

Het boek bij de podcast
met veel illustraties



Sven Rentschler

Misverstanden in ventilatietechniek en luchtzuivering



ADVIEZ+ PLANNEN

© cci Dialog GmbH, Karlsruhe Alle

rechten voorbehouden.

ISBN: 978-3-922420-74-3

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

De uitgever 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,

beeldverantwoording: Rentschler REVEN GmbH

Lay-out, titelafbeelding, tekeningen, illustraties: Gabriele Wiedemann, digital-kunst.com

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

Druk: Esser bookSolutions GmbH, Göttingen

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

Het volledige programma van eigen titels en een exclusieve selectie 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. Feedback die voor zich spreekt:



podcast. Via een vervolg zou ik zeer op prijs stellen.

Ik ben al meer dan 20 jaar projectleider in de ventilatietechniek en heb veel kunnen opsteken voor de praktijk en voor toekomstige projecten. Ik zou het leuk vinden als ik met u de volgende keukeninstallatie zou kunnen bouwen ..."

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

„... als aandachtige luisteraar van uw podcast wil ik van de gelegenheid gebruik maken om het voor 2023 aangekondigde vakboek te bestellen. Ik kijk uit naar meer afleveringen over het thema lucht – ons kostbaarste levensmiddel ..."

„... de podcast over luchtstromen heeft me nieuwsgierig gemaakt naar meer ..."

"... ik wil u feliciteren met de interessante podcast 'Misverstanden in ventilatietechniek en luchtzuivering' en wil ik u bedanken voor de informatie ..."

„... hartelijk dank voor de zeer interessante

Dankwoord

Ik wil Gabriele Wiedemann en Eva Schwarz hartelijk bedanken. Ik werk al vele jaren succesvol samen met beide dienstverleners. Meer dan 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 tijdens deze projecten hebben opgedaan, hebben in belangrijke mate bijgedragen aan dit boek.

De grafieken van mevrouw Wiedemann en de tekstcorrecties van mevrouw Schwarz zijn gebaseerd op jarenlange gezamenlijke ervaring en vormen de achtergrond voor het ongeëvenaarde begrip van het onderwerp. De samenwerking voor dit boek was prettig en ongecompliceerd en heeft geleid tot een resultaat dat ik in deze kwaliteit alleen niet had kunnen realiseren.

Daarnaast wil ik onze vennoten van de SCHAKO Group bedanken, die het plan om een boek te schrijven vanaf het begin hebben ondersteund en daarbij de kans hebben gezien om onze groepsclaim "Pure competence in air" kracht bij te zetten.

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

Ik zou het leuk 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 begin van de pandemie in 2020 werd goed ventileren een van de belangrijkste onderwerpen in Duitsland. Overal in het land werden discussies gevoerd over gezonde lucht binnenshuis. Er werd hartstochtelijk gedebatteerd over hoe klaslokalen goed 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 heftig gediscussieerd over hoe de luchtverontreiniging in binnenruimtes 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 vragen 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 waar REVEN GmbH zich al generaties lang mee bezighoudt en waar ik me ook al tientallen jaren mee bezighoud, eerst als technisch directeur en nu als algemeen directeur. De luchtreinigers en ventilatieproducten van REVEN GmbH worden gebruikt om te zorgen voor schone lucht in bedrijfsruimten. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om productiehallen in de voedingsmiddelenindustrie, installaties in de machinebouw en grote keukens en kantines. Deze productieruimten hebben allemaal één ding gemeen: de lucht in de ruimten of hallen is vaak zeer vervuild en verontreinigd. Het meten en analyseren van de mate van vervuiling in dergelijke ruimtes en het filteren en reinigen van de lucht – dat zijn de taken waar we ons bij REVEN GmbH al tientallen jaren mee bezighouden.

Sinds het begin van de coronacrisis in 2020 zijn deze taken op het gebied van luchtzuivering plotseling niet meer alleen relevant voor de industriële sector, maar een onderwerp dat in de hele samenleving speelt.

Duitsland. Tijdens de soms zeer gepassioneerde discussies viel het me op dat de taken in de commerciële en particuliere sector steeds meer op elkaar gingen lijken. Door de plotseling sterk gestegen vraag namen sommige fabrikanten het echter niet meer zo nauw met de specificaties van de prestaties van de luchtreinigers. Er werd veel beweerd en nog meer beloofd. De ventilatie-effecten, filterprestaties en efficiëntie van veel oplossingen zijn – vooral voor leken – nauwelijks te begrijpen 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 in de industrie al tientallen jaren hebben vastgezet als halve waarheden.

Dit boek geeft een overzicht van de misverstanden en halve waarheden die er bestaan op het gebied van ventilatie 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 eerder 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 succesvol technologie- en innovatiemanagement. Zo heb ik waardevolle kennis opgedaan over innovatieve productontwikkeling en kennisuitwisseling tussen onderzoek en praktijk.

Met dit boek wil ik deze uitwisseling verder ondersteunen en verdiepen op het gebied van ventilatietechniek en luchtzuivering, om zo een aantal 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. Misverstanden over het meten van luchtverontreiniging	12
1.2. Blaasballen 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. Wervelstormen 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 het analyseren van luchtverontreiniging!	57
4. Hoe kunnen virussen en geuren worden geneutraliseerd?	65
4.1. Het misverstand 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 luchtverontreiniging worden gemeten?	105
6.1. Het misverstand over de luchtkwaliteit binnenshuis.	114
6.2. Deeltjesmetingen maken luchtverontreiniging zichtbaar!	126
Slotwoord	132

1. Hoe kan iets worden afgezogen?

?



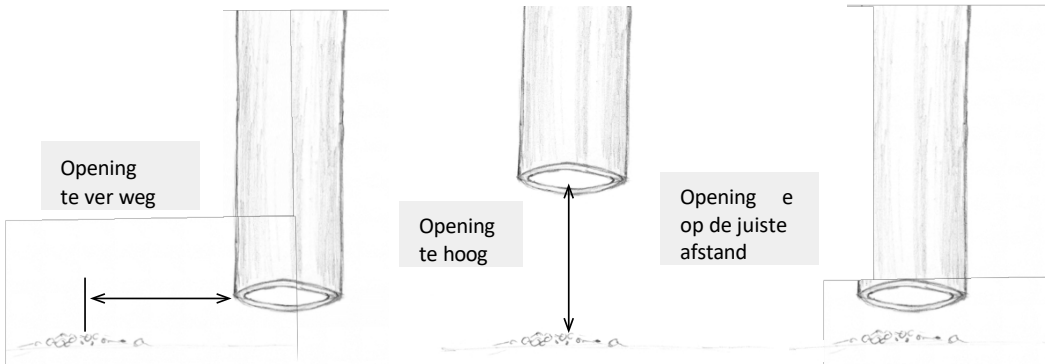
Hoe kan iets eenvoudig worden afgezogen? In principe een simpele vraag, waarop elke collega in de ventilatietechniek meteen een antwoord zou hebben! Maar is effectief afzuigen echt zo eenvoudig en triviaal als je in eerste instantie zou denken?

Praktijkvoorbeeld: de stofzuiger

Hier is een eenvoudig voorbeeld dat we allemaal kennen: stofzuigen, of dat nu in onze geliefde auto is of thuis in de woonkamer. Als we stofzuigen, willen we vuil, zoals broodkruimels van het tapijt, opzuigen. Hoe dichterbij we de stofzuigermond op de kruimels op het tapijt brengen, hoe gemakkelijker en sneller deze worden opgezogen. Het beste resultaat bereiken we als we de mond 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 je iets goed kunt stofzuigen! Je moet het voor honderd procent opzuigen. Alleen dan kan het volledig worden opgezogen. In ons voorbeeld moesten we de stofzuigermond recht 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 verbruikte en vervuilde lucht volledig moet worden afgezogen – in klaslokalen waar met virussen verontreinigde lucht moet worden verwijderd, in lasruimtes waar lasrook moet worden opgevangen, in keukens waar kookdampen moeten worden afgezogen en in de machinebouw, waar verdampte koel- en smeermiddelen op moderne werktuigmachines moeten worden opgevangen. In al deze voorbeelden moeten dampen, gassen, met virussen verontreinigde lucht en aerosolen in verschillende vormen worden opgevangen en afgezogen.

Daarbij moet vooral op de volgorde worden gelet:

Eerst opvangen, dan afzuigen!

1.1. Misverstanden over 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 de zuigmond recht boven de kruimels houden! Hetzelfde geldt voor de ventilatietechniek in keukens. Het is belangrijk om de juiste afstand aan te houden tijdens het stofzuigen. Het maakt daarbij niet uit of we het hebben over een groot ventilatiesysteem in een fabriekskantine of over onze eigen keuken thuis. Ook onze designafzuigkap thuis werkt volgens hetzelfde principe dat hieronder wordt beschreven voor het opvangen en afzuigen van keukendampen.

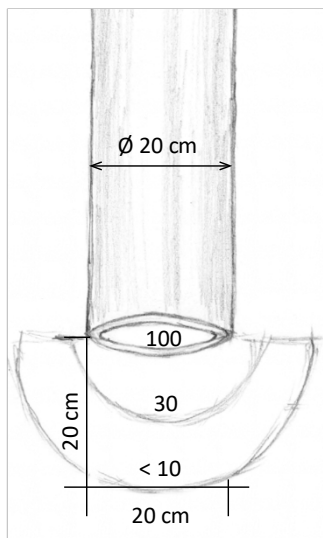
Misverstand

Verhouding tussen afzuigvermogen en afstand van de afzuigbuis

De afzuigcapaciteit direct aan de opening van een afzuiginstallatie is honderd procent. Dat geldt ook voor de mondstuk van onze stofzuiger! Ook hier wordt de hoogste afzuigcapaciteit direct aan de mondstukopening bereikt. Hoe verder we ons van de mondstukopening verwijderen, hoe lager de afzuigcapaciteit wordt.

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

Zuigvermogen in verhouding tot de afstand



100 % Zuigvermogen direct aan de buisinlaat

De zuigkracht neemt sterk af naarmate de afstand tot de zuigbuisingang toeneemt.

De zuigkracht bedraagt slechts ca. 10 % wanneer de afstand van de zuigbuis gelijk is aan de buisdiameter (hier 20 cm).

Afbeelding 2

Als de afstand van een aanzuigbuis tot de vervuiling dus even groot is als de diameter van de buis, bedraagt de zuigkracht nog maar ongeveer 10 %.

Deze regel geldt voor alle soorten afzuiginstallaties, of het nu gaat om een stofzuiger of afzuigkap thuis, een ventilatiesysteem in een lasbedrijf of een groot ventilatiedak in de fabriekskantine. Als de afstand tussen de afzuiginstallatie en de plaats waar de vrijgekomen schadelijke stoffen moeten worden opgevangen te groot is, is de zuigkracht nul. In de meeste gevallen is dat al het geval bij afstanden van dertig tot vijftig centimeter!

Misverstand

Hogere efficiëntie door stromingsgeoptimaliseerde spuitplaten

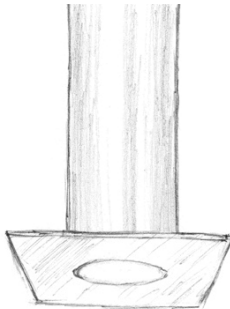
Ook op het gebied van efficiëntie ontstaan vaak misverstanden. In veel gevallen heerst de overtuiging dat zogenaamde stromingsgeoptimaliseerde spuitmondplaten zouden bijdragen aan een efficiënter gebruik van de zuigkracht. In dit geval wordt een extra plaat rondom de zuigbuis aangebracht. De buis zit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

Sproeierplaten

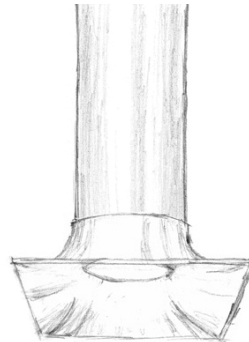
Sproeierplaten zijn zinvol om de luchtstroom "de weg te wijzen", maar hebben slechts een gering effect op de zuigkracht.



Zuigbuis
zonder
spuitplaat



Zuigbuis met
geflensde plaat



Zuigbuis met
spuitplaat

Afbeelding 3

Experiment – Een kaarsvlam doven door te zuigen

Laten we ter illustratie het voorbeeld van een kaars nemen. Heb je ooit geprobeerd een kaars te doven door er lucht in te zuigen? Ik kan je alleen maar waarschuwen: probeer het liever niet! Tijdens lezingen over dit onderwerp voer ik dit experiment regelmatig uit voor publiek en verbrand daarbij steeds weer bijna mijn lippen, omdat ik de aanzuigplaats, dus mijn mond, heel dicht bij de kaars moet brengen om überhaupt effect op de vlam te hebben. Het doven van de vlam door te zuigen werkt echter meestal niet!

Dit eenvoudige voorbeeld maakt duidelijk hoe beperkt het zuigeffect is en hoe belangrijk de afstand tot de aanzuigplaats is als we iets willen vastpakken en wegzuigen.

Misverstand

Afstand tot de aanzuigopening van de luchtreiniger niet zo belangrijk

Door deze verkeerde voorstelling van zaken worden in de praktijk vaak fouten gemaakt: bij luchtreinigers in scholen, ventilatieapparatuur bij lasinstallaties, afzuigkappen boven kooktoestellen en aerosolafscheiders op werktuigmachines zijn de aanzuigopeningen vaak veel te ver verwijderd van de emissiebron.

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

CFD-simulatie

Het opvangen en afzuigen van luchtstromen en de daarin aanwezige schadelijke stoffen kan met behulp van speciale softwareoplossingen gedetailleerd worden gesimuleerd, gevisualiseerd en geanalyseerd. Hiervoor wordt numerieke stromingssimulatie, ook wel CFD-simulatie genoemd, gebruikt. 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 ervaring in huis

In ons bedrijf hebben we onder andere de efficiëntie van de opvang en afzuiging van conventionele afzuigkappen onderzocht. De eerste numerieke stromingssimulaties werden al in 1996 bij ons in huis uitgevoerd. De analyse van de toen nog vrij eenvoudige simulaties en de berekening van de resultaten duurden vaak meerdere dagen.

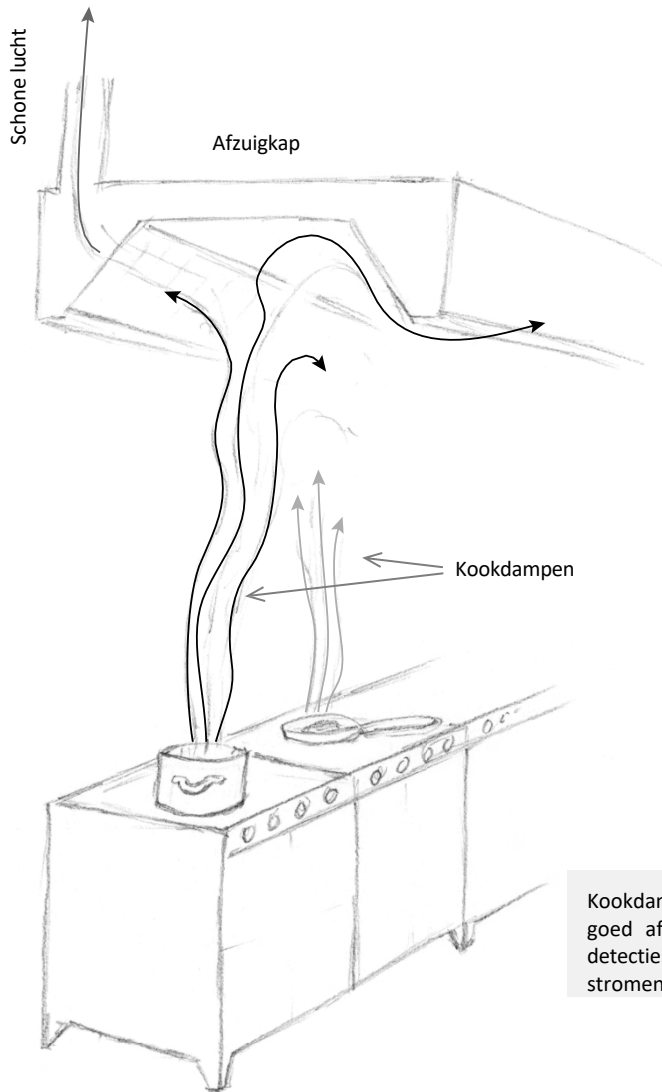
Sindsdien heeft deze technologie zich razendsnel verder ontwikkeld en zijn de resultaten nu in een fractie van de tijd beschikbaar. Deze zijn tegenwoordig veel nauwkeuriger en informatiever, zelfs bij zeer complexe componenten, zoals ventilatoren.

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

Betekenis voor keukenventilatie

Deze analyse is vooral van belang voor afzuiginstallaties die ver van de emissiebron staan, zoals 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 dit 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 detectiebereik van de afzuigkap stromen.

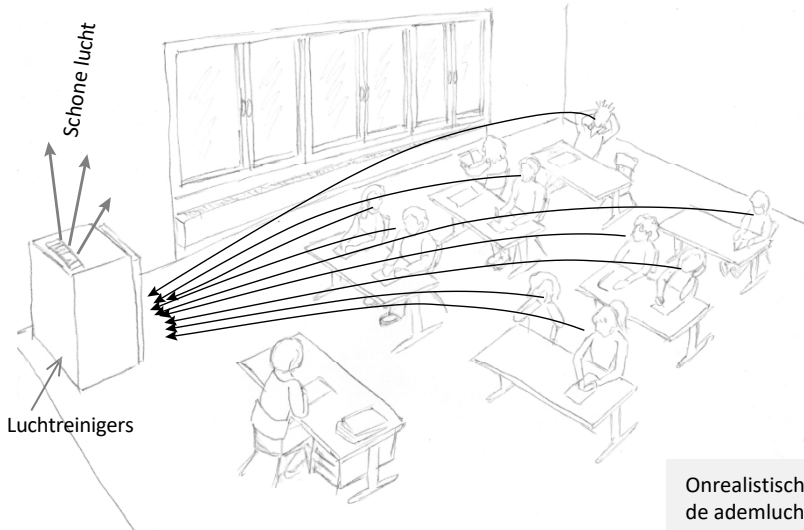
Afbeelding 4

Betekenis voor de luchtzuivering in klaslokalen

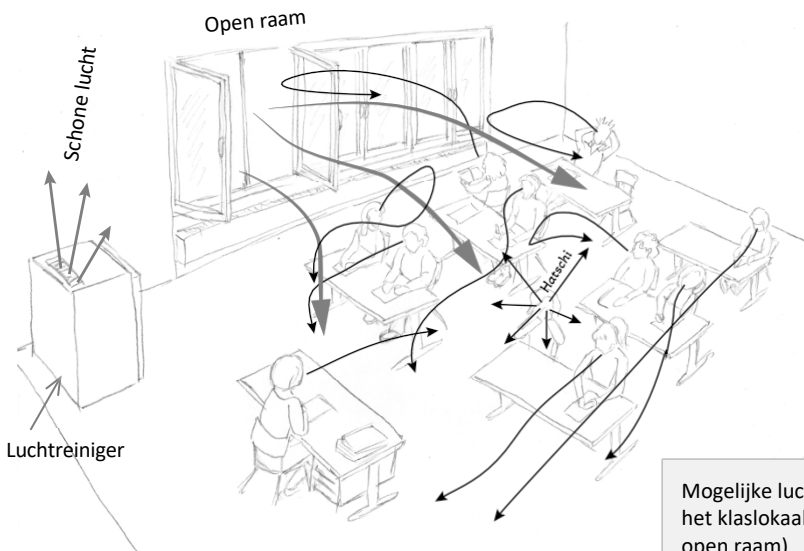
Als de lucht in een klaslokaal tijdens de les continu van virussen moet worden gereinigd, moet deze ongehinderd in de richting van de in de ruimte opgestelde luchtreinigers kunnen stromen, zodat deze daar kan worden opgevangen en gereinigd. Vaak is een gekanteld raam al voldoende om de luchtstroom zodanig om te leiden dat deze onvoldoende wordt opgevangen en gereinigd. Een slecht ontworpen toevoer van verse lucht kan een vergelijkbaar ongunstig effect hebben op de afzuiging als een gekanteld raam waardoor de wind waait. Met de moderne CFD-systemen kunnen deze wisselwerkingen worden onderzocht, herkend en voorkomen. Alleen zo kan een volledige opvang echt 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. Hetzelfde is vastgesteld bij luchtreinigers in klaslokalen: hoe verder deze verwijderd waren van de plek waar de virussen vrijkwamen, hoe onwaarschijnlijker het was dat de met virussen besmette lucht werd opgevangen en afgezogen.

Ventilatie op school



Onrealistisch ideaal geval:
de ademlucht stroomt
naar voren naar de
luchtreiniger



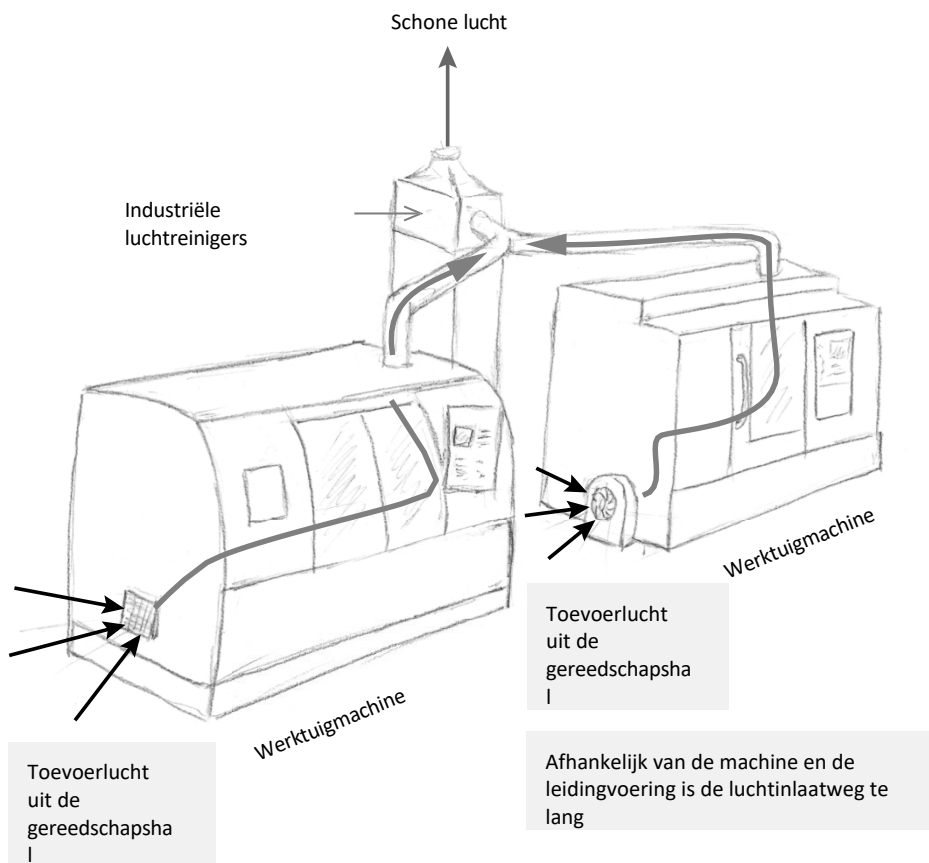
Mogelijke luchtstromen in
het klaslokaal (bijv. bij een
open raam)

Afbeelding 5

Betekenis voor de afzuiging in de machinebouw

Precies deze observatie hebben we ook gedaan bij de simulatie van complexe stromingsverhoudingen bij afzuiginstallaties op moderne werktuigmachines. Ook daar is de afzuiging van de met koel- en smeermiddelenaerosolen verontreinigde lucht vaak uiterst inefficiënt, omdat de aanzuigpunt van de luchtreinigers veel te ver verwijderd is van de eigenlijke werkstukbewerking, waar de aerosolen ontstaan.

Industriële luchtreinigers



Afbeelding 6

Misverstand

Op een gegeven moment stromen de schadelijke stoffen naar de afzuigplaats.

In de ventilatietechniek en luchtzuivering komen we steeds weer de verkeerde veronderstelling tegen dat lucht die verontreinigd is met schadelijke stoffen, virussen of aerosolen vroeg of laat in de ruimte terechtkomt waar deze kan worden opgevangen en afgezogen. In veel gevallen gebeurt dit echter niet. De niet-opgevangen aerosolen en andere schadelijke stoffen zorgen dan voor een aanzienlijke vervuiling van de lucht in de omgeving.

1.2. Bellen kan helpen bij het opvangen en afzuigen van verontreinigde lucht ()!

Maar wat te doen als het niet mogelijk is om het afzuiggebied dichterbij de bron van de verontreinigende stoffen te brengen? In dat geval kunt u hetzelfde doen als bij het doven van een kaarsvlam:

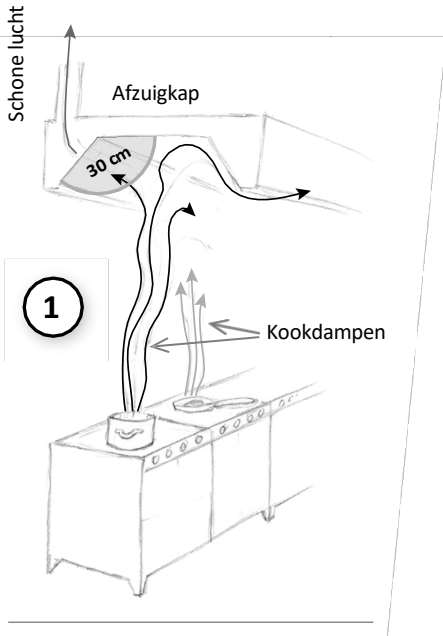
blazen in plaats van zuigen!

Toegepast op ventilatietechniek betekent dit dat de te verwerken lucht, inclusief de daarin aanwezige virussen, aerosolen en andere schadelijke stoffen, zo snel mogelijk door middel van ondersteunende blaaslucht moet worden afgevoerd naar de plaats waar de aanzuigkracht van de luchtreinigers, afzuigkappen of ventilatieapparaten het grootst is – , dus direct naar de aanzuigopeningen.

Blaasstroming voor grootkeukens

Om dit te bereiken heeft REVEN GmbH moderne afzuigkappen met een geïntegreerd inductiesysteem ontwikkeld. Een inductiestroom zorgt ervoor dat de kookdampen die door de kookapparatuur worden afgegeven direct en zeer snel naar het filter- en aanzuiggebied stromen, waar ze worden opgevangen en afgezogen.

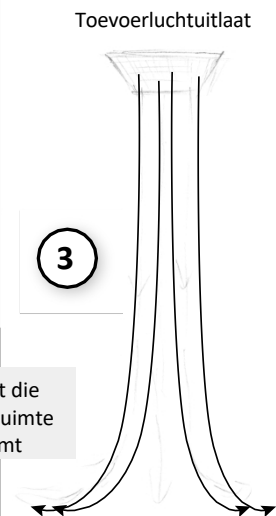
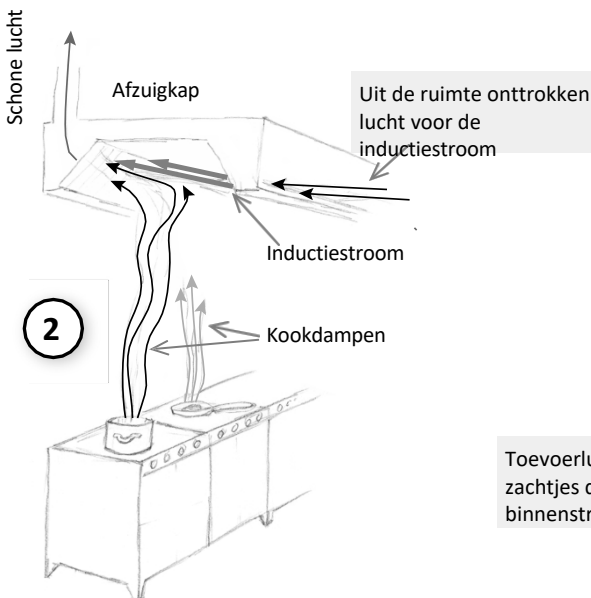
Keukenventilatie



1. Kookdampen kunnen slechts tot een straal van 30 cm voor de afscheider worden aangezogen (opgevangen). Buiten dit gebied kunnen de kookdampen in de ruimtelucht terechtkomen.

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

3. Op de juiste temperatuur gebrachte toevoerlucht wordt storingsvrij toegevoerd en ondersteunt het opvangen van de kookdampen.



Afbeelding 7

Extra verse lucht

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

De verse lucht wordt met behulp van een verdringingsluchtstroom met weinig impulsen in de ruimte gebracht. Zo zorgen we ervoor dat de lichtsnelheid van de verse lucht bij het inblazen zeer laag blijft en andere luchtstromen in de ruimte niet worden verstoord. Ook dit scenario kan met CFD-systemen worden geanalyseerd en gevisualiseerd.

Blaasstroming voor werktuigmachines

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

Praktijkvoorbeeld: onderdruk

Na de installatie van luchtreinigers op zeer goed ingekapselde slijpmachines deed zich al enkele keren het probleem voor dat de bedieningsdeur van de gereedschapsmachine niet meer kon worden geopend omdat de onderdruk in de cabine veel te hoog was!

2. Hoe kan iets worden gefilterd?



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

De effectiviteit van veel processen in de ventilatietechniek en luchtzuivering is gebaseerd op een efficiënte opvang en afzuiging, ook het reinigen 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 gereinigd. Dit geldt in principe 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 lucht in de ruimte effectief van alle verontreinigingen worden ontdaan.

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

Opvange

n

Afzuigen

Reinigen

De derde stap – het reinigen van de lucht – is het onderwerp dat hier aan bod komt. Ook hier bestaan enkele misverstanden die ik graag wil ophelderen. Laten we beginnen met de vraag:

"Hoe kan de lucht worden ontdaan van schadelijke stoffen?"

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

Deze technologie werkt in principe als een mini-tornado. De lucht wordt in rotatie gebracht en er ontstaan luchtwervelingen die door hun hoge snelheid deeltjes uit de lucht slingeren. Dit proces is ook geschikt voor het afscheiden van verontreinigende stoffen in de lucht. Hier ontstaan 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 filtering kunnen we aan de hand van het voorbeeld van de stofzuiger uitleggen. Om de door de stofzuiger opgevangen en afgezogen lucht te reinigen, 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 fijner dan dat van stofzuigerzakken. De vezels in filters voor zwevende deeltjes 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 vindt men ook terug in veel gangbare afzuigkappen voor particulier gebruik. In deze afzuigkappen worden vaak metalen filters gebruikt. Deze bestaan meestal uit een aluminium- of roestvrijstalen gaas, in principe hetzelfde als textielvlies of glasvezelmat, maar dan met een veel grovere structuur.

Het relatief grove metalen filter wordt hier gebruikt omdat het een stuk minder gevoelig is. Of het nu in de keuken thuis of in een bedrijfskeuken is, afzuigkappen hebben als taak vloeibare aerosolen uit de luchtstroom te scheiden. Hier hoeft geen droog stof zoals bij

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

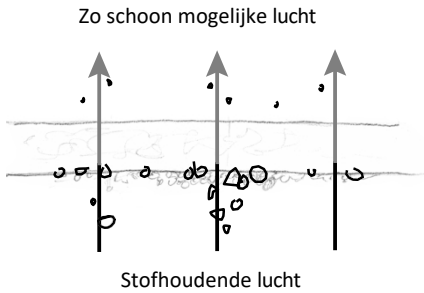
Elk type filter verzamelt en slaat op wat uit de luchtstroom wordt gescheiden. De hoeveelheid uitgefilterde stoffen in het filter neemt daarom voortdurend toe. In de stofzuigerzak wordt het droge stof verzameld en opgeslagen totdat deze volledig met stof is gevuld en moet worden vervangen.

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

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

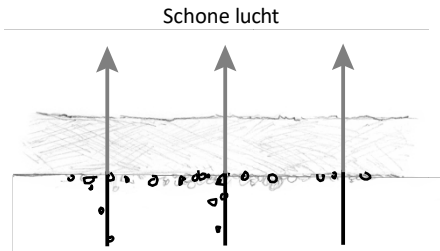
De opslagcapaciteit van filters van metaalgaas is vaak erg gering. Dat betekent dat deze filters al bij kleine hoeveelheden opgeslagen vloeistof verstopt kunnen raken. Daarom worden ze meestal met een vrij grove maaswijdte uitgevoerd. Zo raken ze weliswaar niet meer verstopt, maar met de doorstromende lucht gaan ook veel kleinere deeltjes door het filter en worden niet uit de luchtstroom gescheiden.

Verschillende filters



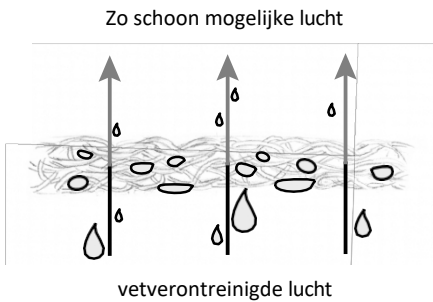
Vliesfilters

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



Glasvezelfilter

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



Metaalfilter

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 kleinste druppeltjes kunnen echter door het gaas heen gaan.

Gevaar van bacterievorming

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

Brandgevaar

Als de gefilterde stoffen olie of vet zijn, vormt de in het filter opgeslagen vloeistof een steeds grotere brandlast! Een feit dat vaak wordt vergeten.

Voorbeeld uit de bedrijfsgeschiedenis

Ik herinner me nog goed een grote vergadering bij een wereldwijd opererende gereedschapfabrikant. De medewerkers lieten me hun productielocatie zien met honderden slijpmachines. De luchtzuiveringsinstallaties in de productieruimte waren uitgerust met grote filters voor zwevende deeltjes, die tot 100 liter vloeistof konden opslaan. Het probleem daarbij was dat de opgeslagen vloeistof een zeer dunne en licht ontvlambare koel- en smeermiddel was. Bij gebruik van 50 filters kan zo tot wel 5.000 liter vloeistof worden opgeslagen! Toen ik tijdens deze rondleiding de medewerkers van het bedrijf vroeg naar de brandbeveiliging van deze 50 luchtzuiveringsinstallaties en de betreffende veiligheidsconcepten, keek ik rond en zag ik geschrokken gezichten.

Mijn vragen en gedachten over de filters in de luchtzuivering zijn geenszins theoretische hersenspinsels, maar hebben betrekking op concrete gevaren. Helaas hebben zich al tragische brandrampen voorgedaan omdat onvoldoende aandacht werd besteed aan het probleem van de brandlast.

Praktijkvoorbeeld: brand in de machinebouw

In 2006 brak in Zuid-Duitsland een verwoestende brand uit in een machinebouwbedrijf met een afzuiginstallatie die vergelijkbaar was met de eerder beschreven installatie. De brandschade bedroeg een bedrag van tientallen miljoenen euro's. Productiehallen en -installaties met een oppervlakte van meer dan 3.000 vierkante meter werden 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 ongeval bevonden zich ongeveer 5.000 personen in het hotelcomplex. De brand begon in een restaurant van het hotel en verspreidde zich razendsnel over het hele gebouw. 85 mensen kwamen daarbij 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.

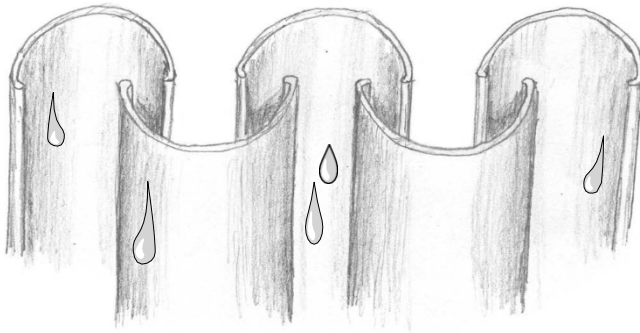
Dergelijke brandrampen leidden er uiteindelijk toe dat de eerder beschreven filters van metaalgaas in veel commerciële sectoren niet meer werden gebruikt. In commerciële keukenventilatiesystemen zijn ze in veel landen zelfs al jaren verboden. Zo mogen opslagfilters van metaal van dit type in Noord-Amerika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

Uitvinding van de botsplaatafscheiders

Na de rampzalige hotelbrand in Las Vegas werden in de VS alternatieven voor de metalen gaasfilters ontwikkeld: zogenaamde botsplaatfilters. Dit type filter is gemaakt van roestvrijstalen platen. Bij het doorstromen wordt de lucht minstens twee keer

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

Botsplaatafscheiders



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

Afbeelding 9

Misverstand

Verskillende werking 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 de gegevens over de efficiëntie op één hoop gegooid. Soms wordt niet eens de moeite genomen om de begrippen duidelijk te scheiden en te onderscheiden!

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

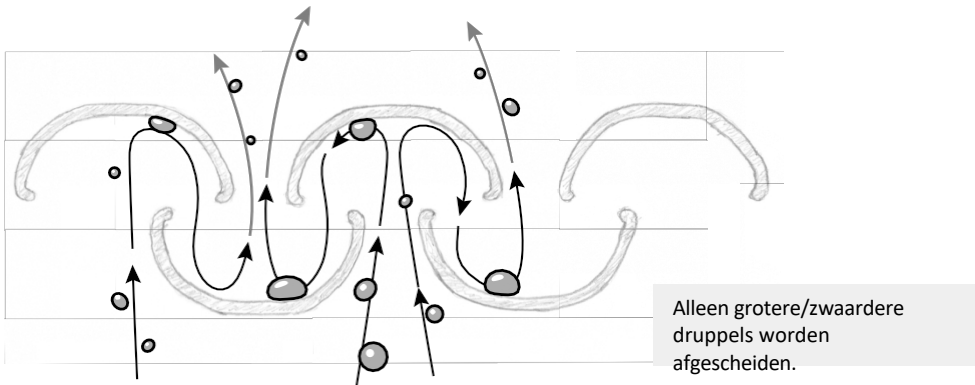
Om de verschillen duidelijk te maken, moeten we eerst eens kijken naar enkele weersverschijnselen in de natuur en hoe deze zijn toegepast in technologieën voor luchtzuivering.

2.2. Wervelstormen kunnen helpen bij het zuiveren van de lucht!

U bent misschien verbaasd, maar het is echt zo. Wervelstormen zoals orkanen, tyfoons, tornado's en tropische cyclonen waren 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 botsplaten. Twee halfronde, in een U-vorm gebogen roestvrijstalen platen zijn 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.

Weergaveprincipe van een botsplatafscheider



Afbeelding 10

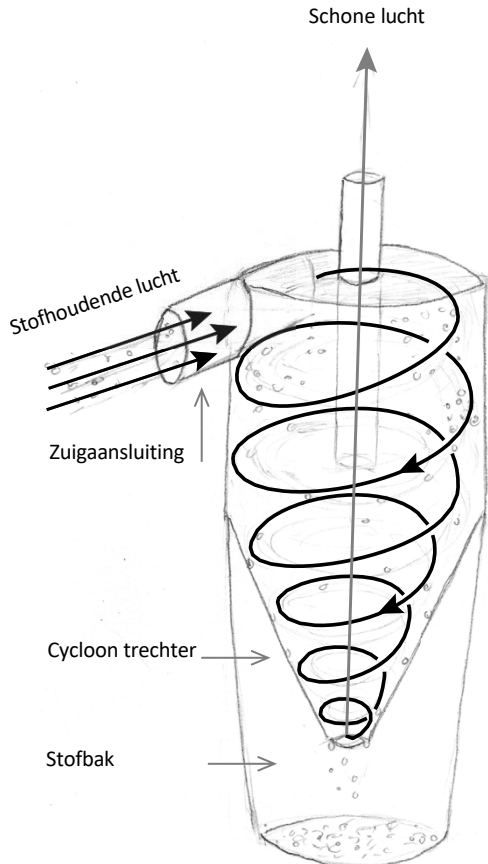
De U-vormige halve schalen worden daarbij over een straal gevormd of over een hoek van 90 graden gekanteld. In beide gevallen is de afscheidingsgraad echter zeer slecht, omdat hier alleen grote druppeltjes uit de luchtstroom worden afgescheiden. De luchtstroom

in een eenvoudige afscheider van dit type is zeer turbulent en alleen zeer grote druppels met een relatief hoog gewicht en een hoge traagheid kunnen bij het botsen en omleiden van de luchtstroom hieruit worden afgescheiden. Kleinere druppeltjes met een lager gewicht passeren samen met de luchtstroom deze omleidingen en worden daarom niet afgescheiden. Het enige voordeel van deze eenvoudige botsplaatafscidders 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 afscidders de natuur als voorbeeld namen en leerden van tropische wervelstormen, slaagden ze erin dit nadeel uit de wereld te helpen. Het bekendste voorbeeld hiervan is het eerder genoemde bedrijf Dyson met zijn cycloonstofzuigers. Een technologie die zonder filters werkt en in principe functioneert als een mini-wervelstorm. De lucht wordt net als in een wervelstorm in een roterende stroming met zeer hoge snelheid gebracht. Hier geldt: hoe hoger de rotatiesnelheid, hoe kleiner de deeltjes die door de luchtstroom worden weggeslingerd en zo kunnen worden afgescheiden.

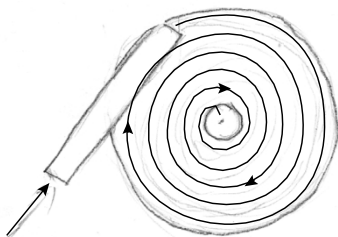
Weergaveprincipe van een cycloonstofzuiger



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.



Cycloon-spiraal van bovenaf gezien

Er was natuurlijk veel onderzoek en ontwikkeling nodig om te weten hoe dergelijke kunstmatige wervelstormen op kleine schaal kunnen worden gecreëerd in stofzuigers, afzuigkappen en luchtreinigers. Met eenvoudig gebogen botsplaten 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 technologieën voor afscheiding te optimaliseren. Ook hier ontstaan vaak misverstanden in de ventilatietechniek en luchtzuivering!

Misverstand

Optimalisatie van de luchtstroom is voldoende!

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

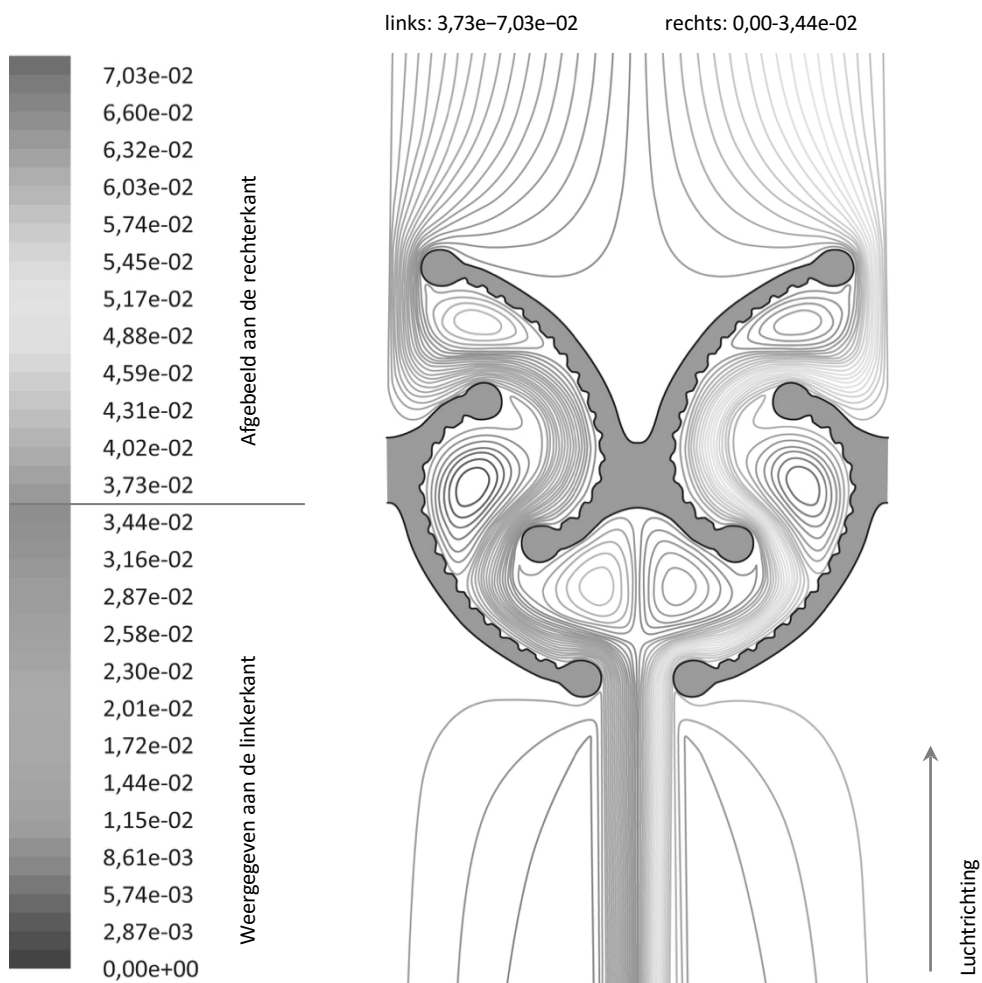
Bij het optimaliseren van filters en afscheiders in de luchtzuivering gaat het echter niet alleen om de luchtstroom en de analyse van het verloop en de snelheid ervan. De eigenlijke taak bij luchtzuivering is het scheiden van de meegevoerde deeltjes uit de luchtstroom door middel van filtering of afscheiding. De filters werken eenvoudig gezegd als een zeef en de afscheiders als wervelstormen. Om de werking van afscheiders te optimaliseren, moet het lukken om 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

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

Nemen de kleinere en dus lichtere aerosolen dezelfde weg 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 grijs tinten.

Afbeelding 12

Voorbeeld uit de bedrijfsgeschiedenis

Ook wij dachten bij de verdere ontwikkeling van onze afscheiders veel te vaak dat we van tevoren al wisten hoe de luchtstroom zich zou gedragen en wat er met alle in de lucht zwevende deeltjes zou gebeuren, d-, waar deze zouden worden uitgestoten. Om onze veronderstelling te valideren, hebben we CFD-analyses uitgevoerd. De gepresenteerde resultaten waren vaak totaal anders dan we hadden verwacht.

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

De X staat voor de geometrie van de afscheider. We bouwden deze niet meer uit twee eenvoudig gebogen platen in U-vorm, maar gaven de afscheidingsprofielen een veel complexere geometrie. In het begin konden we deze alleen met geëxtrudeerde aluminium profielen maken. De oppervlakken leken op miniatuurversies van vliegtuigvleugels, die we in een X-geometrie hebben geplaatst. U raadt het al: het tweede deel van de naam van onze nieuwe ontwikkeling staat voor tropische cyclonen-, in het Engels CYCLONE.

De CFD-analyse van het nieuwe prototyp van de afscheider was niet zozeer bedoeld als analyse, maar meer als bevestiging, die we voor de zekerheid toch wilden uitvoeren, ondanks de hoge kosten. We wisten immers al wat het resultaat zou zijn. Dat dachten we tenminste ...

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

. Geen probleem, dacht ik jaren geleden, dat hebben we allemaal, anders zouden we het ook niet kunnen produceren. Maar ook ik was hier op een misverstand gestuit!

Misverstand

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

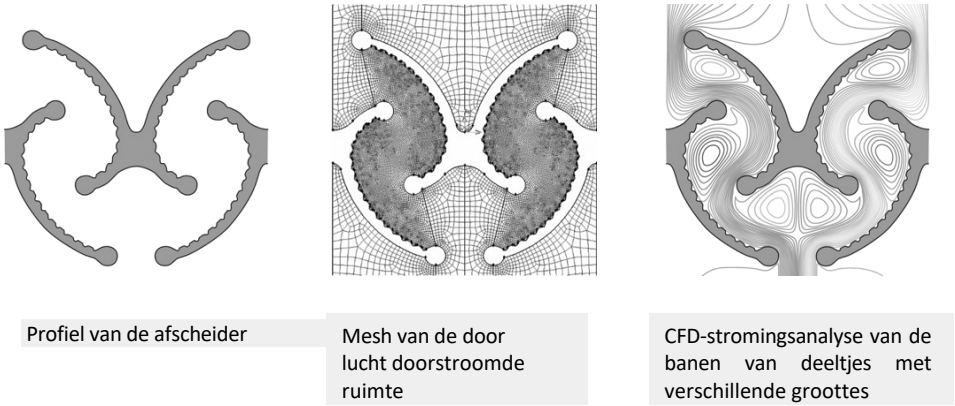
Het driedimensionale ruimtelijke model

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 logisch! Als je de luchtstroom in een ronde ventilatiekanaal analyseert, kijk je ook naar de cilindrische ruimte binnenin het ventilatiekanaal en niet naar de plaat van het luchtkanaal. Dat maakte onze taak er echter niet eenvoudiger op. Omdat de geometrie van ons nieuwe X-CYCLONE® aluminiumprofiel al erg complex was, werd de ruimte waar de lucht doorheen stroomde nog complexer. Maar voor het CFD-onderzoek moet juist deze ruimte worden gemodelleerd.

Het mesh (berekeningsnet)

Deze op zich al ingewikkelde procedure wordt nog bemoeilijkt door het feit dat de ruimte waar de lucht doorheen stroomt, moet worden voorzien van een berekeningsnetwerk. Hiervoor wordt vaak de Engelse term 'mesh' gebruikt. De manier waarop een dergelijk berekeningsnetwerk in deze door lucht doorstroomde ruimte wordt aangebracht, heeft op zijn beurt weer een grote invloed op de kwaliteit van de CFD-analyse. Als men deze weg echter met grote zorgvuldigheid bewandelt, verkrijgt men zeer gedetailleerde stromingsanalyses van zowel de luchtstroom als de deeltjes, ook al kunnen de resultaten uiterst frustrerend zijn!

CFD-analyse van een X-CYCLONE®-afscheider



Afbeelding 13

Een ontnuchterend resultaat

Alle begin is moeilijk – , de lucht stroomt anders dan verwacht!

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

De oorzaak

Omdat de X-geometrie van ons profiel een veel te hoge 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 vormden die voor de afscheiding zouden hebben gezorgd! Zelfs ventilatieprofessionals kunnen het gedrag van de luchtstroom niet altijd vooraf 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 ontwikkeling en verbetering. Uiteindelijk zijn we er toch in geslaagd om producten te ontwikkelen met een vergelijkbare technologie als die van Dyson, en deze toe te passen in de ventilatie en luchtzuivering volgens industriële normen.

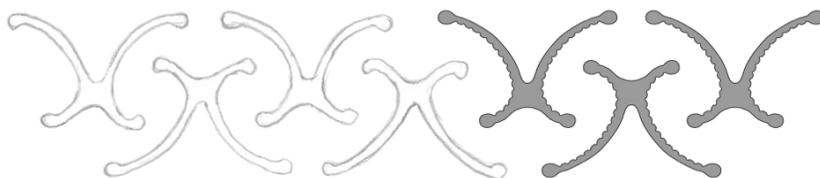
Ontwikkeling van de geometrie van afscheiders



Botsplaatafscheiders met U-vormige profielen



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



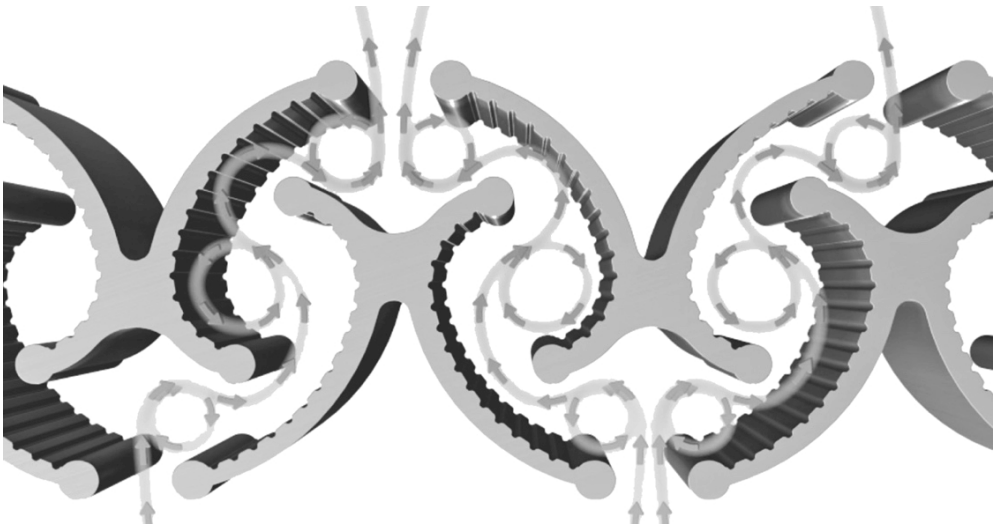
X-CYCLONE®-afscheider met profielen in geoptimaliseerde X-geometrie voor optimale luchtstroomgeleiding (zie afb. 15)

De zegetocht van onze afscheiders

Inmiddels hebben de door ons ontwikkelde X-CYCLONE®-afscheiders zich in de meest uiteenlopende branches gevestigd.

Op boorplatforms, in textielveredelingsbedrijven, in installaties voor de productie van melkpoeder, in lakinstallaties 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 nu "cycloonwervelstormen" in onze X-profielafscheiders voor een zeer efficiënte luchtzuivering.

Weergaveprincipe 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 taak in de ventilatietechniek en luchtzuivering. Je zou denken dat na het opvangen, afscheiden en reinigen de lucht eigenlijk schoon zou moeten zijn en dat er dus geen geur meer waarneembaar zou zijn. Alle deeltjes, aerosolen en schadelijke stoffen zijn verwijderd – wat kan dan nog voor geurhinder zorgen?

Misverstand

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

Helaas is ook dit een misverstand op het gebied van ventilatietechniek en luchtzuivering, dat in dit hoofdstuk aan de orde komt. 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 gereden om brandstof te tanken. De meesten van ons hebben daarbij vast wel eens de geur van benzine of diesel geroken.

Benzinegeur bij het tanken



Afbeelding 16

Maar waarom ruiken we eigenlijk benzine tijdens het tanken, terwijl 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 al loopt er niets uit.

Als je in de directe omgeving van de vulopening een deeltjesmeting zou uitvoeren, zou je 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 uitgelegd.

3.1. Het misverstand over het verschil tussen dampen en aerosolen

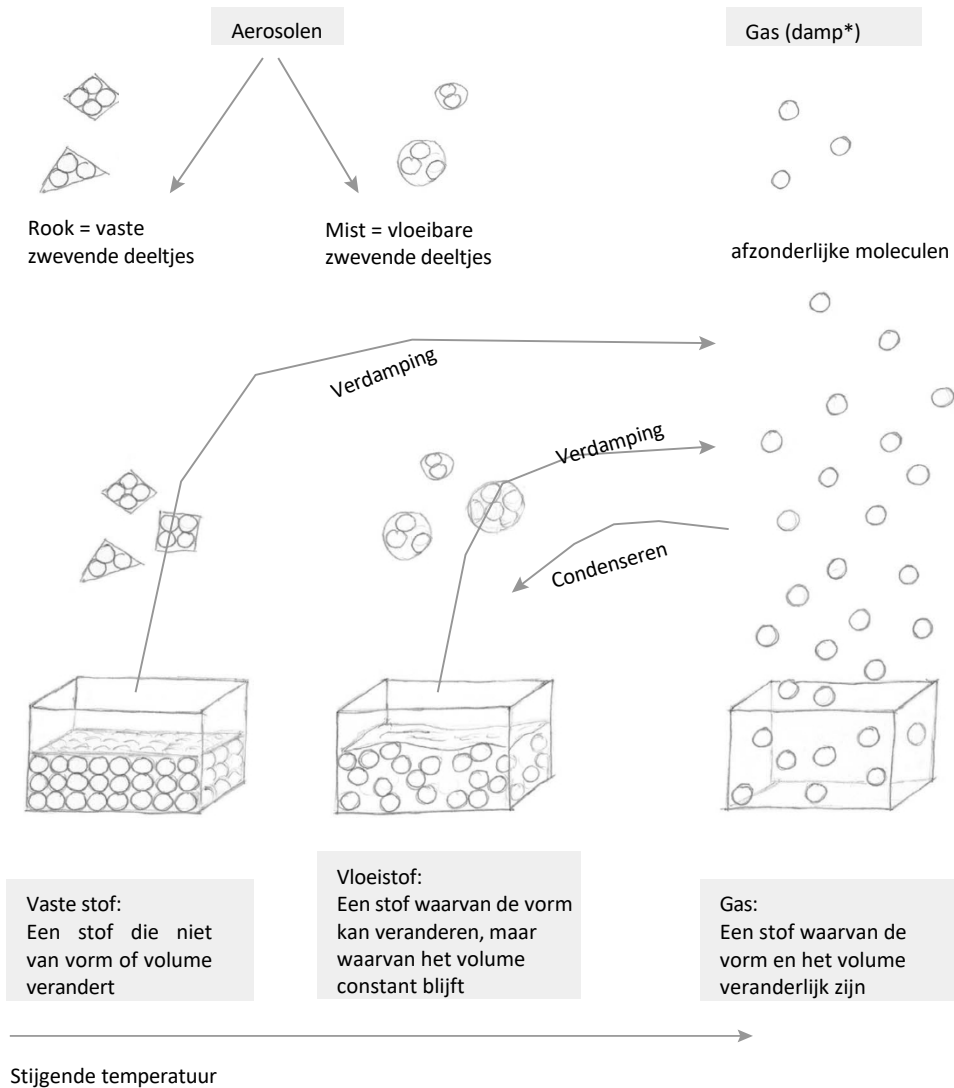
Waarom ruikt het naar brandstof tijdens het tanken, ook al zie je niets in de lucht? Wat je ruikt, is verdampte brandstof. Vooral Super Plus is zeer vluchtig. Dat betekent dat het al bij vrij lage temperaturen verdampt. Deze damp, of beter gezegd het gas, ontsnapt uit de tankopening en zorgt voor de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

Misverstand

Aerosolvrije lucht is schoon.

Dit eenvoudige voorbeeld maakt op indrukwekkende wijze duidelijk dat lucht die vrij is van aerosolen nog lang niet schoon hoeft te zijn en een belasting voor het milieu kan blijven vormen. Luchtverontreiniging door verdampte vloeistoffen is een probleem dat ook 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 bij het koken. Vanuit natuurkundig oogpunt is stoom echter de gasvormige toestand van een stof (ontstaan door verdamping, verdamping, koken of sublimatie).

Afbeelding 17

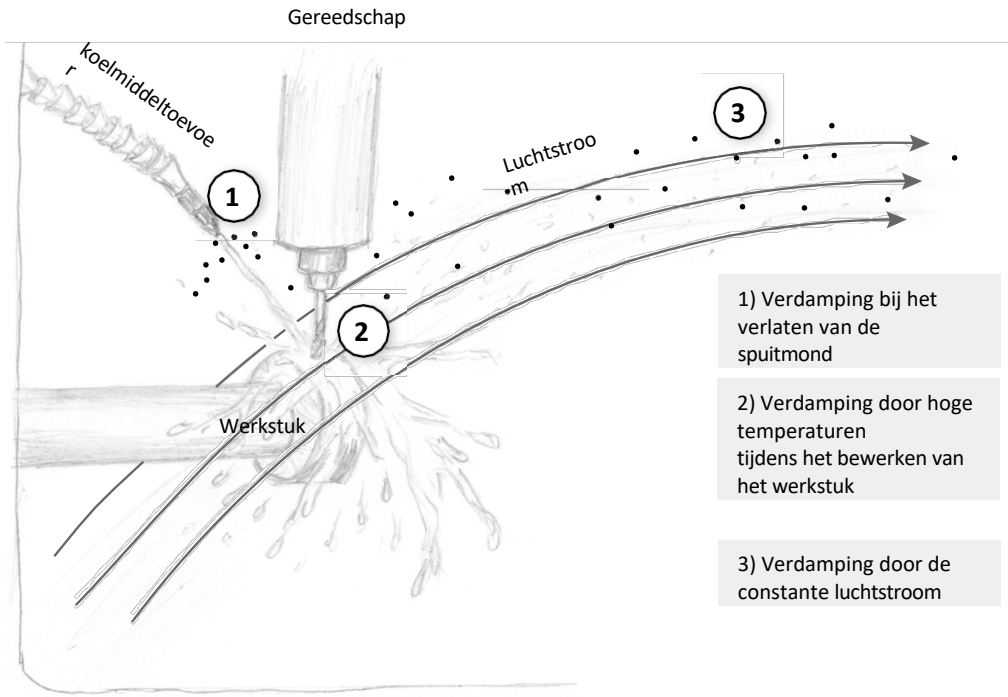
Praktijkvoorbeeld uit de machinebouw

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 werden ons onderzoeken getoond met meetresultaten waarin de luchtverontreiniging door koel- en smeermiddelen op werktuigmachines was onderzocht. De resultaten lieten precies hetzelfde fenomeen zien als in het bovenstaande voorbeeld van het tankstation. Uit de analyse van de lucht rond de werktuigmachine bleek dat er vrijwel geen luchtverontreiniging door aerosolen was en dat alle luchtgrenswaarden werden nageleefd. Tenminste, dat dacht men.

Toen de specialisten van de beroepsvereniging vervolgens het aandeel verdampte koel- en smeermiddelen van verschillende werktuigmachines onderzochten, constateerden ze aanzienlijke hoeveelheden daarvan in de lucht – , deels concentraties tot wel 100 milligram koel- en smeermiddeldampen in een kubieke meter binnenlucht. Daarmee werden de geldende grenswaarden met een factor tien overschreden! Hoe kon dit gebeuren?

Door een zeer hoge druk in de machines, waar koel- en smeermiddelen via sproeiers zeer fijn worden verneveld, ontstaan de eerste verdampingseffecten. Bovendien verdampt er veel vloeistof door de hoge temperaturen op 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 werktuigmachine



Afbeelding 18

Herinner u wat we in hoofdstuk 1 hebben vastgesteld: voor het opvangen en afzuigen hebben we een grote hoeveelheid afvoerlucht en een luchtstroom in de richting van de opvang nodig. Deze luchtstroom kan worden vergeleken met wind die over het oppervlak van een groot meer waait. Alleen al door deze luchtstroom verdampt water, wordt opgenomen als luchtvochtigheid en met de luchtstroom meegevoerd. Soortgelijke effecten zien we ook in een werktuigmachine of 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 fenomeen is ook waarneembaar in de voedingsmiddelenindustrie en in commerciële keukens. Op alle installaties en kooktoestellen die met hoge temperaturen werken, verdampt vloeistof. Typische processen zijn bakken, braden en frituren. Hier zijn overal temperaturen van ongeveer 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 aardappelchips kunnen bewonderen, die qua afmetingen overeenkomen met een groot bad. In deze kuip worden elke dag honderdduizenden aardappelchips gefrituurd, waarbij enorme hoeveelheden stoom vrijkomen. Deze bestaat grotendeels uit verdampte olie uit het frituurolie en verdampt water dat voor het frituren nog in de aardappelchips zat. Ook hier constateerden we het eerder beschreven fenomeen: bij analyse van de proceslucht door middel van een deeltjesmeting werd geen enkele luchtverontreiniging vastgesteld, de lucht leek schoon en nauwelijks verontreinigd. Toch was al met het blote oog 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 aangenamer dan bij het tanken, maar duidde toch duidelijk op luchtverontreiniging.

Voorbeeld: privékeuken

U kunt iets soortgelijks thuis in uw keuken waarnemen wanneer u bijvoorbeeld een biefstuk op hoge temperatuur bakt. Daarbij kunnen er weliswaar enkele 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 maar weinig druppels, aerosolen en spatten terecht.

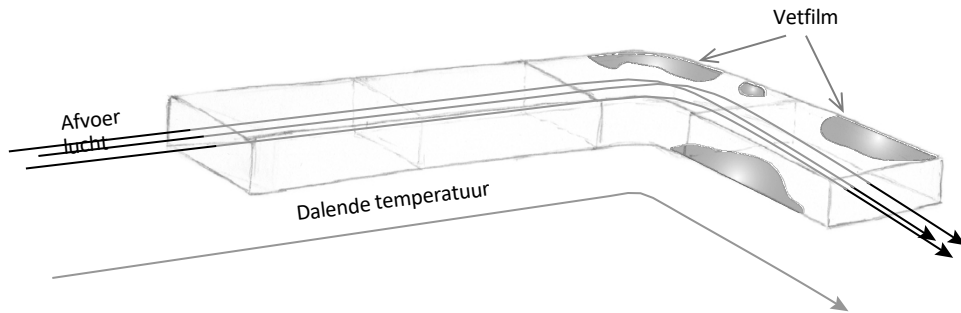
Condensatie van de verdampte vloeistoffen

In de industrie en in commerciële keukens veroorzaken deze verdampte vloeistoffen grote problemen in de proceslucht. Deze dampen zorgen namelijk niet alleen voor geurhinder, maar kunnen natuurlijk ook weer condenseren wanneer de afvoerlucht afkoelt. De verdampte vloeistof verandert dan weer van gasvormige in 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 via een zeer lange weg door het afvoerkanaal worden getransporteerd, totdat deze uiteindelijk het gebouw verlaat en met behulp van grote ventilatieapparaten wordt uitgeblazen. Tijdens de lange weg door het ventilatiekanaal, dat vaak uit rechthoekige plaatstaalsegmenten is opgebouwd, koelt de lucht af. Hierdoor condenseert de verdampte vloeistof en zet zich af in de afvoerkanalen en het ventilatieapparaat. Deze afzettingen vormen niet alleen een hygiënisch probleem, maar zorgen ook voor brandgevaar.

Lange afvoerkanalen en de gevaren daarvan



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

Afbeelding 19

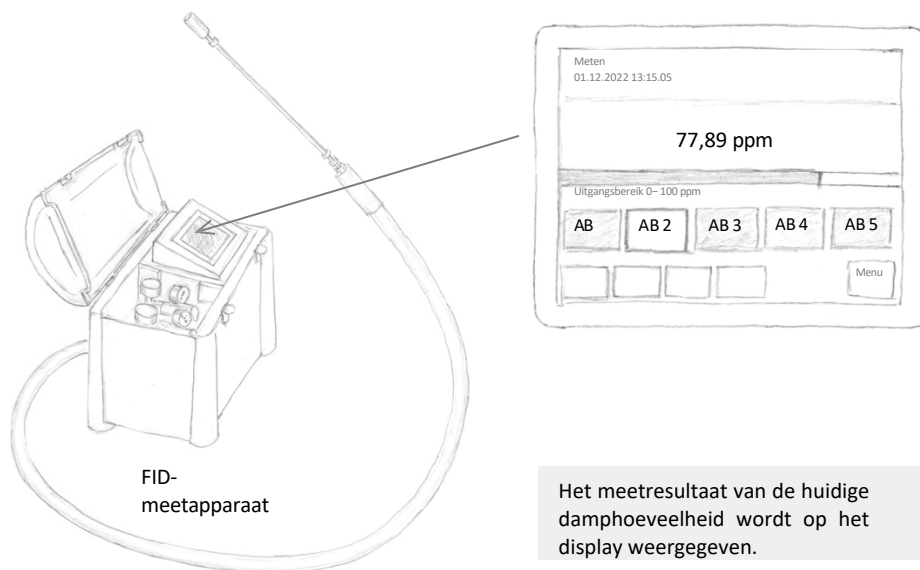
Europese normen vereisen dat rekening wordt gehouden met dampen en de condensatie daarvan

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 eisen Europese normen zoals DIN EN 16282 dat naast luchtzuivering in commerciële keukens door filters en afscheiders ook rekening moet worden gehouden met verdampte vloeistoffen en hun condensatie! Hiervoor moeten deze soms zeer hoge concentraties met behulp van meetapparatuur worden geregistreerd en geanalyseerd.

3.2. FID-meetapparatuur kan helpen bij het analyseren van luchtverontreiniging!

Met behulp van FID-meetapparatuur kan worden bepaald hoeveel verdampte vloeistof er in de lucht aanwezig is. FID is de afkorting van vlamionisatiedetector. Een FID-meetapparaat helpt bij het bepalen van de hoeveelheid verdampte vluchtige organische verbindingen. In de volksmond wordt vaak gesproken van totaal-C in de afvoerlucht, waarmee de dampvormige koolwaterstoffen in de lucht worden bedoeld. Als we bijvoorbeeld willen weten hoeveel verdampte brandstof we bij het tanken in onze neus krijgen, is een dergelijk meetapparaat de ideale uitrusting. FID-meetapparatuur is ook nuttig bij de analyse van verdampte koel- en smeermiddelen in de productie-industrie of bij installaties in de voedselproductie.

Deeltjes- en damphoeveelheid meten



Afbeelding 20

Analyse van de luchtverontreiniging

Als we de afvoerlucht van de bovengenoemde processen analyseren, blijkt dat de werkelijke belasting meestal het resultaat is van de som van de in de lucht aanwezige aerosolen en dampen. Het resultaat van een dergelijke totaalanalyse laat vaak zien dat er 80 milligram damp en slechts 20 milligram aerosolen in een kubieke meter binnenlucht aanwezig zijn. Toegepast op dit voorbeeld zou dat betekenen dat we in totaal 100 milligram verontreinigende stoffen in een kubieke meter binnenlucht hebben. Of deze verontreiniging afkomstig is van een koel- en smeermiddel in een machinebouwbedrijf, van frituurolie in de voedselproductie of van een hotelkeuken, kunnen we hier buiten beschouwing laten, omdat het probleem en de taak in eerste instantie hetzelfde zijn: we moeten beide aanpakken.

Misverstand

Verdampte vloeistoffen hoeven niet te worden gemeten.

We moeten ons zowel zorgen maken over de verdampte vloeistoffen als over de in de lucht zwevende aerosolen uit deze vloeistoffen. Een veelgemaakte fout in ventilatietechniek en luchtzuiveringssystemen is dat deze luchtverontreinigingen niet worden gemeten en geanalyseerd. Als er al iets wordt gemeten, dan is dat in het beste geval de deeltjesconcentratie van de aerosolen. Vrijwel nooit worden zowel dampen als aerosolen geanalyseerd. Dit wordt ook bevestigd door gesprekken met collega's van de beroepsvereniging in Beieren.

Bij frituurpannen in grootkeukens of grote opvangbakken voor hete metaalspaanders in productiebedrijven of soortgelijke installaties stijgen tijdens het gebruik overal witte wolkjes op. Visueel lijken deze erg op de damp die opstijgt wanneer je thuis water in een pan verwarmt. Het verschil is echter dat de damp die uit de industriële containers opstijgt, oliën en koel- of smeermiddelen bevat.

Deze stoffen zijn vaak de bron van sterke geurhinder en worden veel te weinig in acht genomen en onderzocht.

Deeltjes- en FID-metingen uitvoeren

Het is absoluut noodzakelijk om dergelijke emissies te onderzoeken door middel van zowel een deeltjesmeting als een FID-meting. Uit deze metingen kan namelijk de volgende stap worden afgeleid. Het reinigen van de lucht door deze dampen te verwijderen.

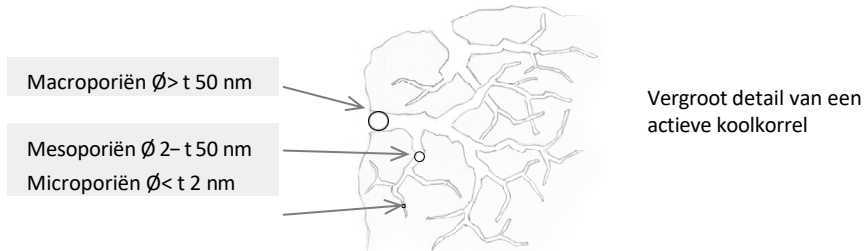
Oplossing 1: actieve kool

Een mogelijke oplossing kan bijvoorbeeld het gebruik van actieve koolfilters zijn. Eenvoudig gezegd werkt actieve kool als een soort moleculaire 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 sterk wordt belast door aerosolen die bij condensatie ontstaan.

Nadeel van het gebruik van actieve kool

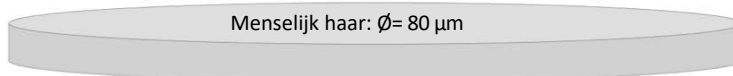
Actieve koolfilters worden vaak pas aan het einde van een lange afvoerkanaal in het ventilatiesysteem geplaatst. Tegen de tijd dat de afvoerlucht daar aankomt, is deze al enkele graden afgekoeld en beginnen de dampen te condenseren. Hierdoor raken de vele kleine poriën van de actieve kool veel te snel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

Toepassing van actieve kool

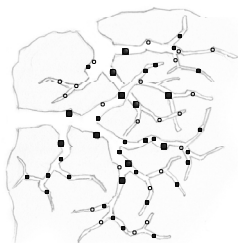


Groottevergelijking:

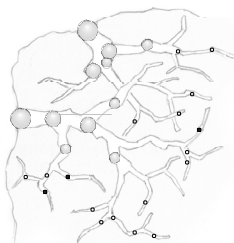
De diameter van een menselijke haar is ongeveer 80 μm , die van een fijnstofdeeltje 5 μm .
die een grote mesopore heeft van 0,05 μm (= 50 nm = t 0,00005 mm)



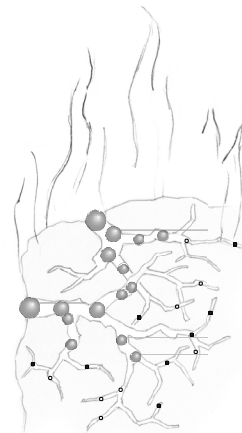
De adsorptie vindt plaats aan het oppervlak in de poriën. Het binnenoppervlak van vier gram actieve kool komt ongeveer overeen met de oppervlakte van een voetbalveld.



Gebonden dampen



verstopte poriën door gecondenseerde dampen



Brandgevaar door gecondenseerde oliedampen

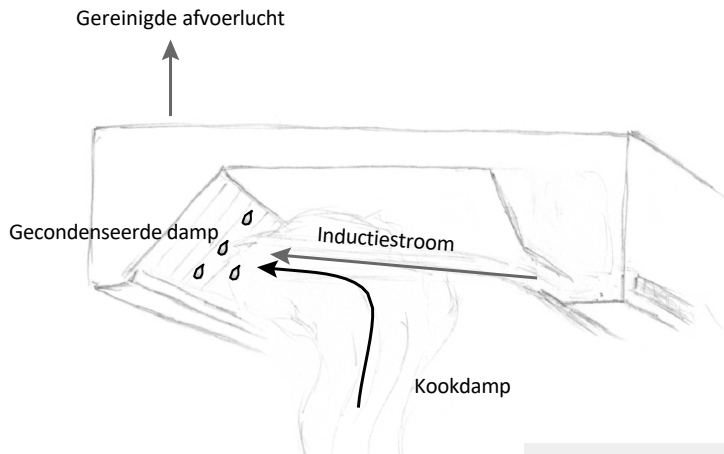
Oplossing 2: geforceerde condensatie

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.

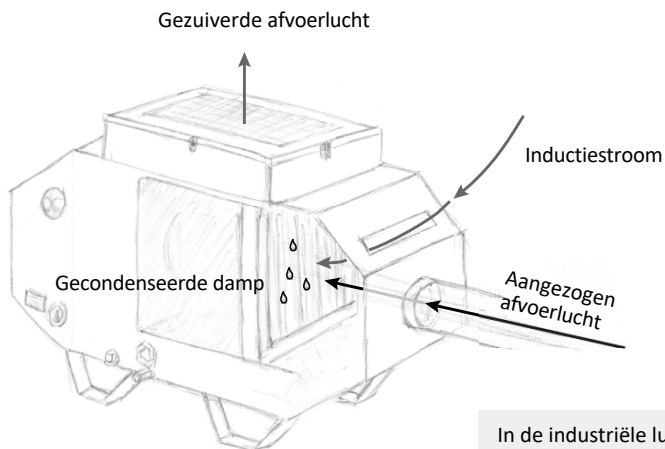
Zoals beschreven in hoofdstuk 1 hebben we bij REVEN GmbH registratieapparatuur ontwikkeld die niet alleen zuigt, maar ook blaast. Hierbij wordt de te detecteren lucht met de aerosolen, virussen en schadelijke stoffen zo snel mogelijk door ondersteunende blaaslucht naar het gebied getransporteerd waar de afzuigcapaciteit 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 ondersteunende ventilatie. Zo wordt ervoor gezorgd dat bij de afzuigkap opstijgende kookdampen snel en rechtstreeks vanuit het kooktoestel naar het filter- en afzuiggebied stromen en daar worden opgevangen of afgezogen. Bovendien zijn we er zo in geslaagd om de condensatie van verdampte vloeistoffen extra te bevorderen. De lucht van de inductiestroom, d.w.z. 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 te activeren.

Geforceerde condensatie



In de afzuigkap: Door de koelere inductiestroom condenseran dampen en worden ze op weg naar het afvoerkanaal afgescheiden.



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

Voordelen van geforceerde condensatie

Als de proceslucht wordt ontdaan van verdampte vloeistoffen en in de lucht zwevende aerosolen, is deze echt gereinigd en schoon. Daarbij worden ook de geuremissies tot een minimum beperkt en kunnen deze met behulp 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 leveren alleen hun volledige prestaties als de afvoerlucht vooraf efficiënt is gereinigd van aerosolen en dampen. Alleen dan heeft het zin om extra technologieën voor volledige geurverwijdering achteraf te installeren. Meer hierover in het volgende hoofdstuk.

4. Hoe kunnen virussen en geuren Neutraliseren?



Het neutraliseren van geuren en het volledig verwijderen van virussen en bacteriën uit de lucht is een taak die meerdere stappen vereist. In eerste instantie moet de lucht efficiënt worden afgezogen, waarna zeer effectieve aerosolfilters of afscheiders nodig zijn. In dit verband is ook condensatie van de dampen noodzakelijk, zoals in het vorige hoofdstuk is besproken. Alleen als al deze stappen worden gevolgd, kunnen geuren betrouwbaar en volledig worden verwijderd met behulp van UV-C- of ozonsystemen.

Misverstand

Door middel van UV-straling worden alle problemen met virussen, bacteriën en geuren opgelost.

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

Er bestaan veel misverstanden en onjuiste informatie over de werking en het effect van technologieën voor luchtzuivering die gebruikmaken van ultraviolette straling. Dat begint al met het feit dat veel fabrikanten de gebruikers niet informeren over het daadwerkelijke toepassingsgebied van ultraviolette straling. Een belangrijk aspect dat absoluut aandacht verdient, is de vraag: "Wat wil men bereiken met het gebruik van UV-C-systemen?" Willen we de lucht vrijmaken 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 taken worden onderscheiden en dat het verwijderen van virussen uit de afvoerlucht niet hetzelfde kan zijn als het verwijderen van oliën en vetten.

Daarom moeten we eerst bespreken waarvoor we ultraviolette straling in ons ventilatiesysteem willen gebruiken. Welk UV-C-systeem wordt gebruikt, 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.

Daar komt nog de door mythes omgeven taak van de zogenaamde vetverbranding bij. Wat dit precies inhoudt, zullen we later uitleggen.

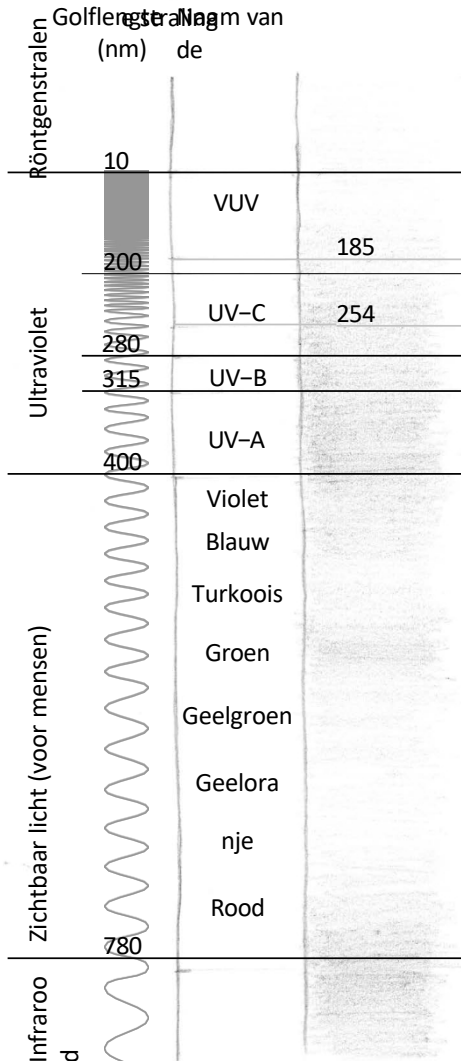
We hebben dus een UV-C-systeem nodig dat speciaal voor een van deze taken is ontworpen. Maar zelfs dan is het nog steeds de vraag of de betreffende taak echt naar tevredenheid kan worden uitgevoerd.

4.1. Het misverstand over UV-C-straling

In luchtreinigers voor woonruimtes worden vaak UV-C-systemen geïntegreerd. In het kader van de wereldwijde pandemie werd de markt vanaf 2020 overspoeld door dergelijke luchtreinigers. Gebruikers werd beloofd dat de ultraviolette straling van deze apparaten gevaarlijke virussen zou doden. Maar hoe zou dat moeten werken?

Visueel doen dergelijke UV-C-systemen denken aan conventionele tl-buizen, zoals die bijvoorbeeld worden gebruikt in verlichtingssystemen in grote kantoren. Ze zijn verkrijgbaar in verschillende maten. Wanneer een UV-C-buis wordt ingeschakeld, geeft deze geen wit licht zoals kantoorverlichting, maar een blauwachtige gloed, zoals men dat kent van zonnebanken. Dit blauwe licht is een kunstmatig opgewekte kortegolf UV-C-straling met een golflengte van ongeveer 250 tot 280 nanometer.

Elektromagnetisch spectrum



UV-A en UV-B

Deze UV-stralen zijn de enige die de aarde bereiken. De mens heeft ze nodig om vitamine D in het lichaam 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 gegenereerd UV-C-licht met een golflengte van 250 tot 280 nm. Vooral 254 nm is ideaal om het erfelijk materiaal van micro-organismen te beschadigen. UV-C is ook schadelijk voor mensen.

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.

Factor golflengte

Voor UV-C-systemen is het golflengtebereik van de straling belangrijk, omdat alleen zo bacteriën en virussen worden gedood of zich niet verder kunnen vermenigvuldigen door beschadiging van hun genetisch materiaal. Deze kennis wordt al lang toegepast in de medische technologie, bijvoorbeeld voor het desinfecteren van operatie-instrumenten en medische apparatuur. Deze desinfectieapparaten zijn vaak rechthoekige kasten die lijken op gangbare magnetrons. In deze dozen zijn UV-C-buizen geïntegreerd, waarmee de binnenruimte kan worden bestraald in een golflengtebereik van 250 tot 280 nanometer. Voorwerpen die in een dergelijke ultraviolette sterilisator worden geplaatst, worden 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 bestralingstijd van ongeveer 30 seconden kan worden bereikt.

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

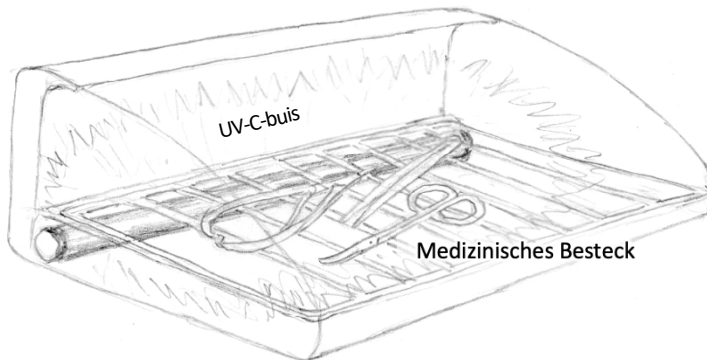
Golflengte+ Tijd= Gewenst resultaat

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

4. Hoe kunnen virussen en geuren worden geneutraliseerd?

Dat is tenminste de aanbeveling van de fabrikanten van UV-C-sterilisatoren, die al vele jaren in de medische technologie worden gebruikt.

Desinfectie in een UV-C-sterilisator



Deze moderne sterilisator werkt in twee stappen:

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

Afbeelding 24

Wat moeten we hieruit concluderen voor de ventilatietechniek en luchtzuivering?

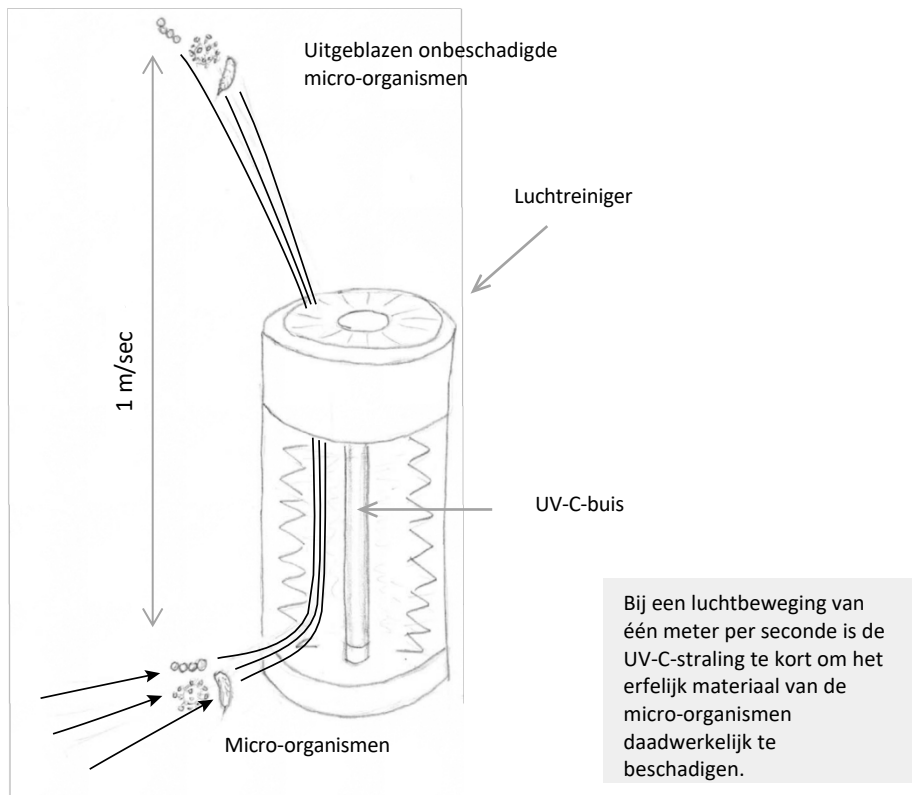
Het antwoord hierop is eigenlijk heel eenvoudig en logisch: als we bacteriën en virussen in een luchtstroom willen doden, hebben we daarvoor dezelfde ultraviolette straling nodig, die gedurende een bepaalde tijd op de virussen en bacteriën moet inwerken.

Misverstand

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

Hoe eenvoudig en logisch dit 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 met een snelheid van minimaal één meter per seconde. Alles wat zich in deze luchtstroom bevindt, dus ook 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.

Afgelegde afstand van de lucht in één seconde



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 technologie, zou het raadzaam zijn om bacteriën en virussen minstens dertig seconden lang aan ultraviolette straling bloot te stellen. Hoe kunnen we dat 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 vinden. Ventilatieapparaten en luchtreinigers met UV-C-buizen zijn zelden veel langer dan één meter. Hoe lang de bacteriën en virussen die met de lucht worden getransporteerd in deze apparaten worden blootgesteld aan de UV-C-straling, 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 sterilisatie is dat veel te kort.

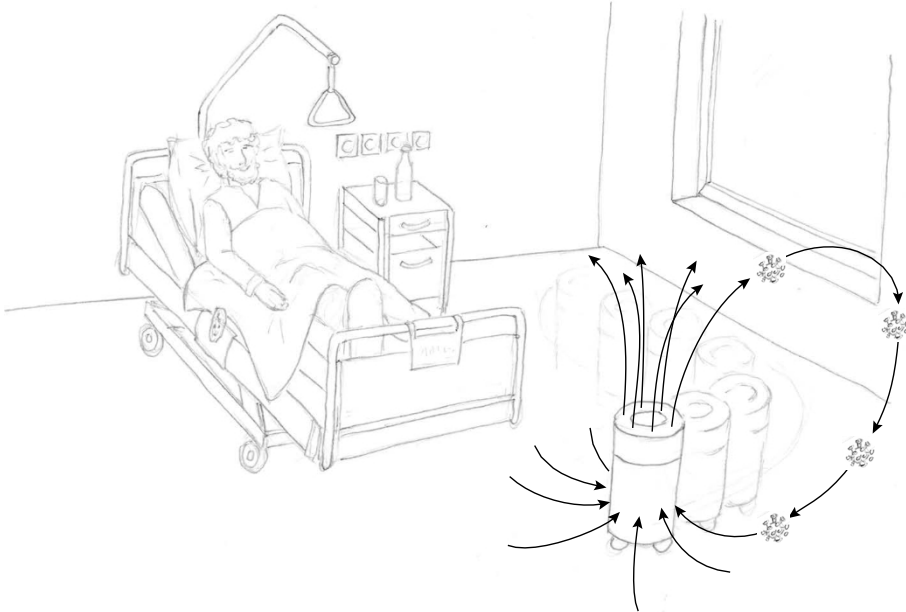
Het is dus niet voldoende om gewoon UV-C-buizen in een ventilatieapparaat of luchtreiniger in te bouwen en meestal is dat ook niet zinvol. Wat moet er dan wel gebeuren?

Een mogelijkheid zou zijn om de lucht gedurende ten minste een halve minuut steeds weer in de buurt van de UV-C-buizen te brengen om een voldoende lange inwerktijd te bereiken.

Praktijkvoorbeeld: desinfectierobots

Dat is precies wat de nieuw ontwikkelde desinfectierobots in ziekenhuizen doen. Deze apparaten zijn tijdens de pandemie ontwikkeld en kunnen in ziekenhuiskamers worden gebruikt. Ze rijden zelfstandig een kamer binnen en reinigen daar de lucht. Hiervoor zuigen ze de lucht aan en blazen 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 minimaal dertig seconden worden bereikt.

Desinfectierobots in ziekenkamers



Alleen als dezelfde lucht in een "continue lus" 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 afgesloten ruimte hebben waarin de robot gedurende een bepaalde tijd steeds dezelfde lucht kan aanzuigen, bestralen en uitblazen. Als we daarentegen een geventileerde ruimte hebben waarin verse lucht wordt ingeblazen en de verbruikte, vervuilde lucht wordt afgezogen, is de situatie totaal anders.

De tijd is niet voldoende

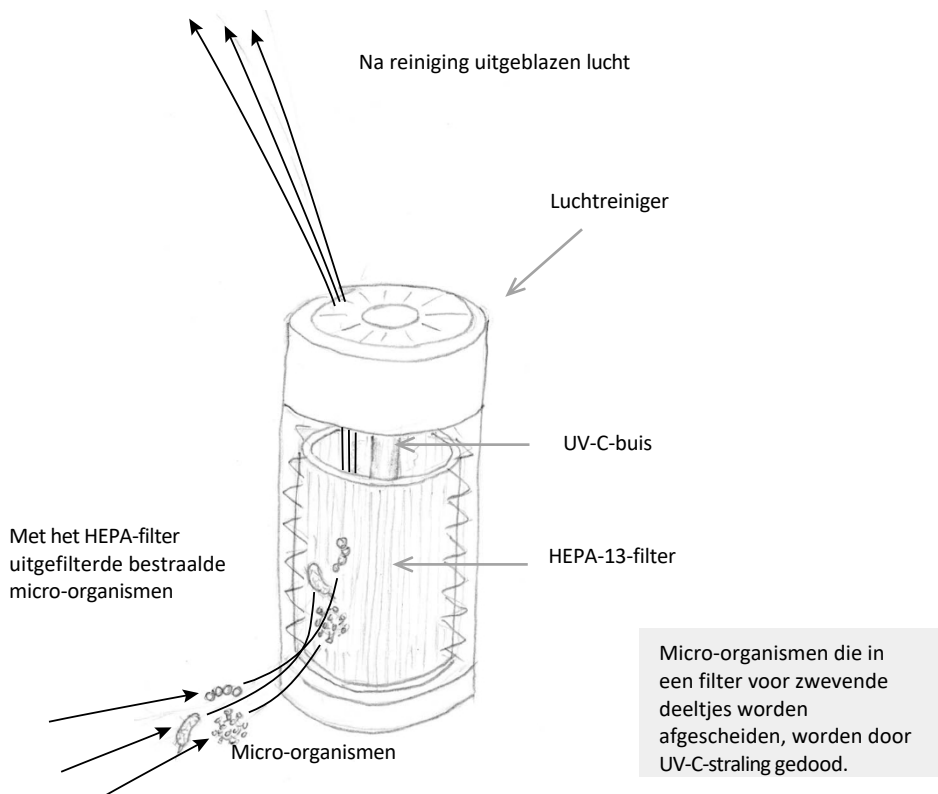
Zelfs bij eenvoudige en kleine luchtzuiveringsapparaten duurt het aanzuigen, reinigen en uitblazen van de lucht nauwelijks langer dan een seconde. Het is dan ook duidelijk dat we in dergelijke compacte

luchtreinigers de lucht in geen geval alleen met UV-C-straling kunnen steriliseren. Daar is simpelweg niet genoeg tijd voor.

Gebruik van filters voor zwevende deeltjes

De prestaties van compacte luchtzuiveringsapparaten kunnen worden verbeterd door de installatie van zweefstoffilters. Dit zijn hoogwaardige filters die zelfs zeer kleine deeltjes, virussen en bacteriën uit de lucht kunnen filteren. In combinatie met UV-C-straling, die lang genoeg op deze hoogwaardige filter schijnt, kunnen de virussen en bacteriën op de filter worden gedood.

Hulpmiddel zwevende deeltjesfilter



Afbeelding 27

Er zijn tal van vergelijkbare voorbeelden. Uiteindelijk gaat het er altijd om dat de juiste ultraviolette straling lang genoeg op virussen en bacteriën inwerkt om hun genetisch materiaal voldoende te beschadigen en verspreiding te voorkomen. Alleen door volledige vernietiging kan een echte sterilisatie worden bereikt. Wetenschappelijker zou men dit als volgt kunnen samenvatten:

*De straling is dodelijk voor virussen en bacteriën,
mits deze intensief genoeg is en lang genoeg
inwerkt.*

Factor stralingsintensiteit

De stralingsintensiteit is afhankelijk van de buizen, of beter gezegd, 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-leds met een laag vermogen gebruiken, die slechts enkele watt per ledlamp leveren, hebben we een overeenkomstig lange inwerktijd nodig. De wisselwerking 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 nader inzien stuiten we op een van de grootste misverstanden op het gebied van ventilatietechniek en luchtzuivering. Het gaat hier echter meer om een mysterie dan om een misverstand, en het kan worden beschreven met 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 het geval. Er wordt vaak beweerd dat ultraviolette straling van UV-C-buizen in staat is om oliën en vetten uit de afvoerlucht 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 keukenventilatie vet- en olievrij zouden houden.

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

Misverstand

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

Veel fabrikanten beweren dat een geschikt UV-C-systeem in het afzuigstelsel van de keuken al deze vormen van vetten en oliën uit de luchtstroom kan verwijderen en het keukenventilatiesysteem volledig vet- en olievrij kan houden.

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

We weten nu hoe complex het is om bacteriën en virussen op betrouwbare wijze te verwijderen met behulp van UV-C-straling. Het reinigen van de lucht met behulp van ultraviolette straling van aerosolen en druppeltjes uit oliën en vetten is weer iets heel anders!

Dat begint al bij de grootte en de eigenschappen van deze luchtverontreinigingen: een virus is vele malen kleiner dan een olieaerosol. 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 reinigen van de afvoerlucht van oliën en vetten wordt beweerd dat deze hierdoor volledig oplossen en verdwijnen – althans, dat is wat er met grote woorden wordt beloofd! Hoe moet zo iets werken?

Misverstand

Vet wordt volledig afgebroken door fotolyse.

Over dit onderwerp worden door de fabrikanten de meest gewaagde beweringen gedaan. Zo zouden speciale UV-lampen in staat zijn om vetverontreinigingen in de lucht door middel van fotolyse af te breken. Hierdoor 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 met meetapparatuur zijn vastgelegd en gevalideerd, krijgt men steeds weer te horen: "Dat hebben we zo waargenomen!" of "We installeren dergelijke apparatuur al vele jaren en we hebben dit steeds weer waargenomen, we kunnen ons niet vergissen!"

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

Praktijkvoorbeeld: uitlaatgaswaarden

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

Waar komt deze overdreven ijver vandaan? Waarom gebruiken zoveel fabrikanten deze technologie in commerciële keukenventilatiesystemen?

Omdat het een uiterst lucratieve business is. De aanschaf van de buizen is eenvoudig, de integratie in een afzuigstelsel is voor elke redelijk ervaren elektricien te doen en zo heeft men met een bescheiden investering zijn keukenventilatiesysteem met vele duizenden euro's opgewaardeerd!

Misverstand

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

De vraag is echter: is het systeem echt verbeterd? Worden vet en olie betrouwbaar voor 95 % verwijderd? Heeft de gebruiker door deze extra investering daadwerkelijk een duurzame meerwaarde?

Om dit serieus te kunnen beantwoorden, moeten we naar de feiten kijken. Pas dan kunnen we een poging doen om de eerder gestelde vragen te beantwoorden. Hiervoor zetten we alle onderbouwde feiten over deze mythes op een rijtje:

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

uit 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 voor de productie van ozon.

2. De ozon moet vetten en oliën oxideren.

Bij gebruik van de juiste buizen en een straling met de juiste golflengte wordt dus ozon in het ventilatiesysteem geproduceerd. 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 kankerverwekkend te zijn. In de keukenafvoer kan echter worden geprobeerd om oliën en vetten te oxideren. Ik zeg hier echter bewust: het kan worden GEPROBEERD!

Onderzoeksrapport uit de VS

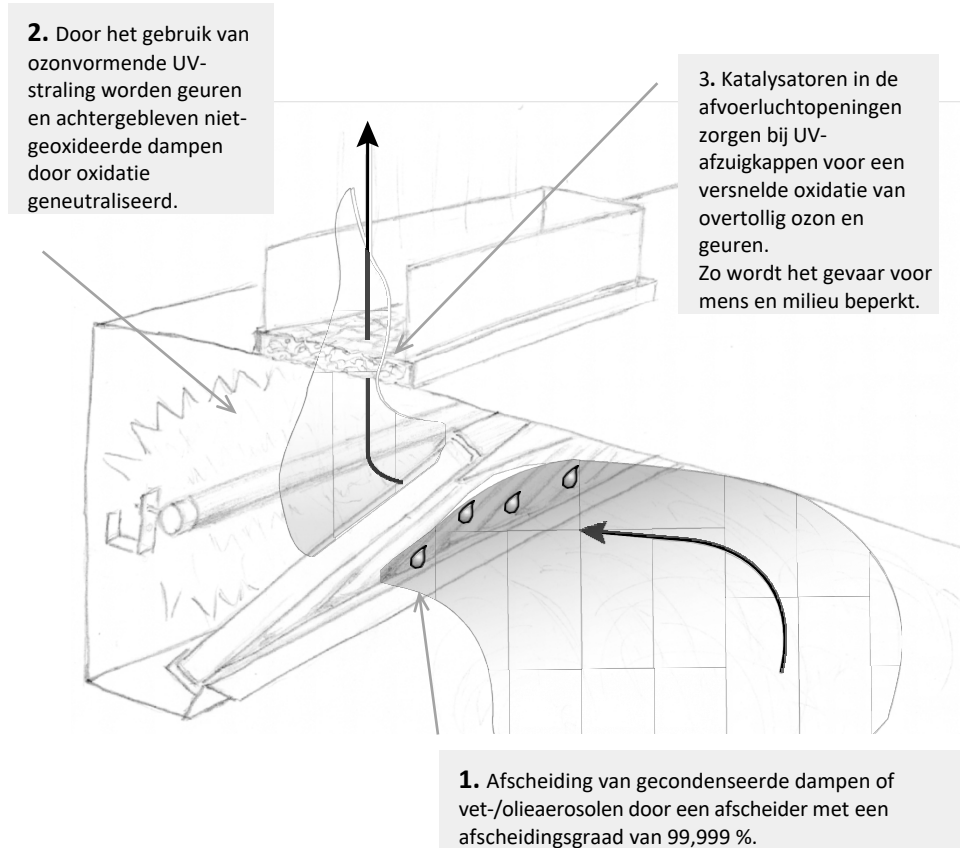
Recente studies uit de VS tonen aan dat dit oxiderende effect op oliën en vetten weliswaar aanwezig is, maar niet erg efficiënt. Oliën en vetten worden slechts gedeeltelijk geoxideerd en de bewering dat oliën en vetten volledig kunnen worden verwijderd, wordt door deze studies niet bevestigd. Integendeel! Gezien het hoge gevaar van ozon rijst veeleer de vraag of de productie van ozon in dergelijke systemen niet meer kwaad dan goed doet voor het milieu! Het betreffende onderzoeksrapport is in 2020 gepubliceerd door ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) en heeft als titel "Research Project 1614 Determining the Effectiveness of UVC Systems on Commercial Cooking Effluent".

3. Effectieve vetverwijdering vooraf

Door de geringe invloed van ozon op oliën en vetten moet bij keukenafzuigsystemen daarom de nadruk worden gelegd op het opvangen, afzuigen en reinigen van de afvoerlucht via filters en afscheiders, zodat de afvoerlucht op deze manier al grotendeels van oliën en vetten wordt ontdaan. Als de afvoerlucht bovendien sterk ruikt, heeft dit te maken met verdampte

oliën en vetten. Alleen dan kan in beperkte mate een UV-C-systeem dat ozon produceert worden gebruikt. Het gevaar van dergelijke systemen mag echter niet worden genegeerd.

Zinvol gebruik van UV-straling in afzuigkappen



Afbeelding 28

4. Ozon is mogelijk kankerverwekkend.

UV-C-installaties die door hun straling ozon produceren, vormen een groot gevaar. Gebruikers in commerciële keukens worden hier veel te weinig op gewezen, laat staan uitgebreid geïnformeerd over het voorkomen van gezondheidsrisico's. Zoals eerder vermeld, kan deze straling het erfelijk materiaal van virussen en bacteriën beschadigen. Het schadelijke effect op het erfelijk materiaal blijft echter niet beperkt tot virussen en bacteriën. Het treft ook mensen die aan deze straling worden blootgesteld. De geproduceerde ozon is een gas dat schadelijk is voor de gezondheid en wordt ervan verdacht kankerverwekkend te zijn.

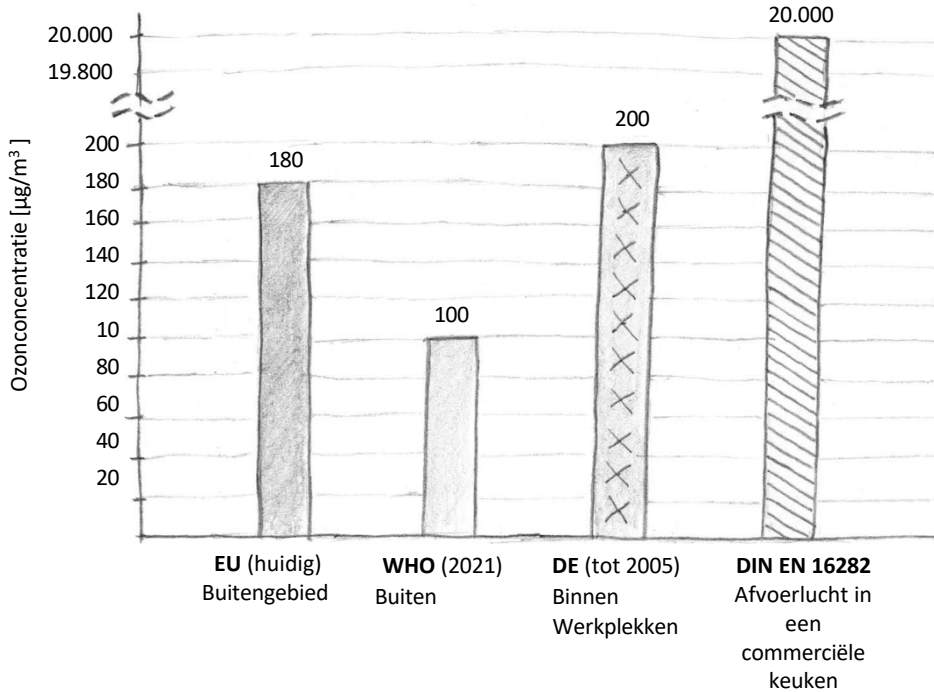
Om deze reden zijn in Duitsland inmiddels alle grenswaarden voor ozon in binnenruimtes opgeheven. In steden wordt zelfs regelmatig ozonalarm gegeven wanneer de ozonwaarden buiten te hoog zijn. Bij hoge waarden wordt de bevolking dan geadviseerd om niet buiten te sporten en zoveel mogelijk thuis te blijven. In veel technische oplossingen voor ventilatie en luchtzuivering wordt echter juist gebruik gemaakt van straling die dergelijke gevaarlijke gassen produceert.

Praktijkvoorbeeld: keukenventilatie

Ik heb 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 vertelde dat dit geen tl-buizen waren, maar uv-c-systemen die gevaarlijke straling produceerden en schadelijke gassen vrijgaven, zag ik niet één keer geschrokken gezichten.

Tot zover de opsomming van de feiten, die niet volledig is en zeker nog met een aantal punten kan worden aangevuld.

Ozongrenswaarden



EU: maximale blootstellingswaarde in één uur per dag (gemiddelde over 1 uur), bij overschrijding van deze waarde wordt de bevolking geïnformeerd



WHO: maximale blootstellingswaarde in acht uur per dag (gemiddelde over 8 uur)



DE (geldig tot 2005): dagelijkse MAK (maximale concentratie op de werkplek). Sindsdien gelden er in Duitsland geen ozongrenswaarden voor werkplekken binnenshuis, omdat ozon vermoedelijk kankerverwekkend is 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 de 8-uursgemiddelde waarde van de WHO voor buitenlucht!

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

Misverstand

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

Er zijn ook fabrikanten die met een geschikte deeltjesmeettechniek een zogenaamd aantoonbaar bewijs leveren van de verwijdering van alle oliën en vetten. In deze gevallen zou vaak alleen een eenvoudige temperatuurmeting aan te raden zijn. Waarom? Bij sommige systemen zijn tientallen UV-C-buizen in het afzuigkanaal of de afzuigkap geïnstalleerd. Deze worden tijdens het gebruik erg heet en verwarmen zo de hele ruimte rondom. Hierdoor 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 het aanbod van compacte luchtzuiveringsinstallaties explodeerde plotseling, er waren ook ineens honderden ventilatie-experts 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 met elkaar 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 om de lucht te zuiveren van virussen en schadelijke stoffen.

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 een hoek helemaal niet in staat is om alle lucht in een klaslokaal of kantoortuin aan te zuigen. Er kunnen nog zoveel kleurrijke pijlen naar de luchtreiniger wijzen, de lucht zal daar niet naartoe stromen (zie afb. 5)!

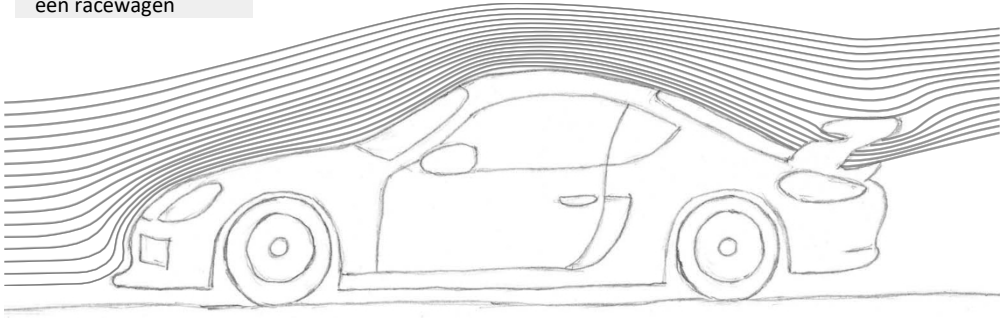
De meeste van deze kleurrijke afbeeldingen tonen dus simpelweg verzonden luchtstromen die niets met de werkelijkheid te maken hebben. Maar hoe kan men het werkelijke verloop van deze luchtstromen vaststellen en zichtbaar maken?

Fundamentele onderzoek naar de analyse van luchtstromen

Het Hermann-Rietschel-Instituut van de Technische Universiteit Berlijn doet 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, gebruiken we de zogenaamde ventilatie-effectiviteit. Deze kan worden bepaald met numerieke stromingssimulaties en/of metingen. In al onze projecten gebruiken we deze methoden om luchtstromen in ruimtes te beoordelen en nieuwe, effectieve vormen van ventilatie te ontwikkelen."

Visualisatie van luchtstromen

Visualisatie van de
aerodynamica van
een racewagen



In de vliegtuig- en racewagenbouw is stromingssimulatie al lang bekend. Inmiddels wordt de berekening en visualisatie van luchtstromingen ook gebruikt voor optimalisatie in de ruimteklimaattechniek.

Afbeelding 30

Wat betekent dit voor ons? We hebben dus een stromingssimulatie en bijbehorende meettechniek nodig. Dat is precies wat we in de vorige hoofdstukken al hebben genoemd, bijvoorbeeld in verband met aerosolfiltratie of bij UV-C-technologie. Hoe wordt dit proces voor de luchtstroming toegepast?

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

De kleurrijke afbeeldingen met de vele pijlen zijn geen numerieke stromingssimulaties en zijn evenmin gebaseerd op meetwaarden van een uitgebreide reeks metingen. In de meeste gevallen gaat het om vrij geïmagineerde weergaven van de luchtstroming, die niets met de werkelijke omstandigheden te maken hebben. Ze zijn dus letterlijk uit de lucht gegrepen en geven niet eens een benadering van de werkelijkheid weer!

Misverstand

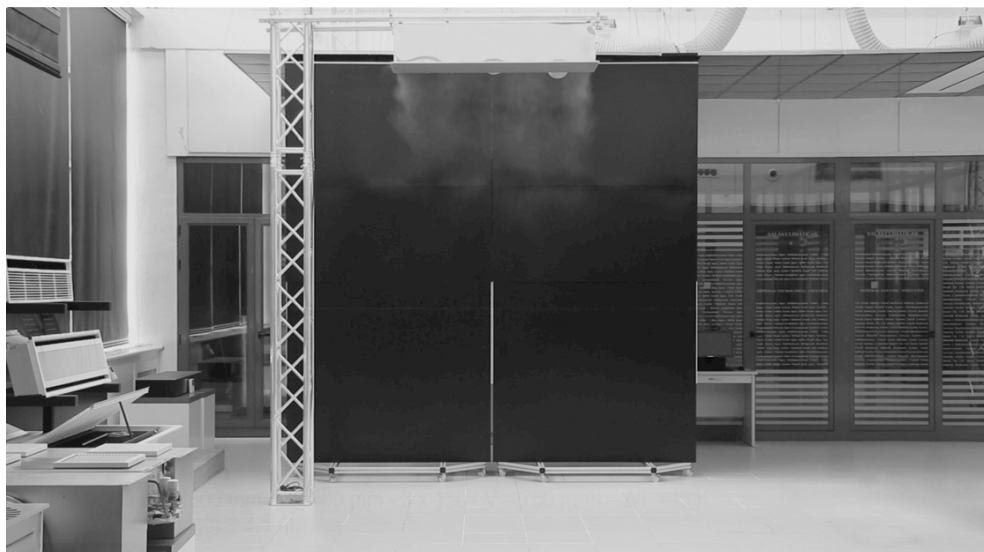
De weg van de luchtstroom is voorspelbaar.

Een wijdverbreide misvatting in de ventilatietechniek is de voorbarige aanname dat men van tevoren weet hoe de lucht zich zal gedragen. In hoofdstuk 2 hebben we laten zien tot welke verkeerde interpretaties en conclusies dit kan leiden bij de ontwikkeling van een product. Ook wij in ons team hebben deze fout gemaakt – , toen we onze X-CYCLONE®-technologie ontwikkelden.

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 de taak die het Hermann-Rietschel-Institut van de Technische Universiteit Berlijn zo treffend heeft samengevat! In ons CFD-competentiecentrum maken we luchtstromen zichtbaar met behulp van numerieke stromingssimulaties en geschikte meettechnische apparatuur.

Het SCHAKO-laboratorium in actie



Inzicht in de testopstelling voor het visualiseren van toevoerluchtstromingen

Afbeelding 31

Misverstand

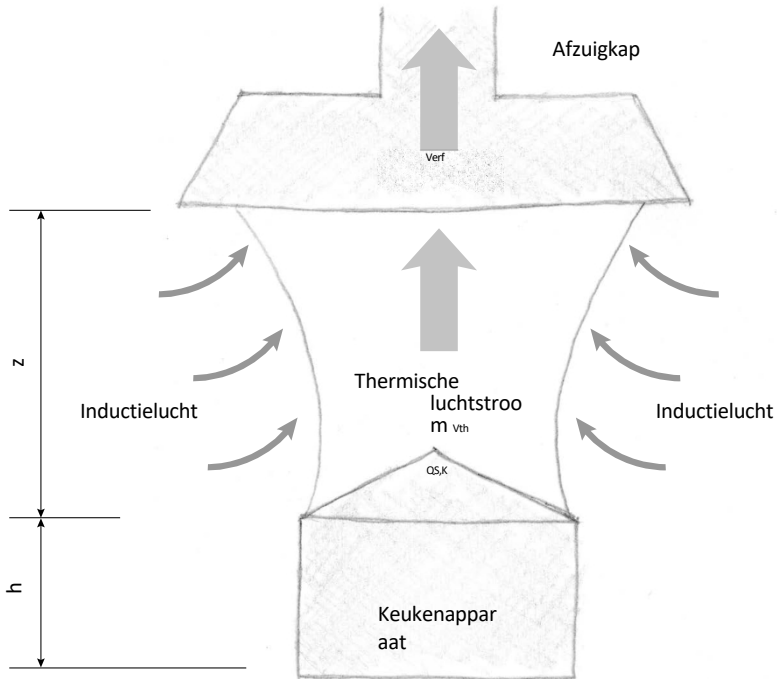
Visualisatiemodellen komen overeen met de werkelijkheid.

Ook normen en richtlijnen zijn vaak gebaseerd op dezelfde verkeerde voorstelling als de afbeeldingen in de 'kleurrijke plaatjes'. Richtlijnen voor commerciële keukenventilatie zoals VDI 2052 en internationale normen zoals DIN EN 16282, die in heel Europa gelden, bevatten ook afbeeldingen met kleurrijke pijlen. De afbeeldingen tonen de kookinstallatie van een keuken en de luchtstromen van deze kookinstallatie naar de afzuigkap. Andere pijlen die naar de ruimte wijzen, moeten de stroming van de verse toevoerlucht naar de keuken weergeven. Meestal worden hiervoor rechte verticale of horizontale pijlen gebruikt, die een scherp afgebakende stroming suggereren.

Een pijl die verticaal omhoog loopt vanaf het kooktoestel en tot in de afzuigkap reikt, moet de lucht voorstellen die daar direct en onmiddellijk wordt afgezogen – hier moet men zich afvragen wat dit met de werkelijkheid te maken heeft? Met de werkelijke luchtstroom in ieder geval nauwelijks iets. Het gaat hier om een model dat de thermiek boven een kooktoestel moet weergeven. Door deze thermiek ontstaat een opwaartse luchtstroom. Deze wordt door de afzuigkap boven het kooktoestel opgevangen en afgezogen. Dat is het model van de VDI-richtlijn VDI 2052. Het lijkt geen twijfel dat dit een model is waar veel uit afgeleid kan worden. Op basis van dit model zijn bijvoorbeeld ontwerp- en berekeningsprocedures voor het bepalen van de benodigde afvoervolumes ontwikkeld. Met behulp van deze modellen wordt berekend welk afvoervolume een afzuigkap minimaal nodig heeft, afhankelijk van de gebruikte kooktoestellen.

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

Eenvoudig stromingsmodel van een keukenafzuiging



Nagebootste weergave van het stromingsmodel van de VDI-richtlijn 2052:

De weergave en het verloop van de pijlen zeggen niets over het werkelijke 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 opwaartse kookdampen slechts in zeer beperkte mate direct afzuigen. Vaak hopen deze zich op in conventionele afzuigkappen, zonder dat ze daar onmiddellijk worden afgezogen. Zo kunnen eerst opgevangen dampen zelfs weer uit de afzuigkap ontsnappen.

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. Zoals bij alle natuurwetenschappelijke modellen is het ook hier belangrijk om het kader van het model nauwkeurig te definiëren, d.w.z. het toepassingsgebied ervan precies vast te leggen. Als het model als algemeen geldig wordt beschouwd en als weergave van de werkelijke omstandigheden wordt opgevat, leidt dit tot fundamentele misverstanden! Deze worden uiterlijk bij een vakkundige en correcte CFD-simulatie zichtbaar.

5.2. CFD-simulaties maken luchtstromen zichtbaar!

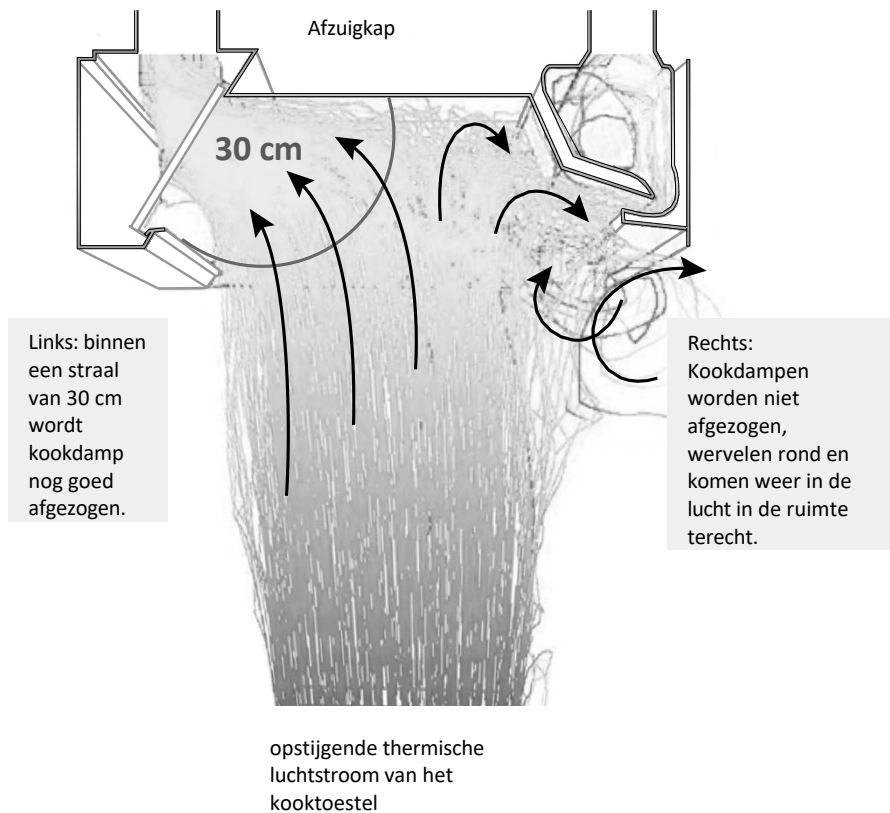
Goed uitgevoerde CFD-simulaties tonen alle fysische grootheden van een luchtstroom over het gehele gebied. Zo kunnen ook de werking en efficiëntie van een ventilatiesysteem worden aangetoond en bewezen. In hoofdstuk 1 hebben we al uitgebreid aangetoond dat conventionele registratiekapjes alleen in een zeer beperkt gebied rond de aanzuigpunt omhoog stromende dampen direct kunnen afzuigen. Op slechts 50 centimeter afstand van de filters en de aanzuigpunt kunnen we met onze meetapparatuur geen afzuiging meer vaststellen. In een CFD-simulatie is dit heel eenvoudig te zien en aan de hand van de luchtstromen kan worden vastgesteld dat dampen ook weer uit de afzuigkap ontsnappen. Dampen en luchtstromen die eerst in de afzuigkap worden opgevangen, ontsnappen dus weer en worden niet afgezogen!

Misverstand

In een afzuigkap worden alle opstijgende dampen afgezogen.

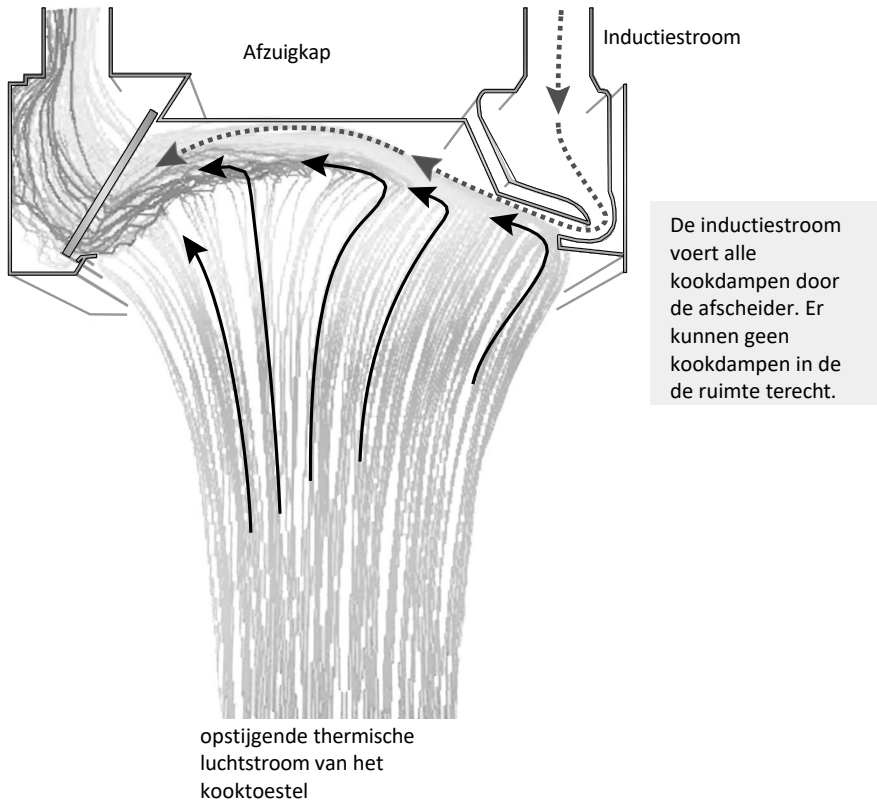
Deze observatie weerlegt de aanname van het model dat alle lucht die vanuit de kookrichting omhoog in de afzuigkap stroomt, daar onmiddellijk wordt afgezogen. Hoe op dit probleem kan worden gereageerd en welke productontwikkelingen op basis van deze bevindingen nodig zijn, weten we al uit de vorige hoofdstukken.

CFD-stromingsbeeld van een afzuigkap zonder inductiestroom



Bij deze CFD-simulatie van de luchtstroming 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 inductiestroom



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 luchtzuivering. Ik heb al uitgelegd dat dergelijke misverstanden in het verleden ook bij REVEN GmbH voorkwamen. Ter afsluiting van deze serie nog een voorbeeld:

In de industrie is het niet ongebruikelijk om zogenaamde bronluchttechniek te gebruiken voor het toevoeren van verse lucht in ruimtes. Hierbij gaat het om een verse luchttoevoer met een lage intensiteit. Dat betekent dat de verse lucht meestal met een lage stroomsnelheid uit fijne geperforeerde platen de ruimte instroomt. Dergelijke bronluchtsystemen zijn ideaal wanneer het hoogste comfort vereist is, omdat de lage lichtsnelheid zorgt voor een rustige en tochtvrije toevoer van verse lucht. Idealiter ontstaat er dan een zogenaamde laagstroming. De verse lucht vermengt zich niet intensief met de lucht in de ruimte, maar dankzij deze slimme toevoer ontstaan er lagen in de lucht in de ruimte, zowel uit verse, ongebruikte lucht als uit 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 van de VDI-richtlijn.

Ook wij bij REVEN zijn ongeveer 20 jaar geleden bezweken voor de misvattingen van dit model. We ontwierpen nieuwe toevoerluchtproducten waarin meerdere lagen plaatstaal waren geïntegreerd. Het ging om geperforeerde platen, dus platen met duizenden kleine gaatjes. Deze dienen om de luchtstroom te egaliseren.

Naar onze mening moet de verse luchtstroom mooi worden verspreid, zodat deze gelijkmatig en langzaam in de ruimte 'druppelt'. Je kunt dit vergelijken met een douchekop. Daar wordt een sterke, 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 in de ruimte zou 'druppelen' daar een scherp afgebakende laagstroming zou vormen naar de verbruikte lucht en dat deze twee luchtstromen elkaar op geen enkele manier zouden kunnen beïnvloeden. Net als in de vele eerder genoemde

Modellen geschetst: mooie blauwe pijlen geven aan hoe de toevoerlucht rechtstreeks in de ruimte stroomt en daar een laag verse toevoerlucht vormt, zonder de met rode pijlen aangegeven afvoerlucht te verstoren, zodat deze ongestoord in de afzuigkap kan stromen en daar direct wordt opgevangen en afgezogen.

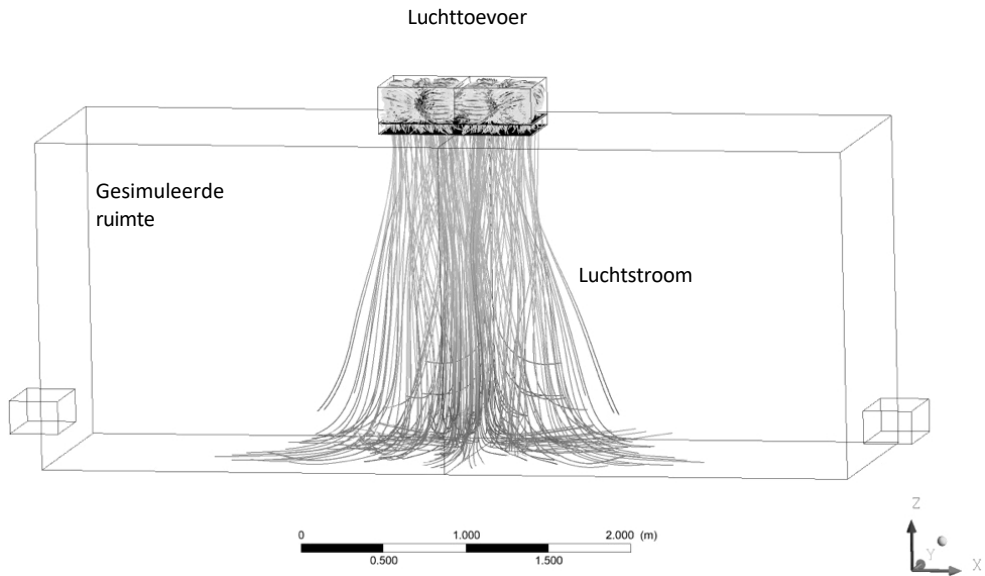
Praktijkvoorbeeld: bronluchtsystemen – twijfel

Ik herinner me nog goed dat ik in 2017 onze bronluchtproducten aan een expert van het Spaanse SCHAKO CFD-team presenteerde. Aan de hand van veel mooie, kleurrijke plaatjes 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, we moeten dit simuleren en metingen verrichten, ik heb mijn twijfels of alles wel zo is zoals je me zojuist hebt uitgelegd." En wat kan ik zeggen? Hij had gelijk!

Praktijkvoorbeeld: bronluchtsystemen – de realiteit

Toen de technicus mij zijn eerste CFD-analyses liet zien, sloeg het mij bijna met verstomming. Al kort nadat de laatste geperforeerde plaat was gepasseerd, 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 mijn ogen niet geloven toen ik 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



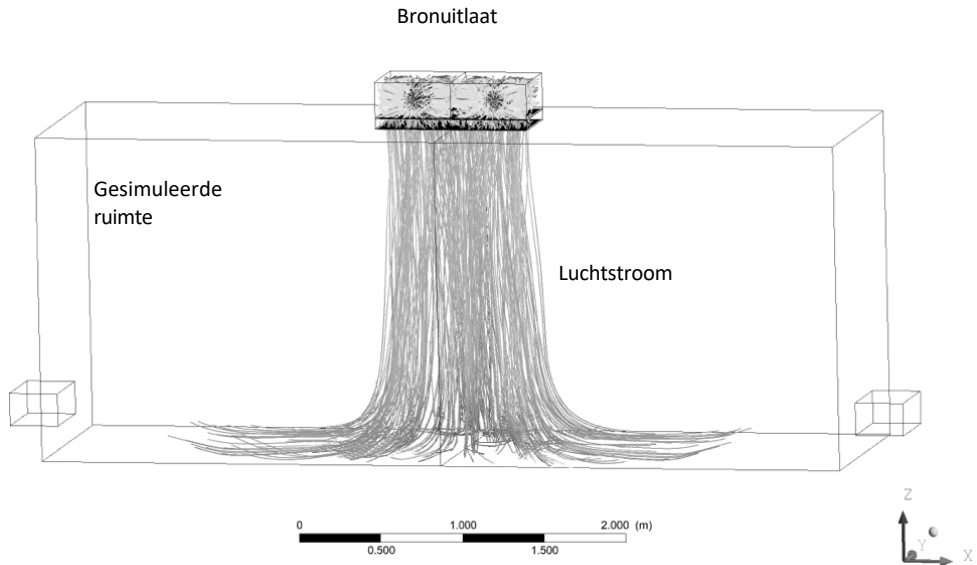
De CFD-simulatie toont de verspreiding van de toevoerlucht die vanuit het plafond binnenkomt.

Afbeelding 35

Praktijkvoorbeeld: bronluchtssystemen – optimalisatie dankzij CFD

Trouw aan het motto 'een gevaar onderkend is een gevaar onder controle' zijn we 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 de vloer wijst.

Optimalisatie van de bronuitlaat

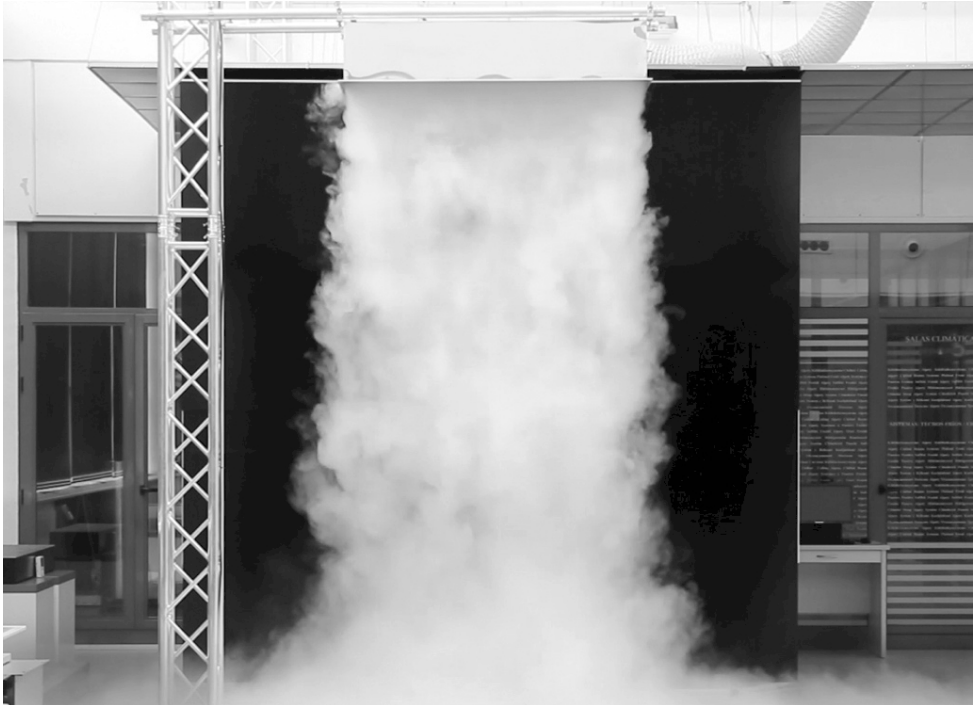


De CFD-simulatie laat zien hoe de toevoerlucht in een rechte lijn van het plafond naar de vloer stroomt.

Afbeelding 36

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

Weergave van de zichtbare luchtstroom van een efficiënt toevoersysteem



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

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

Afbeelding 37

6. Hoe kan luchtverontreiniging worden gemeten?



Al vele jaren bestaat er consensus over het feit dat vervuilde lucht niet gezond is. Tijdens de pandemie hebben we geleerd hoe gevaarlijk met virussen besmette lucht voor onze gezondheid kan zijn. Daarom wil ik hier opsommen waarmee de lucht verontreinigd of vervuild kan zijn. Luchtverontreiniging omvat onder andere:

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

Deeltjes en aerosolen

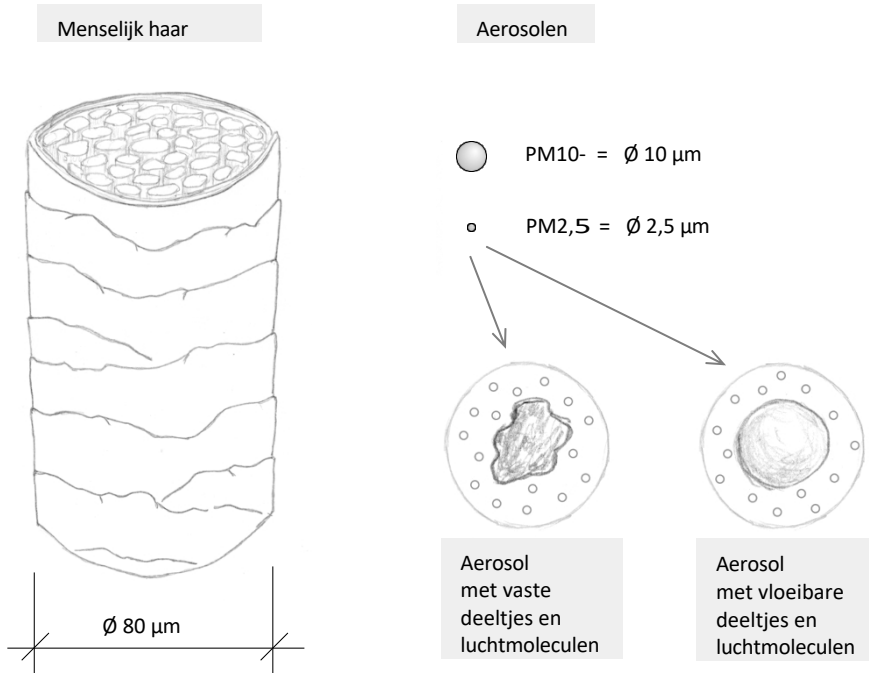
Volgens informatie van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) heeft luchtvervuiling wereldwijd de grootste negatieve invloed op de menselijke gezondheid. Daarom werd in 1987 in de VS de zogenaamde PM-norm gedefinieerd. PM staat voor Particulate Matter en is het aandeel vaste of vloeibare deeltjes in de 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.

De deeltjes die in de lucht zweven, vormen op zichzelf nog geen aerosol. Dit ontstaat pas in combinatie met de omringende lucht. De aanduiding PM10 definieert dus het voorkomen van minuscule deeltjes in de lucht met een diameter van 10 micrometer (0,01 millimeter) en 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 bestaat een aerosol altijd 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 PM10 of PM2,5 verwijst naar de grootte van de deeltjes. Het getal geeft de diameter in micrometer aan. Ook hier moet u weer oppassen dat er geen misverstanden ontstaan!

Misverstand

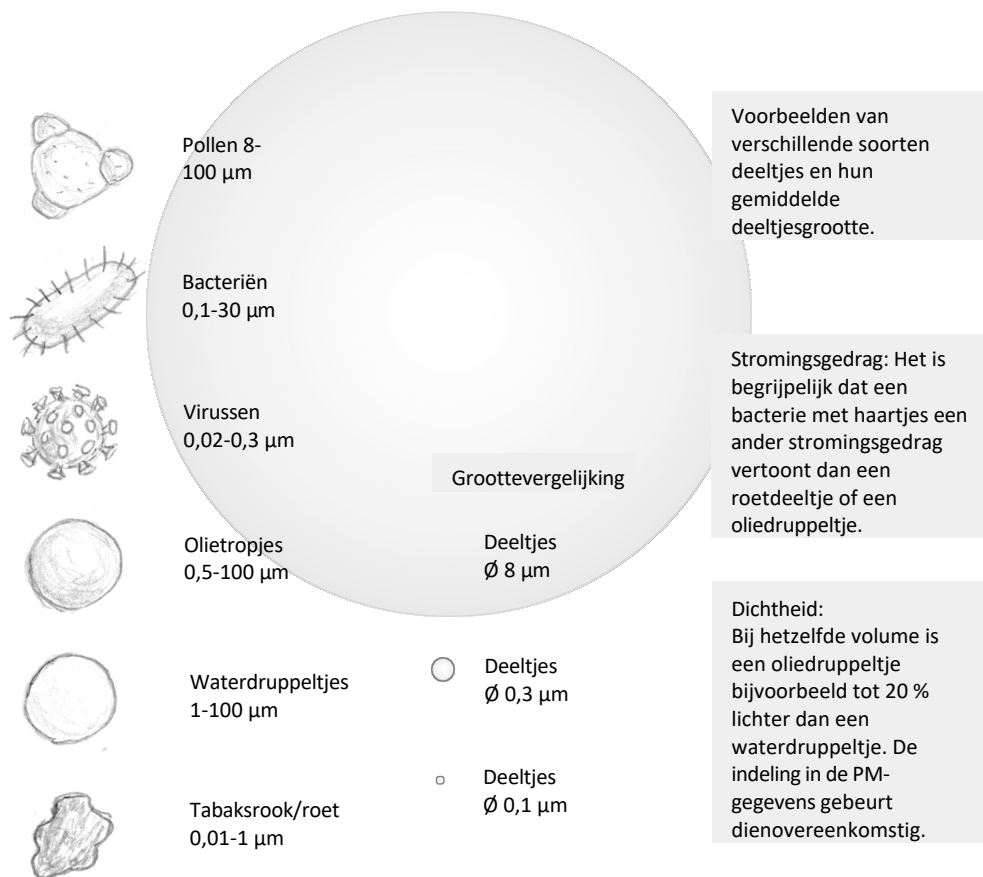
Aan de hand van de PM-gegevens kan men de werkelijke vorm en grootte van een deeltje afleiden.

De vermelding van een diameter veronderstelt eigenlijk de geometrie van een bol. Maar hoe kan dat? Hebben stofdeeltjes, zandkorrels, virussen en alle andere luchtverontreinigingen altijd de geometrie 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 een trucje: je vergelijkt gewoon de werkelijke deeltjes, die een willekeurige geometrie hebben, met deeltjes die een bolvormige geometrie hebben en zich in de lucht hetzelfde 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 welke geometrisch bolvormige deeltjes met betrekking tot deze punten hetzelfde gedrag vertonen als de eigenlijke deeltjes. De bolvormige deeltjes met hetzelfde stromings- en diffusiegedrag kunnen 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

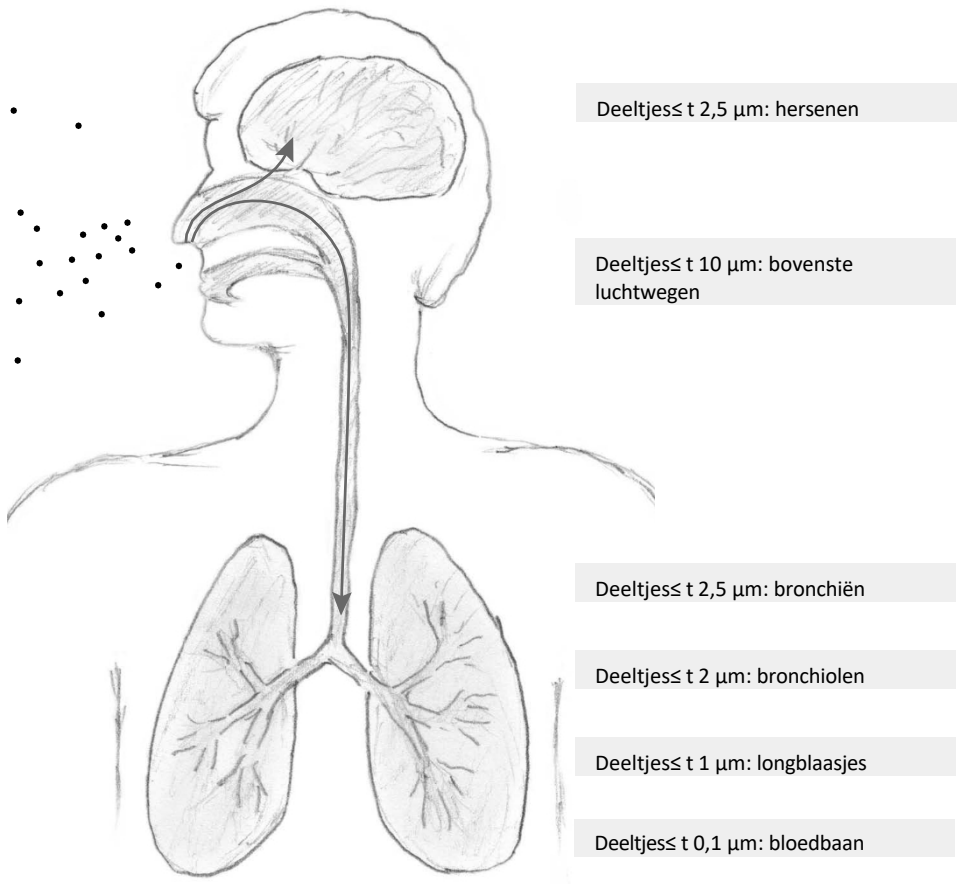
PM10-deeltjes kunnen worden ingeademd

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

PM2,5-deeltjes komen tot in de longblaasjes

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

Opname van deeltjes door inademing



Dat PM10-deeltjes in de bovenste luchtwegen en PM2,5-deeltjes in de onderste luchtwegen schade kunnen aanrichten, is inmiddels goed bewezen. 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 beïnvloeden.

Onlangs vatte een van mijn interviewpartners dit in mijn nieuwe podcast "Luftpost" als volgt samen:

"Wat we in productieruimtes inademen, zijn vaak stoffen die niet in ons lichaam thuishoren en die ook niet in ons lichaam mogen komen!"

Maar ook hier bestaan er grote misverstanden op het gebied van ventilatietechniek en luchtzuivering!

6.1. Het misverstand over de luchtkwaliteit binnenshuis

Na meer dan twintig jaar in onze branche te hebben gewerkt, is het mij nog steeds een raadsel waarom er zo'n ernstig misverstand bestaat over de luchtkwaliteit binnenshuis. Om onverklaarbare redenen gaan mensen er altijd vanuit dat de lucht waarin ze binnenshuis ademen van acceptabele kwaliteit is en geen noemenswaardige verontreinigingen bevat.

Misverstand

De luchtkwaliteit binnenshuis is meestal onschadelijk.

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

Fijnstofmeting in grote steden

In onze grote steden wordt gesproken over luchtvervuiling en wordt nagedacht 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: je hebt een luchtvolume van één kubieke meter stadslucht en met behulp van geschikte meettechniek kun je meten hoeveel fijnstofdeeltjes met een diameter van 10 micrometer of kleiner in deze kubieke meter stadslucht aanwezig zijn. Aan de hand van de diameter van de deeltjes kan het volume worden berekend, aan de hand van de dichtheid kan het gewicht worden bepaald en aan de hand van het gemeten aantal kan het totale gewicht aan schadelijke stoffen in een kubieke meter stadslucht worden berekend. 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 verontreinigende stoffen in de huidige weer-apps. De actuele waarden voor de opgegeven stad worden weergegeven, samen met een uitleg over wat de schadelijke stoffen kunnen veroorzaken.

Voorbeeld
Stuttgart op 14
juli 2023
om 16:05 uur

PM10: 25 µg/m³

PM2,5: 10 µg/m³

Huidige grenswaarden voor luchtverontreiniging buitenshuis

Als het totale gewicht bijvoorbeeld 20 microgram bedraagt, is er volgens de WHO-normen sprake van geringe luchtverontreiniging en dus van een aanvaardbare luchtkwaliteit. Zo bepaalt de EU-richtlijn inzake fijnstof bijvoorbeeld dat de dagelijkse gemiddelde waarde 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 worden momenteel discussies gevoerd en inspanningen geleverd om deze grenswaarden verder te verlagen, bijvoorbeeld tot 40 microgram fijnstof per kubieke meter. Ook de strengere beoordeling van PM2,5-deeltjes in plaats van PM10-deeltjes komt wereldwijd steeds meer in de belangstelling. Tot zover de stand van zaken in grote steden.

Luchtvervuiling binnenshuis

Hoe ziet het er in vergelijking daarmee binnenshuis uit? Dus in ruimtes waar bijvoorbeeld wordt gekookt of waar moderne werktuigmachines 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 procedure die eerder voor metingen in binnensteden is beschreven. We meten het aantal schadelijke deeltjes in een kubieke meter binnenlucht, bijvoorbeeld in een productiefabriek of een grote hotelkeuken.

Het resultaat dat op deze manier wordt bepaald, geeft een luchtkwaliteitsindex 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 een meetresultaat van 500.000 moeten presenteren! Dat betekent dat er in een kubieke meter binnenlucht tot 500.000 microgram schadelijke deeltjes aanwezig zijn! En dat is in productieruimtes echt geen uitzondering!

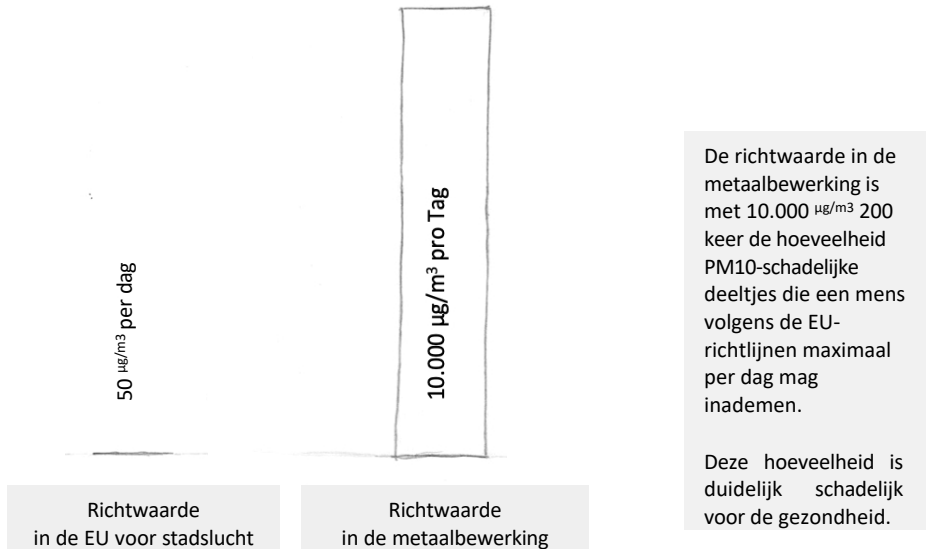
Officiële grenswaardeaanbevelingen voor de machinebouw

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

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

Deze 10 milligram komt overeen met een luchtkwaliteitsindex in grote steden van 10.000! 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 erover berichten.

Vergelijking grenswaarden schadelijke stoffen (PM10)



Afbeelding 42

Als een dergelijke luchtvervuiling echter wordt gemeten in een machinefabriek of een hotelkeuken, interesseert dat vrijwel niemand. Zelfs de belangenvertegenwoordigers van deze sectoren besteden niet al te veel aandacht aan dit onderwerp. Integendeel-, tegen beter weten in, wordt er over deze omstandigheden gezwegen, omdat het opruimen ervan geld zou kosten.

Betekenis van de meetresultaten voor de werknemers

Ter herinnering: de EU-richtlijn inzake fijnstof bepaalt dat de dagelijkse gemiddelde waarde 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 dat bedrijf dat zij op ongeveer 200 werkdagen per jaar bij maximaal 10.000 microgram verontreiniging moeten werken.

Conclusie uit de praktijk

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

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 mogelijk zelf de luchtkwaliteit beoordelen! Als u zich in een productieruimte bevindt – , of dat nu in een hotelkeuken is of in een productiefaciliteit in de levensmiddelenindustrie of machinebouw, en u merkt dat de lucht niet meer helder is, maar eerder doet denken aan ochtendmist in de herfst, dan is er sprake van een luchtverontreiniging van minimaal 10.000 microgram per kubieke meter. U kunt dit het eenvoudigst vaststellen door naar de verlichting in de ruimte te kijken! Als u de lamp helder en duidelijk kunt zien en de lucht rondom de lamp onzichtbaar is, is alles in orde. Zodra u de lamp echter niet meer duidelijk kunt zien omdat er zich een diffuse nevel rondom de lamp 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 zichtbaar 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 binnensteden laat het verschil zien dat voor verbazing en onbegrip zorgt als het om binnenruimtes gaat. We krijgen dan vaak de vraag hoe dergelijke verschillen te verklaren zijn.

Naar onze mening zijn ze gewoonweg niet te verdedigen. Alle pogingen van de verantwoordelijken om dit te verklaren zijn flauwe excuses om dringend noodzakelijke investeringen te vermijden.

Niemand heeft gewoon enig idee welke risico's dit voor alle betrokkenen met zich meebrengt. Concentraties van minuscule deeltjes die buiten als ernstig schadelijk voor de gezondheid worden beschouwd, worden binnen 200 keer zo veel nog als aanvaardbaar beschouwd? Wie draagt in de toekomst de verantwoordelijkheid voor dit gevaar?

Ventilatiesysteembouwers moeten anders gaan denken

Ook wij, de fabrikanten van ventilatiesystemen en luchtreinigers, moeten ons met deze problematiek bezighouden! 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 zij echter producten voor luchtzuivering aan die ruimtes ventileren en de lucht van schadelijke stoffen moeten ontdoen.

De norm voor keukenventilatie DIN EN 16282

Voor keukenventilatiesystemen voor commercieel gebruik bestaat inmiddels een 'keukenventilatiernorm', DIN EN 16282, die bijna overal in Europa geldt. Deze norm schrijft voor dat in grootkeukens alle schadelijke stoffen moeten worden opgevangen, afgezogen en vervolgens uit de afvoerlucht worden gescheiden, zoals we in de vorige hoofdstukken hebben geleerd.

Als beide, dus zowel het opvangen en afzuigen als het scheiden van de schadelijke stoffen uit de afvoerlucht, lukken, heeft men

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

Onvoldoende controle op de uitvoering

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

Bij 1.000 nieuw geïnstalleerde commerciële keukenventilatiesystemen wordt dit bij minder dan tien gecontroleerd!

Praktijkvoorbeeld

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

Ozon – een voorbeeld van luchtvervuiling door gassen

Bij luchtverontreiniging door gassen hebben we een vergelijkbare situatie en zien we hetzelfde fenomeen. Ik wil dit aan de hand van het voorbeeld van ozon toelichten. In hoofdstuk 4 hebben we al verslag gedaan van het gevaar van ozon. De grenswaarde voor ozon in binnenruimtes is in veel Europese landen nog steeds vastgesteld op maximaal 200 microgram per kubieke meter binnenlucht. Dat was ook de grenswaarde in Duitsland, maar die is inmiddels opgeheven. 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 die echter in verband wordt gebracht met het ontstaan van kanker bij de mens.

Weerapp met hoge ozonbelasting buitenshuis



In de weer-app worden de hoogste schadelijke stoffen op de eerste plaats vermeld. Ozon staat hier bovenaan met een waarde van 104 µg/m³. Deze concentratie overschrijdt de door de WHO aanbevolen gemiddelde waarde voor 8 uur (zie afb. 29).

Voorbeeld
Hoyerswerda op 20
augustus 2023
om 9:55 uur

o₃: 104 µg/m³

Afbeelding 44

Ozon – grenswaarden voor buiten

Het Duitse federale milieuoagentschap geeft informatie over de grenswaarden voor buitenlucht en de gezondheidsrisico's. Het waarschuwt dat ozon in de lucht kan leiden tot verminderde longfunctie, ontstekingsreacties in de luchtwegen en ademhalingsproblemen. Er geldt een

Grenswaarde van 180 microgram ozon per kubieke meter stadslucht. Deze waarde wordt de informatiedrempel genoemd. 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 alarm geslagen. Daarnaast moet worden opgemerkt dat de ozonwaarden in de buitenlucht gemiddeld over acht uur op maximaal 25 dagen van het kalenderjaar een waarde van 120 microgram per kubieke meter stadslucht mogen overschrijden.

Ozon – grenswaarden voor keukenventilatie

Momenteel geven deskundigen op het gebied van keukenventilatie echter nog steeds een toegestane grenswaarde van 20.000 microgram ozon per kubieke meter lucht aan. Deze informatie is eveneens afkomstig uit de Europese norm DIN EN 16282, een regelwerk waaraan ook veel nationale brancheorganisaties hebben meegewerkt. Wie kwaad denkt, denkt kwaad!

In deze norm staat 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 komt de daar aangegeven 10 ppm ozon vrijwel 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 binnen en buiten voor zich spreken en niet verder hoeven te worden toegelicht. Eigenlijk zou ook in dit geval voor iedereen duidelijk moeten zijn wat er moet gebeuren, namelijk de vorming van ozon volledig voorkomen, of dat nu binnen of buiten is!

Om dit doel te bereiken, moet luchtverontreiniging echter worden gemeten en geanalyseerd. Hoe dit kan worden bereikt, wordt hierna uitgelegd.

6.2. Deeltjesmetingen maken luchtverontreiniging zichtbaar!

Met welke meettechniek kan men schadelijke stoffen in de lucht meten? Met welke meettechniek kan men de efficiëntie van een ventilatiesysteem aantonen? In principe is dat niet ingewikkeld en werd het al in hoofdstuk 3 beschreven. Voor een nauwkeurige bepaling van de verontreiniging van de lucht door schadelijke stoffen wordt

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

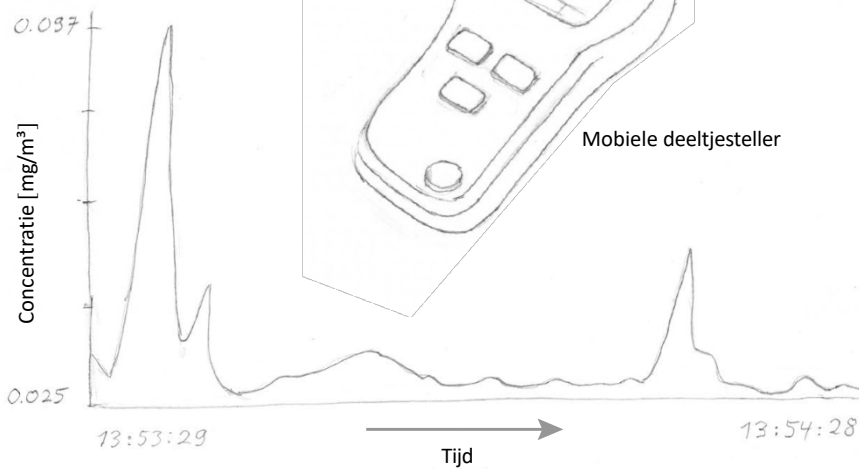
FID-meetapparatuur hebben we al in detail beschreven in hoofdstuk 3. Deeltjes- en aerosolmeetapparatuur is al lange tijd de standaard voor cleanrooms. Er is al tientallen jaren geen operatiekamer in een ziekenhuis en geen productieruimte voor microprocessoren meer waar bij de inbedrijfstelling van het ventilatiesysteem geen deeltjestellers worden gebruikt om de werking aan te tonen. In principe wordt hiermee eenvoudig en duidelijk aangetoond dat de lucht in een dergelijke cleanroom echt schoon en vrij van de kleinste deeltjes is. Daarvoor dient de deeltjesteller.

Hoe deeltjes worden gemeten

Deeltjestellers kunnen met behulp van een complex optisch systeem en laserstralen analyseren of er minuscule deeltjes in de lucht aanwezig zijn. Daarbij wordt het aantal deeltjes geteld en tegelijkertijd de grootte van de deeltjes onderzocht, d.w.z. hun aerodynamische diameter bepaald.

Mobiele deeltjesteller

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



Afbeelding 45

De deeltjesmeettechniek moet worden aangepast aan de situatie.

Net als in cleanrooms kan ook in productiefaciliteiten, commerciële keukens of machinefabrieken de lucht worden geanalyseerd en het aantal deeltjes worden bepaald. In principe is dit precies dezelfde procedure, maar met één groot en belangrijk verschil: het aantal deeltjes verschilt enorm in vergelijking met cleanrooms! Terwijl in cleanrooms wordt gecontroleerd of er überhaupt PM10-deeltjes in de lucht aanwezig zijn, wordt in de lucht van een keuken of productiefaciliteit het aantal deeltjes gemeten dat in een kubieke meter lucht voorkomt. Vaak gaat het dan om het

Tienduizend keer meer of zelfs nog meer dan in een cleanroom! De deeltjestellers moeten aan deze omstandigheden worden aangepast of er moet de juiste meettechniek worden gekozen.

Praktijkvoorbeeld: deeltjesmeting door luchtverduunning

Toen we 25 jaar geleden de eerste deeltjesmetingen in zulke sterk vervuilde ruimtes uitvoerden, probeerden we conventionele deeltjesmeters te gebruiken, omdat er toen nog nauwelijks geschiktere meettechnieken beschikbaar waren. Zoals u zich kunt voorstellen, waren deze eerste metingen vaak niet valideerbaar, niet reproduceerbaar en van zeer slechte kwaliteit, omdat de deeltjestellers volledig overbelast waren door de hoge deeltjesconcentraties. Een eerste poging tot verbetering was het gedefinieerd verdunnen van de te analyseren lucht. Dat betekent dat de te analyseren lucht met behulp van geschikte verdunningsfasen bijvoorbeeld 1000 keer werd verdund met zuivere, deeltjesvrije lucht. Deze verdunde lucht werd vervolgens gemeten met conventionele deeltjestellers en het resultaat werd geëxtrapoleerd met de factor 1000. Door de gelijktijdige verdere ontwikkeling van de deeltjestellers werden de apparaten later minder gevoelig voor zeer hoge deeltjesconcentraties en werden de meetresultaten steeds nauwkeuriger.

Moderne apparaten zorgen voor nauwkeurige metingen

De huidige deeltjestellers kunnen zelfs zeer vervuilde binnenlucht met dezelfde nauwkeurigheid analyseren als waarmee we al tientallen jaren in cleanrooms gewend zijn. De branche 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 gebruiken bij de inbedrijfstelling van nieuwe ventilatiesystemen.

Helaas is dit geen misverstand!

De optimale functionaliteit van ventilatiesystemen wordt gewoonweg voor lief genomen, zonder meetbewijzen.

De perfecte werking van een ventilatiesysteem, de efficiëntie van het opvangen en afzuigen en het afscheiden en filteren van schadelijke stoffen uit de luchtstroom, dat alles wordt stilzwijgend vooropgesteld en als vanzelfsprekend beschouwd. Volgens het motto: het komt wel goed en het zal wel in orde zijn. Men wil meestal niet echt weten of dat ook zo is en transparantie door middel van analyse en documentatie is al helemaal uit den boze.

Meettechniek is een must voor het bereiken van een optimale luchtkwaliteit

Hoe complex de taken in de ventilatietechniek, zoals het detecteren en afzuigen, het filteren en afscheiden en het ventileren met verse lucht, werkelijk zijn, hebben we in de vorige hoofdstukken uitgebreid toegelicht. Om deze redenen is meettechniek een must om aan te tonen dat de binnenlucht echt vrij is van schadelijke stoffen. Er is geen excuus om deze meettechniek niet regelmatig toe te passen.

Ontbrekende meetgegevens bij ozonluchtreinigers

Met geschikte meetapparatuur kunnen ook gevaarlijke gassen zoals ozon meetbaar worden gemaakt. 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 opleveren.

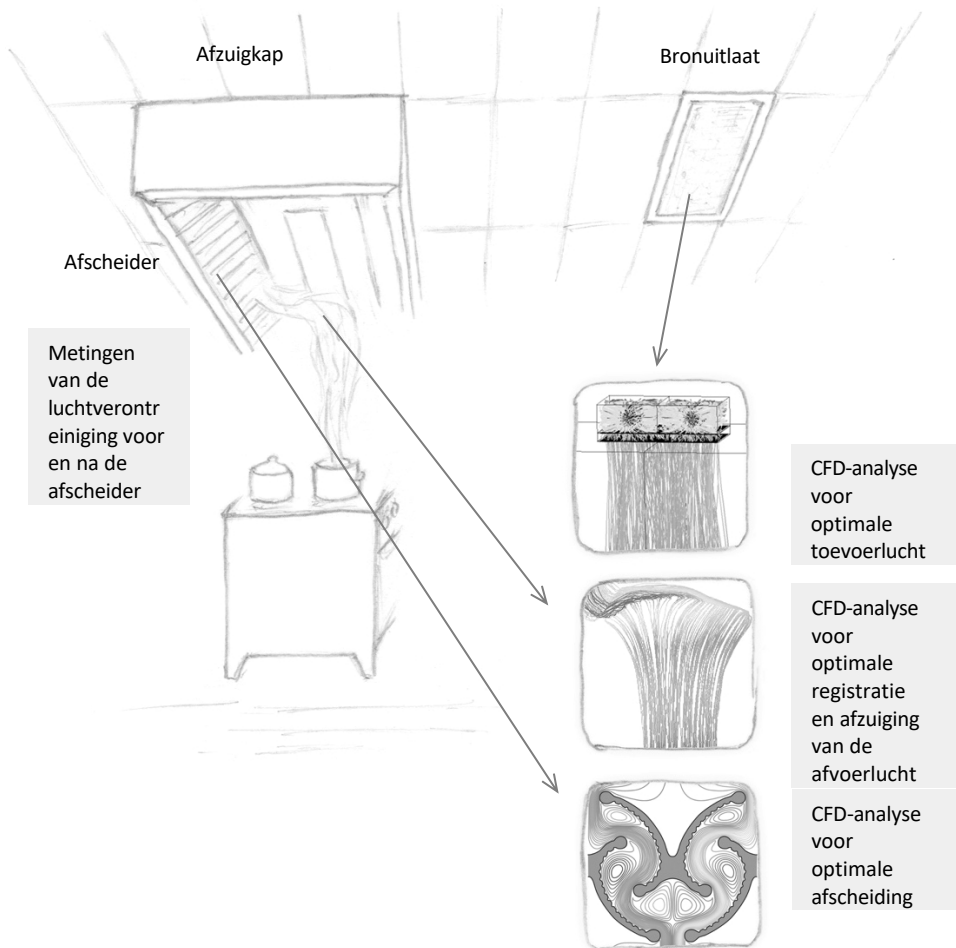
Serieuze ventilatietechniek is wetenschappelijk onderbouwd

Net als in de vorige hoofdstukken blijkt ook hier weer dat serieuze productontwikkeling op het gebied van ventilatietechniek en luchtzuivering een wetenschappelijk onderbouwde aanpak vereist. Met grootse beloften in aantrekkelijk vormgegeven reclamefolders wordt in onze branche maar al te vaak iets anders gesuggereerd. Blijf hier absoluut alert op en stel dergelijke beloften kritisch in vraag.

Conclusie

Ik hoop dat ik u met mijn opmerkingen bewust heb gemaakt van dit onderwerp en u enkele interessante informatie heb kunnen geven. Nu is de cirkel rond- , van efficiënte registratie en afzuiging in hoofdstuk 1 tot 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 gecontroleerd en geoptimaliseerd.

Slotwoord

U hebt nu alle hoofdstukken van dit boek gelezen, die oorspronkelijk afkomstig zijn uit onze podcast.

"Misverstanden in de ventilatietechniek en luchtzuivering". Ik hoop dat ik u hiermee enkele ideeën heb kunnen geven. Een concurrent heeft onlangs kritiek geuit op de inhoud van de podcast. Hij vond het allemaal te oppervlakkig en had meer van mij verwacht. Zoals ik al elders heb vermeld, was het mijn bedoeling om de onderwerpen rond ventilatietechniek en luchtzuivering toegankelijk te maken en zo kort mogelijk te houden. Ik wilde geen wetenschappelijk artikel schrijven. De onderwerpen in onze ventilatiebranche zijn nogal nicheonderwerpen, waar de grote massa niet in geïnteresseerd is. Daarom vond ik het belangrijk om de misverstanden ook voor mensen buiten de branche op een eenvoudige en begrijpelijke manier uit te leggen. Ik hoop dat dat gelukt is.

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

Ik vind het belangrijk om onze branche aantrekkelijk te maken voor jonge mensen, want luchtzuiverheid is een belangrijk onderwerp en zal dat ook in de toekomst blijven. Daarom moet dit thema met zorg en verantwoordelijkheidsgevoel worden benaderd.

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

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

Parallel aan ons boekproject is er nu ook een nieuwe podcast. Deze heeft als titel "Luftpost".



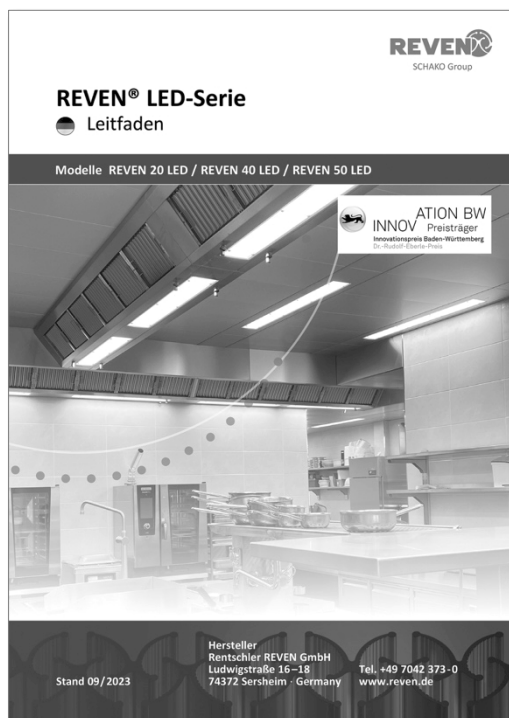
Deze nieuwe podcastserie gaat over gezonde lucht. Ik stel mensen en bedrijven voor die zich bezighouden met luchtzuivering en ventilatietechniek. Daarbij worden actoren uit de meest uiteenlopende sectoren geïnterviewd en worden technologieën besproken. Ik heb voor deze titel gekozen vanwege de associatie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

U vindt deze onder de link **reven.news/luftpost**. De eerste afleveringen staan online.

Als u zelf actief bent in de ventilatie- of luchtzuiveringsbranche, kunnen we graag samen een aflevering van de podcast maken. Ik kom daarvoor ook graag naar u toe. Neem gewoon contact met mij op **viamarketing@reven.de**.

Interessante informatie van REVEN

De handleiding voor LED-lampen



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

Juist in commerciële keukens is de juiste verlichting van groot belang. Daarom moet bij de planning rekening worden gehouden met aspecten als helderheid, contrast en kleur. 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.

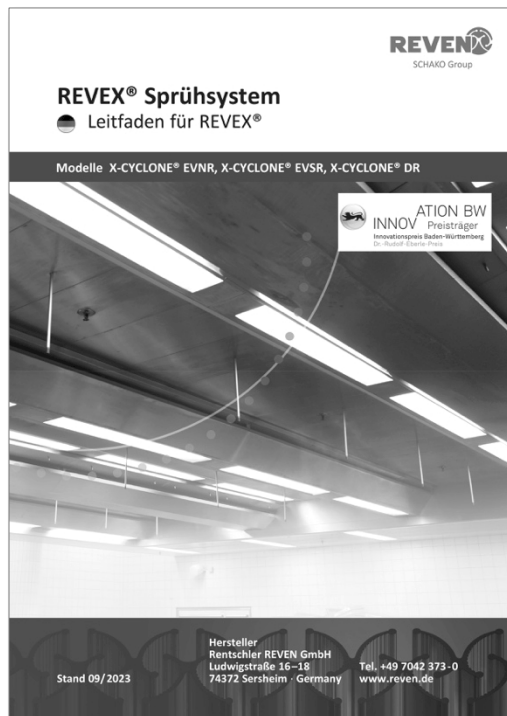
De brochure RSC-regeling



Om de economische efficiëntie van ventilatiesystemen in grootkeukens te verbeteren, biedt Rentschler REVEN de intelligente automatische regeling RSC aan. Het systeem past de toevoer- en afvoerlucht hoeveelheid traploos aan de kookactiviteiten aan, geheel in lijn met de innovatieve norm Industrie 4.0.

In onze brochure vindt 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 voor een perfecte werking van de installatie, beperkt het brandgevaar en voorkomt de groei van micro-organismen in de installatie. Bovendien beschermt het de gezondheid van het keukenpersoneel.

Misverstanden in de ventilatietechniek en luchtzuivering

Het boek

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

"... de podcast over luchtstromen heeft me nieuwsgierig gemaakt naar meer ..."

"... ik wil u feliciteren met de interessante podcast 'Misverstanden in ventilatietechniek en luchtzuivering' en bedanken u voor de informatie ..."

„... hartelijk dank voor de zeer 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 opsteken voor de praktijk en voor toekomstige projecten. Ik zou het leuk vinden om samen met u de volgende keukeninstallatie te bouwen ..."

"... Ik wil u feliciteren met de podcast. Het onderwerp is ook voor mensen zoals ik, die niet zo bekend zijn met de materie, heel begrijpelijk ..."

„... als aandachtige luisteraar van uw podcast wil ik van de gelegenheid gebruik maken om het voor 2023 aangekondigde vakboek te bestellen. Ik kijk uit naar meer afleveringen over 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 betere perceptie 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 in de klimaat- en ventilatiebranche en mensen die vanuit een verwante branche overstappen, met name ventilatieontwerpers in de machinebouw en de voedingsmiddelenindustrie, uitvoerende bedrijven, deskundigen, exploitanten en ontwerpers van grootkeukens.

● LUCHT ● KLIMAAT ● KOLT
E

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