

Thermofiele biologische zuivering van hete afvalgassen

Tot voor enkele jaren werd aangenomen dat de mogelijkheden van biologische luchtzuivering beperkt blijven tot luchtstromen waarvan de temperatuur zich situeert tussen de 15 en 40°C. De voorbije 15 jaar werd evenwel aangetoond dat ook voor de behandeling van hete luchtstromen biologische luchtzuiveringstechnieken zoals biofiltratie en biowasfiltratie met succes kunnen worden ingezet. Eens te meer verrassen de micro-organismen ons met hun ongebreidelde flexibiliteit!

► Hete afvalgassen

Er zijn diverse processen waarbij door het koken, drogen, hygiëniseren of via een andere thermische behandeling van organisch materiaal een geurbeladen afvalgas wordt gevormd dat dient behandeld te worden. Denken we hierbij ondermeer aan voedings- en destructiebedrijven, slibdrooginstallaties, graanextruders, olieslagerijen,... Daarnaast kunnen ook ondermeer bij het thermisch behandelen van textiel (vb. backing van tapijt) en bij bepaalde chemische processen hete afvalgassen ontstaan die wegens hun hoge geur- of solventbelading dienen behandeld te worden.

Indien deze luchtstromen moeten gezuiverd worden en verbrandingstechnieken wegens de geringe pollutieconcentraties economisch niet rendabel zijn, worden dergelijke luchtstromen veelal eerst gekoeld via warmtewisselaars of door bijmenging van buitenlucht, en dit teneinde ze behandelbaar te maken via de klassieke luchtzuiveringstechnieken (biofiltratie, adsorptie, wassing,...). In de praktijk is het realiseren van warmterecuperatie technisch (stof, vet) of economisch niet steeds haalbaar, zodat tot voor kort veelal werd gekozen voor het verdunnen van deze hete afvalgassen, waardoor een veel grotere te behandelen luchtstroom ontstaat. Voor een hete luchtstroom van 10 000 m³/h (85°C, 35% RV) dient bijvoorbeeld reeds 20 000 m³/h buitenlucht (20°C, 60% RV) bijgevoegd te worden ten einde een mengstroom te bekomen met een natteboltemperatuur van 37°C. Indien deze lucht via klassieke biofiltratie dient behandeld te worden, betekent deze koeling via verdunning een verdrievoudiging van het vereiste reactorvolume, en dus een beduidende verhoging van de investeringskost en benodigde ruimte!

De voorbije 15 jaren werd evenwel aangetoond dat hete afvalgassen ook zonder voorafgaande koeling op een biologische manier kunnen worden gezuiverd, met name via thermofiele biologische luchtzuivering. Ook Trevi realiseerde de voorbije jaren met succes diverse thermofiele biologische luchtzuiveringsinstallaties volgens dit concept. Een woordje uitleg.

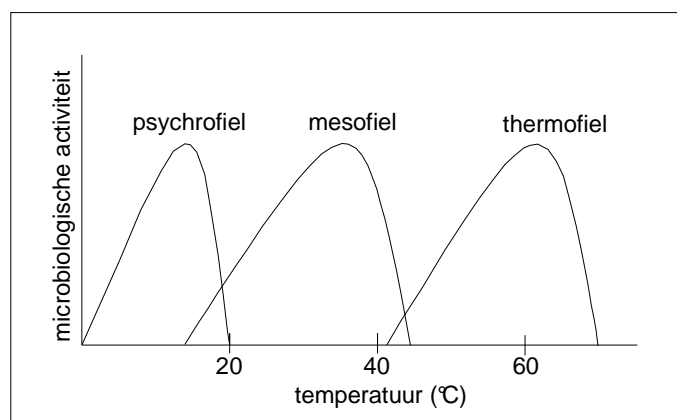
► Thermofiele micro-organismen

In Figuur 1 wordt de microbiologische activiteit van diverse groepen micro-organismen weergegeven in functie van de temperatuur. De micro-organismen die actief zijn in de 'klassieke'

biologische luchtzuiveringsinstallaties behoren veelal tot de mesofielen en hebben een optimale activiteit bij temperaturen tussen 20 en 40°C. Binnen dit temperatuurstraject wordt dikwijls aangenomen dat de biologische activiteit ruwweg verdubbelt bij een temperatuurstijging met 10°C, en dit tot bij het maximum van 37°C.

Bij hogere temperaturen kunnen thermofiele micro-organismen de werking van hun mesofiele collega's evenwel overnemen. Thermofielen zijn micro-organismen met een optimale groeitemperatuur die hoger ligt dan 45°C. De maximale temperatuur voor deze micro-organismen situeert zich rond de 70°C, zodat de mogelijkheden van thermofiele biologische luchtzuivering beperkt blijven tot luchtstromen met een natteboltemperatuur beneden de 70°C. Bemerkt evenwel dat de meeste van de hogervermelde hete luchtstromen uit de industrie een gering relatief vochtgehalte hebben en dus zelden een natteboltemperatuur vertonen die hoger ligt dan 70°C. Dit betekent dat de temperatuur van de meeste van deze hete luchtstromen via eenvoudige bevochtiging snel kan worden gekoeld tot binnen het thermofiele gebied (40-70°C).

Uit Figuur 1 volgt trouwens dat ook bij temperaturen beneden 10°C microbiologische activiteit niet uitgesloten is. Zo wordt in de literatuur meldingen gemaakt van succesvolle biologische luchtzuivering bij luchttemperaturen tussen 0°C en 10°C. Dit is het werkingsgebied van de psychrofiële micro-organismen. Bemerkt dat er trouwens diverse biologische luchtzuiveringsinstallaties operationeel zijn in de Scandinavische landen.



Figuur 1. Optimale temperatuursgebied voor diverse groepen micro-organismen

► Thermofiele biologische luchtzuivering

De voorbije jaren werden zowel voor biofilters, biowasfilters als biowassers thermofiele uitvoeringen gerealiseerd. In de praktijk blijkt immers voor de meeste vluchtige stoffen een thermofiel micro-organisme te bestaan dat zich snel zal ontwikkelen in de bioreactor. Ook voor hete solventhoudende luchtstromen (vb. benzeen, toluene) zijn succesvolle toepassingen vermeld. In tegenstelling tot de mesofiele installaties waar de microbiologische afbraak wordt gerealiseerd door bacteriën, schimmels, gisten of een mengsel van deze, valt bij thermofiele reactoren veelal de dominantie van bacteriën op.

Thermofiele bioreactoren blijken een aantal belangrijke voordelen te hebben tov. de klassieke mesofiele uitvoeringen. Zo volgt uit Tabel 1 dat onder thermofiele omstandigheden veelal hogere eliminatiecapaciteiten worden bekomen dan onder mesofiele omstandigheden. Het effect is evenwel sterk pollutantspecifiek. Zo stijgt de eliminatiecapaciteit van een biofilter voor benzeen tot een factor 6 bij thermofiele bedrijfsvoering, terwijl voor xyleen een halvering in eliminatie wordt

geconstateerd. Het relatief belang van de wijziging in microbiologische activiteit tov. de verandering in massatransfer bij toenemende temperatuur bepalen het finale effect. In de meeste gevallen zal evenwel het vereiste reactorvolume onder thermofiele omstandigheden geringer zijn dan onder mesofiele omstandigheden.

Tabel 1. Maximale eliminatiecapaciteit (EC_{max}) voor een aantal vluchtige organische stoffen in bioreactoren onder mesofiele en thermofiele omstandigheden

verbinding	mesofiele bedrijfsvoering EC_{max} (g/m ³ .h)	thermofiele bedrijfsvoering EC_{max} (g/m ³ .h)	referentie
BTEX	188	218	Mohammad et al., 2007
methanol	85	120	Kong et al., 2001
α -pineen	35	75	Kong et al., 2001
isobutyraldehyde	97	139	Luvsanjamba, 2008
dimethylsulfide	75	45	Luvsanjamba, 2008
pentanon	53	63	Luvsanjamba, 2008

Bijkomend voordeel van thermofiele bedrijfsvoering is de geringere biomassa-accumulatie. De drukval in biologische luchtzuiveringsinstallaties zal dus minder snel oplopen onder thermofiele omstandigheden dan onder mesofiele omstandigheden. Daarnaast zal voor de behandeling van vetrijke luchtstromen vetafzetting en verstopping minder snel problematisch worden.

Een courante vraag bij het ter sprake brengen van thermofiele biologische luchtzuivering is de mate van inactivatie van de biomassa in perioden met lagere temperatuur (weekends, periode tussen 2 batchprocessen,...). In de praktijk blijkt dit geen probleem te zijn voor kortdurende perioden. Enkel bij langere perioden van inactiviteit (vb. na verlofperiode van enkele weken) kan na heropstart tijdelijk (enkele uren tot enkele dagen) een verminderd rendement worden genoteerd.

Vanzelfsprekend zijn er ook een aantal aandachtspunten te melden. Zo zal bij biofilters veelal een snellere degradatie van het biofiltermateriaal worden vastgesteld onder thermofiele omstandigheden, zodat de standtijd van het biofiltermateriaal korter wordt. Daarnaast dient bij thermofiele biofiltratie een verhoogde aandacht besteed te worden aan het goed vochtig houden van het biofiltermateriaal, en dit aangezien de kans op uitdroging en preferentiële kanaalvorming hier beduidend groter is. Dit kan dan wel worden vermeden door het downflow bedrijven van de biofilter (lucht van boven naar onder). Alternatief kan worden gekozen voor biowasfiltratie, waarbij tengevolge het rondpompen van een wasvloeistof over een synthetische drager uitdroging vanzelfsprekend geen item is.