

## OPTIMALISATIE VAN BIOLOGISCHE LUCHTZUIVERING VIA COMBINATIE MET NIET-BIOLOGISCHE TECHNIEKEN

*Biologische luchtzuiveringstechnieken worden reeds wijd verspreid toegepast in de industrie, en dit ondermeer voor de behandeling van geur- en VOS-beladen luchtstromen. In wat volgt wordt geïllustreerd dat een doordachte combinatie van niet-biologische met biologische luchtzuiveringstechnieken voor een duidelijke synergie kan zorgen en aldus het toepassingsdomein en de performantie van deze biotechnieken nog beduidend kan verhogen.*

### ► Inleiding

Bij biologische luchtzuivering worden vluchtige componenten overgebracht van de gasfase naar een waterfase en vervolgens biologisch afgebroken in een biofilm (biofilter of biowasfilter) of in een suspensie van micro-organismen (biowasser). In essentie zijn er dus 2 belangrijke voorwaarden voor toepassing van biologische luchtzuiveringstechnieken, nl. de pollutent moet enigszins oplosbaar zijn in water én moet biologisch afbreekbaar zijn.

Met betrekking tot de wateroplosbaarheid wordt over het algemeen gesteld dat toepassing van biologische luchtzuiveringstechnieken beperkt blijft tot componenten met een Henry-constante die lager is dan 1 à 10, wat de behandeling van bijvoorbeeld alkanen en alkenen grotendeels zou uitsluiten.

Met betrekking tot de biodegradeerbaarheid is het zo dat sommige verbindingen enkel anaëroob (vb. perchloorethyleen) of via cometabolisme (vb. trichloorethyleen) worden afgebroken. Daarnaast vergt de biologische verwijdering van sommige moeilijk afbreekbare vluchtige stoffen een zeer lange opstartfase.

We vermelden hier tenslotte ook dat het voorkomen van piekconcentraties aan een bepaalde pollutent in de luchtstroom tevens voor een toxisch effect kunnen zorgen, en aldus de biologische werking kan remmen.

De laatste jaren wordt meer en meer duidelijk dat een aantal van deze tekortkomingen kunnen weggewerkt worden via doordachte combinatie van biologische met fysische en/of chemische luchtzuiveringstechnieken. Hieronder volgt een overzicht van enkele mogelijkheden waarbij de niet-biologische technieken vóór de biologische worden geschakeld.

### ► Selectieve verwijdering van een sterk geconcentreerde pollutent

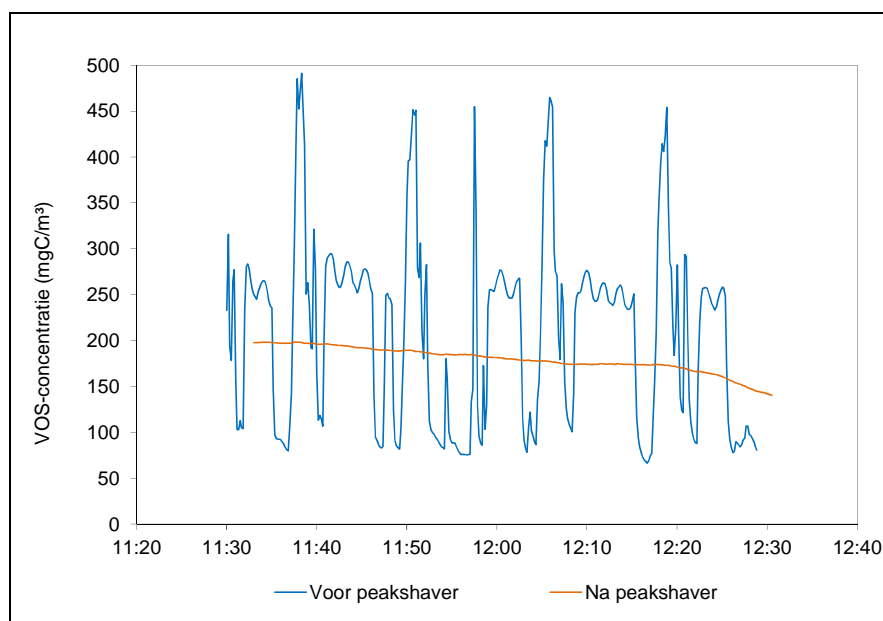
Een aantal geurhoudende luchtstromen zijn typisch beladen met één specifieke pollutent in een hoge (10 tot 1000 mg/m<sup>3</sup>) concentratie en dit naast een uitgebreide reeks aan vluchtige stoffen in veel lagere (µg/m<sup>3</sup>) concentraties. Gekende voorbeelden zijn de aanwezigheid van ammoniak (NH<sub>3</sub>) in composteringslucht, waterstofsulfide (H<sub>2</sub>S) in de niet-condenseerbare dampen van destructiebedrijven en waterstofchloride (HCl) bij hydrolyseprocessen. Waterstofsulfide en ammoniak zijn goed behandelbaar in een bio(was)filter, maar hun aanwezigheid in hoge concentraties zal wel een duidelijke impact hebben op de vereiste dimensionering van de biologische installatie. Waterstofchloride zal zorgen voor een snelle verzuring van de bio(was)filter en aldus de biologische werking stilleggen.

In sommige gevallen kan een combinatie van 2 biologische technieken een oplossing bieden, zoals voor de behandeling van afgassen met zowel waterstofsulfide als vluchtige organische zwavelverbindingen (VOZ). Teneinde voor zowel de zuurminnende  $H_2S$ -oxiderende micro-organismen als de zuurvrezende VOZ-afbrekers de optimale leefomstandigheden te creëren, is de combinatie van een biowasfilter of lavafilter en een nageschakelde biofilter hier aangewezen.

In diverse andere gevallen is het veelal noodzakelijk om een chemische wasser te voorzien die dan selectief de betreffende pollutant verwijdert vooraleer de lucht wordt behandeld in de biologische luchtzuivering. Voor ammoniak wordt hierbij dan een zure wasser voorzien terwijl voor waterstofsulfide een alkalische wasser of een oxidatieve wasser met  $H_2O_2$  is aangewezen. Voor de verwijdering van VOZ is een oxidatieve wasser met  $HOCl$  het meest efficiënt.

## ► Peakshaving

In sommige luchtstromen wordt de pollutant vrijgesteld in sterk schommelende (factor 10 tot 100) concentraties. Een gekend voorbeeld hiervan zijn de afgezogen dampen van spuitcabines. Dimensionering van de biologische luchtzuiveringsinstallatie op basis van de piekconcentraties zou ook in dit geval resulteren in zeer grote en dus dure installaties. Het voorschakelen van een peakshaver kan in dit geval resulteren in heel wat kostenbesparing. Een peakshaver bestaat in essentie uit een geschikt adsorbens dat de pollutant tijdelijk zal adsorberen tijdens de piekconcentratie én vervolgens deze geadsorbeerde pollutant ook geleidelijk terug zal desorberen. In Figuur 1 wordt geïllustreerd dat een geschikte peakshaver kan zorgen voor een nagenoeg volledige uitvlakking van de piekconcentraties, met als gevolg dat de nageschakelde biologische installatie veel compacter kan worden uitgevoerd en dat de microbiologie zich niet 'verslikt' in deze pieken.



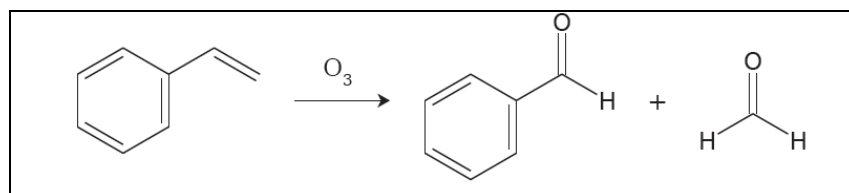
Figuur 1. Illustratie van het effect van peakshaving op de VOS-concentratie (tolueen)

## ► Partiële oxidatie

Voor sommige pollutanten kan een geschikte voorbehandeling van de luchtstroom er voor zorgen dat de pollutanten worden omgezet in partiële afbraakproducten die gezien hun chemische aard veel beter wateroplosbaar en/of biologisch afbreekbaar zijn. Hiervoor komen voornamelijk een aantal recente technologieën zoals foto-oxidatie, ozonisatie en non-thermal-plasma aan bod.

Veelal zijn deze technieken veel te duur om te komen tot een volledige mineralisatie van de pollutant op zich. Een 'milde' voorbehandeling van de luchtstroom via deze technieken in combinatie met een biologische nabehandeling kan hier een veel economischere oplossing bieden.

Eén van de meest eenvoudige manieren om deze partiële oxidatie te bekomen is de injectie van ozon in de te behandelen luchtstroom. Zo zal styreen onder invloed van ozon snel geoxideerd tot verbindingen met een Henry-constante die een factor 100 (benzaldehyde) tot 10 000 (formaldehyde) lager is dan deze van styreen (zie Figuur 2). In eigen onderzoek werd vastgesteld dat op deze manier het vereiste biofiltervolume om een optimale styreenverwijdering te bekomen meer dan gehalveerd kon worden. Ook ondermeer voor alkenen, acrylaten, terpenen en amines kan een vergelijkbaar effect worden vastgesteld.



*Figuur 2. Partiële oxidatie van styreen via ozon*

Opvallend is dat ook voor vluchtige verbindingen die niet onderhevig zijn aan rechtstreekse chemische oxidatie met ozon toch nog een positief effect kan worden vastgesteld in de biologische luchtzuiveringsinstallatie bij voorafgaande ozoninjectie. De verklaring hiervoor is in dit geval enerzijds een directe stimulatie van de biologische activiteit door ozon en anderzijds een verbeterde massatransfer tengevolge de reductie van het gehalte aan extracellulaire polymeren in de biofilm.

Gelijkaardige effecten kunnen worden bekomen via voorbehandeling van de lucht met UV-C (veelal 185 nm), en dit ondermeer voor toluen en xyleen. Ook in dit geval worden na de UV-behandeling een reeks afbraakproducten zoals aldehyden teruggevonden, die beduidend gemakkelijker kunnen worden verwijderd in een nageschakelde bio(was)filter in vergelijking met de oorspronkelijke molecule. Ook een milde non-thermal-plasma behandeling van toluenbeladen lucht resulteert in de vorming van een aantal hydrofiele afbraakproducten, zoals alcoholen, aldehyden en organische zuren.

De voorbije jaren is er tevens heel wat onderzoek verricht naar de behandeling van vluchtige organische chloorverbindingen zoals trichlooretheen en dichloorethaan. Gezien de lage bindingsenergie van de C-Cl binding worden hiervoor ondermeer processen zoals fotolyse en O<sub>3</sub>/UV ingezet. In de meeste van deze studies wordt opnieuw gewezen op het energie-intensieve karakter van deze behandeling indien volledige mineralisatie is gewenst, evenals op de vorming van ongewenste afbraakproducten. Ook hier is een milde partiële oxidatie via deze technieken gevolgd door een nageschakelde biologische zuivering vermoedelijk een goedkopere en efficiëntere aanpak dan de zuivere chemische weg. Wel is het zo dat pilootproeven in deze gevallen absoluut noodzakelijk zijn om de haalbaarheid te bevestigen.

## ► Besluit

In de praktijk zijn er nog heel wat situaties waar de inzetbaarheid van biologische luchtzuiveringstechnieken niet wordt overwogen, en dit ondermeer wegens de aanwezigheid van toxische stoffen/concentraties, een sterk schommelende ingangconcentratie of een te geringe biodegradeerbaarheid/wateroplosbaarheid van de betreffende pollutant. In dit artikel werd toegelicht dat via een doordachte combinatie met niet-biologische technieken heel wat nieuwe mogelijkheden kunnen ontstaan voor biologische luchtzuivering.