

Het boek bij de podcast
met veel illustraties



Sven Rentschler

Misverstanden in de ventilatietechniek en luchtkwaliteitsbeheer



ADVIES + ONTWERP

© cci Dialog GmbH, Karlsruhe Alle

rechten voorbehouden.

ISBN: 978-3-922420-74-3

Dit boek, inclusief alle inhoud, is auteursrechtelijk beschermd. Het mag noch in zijn geheel, noch in uittreksels, in welke vorm dan ook en op welke wijze dan ook, noch elektronisch, noch mechanisch (door middel van fotokopiëren, opnemen of op andere wijze met reeds bestaande of toekomstige systemen) worden vermenigvuldigd zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgeverij.

De uitgeverij en de auteur aanvaarden geen aansprakelijkheid voor de actualiteit, juistheid, volledigheid en kwaliteit van de verstrekte informatie. Drukfouten en onjuiste informatie kunnen niet volledig worden uitgesloten.

1e druk 2023

Auteur: Sven Rentschler, Rentschler REVEN GmbH, Ludwigstr. 16-18, 74372 Sersheim Foto's,

bronvermeldingen: Rentschler REVEN GmbH

Opmaak, omslagafbeelding, tekeningen, illustraties: Gabriele Wiedemann, digital-kunst.com

Redactie: Eva Schwarz, technische-uebersetzungen-eva-schwarz.de

Druk: Esser bookSolutions GmbH, Göttingen

Uitgeverij: cci Dialog GmbH, Poststr. 3, 76137 Karlsruhe

Het volledige programma van eigen titels en een exclusieve selectie van vakboeken vindt u op cci-dialog.de.

cci Buch is een merk van cci Dialog GmbH.

Reacties op de podcast

De respons tijdens de podcast was zo groot dat het bijna vanzelfsprekend was om er een boek van te maken. Reacties die voor zich spreken:



„... de podcast over luchtstromen heeft mijn nieuwsgierigheid gewekt naar meer ...“

„... ik wil u feliciteren met de interessante podcast 'Misvattingen in de ventilatietechniek en luchtzuivering' en u bedanken voor de informatie ...“

„... hartelijk dank voor de werkelijk interessante podcast. Ik zou een vervolg zeer op prijs stellen. Ik ben al meer dan 20 jaar projectleider in de ventilatietechniek en heb veel kunnen meenemen voor de praktijk en toekomstige projecten. Ik zou het geweldig vinden als ik samen met u de volgende keukeninstallatie zou mogen bouwen ...“

„... Ik wil u feliciteren met de podcast. Het onderwerp is ook voor mensen zoals ik, die niet zo diep in de materie thuis zijn, heel begrijpelijk ...“

„... als trouwe luisteraar van uw podcast wil ik van de gelegenheid gebruikmaken om het voor 2023 aangekondigde vakboek te bestellen. Ik hoop op meer afleveringen over het thema lucht – ons kostbaarste levensmiddel ...“

Dankwoord

Ik wil Gabriele Wiedemann en Eva Schwarz mijn bijzondere dank betuigen. Met beide dienstverlensters werk ik al vele jaren succesvol samen. Ruim tien jaar geleden ontstond in het kader van deze samenwerking een productcatalogus voor ons bedrijf, REVEN GmbH, die dezelfde onderwerpen behandelde als dit boek. Ook andere projecten, zoals de succesvolle realisatie van onze bedrijfswebsite, hebben we in dit team gerealiseerd. De ervaringen die we bij deze projecten hebben mogen opdoen, hebben in belangrijke mate bijgedragen aan dit boek.

De illustraties van mevrouw Wiedemann en de tekstcorrecties van mevrouw Schwarz bouwen voort op onze jarenlange gezamenlijke ervaring en vormen de basis voor het ongeëvenaarde inzicht in het onderwerp. De samenwerking aan dit boek verliep prettig en soepel en leidde tot een resultaat dat ik in deze kwaliteit in mijn eentje nooit had kunnen realiseren.

Daarnaast gaat mijn bijzondere dank uit naar onze aandeelhouders van de SchAKO Group, die het voornemen om een boek te schrijven vanaf het begin hebben gesteund en daarbij de kans hebben onderkend om onze groepsslogan „Pure competence in air.“ kracht bij te zetten.

Ook bedank ik mijn collega's Holger Reul, Sascha Kess en Vitali Lai voor alle stimulerende gesprekken over ventilatietechniek en luchtkwaliteit in de afgelopen jaren, die mij veel inspiratie voor dit boek hebben gegeven.

Ik zou het fijn vinden als we de onderwerpen en gedachten uit dit boek verder zouden kunnen bespreken en uitdiepen. U kunt contact met mij opnemen via LinkedIn. Ik kijk uit naar de uitwisseling met u.

Voorwoord

Met het uitbreken van de pandemie in 2020 werd goed ventileren een van de belangrijkste onderwerpen in Duitsland. Overal in het land werden discussies gevoerd over gezonde binnenlucht. Er werd hartstochtelijk gedebatteerd over hoe klaslokalen op de juiste manier moeten worden geventileerd. Vaak werd met verbazing vastgesteld dat heel veel kantoorruimtes niet via een ventilatiesysteem in het gebouw van verse lucht kunnen worden voorzien. Bij fabrikanten van compacte luchtreinigers brak plotseling een goudkoorts uit. In het hele land werd er controversieel gediscussieerd over hoe de luchtverontreiniging binnenshuis gemeten en geëvalueerd kan worden. Er werden zelfs campagnes opgezet die schone lucht als het belangrijkste levensmiddel propageerden.

Waar komt deze grote betrokkenheid zo plotseling en met zoveel verve vandaan? Veel van deze argumenten en vraagstukken begeleiden mij al mijn hele beroepsleven. In 1995 trad ik in dienst bij ons bedrijf, REVEN GMBH.

REVEN staat voor REntschler VEntilation. Ventilatie is precies het proces waarmee REVEN GMBH zich al generaties lang bezighoudt en waarmee ook ik me al decennia lang bezighoud, eerst als technisch directeur en nu als algemeen directeur. De luchtreinigers en ventilatieproducten van REVEN GMBH worden ingezet om in commercieel gebruikte ruimtes voor schone lucht te zorgen. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om productiehallen in de voedingsmiddelenindustrie, installaties in de machinebouw en grote keukens en kantines. Deze productieruimtes hebben allemaal één ding gemeen: de lucht in de ruimtes of hallen is vaak zeer zwaar vervuild. Het meten en analyseren van de mate van vervuiling in dergelijke ruimtes en het filteren en zuiveren van de lucht – dat zijn de taken waarmee we ons bij REVEN GMBH al decennia lang bezighouden.

Sinds het begin van de coronacrisis in 2020 waren deze taken op het gebied van luchtzuivering plotseling niet meer alleen relevant voor de industriële sector, maar een thema in heel

Duitsland. Tijdens de discussies, die soms zeer gepassioneerd werden gevoerd, viel het me op dat de gebruikssituaties in de commerciële en particuliere sector steeds meer op elkaar gingen lijken. Door de plotselinge, explosieve stijging van de vraag gingen sommige fabrikanten echter niet meer zo nauwkeurig om met de prestatiegegevens van de luchtreinigers. Er werd van alles beweerd en nog meer beloofd. Het ventilatie-effect, de filterprestaties en de efficiëntie van veel oplossingen zijn – vooral voor leken – nauwelijks te doorgronden en leidden in het debat tot misverstanden. Deze misverstanden, bijvoorbeeld met betrekking tot schone lucht en adequate luchtzuivering in klaslokalen, zijn vergelijkbaar met de misverstanden die zich al vele decennia in de industrie tot halve waarheden hebben verhard.

Dit boek is bedoeld om een overzicht te geven van welke misverstanden en halve waarheden er rond het thema ventilatie bestaan en waar deze misverstanden zowel in de particuliere als in de industriële sector vandaan komen.

Ik zal de afzonderlijke onderwerpen niet al te wetenschappelijk toelichten, maar veeleer aan de hand van ervaringen die ik sinds 1995 in mijn beroepsleven en praktijk bij REVEN GmbH heb opgedaan. Al tijdens mijn studie werktuigbouwkunde aan de Universiteit van Stuttgart kreeg ik inzicht in de belangrijke taken van een succesvol technologie- en innovatiemanagement. Zo deed ik waardevolle inzichten op met betrekking tot innovatieve productontwikkeling en kennisuitwisseling tussen onderzoek en praktijk.

Met behulp van dit boek wil ik deze uitwisseling verder ondersteunen en verdiepen op het gebied van ventilatietechniek en luchtkwaliteit, om zo enkele misverstanden uit de weg te ruimen.

*„In onze vervuilde omgeving wordt de lucht
langzaam zichtbaar.”*

(Norman Kingsley Mailer (1923–2007), Amerikaans schrijver)

Inhoudsopgave

Dankwoord	3
Voorwoord	4
1. Hoe kan iets worden afgezogen?	9
1.1. Misvattingen over het meten van luchtverontreiniging	12
1.2. Blaasbewegingen kunnen helpen bij het detecteren en afzuigen!	22
2. Hoe kan iets worden gefilterd?	27
2.1. Het misverstand over het verschil tussen filteren en afscheiden	29
2.2. Tornado's kunnen helpen bij het zuiveren van de lucht!	35
3. Hoe kunnen dampen en geuren worden verwijderd?	47
3.1. Het misverstand over het verschil tussen dampen en aerosolen	50
3.2. FID-meetapparatuur kan helpen bij de analyse van luchtverontreiniging!	57
4. Hoe kunnen virussen en geuren worden geneutraliseerd?	65
4.1. De misvatting over UV-C-straling	68
4.2. Kan UV-C-straling aerosolen verwijderen?	77
5. Hoe kunnen luchtstromen zichtbaar worden gemaakt?	87

5.1. Het misverstand als gevolg van de kleurrijke afbeeldingen van luchtstromen	90
5.2. CFD-simulaties maken luchtstromen zichtbaar!.....	95
6. Hoe kan luchtvervuiling worden gemeten?	105
6.1. De misvatting over de luchtkwaliteit binnenshuis.	114
6.2. Deeltjesmetingen maken luchtvervuiling zichtbaar!.....	126
Slotwoord	132

1. Hoe kan iets worden afgezogen ?



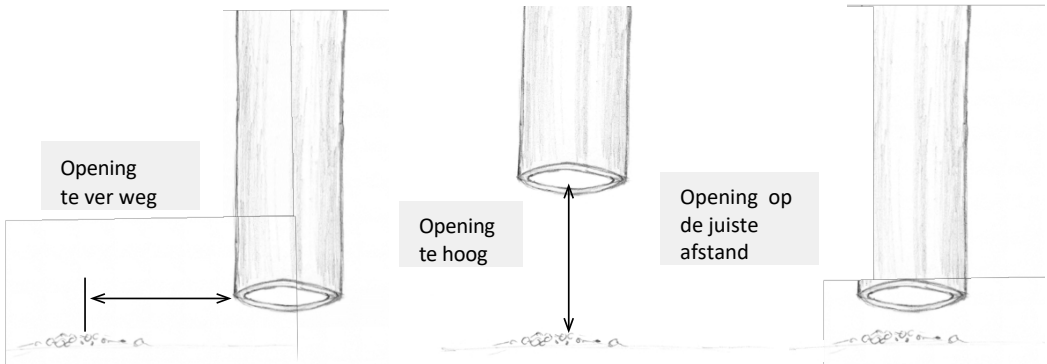
Hoe kan iets eenvoudig worden afgezogen? In principe een simpele vraag, waarop elke collega in de ventilatietechniek meteen een antwoord paraat zou hebben! Maar is effectief afzuigen echt zo eenvoudig en triviaal als men in eerste instantie zou denken?

Praktijkvoorbeeld: de stofzuiger

Hierbij een eenvoudig voorbeeld dat we allemaal kennen: stofzuigen – of het nu in de geliefde auto is of thuis in de woonkamer. Als we stofzuigen, willen we vuil, zoals bijvoorbeeld broodkruimels van het tapijt, opzuigen. Hoe dichterbij de stofzuigermondstuk bij de kruimels op het tapijt brengen, hoe makkelijker en sneller deze worden opgezogen. Het beste resultaat bereiken we als we het mondstuk van de stofzuiger direct boven het vuil houden. Voordat we het weten, zijn de kruimels in de stofzuiger verdwenen.

Dat is het antwoord op de vraag hoe iets goed kan worden opgezogen! Je moet het voor honderd procent raken. Alleen dan kan het volledig worden opgezogen. In ons voorbeeld moesten we de stofzuigermondstuk direct boven de broodkruimels op het tapijt houden om ze goed en volledig op te zuigen.

De juiste zuigpositie



Afbeelding 1

Dit basisprincipe moet in de ventilatietechniek overal worden toegepast waar vervuilde lucht volledig moet worden afgezogen – in klaslokalen waar met virussen besmette lucht moet worden verwijderd, in lashallen waar lasrook moet worden opgevangen, in keukens waar kookdampen moeten worden afgezogen, en in de machinebouw, waar verdampte koel- en smeermiddelen bij moderne bewerkingsmachines moeten worden opgevangen. In al deze voorbeelden moeten dampen, gassen, met virussen besmette lucht en aerosolen in verschillende vormen worden opgevangen en afgezogen.

Daarbij moet vooral aandacht worden besteed aan de volgorde:

Eerst opvangen, dan afzuigen!

1.1. Misvattingen met betrekking tot het opvangen van luchtverontreinigingen

Zoals we in ons voorbeeld aan het begin hebben geleerd, kunnen de broodkruimels op ons tapijt alleen snel en eenvoudig met de stofzuiger worden opgezogen als we het mondstuk direct boven de kruimels houden! Hetzelfde geldt voor de ventilatietechniek in keukens. Het is belangrijk om bij het afzuigen de juiste afstand aan te houden. Daarbij maakt het niet uit of we het hebben over een groot ventilatiesysteem in een bedrijfskantine of naar onze eigen keuken thuis kijken. Ook onze design-afzuigkap thuis volgt hetzelfde, hieronder beschreven principe bij het opvangen en afzuigen van de keukendamp.

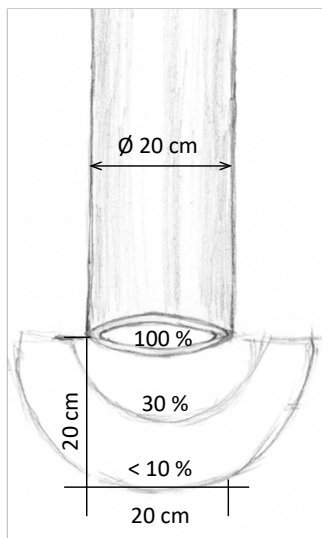
Misvatting

Verhouding tussen afzuigvermogen en afstand van de afzuigbuis

De zuigkracht direct bij de opening van een afzuiginstallatie bedraagt honderd procent. Dat geldt ook voor de zuigmond van onze stofzuiger! Ook hier wordt direct bij de opening van de zuigmond de hoogste zuigkracht geleverd. Hoe verder we ons van de opening van de zuigmond verwijderen, hoe kleiner de zuigkracht wordt.

Wat daarbij vaak wordt onderschat, is de mate waarin de zuigkracht afneemt. Bij een zuigbuis met een diameter van twintig centimeter bedraagt de zuigkracht op een afstand van twintig centimeter van de opening nog slechts 10 % van de oorspronkelijke zuigkracht.

Zuigkracht in verhouding tot de afstand



100 % zuigkracht direct bij de buisingang

De zuigkracht neemt sterk af naarmate de afstand tot de inlaat van de zuigbuis toeneemt.

De zuigkracht bedraagt slechts ca. 10 % wanneer de afstand van de zuigbuis overeenkomt met de buisdiameter (hier 20 cm).

Afbeelding 2

Als de afstand tussen een afzuigbuis en de vervuiling dus even groot is als de diameter van de buis, bedraagt het afzuigvermogen nog slechts ca. 10 %.

Deze wetmatigheid geldt voor elk type afzuiginstallatie, of het nu gaat om de stofzuiger of de afzuigkap thuis, het ventilatiesysteem in een commerciële laswerkplaats of het grote ventilatieplafond in de bedrijfskantine. Als de afstand tussen de afzuiginstallatie en de plek waar de vrijgekomen schadelijke stoffen moeten worden opgevangen te groot is, is het afzuigvermogen gelijk aan nul. In de overgrote meerderheid van de gevallen is dat al het geval bij afstanden van dertig tot vijftig centimeter!

Misvatting

Hogere efficiëntie door stromingsgeoptimaliseerde spuitplaten

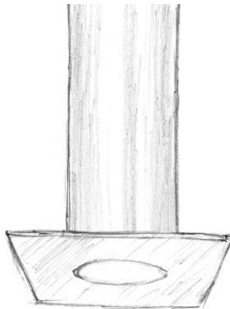
Ook wat betreft de efficiëntie ontstaan er vaak misverstanden. In veel gevallen heerst de overtuiging dat zogenaamde stromingsgeoptimaliseerde spuitplaten zouden bijdragen aan een efficiënter gebruik van de zuigkracht. In dit geval wordt een extra plaat rond de aanzuigbuis aangebracht. De buis zit in het midden van een opening in de plaat en de overgang van de plaat naar de aanzuigbuis is via een radius gevormd als een instroommondstuk. Dit instroommondstuk moet de luchtstroom in het aanzuiggebied optimaliseren en zo zorgen voor een efficiëntere afzuiging. Als men echter een aanzuigbuis met een stromingsgeoptimaliseerde spuitplaat vergelijkt met een conventionele aanzuigbuis met een plaat zonder instroomsputmond, zijn er slechts geringe voordelen waarneembaar.

Sproeiplateetjes

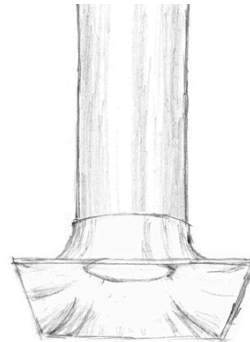
Sproeiplateetjes zijn zinvol om de luchtstroom de „juiste richting” te geven, maar hebben slechts een gering effect op de zuigkracht.



Aanzuigbuis
zonder
spuitplaat



Aanzuigbuis met
geflensde plaat



Zuigbuis met
sproeiplateet

Afbeelding 3

Experiment – Een kaarsvlam doven door middel van zuigkracht

Ter illustratie nemen we het voorbeeld van een kaars. Heeft u ooit geprobeerd een kaars te doven door lucht aan te zuigen? Ik kan u alleen maar waarschuwen: probeer dit liever niet uit! Tijdens lezingen over dit onderwerp voer ik dit experiment regelmatig uit voor publiek en verbrand ik daarbij telkens weer bijna mijn lippen, omdat ik de aanzuigplaats, dat wil zeggen mijn mond, heel dicht bij de kaars moet brengen om überhaupt effect op de vlam te hebben. Het doven van de vlam door middel van zuigkracht lukt echter meestal niet!

Aan de hand van dit eenvoudige voorbeeld wordt duidelijk hoe beperkt de zuigkracht is en hoe belangrijk de nabijheid van de aanzuigplaats is als we iets willen opzuigen.

Misvatting

Afstand tot de aanzuigopening van de luchtreiniger is niet zo belangrijk

Vanwege deze verkeerde opvatting worden in de praktijk vaak fouten gemaakt: bij luchtreinigers in scholen, ventilatieapparatuur bij lasinstallaties, afzuigkappen boven kooktoestellen en aerosolafscheiders bij werktuigmachines liggen de aanzuigopeningen vaak veel te ver van de emissiebron.

Met de stofzuiger kunnen we dit probleem snel oplossen door het zuigmondstuk naar het vuil te bewegen. Bij vast geïnstalleerde afzuigkappen is dat helaas niet mogelijk. Hier moeten de kookdampen in het afzuiggebied van de afzuigkap terechtkomen, anders worden de kookdampen simpelweg niet opgevangen en kunnen ze dus ook niet worden afgezogen.

CFD-simulatie

Het opvangen en afzuigen van luchtstromen en de daarin aanwezige schadelijke stoffen kan met behulp van geschikte softwareoplossingen gedetailleerd worden gesimuleerd, gevisualiseerd en geanalyseerd. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van numerieke stromingssimulatie, ook wel CFD-simulatie genoemd. CFD is een afkorting voor Computational Fluid Dynamics. Met behulp van deze simulatiemethode kunnen de meest uiteenlopende luchtstromen zichtbaar worden gemaakt en kan de efficiëntie van de afzuiging worden beoordeeld.

Onze ervaringen binnen het bedrijf

In ons bedrijf hebben we hiermee onder andere de efficiëntie van de opvang en afzuiging van conventionele afzuigkappen onderzocht. De eerste numerieke stromingssimulaties werden bij ons al in 199d uitgevoerd. De analyse van de destijds nog vrij eenvoudige simulaties en de berekening van de resultaten duurden vaak meerdere dagen.

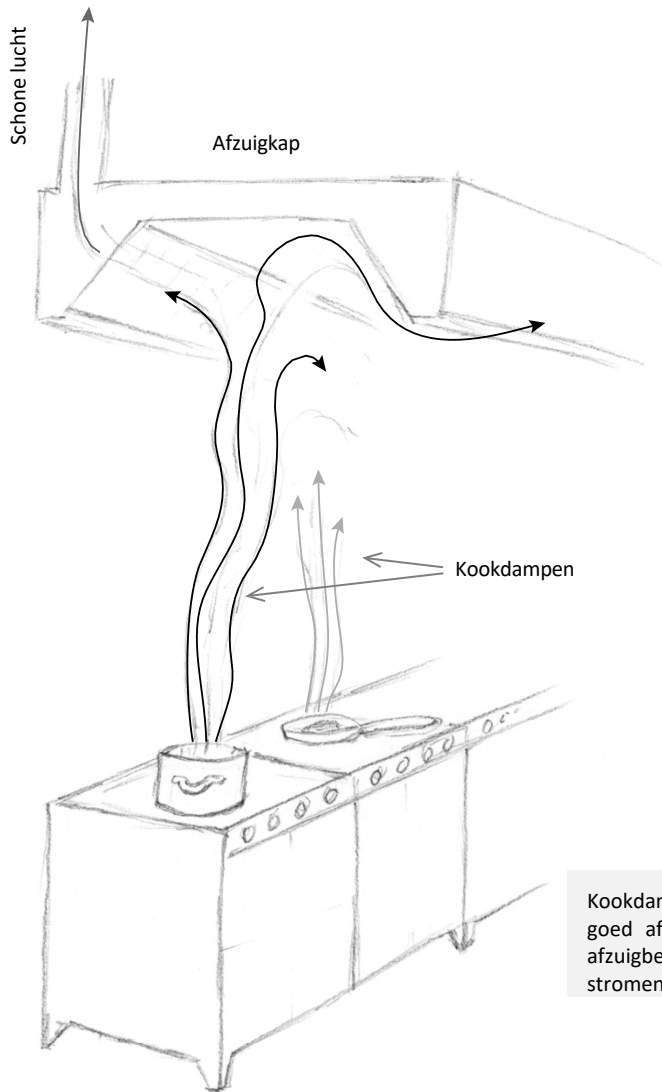
Sindsdien heeft deze technologie zich razendsnel verder ontwikkeld en inmiddels zijn de resultaten in een fractie van de tijd beschikbaar. Deze zijn tegenwoordig aanzienlijk nauwkeuriger en veelzeggender, ook bij zeer complexe onderdelen, zoals bijvoorbeeld ventilatoren.

Dankzij deze ontwikkeling is het inmiddels mogelijk om niet alleen de luchtstromen voor afzonderlijke onderdelen, maar ook voor hele ruimtes te analyseren en te visualiseren!

Betekenis voor de keukenventilatie

Deze analyse is vooral van belang voor afzuiginstallaties die ver van de emissiebron verwijderd zijn, zoals bijvoorbeeld een afzuigkap die op grote afstand van het kookoppervlak is geïnstalleerd. De afzuigkap kan alleen de kookdampen opvangen die rechtstreeks in het opvanggebied terechtkomen. Wat betekent dat concreet? De dampen uit de kookpotten moeten bij het opstijgen rechtstreeks naar het aanzuig- en filtergebied van de afzuigkap stromen.

Keukenventilatie



Kookdampen worden alleen goed afgezogen als ze in het afzuigbereik van de afzuigkap stromen.

Afbeelding 4

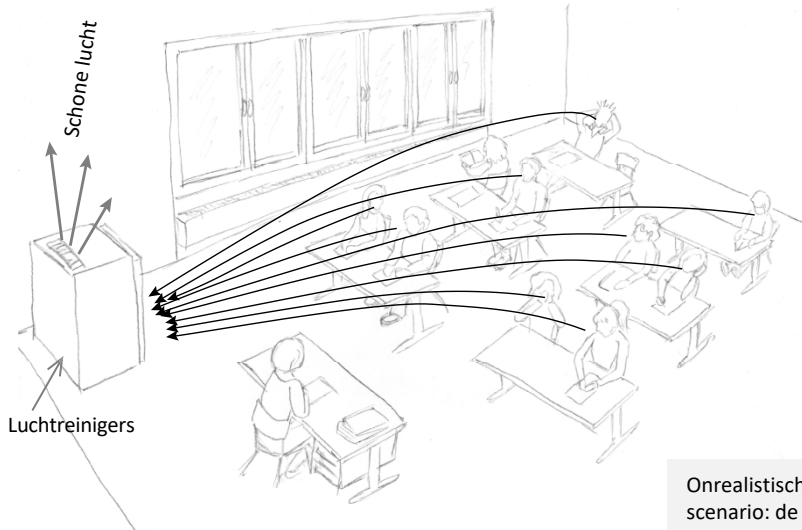
Betekenis voor de luchtzuivering in klaslokalen

Als de lucht in een klaslokaal tijdens de les continu van virussen moet worden gezuiverd, moet deze ongehinderd in de richting van de in de ruimte opgestelde luchtreinigers stromen, zodat deze daar kan worden opgevangen en gezuiverd. Vaak is een op een kier staand raam al voldoende om de luchtstroom zodanig om te leiden dat deze nog maar onvoldoende wordt opgevangen en gezuiverd.

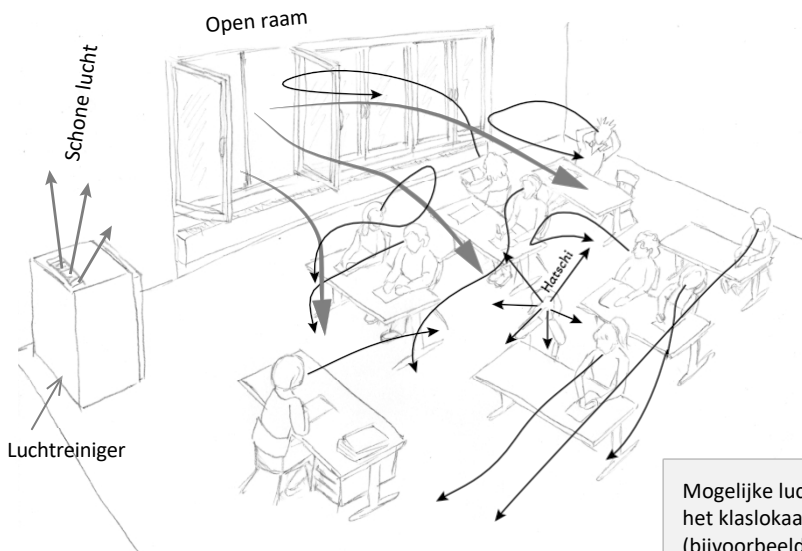
Een slecht ontworpen toevoer van verse lucht kan een vergelijkbaar ongunstig effect hebben op de afzuiging als een op een kier staand raam waar de wind doorheen waait. Met de moderne CFD-systemen kunnen deze wisselwerkingen worden onderzocht, herkend en voorkomen. Alleen zo kan een volledige opvang daadwerkelijk worden bereikt.

CFD-onderzoeken aan onze eigen luchtreinigers en afzuigkappen hebben de eerder beschreven wetmatigheid eveneens bevestigd: hoe verder de aanzuigpunten van de afzuigkappen van de kookpotten verwijderd zijn, hoe onwaarschijnlijker het wordt dat de kookdampen volledig kunnen worden opgevangen en afgezogen. Iets soortgelijks is ook vastgesteld bij luchtreinigers in klaslokalen: hoe verder deze werden opgesteld van de plek waar virussen vrijkomen, hoe onwaarschijnlijker het was dat de met virussen besmette lucht werd opgevangen en afgezogen.

Ventilatie op school



Onrealistisch ideaal
scenario: de ingeademde
lucht stroomt naar voren,
naar de luchtreiniger

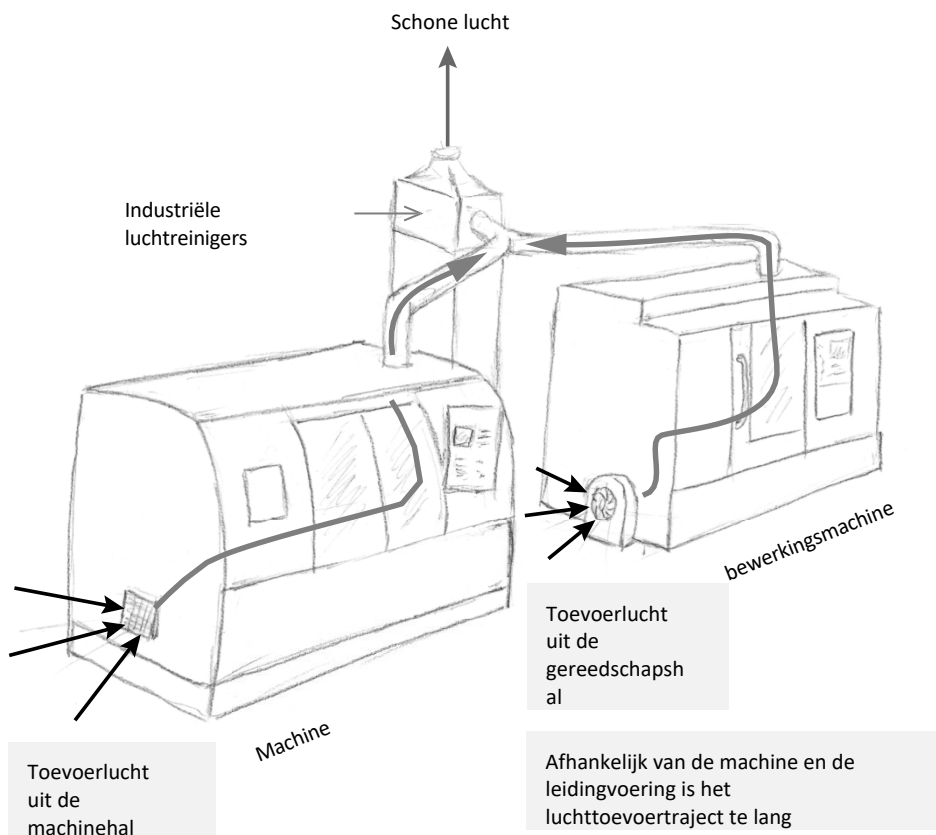


Mogelijke luchtstromen in
het klaslokaal
(bijvoorbeeld bij een open
raam)

Betekenis voor de afzuiging in de machinebouw

Precies deze waarneming deden we ook bij de simulatie van complexe stromingsverhoudingen bij afzuiginstallaties bij moderne werktuigmachines. Ook daar is de afzuiging van de met koel- en smeermiddel-aerosolen vervuilde lucht heel vaak uiterst inefficiënt, omdat de aanzuigplaats van de luchtreinigers veel te ver verwijderd is van de eigenlijke bewerking van het werkstuk, waarbij de aerosolen ontstaan.

Industriële luchtreinigers



Afbeelding 6

Misvatting

Op een gegeven moment stromen de schadelijke stoffen naar het afzuigpunt.

In de ventilatietechniek en luchtzuivering komen we steeds weer de onjuiste aanname tegen dat de met schadelijke stoffen, virussen of aerosolen verontreinigde lucht vroeg of laat naar de ruimte zou stromen waar deze vervolgens kan worden opgevangen en afgezogen. In veel gevallen gebeurt dit echter juist niet. De niet-opgevangen aerosolen en andere schadelijke stoffen zorgen dan voor een aanzienlijke vervuiling van de lucht in de omgeving.

1.2. Blasen kan helpen bij het opvangen en afzuigen!

Maar wat te doen als er geen mogelijkheid is om de afzuigzone dichterbij de emissiebron van de schadelijke stoffen te brengen? In dat geval kun je net zo te werk gaan als bij het doven van een kaarsvlam:

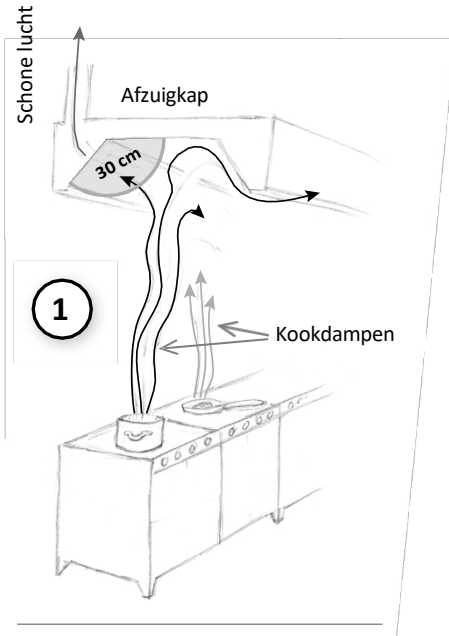
Blaas in plaats van afzuigen!

Toegepast op de ventilatietechniek betekent dit dat de op te vangen lucht, inclusief de daarin aanwezige virussen, aerosolen en andere schadelijke stoffen, zo snel mogelijk door middel van ondersteunend blazen naar de plek moet worden geleid waar de zuigkracht van de luchtreinigers, afzuigkappen of ventilatieapparaten het grootst is – dus direct in de buurt van hun aanzuigopeningen.

Blaasstroming voor horecakeukens

Om dit te bereiken heeft REVEN GmbH moderne afzuigkappen met een geïntegreerd inductiesysteem ontwikkeld. Een inductiestroom zorgt er op betrouwbare wijze voor dat de kookdampen die uit de kooktoestellen opstijgen direct en zeer snel naar het filter- en aanzuiggebied stromen en daar kunnen worden opgevangen en afgezogen.

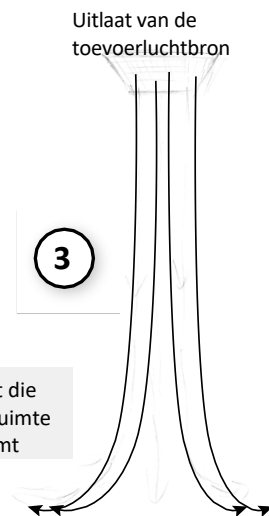
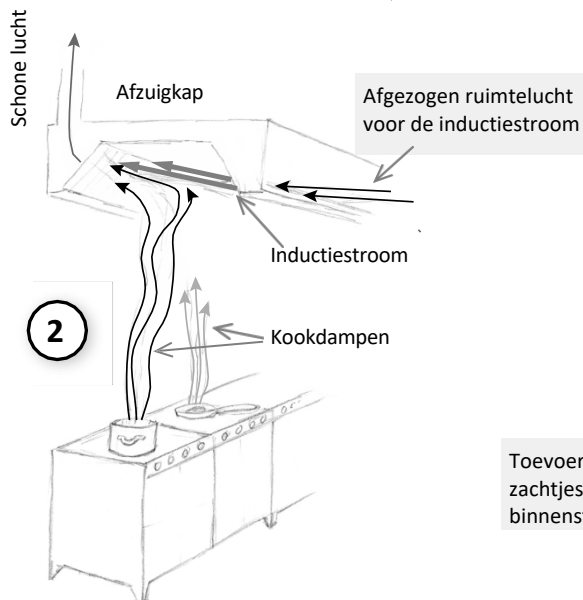
Keukenventilatie



1. Kookdampen kunnen slechts binnen een straal van 30 cm voor de afscheider worden aangezogen (opgevangen). Buiten dit bereik kunnen de kookdampen in de ruimtelucht terecht komen.

2. Een inductiestroom blaast de kookdampen in de richting van de afscheider. Op deze manier worden **alle** kookdampen opgevangen.

3. Lucht met de juiste temperatuur wordt zonder verstoring toegevoerd en ondersteunt het opvangen van de kookdampen.



Toevoerlucht die zachtjes de ruimte binnenstroomt

Afbeelding 7

Extra verse lucht

De afzuiging door moderne afzuigkappen van dit type kan bovendien worden ondersteund door een geoptimaliseerde toevoer van verse lucht.

Daarbij wordt de verse lucht met behulp van een verdringingsluchtstroom zo in de ruimte gebracht dat er zo min mogelijk luchtimpulsen ontstaan. Zo zorgen we ervoor dat de lichtsnelheid van de verse lucht tijdens het inblazen zeer laag wordt gehouden en dat andere luchtstromen in de ruimte niet worden verstoord. Ook dit scenario kan met CFD-systemen worden geanalyseerd en gevisualiseerd.

Luchtstroom voor werktuigmachines

Hetzelfde principe kan ook bij werktuigmachines worden toegepast. Hier wordt in de cabine van de machine een luchtstroom gegenereerd die in de richting van de luchtreiniger stroomt en ervoor zorgt dat de koel- en smeermiddel-aerosolen effectief kunnen worden opgevangen en afgezogen. De optimalisatie van de afzuiging in machinecabines begint vaak met de eenvoudige vraag: Als we bovenaan een werktuigmachine duizend kubieke meter lucht per uur afzuigen, waar kan deze dan de cabine binnenstromen? Als er geen mogelijkheid is om de instroom van lucht te waarborgen, ontstaat er in de cabine een zeer hoge onderdruk, maar geen gerichte luchtstroom in de richting van het opvanggebied van de luchtreiniger.

Praktijkvoorbeeld: onderdruk

Zo is na de installatie van luchtreinigers bij zeer goed afgeschermd slijpmachines al enkele keren het probleem opgetreden dat de bedieningsdeur van de werktuigmachine niet meer open kon, omdat de onderdruk in de cabine veel te hoog was!

2. Hoe kan iets worden gefilterd?



Hoe kan iets worden gefilterd? In wezen een even eenvoudige vraag als die naar de eerder toegelichte effectieve afzuiging. U kunt zich waarschijnlijk wel voorstellen dat ook hier het antwoord niet zo eenvoudig is.

De doeltreffendheid van veel processen in de ventilatietechniek en luchtzuivering berust op een efficiënte opvang en afzuiging, ook bij het zuiveren van de lucht van schadelijke stoffen. Als bijvoorbeeld in een klaslokaal de met virussen verontreinigde lucht niet volledig wordt opgevangen en afgezogen, kan deze ook niet betrouwbaar van virussen worden gezuiverd. In principe geldt dit ook voor een grote laswerkplaats in een machinebouwbedrijf. De vrijkomende lasrook bevat schadelijke stoffen en moet volledig worden opgevangen en afgezogen. Alleen zo kan de binnenlucht effectief van alle verontreinigingen worden ontdaan.

Een effectieve en volledige luchtzuivering omvat dus drie zeer belangrijke processen:

*Opvange
n,
afzuigen,
zuiveren*

De derde stap – het zuiveren van de lucht – is het onderwerp waar het hier om gaat. Ook hier bestaan enkele misverstanden die ik graag wil ophelderen. Laten we beginnen met de vraag:

„Hoe kan de lucht van schadelijke stoffen worden ontdaan?“

De schadelijke stoffen moeten uit de lucht worden gefilterd, dat is toch logisch! Dat is het voor de hand liggende antwoord. In de luchtzuiveringssector raken echter ook afscheiders steeds meer ingeburgerd. Het bekendste voorbeeld hiervan zijn de cycloonstofzuigers van het wereldwijd actieve bedrijf Dyson, die zonder filter werken.

Deze technologie werkt in principe als een minitornado. De lucht wordt in rotatie gebracht en er ontstaan luchtwervelingen die door hun hoge snelheid deeltjes uit de lucht slingeren. Deze methode is ook geschikt voor het afscheiden van in de lucht zwevende verontreinigende stoffen. Er ontstaan hier echter vaak misverstanden, omdat afscheiding vaak wordt verward met filters.

2.1. Het misverstand over het verschil tussen filteren en afscheiden

Textielvlies

Ook het principe van het filteren kunnen we aan de hand van het voorbeeld van de stofzuiger toelichten. Voor het zuiveren van de door de stofzuiger opgevangen en afgezogen lucht worden stofzuigerzakken gebruikt. Deze bestaan vaak uit textielvlies. De lucht kan door dit fijnmazige vlies stromen, maar stofdeeltjes worden tegengehouden en zo van de luchtstroom gescheiden.

Filters voor zwevende deeltjes van glasvezel

Zo werkt in principe elke vorm van filtering in de ventilatietechniek – ook bij zeer hoogwaardige filters voor zwevende deeltjes. Hier worden echter andere filtermaterialen gebruikt. In plaats van textielvlies worden voor deze filters glasvezelmatten gebruikt. Deze matten zijn eveneens luchtdoorlatend, maar het weefsel is veel fijnermazig dan dat van de stofzuigerzakken. De vezels in zwevende-deeltjesfilters hebben een diameter van ongeveer 1 tot 10 micrometer, dus van 0,001 tot 0,01 millimeter. Daardoor kunnen ze veel kleinere deeltjes uit de luchtstroom filteren dan het textielvlies.

Filters van metaalgaas

Dit filterprincipe is ook terug te vinden in veel in de handel verkrijgbare afzuigkappen voor particulier gebruik. In deze afzuigkappen worden vaak metalen filters gebruikt. Deze bestaan doorgaans uit een aluminium- of roestvrijstalen gaas, in principe vergelijkbaar met het textielvlies of de glasvezelmat, maar dan met een aanzienlijk grovere structuur.

Het relatief grove metaalfilter wordt hier gebruikt omdat het een stuk minder gevoelig is. Of het nu in de huishoudelijke of commerciële keuken is, afzuigkappen hebben als taak vloeibare aerosolen uit de luchtstroom te scheiden. Hier worden geen droge stofdeeltjes gefilterd, zoals bij de

stofzuiger, maar vloeibare deeltjes zoals water- en oliedruppeltjes uit de lucht moeten worden gefilterd. Dat is een ingrijpend en zeer belangrijk verschil, waaraan vaak weinig aandacht wordt besteed.

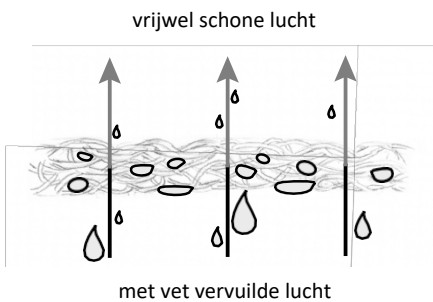
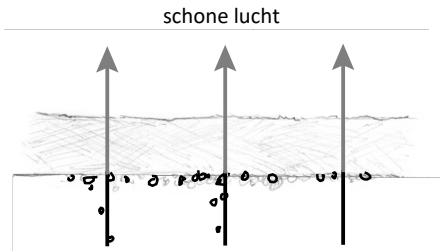
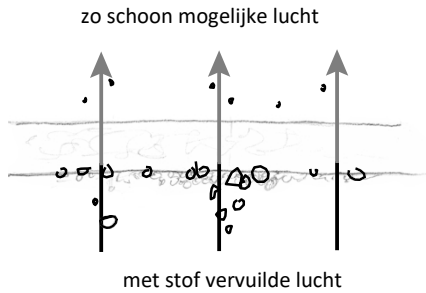
Elk type filter vangt op en slaat op wat uit de luchtstroom wordt afgescheiden. De hoeveelheid uit de lucht gefilterde stoffen in het filter neemt daarom voortdurend toe. Bij een stofzuigerzak wordt het droge stof zo lang opgevangen en opgeslagen totdat deze volledig met stof is gevuld en moet worden vervangen.

Als het uit de luchtstroom gefilterde materiaal echter uit vloeistofdruppeltjes bestaat, is het opvangen van deze stoffen vaak aanzienlijk complexer.

Filters van metaalgaas slaan de gefilterde kleine druppeltjes van verschillende vloeistoffen direct op in het filtermedium. Deze ophoping van verschillende vloeistoffen kan tot ernstige problemen leiden!

Vaak is de opslagcapaciteit van filters van metaalgaas zeer gering. Dit betekent dat deze filters al bij kleine hoeveelheden opgeslagen vloeistof kunnen verstoppert. Daarom worden ze doorgaans met vrij grove mazen uitgevoerd. Zo verstoppert ze weliswaar niet meer, maar met de doorstromende lucht passeren dan ook veel kleinere deeltjes het filter en worden ze niet van de luchtstroom gescheiden.

Verschillende filters



Vliesfilters

Vlies (bijv. stofzuigerzak) houdt het stof uit de doorstromende lucht tegen. De kleinste stofdeeltjes kunnen echter door het vlies heen dringen.

Glasvezelfilter

Glasvezel is fijner dan vlies en kan zelfs de kleinste stofdeeltjes in het nanobereik filteren, dus tegenhouden.

Metalen filter

Bij een metalen gaas gaat het in de keuken vooral om het filteren van vetdeeltjes. Afhankelijk van de grootte blijven de druppels in het gaas hangen. De allerkleinste druppeltjes kunnen echter door het gaas heen dringen.

Figuur 8

Risico op kiemvorming

In voedselverwerkende bedrijven en ook in de productiesector kan het opslaan van vloeistoffen in filters tot hygiënische problemen leiden. Bij temperaturen rond de 20 graden Celsius kunnen zich, in combinatie met vocht, zeer snel bacteriën in de filters vermenigvuldigen. Daarom is het opslaan en verzamelen van de vloeistoffen gedurende een langere periode vaak niet raadzaam en wordt het regelmatig reinigen of vervangen van de filters dringend aanbevolen.

Brandgevaar

Als de gefilterde stoffen uit olie of vet bestaan, vormt de in het filter opgeslagen vloeistof een steeds grotere brandbelasting! Een feit dat vaak over het hoofd wordt gezien.

Voorbeeld uit de bedrijfsgeschiedenis

Ik herinner me nog goed een grote bijeenkomst bij een wereldwijd opererende gereedschapfabrikant. De medewerkers lieten me hun productielocatie zien met honderden slijpmachines. De installaties voor luchtzuivering in de productieruimte waren uitgerust met grote zwevestoffilters die tot wel 100 liter vloeistof konden opslaan. Het probleem daarbij: de opgeslagen vloeistof was een zeer dunvloeibare en licht ontvlambare koel- en smeervloeistof. Bij gebruik van 50 filters kan zo tot wel 5.000 liter opgeslagen vloeistof worden verzameld! Toen ik tijdens dit bezoek de medewerkers vroeg naar de brandveiligheidsmaatregelen voor deze 50 luchtzuiveringsinstallaties en de bijbehorende veiligheidsconcepten, keek ik de een na de ander in geschrokken gezichten.

Mijn vragen en overwegingen over de filters in de luchtzuivering zijn geenszins louter theoretische gedachte-oefeningen, maar hebben betrekking op concrete gevaren. Helaas hebben zich al tragische brandrampen voorgedaan omdat onvoldoende aandacht werd besteed aan de brandbelasting.

Praktijkvoorbeeld: brand in de machinebouw

Zo vond er in 200d in Zuid-Duitsland een verwoestende brand plaats in een machinebouwbedrijf met een afzuiginstallatie die vergelijkbaar was met de eerder beschreven installatie. De brandschade bedroeg een bedrag in de tientallen miljoenen. Productiehallen en -installaties met een oppervlakte van meer dan 3.000 vierkante meter werden daarbij volledig verwoest. De vermoedelijke oorzaak van de brand was een defecte werktuigmachine. De snelle verspreiding van het vuur via het ventilatiekanaalnetwerk deed de rest.

Praktijkvoorbeeld: brand in een hotelcomplex

Een soortgelijke ramp vond plaats in 1980 in een groot hotel met 2.000 kamers in Las Vegas. Op het moment van het ongeluk bevonden zich ongeveer 5.000 personen in het hotelcomplex. De brand begon in een restaurant van het hotel en verspreidde zich razendsnel over het gehele gebouwencomplex. Daarbij kwamen 85 mensen om het leven. Deze tragische gebeurtenis geldt tot op de dag van vandaag als een van de meest rampzalige hotelbranden in de moderne geschiedenis van de VS.

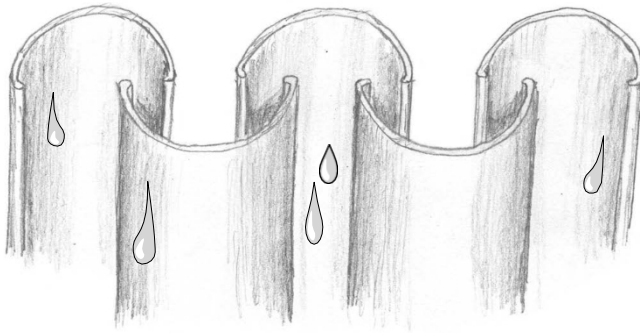
Dergelijke brandrampen hebben er uiteindelijk toe geleid dat de eerder beschreven filters van metaalgaas in veel commerciële sectoren niet meer werden gebruikt. In de commerciële keukenventilatie zijn ze in veel landen al jaren zelfs verboden. Zo mogen in Noord-Amerika en de meeste Europese landen opslaggende metaalfilters van dit type vanwege het verhoogde brandgevaar niet meer worden gebruikt in nieuwe, commercieel gebruikte keukens.

Uitvinding van de afschermplaatafscheiders

Na de rampzalige hotelbrand in Las Vegas werden in de VS alternatieven voor de metalen gaasfilters ontwikkeld – de zogenaamde afschermingsplaten. Dit type afscheider is opgebouwd uit roestvrijstalen platen. Bij het doorstromen wordt de lucht minstens twee keer

omgeleid. Het verschil met conventionele filters van metaalgaas is dat deze afscheiders van roestvrijstalen platen geen vloeistof opslaan.

Afscheiders met stootplaten



Vloeistoffen zoals olie en water worden aan de stootplaten afgescheiden en lopen in het ideale geval langs de platen naar beneden.

Afbeelding 9

Misvatting

Verskillende werkingsprincipes van filters en afscheiders

Zoals we hebben gezien, werken filters en afscheiders verschillend. Maar juist deze verschillen zorgen voor misverstanden. Vaak worden de eigenschappen, de werkingswijzen en ook de gegevens over de efficiëntie op één hoop gegooid. Soms wordt niet eens de moeite genomen om de begrippen duidelijk van elkaar te scheiden en te onderscheiden!

In de ventilatietechniek en luchtzuivering bestaan er dus niet alleen misverstanden over het verschil tussen filtering en afscheiding, maar ook over de werking en efficiëntie van afscheiders van metaalplaat.

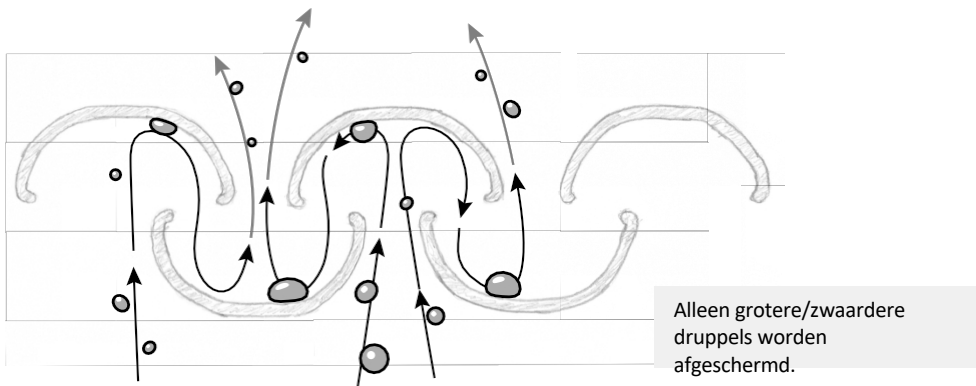
Om de verschillen te verduidelijken, moeten we eerst eens kijken naar enkele weersverschijnselen in de natuur en hoe deze hun weg hebben gevonden naar technologieën voor luchtzuivering.

2.2. Wervelstormen kunnen helpen bij de luchtzuivering!

U zult zich misschien verbazen, maar het is echt zo. Wervelstormen zoals orkanen, tyfoons, tornado's en tropische cyclonen dienden als stromingstechnische voorbeelden bij de ontwikkeling van moderne afscheiders van metaalplaat.

De eerste afscheiders die na de grote hotelbrand in de VS werden ontwikkeld, waren eenvoudige afscheiders met stootplaten. Twee halfronde, in een U-vorm gebogen roestvrijstalen platen zijn verspringend tegenover elkaar geplaatst. De luchtstroom wordt tijdens zijn weg door de afscheider tweemaal omgeleid: de eerste keer wanneer hij tegen de eerste halve schaal botst en de tweede keer wanneer hij tegen de tweede halve schaal botst.

Schematische weergave van een afschermplaatafscheider



Afbeelding 10

De U-vormige halve schalen worden daarbij met een radius gevormd of in een hoek van 90 graden gekanteld. In beide gevallen is de afscheidingsefficiëntie echter zeer slecht, omdat hier alleen grote, door de lucht meegevoerde druppeltjes van de luchtstroom worden gescheiden.

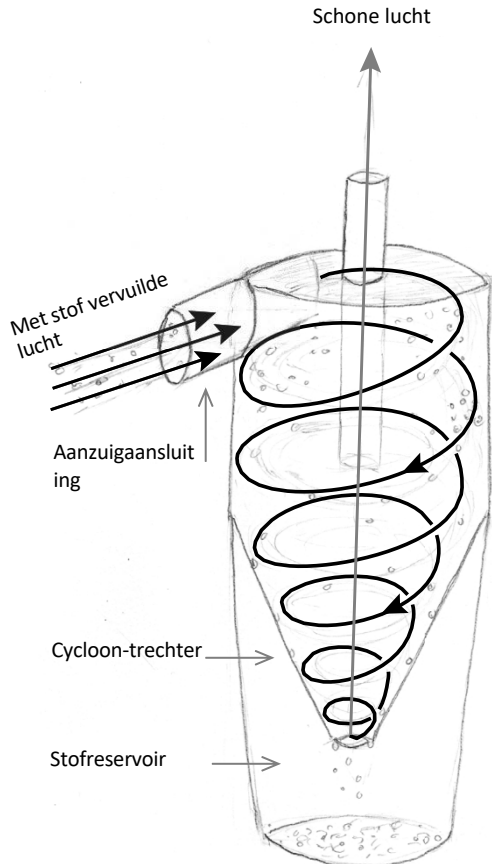
De luchtstroom

in een eenvoudige afscheider van dit type is zeer turbulent en alleen zeer grote druppeltjes met een relatief hoog gewicht en een hoge traagheid kunnen bij de botsing en het afbuigen van de luchtstroom hieruit worden afgescheiden. Kleinere, in de lucht zwevende druppeltjes met een lager gewicht passeren deze omleidingen samen met de luchtstroom en worden daarom niet afgescheiden. Het enige voordeel van deze eenvoudige afschermplaatafscheiders was dat ze geen vloeistof opslaan, maar hun efficiëntie bij het afscheiden van deeltjes uit de luchtstroom was zeer gering.

Tropische cyclonen als voorbeeld

Pas toen de fabrikanten van stofafscheiders de natuur als voorbeeld namen en lering trokken uit tropische orkanen, slaagden ze erin dit nadeel uit de weg te ruimen. Het bekendste voorbeeld hiervan is het eerder genoemde bedrijf Dyson met zijn cycloonstofzuigers. Een technologie die zonder filter werkt en in principe functioneert als een mini-orkaan. De lucht wordt, net als in een orkaan, in een rotatiestroom met zeer hoge snelheid gebracht. Daarbij geldt: hoe hoger de rotatiesnelheid, hoe kleiner de deeltjes die door de luchtstroom kunnen worden weggeslingerd en zo kunnen worden afgeschermd.

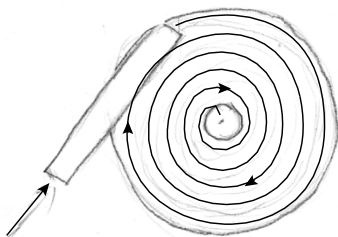
Werkingsprincipe van een cycloonstofzuiger



Door de conische vorm van de cycloon-trechter wordt de aangezogen lucht in een spiraalvormige beweging gebracht.

Door de middelpuntvliedende kracht worden de stofdeeltjes tegen de wand geslingerd.

De stofdeeltjes worden opgevangen in een stofbak.



Cycloonspiraal gezien van bovenaf

Er was natuurlijk veel onderzoek en ontwikkeling nodig om de knowhow te verwerven waarmee dergelijke kunstmatige wervelstormen op kleine schaal kunnen worden opgewekt in stofzuigers, afzuigkappen en luchtreinigers. Met eenvoudig gebogen stootplaten kan dit zeker niet worden bereikt. Ook bij de ontwikkeling en optimalisatie van de cycloontechnologie wordt gebruikgemaakt van numerieke stromingssimulatie, kortweg CFD-simulatie. CFD staat voor Computational Fluid Dynamics. Met behulp van deze simulatie kunnen de meest uiteenlopende luchtstromingen zichtbaar worden gemaakt. Dit is echter niet voldoende om de afscheidingstechnologieën te optimaliseren. Ook hier ontstaan vaak misverstanden in de ventilatietechniek en luchtzuivering!

Misverstand

Optimalisatie van de luchtstroom is voldoende!

In veel gevallen draait het in de ventilatietechniek alleen om de luchtstroom. Bijvoorbeeld om de vraag hoe in een grote concertzaal zo comfortabel mogelijk verse lucht kan worden aangevoerd, zonder dat de concertbezoekers een onaangename tocht of kou voelen. Ook moet de toevoer volledig geruisloos plaatsvinden.

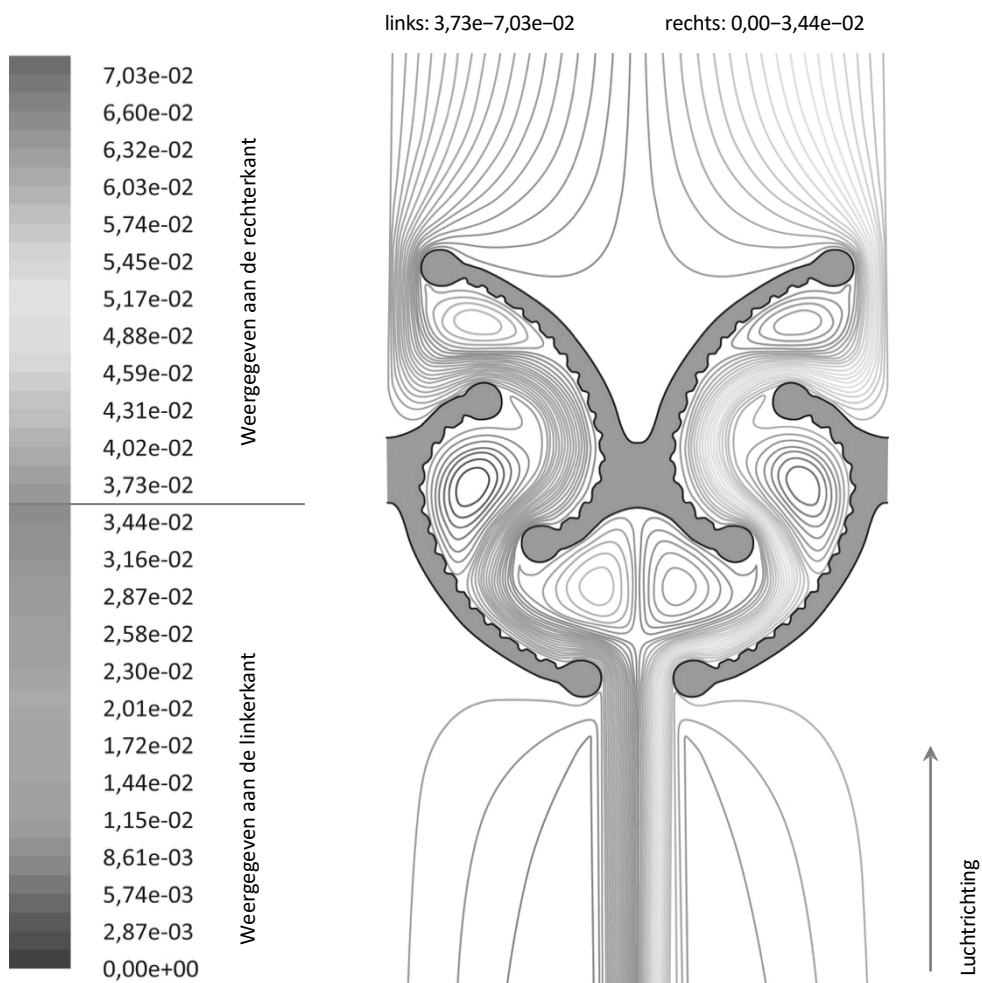
Bij de optimalisatie van filters en afscheiders in de luchtzuivering gaat het echter niet alleen om de luchtstroom en de analyse van het verloop en de snelheid ervan. De eigenlijke taak bij de luchtzuivering bestaat erin de meegevoerde deeltjes door middel van filtering of afscheiding van de luchtstroom te scheiden. De filters werken daarbij, eenvoudig gezegd, als een zeef en de afscheiders als wervelstormen. Wil men de werking van afscheiders optimaliseren, dan moet men erin slagen kleine wervelstormen in de afscheiders te forceren. Alleen dan worden de deeltjes uit de luchtstroom geslingerd en kunnen ze worden afgescheiden.

Analyse van de deeltjesbanen

Ook de stroming van de deeltjes kan tegenwoordig met behulp van CFD-systemen worden onderzocht en gevisualiseerd. Men kijkt dus niet meer alleen naar de luchtstromen, maar ook naar het gedrag van de meegevoerde deeltjes of aerosolen.

Volgt de kleinere en dus lichtere aerosolen dezelfde route als de luchtstroom? Een zeer interessant CFD-onderzoek is de visualisatie van de verschillende aerosolbanen. Het verloop van deze banen hangt af van de deeltjesgrootte. Met zeer goede CFD-analyses kan men inmiddels zelfs zien op welke plaats in een afscheider een aerosol van de luchtstroom wordt gescheiden! Bij de verdere ontwikkeling van onze afscheiders waren we meer dan eens verbaasd en verrast over de resultaten van een dergelijke analyse.

CFD-analyse van een X-CYCLONE®-afscheider



Stromingsgedrag van deeltjes van verschillende grootte (kg/s)

De verschillende deeltjesgroottes zijn aangegeven met verschillende grijsinten.

Figuur 12

Voorbeeld uit de bedrijfsgeschiedenis

Ook wij dachten bij de verdere ontwikkeling van onze afscheiders veel te vaak al van tevoren te weten wat de luchtstroom zou doen en wat er daarbij met alle in de lucht zwevende deeltjes zou gebeuren – dus waar deze zouden worden weggeslingerd. Om onze veronderstelling te valideren, voerden we CFD-analyses uit. De gepresenteerde resultaten waren vaak totaal anders dan we hadden verwacht.

Ik herinner me nog een onderzoek waarbij we er allemaal voor honderd procent van overtuigd waren dat er zich in een door ons nieuw ontwikkelde afscheider zeer snel kleine wervelstormen met sterke rotatie zouden vormen, die de in de lucht zwevende deeltjes met zeer hoge efficiëntie zouden wegslingeren. Dit door ons nieuw ontwikkelde prototype noemden we vol trots X-CYCLONE®.

De X staat daarbij voor de geometrie van de afscheider. We bouwden deze niet langer op uit twee eenvoudig gebogen platen in U-vorm, maar gaven de afscheidingsprofielen een veel complexere geometrie. In het begin konden we deze alleen met aluminium extrusieprofielen vervaardigen. De oppervlakken leken daarbij op miniatuurversies van vliegtuigvleugels, die we in een X-geometrie rangschikten. U raadt het al: het tweede deel van de naam van onze nieuwe ontwikkeling staat voor tropische cyclonen – in de Engelse schrijfwijze CYCLONE.

De CFD-analyse van het nieuwe afscheidingsprototype was minder bedoeld als analyse, maar eerder als bevestiging, die we voor de zekerheid – ondanks de hoge inspanning – toch wilden uitvoeren. We wisten immers al hoe het resultaat zou uitvallen. Dat dachten we tenminste ...

Een CFD-analyse is inderdaad zeer arbeidsintensief. Zoals eerder uitgelegd, wordt bij het onderzoek niet alleen het gedrag van de luchtstroom, maar ook dat van de deeltjes in de lucht nauwkeurig onderzocht. Om dit onderzoek überhaupt te kunnen uitvoeren, is een driedimensionaal

model van de afscheider nodig. Geen probleem, dacht ik jaren geleden ook, we hebben immers alles in huis, anders zouden we het immers niet kunnen produceren. Maar ook ik was hier in een misverstand getrapt!

Misvatting

Voor een CFD-simulatie volstaat een driedimensionaal model van de afscheider.

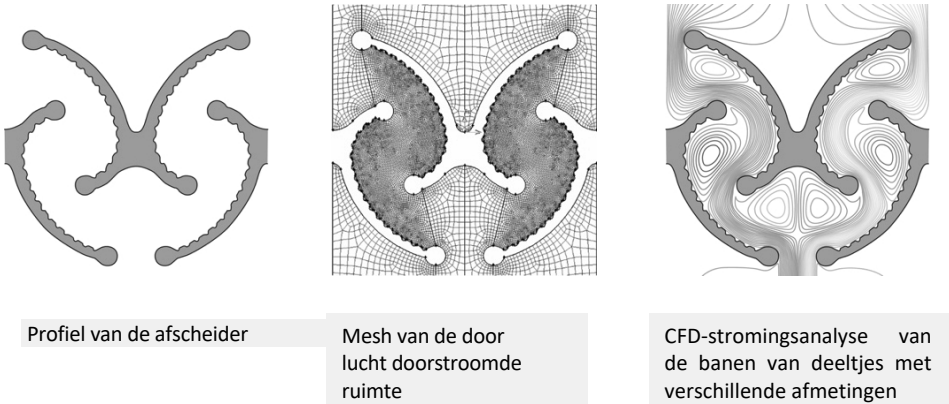
Het driedimensionale ruimtemodel

Voor het onderzoek hadden we namelijk niet alleen het driedimensionale model van onze afscheider, dus de aluminiumprofielen, nodig, maar ook een model van de ruimte waar de lucht doorheen stroomt. Eigenlijk heel logisch! Als je de luchtstroom in een rond ventilatiekanaal analyseert, kijk je immers ook naar de cilindrische ruimte binnenin het ventilatiekanaal en niet naar de plaat van het luchtkanaal. Dit maakte onze taak echter niet eenvoudiger. Aangezien de geometrie van ons nieuwe X-CYCLONE®-aluminiumprofiel al zeer complex was, werd de ruimte waar de lucht doorheen stroomt des te complexer. Maar voor het CFD-onderzoek moet juist deze ruimte worden gemodelleerd.

De mesh (rekenrooster)

Bovenop deze op zich al tijdrovende procedure komt nog de extra moeilijkheid dat de door lucht doorstroomde ruimte ook nog van een berekeningsnet moet worden voorzien. Hiervoor wordt vaak de Engelse term 'mesh' gebruikt. Hoe zo'n berekeningsnet in deze door lucht doorstroomde ruimte wordt geplaatst, heeft op zijn beurt weer een grote invloed op de kwaliteit van de CFD-analyse. Als men deze weg echter met grote zorgvuldigheid bewandelt, krijgt men zeer gedetailleerde stromingsanalyses van zowel de luchtstroom als de deeltjes, hoewel de resultaten ook uiterst frustrerend kunnen zijn!

CFD-analyse van een X-CYCLONE®-afscheider



Afbeelding 13

Een ontnuchterend resultaat

Het begin is altijd moeilijk – de lucht stroomt anders dan verwacht!

Voor onze eerste X-CYCLONE®-prototypes leverde de CFD-analyse zeer ontnuchterende resultaten op. In het gebied van de door lucht doorstroomde zone, waar volgens onze rotsvaste overtuiging kleine cyclonen zouden ontstaan die vervolgens met een rotatiesnelheid van meer dan 10 meter per seconde deeltjes zouden wegslingeren, gebeurde er helemaal niets van dit alles! Ik zie het nog voor me alsof het gisteren was. De CFD-analyse toonde duidelijk een leeg gebied dat qua vorm deed denken aan een druppel van ongeveer één centimeter groot.

De oorzaak

Omdat de X-geometrie van ons profiel een veel te grote kromming vertoonde, kon de luchtstroom deze geometrie niet volgen en ontstond er een gebied waar geen lucht doorheen stroomde, laat staan dat zich daar cyclonen zouden hebben gevormd die voor afscheiding zouden hebben gezorgd! Zelfs ventilatiespecialisten kunnen het gedrag van de luchtstroom niet altijd van tevoren correct inschatten.

De optimalisatie

Voor ons toenmalige ontwikkelingsproject ter optimalisatie van de X-CYCLONE®-afscheiding betekende dit dat we helemaal opnieuw moesten beginnen en de geometrie van onze afscheiders moesten herzien. In feite een nooit eindigend proces van voortdurende verdere ontwikkeling en verbetering. Uiteindelijk is het ons toch gelukt om producten te ontwikkelen met vergelijkbare technologie, zoals men die van Dyson kent, en deze in de ventilatie en luchtzuivering volgens industriële normen toe te passen.

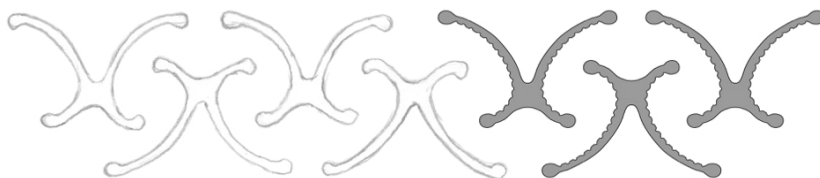
Ontwikkeling van de geometrie van afscheiders



Afscheiders met stootplaten en U-vormige profielen



Prototype van de X-CYCLONE®-afscheider met X-profielen in de vorm van vliegtuigvleugels



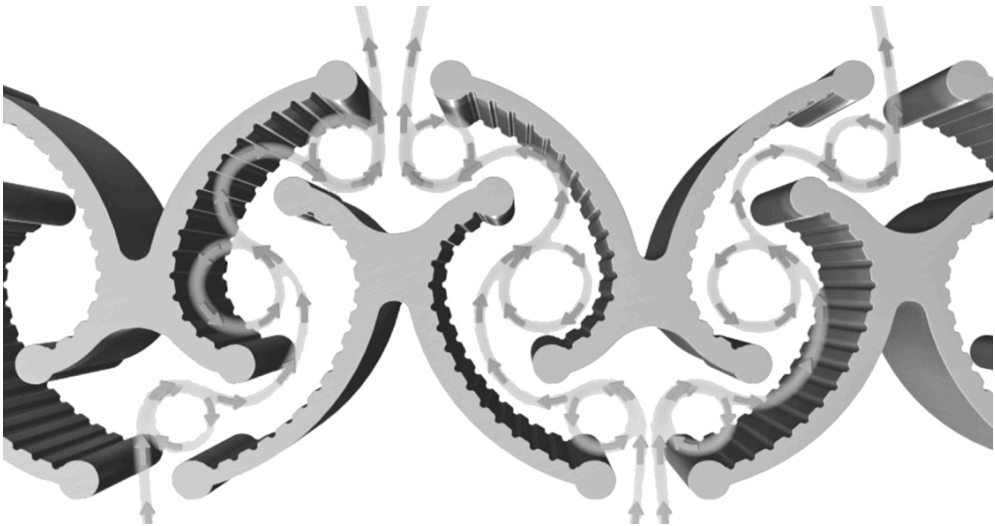
X-CYCLONE®-afscheider met profielen in geoptimaliseerde X-geometrie voor een optimale luchtstroomgeleiding (zie afb. 15)

De opmars van onze afscheiders

Inmiddels hebben de door ons ontwikkelde X-CYCLONE®-afscheiders hun plaats veroverd in de meest uiteenlopende sectoren.

Op boorplatforms, in textielveredelingsbedrijven, in installaties voor de productie van melkpoeder, in spuitcabines van de auto-industrie, in de voedingsmiddelenindustrie, in grootkeukens, in de machinebouw en zelfs in installaties voor de productie van siliciumwafers voor de micro-elektronica zorgen de „cycloonwervelstormen“ in onze X-profielafscheiders nu voor een uiterst efficiënte luchtzuivering.

Schematische weergave van een X-CYCLONE®-afscheider



Afbeelding 15

3. Hoe kunnen dampen en geuren worden verwijderd?



Het verwijderen van dampen en geuren is een zeer complexe opgave binnen de ventilatietechniek en luchtzuivering. Je zou kunnen denken dat de lucht na het opvangen, afscheiden en reinigen eigenlijk schoon zou moeten zijn en dat er daarom ook geen geur meer waarneembaar zou zijn. Alle deeltjes, aerosolen en schadelijke stoffen zijn verwijderd – wat zou er dan nog tot geurhinder kunnen leiden?

Misvatting

Er is geen geurhinder in lucht die vrij is van aerosolen, deeltjes en schadelijke stoffen.

Helaas is ook dit weer een misvatting op het gebied van ventilatietechniek en luchtzuivering, waar dit hoofdstuk over gaat. Ik zal het aan de hand van een eenvoudig praktijkvoorbeeld toelichten.

Praktijkvoorbeeld: tanken

Velen van ons zijn wel eens met de auto naar het tankstation geweest om daar brandstof te tanken. Daarbij is de geur van benzine of diesel de meesten van ons vast wel eens in de neus opgestegen.

Benzinegeur tijdens het tanken



Afbeelding 16

Maar waarom ruiken we eigenlijk de benzine tijdens het tanken, hoewel er meestal geen brandstofspetters of aerosolen door de lucht vliegen? Dat wordt heel duidelijk als je je tank tot de rand wilt vullen en daarbij moet oppassen dat er niets overloopt. Als je kijkt wanneer het brandstofpeil in de vulopening zichtbaar wordt, zit je neus dicht bij de vulopening en ruik je de brandstof intens – ook zonder dat er iets uitloopt.

Als men in de directe omgeving van de tankopening een deeltjesmeting zou uitvoeren, zou men met meetapparatuur geen brandstofaerosolen of -deeltjes in de lucht rond de tankopening kunnen vaststellen. Maar waarom ruikt het dan toch naar brandstof tijdens het tanken? Dat wordt hieronder beantwoord.

3.1. Het misverstand over het verschil tussen dampen en aerosolen

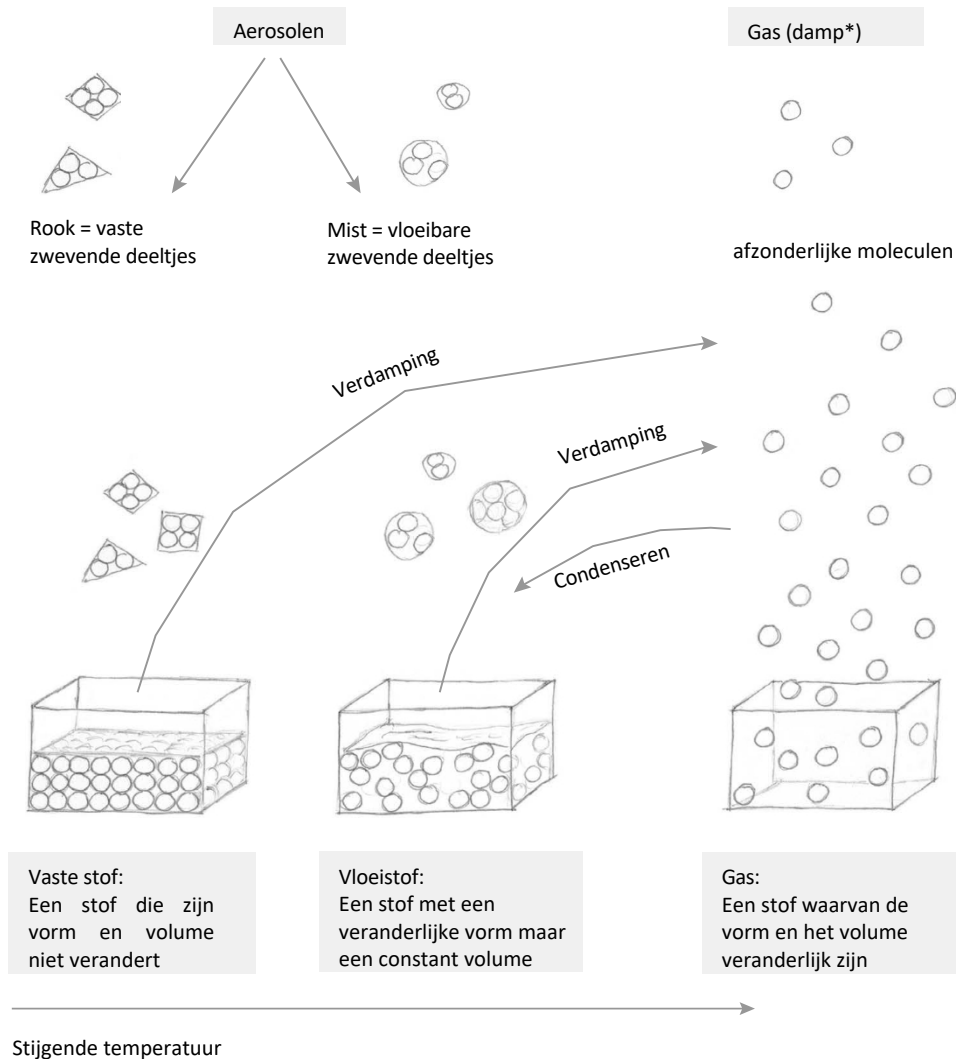
Waarom ruikt het tijdens het tanken naar brandstof, hoewel je niets in de lucht ziet? Wat je ruikt, is verdampte brandstof. Vooral Super Plus is zeer vluchtig. Dat betekent dat het al bij vrij lage temperaturen verdampt. Deze damp, of beter gezegd het gas, ontsnapt uit de tankopening en zorgt voor de geur.

Misvatting

Aerosolvrije lucht is schoon.

Dit eenvoudige voorbeeld illustreert op indrukwekkende wijze dat lucht die vrij is van aerosolen nog lang niet schoon hoeft te zijn en nog steeds een belasting voor het milieu kan vormen. De luchtverontreiniging door verdampte vloeistoffen is een probleem dat ook de beroepsverenigingen veel hoofdbrekens bezorgt.

Verschil tussen aerosolen en gas



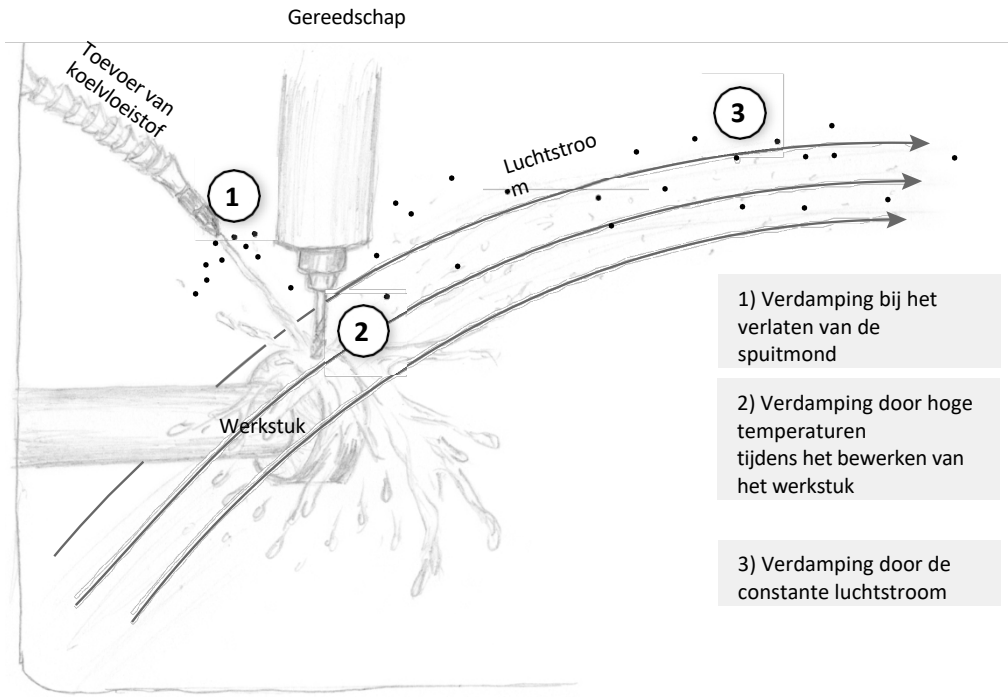
* Over het algemeen verstaat men onder stoom druppeltjes die zich in de lucht bevinden, zoals stoomwolken tijdens het koken. Vanuit natuurwetenschappelijk oogpunt is stoom echter de gasvormige toestand van een stof (ontstaan door verdamping, verdampen, koken of sublimeren).

Praktijkvoorbeeld uit de machinebouw

Ik herinner me nog goed dat ik samen met onze verkooppartner uit Beieren een bezoek bracht aan de beroepsvereniging die verantwoordelijk is voor de machinebouw in Beieren. Daar lieten ze ons onderzoeken zien met meetresultaten, waarin de luchtverontreiniging door koel- en smeermiddelen bij werktuigmachines was onderzocht. De resultaten toonden precies hetzelfde fenomeen als in het bovenstaande voorbeeld van het tankstation. Uit de analyse van de lucht rondom de werktuigmachine bleek dat er vrijwel geen luchtverontreiniging door aerosolen had plaatsgevonden en dat alle luchtgrenswaarden werden nageleefd. Dat dacht men tenminste. Toen de specialisten van de beroepsvereniging vervolgens keken naar het aandeel verdampte koel- en smeermiddelen van verschillende werktuigmachines, constateerden ze aanzienlijke hoeveelheden daarvan in de lucht – deels concentraties tot wel 100 milligram koel- en smeermiddeldampen in één kubieke meter ruimtelucht. Daarmee werden de geldende grenswaarden met een factor tien overschreden! Hoe kon dit gebeuren?

Door de zeer hoge druk in de machines, waar koel- en smeermiddelen via sproeiers zeer fijn worden verneveld, treden de eerste verdampingsverschijnselen op. Bovendien verdampt er veel vloeistof door de hoge temperaturen aan de gereedschappen die het metaal bewerken. Wat in dit verband vaak wordt onderschat, is de constante luchtstroom door de luchtreinigers in de werktuigmachines.

Koelmiddeldampen in een bewerkingsmachine



Afbeelding 18

Denk eens terug aan wat we in hoofdstuk 1 hebben vastgesteld: voor het afzuigen hebben we een grote hoeveelheid afvoerlucht nodig en een luchtstroom in de richting van de afzuigopening. Deze luchtstroom is goed te vergelijken met wind die over het oppervlak van een groot meer waait. Alleen al door deze luchtstroom verdampt er water, dat als luchtvochtigheid wordt opgenomen en met de luchtstroom wordt afgevoerd. Soortgelijke effecten zien we ook in een bewerkingsmachine of juist bij het tanken. Hierdoor worden enorme hoeveelheden vloeistof in dampvorm met de lucht meegevoerd. Deze dampen kunnen leiden tot aanzienlijke gezondheidsrisico's en geurhinder.

Voorbeeld: voedingsmiddelenindustrie

Hetzelfde verschijnsel is ook waar te nemen in de voedingsmiddelenindustrie en in professionele keukens. Bij alle installaties en kooktoestellen die met hoge temperaturen werken, verdampt er vloeistof. Typische processen zijn bakken, braden en frituren. Hier zijn overal temperaturen van circa 140 tot 190 graden Celsius in het spel. Daarbij verdampen oliën en vetten gedeeltelijk en worden ze door ventilatiesystemen opgevangen en afgezogen.

Praktijkvoorbeeld: frituurinstallaties

In de voedingsmiddelenindustrie hebben we al installaties voor het frituren van chips kunnen bewonderen die qua afmetingen overeenkwamen met een groot bad. In dit bad worden elke dag honderdduizenden chips gefrituurd, waarbij enorme hoeveelheden damp vrijkomen. Deze bestaat grotendeels uit verdampte olie uit het frituurvet en verdampt water dat vóór het frituren nog in de aardappelchips zat. Ook hier constateerden we het eerder beschreven fenomeen: bij de analyse van de procesafvoerlucht door middel van een deeltjesmeting was er geen enkele luchtverontreiniging waarneembaar; de lucht leek schoon en nauwelijks vervuild. Toch was al visueel te zien dat de afvoerlucht van dit verwerkingsproces niet schoon kon zijn, want deze zag eruit als de stoomwolk van een oude stoomlocomotief. Ook was er, net als bij het tankstation, een intense geur waarneembaar. Deze was weliswaar aangenerender dan bij het tanken, maar duidde niettemin heel duidelijk op luchtverontreiniging.

Voorbeeld: de keuken thuis

Iets soortgelijks kunt u ook thuis in uw keuken waarnemen, bijvoorbeeld wanneer u een biefstuk op hoge temperatuur bakt. Daarbij kunnen er weliswaar hier en daar oliespatten ontstaan die als aerosol kunnen worden aangemerkt, maar wat boven uw fornuis opstijgt en door uw afzuigkap wordt opgevangen en afgezogen, is voornamelijk lucht met verdampte oliën en water. Er komen daar slechts weinig druppels, aerosolen en spatten terecht.

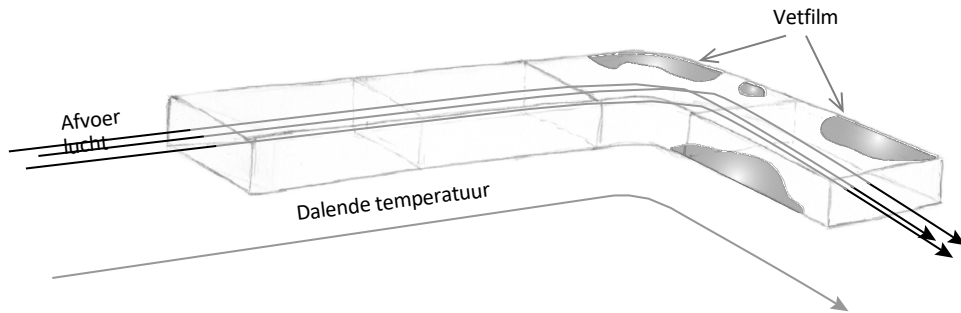
Condensatie van de verdampte vloeistoffen

In de industrie en in commerciële keukens veroorzaken deze verdampte vloeistoffen grote problemen in de procesafvoerlucht. Deze dampen zorgen namelijk niet alleen voor geurhinder, maar kunnen natuurlijk ook weer condenseren wanneer de afvoerlucht voldoende afkoelt. De verdampte vloeistof gaat dan weer over van de gasvormige naar de vloeibare toestand. Dit is vooral te zien in grote industriële bedrijven en grote hotels. Waarom? Omdat er in grote gebouwen vaak lange afstanden zijn voor de afvoerkanalen.

Hygiënische problemen en brandgevaar door lange afvoerkanalen

Of het nu gaat om een kookproces in een grote hotelkeuken of een verwerkingsproces in een industriële onderneming: de lucht die direct bij het proces wordt opgevangen en afgezogen, moet vervolgens een zeer lange weg door het afzuigkanaal afleggen, totdat deze uiteindelijk het gebouw verlaat en met behulp van grote ventilatie-installaties naar buiten wordt geblazen. Tijdens de lange weg door het afzuigkanaal, dat vaak bestaat uit rechthoekige plaatstaalsegmenten, koelt de lucht af. Daardoor condenseert de verdampte vloeistof en zet deze zich af in de afzuigkanalen en de ventilatie-unit. Deze afzettingen vormen niet alleen een hygiënisch probleem, maar zorgen ook voor brandgevaar.

Lange afvoerkanalen en de gevaren ervan



Op weg naar buiten koelt de lucht steeds verder af. Hierdoor condenseren dampen en vormen ze binnen het afvoerkanaal water- en vetfilms – een broedplaats voor micro-organismen en een mogelijke brandhaard.

Afbeelding 19

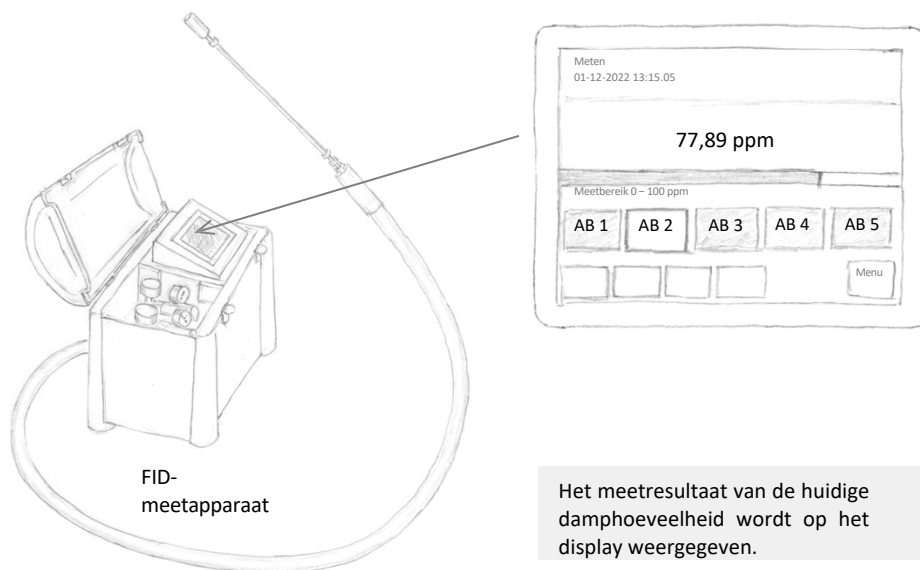
Europese normen schrijven voor dat er rekening moet worden gehouden met dampen en de condensatie daarvan

Lucht die vrij is van aerosolen en deeltjes is dus nog lang niet schoon. Wat vaak als geurhinder wordt ervaren, zijn meestal dampen. Om deze reden schrijven ook Europese normen zoals DIN EN 16282 voor dat naast de luchtzuivering in commerciële keukens door middel van filters en afscheiders ook rekening moet worden gehouden met de verdampte vloeistoffen en de condensatie daarvan! Hiervoor moeten deze, deels zeer hoge concentraties, met meetapparatuur worden geregistreerd en geanalyseerd.

3.2. FID-meetapparatuur kan helpen bij de analyse van luchtverontreiniging!

Met behulp van FID-meetapparatuur kan men een indicatie krijgen van de hoeveelheid verdampte vloeistof in de lucht. FID is de afkorting voor vlamionisatiedetector. Een FID-meetapparaat helpt bij het bepalen van de hoeveelheid verdampte vluchtige organische stoffen. In de volksmond wordt ook vaak gesproken over 'totaal-C' in de afvoerlucht; hiermee worden de dampvormige koolwaterstoffen in de lucht bedoeld. Als we bijvoorbeeld willen weten hoeveel verdampte brandstof we tijdens het tanken inademen, zou zo'n meetapparaat de ideale uitrusting zijn. FID-meetapparaten zijn eveneens zeer nuttig bij de analyse van verdampte koel- en smeermiddelen in de productie-industrie of bij installaties in de levensmiddelenproductie.

Deeltjes- en damphoeveelheid meten



Figuur 20

Analyse van de luchtverontreiniging

Als men de afvoerlucht van de hierboven genoemde processen analyseert, blijkt de werkelijke belasting meestal voort te komen uit de som van de in de lucht zwevende aerosolen en dampen. Het resultaat van een dergelijke totaalbeoordeling laat niet zelden zien dat er 80 milligram damp en slechts 20 milligram aerosolen in één kubieke meter binnenlucht aanwezig zijn. Toegepast op dit voorbeeld zou dat betekenen dat we in totaal 100 milligram verontreiniging in één kubieke meter binnenlucht hebben. Of deze verontreiniging nu afkomstig is van koel- en smeermiddelen in een machinebouwbedrijf of van frituurolie in de voedselproductie of een hotelkeuken, kunnen we op dit moment buiten beschouwing laten, want de problematiek en de opgave zijn in eerste instantie hetzelfde: we moeten ons met beide bezighouden.

Misverstand

Verdampte vloeistoffen hoeven niet te worden gemeten.

We moeten zowel rekening houden met de verdampte vloeistoffen als met de in de lucht zwevende aerosolen die uit deze vloeistoffen ontstaan. Een veelgemaakte fout in de ventilatietechniek en luchtzuivering is dat deze luchtverontreinigingen helemaal niet met meetapparatuur worden geregistreerd en geanalyseerd. Als er al iets wordt gemeten, dan is dat in het beste geval de deeltjesconcentratie van de aerosolen. Vrijwel nooit worden beide, dampen en aerosolen, geanalyseerd. Dat werd ook bevestigd door de gesprekken met de collega's van de beroepsvereniging in Beieren.

Bij friteuses in de grootkeuken of bij grote verzamelbakken met hete metaalspaanders in productiebedrijven of soortgelijke installaties stijgen tijdens het gebruik overal witte wolkjes op. Visueel lijken deze sterk op de stoom die opstijgt wanneer men thuis water in een kookpot verwarmt. Met dit verschil echter dat de stoom die uit de industriële reservoirs opstijgt, oliën en koel- resp. smeermiddelen bevat.

Deze stoffen zijn vaak de bron van sterke geurhinder en krijgen veel te weinig aandacht en onderzoek.

Deeltjes- en FID-metingen uitvoeren

Het is onontkoombaar om dergelijke emissies zowel door middel van een deeltjes- als een FID-meting te onderzoeken. Uit deze metingen kan namelijk de volgende stap worden afgeleid: het zuiveren van de lucht door het verwijderen van deze dampen.

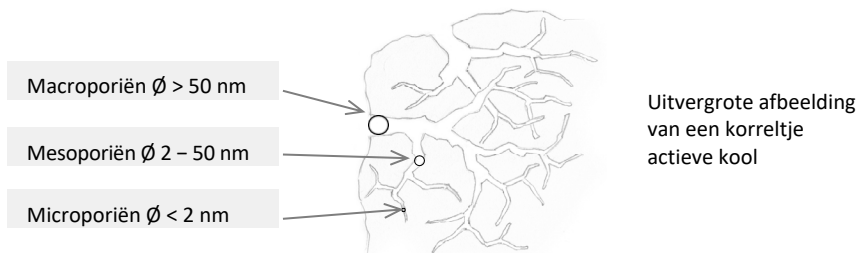
Oplossingsaanpak 1: actieve kool

Een mogelijke aanpak is bijvoorbeeld het gebruik van actieve-koolfilters. Eenvoudig gezegd werkt actieve kool als een soort moleculair filter. Het is zeer poreus en heeft talrijke zeer kleine poriën die dampen door adsorptie kunnen opnemen. Zo worden de dampen aan het oppervlak van de actieve kool gebonden. Dit werkt echter alleen zolang de actieve kool niet te zwaar wordt belast door aerosolen die bij de condensatie ontstaan.

Nadeel bij het gebruik van actieve kool

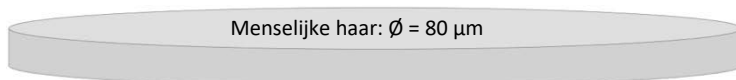
Vaak worden actieve-koolfilters pas in de ventilatie-unit aan het einde van een lang afvoerkanaal geplaatst. Tegen de tijd dat de afvoerlucht daar aankomt, is deze al enkele graden afgekoeld en beginnen de dampen te condenseren. Hierdoor raken de vele kleine poriën van de actieve kool veel te snel verstopt en worden ze dus ondoeltreffend. Als de condenserende dampen uit oliën bestaan, ontstaat er in combinatie met actieve kool letterlijk een brandgevaarlijke combinatie!

Toepassing van actieve kool

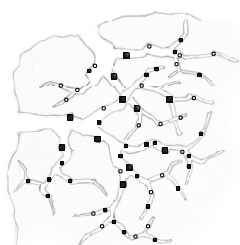


Vergelijking van de grootte:

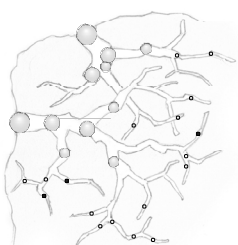
De diameter van een menselijke haar bedraagt ongeveer $80 \mu\text{m}$,
die van een fijnstofdeeltje $5 \mu\text{m}$,
die van een grote mesopore $0,05 \mu\text{m}$ ($= 50 \text{ nm} = 0,00005 \text{ mm}$)



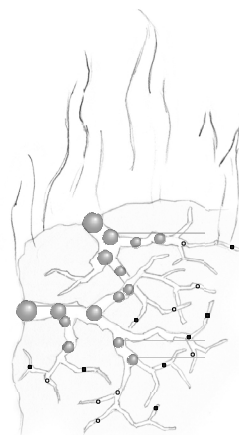
De adsorptie vindt plaats aan het oppervlak in de poriën. Het binnenoppervlak van vier gram actieve kool komt ongeveer overeen met de oppervlakte van een voetbalveld.



Gebonden dampen



verstopte poriën door gecondenseerde dampen



Brandgevaar door gecondenseerde oliedampen

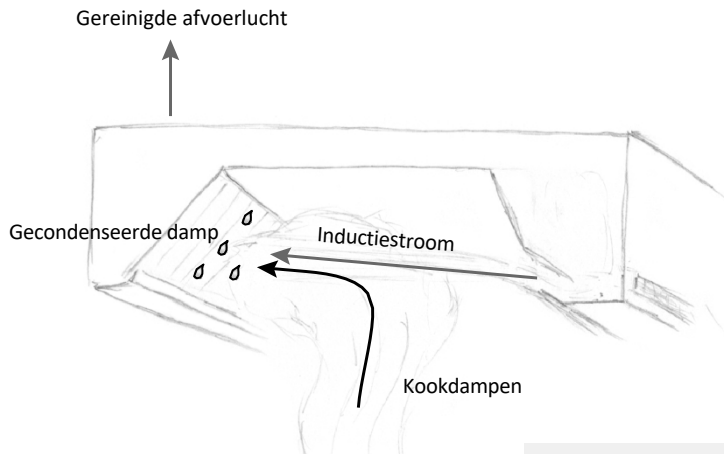
Oplossingsaanpak 2: geforceerde condensatie

Een andere mogelijkheid om de verdampte vloeistoffen onder controle te krijgen en de hoeveelheid ervan te verminderen, is geforceerde condensatie direct bij het opvangen en afzuigen.

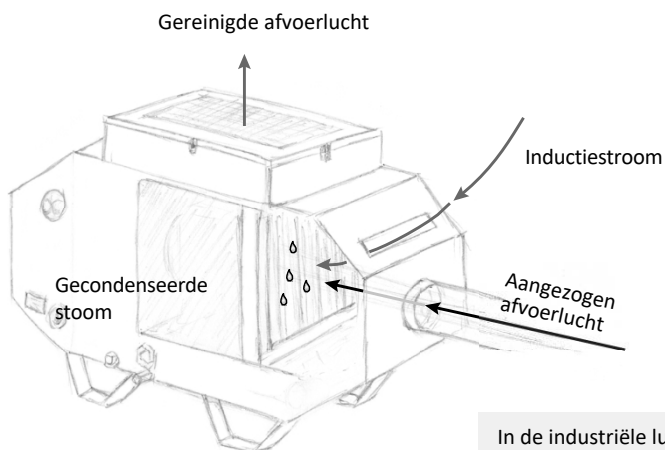
Zoals beschreven in hoofdstuk 1 hebben we bij REVEN GMBH opvangsystemen ontwikkeld die niet alleen afzuigen, maar ook blazen. Hierbij wordt de af te zuigen lucht met de aerosolen, virussen en schadelijke stoffen zo snel mogelijk door middel van ondersteunend blazen naar het gebied getransporteerd waar de afzuigkracht van de luchtreinigers, afzuigkappen en ventilatieapparaten het grootst is – dus direct naar het gebied van hun aanzuigopeningen.

Hiervoor hebben we zowel moderne afzuigkappen als industriële luchtreinigers ontwikkeld die zijn uitgerust met een extra voorziening voor ondersteunend blazen. Zo wordt er bij de afzuigkap voor gezorgd dat opstijgende kookdampen snel en direct vanuit het kooktoestel naar het filter- en aanzuiggebied stromen en daar worden opgevangen of afgezogen. Bovendien zijn we er hierdoor in geslaagd om bovendien de condensatie van verdampte vloeistoffen te forceren. De lucht van de inductiestroom, dat wil zeggen de ingeblazen luchtstroom, is altijd enkele graden kouder dan de op te vangen lucht. Dit temperatuurverschil helpt ons om zowel in onze verder ontwikkelde afzuigkappen als in onze luchtreinigers voor werktuigmachines direct bij het opvangen en afzuigen de condensatie van de verdampte vloeistoffen op gang te brengen.

Geforceerde condensatie



In de afzuigkap: door de koelere inductiestroom condenseert de damp en wordt deze op weg naar het afvoerkanaal afgeschermd.



In de industriële luchtreiniger: door de koelere inductiestroom condenseren dampen vóór de X-CYCLONE®-afscheider en worden ze afgescheiden.

Voordelen van geforceerde condensatie

Als de procesafvoerlucht wordt ontdaan van verdampte vloeistoffen en in de lucht zwevende aerosolen, is deze daadwerkelijk gezuiverd en schoon. Daarbij worden ook de geuremissies tot een minimum beperkt en kunnen deze door middel van nageschakelde geurfilters volledig worden geneutraliseerd. De technologieën die voor de geurneutralisatie worden gebruikt, kunnen UV-, ozon-, actieve kool- of chemische oxidatiesystemen zijn. Ze hebben allemaal één ding gemeen: ze werken alleen en ontplooiën hun volledige potentieel pas als de afvoerlucht vooraf efficiënt is gereinigd van aerosolen en dampen. Pas dan, en alleen dan, hebben achteraf geïnstalleerde, aanvullende technologieën voor volledige geurverwijdering zin. Meer hierover in het volgende hoofdstuk.

4. Hoe kunnen virussen en geuren geneutraliseerd worden?



Het neutraliseren van geuren en het volledig verwijderen van virussen en bacteriën uit de lucht is een taak die meerdere stappen vereist. Allereerst is er de efficiënte opvang en afzuiging, vervolgens zijn zeer effectieve aerosol-filters of -afscheiders nodig en in dit verband is ook de condensatie van de dampen vereist, zoals in het vorige hoofdstuk besproken. Alleen als al deze stappen in acht worden genomen, kunnen geuren betrouwbaar en volledig worden verwijderd met behulp van UV-C- of ozonsystemen.

Misvatting

Met UV-bestraling los je alle problemen met betrekking tot virussen, bacteriën en geuren op.

Een wijdverbreid misverstand in de ventilatietechniek en luchtzuivering, dat hardnekkig blijft bestaan, is de overtuiging dat men zich geen grote zorgen hoeft te maken over al deze stappen, van het opvangen en afzuigen via het afscheiden tot het condenseren. Je hoeft alleen maar willekeurige lampen die ultraviolet licht produceren in de luchtreinigers en afzuigsystemen te plaatsen en alles komt goed. Dat, of iets dergelijks, suggereren de beloften van veel concurrenten die ik steeds weer hoor.

Er bestaan heel veel misverstanden en onjuiste informatie over de werking en het effect van technologieën voor luchtzuivering die met ultraviolette straling werken. Dat begint al met het feit dat veel fabrikanten de gebruikers niet informeren over het daadwerkelijke toepassingsgebied van ultraviolette straling. Een belangrijk aspect waar absoluut aandacht aan moet worden besteed, is de vraag: „Wat moet er worden bereikt door het gebruik van UV-C-systemen?“ Willen we de lucht ontdoen van virussen en bacteriën of willen we vetten en oliën uit de afvoerlucht verwijderen? Ik denk dat u het met mij eens bent dat hier verschillende doelstellingen uit te horen zijn en dat het verwijderen van virussen uit de afvoerlucht eigenlijk niet hetzelfde kan zijn als het verwijderen van oliën en vetten.

Daarom moeten we eerst bespreken waarvoor we ultravioletlicht eigenlijk in ons ventilatiesysteem willen gebruiken. Welk UV-C-systeem wordt ingezet, hangt af van de taakstelling. De verschillende taken van dergelijke systemen kunnen de volgende zijn:

- *Desinfectie van voorwerpen*
- *Neutralisatie van geuren in de lucht*
- *Doden van virussen en bacteriën in de lucht*

Deze drie taken hebben al betrekking op drie totaal verschillende gebieden, die elk het gebruik van heel verschillende UV-C-systemen vereisen. Er bestaat geen systeem dat alle drie de taken kan uitvoeren.

Daarnaast is er nog de met mythes omgeven taak van de zogenaamde vetverbranding. Wat daar precies achter zit, zullen we later toelichten.

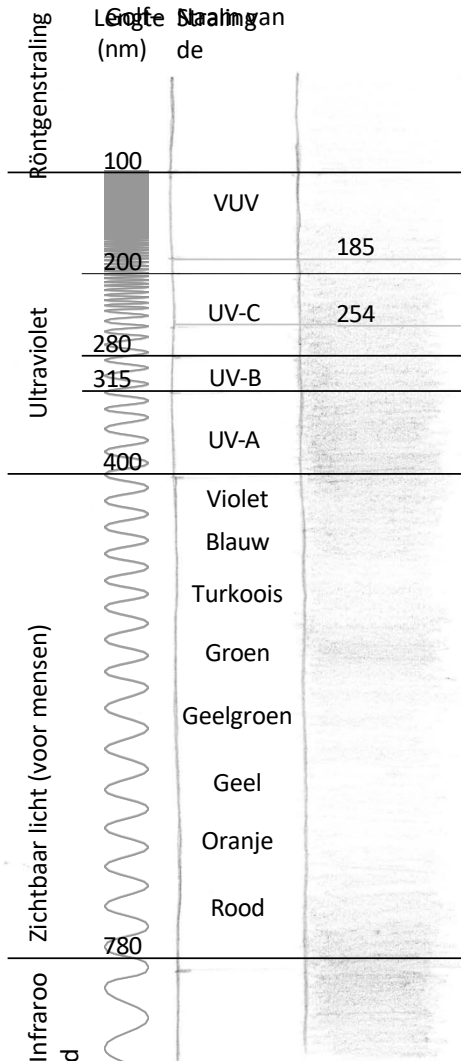
We hebben dus een UV-C-systeem nodig dat speciaal is ontworpen voor een van deze taken. Maar zelfs dan is het nog maar de vraag of de betreffende taak echt naar tevredenheid kan worden uitgevoerd.

4.1. Het misverstand over UV-C-straling

In luchtreinigers voor woonruimtes worden vaak UV-C-systemen geïntegreerd. In de loop van de wereldwijd woedende pandemie werd de markt vanaf 2020 regelrecht overspoeld door dergelijke luchtreinigers. Aan de gebruikers werd beloofd dat de ultraviolette straling van deze apparaten gevaarlijke virussen kan doden. Maar hoe zou zoiets moeten werken?

Visueel doen dergelijke UV-C-systemen denken aan traditionele tl-buizen, zoals men die bijvoorbeeld kent van verlichtingssystemen in grote kantoren. Ze worden in verschillende maten aangeboden. Als je een UV-C-buis inschakelt, straalt deze niet zoals kantoorverlichting een witte lichtkleur uit, maar schittert hij blauwachtig, zoals je dat kent van zonnebanken. Dit blauwe licht is een kunstmatig opgewekte kortgolvlige UV-C-straling met een golflengte van circa 250 tot 280 nanometer.

Elektromagnetisch spectrum



UV-A en UV-B

Deze UV-stralen zijn de enige die de aarde bereiken. De mens is ervan afhankelijk om zelf vitamine D aan te maken. Ze zorgen ervoor dat de huid bruin wordt. In te hoge doses is de straling echter schadelijk, zowel op korte termijn (risico op zonnebrand) als op lange termijn (risico op huidkanker).

UV-c

Voor sterilisatie wordt kunstmatig geproduceerd UV-C-licht met een golflengte van 250 tot 280 nm gebruikt. Vooral 254 nm is ideaal om het erfelijk materiaal van micro-organismen te beschadigen. UV-C is ook schadelijk voor de mens.

V(vacuüm)UV

Uit het ultraviolette spectrum wordt kunstmatig gegenereerd licht met een golflengte van 185 nm gebruikt om ozon te vormen. Dit werkt alleen met speciale kwartsbuizen.

De factor golflengte

Voor UV-C-systemen is het golflengtebereik van de straling van belang, omdat alleen op die manier bacteriën en virussen worden gedood of zich, door beschadiging van hun erfelijk materiaal, niet verder kunnen vermenigvuldigen. Deze kennis wordt al geruime tijd toegepast in de medische techniek, bijvoorbeeld voor het desinfecteren van operatie-instrumenten en medisch gereedschap. Deze desinfectieapparaten zijn vaak rechthoekige kasten die er ongeveer hetzelfde uitzien als in de handel verkrijgbare magnetrons. In deze kasten zijn UV-C-buizen ingebouwd, waarmee de binnenruimte kan worden bestraald in een golflengtebereik van 250 tot 280 nanometer. Voorwerpen die in zo'n ultraviolette sterilisator worden geplaatst, worden daarbij door de UV-C-straling gedesinfecteerd.

De factor tijd

In de gegevensbladen van deze UV-C-sterilisatoren wordt er steeds weer op gewezen dat volledige kiemvrijheid, dus sterilisatie, al na een bestralingsduur van ongeveer 30 seconden kan worden bereikt.

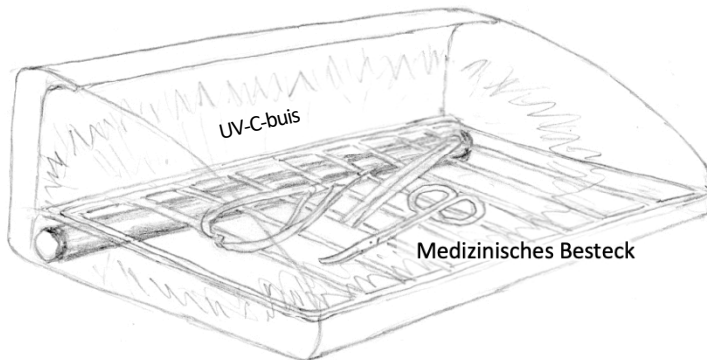
Bij de meeste UV-C-sterilisatoren kan een desinfectietijd van 30 seconden tot 60 minuten worden ingesteld, net zoals bij de tijdsinstelling van de magnetron thuis.

Golflengte + tijd = gewenst resultaat

Hiermee hebben we een eerste toepassingsgebied afgebakend waarvoor veel technische oplossingen, producten en ervaringen bestaan: als men virussen en bacteriën op voorwerpen zoals scharen, messen, tangen, naalden enz. volledig onschadelijk wil maken, hebben we hiervoor kunstmatig opgewekte ultraviolette straling nodig in een golflengtebereik van circa 250 tot 280 nanometer. Het is ook erg belangrijk dat deze voorwerpen minstens 30 seconden aan deze straling worden blootgesteld, zodat ze echt steriel zijn. Zo

dat is althans de aanbeveling van de fabrikanten van UV-C-sterilisatoren, die al vele jaren in de medische techniek worden toegepast.

Desinfectie in een UV-C-sterilisator



In deze moderne sterilisator wordt in twee stappen gewerkt:

- UV-C-straling (254 nm) gedurende minimaal 30 seconden om het erfelijk materiaal van micro-organismen te vernietigen.
- VUV-straling (185 nm) om de micro-organismen volledig te doden door middel van ozon.

Afbeelding 24

Wat zouden we hieruit moeten of moeten afleiden voor de ventilatietechniek en luchtzuivering?

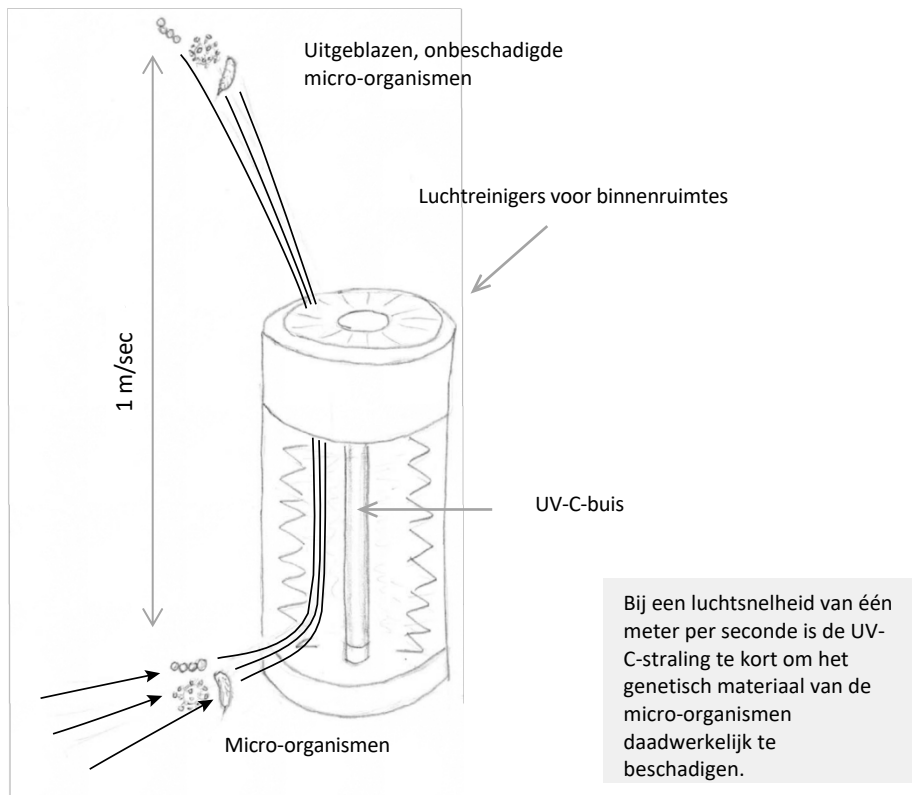
Eigenlijk is het antwoord hierop vrij eenvoudig en voor de hand liggend: als we bacteriën en virussen in een luchtstroom willen doden, hebben we daarvoor dezelfde ultraviolette straling nodig en deze moet gedurende een bepaalde tijd op de virussen en bacteriën inwerken.

Misvatting

Het steriliseren van lucht werkt op precies dezelfde manier als bij voorwerpen.

Hoe eenvoudig en logisch dat ook klinkt, hier beginnen de problemen in de ventilatietechniek. In ventilatieapparaten en luchtreinigers hebben we te maken met stromende lucht en niet met voorwerpen die tijdens de sterilisatie een halve minuut lang niet worden bewogen. Lucht beweegt zich in ventilatieapparaten en luchtreinigers voort met een snelheid van minstens één meter per seconde. Alles wat zich in deze luchtstroom bevindt, dus ook de bacteriën en virussen, legt in één seconde minstens één meter af. In veel installaties zijn dat zelfs nog grotere afstanden van twee tot vijf meter per seconde.

Afstand die de lucht in één seconde aflegt



Afbeelding 25

Dit feit vormt al het eerste probleem en een grote uitdaging. Zoals we hebben geleerd uit de beschrijving van sterilisatoren in de medische techniek, zou het raadzaam zijn om bacteriën en virussen minstens dertig seconden lang aan ultraviolette straling bloot te stellen. Hoe kunnen we dit in een ventilatiesysteem realiseren?

Bij een afzuiginstallatie met een lichtsnelheid van één meter per seconde zou een afzuigkanaal van dertig meter lang met UV-C-buizen nodig zijn. Een dergelijke installatie zult u echter niet aantreffen. Ventilatieapparaten en luchtreinigers met UV-C-buizen zijn zelden veel langer dan één meter. Hoe lang de met de lucht meegevoerde bacteriën en virussen in deze apparaten aan de UV-C-straling worden blootgesteld, kan dus heel eenvoudig worden berekend: de straling heeft in dergelijke systemen slechts één seconde de tijd om in te werken op virussen en bacteriën. Voor een sterilisatie is dat een veel te korte tijdsduur.

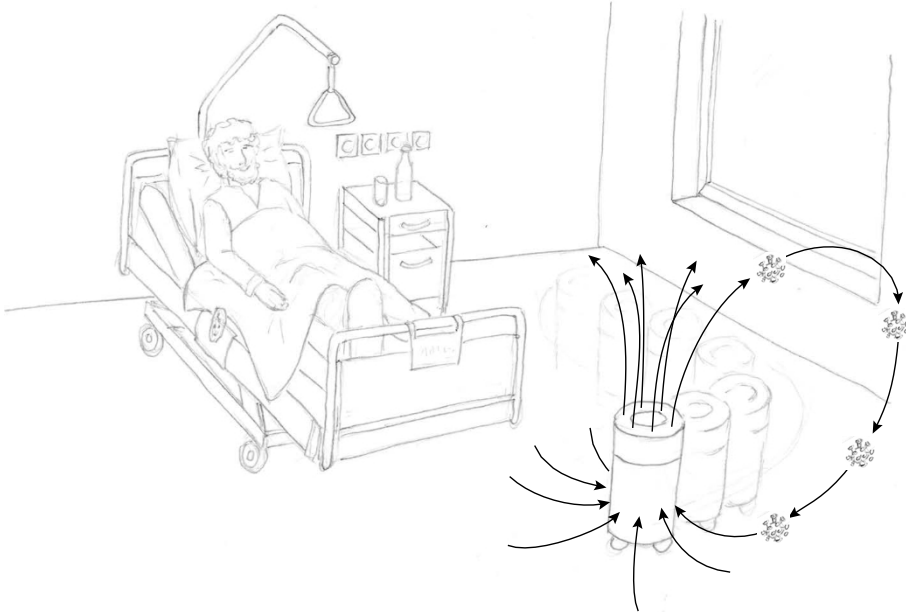
Het volstaat dus niet om simpelweg UV-C-buizen in een ventilatieapparaat of een luchtreiniger in te bouwen, en meestal is dat ook niet zinvol. Wat moet er dan gebeuren?

Een mogelijkheid zou zijn om de lucht gedurende minstens een halve minuut herhaaldelijk door de UV-C-buizen te leiden, om zo een voldoende lange inwerktijd te bereiken.

Praktijkvoorbeeld: desinfectierobots

Dat is in feite precies wat de nieuw ontwikkelde desinfectierobots in het ziekenhuis doen. Deze apparaten zijn tijdens de pandemie ontwikkeld en kunnen in ziekenhuiskamers worden ingezet. Ze rijden zelfstandig een kamer binnen en zuiveren daar de lucht. Hiervoor zuigen ze de lucht aan en blazen ze deze weer uit. Daarbij wordt de lucht blootgesteld aan ultraviolette straling. Dit proces wordt in deze ruimte gedurende een bepaalde tijd voortdurend herhaald. U raadt het al: zo kan een inwerktijd van minstens dertig seconden worden bereikt.

Desinfectierobots in de ziekenhuiskamer



Alleen als dezelfde lucht in een „continue kringloop“ door de desinfectierobot (vereenvoudigde weergave) wordt geleid, kunnen de daarin aanwezige ziekenhuisbacteriën door de UV-C-straling onschadelijk worden gemaakt.

Afbeelding 26

Dit proces kan echter alleen plaatsvinden als we een gesloten ruimte hebben, waarin de robot gedurende een bepaalde tijd steeds weer dezelfde lucht kan aanzuigen, bestralen en uitblazen. Als we daarentegen een geventileerde ruimte hebben, waarin verse lucht wordt ingeblazen en waaruit de verbruikte, verontreinigde afvoerlucht wordt afgezogen, is de situatie totaal anders.

De tijd is niet voldoende

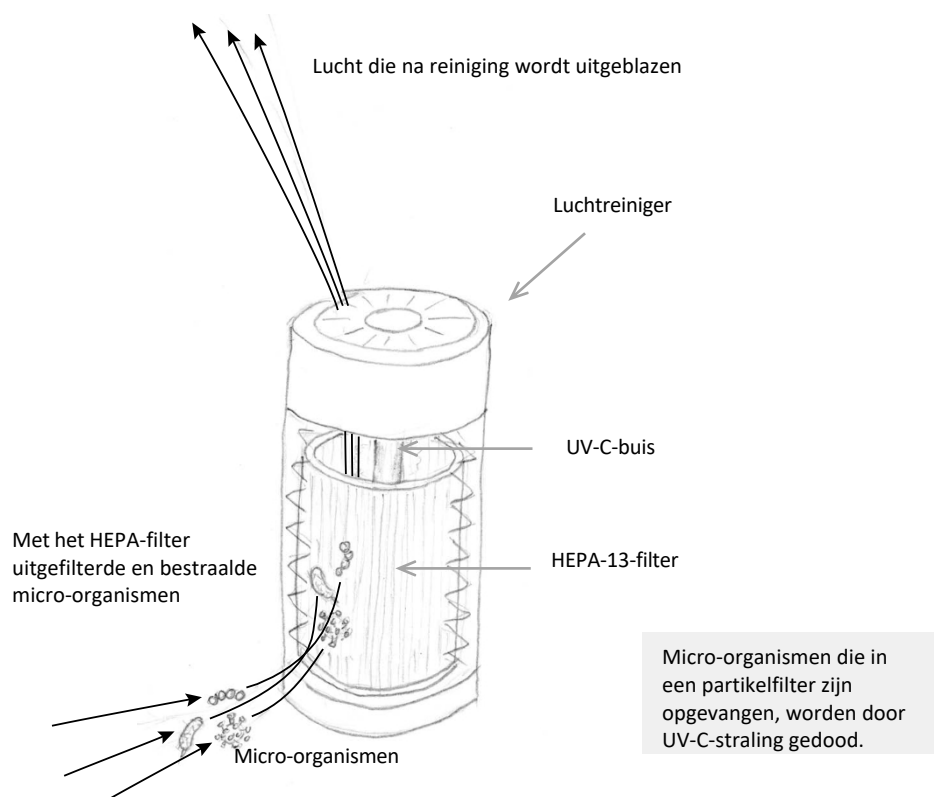
Zelfs bij eenvoudige en kleine luchtzuiveringsapparaten duurt het aanzuigen, zuiveren en uitblazen van de lucht nauwelijks langer dan een seconde. Daarom is het duidelijk dat we in dergelijke compacte

luchtreinigers de lucht in geen geval alleen door middel van UV-C-bestraling kunnen steriliseren. Daar is simpelweg niet genoeg tijd voor.

Gebruik van HEPA-filters

De prestaties van de compacte luchtzuiveringsapparaten kunnen worden verbeterd door het inbouwen van HEPA-filters. Dit zijn hoogwaardige filters die ook zeer kleine deeltjes, evenals virussen en bacteriën, uit de lucht kunnen filteren. In combinatie met UV-C-straling, die lang genoeg op dit hoogwaardige filter schijnt, kunnen de virussen en bacteriën op het filter worden gedood.

Hulpmiddel: zwevende-deeltjesfilters



Afbeelding 27

Er zijn tal van vergelijkbare voorbeelden. Uiteindelijk draait het er altijd om de juiste ultraviolette straling lang genoeg op virussen en bacteriën in te laten werken om hun erfelijk materiaal voldoende te beschadigen en vermenigvuldiging te voorkomen. Alleen door volledige vernietiging kan echte sterilisatie worden bereikt. Iets wetenschappelijker zou men dit als volgt kunnen samenvatten:

De straling heeft een dodelijk effect op virussen en bacteriën, mits deze intens genoeg is en lang genoeg inwerkt.

Factor stralingsintensiteit

De stralingsintensiteit hangt af van de buizen, om precies te zijn van hun vermogen per vierkante meter bestraald oppervlak. Hoe meer vermogen in watt we gebruiken, hoe korter de benodigde inwerktijd is. Als we UV-C-LED's met een laag vermogen gebruiken, die slechts enkele watt per LED-lamp leveren, hebben we een navenant lange inwerktijd nodig. Het verband is relatief eenvoudig: hoe hoger het stralingsvermogen en hoe langer de bestralingstijd, hoe groter het desinfecterende effect – en omgekeerd.

Laten we nu eens kijken naar het verwijderen van oliën en vetten uit de afvoerlucht en hoe UV-C-straling daarbij kan helpen. Bij nadere beschouwing van deze vraag stuiten we op een van de grootste misvattingen op het gebied van ventilatietechniek en luchtzuivering. Het gaat hier echter eerder om een mysterie dan om een misvatting, en het kan worden beschreven aan de hand van de volgende vraag.

4.2. Kan UV-C-straling aerosolen verwijderen?

Als we de beweringen van veel fabrikanten in de ventilatietechniek mogen geloven, dan is dat inderdaad zo. Er wordt vaak beweerd dat ultraviolette straling van UV-C-buizen in staat is om oliën en vetten uit de afvoerluchtstroom te verwijderen. Dit mysterie is vooral wijdverbreid in de commerciële keukenventilatie. Volgens sommige fabrikanten zijn het niet zozeer de aerosolafscheiders die ik in hoofdstuk twee heb voorgesteld, maar veeleer UV-C-systemen die een keukenventilatiesysteem zogenaamd vet- en olievrij houden.

Zoals eerder uitgelegd, kunnen dergelijke oliën en vetten in de lucht voorkomen als aerosolen of in verdampte vorm.

Misvatting

UV-C-straling zuivert de lucht van vetten en oliën.

Veel fabrikanten beweren dat een geschikt UV-C-systeem in de keukenafzuiginstallatie al deze vormen van vetten en oliën uit de luchtstroom kan afscheiden en het keukenafzuigstelsel volledig olie- en vetvrij kan houden.

Klinkt geweldig, toch? Helaas zijn deze baanbrekende luchtzuiverende eigenschappen tot op heden nog geen enkele keer op een enigszins wetenschappelijk niveau aangetoond.

We weten inmiddels hoe complex het is om bacteriën en virussen betrouwbaar te verwijderen met behulp van UV-C-straling. Het zuiveren van de lucht met behulp van ultraviolette straling van aerosolen en druppeltjes uit oliën en vetten is dan weer iets heel anders!

Dat begint al bij de grootte en de eigenschappen van deze luchtverontreinigingen: een virus is vele malen kleiner dan een olie-aerosol. Bovendien verdampen virussen en bacteriën niet zomaar of worden ze op een andere manier afgebroken. Door de ultraviolette straling wordt hun genetisch materiaal zo ernstig beschadigd dat ze zich niet meer kunnen vermenigvuldigen en afsterven.

Bij het zuiveren van de afvoerlucht van oliën en vetten wordt beweerd dat deze daardoor volledig zouden oplossen en verdwijnen – althans, dat zijn de grootse beloften! Hoe zou zo iets moeten werken?

Misvatting

Vet wordt volledig afgebroken door fotolyse.

Over dit onderwerp doen fabrikanten de meest avontuurlijke beweringen de ronde. Zo zouden speciale UV-lampen in staat zijn om vetverontreinigingen in de lucht via fotolyse af te breken. Daarbij zou de vetverontreiniging met 95 % worden verminderd en zou het vet worden omgezet in de eindproducten zuurstof, kooldioxide, water en stofachtige reststoffen.

Als men vraagt hoe dergelijke beweringen meten zijn vastgelegd en gevalideerd, hoort men steeds weer de uitspraak: „Dat hebben we zo waargenomen!“ of „We installeren dergelijke systemen al vele jaren en we hebben dit keer op keer waargenomen, we kunnen ons daar niet in vergissen!“

In de meeste gevallen is er geen enkele meettechniek, zijn er geen meetprotocollen en zijn er ook nooit studies geweest die deze uitspraken en waarnemingen ook maar enigszins ondersteunen. De beloften en toezeggingen worden gemotiveerd met tientallen jaren ervaring en eigen waarnemingen, die over zo'n lange periode onmogelijk onjuist kunnen zijn.

Praktijkvoorbeeld: uitlaatgaswaarden

Ook het VW-concern heeft tientallen jaren ervaring in de ontwikkeling van dieselmotoren en was ervan overtuigd dat het zich niet kon vergissen wat betreft de uitlaatgaswaarden van zijn motoren.

Waar komt die overdreven ijver vandaan? Waarom gebruiken zoveel fabrikanten in de commerciële keukenventilatie deze technologie?

Omdat het een uiterst lucratieve zaak is. De aankoop van de buizen is geen probleem, de integratie in een afzuigstelsel is voor elke enigszins ervaren elektricien te realiseren en zo heeft men met werkelijk overzichtelijke inspanningen zijn keukenafzuigstelsel met vele duizenden euro's opgewaardeerd!

Misverstand

Een keukenventilatiesysteem wordt in ieder geval opgewaardeerd door het gebruik van UV-licht.

Hier rijst echter de vraag: is het systeem hiermee echt opgewaardeerd? Worden vet en olie betrouwbaar voor 95 % verwijderd? Heeft de gebruiker door deze extra investering daadwerkelijk een blijvende meerwaarde?

Om daar een serieus antwoord op te geven, moeten de feiten worden bekeken. Pas dan kunnen we een poging doen om de eerder gestelde vragen te beantwoorden. Hieronder zetten we alle onderbouwde feiten op een rijtje die er over deze mythes bestaan:

1. Een UV-systeem moet ozon produceren

UV-C-systemen hebben alleen invloed op vetten en oliën in de afvoerlucht van commerciële keukens als de juiste UV-C-buizen worden gebruikt. Deze moeten ultraviolette straling met een golflengte van minder dan 200 nanometer kunnen afgeven. Dat is alleen het geval bij buizen

van synthetisch kwartsglas. De truc hier is dat de ultraviolette straling in een golflengtebereik van 185 nanometer niet door dit glas wordt gefilterd en dus kan worden afgegeven. Dat is de basisvoorwaarde om ozon te produceren.

2. Het ozon moet vetten en oliën oxideren

Bij gebruik van de juiste buizen en straling met de juiste golflengte wordt dus ozon in het ventilatiesysteem gegenereerd. Ozon is belangrijk om überhaupt een effect op oliën, vetten en vele andere stoffen te bereiken. Het is echter een zeer sterk oxidatiemiddel. Om deze reden is het ook schadelijk voor de gezondheid en wordt het zelfs verdacht van kankerverwekkendheid. In de afvoerlucht van de keuken kan echter worden geprobeerd om er oliën en vetten mee te oxideren. Ik zeg hier echter bewust: er kan worden GEPROBEERD!

Onderzoeksrapport uit de VS

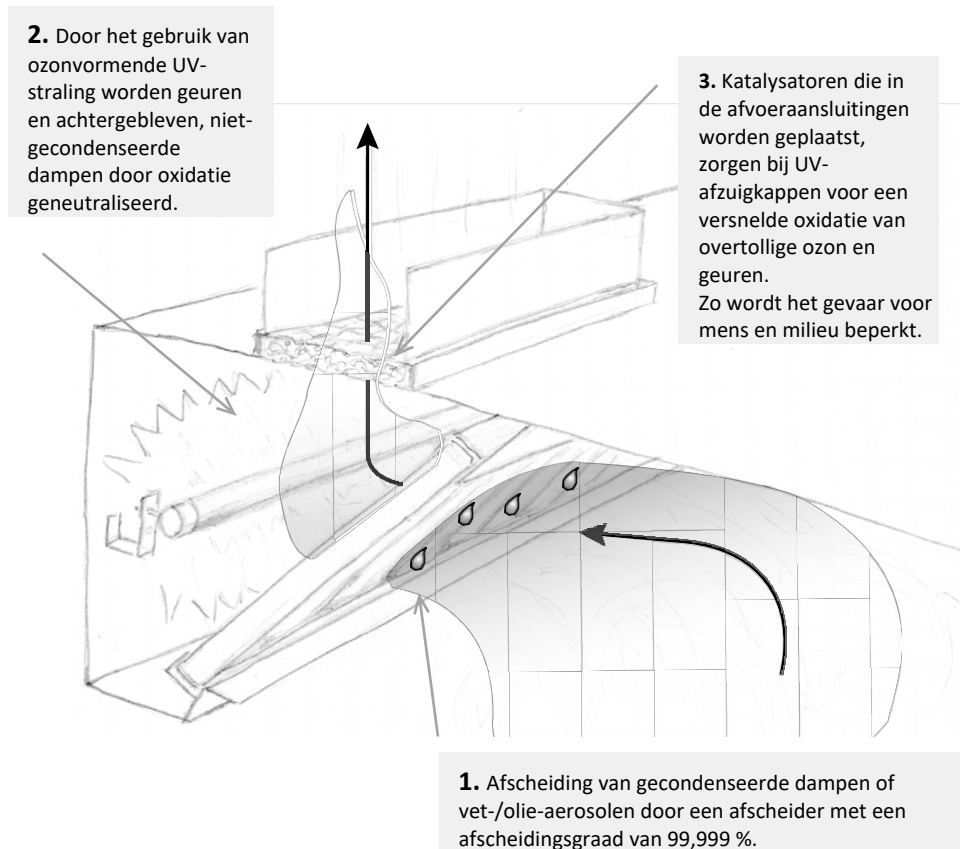
Recente studies uit de VS tonen aan dat dit oxiderende effect op oliën en vetten weliswaar aanwezig is, maar niet erg efficiënt is. Oliën en vetten worden slechts gedeeltelijk geoxideerd en de bewering dat oliën en vetten volledig kunnen worden verwijderd, wordt door deze studies niet bevestigd. Integendeel! Gezien het hoge risicopotentieel van ozon rijst veeleer de vraag of het milieu door de productie van ozon in dergelijke systemen niet meer schade ondervindt dan dat het er baat bij heeft! Het betreffende onderzoeksrapport werd in 2020 gepubliceerd door ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) en draagt de titel „Research Project 1d14 Determining the Effectiveness of UVC Systems on Commercial Cooking Effluent“.

3. Effectieve vetverwijdering in een vroeg stadium

Vanwege de geringe invloed van ozon op oliën en vetten moet de nadruk in afzuigsystemen voor keukens daarom liggen op het opvangen, afzuigen en reinigen van de afvoerlucht via filters en afscheiders, zodat de afvoerlucht op deze manier al zo veel mogelijk van oliën en vetten wordt ontdaan. Mocht de afvoerlucht bovendien sterk ruiken, dan hangt dat samen met verdampte

oliën en vetten. Hiervoor – en alleen hiervoor – kan dan op beperkte schaal een UV-C-systeem worden ingezet dat ozon produceert. Daarbij mag het gevaar van dergelijke systemen echter niet uit het oog worden verloren.

Zinvol gebruik van UV-straling in afzuigkappen



Afbeelding 28

4. Ozon is potentieel kankerverwekkend

UV-C-installaties die door hun straling ozon produceren, vormen een groot potentieel gevaar, waarop gebruikers in commerciële keukens veel te zelden worden gewezen, laat staan dat zij uitgebreid worden geïnstrueerd over het voorkomen van gezondheidsrisico's. Zoals eerder vermeld, kan deze straling het erfelijk materiaal van virussen en bacteriën beschadigen. Het erfelijk-materiaalbeschadigende effect blijft echter niet beperkt tot virussen en bacteriën. Het treft ook mensen die aan deze straling worden blootgesteld. Het geproduceerde ozon is een schadelijk gas en wordt ervan verdacht kankerverwekkend te zijn.

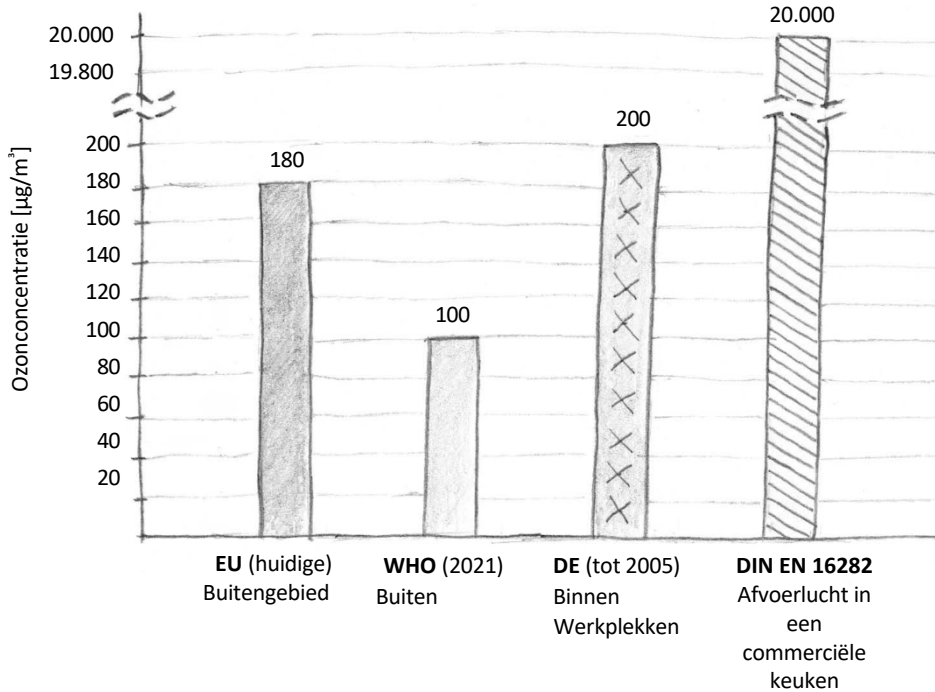
Om deze reden zijn in Duitsland inmiddels alle grenswaarden voor ozon in binnenruimtes afgeschaft. In steden wordt zelfs regelmatig een ozonalarm afgegeven wanneer de ozonwaarden buiten te hoog zijn. Bij hoge waarden wordt de bevolking dan geadviseerd om geen sport te beoefenen in de buitenlucht en zoveel mogelijk thuis te blijven. In veel technische oplossingen op het gebied van ventilatietechniek en luchtzuivering wordt echter juist gebruikgemaakt van straling die dergelijke gevaarlijke gasen produceert.

Praktijkvoorbeeld: keukenventilatie

Ik heb zelf al meerdere keren meegemaakt dat koks mij vertelden over tl-buizen achter de filters in hun afzuigkappen en dat ze niet zeker wisten of deze nog werkten. Toen ik hen en hun keukenpersoneel vervolgens vertelde dat dit geen tl-buizen waren, maar dat het om UV-C-systemen ging die gevaarlijke straling produceerden en gezondheidsbedreigende gasen vrijgaven, zag ik meer dan eens zeer geschrokken gezichten.

Tot zover de opsomming van de feiten, die geen aanspraak maakt op volledigheid en zeker nog met enkele punten zou kunnen worden aangevuld.

Ozongrenswaarden



EU: maximale blootstellingshoeveelheid in één uur per dag (1-uursgemiddelde); bij overschrijding van deze waarde wordt de bevolking geïnformeerd



WHO: maximale blootstellingshoeveelheid in acht uur per dag (8-uursgemiddelde)



DE (geldde tot 2005): dagelijkse MAK (maximale concentratie op de werkplek). Sindsdien gelden er in Duitsland geen ozongrenswaarden meer voor werkplekken binnenshuis, omdat ozon ervan verdacht wordt kankerverwekkend te zijn voor de mens. In Zwitserland geldt nog steeds de MAK van 200 µg.



Volgens **DIN EN 16282** geldt 20.000 µg als de hoogste ozongrenswaarde voor de afvoerlucht in een keukenafzuigkap. Dat is 100 keer de werkplekwaarde in Duitsland (geldig tot 2005)! Of 200 keer het 8-uursgemiddelde van de WHO voor de buitenlucht!

Figuur 29

De meettechniek is bijvoorbeeld een ander punt. U kunt zich niet voorstellen hoeveel fabrikanten ozonproducerende systemen op de markt brengen, maar niet beschikken over geschikte meettechniek om de concentratie van het gevaarlijke ozon te bepalen.

Misverstand

Oliën en vetten zijn verdwenen omdat ze (met bepaalde technieken) niet konden worden gemeten.

Er zijn ook fabrikanten die met geschikte deeltjesmeettechniek een zogenaamd traceerbaar bewijs leveren van de verwijdering van alle oliën en vetten. In deze gevallen zou vaak slechts een eenvoudige temperatuurmeting aan te raden zijn. Waarom? Bij sommige systemen zijn in het afvoerkanaal of de afzuigkap talloze UV-C-buizen geïnstalleerd. Deze worden tijdens het gebruik erg heet en verwarmen zo de hele omringende ruimte. Daardoor verdampen veel oliën en vetten.

5. Hoe kunnen luchtstromen zichtbaar worden gemaakt?



Aan het begin van de pandemie in 2020 konden we in Duitsland een „spannende“ trend waarnemen. Niet alleen explodeerde het aanbod aan compacte luchtreinigers plotseling, er waren ineens ook honderden ventilatiedeskundigen en aerodynamici in Duitsland. Er ontstonden duizenden grafische weergaven van de luchtstroming in kantoortuinen of klaslokalen, die overal werden getoond. Wat hadden al deze afbeeldingen gemeen? Ze waren mooi kleurrijk en er waren veel pijlen te zien. Deze wezen meestal naar een luchtreiniger die in een hoek van de ruimte was geplaatst en de lucht in de ruimte van virussen en schadelijke stoffen moest ontdoen.

Nu weten we sinds hoofdstuk 1 dat het uiterst ingewikkeld is om iets aan te zuigen – alleen al daarom zou het inmiddels duidelijk moeten zijn dat een luchtreiniger in de hoek helemaal niet in staat is om alle lucht in een klaslokaal of open kantoorruimte aan te zuigen. Hoeveel kleurrijke pijlen er ook naar de luchtreiniger wijzen, de lucht zal daar niet naartoe stromen (zie afb. 5)!

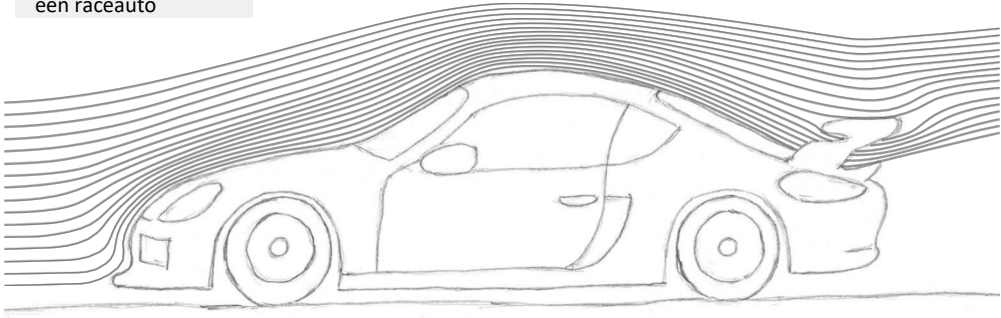
De meeste van deze kleurrijke afbeeldingen tonen dus simpelweg verzonden luchtstromen die niets met de werkelijkheid te maken hebben. Maar hoe kan men het werkelijke verloop van deze luchtstromen vaststellen en zichtbaar maken?

Fundamenteel onderzoek naar de analyse van luchtstromen

Het Hermann-Rietschel-Instituut van de Technische Universiteit Berlijn verricht uitgebreid fundamenteel onderzoek naar dit onderwerp. Over de analyse van luchtstromen en de effectiviteit van ventilatiemaatregelen zeggen vertegenwoordigers van het instituut het volgende: „Om te beoordelen hoe goed de luchtverversing en de afvoer van schadelijke stoffen in de ruimte en in detail op elk punt in de ruimte functioneren, maken we gebruik van de zogenaamde ventilatie-effectiviteit. Deze kan worden bepaald met numerieke stromingssimulaties en/of met behulp van meettechnieken. In al onze projecten gebruiken we deze methoden om luchtstromingen in ruimtes te beoordelen en nieuwe, effectieve vormen van ventilatie te ontwikkelen.”

Visualisatie van luchtstromen

Visualisatie van de
aerodynamica van
een raceauto



In de vliegtuig- en racewagenbouw is stromingssimulatie al lang bekend. Inmiddels worden de berekening en visualisatie van luchtstromingen ook ingezet voor optimalisatie in de ventilatietechniek.

Afbeelding 30

Wat betekent dit voor ons? We hebben dus een stromingssimulatie en bijbehorende meettechniek nodig. Precies dat hebben we in de voorgaande hoofdstukken al genoemd, bijvoorbeeld in verband met aerosolfiltratie of bij de UV-C-technologie. Hoe wordt deze methode toegepast op de luchtstroom?

5.1. Het misverstand als gevolg van de kleurrijke afbeeldingen over luchtstromingen

De kleurrijke afbeeldingen met de vele pijlen geven geen numerieke stromingssimulatie weer, noch zijn ze gebaseerd op meetwaarden uit een uitgebreide reeks metingen. In de meeste gevallen gaat het om vrij verzonnen weergaven van de luchtstroom, die niets te maken hebben met de werkelijke omstandigheden. Ze zijn dus letterlijk uit de lucht gegrepen en geven de werkelijkheid niet eens in de verste verte weer!

Misverstand

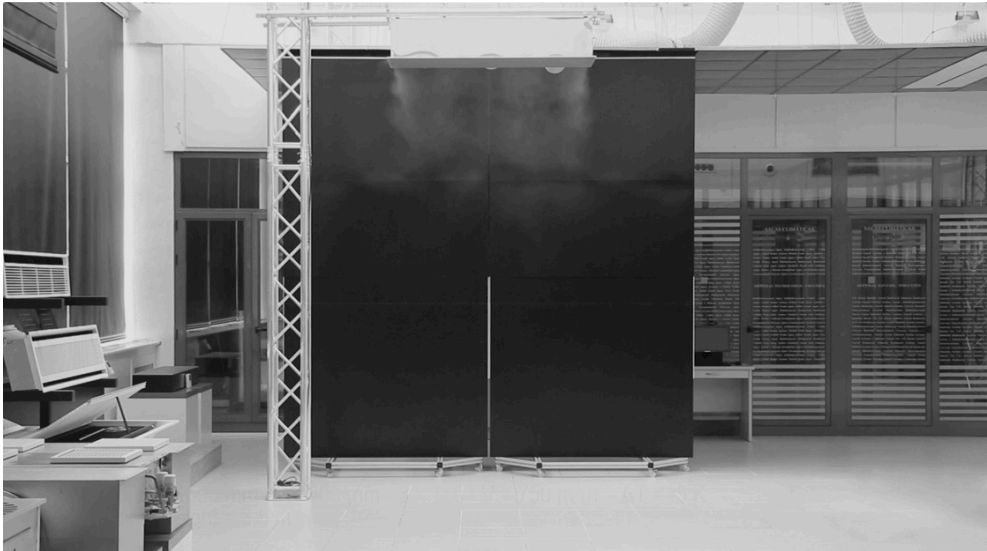
Het traject van de luchtstroom is voorspelbaar.

Een wijdverbreide misvatting in de ventilatietechniek is de overhaaste aanname dat men van tevoren weet hoe de lucht zich zal gedragen. Tot welke onjuiste interpretaties en verkeerde conclusies dit bij productontwikkeling kan leiden, hebben we in hoofdstuk 2 aangetoond. Want ook wij in ons team hebben deze fout gemaakt – destijds, bij de ontwikkeling van onze X-CYCLONE®-technologie.

Het SchAKO CFD-competentiecentrum

Voor stromingssimulaties en meettechniek hebben we binnen onze SchAKO-bedrijvengroep zelfs een eigen team. Bij SchAKO IBERIA in Spanje hebben we een CFD-competentiecentrum opgezet. Dit team houdt zich voornamelijk bezig met precies die taak die het Hermann-Rietschel-Instituut van de Technische Universiteit Berlijn zo treffend heeft samengevat! In ons CFD-competentiecentrum maken we luchtstromen zichtbaar met behulp van numerieke stromingssimulaties en geschikte meetapparatuur.

Het SCHAKO-laboratorium in actie



Inzicht in de testopstelling voor het zichtbaar maken van toevoerluchtstromen

Afbeelding 31

Misvatting

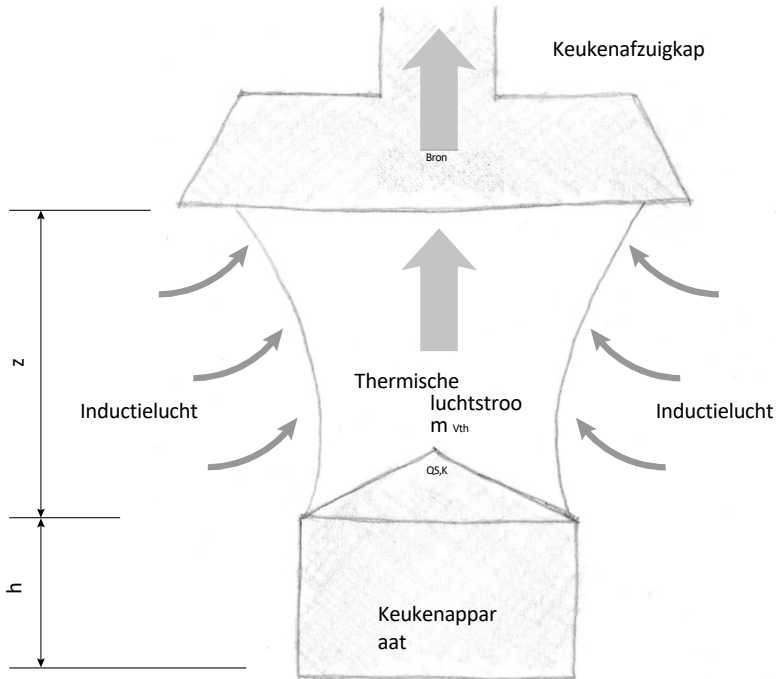
Visualisatiemodellen komen overeen met de werkelijkheid.

Ook normen en richtlijnen zijn vaak gebaseerd op dezelfde verkeerde voorstelling van zaken als de afbeeldingen in de 'kleurrijke plaatjes'. Richtlijnen voor ventilatie in commerciële keukens, zoals VDI 2052, en internationale normen zoals DIN EN 16282, die in heel Europa gelden, bevatten eveneens afbeeldingen met kleurrijke pijlen. De afbeeldingen tonen de kookinstallatie van een keuken en de luchtstromen van deze kookinstallatie naar de afzuigkap. Andere pijlen, die de ruimte in wijzen, zijn bedoeld om de stroming van de verse toevoerlucht in de keuken weer te geven. Meestal getekend met rechte verticale of horizontale pijlen, die een haarscherp afgebakende stroming suggereren.

Een pijp die loodrecht omhoog loopt vanaf de kookinstallatie en tot in de afzuigkap reikt, is bedoeld om de lucht weer te geven die daar direct en onmiddellijk wordt afgezogen – hier moet men zich afvragen wat dit met de werkelijkheid te maken heeft? Met de daadwerkelijke luchtstroom in ieder geval nauwelijks iets. Het gaat hier om een model dat de thermiek boven een kookinstallatie moet weergeven. Door deze thermiek ontstaat een naar boven gerichte luchtstroom. Deze wordt door de afzuigkap boven het kooktoestel opgevangen en afgezogen. Zo luidt het model van de VDI-richtlijn VDI 2052. Het lijkt geen twijfel dat dit een model is waaruit veel kan worden afgeleid. Zo zijn bijvoorbeeld ontwerp- en berekeningsmethoden voor het bepalen van de benodigde afvoerluchthoeveelheden op dit model gebaseerd. Met behulp van deze modellen wordt berekend welke afvoerluchthoeveelheid een afzuigkap minimaal nodig heeft, afhankelijk van de gebruikte kookapparatuur.

Tot zover gaat alles goed. Wat echter vaak tot verkeerde interpretaties en misverstanden leidt, is de veronderstelling dat een dergelijk stromingsmodel overeenkomt met de werkelijkheid. Helaas is dat meestal niet het geval.

Eenvoudig stromingsmodel van een keukenafzuiging



Gesimuleerde weergave van het stromingsmodel uit de VDI-richtlijn 2052:

De weergave en de richting van de pijlen zeggen niets over het daadwerkelijke gedrag of het werkelijke verloop van de afzonderlijke luchtstromen

Afbeelding 32

Het werkelijke verloop van luchtstromen en de betekenis daarvan

Zoals we al hebben gezien, kunnen conventionele keuken- en afzuigkappen naar boven stromende kookdampen slechts in zeer beperkte mate direct afzuigen. Zeer vaak hopen deze zich op in conventionele afzuigkappen, zonder daar onmiddellijk te worden afgezogen. Zo kunnen aanvankelijk opgevangen dampen zelfs weer uit de afzuigkap stromen.

Het stromingsmodel in de genoemde richtlijn geeft dus slechts in zeer beperkte mate het werkelijke gedrag van de luchtstromen weer. Dit geldt ook voor modellen in andere richtlijnen en normen. Net als bij alle natuurwetenschappelijke modellen zou het ook hier belangrijk zijn om het kader van het model nauwkeurig te definiëren, dat wil zeggen het toepassingsgebied ervan precies vast te stellen. Als het model als algemeen geldig wordt beschouwd en wordt opgevat als een weergave van de werkelijke omstandigheden, leidt dit tot fundamentele misverstanden! Deze worden uiterlijk bij een vakkundige en deskundige CFD-simulatie zichtbaar.

5.2. CFD-simulaties maken luchtstromingen zichtbaar!

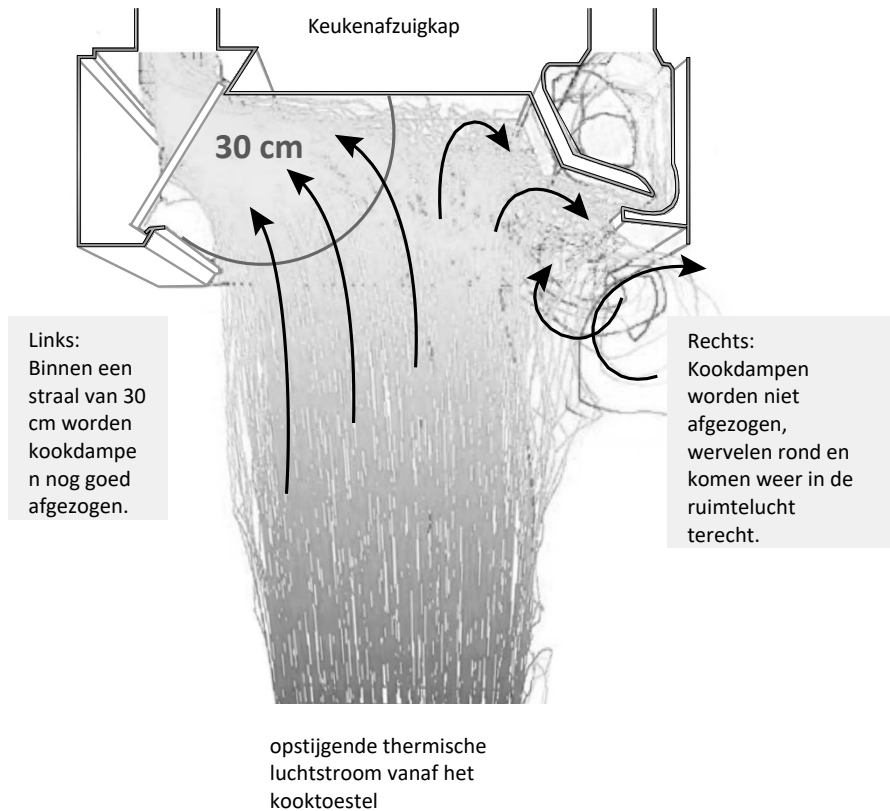
Goed uitgevoerde CFD-simulaties tonen alle fysische grootheden van een luchtstroming over het gehele gebied. Zo kunnen ook de werking en de efficiëntie van een ventilatiesysteem worden aangetoond en bewezen. In hoofdstuk 1 hebben we al uitvoerig aangetoond dat conventionele afzuigkappen alleen in een strak begrensd gebied rond de aanzuigplaats naar boven stromende dampen direct kunnen afzuigen. Al op 50 centimeter afstand van de filters en de aanzuigplaats kunnen we met meetapparatuur geen afzuiging meer vaststellen. In een CFD-simulatie is dit heel eenvoudig te zien en kan aan de hand van de luchtstromen worden vastgesteld dat dampen ook weer uit de afzuigkap ontsnappen. Dampen en luchtstromen die aanvankelijk in de afzuigkap werden opgevangen, ontsnappen dus weer en worden niet afgezogen!

Misvatting

In een afzuigkap worden alle opstijgende dampen afgezogen.

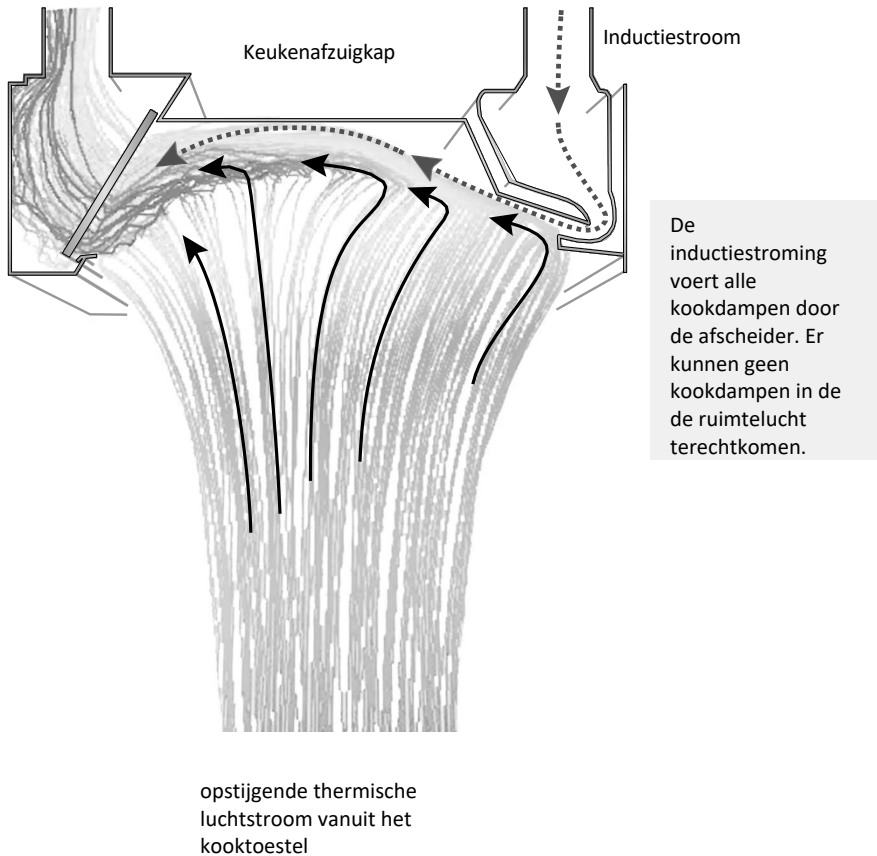
Deze waarneming weerlegt de aanname van het model dat alle lucht die vanaf het kooktoestel omhoog in de afzuigkap stroomt, daar onmiddellijk wordt afgezogen. Hoe men op deze problematiek kan reageren en welke productontwikkelingen op basis van deze inzichten nodig zijn, weten we al uit de voorgaande hoofdstukken.

CFD-stromingsbeeld van een keukenafzuigkap zonder inductiestroom



Bij deze CFD-simulatie van de luchtstroom in een van onze afzuigkappen is goed te zien hoe bij intensief koken de kookdampen buiten de afzuigradius wervelen en weer in de ruimtelucht terechtkomen.

CFD-stromingsbeeld van een keukenafzuigkap met inductiekookplaat



De CFD-simulatie toont de efficiëntie van een inductiestroom.

Afbeelding 34

Ook in dit hoofdstuk zien we dus hoeveel misverstanden er momenteel bestaan op het gebied van ventilatietechniek en luchtkwaliteit. Dat er in het verleden ook bij REVEN GmbH dergelijke misverstanden bestonden, heb ik al toegelicht. Ter afsluiting van deze reeks nog een voorbeeld:

In de industrie is het niet ongebruikelijk om zogenaamde bronluchttechniek te gebruiken voor het toevoeren van verse lucht in ruimtes. Het gaat hierbij om een verse luchttoevoer met lage intensiteit. Dat betekent dat de verse lucht doorgaans via fijne geperforeerde platen met een lage stroomsnelheid de ruimte binnenstroomt. Dergelijke bronluchtsystemen zijn ideaal waar maximaal comfort vereist is, want de lage luchtsnelheid zorgt voor een rustige en tochtvrije toevoer van verse lucht. Idealiter ontstaat daarbij nog een zogenaamde laagstroming. Daarbij mengt de verse lucht zich niet intensief met de lucht in de ruimte, maar dankzij deze slimme toevoer ontstaan er juist lagen in de ruimtelucht, zowel van verse, ongebruikte lucht als van gebruikte of vervuilde lucht. In het ideale geval beïnvloeden en verstoren deze verschillende luchtlagen elkaar zo min mogelijk. Hoe kan zo iets in de praktijk worden gerealiseerd? Veel fabrikanten lossen het probleem op met mooie „kleurrijke plaatjes“ met veel pijlen, vergelijkbaar met het model uit de VDI-richtlijn.

Ook wij bij REVEN zijn zo'n 20 jaar geleden bezweken voor de misvattingen uit dit model. We ontwierpen nieuwe toevoerluchtproducten waarin plaatwerk in meerdere lagen was geïntegreerd. Het ging om geperforeerde platen, dus platen met duizenden kleine gaatjes. Deze dienen om de luchtstroom gelijkmatig te verdelen.

Volgens ons zou de verse luchtstroom hierdoor mooi worden verspreid, zodat deze gelijkmatig en langzaam de ruimte „binnensijpelt“. Je kunt je dit voorstellen als bij een douchekop. Daar wordt een krachtige, geconcentreerde waterstraal uit de waterleiding gelijkmatig verdeeld en komt zonder grote druk uit de douchekop.

Praktijkvoorbeeld: bronluchtsystemen – onze aanname

Op basis van dit principe hebben we ongeveer 20 jaar geleden de REVEN®-bronluchtsystemen ontwikkeld, omdat ons team er 100 procent zeker van was dat uit dergelijke systemen alleen zeer fijn verdeelde verse lucht de ruimte in zou 'druppelen', dat daar een scherp afgebakende laagstroming ten opzichte van de vervuilde afvoerlucht zou ontstaan en dat deze twee luchtstromen elkaar op geen enkele manier zouden kunnen beïnvloeden. Precies zoals in de vele eerder genoemde

modellen: mooie blauwe pijlen die aangeven hoe de toevoerlucht rechtlijnig de ruimte instroomt en daar een laag verse lucht vormt, zonder de met de rode pijlen weergegeven afvoerlucht te verstoren, zodat deze ongestoord in de afzuigkap kan stromen en daar direct wordt opgevangen en afgezogen.

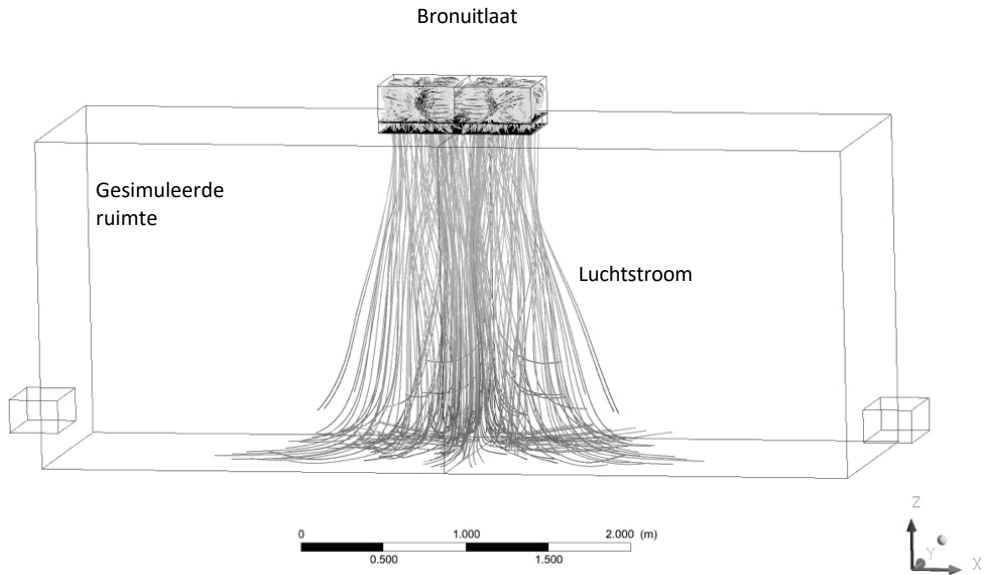
Praktijkvoorbeeld: bronluchtsystemen – twijfels

Ik herinner me nog goed dat ik in 2017 onze bronluchtproducten presenteerde aan een expert van het Spaanse SCHAKO CFD-team. Aan de hand van veel mooie, kleurrijke afbeeldingen met pijlen legde ik hem uit wat onze toevoerluchtproducten allemaal kunnen. Toen hij onze constructie nauwkeurig bekeek en de betreffende constructietekeningen analyseerde, kreeg hij twijfels die mijn optimisme al snel temperden. „Sven, dit moeten we simuleren en metingen uitvoeren; ik heb mijn twijfels of het allemaal wel zo is zoals je me zojuist hebt uitgelegd.” En wat kan ik zeggen? Hij had gelijk!

Praktijkvoorbeeld: toevoerluchtsystemen – de realiteit

Toen de technicus me zijn eerste CFD-analyses liet zien, kreeg ik bijna een hartaanval. Al kort nadat de lucht door de laatste geperforeerde plaat was gestroomd, verspreidde de binnenstromende verse lucht zich en vormde precies het tegenovergestelde van een scherp afgebakende laag die rechtstreeks van het plafond naar de vloer stroomt. Ik kon nauwelijks geloven wat ik daar bij de CFD-analyse zag. Vervolgens onderzocht de technicus onze oude toevoerluchtuitlaat in het stromingslaboratorium met behulp van meetapparatuur en maakte hij de luchtstromen zichtbaar met behulp van rookmachines. Dit onderzoek leverde hetzelfde resultaat op als de CFD-analyse. Op dat moment werd ook mij duidelijk dat we ons bij REVEN enorm hadden vergist!

CFD-analyse van onze bronuitlaat



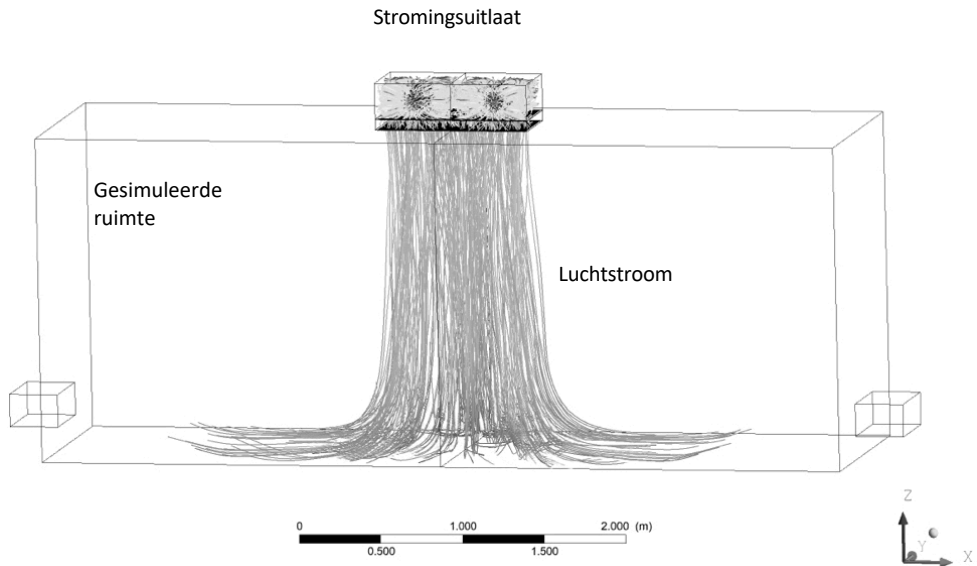
De CFD-simulatie toont de verspreiding van de vanuit het plafond binnenstromende toevoerlucht.

Afbeelding 35

Praktijkvoorbeeld: luchttoevoersystemen – optimalisatie dankzij CFD

Trouw aan het motto 'Gevaar herkend, gevaar afgewend' zijn we vervolgens in 2017 begonnen met precies datgene te doen wat we vanaf het begin hadden moeten doen. We hebben de efficiëntie van onze toevoerluchtproducten geoptimaliseerd met behulp van CFD-simulaties en meettechniek en daarbij een efficiëntie bereikt die heel dicht in de buurt komt van het kleurrijke plaatje met de blauwe pijl die vanaf het plafond naar beneden, richting de vloer, wijst.

Optimalisatie van de bronuitlaat

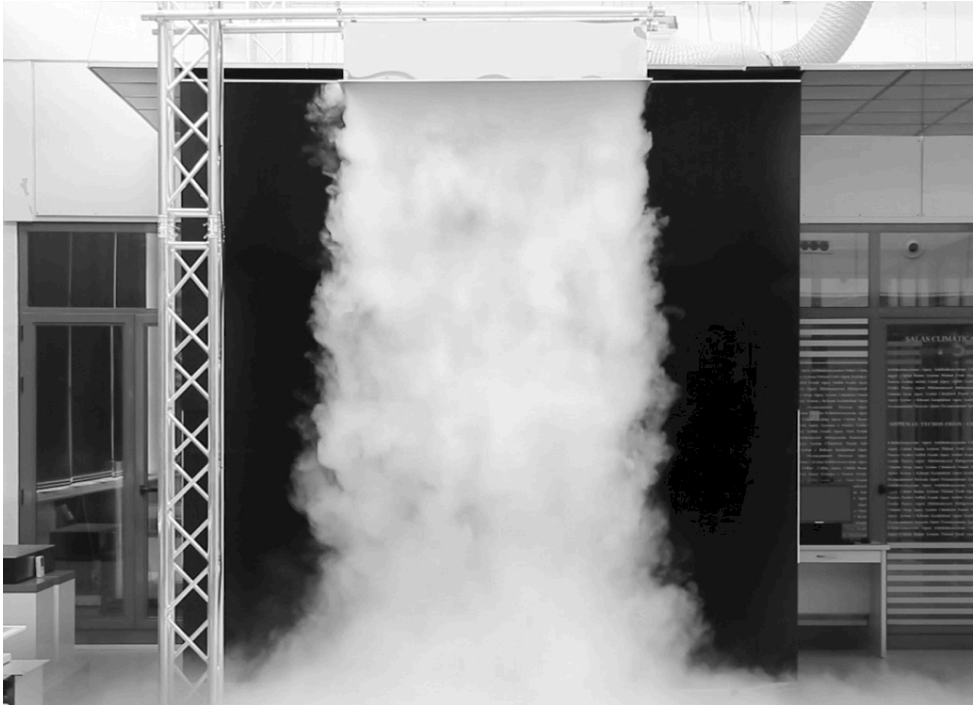


De CFD-simulatie laat zien hoe de toevoerlucht in een rechte lijn van het plafond naar de vloer stroomt.

Afbeelding 36

Maar om dit stromingspatroon te bereiken, was ongeveer 12 maanden werk nodig met talrijke CFD-analyses en stromingssimulaties. Het resultaat was uiteindelijk een werkelijk efficiënt toevoersysteem, zonder enige misverstanden. Hartelijk dank aan het SCHAKO CFD-team!

Weergave van de zichtbaar gemaakte luchtstroom van een efficiënt toevoersysteem



In het SCHAKO-laboratorium wordt de toevoerlucht zichtbaar gemaakt met behulp van een rookmachine. Men ziet hoe de ingeblazen toevoerlucht zachtjes naar beneden stroomt.

De optimalisatie van de bronuitlaat met behulp van de CFD-analyse heeft zijn vruchten afgeworpen.

Figuur 37

6. Hoe kan luchtvervuiling gemeten worden?



Al vele jaren is men het erover eens dat vervuilde lucht niet gezond is. Tijdens de pandemie hebben we geleerd hoe gevaarlijk met virussen verontreinigde lucht voor onze gezondheid kan zijn. Daarom wil ik hier opsommen waardoor de lucht kan worden verontreinigd of vervuild. Tot de luchtverontreinigingen behoren onder andere:

- 1. virussen en bacteriën*
- 2. Fijnstof, schimmelsporen en pollen*
- 3. Gassen en dampen*

Deeltjes en aerosolen

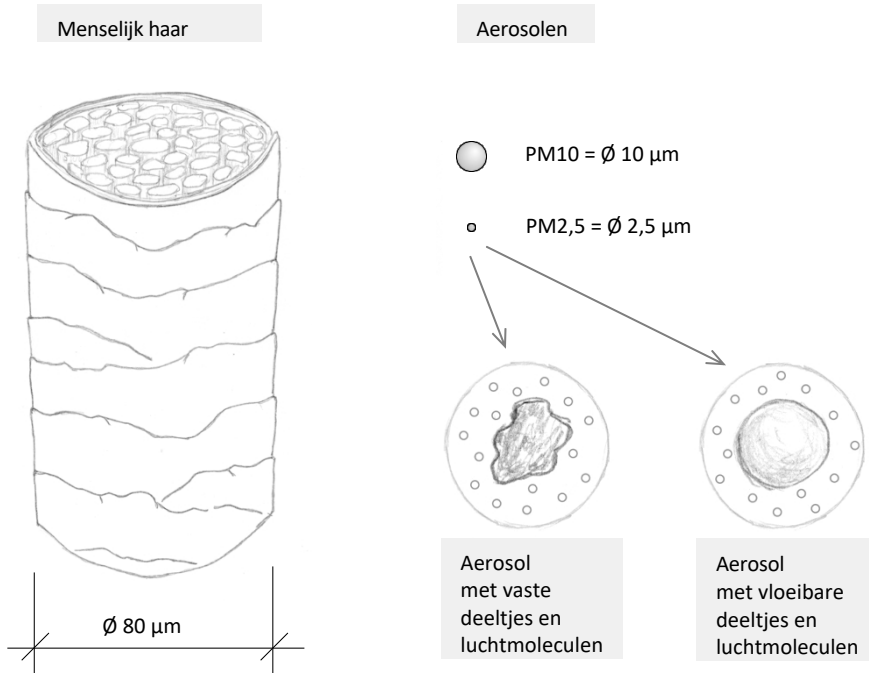
Volgens informatie van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) heeft luchtvervuiling wereldwijd de grootste negatieve gevolgen voor de menselijke gezondheid. Daarom werd in 1987 in de VS de zogenaamde PM-norm vastgesteld. PM staat voor Particulate Matter en is het aandeel vaste of vloeibare deeltjes in de lucht. Deze vaste of vloeibare deeltjes zijn vaak bestanddelen van aerosolen. Aerosolen zijn dus een mengsel van lucht en deeltjes. Ook hier bestaan vaak misverstanden en worden de begrippen door elkaar gehaald.

Misverstand

Aerosol is een ander woord voor deeltjes.

Een deeltje dat in de lucht zweeft, is op zichzelf nog geen aerosol; dit ontstaat pas in combinatie met de omringende lucht. De aanduiding PM10 verwijst dus naar de aanwezigheid van minuscule deeltjes in de lucht met een diameter van 10 micrometer (0,01 millimeter) of kleiner. Ter vergelijking: een menselijke haar heeft een diameter van ongeveer 50 tot 80 micrometer (0,05 tot 0,08 mm). Hierbij moet worden opgemerkt dat deze zwevende PM10-deeltjes zowel uit vaste stofdeeltjes als uit kleine vloeibare oliedruppeltjes kunnen bestaan. Eenvoudig gezegd betekent dit dat een aerosol altijd bestaat uit gas, meestal lucht, en een vast of vloeibaar deeltje dat in de lucht zweeft.

Grootte en samenstelling van een aerosol



Afbeelding 38

De aanduiding PM_{10} of $\text{PM}_{2,5}$ verwijst daarbij naar de grootte van de deeltjes. Het getal geeft de diameter in micrometer aan. Ook hier geldt weer dat men moet oppassen dat er geen misverstanden ontstaan!

Misverstand

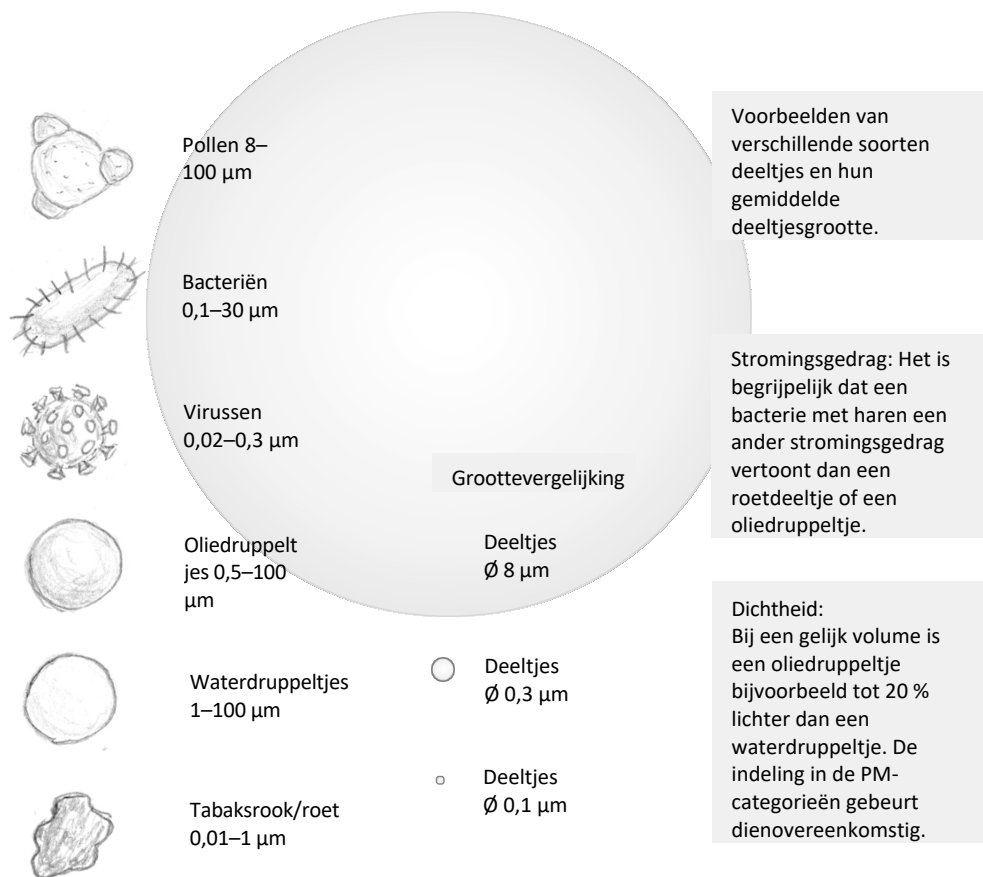
Aan de hand van de PM-aanduidingen kan men de werkelijke vorm en grootte van een deeltje afleiden.

De vermelding van een diameter veronderstelt eigenlijk de vorm van een bol. Maar hoe kan dat? Hebben stofdeeltjes, zandkorrels, virussen en alle andere luchtverontreinigingen dan altijd de vorm van een bol? Natuurlijk niet! Vaak hebben deze deeltjes een heel andere vorm!

Toewijzing van de PM-waarden aan de afzonderlijke deeltjes

Maar hoe kunnen al deze deeltjes dan worden gedefinieerd aan de hand van een diameter PM₁₀, PM_{2,5} of PM₁? Dat kan met behulp van een trucje: men vergelijkt eenvoudigweg de werkelijke deeltjes, die een willekeurige geometrie hebben, met deeltjes die een bolvormige geometrie hebben en zich in de lucht op dezelfde manier gedragen als de werkelijke deeltjes. Daarbij wordt bijvoorbeeld rekening gehouden met het stromingsgedrag, maar ook met het diffusiegedrag en de dichtheid van de deeltjes. Er wordt gekeken welk geometrisch bolvormig deeltje met betrekking tot deze punten hetzelfde gedrag vertoont als het eigenlijke deeltje. Het bolvormige deeltje met hetzelfde stromings- en diffusiegedrag kan dus worden gedefinieerd als PM₁₀, PM_{2,5} of PM₁. De op deze manier bepaalde diameter wordt in de wetenschap ook wel de aerodynamische diameter genoemd.

Soorten, vormen en grootte van deeltjes



Afbeelding 39

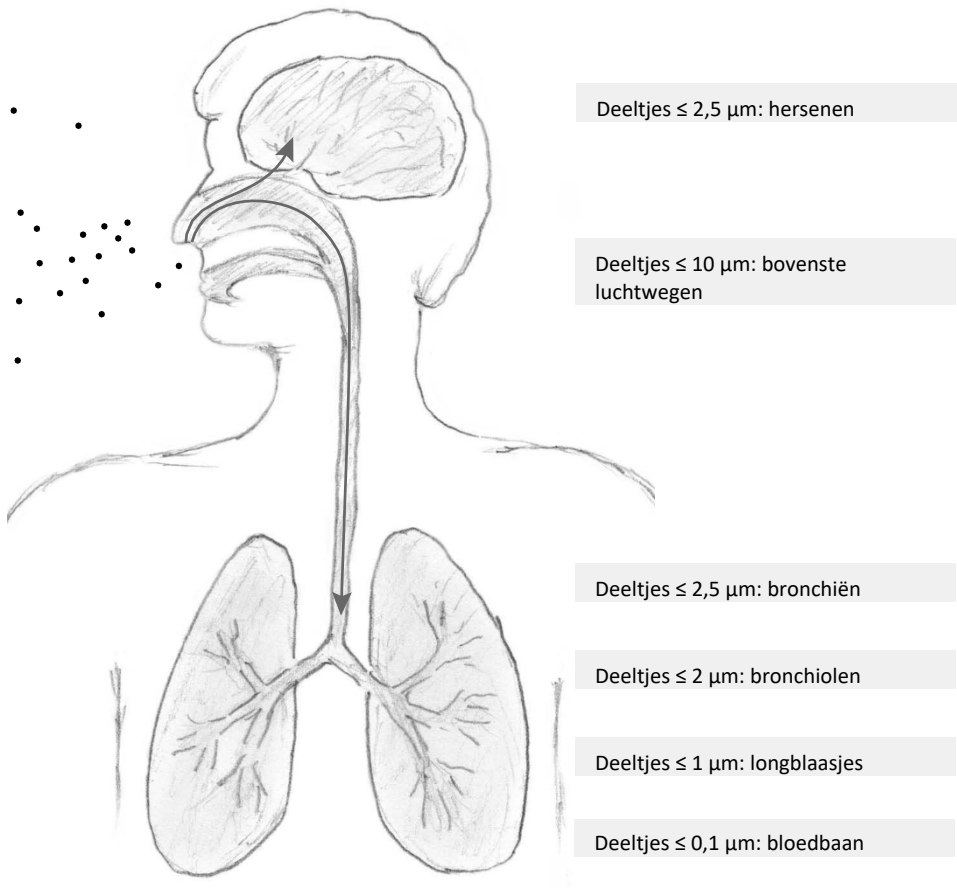
PM10-deeltjes kunnen worden ingeademd

Toen in 1987 in de VS normen voor luchtverontreiniging werden vastgesteld, begon men aanvankelijk met het onderzoeken van luchtverontreiniging in het PM10-bereik, dat wil zeggen door deeltjes met een diameter van 10 micrometer en kleiner. Waarom juist in dit groottebereik? Omdat deeltjes van deze grootte bij het inademen niet meer in de mond en neus worden gefilterd en afgeschermd. Ze bereiken de longen.

PM2,5-deeltjes dringen door tot in de longblaasjes

Inmiddels is dit bereik verder beperkt tot PM2,5. Ook hier speelde de bescherming van de gezondheid de doorslaggevende rol: deeltjes die kleiner zijn dan 2,5 mikrometer kunnen doordringen tot in onze longblaasjes. Als luchtverontreiniging tot in het diepste van ons lichaam kan doordringen, kun je je voorstellen welke negatieve gevolgen dit voor onze gezondheid kan hebben.

Opname van deeltjes door inademing



Dat PM₁₀-deeltjes schade kunnen aanrichten in de bovenste luchtwegen en PM_{2,5}-deeltjes in de onderste luchtwegen, is inmiddels goed aangetoond. Volgens de nieuwste studies kunnen deeltjes die kleiner zijn dan $2,5 \mu\text{m}$ zijn, rechtstreeks via de reukzenuw of de bloedbaan in de hersenen terechtkomen en daar de prestaties kunnen aantasten.

Onlangs vatte een van mijn geïnterviewden dit in mijn nieuwe podcast „Luftpost“ als volgt samen:

„Wat we binnenshuis in een productieruimte inademen, zijn vaak stoffen die niet bij ons lichaam horen en die ook niet in ons lichaam mogen terechtkomen!“

Maar ook hier bestaan er grote misvattingen op het gebied van ventilatietechniek en luchtkwaliteit!

6.1. Het misverstand over de luchtkwaliteit binnenshuis

Na meer dan twee decennia in onze branche is het mij nog steeds een raadsel waarom er zulke ernstige misvattingen bestaan over de luchtkwaliteit binnenshuis. Om onverklaarbare redenen gaan mensen er altijd vanuit dat de lucht om hen heen binnenshuis van aanvaardbare kwaliteit is en geen noemenswaardige verontreinigingen bevat.

Misvatting

De luchtkwaliteit binnenshuis is meestal onschadelijk.

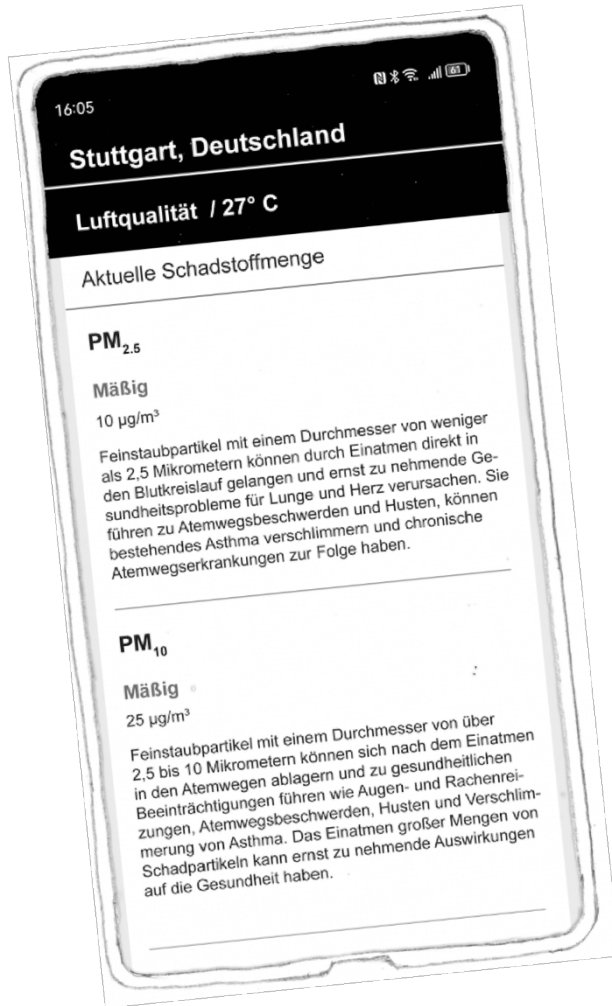
Al meer dan een decennium zetten we ons in om voorlichting over dit onderwerp te geven, maar we vinden nauwelijks gehoor. Vaak kijken we in verbaasde gezichten die verraden dat men onze uitleg niet helemaal wil geloven! Waarom is dat zo? Waarover willen we voorlichting geven? In wezen gaat het om een vrij eenvoudige zaak, namelijk de aanpak van luchtvervuiling in Duitse grote steden in vergelijking met de aanpak van luchtverontreiniging binnenshuis.

Fijnstofmetingen in grote steden

In onze grote steden heeft men het over luchtvervuiling en denkt men na over rijverboden wanneer de grenswaarde van 50 voor PM10-fijnstofdeeltjes gedurende een langere periode wordt overschreden. Om de waarden te bepalen, wordt op een meetpunt in de stad gemeten hoeveel PM10-fijnstofdeeltjes er in een kubieke meter lucht zitten.

Nogmaals eenvoudig uitgelegd: men neemt een luchtvolume van één kubieke meter stadslucht en met behulp van geschikte meettechniek kan worden gemeten hoeveel fijnstofdeeltjes met een diameter van 10 mikrometer of kleiner in deze kubieke meter stadslucht aanwezig zijn. Aan de hand van de diameter van de deeltjes kan men het volume berekenen, met behulp van de dichtheid kan men het gewicht bepalen en aan de hand van het gemeten aantal berekent men het totale gewicht aan schadelijke stoffen in één kubieke meter stadslucht. Dit totale gewicht wordt uitgedrukt in microgram.

Het belang van de luchtkwaliteit buitenshuis



Het toenemende belang van de luchtkwaliteit blijkt uit de gedetailleerde opsomming van de verontreinigende stoffen in de huidige weer-apps. De actuele waarden voor de ingevoerde stad worden weergegeven – met een uitleg over wat de verontreinigende stoffen kunnen veroorzaken.

Voorbeeld
Stuttgart op 14
juli 2023
om 16:05 uur

PM10: 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM2,5: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Afbeelding 41

Huidige grenswaarden voor luchtverontreiniging buitenshuis

Als daaruit bijvoorbeeld een totaalgewicht van 20 microgram voortvloeit, is er volgens de WHO-normen sprake van geringe luchtverontreiniging en dus van een aanvaardbare luchtkwaliteit. Zo bepaalt bijvoorbeeld de fijnstofrichtlijn van de EU dat de daggemiddeldewaarde van PM10-fijnstof 50 microgram per kubieke meter stadslucht bedraagt en maximaal 35 dagen per jaar mag worden overschreden.

Wereldwijde inspanningen om de grenswaarden te verlagen

Wereldwijd zijn er momenteel discussies en inspanningen gaande om deze grenswaarden verder te verlagen, bijvoorbeeld tot 40 microgram fijnstof per kubieke meter. Ook de verscherpte aandacht voor PM2,5-deeltjes in plaats van PM10-deeltjes komt wereldwijd steeds meer in beeld. Tot zover de stand van zaken in grote steden.

Luchtvervuiling binnenshuis

Hoe zit het nu in vergelijking daarmee binnenshuis? Dus in ruimtes waar bijvoorbeeld gekookt wordt of waar moderne bewerkingsmachines metalen werkstukken bewerken.

Praktijkvoorbeeld: metingen binnenshuis

Bij REVEN GmbH meten we regelmatig de luchtverontreiniging in binnenruimtes. Hoe doen we dat? Met precies dezelfde meettechniek en werkwijze die eerder voor de metingen in stadscentra is beschreven. We meten het aantal schadelijke deeltjes in een kubieke meter binnenlucht, bijvoorbeeld in een productiefaciliteit of een grote hotelkeuken.

Het op deze manier verkregen resultaat geeft een luchtkwaliteitsindex aan van bijvoorbeeld 10.000, 50.000 of 100.000. Dat zijn heel andere ordes van grootte dan in de steden! We hebben onze klanten zelfs al eens een meetresultaat van 500.000 moeten presenteren! Dat betekent dat er in één kubieke meter binnenlucht tot wel 500.000 microgram verontreinigende deeltjes zitten! En dit is in productieruimtes echt geen zeldzaamheid!

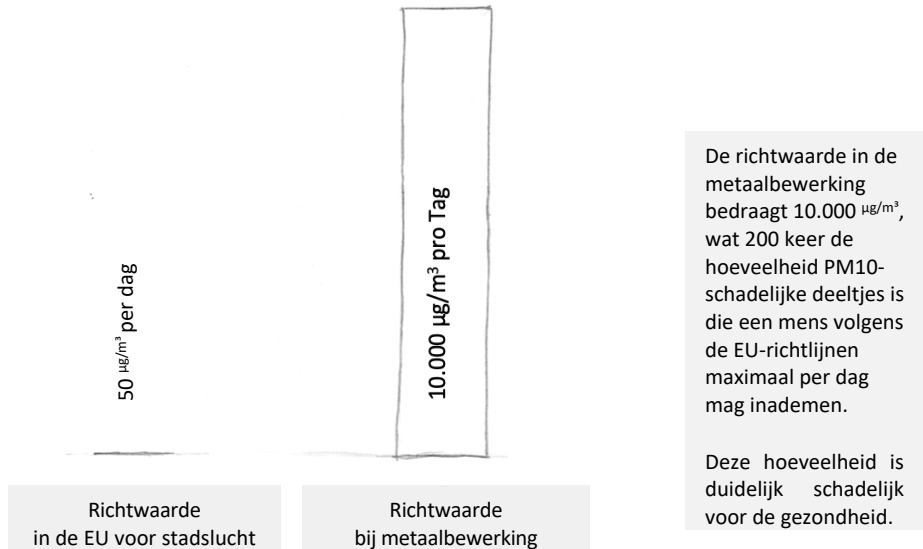
Officiële aanbevelingen voor grenswaarden in de machinebouw

Ook bij het doornemen van de relevante richtlijnen en normen wordt duidelijk dat dergelijke hoge verontreinigingsniveaus geen zeldzaamheid zijn. Zo geldt voor de machinebouw in officiële richtlijnen de volgende aanbeveling:

Voor met water mengbare koelsmeermiddelen bij de metaalbewerking en bij de glas- en keramiekbewerking wordt een grenswaarde van 10 milligram van deze stoffen in één kubieke meter binnenlucht aangegeven, evenals voor niet met water mengbare koelsmeermiddelen met een vlampunt onder 100 graden Celsius.

Deze 10 milligram komen overeen met een luchtkwaliteitsindex van 10.000 in grote steden! Als een dergelijke waarde een week lang in het centrum van Stuttgart zou worden gemeten, zou er overdag geen enkele auto meer mogen rijden en zouden alle media er in het hele land over berichten.

Vergelijking grenswaarden voor verontreinigende deeltjes (PM10)



Afbeelding 42

Als men daarentegen dergelijke luchtvervuiling meet in een machinebouwbedrijf of een hotelkeuken, interesseert dat vrijwel niemand. Zelfs de belangenvertegenwoordigers van deze sectoren besteden niet al te veel aandacht aan het onderwerp. Integendeel – tegen beter weten in worden deze omstandigheden verzwegen, want het verhelpen ervan zou geld kosten.

Betekenis van de meetresultaten voor de werknemers

Ter herinnering: de EU-richtlijn inzake fijnstof bepaalt dat de daggemiddeldewaarde van PM10-fijnstof 50 microgram per kubieke meter stads lucht bedraagt en maximaal 35 dagen per jaar mag worden overschreden.

Als in een machinebouwbedrijf de bovengenoemde 10 milligram wordt gemeten, betekent dit voor de werknemers in dit bedrijf dat zij op ongeveer 200 werkdagen per jaar moeten werken bij een maximale verontreiniging van 10.000 microgram.

Conclusie uit de praktijk

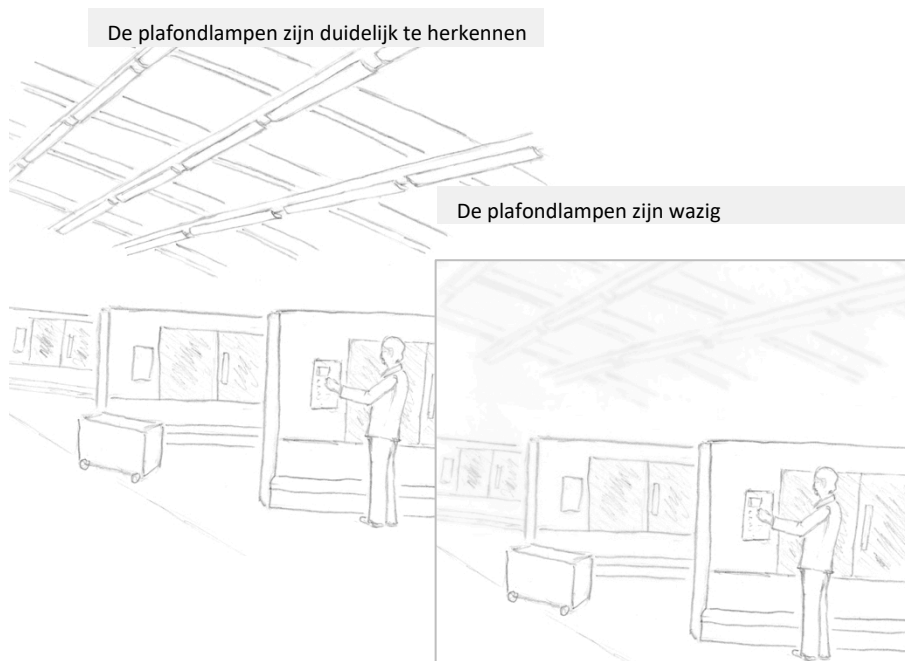
We hebben de afgelopen 20 jaar tienduizenden metingen van luchtverontreiniging in binnenruimtes over de hele wereld uitgevoerd. Daarbij kwamen we terecht in allerlei soorten productielocaties, waar de meest uiteenlopende producten met de meest uiteenlopende materialen worden vervaardigd. Bij al onze metingen bleek echter steeds weer het volgende:

Telkens wanneer de lucht zichtbaar was, hebben we in één kubieke meter binnenlucht meer dan 10.000 microgram luchtverontreinigende stoffen gemeten.

Een eenvoudige methode om de luchtkwaliteit te beoordelen

In de toekomst kunt u de luchtkwaliteit mogelijk zelf beoordelen! Als u zich in een productieruimte bevindt – of dat nu in een hotelkeuken is of in een productielocatie in de voedingsmiddelenindustrie of de machinebouw – en u merkt in die ruimte dat de lucht er niet meer helder uit ziet, maar eerder doet denken aan ochtendmist in de herfst, dan is er sprake van een luchtverontreiniging van ten minste 10.000 microgram per kubieke meter. U kunt dit het eenvoudigst vaststellen door in de richting van de verlichting in de ruimte te kijken! Als u de lamp helder en duidelijk ziet en de lucht rondom de lamp onzichtbaar is, dan is alles in orde. Zodra u de lamp echter niet meer duidelijk kunt herkennen omdat er zich rondom de lamp een diffuse nevel vormt, kunt u er zeker van zijn dat de luchtkwaliteitsindex in deze ruimte rond de 10.000 ligt!

Eenvoudige beoordeling van de luchtkwaliteit



Als de plafondlampen in een ruimte niet duidelijk te zien zijn, is de luchtvervuiling zeer hoog en bedraagt deze ongeveer $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Afbeelding 43

Verschil tussen de beoordeling van de luchtkwaliteit buiten en binnen

Deze vergelijking met de intensief besproken luchtvervuiling in Duitse stadscentra laat de discrepantie zien die voor verbaasde en onbegrijpende blikken zorgt als het om binnenruimtes gaat. We krijgen dan vaak de vraag hoe dergelijke verschillen te rechtvaardigen zijn?

Naar onze mening zijn ze simpelweg niet te rechtvaardigen. Alle pogingen tot verklaring van de verantwoordelijken zijn slechts zwakke smoesjes om dringend noodzakelijke investeringen te vermijden.

Niemand heeft simpelweg „in beeld“ welke risico's hieruit voortvloeien voor alle betrokkenen. Concentraties van ultrafijne deeltjes die buiten als ernstig schadelijk voor de gezondheid worden beschouwd, worden binnenshuis in een 200 keer zo hoge concentratie nog als aanvaardbaar beschouwd? Wie draagt in de toekomst de verantwoordelijkheid voor dit gevaar?

Bij de fabrikanten van ventilatiesystemen is een mentaliteitsverandering nodig

Ook wij, de fabrikanten van ventilatiesystemen en luchtreinigers, moeten deze problematiek onder ogen zien! Waarom? Omdat er ook in onze branche honderden fabrikanten van ventilatiesystemen voor commerciële keukens of machinebouwbedrijven zijn, die niet eens over de eenvoudigste meettechniek beschikken om dergelijke luchtverontreinigingen ook maar enigszins te kunnen meten en analyseren.

Tegelijkertijd bieden ze echter producten voor luchtzuivering aan, die ruimtes moeten ventileren en de binnenlucht van schadelijke stoffen moeten ontdoen.

De norm voor keukenventilatie DIN EN 16282

Voor ventilatiesystemen in commerciële keukens bestaat inmiddels een „norm voor keukenventilatie“, de DIN EN 16282, die bijna overal in Europa van toepassing is. Deze schrijft voor dat in grootkeukens alle schadelijke stoffen moeten worden opgevangen, afgezogen en vervolgens gescheiden van de afvoerluchtstroom, zoals we in de voorgaande hoofdstukken hebben geleerd.

Als beide lukken, dus zowel het opvangen en afzuigen als het scheiden van de schadelijke stoffen van de afvoerluchtstroom, dan heb je

- a) een echt goede, moderne en efficiënte ventilatie-installatie en
- b) een goede luchtkwaliteit met een zeer lage verontreiniging in de ruimtes.

Gebrek aan controle op de naleving

Nu mijn vraag aan u: in hoeveel nieuw geïnstalleerde commerciële keukens wordt volgens u bij de inbedrijfstelling gecontroleerd of aan de norm wordt voldaan? Ongeveer net zo vaak als het opgegeven brandstofverbruik bij nieuwe auto's? Of net zo vaak als het stroomverbruik bij nieuwe warmtepompen?

Van de 1.000 nieuw geïnstalleerde ventilatiesystemen voor commerciële keukens wordt dit bij minder dan tien gecontroleerd!

Praktijkvoorbeeld

Ik heb al meerdere keren meegemaakt dat concurrenten zich tot ons hebben gewend wanneer een opdrachtgever op deze controle stond, en ons hebben gevraagd de metingen voor hen uit te voeren, omdat ze zelf niet over de benodigde meettechniek beschikken!

Ozon – een voorbeeld van luchtverontreiniging door gassen

Bij luchtverontreiniging door gassen hebben we een vergelijkbare situatie en zien we ook hier hetzelfde fenomeen. Aan de hand van het voorbeeld van ozon wil ik dit toelichten. Over het gevaar van ozon hebben we al in hoofdstuk 4 bericht. De grenswaarde voor ozon in binnenruimtes is in veel Europese landen nog steeds vastgesteld op maximaal 200 microgram per kubieke meter binnenlucht. Dat was tot nu toe ook de grenswaarde in Duitsland, maar die is inmiddels afgeschaft. In Zwitserland geldt deze grenswaarde echter nog steeds. Volgens de classificatiecriteria voor kankerverwekkende stoffen van de Duitse Onderzoeksgemeenschap (DFG) wordt ozon aangemerkt als een nog onvoldoende onderzochte stof, waarvan echter wordt vermoed dat deze bij mensen kanker kan veroorzaken.

Weer-app met hoge ozonconcentraties buitenshuis



In de weer-app worden de hoogste concentraties van verontreinigende stoffen bovenaan weergegeven. Helemaal bovenaan staat hier ozon met een waarde van 104 µg/m³. Deze concentratie overschrijdt het door de WHO aanbevolen 8-uursgemiddelde (zie afb. 29).

Voorbeeld:
Hoyerswerda op 20
augustus 2023
om 9:55 uur

o₃: 104 µg/m³

Figuur 44

Ozon – grenswaarden in de buitenlucht

Het Duitse Federale Milieuagentschap (Umweltbundesamt) geeft informatie over de grenswaarde in de buitenlucht en de gezondheidsrisico's. Het waarschuwt dat ozon in de lucht kan leiden tot verminderde longfunctie, ontstekingsreacties in de luchtwegen en ademhalingsklachten. Er geldt een

grenswaarde van 180 microgram ozon per kubieke meter stadslucht. Deze waarde wordt aangeduid als de informatiedrempel. Als de concentratie deze waarde overschrijdt, worden via de media gedragsaanbevelingen en waarschuwingen aan de bevolking gegeven. Bij een concentratie van 240 microgram ozon per kubieke meter stadslucht wordt de alarmdrempel overschreden en wordt het alarm geactiveerd. Daarnaast moet worden opgemerkt dat de ozonwaarden in de buitenlucht een waarde van 120 microgram per kubieke meter stadslucht, gemiddeld over acht uur, op maximaal 25 dagen van het kalenderjaar mogen overschrijden.

Ozon – grenswaarden op het gebied van keukenventilatie

Momenteel hanteren deskundigen op het gebied van keukenventilatie echter nog steeds een toegestane grenswaarde van 20.000 microgram ozon per kubieke meter lucht. Deze informatie is eveneens afkomstig uit de Europese norm DIN EN 16282, een regelwerk waaraan ook veel nationale brancheorganisaties hebben meegewerkt. Wie daar iets kwaads in ziet, is een schalk! In deze norm staat vermeld dat de ozonconcentratie in de afvoerlucht van een commerciële keuken niet hoger mag zijn dan 10 ppm. Bij een luchtdruk van 1013 hectopascal en een temperatuur van 20 graden Celsius komen deze daar vermelde 10 ppm ozon vrijwel exact overeen met een grenswaarde van 20.000 microgram ozon per kubieke meter lucht (zie afb. 29).

Ozon – verschillen die voor zich spreken

Ik denk dat ook de in dit voorbeeld aangetoonde verschillen in de beoordeling van de luchtkwaliteit binnenshuis en buitenshuis voor zich spreken en geen verdere toelichting behoeven. Eigenlijk zou ook in dit geval voor iedereen duidelijk moeten zijn wat er moet gebeuren, namelijk de vorming van ozon volledig voorkomen, of het nu binnenshuis of buitenshuis is!

Om dit doel echter te bereiken, moet luchtverontreiniging met meetapparatuur worden geregistreerd en geanalyseerd. Hoe dat kan worden gerealiseerd, daarover straks meer.

6.2. Deeltjesmetingen maken luchtverontreiniging zichtbaar!

Met welke meettechniek kun je verontreinigende stoffen in de lucht meten? Met welke meettechniek kun je de efficiëntie van een ventilatiesysteem aantonen? In principe is dat niet ingewikkeld en is het al beschreven in hoofdstuk 3. Voor een nauwkeurige bepaling van de verontreiniging van de lucht wordt aanbevolen om

- a) deeltjes- en aerosolmeettechniek en
- b) een vlamionisatiedetector (FID)

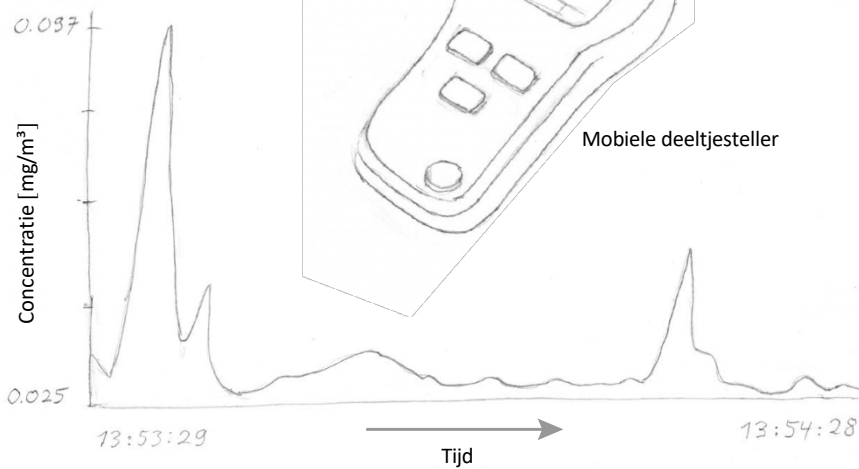
FID-meetapparatuur hebben we al uitgebreid beschreven in hoofdstuk 3. Deeltjes- en aerosolmeetapparatuur behoort al geruime tijd tot de stand van de techniek voor cleanrooms. Er is al decennia lang geen operatiekamer in een ziekenhuis en geen productieruimte voor microprocessoren meer te vinden waar bij de inbedrijfstelling van het ventilatiesysteem geen deeltjestellers worden gebruikt om de werking aan te tonen. In feite wordt daarmee simpelweg aangetoond dat de lucht in een dergelijke cleanroom werkelijk zuiver en vrij van de kleinste deeltjes is. Daarvoor dient de deeltjesteller.

Hoe deeltjes worden gemeten

Deeltjestellers kunnen via een complex optisch systeem en met behulp van laserstralen analyseren of er uiterst kleine deeltjes in de lucht aanwezig zijn. Daarbij wordt het aantal deeltjes geteld en tegelijkertijd de grootte van de deeltjes onderzocht, dat wil zeggen dat hun aerodynamische diameter wordt bepaald.

Mobiele deeltjesteller

Mobiele, accu-aangedreven deeltjesteller met strooilichtmeting en gegevensregistratie voor realtime meting van aerosolmassa's



Afbeelding 45

De deeltjesmeettechniek moet aan de situatie worden aangepast

Net als in cleanrooms kan men ook in productiefaciliteiten, commerciële keukens of machinebouwbedrijven de binnenlucht analyseren en de aanwezigheid van deeltjes vaststellen. In principe gaat het om precies dezelfde werkwijze, maar met één groot en belangrijk verschil: Het aantal deeltjes verschilt enorm in vergelijking met cleanrooms! Terwijl het in cleanrooms gaat om de controle of er überhaupt PM10-deeltjes in de ruimtelucht aanwezig zijn of niet, wordt in de ruimtelucht van een keuken of productielocatie het aantal deeltjes gemeten dat in één kubieke meter ruimtelucht voorkomt. Daarbij gaat het dan vaak om het

tienduizendvoud of zelfs nog meer dan in de cleanroom! De deeltjestellers moeten aan deze omstandigheden worden aangepast, oftewel moet de juiste meettechniek worden gekozen.

Praktijkvoorbeeld: deeltjesmeting door middel van luchtverduunning

Toen we 25 jaar geleden de eerste deeltjesmetingen in dergelijke sterk vervuilde ruimtes uitvoerden, probeerden we conventionele deeltjesmeters te gebruiken, omdat er destijds nauwelijks geschiktere meettechniek beschikbaar was. Zoals men zich kan voorstellen, waren deze eerste metingen vaak niet valideerbaar, niet traceerbaar en van zeer slechte kwaliteit, omdat de deeltjestellers volledig overbelast raakten door de hoge deeltjesconcentraties. Een eerste aanpak om dit te verbeteren was het op een bepaalde manier verdunnen van de te analyseren lucht. Dat wil zeggen dat de te analyseren lucht met geschikte verdunningsstappen bijvoorbeeld 1.000-voudig werd verdund met zuivere, deeltjesvrije lucht. Deze verdunde lucht werd vervolgens gemeten met conventionele deeltjestellers en het resultaat werd met de factor 1.000 geëxtrapoleerd. De gelijktijdige verdere ontwikkeling van de deeltjestellers zorgde ervoor dat de apparaten later minder gevoelig waren voor zeer hoge deeltjesconcentraties en dat de meetresultaten steeds nauwkeuriger werden.

Moderne apparaten zorgen voor nauwkeurige metingen

Hedendaagse deeltjestellers kunnen zelfs zeer vervuilde binnenlucht met dezelfde nauwkeurigheid analyseren als men al decennia lang in cleanrooms gewend is. De sector moet deze nauwkeurige meting gewoon echt willen en bereid zijn om in moderne meettechniek te investeren.

Er worden te weinig metingen uitgevoerd

Op dit moment zijn er op de Duitstalige markt voor keukenventilatie nauwelijks een handvol fabrikanten die dergelijke meettechniek toepassen bij de inbedrijfstelling van nieuwe ventilatiesystemen.

Helaas is dit geen misverstand!

Er wordt simpelweg uitgegaan van de optimale werking van ventilatiesystemen, zonder meetresultaten.

De foutloze werking van een ventilatiesysteem, de efficiëntie van het opvangen en afzuigen, evenals het afscheiden en filteren van schadelijke stoffen uit de luchtstroom: dit alles wordt stilzwijgend verondersteld en als vanzelfsprekend beschouwd. Onder het motto: het komt wel goed en het zal wel in orde zijn. Men wil meestal niet echt weten of dit daadwerkelijk zo is, en transparantie door middel van analyse en documentatie wil men al helemaal niet.

Om een optimale luchtkwaliteit te bereiken, is meettechniek een must

Hoe complex de taken in de ventilatietechniek – zoals het opvangen en afzuigen, het filteren en afscheiden en het toevoeren van verse lucht – werkelijk zijn, hebben we in de voorgaande hoofdstukken uitvoerig toegelicht. Om deze redenen is meettechniek een must om aan te tonen dat de binnenlucht daadwerkelijk vrij is van schadelijke stoffen. Er is geen excuus om deze meettechniek niet regelmatig toe te passen.

Ontbrekende meetresultaten bij ozonluchtreinigers

Ook gevaarlijke gassen zoals ozon kunnen met geschikte meetapparatuur worden gemeten. Maar ook in dit geval zien we dezelfde houding als bij de hierboven beschreven deeltjesmeettechniek: onder de duizenden aanbieders van ozonluchtreinigers zult u er nauwelijks een vinden die u met behulp van geschikte meettechniek kan aantonen dat zijn producten door de geproduceerde ozon niet meer schade dan nut aanrichten.

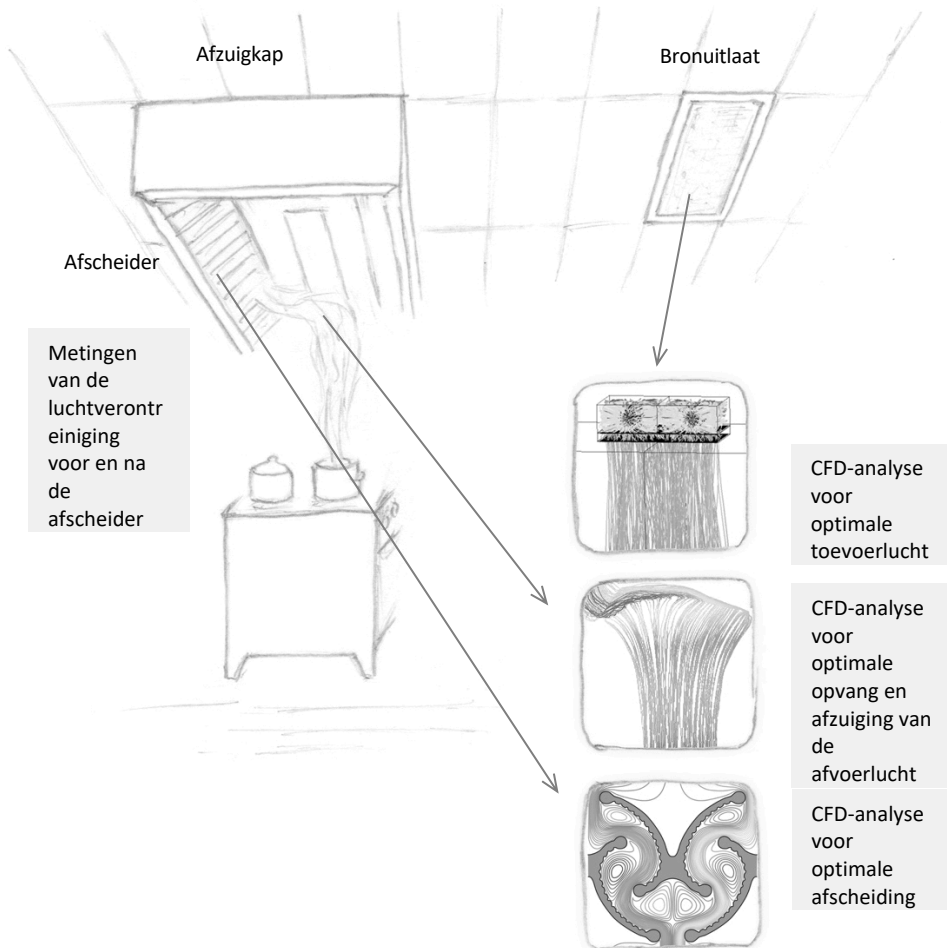
Serieuze ventilatietechniek is wetenschappelijk onderbouwd

Net als in de voorgaande hoofdstukken blijkt ook hier weer dat serieuze productontwikkeling op het gebied van ventilatietechniek en luchtzuivering een wetenschappelijk onderbouwde aanpak vereist. Grootse beloften in aantrekkelijk vormgegeven reclamefolders doen ons in onze branche maar al te vaak iets anders geloven. Blijf hier absoluut waakzaam en trek dergelijke beloften in twijfel.

Conclusie

Ik hoop dat ik u met mijn aanwijzingen bewust heb kunnen maken van dit onderwerp en u enkele interessante informatie heb kunnen geven. Nu is de cirkel rond – van het efficiënt opvangen en afzuigen in hoofdstuk 1 tot de geschikte meettechniek voor het bepalen van de efficiëntie van ventilatietechniek en luchtzuivering in hoofdstuk 6 hebben we alles besproken.

Wetenschappelijk onderbouwde ventilatietechniek



De functionaliteit van de keukenventilatietechniek wordt bij Rentschler REVEN met wetenschappelijk onderbouwde methoden getest en geoptimaliseerd.

Slotwoord

U hebt nu alle hoofdstukken van dit boek gelezen, die oorspronkelijk afkomstig zijn uit onze podcast „Misvattingen in de ventilatietechniek en luchtzuivering“. Ik hoop dat ik u hiermee enkele ideeën heb kunnen geven. Een concurrent uitte onlangs kritiek op de inhoud van de podcast. Het geheel zou te oppervlakkig zijn en hij had meer van mij verwacht. Zoals ik elders al heb vermeld, was het mijn bedoeling om de onderwerpen rond ventilatietechniek en luchtkwaliteit toegankelijk te maken en het zo onderhoudend mogelijk te houden. Ik wilde geen wetenschappelijk artikel schrijven. De onderwerpen in onze ventilatiesector zijn eerder nicheonderwerpen, waar het grote publiek geen interesse in heeft. Daarom vond ik het belangrijk om de misvattingen ook voor mensen buiten de sector eenvoudig en begrijpelijk uit te leggen. Ik hoop dat me dat is gelukt.

Op basis van deze podcast hebben we dit boek geschreven. Het bevat bovendien veel interessante illustraties om de afzonderlijke informatie visueel te onderbouwen.

Ik vind het belangrijk om onze branche aantrekkelijk te maken voor de volgende generatie, want luchtkwaliteit is een belangrijk onderwerp en zal dat ook in de toekomst blijven. Daarom moet men dit thema met zorg en verantwoordelijkheidsgevoel benaderen.

Mijn collega's van de verkoopafdeling zullen dit boek voortaan bij zich hebben en geven u graag een exemplaar ter verduidelijking van de verschillende onderwerpen wanneer u met hen nieuwe projecten, nieuwe processen en nieuwe plannen bespreekt. Want wij willen dat onze technologieën en onze producten worden begrepen!

Als bedankje voor de luisteraars van onze podcast bieden we het pas verschenen boek gratis aan.

Naast ons boekproject is er inmiddels ook een nieuwe podcast. Deze draagt de titel „Luftpost“.



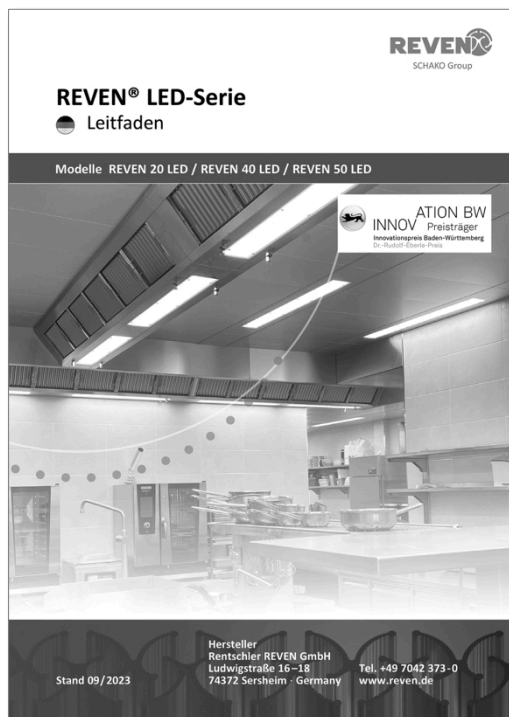
Deze nieuwe podcastserie gaat over gezonde lucht. Ik stel mensen en bedrijven voor die zich bezighouden met luchtkwaliteit en ventilatietechniek. Daarbij worden actoren uit de meest uiteenlopende sectoren geïnterviewd en worden technologieën besproken. Ik heb voor deze titel gekozen vanwege de associatie die de term oproept. Vroeger werden nieuwsberichten en mededelingen vaak per luchtpost verstuurd. In mijn podcast „Luftpost“ wil ik actueel nieuws over schone lucht en een gezond milieu brengen.

U vindt de podcast via de link reven.news/luftpost; de eerste afleveringen staan online.

Mocht u zelf actief zijn in de ventilatie- of luchtzuiveringssector, dan kunnen we graag samen een aflevering van de podcast maken. Ik kom daarvoor ook graag bij u langs. Neem gewoon contact met mij op via viamarketing@reven.de.

Interessante informatie van REVEN

De gids voor LED-verlichting

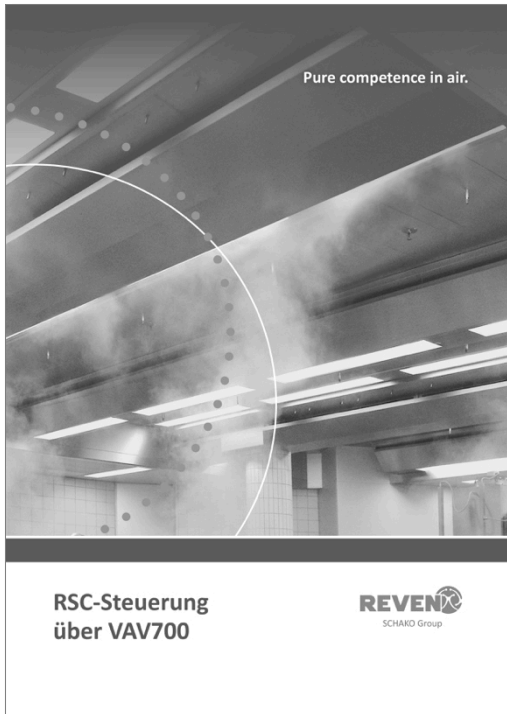


Het belang van goede verlichting voor het gebruik van een ruimte wordt vaak onderschat.

Juist in professionele keukens is de juiste verlichting van groot belang. Daarom moeten bij de planning aspecten zoals helderheid, contrast en kleur worden overwogen en in aanmerking worden genomen. Hier biedt ons lichtmanagement grote voordelen.

In deze LED-gids leggen we uit welke factoren belangrijk zijn voor een goede verlichting en hoe de REVEN® LED-armaturen aan deze eisen voldoen.

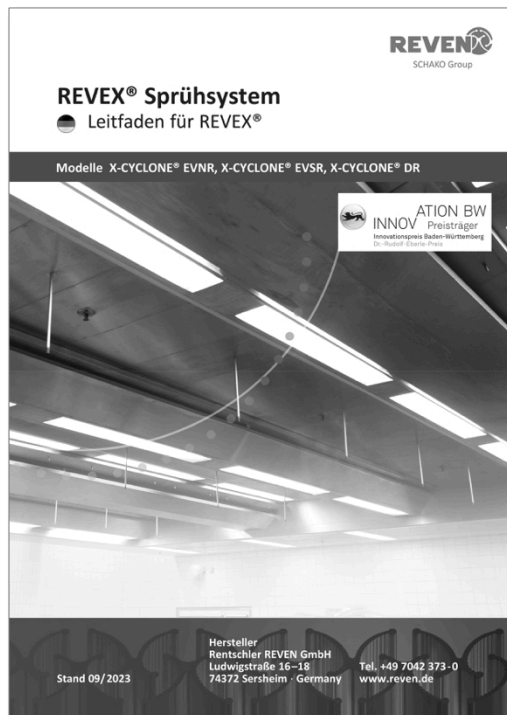
De brochure RSc-regeling



Om de efficiëntie van ventilatiesystemen in grootkeukens te verbeteren, biedt Rentschler REVEN de intelligente RSc-regeling aan. Het systeem past de toevoer- en afvoerluchthoeveelheid traploos aan de kookactiviteiten aan, geheel in lijn met de innovatieve Industrie 4.0-standaard.

In onze brochure leest u de technische details waarmee u rekening moet houden bij de installatie van een RSc-regeling.

De handleiding voor het REVEX®-sproeisysteem



Het onderwerp „reiniging van keukenventilatiesystemen“ kreeg in het verleden vaak onvoldoende aandacht.

Een regelmatige, vakkundige en correcte reiniging van ventilatiesystemen in commerciële keukens zorgt ervoor dat het systeem optimaal functioneert, beperkt het brandgevaar en voorkomt de groei van micro-organismen in het systeem. Bovendien beschermt het de gezondheid van het keukenpersoneel.

Misvattingen op het gebied van ventilatietechniek en luchtkwaliteit

Het boek

De reacties tijdens de podcast waren zo overweldigend dat het bijna vanzelfsprekend was om er een boek van te maken. Feedback die voor zich spreekt:

„... de podcast over luchtstromen heeft mijn nieuwsgierigheid gewekt naar meer ...“

„... ik wil u feliciteren met de interessante podcast 'Misvattingen in de ventilatietechniek en luchtzuivering' feliciteren en u bedanken voor de informatie ...“

„... hartelijk dank voor de werkelijk interessante podcast. Ik zou het geweldig vinden als er een vervolg zou komen. Ik ben al meer dan 20 jaar projectleider in de ventilatietechniek en heb veel kunnen meenemen voor de praktijk en toekomstige projecten. Ik zou het geweldig vinden als ik samen met u de volgende keukeninstallatie zou mogen bouwen ...“

„... Ik wil u feliciteren met de podcast. Het onderwerp is ook voor mensen zoals ik, die niet zo diep in de materie thuis zijn, heel begrijpelijk ...“

„... als trouwe luisteraar van uw podcast wil ik van de gelegenheid gebruikmaken om het voor 2023 aangekondigde vakboek te bestellen. Ik hoop op meer afleveringen rond het thema lucht – ons kostbaarste levensmiddel ...“

De auteur

Dipl. Ing. Sven Rentschler is directeur van Rentschler Reven GmbH, een middelgrote fabrikant van luchtzuiveringsinstallaties. Als ondernemer heeft hij zich ten doel gesteld om wereldwijd te zorgen voor een grotere bewustwording van luchtzuivering in de industrie en het bedrijfsleven. Twee internationale octrooien en de innovatieprijs van de deelstaat Baden-Württemberg zijn het resultaat van zijn inzet. Daarnaast is Sven Rentschler blogger en spreker op het gebied van luchtzuivering.

De doelgroep

Iedereen die geïnteresseerd is in wat er bij optimale ventilatie en luchtzuivering in acht moet worden genomen.

Beginners, mensen die hun kennis willen opfrissen en professionals uit de klimaat- en ventilatiesector, evenals mensen die vanuit aanverwante vakgebieden overstappen, met name ventilatieontwerpers in de machinebouw en de voedingsmiddelenindustrie, uitvoerende bedrijven, deskundigen, exploitanten en ontwerpers van grootkeukens

• VENTILATIE

• KLIMAAT

• KOELING

cci-dialog.de

cci Buch is een merk van cci Dialog GmbH Ook verkrijgbaar als e-book

ISBN 978-3-922420-74-3



9 783922 420743

€ 47,00 (D)