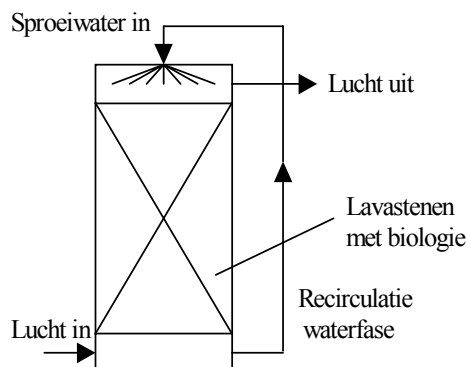


1. Theorie

Lavafilters en biofilters worden veelvuldig gebruikt bij luchtbehandelingsvraagstukken. Doordat in vervuilde lucht in het algemeen een variëteit aan verschillende componenten aanwezig is, is een keuze voor alleen 1 lavafilter of 1 biofilter vaak niet voldoende. Derhalve ligt een combinatie van verschillende processen voor de hand. De processen die plaats vinden in lavafilters of biofilters zijn biologisch. Ieder organisme heeft zijn eigen voorkeur voor procesomstandigheden. Vooral pH, temperatuur en substraat spelen een grote rol. Tevens is de stofoverdracht van belang zodat de vervuilende component bij de bacterie in de waterfase kan komen. De Stofoverdracht voor verschillende componenten is voor verschillende componenten ook weer afhankelijk van de pH en de vloeistofsamenstelling. Hieronder wordt eerst het principe van een lavafilter en een biofilter besproken waarna in hoofdstuk 2 verder op het concept wordt ingegaan.

1.1 lavafilter

Het principe van een lavafilter (fig.1 en 2) is gebaseerd op recirculatie van de vloeistoffase over een vast medium, in dit geval lava. Door de eigenschappen van het filter is het mogelijk voor micro-organismen om zich vast te hechten aan het medium.(fig. 3) De afgassen passeren het filterbed van onderuit naar boven. Om voldoende vocht voor de micro-organismen te creëren wordt er vloeistof met eventuele nutriënten over het filter gesproeid. Voordeel boven een conventioneel biotrickling filter is dat het niet altijd nodig is om nutriënten toe te voegen aan het filter, de lavastenen zorgen voor een beperkte toevoeging van nutriënten zoals Micro- en sporen elementen (zie tabel 1 voor chemische samenstelling).



Figuur 1: Principe werking lavafilter

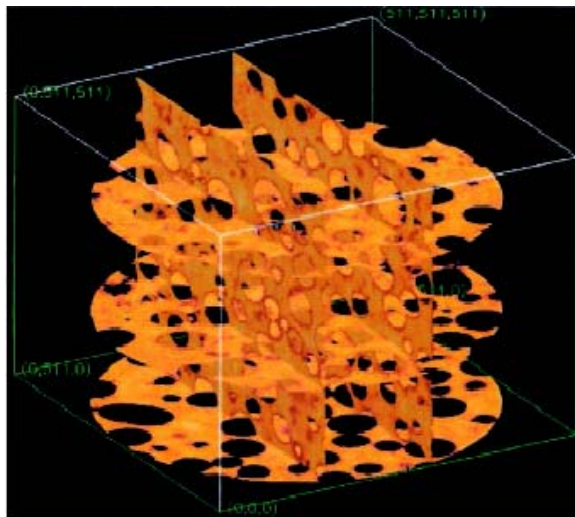
Figuur 2: Lavafilters in gebruik.



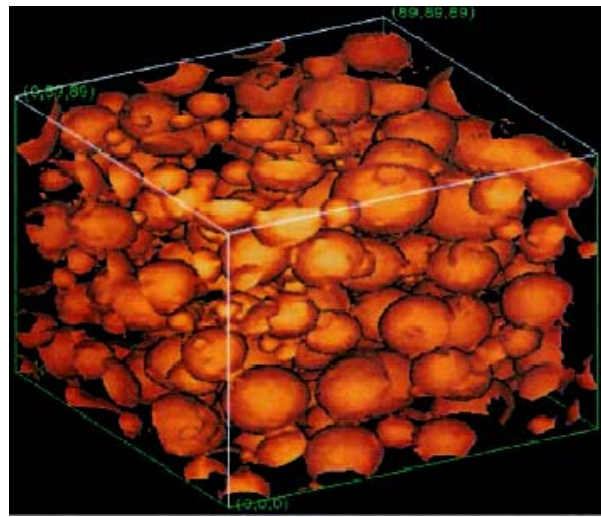
Figuur 3: Lavafiltermateriaal

Tabel 1: Chemische samenstelling procentueel van verschillende soorten lavagesteente

	Basalt	Andesite	Dacite	Rhyolite	Trachyte
SiO ₂	49.20	57.94	65.01	72.82	61.21
TiO ₂	1.84	0.87	0.58	0.28	0.70
Al ₂ O ₃	15.74	17.02	15.91	13.27	16.96
Fe ₂ O ₃	3.79	3.27	2.43	1.48	2.99
FeO	7.13	4.04	2.30	1.11	2.29
MnO	0.20	0.14	0.09	0.06	0.15
MgO	6.73	3.33	1.78	0.39	0.93
CaO	9.47	6.79	4.32	1.14	2.34
Na ₂ O	2.91	3.48	3.79	3.55	5.47
K ₂ O	1.10	1.62	2.17	4.30	4.98
P ₂ O ₅	0.35	0.21	0.15	0.07	0.21



Figuur 4: Beeldvlakken door lavamonster

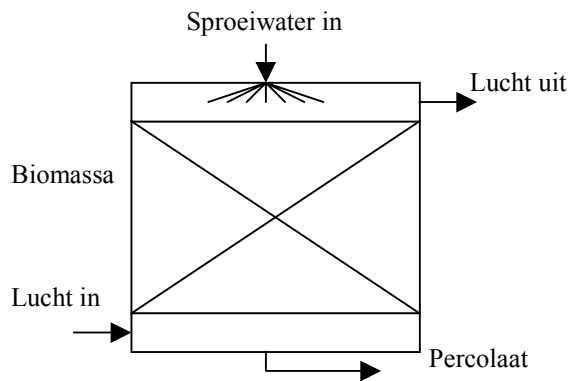


Figuur 5: Gereconstrueerde 3D beelden van holtes in lavamonster

Een verder voordeel van lavagesteente is het hoge specifieke oppervlak. In figuur 4 en 5 is goed te zien dat dit soort lavagesteente een grote porositeit bezit en derhalve veel ruimte creëert voor bacteriën om aan te hechten. In een dergelijk lavafilter worden zowel aërobe, anoxische als anaërobe zones gecreëerd zodat een diversiteit aan afbraakmechanismen aanwezig zijn.

1.2 biofilter

Biofilters worden al vele jaren toegepast voor het reinigen van afgassen. Het principe (fig. 6) van een biofilter (fig. 7) is gebaseerd op een medium van organisch materiaal (turf, kokos, compost) dat gebruikt wordt als dragermateriaal voor micro-organismen. Tevens zorgt het filtermateriaal voor de benodigde nutriënten. De ingaande luchtstroom moet 100% vochtig zijn. Daarvoor kan men een bevochtiger gebruiken. De lucht wordt bijvoorbeeld van onder het filter toegevoerd en komt gereinigd weer uit het filter. Het filter is niet bestand tegen verzurende stoffen. Hierdoor kan versnelde mineralisatie plaatsvinden van het biofiltermateriaal.



Figuur 6: Principe biofilter

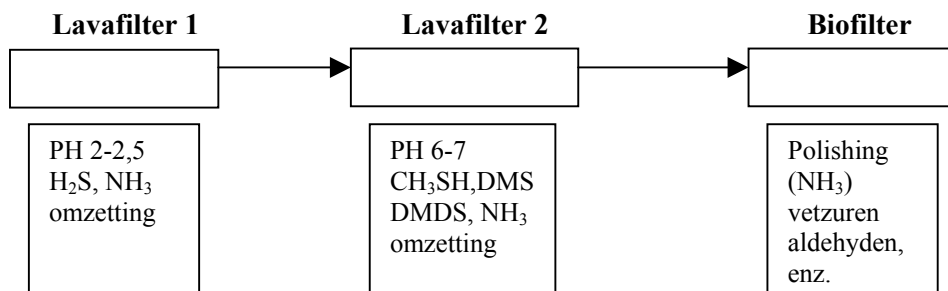


Figuur 7: Biofilter in werking

Er zijn verschillende soorten bacteriën voor de afbraak van verschillende stoffen nodig. In het biofilter komt een diverse variëteit aan bacteriën en schimmels voor. Door de aanwezigheid van afbreekbaar organisch afbreekbaar materiaal kunnen heterotrofe bacteriën ook bij lange tijd van lage belasting in stand blijven. Tevens daar het biofilter uit organisch materiaal bestaat kunnen hydrofobe componenten makkelijker worden opgenomen en uiteindelijk door bacteriën worden afgebroken.

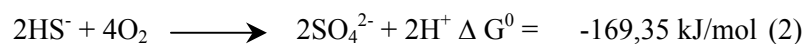
2. Concept

Het concept bestaat uit 2 lavafilters en 1 biofilter. Ter verduidelijking staat hieronder een schema van de verschillende filters met de belangrijkste processen en procesomstandigheden in een overzicht:



2.1 Eerste lavafilter

Het eerste lavafilter is bedoeld voor de afbraak van H₂S in het filter. De afbraak van H₂S vindt voornamelijk plaats door kleurloze zwavelbacteriën zoals de *Thiobacillus* soort. Er vinden twee soorten reacties plaats in het lavafilter. Onder zuurstofrijke omstandigheden wordt H₂S omgezet in SO₄²⁻. Onder zuurstoflimiterende omstandigheden wordt H₂S omgezet in elementair zwavel. De reacties zijn als volgt:



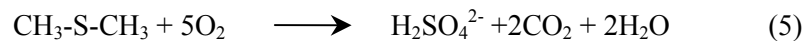
1. Opname vanuit de lucht naar de waterfase naar verdeling dissociatie-evenwicht.
2. Sulfide wordt omgezet in sulfaat in overmaat van zuurstof.
3. Sulfide wordt onder zuurstoflimitering omgezet in elementair zwavel.

4. Sulfide wordt onder verminderde biologische activiteit omgezet in thiosulfaat.

Zoals te zien is in vergelijking 2 zal er onder normale omstandigheden in het filter sulfaat gevormd worden, wat betekent dat het filter verzuurt. Het is daarom nodig om gebruik te maken van acidofiele bacteriën zoals de *Thiobacillus* soort, welke ook bij een lage pH kunnen werken.

2.2 Tweede lavafilter

De afbraak van mercaptanen in een lavafilter vindt voornamelijk door de *Hyphomicrobium* soort plaats. De reactie voor de afbraak van DMS is als volgt:



5. Omzetting van DMS door *Hyphomicrobium* soort

Uit vergelijking 5 blijkt dat de omzetting van een mercaptaan ook zorgt voor verzuring van het filter, door vorming van sulfaat. De soort die zorgt voor de omzetting van deze stof behoort niet tot de acidofielen. Om deze soort toch juist te laten werken moet de pH worden gehanteerd op pH 6, anders stopt de omzetting.

Componenten zoals methaanthiol en andere zure componenten (vetzuren) worden nauwelijks in de waterfase opgenomen doordat de pH zorgt voor een restrictie in de diffusie. Bij een hogere pH ligt het dissociatie-evenwicht anders waardoor deze componenten sneller en meer in de vloeistof kunnen worden opgenomen. Dit zorgt voor een optimalere bereikbaarheid van de componenten voor bacteriën

2.3 Biofilter

Na de twee lavafilters kunnen nog eventueel aanwezige vervuilingen in het biofilter worden verwijderd. In tegenstelling tot de lavafilters is het moeilijker om in het biofilter de pH te reguleren. Het is daarom van belang de meeste vervuiling in de lavafilters af te breken en daarna het biofilter gebruiken voor de laatste stap. Wanneer alleen een biofilter wordt gebruikt is een versnelde verzuring waarneembaar. Dit zorgt wederom voor een slechtere werking.

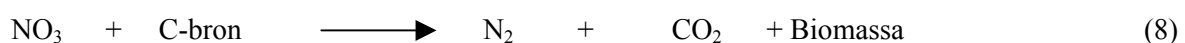
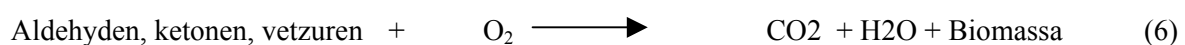
Het overgrote deel aan bacteriën die te vinden zijn in biofiltermateriaal worden hieronder aangegeven:

Bacteriën

- *Bacillus* soorten
- *Streptomyces*
- *Pseudomonaden*
- *Nitrosomonas*
- *Thiobacillus*
- *Na enting hypomicrobium*.

Bruine en witte schimmels:

- *Doratomyces*
- *Fusarium*



6. Omzetting van aldehyden, ketonen en vetzuren in CO₂, H₂O en biomassa
7. Nitrificatie van ammoniak en andere stikstofverbindingen in HNO₂, salpeterzuur
8. Denitrificatie van nitraat en nitriet.

Ook bij lage belastingen kunnen bacteriën in een biofilter makkelijker overleven en dominant blijven. Dit komt voornamelijk daar organisch afbreekbaar materiaal aanwezig is. Tevens zorgen verschillende bacteriën en schimmels voor een vezelnetwerk van bacteriën en schimmels waarin makkelijker hydrofobe componenten kunnen worden opgenomen. Tevens zorgt dit netwerk voor een uitermate goed en groot uitwisselingsoppervlak met de lucht.

3. Conclusie

Om vergaande verwijdering van verschillende componenten te realiseren is het noodzakelijk om verschillende processtappen te doorlopen. Vooral bij situaties waar lage eindconcentraties gewenst zijn. Tevens wordt voorkomen dat verschillende componenten worden omgezet in andere eindproducten die nog meer stankoverlast veroorzaken of nog moeilijker te verwijderen zijn. Derhalve is het boven omschreven concept uitermate goed geschikt om vergaande geurverwijdering te creëren