reproduceerbaarheid. Wel zijn er forse prijsverschillen in de apparatuur. De pennen van de onderzochte fabricaten zijn allemaal even duur. Er zijn verschillen in bediening. Bij één van de fabricaten kon de pen bij heftig schudden gaan lekken, een andere methode was erg omslachtig. Uit deze vergelijking volgde dat het goedkoopste apparaat was uitgerust met de handigste pennen. Dit apparaat is ook het enige waarbij een (eigen) grenswaarde is in te stellen. Het is niet zeker of alle op de Nederlandse markt te verkrijgen instrumenten zijn vergeleken.

Hy-Lite 2® en 'pennen  
vwr (merck), Darmstadt, D



Hygiëna® en Ultrasnap®  
Hygiëna Int., Watford, UK



Uni-Lite® en 'Clean Trace®  
Biotrace inc., UK en USAD



### Waarvoor

Belangrijkste toepassingsgebieden voor de ATP-methode zijn de voedingsmiddelen-industrie, catering en de procesindustrie. In het eerste geval is het geen bezwaar dat de methode ook voedselresten meet, want die mogen toch niet aanwezig zijn. Normstelling is lastig, vanwege het grote aantal storende factoren. Een grenswaarde geldt altijd alleen in een bepaalde situatie met een vastgelegde methode en instrumentarium. In ziekenhuizen en zorginstellingen staat men huiverig tegenover toepassing omdat de ATP-methode geen onderscheid kan maken tussen verschillende micro-organismen. Een restje salade of een bloemblaadje zal een vals-positief resultaat geven, terwijl een gevaarlijk cluster norovirussen niet opgemerkt wordt.

Anders ligt dat in de professionele schoonmaak, waar de ATP-methode kan worden gebruikt in aanvulling op bestaande kwaliteitssystemen of om de effectiviteit van schoonmaakproducten, machines, methoden en systemen te onderzoeken. Of om de meest kritische plaatsen terug te vinden. Dat kan als men de hand houdt aan de hieronder gegeven tips en tricks.

De ATP-methode is geschikt voor harde oppervlakken die minstens 10x10 centimeter groot zijn, liefst horizontaal en in ieder geval droog.

### Voor- en nadelen

De ATP-methode is snel, eenvoudig, betrekkelijk goedkoop en eenvoudig te interpreteren. Nadelen zijn de relatieve ongevoeligheid (minstens 100.000 bacteriën voor er een resultaat gevonden wordt), de gevoeligheid voor verstoringen door vuil, etensresten, schoonmaakmiddelen en desinfectantia. Normstelling is onmogelijk, grenswaarden voor specifieke situaties zijn op te stellen.



## Tips and tricks

- Laat de metingen liefst door één of een beperkt aantal mensen uitvoeren. Onderzoek of zij vergelijkbare resultaten scoren.
- Stel een precies meetplan op voor de metingen. Leg daarin tenminste vast het aantal en de locatie van de metingen, de tijd van de dag of het moment waarop gemeten wordt en de manier waarop monsters en resultaten worden opgeslagen.
- Meet niet direct na (natte of klamvochtige) schoonmaak en al helemaal niet direct na desinfectie of sterilisatie. Het reinigingsproces en de chemicaliën beïnvloeden de meting.
- Let op: de methoden pikken stof op en maken dus schoon. Het effect van een schoonmaakactie is alleen te meten door op verschillende plekken te meten voor en na die actie.
- Laat de opzet van de metingen en de interpretatie over aan iemand die goed op de hoogte is van statistische principes.
- Vergelijk nooit RLU-waarden van verschillende methoden of merken.
- Bij een normwaarde hoort een exacte omschrijving van meetmethode en meetinstrumenten.
- Zorg dat het meetcompartiment van de lichtmeter schoon blijft.

### Fact sheet ATP-meting

<b>Uitvoeringsvorm</b>	Swab in pen, in lichtmeter te plaatsen
<b>Wat wordt gemeten</b>	RLU's, een maat voor de hoeveelheid ATP per vierkante centimeter
<b>Kwantificering</b>	semi*
<b>Normering</b>	nee
<b>Meetbereik</b>	hangt af van lichtmeter
<b>Reproduceerbaarheid</b>	ongeveer 10%
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	enkele minuten minuut per meetplek direct
<b>Kosten</b> - apparatuur - verbruik	800 - 5.000 euro enkele euro's per pen
<b>Automatiseerbaar</b> - meting - registratie - uitwerking	Nee Ja Ja
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Ja Ja Ja eenvoudig
<b>Bonus</b>	
<b>Bronnen</b> - apparatuur - informatie	diverse leveranciers <sup>[21]</sup>

\* Zelden of nooit wordt al het vuil opgenomen, daarom semi-kwantitatief. Goed bruikbaar voor onderlinge vergelijking bij metingen door één persoon.

## 2.6 Huisstofmijt gevangen

Resultaat	Hygiëne, semi-kwantitatieve beoordeling van aanwezigheid huisstofmijtallergeen
Soort vuil	Guanine, een gidsstof voor het allergeen van de huisstofmijt
Oppervlak	Alle oppervlakken

Voor veel astmatici en mensen met allergische klachten is de huisstofmijt een kwelgeest, hoewel het spinachtige beestje nog te klein is om met het blote oog te zien. In de uitwerpselen van de mijt zitten allergenen. Blootstelling daaraan leidt bij gevoelige personen tot niezen, jeuk, loopneus, neusverstopping, rode jeukende ogen, benauwdheid, piepende ademhaling. Dat alles kan weer leiden tot slaapproblemen, concentratieproblemen, hoofdpijn en moeheid.

Om de huisstofmijt goed te kunnen bestrijden, is het handig te weten waar er gevaarlijk veel allergeen zit. Daarvoor is zover ons bekend op dit moment één pragmatische test op de markt.

### Wat

Allergeen van de huisstofmijt opsporen kan eenvoudig met de Acarex®-test. Er is ook een complexe testmethode, de ELISA-methode, maar die vereist veel meer kennis en kunde en levert voor praktische doeleinden niet wezenlijk meer informatie<sup>[5]</sup>.

### Hoe

De Acarex® test is te koop bij drogist en via het internet. In de verpakking zit een houder die in de buis van een stofzuiger moet worden geplaatst. Daarna zuigt men langzaam een stuk tapijt, meubilair of matras en haalt de met stof gevulde houder uit de stofzuiger. Een lepeltje van het opgezogen stof gaat in de testholte en wordt gemengd met de inhoud van een zakje met testvloei stof. Na kort roeren wordt een teststrookje uit het bijgeleverde buisje enkele seconden in de testholte gestoken. Als er guanine aanwezig is, zal het strookje verkleurd zijn. Hoe sterker verkleurd, des te meer guanine zit er in het stof – en ook des te meer huisstofmijtallergeen.

In de overzichtelijke handleiding is een kleurkaart opgenomen. Het testresultaat kan aan de hand daarvan worden ingedeeld op een vierpuntsschaal, van 0 (geen allergeen) tot 3 (veel allergeen). Niveau 2 en 3 vragen om maatregelen, er is te veel allergeen aanwezig.



*De Acarex test. Een doosje bevat een buisje met tien strips en sachets met reagentia, een houder voor het verzamelen van monsters en een lepeltje.*

### Let op

Verschillende onderzoeken hebben laten zien dat de resultaten van de Acarex® test weliswaar minder nauwkeurig zijn dan de omslachtige laboratoriummethode, maar in grote lijnen wel dezelfde resultaten geeft. Bij een score van 2 of 3 zit er meer dan 10 microgram allergeen in een gram stof. Boven die grenswaarde hebben gevoelige mensen last<sup>[24]</sup>. Dat is een belangrijke grenswaarde en die is dus goed vast te stellen met de Acarex® test.

De test is niet geschikt om vast te stellen of de grenswaarde voor sensitivering, 2 microgram allergeen per gram stof, wordt overschreden. Langdurige blootstelling aan zulke waarden zou kunnen leiden tot het ontstaan van een stofmijtallergie en draagt dus een klein risico met zich mee voor mensen zonder huidige klachten.

Het blijkt verder dat ervaren onderzoekers en leken met de Acarex® test dezelfde resultaten boeken. Vooral de uitersten van de schaal, 0 en 3, worden zeer reproduceerbaar gescoord. Bij score 1 en 2 is de reproduceerbaarheid behoorlijk, 20%. Een herhaling van de test (op een ander maar vergelijkbaar oppervlak) is dus aan te raden.

### Waarvoor

De test is bedoeld voor woon- en werkomgeving van astmatici en mensen met aanleg voor allergie voor de huisstofmijt. Er kan mee aangetoond worden dat een werkplek voldoende vrij is van allergenen, of waar eventuele 'hot spots' zitten. In dat geval kan ook het effect van schoonmaak worden gedemonstreerd.

Het gewicht van de totale hoeveelheid stof, na een standaard stofzuigactie, kan ook gebruikt worden als maat voor de algehele stoffigheid, zonder de testkit verder te gebruiken. Deze toepassing wordt niet gepromoot door de leverancier.

### Voor- en nadelen

De Acarex® test is snel, eenvoudig, betrekkelijk goedkoop en eenvoudig te interpreteren. De methode is niet erg precies, maar kan wel risicovolle en (redelijk) veilige situaties onderscheiden. De test kost wel wat tijd en bestaat uit nogal wat handelingen. Ook omdat de reagentia irritant zijn voor ogen en huid is zorgvuldigheid vereist. Het toepasingsgebied is beperkt.

## Tips and tricks

- Meet op voldoende verschillende locaties.
- Bedenk dat het allergeen niet overal evenveel ligt, maar vaak geconcentreerd is op koelere, vochtigere plekken.
- Werk rustig, zorgvuldig en schoon. Was handen na afronden van de test.
- Houd de testkit buiten bereik van onbevoegden, de chemicaliën zijn irriterend.
- Herhaal metingen die rond of tussen 1 en 2 liggen.
- Let op: het stofzuigen pikt stof op en maken dus schoon. Het effect van een schoonmaakactie is alleen te meten door op verschillende plekken te meten voor en na die actie.
- Laat de opzet van de metingen en de interpretatie over aan iemand die goed op de hoogte is van statistische principes.

### Fact sheet Acarex test

<b>Uitvoeringsvorm</b>	Testkit
<b>Wat wordt gemeten</b>	De hoeveelheid guanine, een maat voor het allergen van de huisstofmijt
<b>Kwantificering</b>	semi (vier punts schaal)
<b>Normering</b>	nee (sanering nodig bij score 2 of 3)
<b>Meetbereik</b>	niet van toepassing
<b>Reproduceerbaarheid</b>	ongeveer 20% bij score 1 en 2
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	enkele minuten kwartier direct
<b>Kosten</b> - apparatuur - verbruik	geen (als een stofzuiger aanwezig is) 1,50 euro per strip/test
<b>Automatiseerbaar</b> - meting - registratie - uitwerking	Nee Nee Ja
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Ja Ja, maar reagentia zijn irriterend Ja eenvoudig
<b>Bonus</b>	
<b>Bronnen</b> - apparatuur - informatie	drogist, internet, allergiewinkels <sup>[21]</sup>

## 2.7 Sneltesten voor voedselresten

Resultaat	Hygiëne, semi-kwantitatieve beoordeling van voedselresten
Soort vuil	Afhankelijk van test: eiwitten, suikers, koolhydraten, NAD
Oppervlak	Harde oppervlakken

In de voedingsmiddelenindustrie, catering en grootkeukens is behoefte aan een snelle en eenvoudige indicator voor de hygiëne. Het duurt veel te lang voordat microbiologische metingen resultaten opleveren (hoofdstuk 2.4) en ATP-metingen (hoofdstuk 2.5) worden duur en lastig gevonden. De laatste jaren komen er steeds meer sneltesten op de markt voor verschillende vervuilingen. Het principe is steeds dat een geprepareerde wattenstaaf (swab) of strip over het oppervlak wordt bewogen en in contact wordt gebracht met reagentia. Is het vuil aanwezig, dan verkleurt de swab. Bij bepaalde testmethoden zegt de mate van verkleuring nog iets over de mate van vervuiling. De testen zijn in principe ook bruikbaar in bijvoorbeeld zorginstellingen.

### Wat

De sneltesten die op dit moment op de Nederlandse markt te verkrijgen zijn, zijn geschikt voor koolhydraten, suikers of eiwitten. Omdat de meeste etenswaren al deze stoffen bevatten, zijn de testen zeer geschikt voor keukenhygiëne. De eiwittest is ook gevoelig voor ernstige microbiologische verontreiniging. Ook in bacteriën zitten immers eiwitten. Daarnaast is er een test die NAD meet. Dat is een stof die in alle levende en dood organisch materiaal zit, vergelijkbare met ATP. Die test is dus gevoelig voor voedselresten én microbiologische verontreiniging.

### Hoe

De testen die bij het schrijven van dit Vaknieuws in Nederland verkrijgbaar zijn, worden hier in iets meer detail beschreven. Er komen regelmatig testen bij, en sommige verdwijnen ook weer uit de markt, dus het is zaak zich goed te oriënteren. Internationaal worden voor eiwitten een aantal testen aangeboden (Prol-lite en Pro-tect van Biotrace, Flash van Biocontrol en Easy-check van Elisa Technologies). Ecolab biedt in de VS de Speed Check aan, waarvan niet duidelijk is wat die test precies waarneemt.

In de HY-RISE® test van Merck wordt een stripje uit zijn verpakking gehaald, bevochtigd met reagens A en 30 cm over een oppervlak getrokken. Dan wordt een druppel van reagens B en een druppel reagens C toegevoegd. Het stripje wordt weer in de verpakking gedaan en na 5 minuten ontstaat een paarse verkleuring als er NAD op het oppervlak aanwezig was. Een donkere strip duidt op een ernstige vervuiling met deze stof. De leverancier stelt dat de gevoeligheid van de test vergelijkbaar is met ATP-metingen (zie hoofdstuk 2.5).



*HY-RISE®  
(NAD)*

*Miele test kit  
(eiwitten)*

*Spotcheck™  
(glucose (+ lactose))*

*Vericleen™  
(koolhydraten)*

De Miele testkit meet eiwitten op oppervlakken. De kit wordt op de markt gebracht om de werking van reinigingsmachines voor medische apparatuur te testen.

Suikers zoals glucose zijn te bepalen met de Spotcheck™. Een iets duurere versie van de test bepaalt ook lactose dat in zuivelproducten voorkomt. Men haalt de swab uit de verpakking, veegt de swab over een oppervlak, stopt het terug in de huls, breekt een halsje en knijpt een vloeistof bij de swab. Na een minuut ontstaat een groenkleuring als het oppervlak niet 'schoon' is.

De VERicleen meet koolhydraten en fosfaten en daarmee vrijwel alle voedingsmiddelen. Men bevochtigt een oppervlak en veegt een VERicleen strip erover. Deze wordt binnen een minuut paars als de genoemde stoffen aanwezig zijn. Een (hernieuwde) schoonmaak wordt aanbevolen.

### Let op

De sneltests leveren een indicatie van de reinheid van oppervlakken. Sommige tests geven alleen maar aan óf er een meetbare vervuiling is, andere zijn nog te scoren op een vierpunts schaal. Van sommige eiwittesten is op grond van de score nog wel een schatting te geven van de mate van verontreiniging, maar dat geldt voor zover ons bekend niet voor de nu in Nederland verkrijgbare testen. Ook is er weinig bekend over hoe de sneltestresultaten zich verhouden tot ATP-metingen of microbiologische gegevens. Er is weinig tot niets bekend over wat 'veilige' of risicovolle concentraties zijn.

Van de best beschreven sneltest, de Pro-tect eiwittest van Biotrace, is bekend dat die naast eiwitten ook gevoelig is voor bepaalde suikers en peroxide, terwijl de test niet werkt als er resten basische stof (aanwezig in veel reinigingsmiddelen) aanwezig zijn. Van andere testen zijn geen gegevens bekend van de robuustheid in aanwezigheid van andere vervuilingen.

Samenvattend is het wenselijk om meer informatie te krijgen over de gevoeligheid, reproduceerbaarheid en betekenis van de testresultaten. Dat neemt niet weg dat de ontwikkeling van testen die (vrijwel) onmiddellijk een meetwaarde opleveren en dus bruikbaar zijn voor directe controle op en bijsturing van schoonmaakwerk zeer waardevol kan zijn. In Engeland wordt voor het volgen van de reinheid in de vleesverwerkende



industrie het gebruik van (hier niet verkrijgbare) eiwittesten aanbevolen boven de ATP-test omdat ze net zo gevoelig zijn en goedkoper<sup>[25]</sup>.

### Waarvoor

De sneltesten zijn bedoeld om een snelle indruk te krijgen van de reinheid van oppervlakken in de voedingsmiddelenindustrie of van medische instrumenten. Ze zijn bruikbaar op harde oppervlakken en kunnen gebruikt worden voor controle op de uitvoering van schoonmaak, bijvoorbeeld in een HACCP-systeem. Testen met een meerpuntsschaal zijn ook bruikbaar om de noodzaak van (diepte)reiniging en/of desinfectie in te schatten.

### Voor- en nadelen

Belangrijke voordelen van de sneltesten zijn de eenvoud, geringe investering en vooral de snelheid van de test. Ze leveren echter niet meer dan een inschatting van de reinheid van oppervlakken, waarvan de precieze waarde en betekenis nog in kaart moet worden gebracht.

## Tips and tricks

- Stel een precies meetplan op voorafgaand aan de metingen. Leg daarin tenminste vast het aantal en de locatie van de metingen, en de tijd van de dag of het moment van de meting.
- Laat de metingen liefst door één of een beperkt aantal mensen uitvoeren. Onderzoek of zij vergelijkbare resultaten scoren.
- Bewaar de ongebruikte kits volgens voorschrift van de leverancier.
- Ga na of een test snel na desinfectie of schoonmaken correcte resultaten oplevert.
- Neem voldoende monsters en creëer zo een beeld van de situatie (ruimte en tijd).
- Let op: de methoden pikken vuil op en maken dus schoon. Het effect van een schoonmaakactie is alleen te meten door op verschillende plekken te meten voor en na die actie.
- Laat de opzet van de metingen en de interpretatie over aan iemand die goed op de hoogte is van statistische principes.

## Fact sheet Sneltesten voedselresten

Uitvoeringsvorm	HY-RISE®	Miele test kit	Spotcheck™ (+)	VERICLEEN™
<b>Wat wordt gemeten</b>	NAD, een stof uit de cellen van alle organismen	Eiwitten	Glucose (+: ook lactose)	koolhydraten, fosfaten
<b>Kwantificering</b>	Nee	Nee	Nee	Nee
<b>Normering</b>	Nee	Nee	Nee	Nee
<b>Meetbereik</b>	4-punts schaal	onbekend	Ja/Nee	Ja/Nee
<b>Reproduceerbaarheid</b>	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd/plek - resultaat	minuten minuut 5 minuten	onbekend onbekend onbekend	minuut minuut direct	minuut minuut direct
<b>Kosten</b> - apparaatuur - verbruik	geen onbekend	geen onbekend	geen ~ € 1/st	geen enkele euro + reagentia
<b>Automatiseerbaar</b> - meting - registratie - uitwerking	Nee Nee Ja	Nee Nee Ja	Nee Nee Ja	Nee Nee Ja
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Ja Ja Harde oppervlakken Eenvoudig	Ja Ja Harde oppervlakken Eenvoudig	Ja Ja Harde oppervlakken Eenvoudig	Ja Ja Harde oppervlakken Eenvoudig
<b>Bonus</b>				
<b>Bronnen</b> - apparaatuur en verbruiksgoederen - informatie	VWR International geen	Miele Professional geen	Gullimex geen	MCS Supplies  [26]

## 2.8 Glans

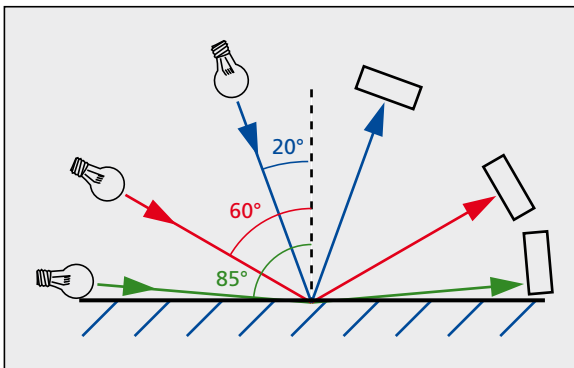
Resultaat	Getalsmatige beoordeling van glans, reflectie van licht
Soort meting	Kwaliteit van vloerafwerking
Oppervlak	Harde, gladde vloerooppervlakken

Glans is goed met het blote oog waar te nemen. Het is een belangrijk onderdeel van de kwaliteitsbeleving van vloeren. "Het glimt je tegemoet", is vaak een positief waardeoordeel. Toch is het niet verstandig de glans met mensenogen te beoordelen, want het resultaat hangt erg af van de verlichting, de kijkrichting, hoe goed de ogen van de beoordelaar zijn en diens gemoedstoestand.

Er zijn glansmeters in de handel die de glanswaarde of glansgraad in getallen uitdrukken. Dat maakt een objectieve, betrouwbare meting mogelijk. De glans van een vloer kan gespecificeerd worden en met de glansmeter is dan te beoordelen of aan de specificatie is voldaan. Ook kan een glansmeting worden gebruikt als een indicatie of vloeronderhoud correct is uitgevoerd, indien bekend is wat voor een glansgraad te verwachten is bij correct onderhoud.

### Wat

Glans is de mate waarin licht op een oppervlak reflecteert of weerspiegelt. Als al het licht reflecteert is de glanswaarde 100 procent, een waarde die zelden of nooit wordt bereikt. De glanswaarde hangt vaak af van de hoek waaronder je kijkt naar het oppervlak. Loodrecht is de glans meestal laag, kijk je schierend, vlak over het oppervlak, dan kan de reflectie heel groot zijn. Een goede glansmeter kan daarom onder meerdere hoeken kijken: bijna loodrecht ofwel onder een hoek van  $20^\circ$ ; onder  $60^\circ$  en schierend,  $85^\circ$ .



Glansmeting gebeurt met een vaste lichtbron (het peertje). Hoek van inval en van uitval (naar de rechthoekige lichtgevoelige detector) zijn gelijk. Gebruikelijke hoeken zijn  $20^\circ$ ,  $60^\circ$  en  $85^\circ$ .

### Hoe

- Ga na of het vloermateriaal geschikt is voor een glansmeting (zie: toepassingsgebied).
- Kalibreer het instrument, voor zover dat niet automatisch gebeurt.
- Begin te meten op 60°.
- Meet op drie verschillende plekken of vaker als de resultaten meer dan vijf eenheden of procentpunten uiteenlopen. Is het gemiddelde boven de 70 eenheden of procent (dus hoogglanzend), meet dan ook op 20°. Is het gemiddelde lager dan 10 eenheden of procenten, dan kan een meting op 85° nodig zijn.
- Herhaal de meting in andere kijkrichtingen (bij gestructureerde materialen zoals hout en linoleum).
- Rapporteer het gemiddelde van drie of meer metingen onder vermelding van de hoek en de kijkrichting (indien van belang).

### Let op

Voor een goede glansmeting moet de verlichting altijd gelijk zijn. Glansmeters hebben daarom een eigen lichtbron. Bij de meting moet zeker worden gesteld dat er geen omgevingslicht wordt gemeten. De glans van hobbelige, holle en bolle oppervlakken is dus niet goed meetbaar. De detector moet voor iedere meting worden gekalibreerd, omdat zowel de gevoeligheid van de detector als de sterkte van de lichtbron kunnen variëren in de tijd en met de temperatuur. Daarvoor worden soms kalibratieplaatjes bijgeleverd. Andere meters hebben interne plaatjes en kalibreren automatisch. Dat heeft de voorkeur: zo kan het niet vergeten worden en zal die plaat niet vervuilen of krassen. Sommige vloeren en coatings vertonen een waas, een melkachtig oppervlak. Die is niet meetbaar met een glansmeter. Er zijn glansmeters in de handel die ook de waas (*haze*, in het Engels) meten, maar dat is nog niet erg ingeburgerd. Glansmeters behoren te voldoen aan de volgende normen: (EN) ISO 2813, ASTM D 523 en DIN 67530.

### Waarvoor

Glans kan worden gemeten op vlakke, niet textiele materialen, meestal vloeren. Bij onderlinge vergelijking is het belangrijk dat kleur en lichtheid gelijk zijn. Niet geschikt voor bobbelige, holle of bolle vlakken. Let bij gestructureerde oppervlakken op kijkrichting (met de nerf mee of er dwars op).

### Voor- en nadelen

Glansmeters zijn in het algemeen draagbaar, licht en makkelijk te hanteren. De metingen gaan snel en zijn herhaalbaar en betrouwbaar. De glans van een oppervlak kan, afhankelijk van vloertype, afwerking en meethoek, variëren van een paar procent (zeer mat) tot bijna honderd procent (hoogglanzend). Er moet met ieder vloertype en onderhoudsmiddel de nodige ervaring worden opgedaan voordat verwachtingswaarden of specificaties kunnen worden opgesteld. De tabel hieronder is uitsluitend bedoeld om

een indruk te geven van hoe sterk de glanswaarden kan variëren met afwerking en wens.

*Typische waarden van glans voor verschillende lakken*

	<b>Muurverven meethoek 20°</b>	<b>Lakken meethoek 60°</b>	<b>Autolakken meethoek 85°</b>
Hoogglans	>75%	>90%	>95%
Glans	30% - 50%	60% - 80%	>90%
Zijdeglans	2% - 4%	20% - 35%	onbestaand
Fluweelmat	1%	onbestaand	onbestaand
Mat	0% - 1%	onbestaand	onbestaand

## Tips and tricks

- De glans van een oppervlak hoeft niet perse zo hoog mogelijk te zijn. Ouderen gaan vaak anders lopen op glanzende oppervlakken die de indruk wekken glad te zijn. Juist daardoor vallen de ouderen dan relatief vaak.
- In het algemeen geldt dat stroefheid en glans van een vloer bij elkaar moeten passen. Een gladde vloer moet ook wat glanzen, om uitglijders te voorkomen.
- Het menselijk oog is gevoeliger dan een glansmeter en kan ook bijvoorbeeld was waarnemen. Als glanswaarden gespecificeerd worden, maak dan duidelijk hoe die waarde moet worden bepaald.
- Laat de meter jaarlijks extern kalibreren en zorg ervoor dat de kalibratieplaatjes voor de kalibratie per meting schoon, stofvrij en ongekrast zijn.

## Fact sheet Glansmeting

<b>Uitvoeringsvorm</b>	Glansmeter
<b>Wat wordt gemeten</b>	Glans, reflectie van licht
<b>Kwantificering</b>	Ja
<b>Normering</b>	ISO 2813 ASTM D 523 DIN 67530
<b>Meetbereik</b>	0-100 % of 0-150 glanseenheden
<b>Reproduceerbaarheid</b>	minder dan 1%
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	enkele minuten enkele seconden direct
<b>Kosten</b> - apparatuur - verbruik	geen informatie geen
<b>Automatiseerbaar</b> - meting - registratie - uitwerking	Nee Ja Ja
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Ja Ja Nee, alleen gladde en vlakke materialen Eenvoudig te bedienen en uit te werken
<b>Bonus</b>	Geen
<b>Bronnen</b> - apparatuur  - informatie	<a href="http://www.gullimex.com">www.gullimex.com</a> ; <a href="http://www.leuvenberg.nl">www.leuvenberg.nl</a> <a href="http://www.kohlerwoodcap.nl">www.kohlerwoodcap.nl</a> <a href="http://www.coleparmer.com/">www.coleparmer.com/</a>

## 2.9 Stroefheidmeter

Resultaat	Kwantitatieve meting van de stroefheid van (vloer)oppervlakken
Soort meting	Vergelijking met norm in verband met veiligheid
Oppervlak	Alle vloeroppervlakken

Dagelijks worden gemiddeld vijftig mensen in een Nederlands ziekenhuis opgenomen nadat ze zijn uitgeleden. De jaarlijkse kosten hiervan worden geschat op meer dan dertig miljoen euro. Een veilige vloer, die niet te glad is, kan het aantal uitglijders beperken.

Overigens moet een vloer ook niet te stroef zijn, dat kan namelijk ook struikelingen veroorzaken en maakt schoonmaken erg lastig. Ook moeten grote verschillen in gladheid van vloeren vermeden worden. Tot slot moet de vloer ook onder natte omstandigheden voldoende stroef zijn. Er zijn talloze methoden om stroefheid – of gladheid – te meten. Pas sinds 2002 is er een methode die op locatie kan worden gebruikt, in een normering vastligt en met alle boven genoemde aspecten rekening houdt. Die methode gebruikt de FSC 2000 (Floor Slide Control 2000).

### Wat

De Floor Slide Control meet de dynamische weerstand, dat wil zeggen de weerstand terwijl een (imitatie)schoenzool over de vloer beweegt. Het apparaat maakt die beweging onder zeer beheerste omstandigheden. De metingen worden uitgevoerd met verschillende blokjes die schoonzolen representeren, zowel droog als nat. Er zijn eisen vastgelegd aan de minimale en maximale weerstand (lees: stroefheid) in een NTA (Nederlandse Technische Afspraak NTA 7909).



De FSC 2000 met de drie meetvoetjes

### Hoe

Een meetvoetje of stempel wordt aan het apparaat bevestigd. Het apparaat sleept de stempel over een afstand van 60 centimeter, onder een loodrechte kracht van 24 N, met een snelheid van 20 cm/s over de vloer en meet de kracht die daarvoor nodig is. Dit levert een waarde op voor de dynamische weerstand.

De meting wordt drie maal herhaald, waarna de vloer nat wordt gemaakt en de meting nogmaals wordt gedaan. Dit ritueel wordt dan ook uitgevoerd voor de beide andere stempels. Die zijn voorzien van standaard rubber, leder en kunststof, zodat alle soorten schoenzolen gerepresenteerd zijn.

Er zijn andere meetmethoden, zoals de hellend vlak methode (DIS 10545-17, met schoei- sel DIN 51130, blootsvoets DIN 51097) met bijbehorende criteria (R- en V-waarden) Merk- blatt ZH1/571 <sup>[27]</sup>, waarin ook wordt gekeken hoeveel water een vloer kan opnemen. Nieuwe vloermaterialen moeten aan deze normen voldoen, althans dat kan worden geëist. Maar deze methoden zijn niet te gebruiken als de vloer gelegd is, als er vragen zijn over de stroefheid van bestaande vloeren en de invloed van schoonmaakonderhoud daarop.

### Let op

Een vloer kan te glad – te weinig stroef – zijn door vuil (zand, slablaadjes, olie en de spreekwoordelijke bananenschil), door resten van reinigingsmiddelen (zeker als er wat vloeistof is gemorst) en wellicht door een te goed uitgewreven polymeer- of waslaag. Ook door een verkeerde lak of het slijten van de bewust ingebracht ruwheid van een vloer kan die na verloop van tijd te glad zijn. Goed observeren van de situatie, liefst in vergelijking met een stuk nieuw vloermateriaal dat wél voldoet, kan leren wat de oor- zaak is van een te gladde vloer.

Algemeen geaccepteerde toetsingscriteria om te bepalen of een vloer voldoende stroef is, zijn er voor deze methoden nog niet. De Nederlandse Spoorwegen hanteren als richt- lijn voor gebieden met een verhoogd slipgevaar, zoals trappen, en plaatsen waar de rei- zigers van richting veranderen dat de wrijvingscoëfficiënt minstens 0,44 bedraagt voor rubber- en kunststof zolen (droog en nat gemeten) en 0,3 voor leren zolen (alleen droog gemeten). Een minimumwaarde voor seniorenwoningen is 0,3 (0,25 voor badkamers). Daar wordt een maximum van 0,90 aangehouden.

Enkele typische waarden zijn hieronder verzameld.



	Rubber		Kunststof		Leer	
	Droog	nat	droog	nat	droog	nat
Hout	0,5-0,8	0,7-0,8	0,5-0,8	0,6	0,3	n.b.
Epoxy	1,0	0,9-1,0	0,8-1,0	0,4-0,8	0,6-0,7	0,6-0,8

*Typische waarden voor houten vloeren (ongelakt, in richting van plank) en een epoxyvloer*

### Waarvoor

Stroefheidmetingen kunnen gebruikt worden om vloermaterialen, -afwerkingen en onderhoudsmethoden te keuren. Ook kunnen ze gebruikt worden om na te gaan of een vloer in de praktijk voldoet aan gestelde eisen.

### Voor- en nadelen

Belangrijkste voordelen van het gebruik van de FSC 2000 (boven andere stroefheidmetingen) is dat de methode ter plekke kan worden ingezet. Het simuleert de daadwerkelijk loopbeweging redelijk, past het toe op meerdere schoenzoolmaterialen en onder droge en natte omstandigheden. Helaas ontbreekt het nog aan voldoende gegevens om harde eisen te stellen.

## Tips and tricks

- Maak foto's van de meetplaats, om eventuele oorzaken van gladheid in beeld te hebben.
- Vergelijk met typische waarden of (liefst) met meetwaarden aan een stuk nieuwe vloer.
- Leg zo goed mogelijk de geschiedenis van monster(nameplek) vast.
- Meet op meerdere plaatsen, en met name waar mensen van looprichting veranderen.
- Meet op houten vloeren in de richting van de plank.
- Let niet alleen op gemiddelde waardes, maar ook op uitschieters naar boven of beneden.
- Er zijn meerdere partijen die op commerciële basis de metingen uitvoeren.

## Fact sheet Strofheidsmeting

<b>Uitvoeringsvorm</b>	<b>FSC 2000</b>
<b>Wat wordt gemeten</b>	Strofheid, dynamische wrijvingscoëfficiënt van een vloer onder verschillende omstandigheden
<b>Kwantificering</b>	Ja
<b>Normering</b>	NTA 7909
<b>Meetbereik</b>	0 - 1
<b>Reproduceerbaarheid</b>	geschat op tien(tal) procenten
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	enkele minuten uur (voor alle omstandigheden en herhalingen) direct
<b>Kosten</b> - apparatuur - verbruik	geen informatie geen
<b>Automatiseerbaar</b> - meting  - registratie - uitwerking	Nee (stempels verwisselen, meetplaats uitzoeken) Ja Ja
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Ja Ja Nee, alleen harde vloermaterialen Eenvoudig te bedienen en uit te werken
<b>Bonus</b>	Geen
<b>Bronnen</b> - apparatuur - informatie	niet verkocht in Nederland SBR Infoblad 106

**DEEL 3**

**ACHTERGROND**



# Hoofdstuk 3: Meetmethoden om oorzaken van problemen op te sporen

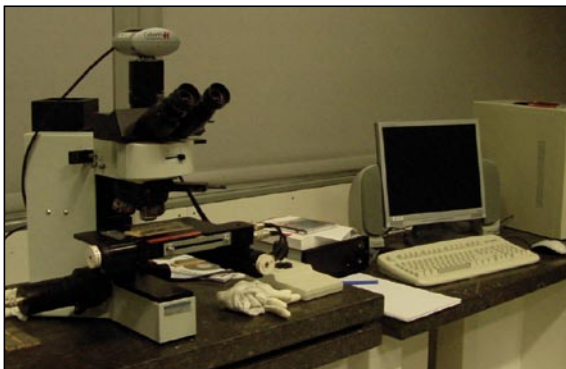
## 3.1 Lichtmicroscopie

Resultaat	Meting van vorm en grootte van stofdeeltjes; determineren van micro-organismen
Soort meting	Probleemoplossende meting; inschatting van hygiënerisico's
Oppervlak	Alle oppervlakken

Het kan belangrijk zijn te weten wat er precies in het stof zit. Bijvoorbeeld om na te gaan of er gevaarlijke micro-organismen zijn of wat de bron van een bepaald soort stof is. Veel stofdeeltjes zijn te klein om ze met het blote oog goed te beoordelen. Dat geldt bijvoorbeeld voor schimmels, bacteriën, pollen, vezeltjes, bouwstof, roet en ander fijn stof. Met lichtmicroscopie kan het onzichtbare zichtbaar worden gemaakt.

### Wat

Een microscoop bestaat uit een aantal lenzen die een monster sterk kunnen vergroten, tot duizend maal. Daarmee worden deeltjes van een duizendste millimeter en groter zichtbaar. Als die deeltjes een heel specifieke vorm hebben of aangekleurd kunnen worden met kleurstoffen, dan is te determineren, exact te herkennen, wat er ligt. In ieder geval kan het aantal worden geteld, en kan zo bijvoorbeeld de snelheid van hervervuiling of de effectiviteit van schoonmaken worden beoordeeld. Voor grotere objecten (en deeltjes) kan een loep al een handiger hulpmiddel zijn.



*Lichtmicroscoop met digitale camera en PC*

### Hoe

Neem voordat er een monster wordt genomen contact op met een deskundige analist. Die kan aangeven wat de meest geschikte manier is om monsters te nemen en op te slaan. Het liefst zal de analist een stukje monster snijden of verwijderen uit het te analyseren materiaal. Monsters moeten wel dun en vlak zijn. Alternatieven zijn de hechtmethoden uit hoofdstuk 2.2 of de monsterplaatjes uit hoofdstuk 4.3. Met hechtmethoden wordt een deel van het vuil van een ondergrond afgehaald. Monsterplaatjes verzamelen wat er in de loop van de tijd op neervalt en kunnen zo de microscoop in. Het nemen van monsters kan een precies en kritisch karwei zijn, soms moeten meerdere methoden worden uitprobeernd.

### Let op

Vaak levert een test veel meer informatie op als er een referentie is, bijvoorbeeld hetzelfde materiaal in een situatie dat er geen problemen zijn of een monster dat niet is gebruikt. Ook daarover is het verstandig eerst met de analist de vraagstelling en aanpak door te spreken.

### Waarvoor

Met lichtmicroscopie zijn stofdeeltjes en micro-organismen in ieder geval te classificeren, in bepaalde klassen in te delen. Soms is het mogelijk om ze te determineren, vast te stellen wat het precies is. Dat lukt vooral met pollen, zaadjes en micro-organismen, na kleuringreacties. Dat vereist deskundigheid, die vooral te vinden is bij specialistische microbiologische laboratoria, universitaire groepen microbiologie en plantenkunde.

Wat ook kan met een microscoop is geautomatiseerd deeltjes tellen aan de hand van digitale foto's die gemaakt worden met een op de microscoop gemonteerde camera. Dat vereist specialistische software. Verschillende leveranciers leveren die. Ervaring er mee is onder andere beschikbaar bij TNO (voor reinigingseffectiviteit) en bij Océ (voor cleanroom kwaliteit).

### Voor- en nadelen

Lichtmicroscopie is in veel laboratoria, instituten en universiteiten beschikbaar, hoewel lang niet iedereen de vereiste deskundigheid heeft. Zonder veel voorbereiding kan meestal vlot een meting worden gedaan. Moderne microscopen zijn uitgerust met een digitale camera, zodat een beeld beschikbaar komt voor rapportage en presentaties.

Tellingen zijn meestal goed uit te voeren en in (micro)biologie is het een heel nuttige techniek voor determinatie. Maar omdat informatie ontbreekt over de samenstelling, is het voor veel andere materialen heel moeilijk vast te stellen waaruit ze precies bestaan. Daarvoor is microanalyse (hoofdstuk 3.2) geschikter. Dat geldt ook voor deeltjes kleiner dan één micrometer.

## Tips and tricks

- Zoek een goede analist, die doorvraagt naar de reden, doel en omstandigheden van het onderzoek en die aan de hand van voorbeelden kan laten zien de relevante ervaring te hebben.
- Vermijd direct contact met handen of andere instrumenten aan het oppervlak dat je wilt analyseren. Gebruik als het kan een pincet.
- Vraag om advies over de methode van verpakken en verzenden van monsters en volg dat advies precies op. Als daar dan iets mee fout is, ligt de verantwoordelijkheid bij de analist.
- Voor analyse kan het handig zijn mee te kijken met de analist tijdens de meting. De combinatie van de achtergrondinformatie over het monster en de informatie uit de analyse levert de meest gedegen en zinvolle conclusies op.
- Leg vast bij de opdracht hoe (uitgebreid) er gerapporteerd moet worden. Het maakt nogal uit of iets voor eigen informatie is of in een conflictsituatie wordt gebruikt.

## Identificatie van pluus of vlek

(overgenomen uit: Pluis in Huis, <sup>[20]</sup>)

De volgende testjes kunnen helpen bij de identificatie van pluus of vlekken. Ze kunnen op een oppervlak zelf worden uitgevoerd, maar het is beter om wat pluus of vlek van het stuk te verwijderen en op een glaasje of plaatje te testen.

### Benodigheden

- Glaasje of plaatje
- Scalpel, pincet
- Vergrootglas
- Druppelflesje met gedestilleerd water
- Druppelflesje met azijn
- Druppelflesje met 96% alcohol
- Tissue papier
- Warmtebron (gloeilamp, vlam)

### Testreeks

- 1 Bekijk pluus of vlek onder een vergrootglas.  
Liggen de draadjes los, zonder verband met elkaar, kris kras op het oppervlak?  
JA = stof  
NEE = naar 2
- 2 Schraap wat van het pluus of vlek af en plaats het monster op een glaasje of plaatje. Plaats een druppel water op het schraapsel of eventueel water direct op pluus of vlek op het archiefstuk.  
Lost pluus of vlek na 5 minuten op?  
JA = zout  
NEE = naar 3
- 3 Voeg een druppeltje azijn toe aan het monster. Bruist het of lost het na 5 minuten op?  
JA = zout  
NEE = naar 4
- 4 Dep het water weg met tissue papier aan de zijkant van de druppel en plaats een druppel alcohol op het monster. Wacht vijf minuten; lost pluus of vlek op?  
JA = organische verbinding of zout  
NEE = naar 5
- 5 Plaats het monster boven een warmtebron (gloeilamp of vlam).  
Wacht vijf minuten; smelt pluus of vlek?  
JA = vet of olie  
NEE = waarschijnlijk schimmel

Als het pluus of de vlek geen schimmel is, kan het van belang zijn te weten wat het wel is vóór tot verwijdering wordt overgegaan. Vraag in dat geval advies aan een restaurator, de archiefinspectie of deskundigen van het Nationaal Archief (Den Haag) of het ICN (Amsterdam).



## Fact sheet Lichtmicroscopie

<b>Uitvoeringsvorm</b>	<b>Lichtmicroscop</b>
<b>Wat wordt gemeten</b>	Beeld, vorm, grootte en aantal stofdeeltjes
<b>Kwantificering</b>	Met speciale software
<b>Normering</b>	Nee
<b>Meetbereik</b>	Deeltjes vanaf een micrometer of groter
<b>Reproduceerbaarheid</b>	Neem altijd op meerdere plaatsen monsters
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	enkele dagen een of meer uren direct
<b>Kosten</b> - apparatuur - uren analist	aanschaf is meer dan € 10.000,- circa € 100,- per uur, inclusief gebruik microscop
<b>Automatiseerbaar</b> - meting - registratie - uitwerking	Ja, tellen kan deels automatisch Nee Nee
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen  - complexiteit	Nee Ja Ja, mits dunne monsters beschikbaar zijn of stof daarop kan worden overgebracht Specialistenwerk
<b>Bonus</b>	Geen
<b>Bronnen</b> - apparatuur  - informatie	(Technische) Universiteiten, gespecialiseerde labs idem

## 3.2 Microanalyse

Resultaat	Informatie over samenstelling, grootte en aantal stof- en vuildeeltjes
Soort meting	Problemen oplossen, helderheid verschaffen bij conflicten
Oppervlak	Alle oppervlakken

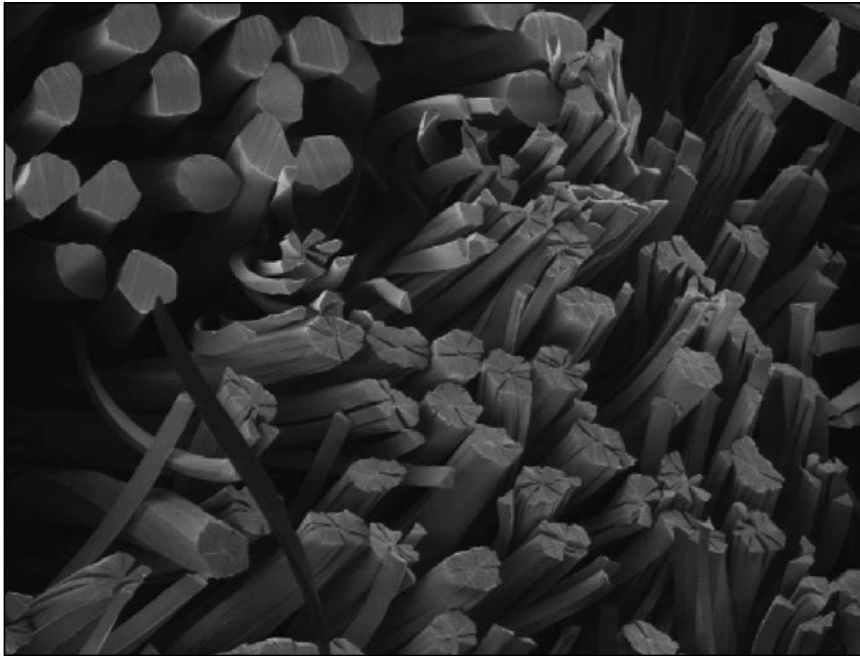
Wat is het nu precies, dat stof? Waar komt het vandaan? Is het verf die afbladdert, roet van buiten, slijtsel van de polymeerlaag? Zijn die vezels asbest, en zo ja is dat de gevaarlijke soort? En bestaat dat doekje wel echt uit microvezels? Om zulke vragen te beantwoorden, kun je geavanceerde oppervlakteanalysemethoden gebruiken. Het meest gebruikt zijn elektronenmicroscopie (SEM) en Röntgenspectrometrie (XPS).

Onderzoeksinstituten zoals universiteiten en andere gespecialiseerde laboratoria hebben zulke apparaten en de mensen die weten hoe je ze moet gebruiken en wat je er precies mee kunt. Dit hoofdstuk dient om duidelijk te maken wat je wel en niet kunt verwachten en welke zaken er belangrijk zijn bij zo'n specialistisch onderzoek.

### Wat

Bij elektronenmicroscopie (SEM) en Röntgenspectrofotometrie (XPS) worden respectievelijk elektronen en Röntgenstraling op het monster gestraald. Een deel ervan wordt weerkaatst, net als met gewoon zichtbaar licht. Op die manier kun je een soort foto maken, een elektronenbeeld of een Röntgenfoto. Vooral met elektronen zijn heel kleine deeltjes zichtbaar te maken, van een paar nanometer. Dat is meer dan duizend maal kleiner dan je met het blote oog kunt zien, en zelfs nog bijna duizend maal kleiner dan met de beste microscoop.

Maar er is meer. Want door de invloed van de invallende elektronen of straling gaat het monster zelf een beetje stralen. Het is maar een beetje, niets om je zorgen over te maken. Sterker nog, omdat de uitgezonden straling afhangt van het soort materiaal, is het mogelijk de samenstelling van oppervlakken en – als ze niet te klein zijn – stofdeeltjes er op te meten. Dat maakt het mogelijk veel soorten deeltjes te herkennen.



*Opname met Scanning Elektronen Microscop laat zien dat dit microvezelmateriaal van voldoende kwaliteit is*

### Hoe

Wie microanalyse wil laten uitvoeren, doet er verstandig aan eerst contact op te nemen met een deskundige analist. Die kan aangeven wat de meest geschikte methode is en – niet onbelangrijk – wat de beste monsternamemethode is. Het liefst zal de analist een stukje monster snijden of verwijderen uit het te analyseren materiaal. Bij een plafondplaat kan dat vaak wel, bij een vloer of bureau is dat niet altijd acceptabel of mogelijk zonder grof geweld.

### Let op

Dan zijn er wel alternatieven, bijvoorbeeld de monsternamemethoden uit hoofdstuk 2.2 of de monsternameplaatjes uit hoofdstuk 4.3. Het eerste is geschikt om (een deel van) het vuil van een ondergrond af te halen. Monsternameplaatjes verzamelen wat er in de loop van de tijd op neervalt en kunnen, indien slim gekozen, zo de elektronenmicroscop in. De voorkeur hebben dan elektrisch geleidende plaatjes, bijvoorbeeld staal. Het nemen van monsters kan een precies en kritisch karwei zijn, soms moeten meerdere methoden worden uitgetoet.

Vaak levert een test veel meer informatie op als er een referentie is, bijvoorbeeld hetzelfde materiaal in een situatie dat er geen problemen zijn of een monsternamemateriaal dat niet is gebruikt. Ook daarover is het verstandig eerst met de analist de vraagstelling en aanpak door te spreken.



*Een XPS, Röntgenfotospectrometer*

### Waarvoor

Er zijn allerlei toepassingen, vooral voor SEM. Aan de vorm (en samenstelling) van vezels zijn asbestvezels te herkennen en kan men zien of het een gevaarlijke of minder gevaarlijke variant betreft. De omvang en vorm van microvezels is eenvoudig in beeld te brengen en te meten. Vuildeeltjes kunnen letterlijk in kaart worden gebracht, waardoor vaak duidelijk wordt wat de bron ervan is.

Zand, zout, metalen, gips, klei, asbest en andere steenachtige materialen laten zich makkelijk onderscheiden. Maar huidschilfers, plantachtige materialen, kunststoffen, hars en andere 'organische' stoffen zijn moeilijker te onderscheiden, omdat die allemaal voornamelijk uit koolstof bestaan. Soms maakt de vorm veel duidelijk, zo is aan pollen zelf te zien van welke boom of plant die komen. En sommige kunststoffen, zoals teflon, hebben heel kenmerkende bestanddelen. Daar moet je een beetje geluk bij hebben. Analisten met veel ervaring hebben, kunnen verrassend veel soorten deeltjes onderscheiden, maar ook zij komen soms de beperkingen van de techniek tegen.

### Voor- en nadelen

Microanalyse kan veel informatie opleveren, maar die komt wel uit een klein gebied. De methode is omslachtig, vereist veel deskundigheid en is duur. Reken naast de kosten voor de analist op een uurtarief voor de apparatuur die miljoeneninvesteringen vergt. Ook kost het tijd, reken op één of meerdere weken inclusief rapportage. Uitzondering daarop zijn asbestanalyses die vergaand zijn gestandaardiseerd en binnen 24 uur en tegen redelijke kosten kunnen worden uitgevoerd door specialisten. Dat neemt niet weg dat er vaak geen alternatieven zijn die zo eenduidig en helder problemen kan oplossen.

### Tips and tricks

- Zoek een goede analist, die doorvraagt naar de reden, doel en omstandigheden van het onderzoek.
- Vermijd direct contact met handen of andere instrumenten aan het oppervlak dat je wilt analyseren. Gebruik bijvoorbeeld een pincet.
- Vraag om advies over de methode van verpakken en verzenden van monsters en volg dat advies precies op. Als daar dan iets mee fout is, ligt de verantwoordelijkheid bij de analist.
- Vaak zal de analist een monstervoorbereiding moeten uitvoeren, bijvoorbeeld het uitgassen of drogen of het opbrengen van een dun laagje geleidend materiaal. Laat u goed informeren over de gevolgen die dat kan hebben voor de conclusies.
- Kijk als het even kan mee met de analist tijdens de meting. De combinatie van de achtergrondinformatie over het monster en de informatie uit de analyse levert de meest gedegen en zinvolle conclusies op.
- Leg vast bij de opdracht hoe (uitgebreid) er gerapporteerd moet worden. Het maakt nogal uit of iets voor eigen informatie is of in een conflictsituatie wordt gebruikt.

## Fact sheet Microanalyse

Uitvoeringsvorm	Elektronenmicroscop	Röntgenspectrometer
<b>Wat wordt gemeten</b>	Beeld en samenstelling op nanoschaal	Beeld en samenstelling op microschaal
<b>Kwantificering</b>	Moeizaam	Moeizaam
<b>Normering</b>	Nee	Nee
<b>Meetbereik</b>	Deeltjes van enkele nano-meters tot een cm Elementen: koolstof of zwaarder	Deeltjes van tientallen micro-meter tot een cm Elementen: koolstof of zwaarder
<b>Reproduceerbaarheid</b>	beter dan enkele procenten (samenstelling)	beter dan enkele procenten (samenstelling)
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	enkele dagen enkele uren direct	enkele dagen enkele uren direct
<b>Kosten</b> - apparatuur - uurtarief analist	circa € 100,- per uur circa € 100,- per uur	circa € 100,- per uur circa € 100,- per uur
<b>Automatiseerbaar</b>	Niet van toepassing	Niet van toepassing
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Nee Ja Liefst geleidende materialen  Specialistenwerk	Nee Ja Liefst geleidende materialen  Specialistenwerk
<b>Bonus</b>	Geen	Geen
<b>Bronnen</b> - apparatuur  - informatie	(Technische) Universiteiten, gespecialiseerde labs. idem	(Technische) Universiteiten, gespecialiseerde labs. Idem

### 3.3 Chemische analyse

Resultaat	Kwantitatieve meting van chemische stoffen op oppervlakken
Soort meting	Analyse van het soort vuil
Oppervlak	Harde oppervlakken

Toen het praalgraf van Willem de Zwijger in de Nieuwe Kerk te Delft verkrumelde kregen in eerste instantie de schoonmakers de schuld. Het marmer van het beeld brak namelijk in stukken omdat er door de eeuwen heen zoutkristallen gevormd werden tussen de voegen. Die drukten de onderdelen uit elkaar. Maar waar kwam dat zout vandaan? Men dacht meteen aan schoonmaakmiddelen waar zout in is opgelost. Maar uit een grondige chemische analyse bleek dat het zout al aanwezig was in de mortel die de bouwers van het praalgraf hadden gebruikt. Zo werden de schoonmakers vrijgepleit door een chemische analyse.

#### Wat

Aan een monster van een materiaal of het oppervlak ervan kunnen tal van chemische analyses worden uitgevoerd. Daarmee kan specifiek worden aangetoond of er bepaalde stoffen aanwezig zijn, zoals zout, restanten van reinigingsmiddelen of bepaalde vuilsoorten. Bijvoorbeeld nikkel en lood in roet dat op gevels zit. Dat is zo veel dat spoelwater van gevelreiniging soms als chemisch afval wordt bestempeld. Calcium, dat in kalkhoudende vlekken zit, kan goed worden aangetoond met EDTA<sup>[9]</sup>. Ook cytostatica, de uiterst giftige medicijnen die worden gebruikt in chemokuren, zijn zo aan te tonen.

#### Hoe

Het aantal analysemethoden is enorm, van een eenvoudig pH-papiertje tot het schieten met ionen op het oppervlak en met een massaspectrometer kijken wat er dan af komt. Het voert veel te ver om hier een overzicht te geven van alle mogelijkheden, dat zou een complete serie Vaknieuws opleveren. Onderneem de volgende stappen als een chemische analyse wenselijk lijkt.

- Bewaar materialen of bescherm plekken die doorgemeten moeten worden;
- stap naar een deskundige bij een universiteit of meetinstituut;
- overleg over doel en reden voor onderzoek;
- laat de deskundige monsters nemen, meenemen en verwerken (of vraag om gedetailleerde instructies voor het bemonsteren, verpakken en versturen van de monsters);
- Bespreek de resultaten met de deskundige. Wat betekenen de resultaten in het licht van de doelstelling?

#### Let op

Monstername kan materialen beschadigen. Zowel als er een monster genomen wordt met een scalpel of ander hulpmiddel, als ook wanneer er een oplosmiddel gebruikt

wordt. Probeer dat altijd eerst op een onopvallende plek uit.

Als duidelijk is waarnaar men zoekt (bijvoorbeeld nikkel en lood, of cytostatica, of restanten van een bekend schoonmaakmiddel) is het vaak goed te doen om een analysemethode te selecteren. Dan is een meting meestal vlot en tegen redelijke kosten te doen. Vaak is het wel aan te bevelen de zuivere stof waarnaar men zoekt ook aan het lab beschikbaar te stellen, zoals de cytostatica of het schoonmaakmiddel. Als er een schadegeval is en niet zo duidelijk is waarnaar men zoekt, kan een meerstappenplan nodig zijn. Niet elk lab heeft alle denkbare methoden in huis. Het is bij complexere problemen verstandig bij meerdere instanties aan te kloppen.

### Waarvoor

Mogelijke toepassingen van chemische analyses zijn het zoeken naar giftige stoffen, restanten van (verkeerd toegepaste) reinigings- en desinfectiemiddelen, onderzoeken van verkleuringen en schadegevallen, opsporen van resten vuil en dergelijke.

### Voor- en nadelen

De deskundige kan vaak meerdere opties geven voor chemische analyse, inclusief eventuele voor- en nadelen.

## Tips and tricks

- Bewaar monsters gekoeld of in de diepvries, dan veranderen ze het minst.
- Bescherm plekken waar monsters genomen moeten worden.
- Leg zo goed mogelijk de geschiedenis van monster(nameplek) vast.
- Leg de reden en de doelstelling van de chemische analyse vast.
- Laat monstername zo mogelijk over aan de deskundige.



## Fact sheet Chemische analyse

<b>Uitvoeringsvorm</b>	<b>Vele mogelijkheden</b>
<b>Wat wordt gemeten</b>	Aanwezigheid (en hoeveelheid) van specifieke chemische stoffen in of op een monster
<b>Kwantificering</b>	Vaak mogelijk
<b>Normering</b>	Nee
<b>Meetbereik</b>	Divers
<b>Reproduceerbaarheid</b>	Divers, vaak goed
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	enkele dagen varieert vaak binnen een week
<b>Kosten</b> - apparatuur  - uurtarief analist	varieert, meestal opgenomen in de uurprijs van de analist circa € 100,- per uur
<b>Automatiseerbaar</b>	Niet van toepassing
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor afwerkmaterialen - complexiteit	Zelden Materiaalschade door monsternamen is mogelijk Vaak wel Specialistenwerk
<b>Bonus</b>	Geen
<b>Bronnen</b> - apparatuur  - informatie	(Technische) Universiteiten, gespecialiseerde labs. idem



# DEEL 4

## BOVEN DE GROND



# Hoofdstuk 4: Meetmethoden voor vervuiling in lucht

## 4.1 Deeltjestellers

Resultaat      Meting van aantal deeltjes in de lucht  
Soort meting    (Effect van schoonmaak op) gezondheid van de lucht

Schoonmaken heeft direct invloed op de luchtkwaliteit. Tijdens bijna al het schoonmaakwerk wervelt er wel wat stof op in de lucht. Dat is maar van korte duur omdat veel deeltjes al snel weer terugvallen. Schoonmakers kunnen hinder ondervinden van de stofwolk, want die blijft hun steeds omgeven. Maar belangrijker is het effect op de lange duur. Van een schoon oppervlak zal namelijk geen of nauwelijks stof opwerpen. Dat is te zien aan een lagere concentratie stofdeeltjes in de lucht. Die schonere lucht is daarmee een stuk gezonder voor de gebruiker van de ruimte. Bovendien: hoe minder stof in de lucht, des te langer duurt het voordat het stof op een oppervlak weer zichtbaar wordt.

Kortom, het tellen van deeltjes in de lucht kan belangrijk zijn om een indicatie te krijgen van de schadelijkheid ervan voor schoonmakers en gebruikers en ook om een voorspelling te kunnen doen hoe snel een oppervlak weer stoffig zal ogen.

### Wat

Deeltjestellers zuigen lucht aan en tellen het aantal deeltjes daarin, waarbij meestal onderscheid wordt gemaakt naar de deeltjesgrootte.

Uiterst kleine deeltjes (minder dan 1 micrometer ofwel een duizendste millimeter) ontstaan vaak door verbrandingsprocessen zoals roken en koken of samenklontering van stoffen in lucht. Denk aan mistdruppels, die ontstaan door condensatie van water in de lucht. Ook uitgedroogde druppels (met daarin bijvoorbeeld virussen of sporen) kunnen heel kleine deeltjes opleveren. Zulke deeltjes blijven heel lang zweven. Komen ze eenmaal op een oppervlak, dan zitten ze daar vast.

De wat grotere deeltjes, van 1 tot tientallen micrometer, ontstaan door slijtage, bijvoorbeeld van een cementvloer, kleding, de huid, rubber banden en dergelijke. Anderen worden geproduceerd door micro-organismen (de poepjes van stofmijten) of bestaan uit resten daarvan. Ook bacteriën en schimmels behoren tot deze deeltjesklasse. Zulke deeltjes vallen langzaam maar zeker naar beneden en kunnen na verloop van tijd de bekende stoflaag vormen. Daaruit kunnen ze door bewegen en aanraken en door ex-

treme luchtstromingen weer in de lucht komen. Meting van deze deeltjes, en dan met name de deeltjes van vijf tot tien micrometer, levert dus de meeste informatie op over de noodzaak tot en het effect van schoonmaken.

In aantal gemeten overheersen de kleinste deeltjes. Maar een deeltje van 10 micrometer is duizend keer zo zwaar als een deeltje van 1 micrometer. Kortom, als het gaat om de massa stof in de lucht (en dus de snelheid waarmee een oppervlak vuil wordt), dan tikken de grotere deeltjes veel harder aan.



*Enkele van de vele typen deeltjestellers*

### Hoe

Er zijn deeltjestellers die op een tafel of ander meubelstuk staan of die vast in een ruimte gemonteerd worden, dan met name in cleanrooms en OK's. Ook zijn er draagbare apparaten. In beide gevallen is het verstandig de tellers op te stellen en dan geruime tijd te laten meten. Raak ze daarbij niet aan, blijf op minstens een meter afstand. De analist heeft namelijk altijd een wolk van deeltjes om zich hangen – zoals ieder mens – en het is zelden de bedoeling die stofwolk te meten.

De apparaten werken allemaal volgens hetzelfde principe: de lucht wordt door een nauwe buis geleid waar loodrecht een laser doorheen schijnt. Als de laserbundel onderbroken wordt, kwam er een deeltjes langs, en aan de mate van lichtverlies is af te leiden hoe groot het deeltje was. Niet alle instrumenten gebruiken die laatste informatie. Kies een instrument dat 'meerdere kanalen' heeft en dus onderscheid kan maken naar meerdere deeltjesklasse. Kijk dan naar de deeltjesklasse van vijf tot tien micrometer of eventueel die van één micrometer en groter.

Sommige deeltjestellers kunnen ook luchtvochtigheid en temperatuur meten. Vooral de luchtvochtigheid kan grote invloed hebben op de mate waarop stofdeeltjes loskomen. Is het heel droog (minder dan 35 procent luchtvochtigheid), dan blijven meer deeltjes vastzitten door statische elektriciteit. Is het heel vochtig (meer dan 75 procent luchtvochtigheid) dan kunnen ze blijven zitten door capillaire werking van gecondenseerd water. Voor een eerlijke vergelijking moet de luchtvochtigheid tussen die beide waarden zitten.

Vrijwel alle meters hebben de mogelijkheid de meetgegevens op te slaan en later naar een PC over te brengen. Dat is noodzakelijk, gezien de enorme aantallen gegevens die al gauw verzameld worden. In de PC is met allerlei programmatuur al vlot een figuur te maken van de veranderingen in de loop van de tijd.

### Let op

Door nauwkeurig bij te houden wat er wanneer gebeurde (schoonmaak, binnenlopen van mensen, bepaalde werkzaamheden) is een goed beeld te krijgen van de invloed die handelingen hebben op het stofniveau. Andersom is ook waar. In rust, 's avonds en 's nachts, zal de concentratie van deeltjes dalen, het snelst voor de grootste deeltjes. Zodra er dan activiteiten zijn (van mensen, dieren of machines) zal het aantal deeltjes weer toenemen. Hoe meer mensen en hoe actiever die zijn, des te meer deeltjes in de lucht.

Zinnvolle metingen zijn dus alleen mogelijk onder zeer gecontroleerde omstandigheden. Het directe effect van een schoonmaakhandeling, de stofwolk die daarbij ontstaat, is alleen te bepalen in vergelijking met precies dezelfde situatie, maar dan zonder schoonmaakhandeling. En zulke metingen moeten dan meermalen herhaald worden, waarbij er zeker tientallen procenten verschil per meting kunnen bestaan.

Het indirecte effect van schoonmaken, namelijk dat op den duur de deeltjesconcentratie daalt als de oppervlakken maar schoner zijn, is dan ook alleen vast te stellen door steeds onder gelijke omstandigheden (aantal aanwezigen en soort activiteiten, luchtvochtigheid) te meten.

### Waarvoor

Deeltjestellingen worden allereerst en het meest gebruikt in cleanrooms en operatiekamers (OK's) om aan te tonen dat de lucht daar aan de reinheidsnormen voldoet. De draagbare meters zijn ook geschikt om deeltjesbronnen op te sporen. Dat kan ook in andere ruimtes gedaan worden, bijvoorbeeld in musea om kwetsbare objecten te beschermen en op ziekenzalen bij kwetsbare patiënten.

In kantoren en scholen kunnen deeltjesmetingen een indruk geven van de luchtkwaliteit, waarbij het van belang is om goed vergelijkingsmateriaal te verkrijgen. Er kan mee worden nagegaan of bijvoorbeeld het ventilatiesysteem of andere apparatuur een specifieke stofbron is.

### Voor- en nadelen

Deeltjestellers geven vrijwel direct en zeer betrouwbaar resultaten over de luchtkwaliteit. Maar de meting zegt niets over de eventuele risico's die aan de zwevende deeltjes verbonden zijn. Veel meetapparatuur is lawaaierig.

## Tips and tricks

- Meet op een relevante plaats, liefst op ademhoogte. Die is anders voor volwassenen en kinderen, en hangt af van de activiteit.
- Laat deeltjestellers altijd voldoende lang ongestoord meten.
- Plaats een webcam of videorecorder om daarmee tegelijkertijd de activiteit in kaart te brengen.
- Vergelijk resultaten altijd met benchmarks (zelfde ruimte in rust, vergelijkbare ruimtes in andere kantoorgebouwen).
- Let met name op de deeltjesklasse van 5 – 10 micrometer, eventueel ook 1 - 5 en groter dan 10 micrometer.
- Breng eenmalig veel stof in de lucht door flink stofzuigen of andere activiteiten en verlaat dan de ruimte. De afname in deeltjesconcentratie (voor deeltjes van 1 micrometer of groter) kan gebruikt worden om de effectiviteit van de ventilatie te meten.



## Fact sheet Deeltjestellers

Uitvoeringsvorm	Vaststaand	Draagbaar
<b>Wat wordt gemeten</b>	Aantal deeltjes in een volume lucht, vaak in meerdere klassen. Soms ook luchtvochtigheid en temperatuur	Aantal deeltjes in een volume lucht, vaak in meerdere klassen. Soms ook luchtvochtigheid en temperatuur
<b>Kwantificering</b>	Ja	Ja
<b>Normering</b>	Ja, voor cleanrooms en OK's	Ja, voor cleanrooms en OK's
<b>Meetbereik</b>	Deeltjes van 0,3 tot (meestal) 10 micrometer	Deeltjes van 0,3 tot (meestal) 10 micrometer
<b>Reproduceerbaarheid</b>	Goed, maar werkelijke concentratie kan sterk variëren met plaats en tijd	Goed, maar werkelijke concentratie kan sterk variëren met plaats en tijd
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	minder dan een uur minstens tien minuten direct	minder dan een uur minstens tien minuten direct
<b>Kosten</b> - apparatuur - uurtarief analist	in de orde van € 10.000,- niet van toepassing	enkele duizenden euro niet van toepassing
<b>Automatiseerbaar</b>	Ja	Deels (want de locatie is van belang en moet handmatig genoteerd worden)
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Nee Ja, soms lawaaierig Ja  Interpretatie vereist deskundigheid	Ja Ja, soms lawaaierig Ja  Interpretatie vereist deskundigheid
<b>Bonus</b>	Geen	Geen
<b>Bronnen</b> - apparatuur - informatie	Verschillende leveranciers idem	Verschillende leveranciers idem

## 4.2 Stofsensor

Resultaat	Kwantitatieve meting van hoeveelheid stof die op een oppervlak valt
Soort meting	Noodzaak van schoonmaak, luchtkwaliteit
Oppervlak	niet van toepassing

Verschillende stofzuigerfabrikanten hebben modellen op de markt gebracht waarin een stofsensor zit. Als deeltjes uit de luchtstroom op de sensor vallen, geeft die een elektrisch signaal af. Dan gaat er een rood lampje branden: er moet nog langer worden gestofzuigd. Zulke sensoren kunnen heel goed worden toegepast in deeltjestellers (zie hoofdstuk 4.1). En een mogelijke toepassing is ook het volgen van de stoffigheid van een ruimte. Al is dat nog toekomstmuziek.

### Wat

De stofsensor meet hoeveel deeltjes er op het sensoroppervlak zijn gevallen. Door de sensor in een luchtstroom te plaatsen (bijvoorbeeld in een stofzuigerbuis of in een deeltjesteller waardoor lucht wordt gepompt) kan gemeten worden hoeveel deeltjes er in die luchtstroom zaten. Calibratie is wel nodig, zeker als niet alle deeltjes op het oppervlak vallen.

Door de sensor open en bloot op een oppervlak te leggen, kan er gemeten worden hoe snel oppervlakken vervuilen, stoffig worden. Die toepassing is overigens niet gebruikelijk.

### Hoe

De stofsensoren waar we het hier over hebben werken allemaal volgens hetzelfde principe. In vrije beweging gaat een slinger van een klein klokje veel sneller dan die van een grote klok. Hoe kleiner de slingerende massa, des te sneller. Als je een klein kristal laat trillen, gaat dat dus razendsnel. Valt er dan een deeltje op het kristal, dan wordt de massa ervan groter – en gaat het langzamer trillen. Door dat te meten, kan elk deeltje dat op het kristal valt afzonderlijk gemeten worden.

Er zijn verschillende manieren om dit uit te voeren, waarvan de piezo-elektrische sensor de goedkoopste en meest praktische is. Die is ingebouwd in de genoemde stofzuigers en in sommige typen deeltjestellers.

Grote deeltjes zijn veel zwaarder dan kleine en tikken dus veel harder dan bij dit type sensoren.

### Let op

De sensoren worden na verloop van tijd vuil. Onder stoffige omstandigheden kan dat al snel zijn. Vervanging is te duur en omslachtig, dus een reinigingsstap is noodzakelijk. Dat maakt de toepassing van deze stofsensoren duurder en omslachtiger.

Bij toepassing in een stofzuiger (die bijvoorbeeld een rood, oranje en groen signaal

afgeeft) is onduidelijk wat precies de grenzen zijn op grond waarvan een andere kleur lamp gaat branden. Hoe schoon is de lucht als de stofzuiger op groen staat? Bovendien is onzeker hoe schoon het gereinigde tapijt dan is. In een experiment werd een klein oud stuk tapijt lange tijd gezogen, totdat eindelijk het lampje van de stofzuiger op groen (dus 'schoon') sprong. Schakelde men de stofzuiger uit en daarna weer aan om het zelfde stukje tapijt te zuigen, dan sprong het lampje meteen weer op rood ('vuil').

### Waarvoor

De stofsensoren zijn toegepast in deeltjestellers (om de luchtkwaliteit te meten) en in stofzuigers (om na te gaan of het stofzuigen nog effect heeft). Andere toepassingen zijn denkbaar maar voor zover ons bekend nog niet uitgevoerd.

### Voor- en nadelen

Stofsensoren kunnen direct en in een proces de daadwerkelijke concentratie stofdeeltjes meten. Omdat de sensor een elektrisch signaal afgeeft, is hij ideaal voor gebruik in alarmsystemen, deeltjestellers en systemen om de noodzaak van schoonmaak aan te geven.

Omdat de stofdeeltjes op de sensor blijven liggen, vervuult die na verloop van tijd en moet dan gereinigd worden.

## Tips and tricks

- geen

## Fact sheet Stofsensoren

Uitvoeringsvorm	deeltjesteller	in stofzuiger	losstaand
<b>Wat wordt gemeten</b>	Aantal deeltjes in een volume lucht, vaak in meerdere klassen	Aantal deeltjes in de opgezogen lucht	Aantal deeltjes dat op oppervlak is gevallen
<b>Kwantificering</b>	Ja	Ja	Ja
<b>Normering</b>	Ja, voor cleanrooms en OK's	Nee	Nee
<b>Meetbereik</b>	Deeltjes van minder dan 1 tot tientallen micrometer	Deeltjes van minder dan 1 tot tientallen micrometer	Deeltjes van minder dan 1 tot tientallen micrometer
<b>Reproduceerbaarheid</b>	Goed, maar werkelijke concentratie kan sterk variëren met plaats en tijd	Goed, maar herhaalbaarheid matig vanwege de manier waarop stof in tapijt zit	Goed
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	minuten minstens tien minuten direct	minuut minuten direct	minuut zo lang als wenselijk direct
<b>Kosten</b> - apparatuur - uurtarief analist	sensor niet los verkrijgbaar niet van toepassing	stofzuiger kost enkele honderden euro's niet van toepassing	losse sensoren kosten 10 euro niet van toepassing
<b>Automatiseerbaar</b>	Ja	Deels (stofzuigen blijft handwerk)	Ja
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Kan Ja, soms lawaaierig  Ja  Interpretatie vereist deskundigheid	Ja Ja, soms lawaaierig  Ja  Interpretatie vereist deskundigheid	Kan Ja  Ja  Inbouw vereist deskundigheid
<b>Bonus</b>	Geen	Geen	Geen
<b>Bronnen</b> - apparatuur - informatie	Verschillende leveranciers idem	Miele, Hoover  idem	Verschillende leveranciers idem

### 4.3 Stille getuigen

Resultaat	Kwantitatieve meting van vervuiling die op oppervlakken is terechtgekomen
Soort meting	Luchtkwaliteit
Oppervlak	Alle

Het is lastig om direct op een willekeurig oppervlak vervuiling te meten, en ook is het niet eenvoudig om die vervuiling volledig eraf te halen en dan te meten. Een heel andere benadering is om bewust ergens een plaatje van een slim gekozen materiaal te kiezen waarop stof of vuil zich in de loop van de tijd verzamelt, en dan dat plaatje in een laboratorium grondig te onderzoeken. Die monsternameplaatjes, in het Engels 'witness plates' ofwel 'stille getuigen' genoemd, kunnen gebruikt worden om alle denkbare vervuiling op te sporen.

#### Wat

Een monsternameplaatje dat ligt of hangt op een plaats die representatief is voor een bepaalde situatie, zal ongeveer even veel vuil verzamelen als een echt oppervlak. Het kan dan gaan om liggende plaatjes die vallend stof verzamelen, voedingsbodems die vallende bacteriën of schimmels opvangen, en liggende of hangende plaatjes waarop dampen neerslaan.

Als een geschikt materiaal gekozen is, kan er met één van de eerder behandelde analysemethoden opgemeten worden hoeveel vuil er is verzameld. Gebruikelijk is de toepassing van de microscoop (of eventueel een elektronenmicroscoop, hoofdstuk 3.1 en 3.2) om te tellen hoeveel en te analyseren welke deeltjes er gevallen zijn. Die methode is vooral bekend en gebruikelijk in cleanrooms en lakstraten van de automobielenindustrie.

Ook kunnen monsternameplaatjes worden gebruikt om chemische verontreiniging in de lucht te bepalen. Dan wordt op de platen neergeslagen damp opgelost in een slim gekozen oplosmiddel en met een chemische analysemethode (hoofdstuk 3.3) gekeken welke en hoeveel stoffen er op de plaat zaten.

#### Hoe

Werken met monsternameplaatjes vereist orde, netheid en vaardigheid. De platen moeten met stofvrije latex handschoenen uit hun verpakking worden gehaald en neergelegd of opgehangen op plaatsen waar ze niet per ongeluk kunnen worden aangeraakt of afgedekt.

Na de – van te voren vastgelegde – periode waarin de plaatjes aan de omgeving worden blootgesteld, moeten ze net zo schoon worden verpakt, getransporteerd naar het laboratorium en daar geanalyseerd. Vandaar dat dergelijke testen vooral gebruikelijk zijn in bijvoorbeeld de ruimtevaartindustrie, waar reinheid van groot belang is en kosten niet de belangrijkste rol spelen.

Het is noodzakelijk een zogeheten 'blanco' mee te laten lopen met de test. Dit is een plaatje uit dezelfde levering (of reinigingsstap) die dezelfde handeling voor dezelfde duur meemaakt als de echte monsters, maar dan zonder aan de omgeving te zijn blootgesteld. Met de resultaten van die blanco kan worden gecorrigeerd voor eventuele vervuiling door het werken met, verpakken of transporteren van de monsternameplaatjes.

#### Let op

Monsternameplaatjes moeten uit een materiaal bestaan dat erg glad en porievrij is, en inert (dus niet reageert met de vervuiling). Als een oplosmiddel wordt gebruikt, dan moet het materiaal daar niet in oplossen. Populair zijn glas en silicium wafers.

Kleine deeltjes zijn zeer gevoelig voor elektrische velden. Monsternameplaatjes van glas en silicium wafers zijn slechte geleiders en zullen al gauw een lading opbouwen. Daardoor trekken ze de meeste stofdeeltjes sterk aan. Als de luchtvochtigheid groot genoeg is of het oppervlak geleidend gemaakt is (en geaard), trekt het plaatje minder deeltjes aan, maar voor een eerlijke meting is dat wel geschikter.

Voor de detectie is een goed contrast tussen stof en oppervlak aan te bevelen. Zand is nauwelijks te zien op silicium wafers of normaal glas. Zwart glas heeft dan de voorkeur.

#### Waarvoor

Monsternameplaatjes zijn heel geschikt voor een precieze bepaling van de mate waarin luchtverontreiniging doorwerkt op oppervlakken. Ook maakt het gebruik ervan mogelijk te bepalen wat er (gemiddeld over een lange periode) neerslaat aan vervuiling en wat dat precies is. Typische toepassingen vindt men in de clean rooms, met name voor de ruimtevaartindustrie.

#### Voor- en nadelen

Werken met monsternameplaatjes kan veel informatie opleveren over de vervuiling, ook als dat heel weinig is. Wel is de methode omslachtig en vereist een goed laboratorium en een gedegen training en instructie van de mensen die de methode gebruiken.

## Tips and tricks

- de monsternameplaatjes moeten schoon worden gemaakt met een geschikte methode voor gebruik. Bij het vangen van deeltjes is reiniging in een ultrasoonbad en spoelen met uiterst schoon water (of alcohol) een minimale methode. Plaatjes die worden gebruikt om dampen af te vangen moeten worden gespoeld met het later te gebruiken oplosmiddel.
- analyseer ook altijd gereinigde en ongebruikte plaatjes om te na te gaan of die schoon zijn.
- werk zonder de plaatjes direct aan te raken met de blote handen.
- werk snel, zodat de vervuiling door de aanwezigheid van mensen niet de overhand neemt over de te onderzoeken vervuiling.
- vergelijk de resultaten altijd met een blanco die hetzelfde heeft ondergaan als de monsternameplaatjes maar zonder te zijn blootgesteld aan de omgeving (behalve bij openen, plaatsen, direct weer oppakken en sluiten van de verpakking).
- Denk van te voren goed na over de te gebruiken analysemethode en controleer of die voldoet en schoon genoeg gehanteerd wordt.

## Fact sheet Monsternameplaatjes

Uitvoeringsvorm	voor stof	voor micro-organismen	voor dampen
<b>Wat wordt gemeten</b>	Aantal deeltjes dat in bepaalde tijd neervalt op een oppervlak	Aantal micro-organismen dat in een bepaalde tijd neervalt op een oppervlak	Hoeveelheid damp die in een bepaalde tijd neerslaat op een oppervlak
<b>Kwantificering</b>	Ja	Ja	Ja
<b>Normering</b>	Ja, voor cleanrooms	Nee	Ja, voor cleanrooms
<b>Meetbereik</b>	Hangt af van analyse-methode	Hangt af van analyse-methode	Hangt af van analyse-methode
<b>Reproduceerbaarheid</b>	Hangt af van analyse-methode	Hangt af van analyse-methode	Hangt af van analyse-methode
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	dag vaak minstens 24 uur direct	dag niet langer dan 1 uur direct	dag dagen tot maanden direct
<b>Kosten</b> - apparatuur - uurtarief analist	Hangt af van analyse-methode Hangt af van analyse-methode	Hangt af van analyse-methode Hangt af van analyse-methode	Hangt af van analyse-methode Hangt af van analyse-methode
<b>Automatiseerbaar</b>	Nee	Nee	Nee
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerkmaterialen - complexiteit	Ja Ja Ja Opzet en interpretatie vereist deskundigheid	Ja Ja Ja Interpretatie vereist deskundigheid	Kan Ja Ja Opzet en interpretatie vereist deskundigheid
<b>Bonus</b>	Kan ook info opleveren over soort deeltjes	Kan ook info opleveren over soort organismen	Kan ook info opleveren over stoffen
<b>Bronnen</b> - apparatuur - informatie	Hangt af van analysemethode Overleg met deskundig laboratorium	Hangt af van analysemethode Overleg met deskundig laboratorium	Hangt af van analysemethode Overleg met deskundig laboratorium



## 4.4 Filteren

Resultaat	Kwantitatieve meting van aantal deeltjes in ademzone of achtergrondlucht
Soort meting	Kwaliteit van binnenmilieu
Oppervlak	niet van toepassing

Meting van de luchtkwaliteit in een ruimte vertelt nog niet waar mensen werkelijk aan blootgesteld zijn, wat ze echt hebben ingeademd. De meest geschikte meetmethode om daar informatie over te krijgen is het gebruik van filters. Er zijn draagbare systemen op de markt die lucht opzuigen uit de ademzone, het volume lucht vóór de torso van de drager, waaruit die normaalgesproken de lucht inademt. Op een filter kan het stof worden verzameld, gemeten en geanalyseerd.

### Wat

Door een afgemeten hoeveelheid lucht door een filter te trekken en te meten hoeveel zwaarder dat is geworden, is te bepalen hoeveel stof er in de lucht zat. Met een aantal slimme chemische methoden is daar ook in te meten hoeveel allergeen of endotoxine of andere kwalijke stof erin zat.

### Hoe

Een pompje zuigt een bepaald debiet aan lucht over een filter voor een bepaalde tijd. Het filter is van te voren 24 uur bij een bepaalde luchtvochtigheid en temperatuur gehouden en zeer nauwkeurig gewogen. Ook na de test moet het filter weer op evenwicht komen bij die luchtvochtigheid en temperatuur. Dan kan het opnieuw worden gewogen. De gewichtstoename gedeeld door het totale volume lucht dat door het filter is gezogen is de luchtconcentratie of stoffigheid van de lucht. Het is verstandig om een blanco filter mee te nemen in de test, om na te gaan of de behandeling goed is verlopen (zie hoofdstuk 4.3).

Interessanter is om het filter met stof en met speciale reagentia te bewerken. Er zijn analysemethoden beschikbaar waarmee bijvoorbeeld de hoeveelheid allergenen, endotoxinen, weekmakers, pesticiden, brandvertragers of andere schadelijke stoffen in het gefilterde stof gemeten kunnen worden. Zo is te meten hoeveel daarvan in de lucht zat, en dat zegt vaak meer over de gezondheidsrisico's.

Veel pompjes en systemen kunnen op de heup gedragen worden, waarbij de lucht uit de ademzone wordt gezogen, de lucht onder de neus van de drager (de meeste mensen ademen in door de neus). Belangrijk is wel ook altijd een achtergrondmeting in de ruimte zelf en eventueel een meting buiten te doen, zodat de verschillen duidelijk worden. De meting moet meermalen herhaald worden, want de condities (luchtvochtigheid, ruimte, eigen gedrag en activiteiten van anderen) kunnen stevige invloed hebben op de meetresultaten.

### Let op

Als de absolute massa gemeten wordt, moet zeer schoon en netjes worden omgegaan met de filter. Gebruik daarvoor een pincet.

Laat de bepaling van allergenen en endotoxinen over aan gespecialiseerde laboratoria. Via de arbodienst waarbij u bent aangesloten is aan apparatuur en deskundigheid te komen. Bedenk dat de resultaten altijd een gemiddelde zijn over de totale tijd dat er is gemeten. Die is vaak meerdere uren, om voldoende stof te verzamelen. Specifieke bronnen of activiteiten waar veel stof of gevaarlijke stoffen bij vrijkomen kunnen alleen worden opgespoord door een pompje met filter op te stellen bij een vermoedelijke bron en daar enkele uren te meten. De massa stof die wordt gemeten, wordt vooral bepaald door de grote, zware stofdeeltjes. Heel fijn stof wordt (afhankelijk van de kwaliteit van het filter) niet afgevangen en draagt nauwelijks bij aan de totale massa.

### Waarvoor

Filtermethoden zijn zeer geschikt om na te gaan hoeveel schadelijk stof er in een ruimte daadwerkelijk in de lucht komt en ingeademd zou kunnen worden. In combinatie met geschikte analysemethoden gaat het dan niet alleen om de totale hoeveelheid stof maar (vooral) om de hoeveelheden van potentieel gevaarlijke stoffen.

### Voor- en nadelen

Alleen met filtermethoden kan informatie worden verzameld over de daadwerkelijke risico's als het gaat om het inademen van gevaarlijke stoffen. Maar de methode duurt lang, middelt resultaten uit, en de resultaten worden pas later verkregen. De metingen moeten worden uitgevoerd onder begeleiding van of liever door een gespecialiseerd laboratorium.

## Tips and tricks

- meet altijd ook achtergrondconcentraties, in de ruimte en eventueel buitenshuis.
- herhaal de metingen meermalen, liefst op meerdere personen.
- doe ook stationaire (stilstaande) metingen bij vermoedelijke bronnen, zoals het ventilatiesysteem, verwarmingstoestellen, textiel waaronder tapijt.
- meet bij voorkeur zo lang mogelijk. Gebruikelijk is een periode van 8 uur (werkdag) of zolang als men een bepaald type werk doet of in een ruimte verblijft. Metingen korter dan een uur zijn zelden zinvol, of het moet wel heel stoffig zijn.
- metingen aan allergenen, endotoxinen en andere gifstoffen zijn matig of niet gestandaardiseerd en verschillende laboratoria kunnen tot behoorlijk verschillende resultaten komen. Blijf bij één laboratorium en zie er op toe dat die steeds dezelfde methode hanteert.
- Zie ook hoofdstuk 4.5.

## Fact sheet Filtermethoden

<b>Uitvoeringsvorm</b>	<b>Filter met pompje</b>
<b>Wat wordt gemeten</b>	Hoeveelheid stof of giftstof in de lucht
<b>Kwantificering</b>	Ja
<b>Normering</b>	Ja, voor PM10 (deeltjes van maximaal 10 micrometer)
<b>Meetbereik</b>	Hangt af van analysemethode
<b>Reproduceerbaarheid</b>	Hangt af van analysemethode
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	1 uur (liefst) 8 uur na enkele dagen
<b>Costs</b> - apparatuur - uurtarief analist	Hangt af van analysemethode Hangt af van analysemethode
<b>Automatiseerbaar</b>	Nee
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar - Veilig voor mens en materiaal - Geschikt voor alle afwerkmaterialen - Complexiteit	Kan Ja Ja Opzet en interpretatie vereist deskundigheid
<b>Bonus</b>	Kan ook info opleveren over bronnen van giftstoffen
<b>Bronnen</b> - apparatuur - informatie	Hangt af van analysemethode Overleg met deskundig laboratorium, arbodienst

## 4.5 Microbiële luchtmeting

Resultaat	Kwantitatieve meting van aantal bacteriën of schimmels in de lucht
Soort meting	Kwaliteit van binnenmilieu
Oppervlak	Niet van toepassing

In een gezond binnenmilieu mogen best wat bacteriën en schimmels zitten. De meeste soorten kunnen toch niet veel kwaad en de mens kan best wel wat hebben. Maar te veel moet het niet worden. En in ziekenhuizen, farmaceutische industrie en voedingsmiddelenindustrie is het zelfs heel kritisch. Er zijn tal van methoden om te bepalen hoeveel (en welke) bacteriën en schimmels er aanwezig zijn, die overigens allemaal op hetzelfde principe neerkomen.

		Mogelijke gezondheidseffecten van blootstelling via lucht			
		infectie	allergische reacties	irritatie van ogen, neus, slijmvliezen,	algehele malaise (moe, hoofdpijn)
Micro-organismen en producten ervan					
	schimmels				
	schimmel (-sporen)	X	X	X	X
	gifstoffen (toxines)	X	(X)	X	X
bacterie	bacteriën (-sporen)	X			X
	antigenen		X		(X)
	gifstoffen (toxines)			X	X
virussen	virussen	X		X	X

### Wat

Gemeten wordt het aantal kolonievormende eenheden, KVE, per kubieke meter lucht. Dat is een maat voor het aantal levensvatbare micro-organismen, die in de lucht aanwezig zijn en kunnen uitgroeien als ze op een geschikte bodem terecht komen (zoals het longweefsel of een open wond).



*De Anderson Sampler, links in onderdelen en rechts tweemaal op een meetkar naast de deeltjesteller*

### Hoe

In alle gevallen wordt lucht aangezogen en over geschikte voedingsbodems geleid. Er zijn heel wat uitvoeringsvormen, een van de meest gebruikelijke is de zogeheten RCS-sampler. De meest accurate resultaten worden bereikt met de drietraps Anderson sampler. Die heeft de hoogst gemeten afvangstefficiëntie (meer dan 90%) en maakt onderscheid naar de deeltjesgrootte <sup>[29]</sup>. Bovendien kent de methode enkele interne controle mogelijkheden (zie paragraaf 'Let op'). Een pompje zuigt een afgemeten hoeveelheid lucht over een geschikte voedingsbodem (zie hoofdstuk 2.4), vaak door gaatjes of een spleet, in andere gevallen via een centrifugaal systeem. De lucht wordt zo op de voedingsbodem gedrukt en de micro-organismen slaan er op neer. Dit overleiden van lucht mag niet te lang duren, liefst 10 minuten, om uitdroging van de bodem te voorkomen.

Vervolgens worden de voedingsbodems bij een geschikte temperatuur bebroed en na één of meerdere dagen wordt het aantal zichtbaar uitgegroeide kolonies geteld. Het verdient aanbeveling de kolonies te laten analyseren door een gespecialiseerd laboratorium.

### Let op

- Veel meetmethoden en leveranciers schrijven voor dat de apparatuur voor iedere meting moet worden gedesinfecteerd, bijvoorbeeld met 70% alcohol. Het nut van deze omslachtige handeling valt sterk te betwijfelen, bacteriën en schimmels springen niet van de wand van de sampler op de voedingsbodems. En restanten van desinfectans kunnen zelfs tot vals negatieve of te lage meetwaarden leiden. Ons advies is alleen bij zichtbare vervuiling en na langdurige opslag te reinigen en desinfecteren. Goed nadrogen is een vereiste.
- Bij de Anderson sampler (en verschillende andere types) hoort een bepaald patroon in de voedingsbodem te ontstaan. Is dit niet te zien, verwerp dan de meting en verhelp de lekkage.
- Bij de Anderson sampler zal normaliter het merendeel van de micro-organismen op de middelste voedingsbodem terechtkomen. Is dit niet het geval, dan moeten de resultaten met de nodige argwaan bekeken worden.
- Zorg voor verse, steriele en geschikte voedingsbodems (zie hoofdstuk 2.4).

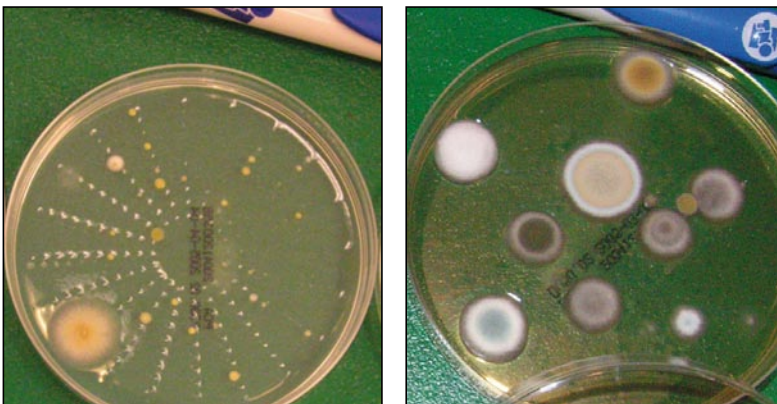
### Waarvoor

Micro-biologische metingen in de lucht geven een indruk van de gezondheid van het binnenmilieu en kunnen worden gebruikt om specifieke bronnen (zoals het ventilatiesysteem) op te sporen.

Er worden verschillende normen gehanteerd voor de kwaliteit van binnenlucht in kantoren, scholen of andere openbare ruimtes. Daarbij speelt dat het nogal uitmaakt welke micro-organismen gevonden worden. Voor de meest schadelijke groep wordt een richtwaarde van 10 KVE/m<sup>3</sup> voorgesteld. Die zou gelden voor verschillende *Aspergillus*-soorten (dat zijn bepaalde schimmels), voor *Legionella*, *Staphylococcus aureus* (die varianten heeft die tot de gevreesde ziekenhuisbacteriën horen) en enkele andere soorten. Voor de meeste andere schimmels is een maximum van 100 KVE/m<sup>3</sup> gegeven, terwijl voor bacteriën (anders dan de specifieke soorten) een waarde van 200 KVE/m<sup>3</sup> zou gelden <sup>[28]</sup>. Hoewel deze richtlijnen nog geen officiële status hebben, is het zeker aan te bevelen bij dergelijke meetwaarden nauwkeurig na te gaan welke organismen in de lucht aanwezig zijn, bronnen daarvan op te sporen en te beperken.

### Voor- en nadelen

Het gebruik van de Anderson sampler levert waardevolle informatie over de aantallen en hoeveelheden van micro-organismen in de lucht. De efficiëntie is erg goed en de organismen overleven de impact met de voedingsbodem nagenoeg allemaal. De meting duurt 10 minuten, dus er is sprake van enige uitmiddeling bij piekbronnen. De apparatuur (pompjes) is tamelijk lawaaierig. De resultaten zijn na twee tot vier dagen beschikbaar. Telwerk is een klus.



*Voedingsbodem na blootstelling in de Anderson Sampler. Te herkennen zijn de indrukken die gemaakt zijn door de luchtstroming, enkele witte en gele kolonies en de zwarte letters die door de leverancier op de bodem zijn geprint*

## Tips and tricks

- Meet bij voorkeur ook de luchtvochtigheid, omdat die invloed heeft op hoeveel organismen er in de lucht aanwezig zijn en hoe levensvatbaar die zijn.
- Rapporteer ook de activiteiten en drukte (aantal mensen per ruimte of vierkante meter). Hoge meetwaarden laten zich daardoor verklaren. Meestal gaat het dan om onschuldige organismen.
- Corrigeer voor dubbeltellingen, twee kolonievormers die toevallig op één plekje zijn geland.
- Meet ook buiten, achtergrond in rust. Rapporteer temperatuur en luchtvochtigheid.
- Loop niet rond met de teller, blijf op afstand, anders meet je je eigen deeltjeswolk.
- Op afstand aan te schakelen systemen hebben de voorkeur. Hanteer anders een vast werkpatroon.
- Zorg voor voldoende herhalingsmetingen. Om het effect van ingrepen aan te tonen zijn tientallen metingen nodig.
- Protocolleer of registreer activiteiten exact.



## Fact sheet Microbiologische metingen in de lucht

Uitvoeringsvorm	Anderson sampler	RCS sampler
<b>Wat wordt gemeten</b>	Aantal micro-organismen in een volume lucht	Aantal micro-organismen in een volume lucht
<b>Kwantificering</b>	Ja	Ja
<b>Normering</b>	Nee, wel streefwaarden	Nee, wel streefwaarden
<b>Meetbereik</b>	0-10000 KVE/m <sup>3</sup>	0-10000 KVE/m <sup>3</sup>
<b>Reproduceerbaarheid</b>	tientallen procenten	tientallen procenten
<b>Snelheid (geschat)</b> - meting opzetten - meettijd - resultaat	uur 10 minuten na 2-4 dagen	uur 10 minuten na 2-4 dagen
<b>Kosten</b> - apparaatuur - voedingsbodems	enkele duizenden euro's minder dan een euro per stuk	enkele duizenden euro's minder dan een euro per stuk
<b>Automatiseerbaar</b>	Nee	Nee
<b>Uitvoerbaarheid</b> - draagbaar  - veilig voor mens en materiaal - geschikt voor alle afwerk-materialen - complexiteit	Nee  Ja Ja  Opzet en interpretatie vereist deskundigheid	Kan, niet aan te raden tijdens meting Ja Ja  Opzet en interpretatie vereist deskundigheid
<b>Bonus</b>	Kan ook info opleveren over soort micro-organismen	Kan ook info opleveren over soort micro-organismen
<b>Bronnen</b> - apparaatuur  - informatie	Overleg met arbodienst, specialistische labs Overleg met deskundig laboratorium <sup>[29]</sup>	Biotest (UK), arbodiensten, specialistische labs Overleg met deskundig laboratorium



# DEEL 5

## BRONNEN



# Hoofdstuk 5: Literatuuroverzicht

## 5.1 Algemeen

- [1] A.E. Duisterwinkel, De ontwikkeling van een methode voor monsternamen en analyse van vervuiling op plafondplaten, VSR, Tilburg, oktober 1997
- [2] W.E. van der Linden, Diktaat Chemische Analyse, Universiteit Twente, Enschede, september 1981
- [3] Paul J. Liroy, Natalie C.G. Freeman and James R. Millette, Dust: A Metric for Use in Residential and Building Exposure Assessment and Source Characterization, *Environmental Health Perspectives* 110 (10), October 2002, p 969 – 983
- [4] Guideline 875.2300, PART B, Chapter 6, Indoor Surface Residue Dissipation, Pest Management Regulatory Agency (PMRA), Canada
- [5] M.H.M. Spitteler, Schoonmaakonderhoud en Stof II, VSR, Tilburg, augustus 1989
- [6] M.H.M. Spitteler, Haalbaarheidsstudie Tapijtonderzoek, VSR, Tilburg, november 1989
- [7] M.J. Terpstra, J.W. Geesink, M.H.M. Spitteler, Onderzoek naar de werking van de stansmethode, VSR, Tilburg, maart 1990
- [8] M.J. Terpstra, J.W. Geesink, C.M. Görtz, Onderzoek naar de effectiviteit van stofzuigen, wissen, rolfegen en zwabberen op vijf verschillende harde vloerooppervlakken, VSR, Tilburg, oktober 1992
- [9] H. Smits, C.M. Görtz, J.W. Geesink, Vergelijkend onderzoek tussen sproeireinigen en klamvochtig reinigen; vooronderzoek, VSR, Tilburg, november 1993
- [10] A.E. Duisterwinkel, Evaluatie microvezeldoekjes, VSR, Tilburg, oktober 1997

## 5.2 Visueel

- [11] [www.vsr-org.nl](http://www.vsr-org.nl)  
VSR Praktijkrichtlijn VSR-PR-1-0 VSR-Kwaliteitsmeetsysteem, VSR, Tilburg, april 2008  
Handleiding Kwaliteitsmeetsysteem VSR-KMS, VSR en SSK, Tilburg, december 2003

### 5.3 Bemonstering

- [12] Rauno Holopainen, Dust in ventilation ducts: Accumulation, measurement and removal, Ph.D. thesis, Helsinki, maart 2004; Rauno Holopainen, Vesa Asikainen, Pertti Pasanen and Olli Seppänen, The Field Comparison of Three Measuring Techniques for Evaluation of the Surface Dust Level in Ventilation Ducts, *Indoor Air* 2002; 12: 47-54
- [13] Eija Pesonen-Leinonen, Determination of cleanability of plastic surfaces, Ph.D. thesis, Helsinki, oktober 2005; E. Pesonen-Leinonen, S. Tenitz, A.-M. Sjöberg, Surface dust contamination and perceived indoor environment in office buildings, *Indoor Air* 2004; 14: 317-324
- [14] Jan Kildesø, Lars Tornvig, Peder Skov and Thomas Schneider, An Intervention Study of the Effect of Improved Cleaning Methods on the Concentration and Composition of Dust, *Indoor Air* 1998; 8: 12-22.
- [15] Henk Otto, mondelinge communicatie

### 5.4 Zuigen

- [16] M.A. Byrne, Suction methods for assessing contamination on surfaces, *Annals of Occupational Hygiene*, Vol. 44 Nr. 7, 2000, p 523-528
- [17] J.W. Roberts, W. Han, and M.G. Ruby, Evaluation of Dust Samplers for Bare Floors and Upholstery, EPA/600/SR-96/001 March 1996

### 5.5 Microbiologische metingen

- [18] PBO-blad, jaargang 54 (10), 27 februari 2004, Besluit Protocolen Hygiënevoorschriften Pluimveehouderij 1 999, bijlage III Uitvoering Hygiëne-onderzoeken en bijlage IV, Uitvoering onderzoek op de aanwezigheid van Salmonella en/of Campylobacter. (swab-onderzoek)
- [19] K. Bouma, F. Dannen, J.M. Nab-Vonk, A.M. Bruijn-Mulder, Hygiëne van ballenbakken, Rapport nummer: NDTOY005/01, Keuringsdienst van Waren, Regionale dienst Noord, Groningen, juni 2002
- [20] Agnes W. Brokerhof, Bert van Zanen en Arnold den Teuling, Pluis in Huis, Geïntegreerde bestrijding van schimmels in archieven, Uitgave Instituut Collectie Nederland, Herziene webversie, juli 2003

## 5.6 ATP-meting

- [21] M.J. Terpstra, J.W. Geesink, Vergelijking tussen twee kwaliteitmeetsystemen voor het schoonmaakonderhoud: "De ATP meting" en "Het VSR-Kwaliteitsmeet-systeem", VSR, Tilburg, juli 1991
- [22] Katrien Hoogsteyns, ing. Liesbet Pauls en ir. Myriam Meyers, Hygiëne controle van oppervlakken via ATP-bioluminescentie, Vergelijking van in beschikbare apparatuur voor oppervlakte ATP metingen, KU Leuven , 4 mei 2005; Ilse Palmans, L. Pauls, M. Meyers, Gebruik en vergelijking van 3 verschillende ATP bioluminescentiemeters in keuken van de KHLim, KH Limburg, Leuven, 2005; Liese Hoskens, Effectiviteit van de verificatie van de reiniging, Twee praktijk-cases, KH Limburg, Leuven, praktijkjaar 2005-2006
- [23] Anoniem, Schimmels op het spoor, CNC-Testrapport, 's-Gravenhage, 1992

## 5.7 Acares®

- [24] A.E. Duisterwinkel, Vaknieuws 3, Gezond schoonmaken, een programma voor betere hygiëne van de werkplek, VSR, Tilburg, 2004

## 5.8 Sneltesten

- [25] [www.ukmeat.org/surfaces.htm](http://www.ukmeat.org/surfaces.htm), ingezien juni 2007
- [26] Ginny Moore and Chris Griffith, Hygiene checks, the next Generation, International Food Hygiene - Volume 73 (7), p15,17

## 5.9 Stroefheid

- [27] Infoblad 106, SBR, Rotterdam, 14 november 2002

## 5.10 Micro-organismen in de lucht

- [28] L. Haans, A.C. Boerstra, Biologische agentia in het binnenmilieu, Serie Praktijkboek Gezonde Gebouwen, ISSO/SBR, Rotterdam, juni 2005
- [29] A.E. Duisterwinkel, Argeloze Chemisch Technoloog versus micro-organismen in de lucht, NVVA 2006, zie [www.arbeidshygiene.nl/UserFiles/File/symposium06/1A%20Normen%20en%20Meetmethoden%20Anton%20Duisterwinkel.pdf](http://www.arbeidshygiene.nl/UserFiles/File/symposium06/1A%20Normen%20en%20Meetmethoden%20Anton%20Duisterwinkel.pdf)

