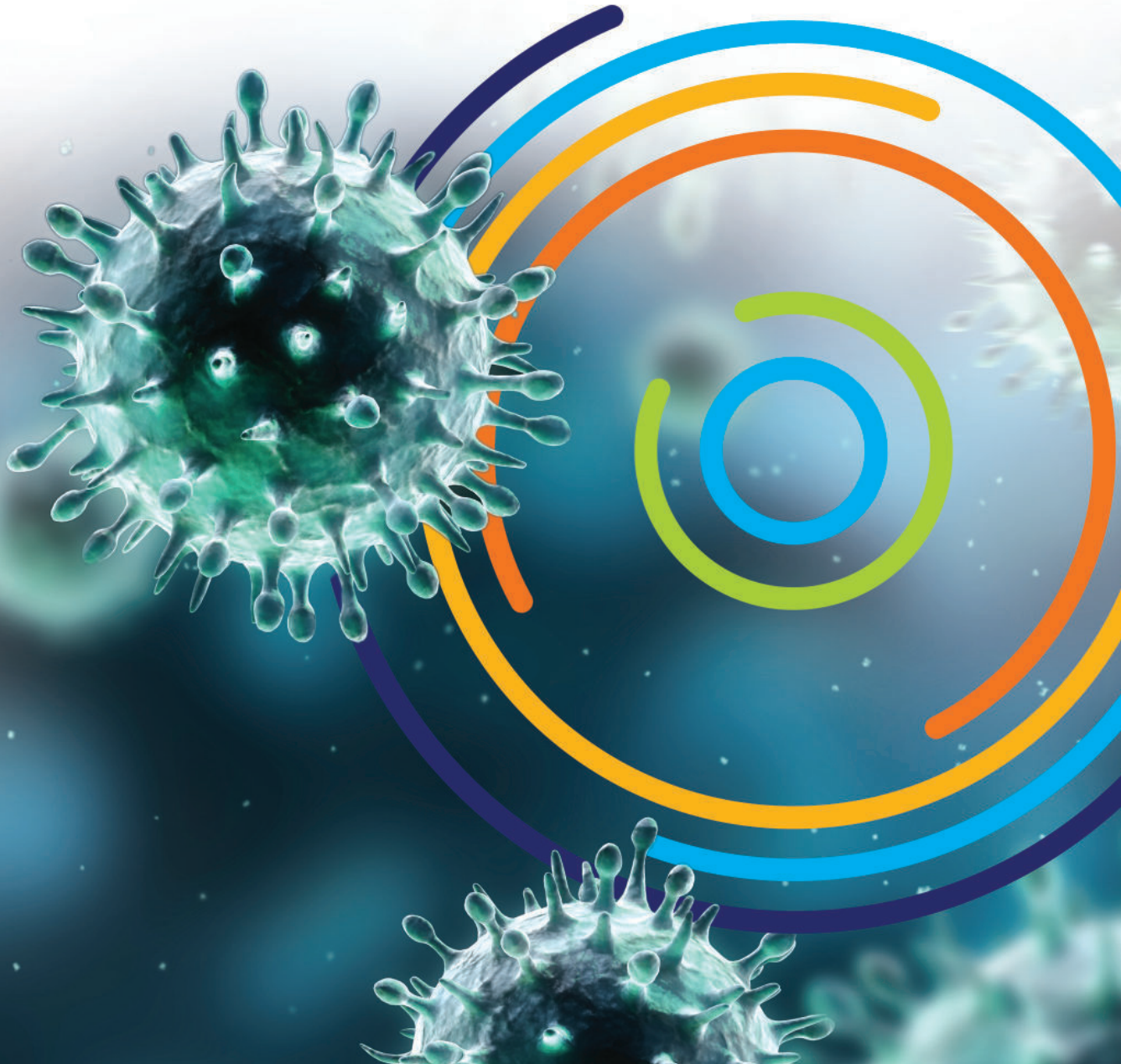


Richtlijn Luchtreiniging voor reductie pathogenen



Rapporttitel: Richtlijn Luchtreiniging voor reductie pathogenen

Versienummer: BKN-RLRP-2023-01

Datum: 1 februari 2023

Opdrachtgever:  **Binnenklimaat**
NEDERLAND

Contactgegevens: Binnenklimaat Nederland
Zilverstraat 69
Postbus 190
2700 AD Zoetermeer
T 079 – 353 13 02
E info@binnenklimaatnederland.nl
I www.binnenklimaatnederland.nl

De realisatie van deze publicatie werd verzorgd door de werkgroep, die als volgt was samengesteld:

Franchimon ICM	dr. ir. F. (Francesco) Franchimon Rapporteur
Euromate B.V.	S. (Sjoerd) Gersonius expert werkgroep
IonAir B.V.	J. (Jeroen) Posthumus expert werkgroep
PlasmaMade B.V.	G. (Gilles) van der Kuil expert werkgroep
PlasmaMade B.V.	H. (Hendrik) Waanders expert werkgroep
VFA Solutions B.V.	E. (Eliane) Khoury expert werkgroep

De volgende partijen buiten de werkgroep zijn geklankbord bij de realisatie van de publicatie:

Zehnder Group Nederland B.V.	J. (Jochem) Huis in 't Veld
AL-KO Luchttechniek B.V.	E. (Erik) van Hilst
WOLF Energiesystemen B.V.	M. (Martin) Wendels
OC Verhulst	R. (Richard) Klazinga
Systemair B.V.	T. (Toine) van den Boomen
Trox Nederland B.V.	R. (Remo) Cossu

De werkgroep heeft haar uiterste best gedaan om een kwalitatief document op te stellen. Mocht u desalniettemin inhoudelijke onjuistheden zien of aanpassingsvoorstellen hebben voor de inhoud, dan kunt u contact opnemen via info@binnenklimaattechniek.nl. Uw feedback kan eventueel gebruikt worden voor een toekomstige actualisatie van deze richtlijn.

De publicatie is uitgegeven en wordt beheerd door stichting Binnenklimaattechniek.
Korenmolenlaan 4, 3447 GG, Woerden | www.binnenklimaattechniek.nl

Heeft u vragen over de publicatie, stuur een email naar: info@binnenklimaattechniek.nl

Vormgeving: Vicky Capitein | Het Licht Multimedia
© Binnenklimaattechniek | februari 2023

Inhoud

1. Definities	4
2. Aanleiding	5
3. Ventilatie en luchtreiniging	6
4. Scope	7
5. Overzicht Luchtreinigingstechnieken	8
6. Bepalingsmethoden voor prestatie Luchtreinigingstechnieken	9
6.1 Bepalen van Clean Air Delivey Rate (CADR) volgens ANSI/AHAM	9
6.1.1 Laboratoriumtesten in voorgeschreven ruimte	9
6.1.2 Efficiency van het filtermedium en/of activatie mechanisme in doorstroomapparaten	9
6.1.3 Grenswaarden voor ozonconcentratie veroorzaakt door luchtreiniger	10
6.1.4 Grootte van de testruimte	10
6.2 Bepalen van capaciteit op ruimteniveau	10
7. Luchtreinigingstechnieken	12
7.1 HEPA-filters	12
7.2 Gesloten Ionisatie	13
7.2.1 Elektrostatische precipitator (ESP)	13
7.2.2 Elektrostatische Filtratie	14
7.3 Open bipolaire ionisatie	15
7.4 Upper room UV-C	16
7.5 Gesloten UV-C	17
8. Literatuurlijst	18

1. Definities

Aerosol

Is een suspensie van deeltjes in een gas die vast, vloeibaar of een combinatie van beide kan zijn [1]. De WGO definieert 'aerosolen' als: zeer kleine druppels of druppelkernen ($\leq 5 \mu\text{m}$) afkomstig uit de luchtwegen van een besmette persoon, waarbij de content (virusdeeltjes) in staat is een andere persoon te besmetten. Deze aerosolen kunnen langdurig (meerdere uren) blijven zweven in de lucht. Voor de duidelijkheid worden aerosolen waarin voldoende infectieus virus aanwezig is voor het besmetten van een persoon in deze onderbouwing 'infectieuze aerosolen' genoemd. Een belangrijke noot is dat aerosolen een bredere definitie kent dan die van de WGO. Aerosolen kunnen ook groter zijn dan $5 \mu\text{m}$ [1;2].

Clean Air Delivery Rate (CADR)

De Clean Air Delivery Rate is een maat voor het reinigend vermogen van een apparaat op verontreinigingen als tabaksrook, pollen en (fijn)stof.

Doorstroomapparaat

Een apparaat waar lucht door middel van een ventilator behorende bij het apparaat doorheen stroomt met tot doel aerosolen te filteren en/of pathogenen te inactiveren.

Pathogeen

Een ziekteverwekker van biologische oorsprong, meer specifiek een micro-organisme of biologisch deeltje, dat een infectieziekte kan veroorzaken.

Inactiveren

Het aantasten van de microbiologische structuur waardoor het organisme niet meer ziekmakend is.

Filteren

Het verwijderen van suspensie van deeltjes in een gas die vast, vloeibaar of een combinatie van beide kan zijn door filters.

Open luchtreinigingssystemen

Open luchtreinigingssystemen zijn systemen waarbij gebruikt gemaakt wordt van een inactivatiemechanisme dat op ruimteniveau actief is.

Gesloten luchtreinigingssystemen

Gesloten luchtreinigingssystemen zijn systemen waarbij gebruikt gemaakt wordt van een inactivatie en/of filtratiemechanisme dat binnen de luchtreiniger actief is.



2. Aanleiding

In de 19de eeuw was ventilatie een maatregel om de ziektelast door infectieziekten te reduceren [3]. Naar aanleiding van infectieziekte Covid-19, waarvan de verspreiding grotendeels via de lucht plaatsvindt met een pandemische omvang, moet ventilatie (weer) gezien worden als een belangrijke preventiemaatregel om de overdracht van pathogenen te beperken.

Op initiatief van TVVL, VCCN, ISSO en Binnenklimaat Nederland is het [Masterplan Ventilatie](#)¹ ontwikkeld: praktische tools en andere hulpmiddelen die professionals helpen om de ventilatie in kantoorgebouwen, schoolgebouwen en verpleeghuizen te verbeteren. Het Masterplan Ventilatie heeft ook een rekentool "[Indicator besmettingskansen via aerosolen](#)" ontwikkeld om een indicatie te krijgen van hoeveel een ruimte geventileerd dient te worden om de besmettingskansen op een acceptabel niveau te krijgen en te houden. Nieuwe handvatten zijn nodig omdat de huidige ventilatie-eisen niet ingericht zijn op beperken van verspreidingsrisico's van infectieziekten [4].

Ventilatie is de basis van een gezond binnenklimaat en is daarmee ook van essentieel belang voor het beperken van overdracht van **pathogenen**. De benodigde ventilatie om besmettingskansen te beperken hangt met name af van de besmettelijkheid van het **pathogeen**. Het verlagen van de besmettingskans kan meer ventilatie vergen dan de voorschriften uit het Bouwbesluit 2012 [4]. Veel binnenruimten die voorzien zijn van een vorm van ventilatie conform de geldende bouwregelgeving (of slechter) kunnen daarom over onvoldoende ventilatiecapaciteit beschikken om de besmettingskans voldoende te verlagen. Dit vergt een aanpassing of vergroting van de ventilatiecapaciteit. Het zal niet altijd mogelijk zijn om kosteneffectief en duurzaam het ventilatiesysteem aan te passen of te vergroten in capaciteit. Toch is er handelingsperspectief: ventilatie aanvullen met luchtreinigingstechnieken. Echter ontbreekt er een richtlijn met objectieve informatie over de toepassing van luchtreinigingstechnieken.

¹ Het Masterplan Ventilatie is een initiatief van TVVL, VCCN, ISSO en Binnenklimaat Nederland

3. Ventilatie en luchtreiniging

Luchtreiniging is naast ventilatie een effectieve manier om de concentratie van **pathogenen** in de binnenruimte te verlagen om zo de besmettingskans van infectieziekten te verkleinen. Luchtreinigingstechnieken kunnen (mits correct toegepast) de lucht namelijk reinigen van pathogenen door ze te inactiveren of de aerosolen die pathogenen kunnen bevatten uit de lucht te filteren. Ventileren zorgt er voor dat **aerosolen** die worden uitgestoten door mensen tijdens ademen, praten en schreeuwen verdund en uiteindelijk afgevoerd worden uit de ruimte, terwijl luchtreinigers aerosolen uit de lucht verwijderen en/of pathogenen inactiveren. Het is essentieel om ventilatie nooit te vervangen door luchtreiniging. Luchtreiniging is een (belangrijke) aanvulling op ventilatie.

Steeds vaker wordt de CO₂-concentratie gemonitord in binnenruimten. Het is belangrijk is om te benoemen dat dit geen een-op-een relatie heeft tot de aerosolconcentratie. De wijze van stemgebruik is een voorbeeld van een bepalende factor voor het aantal geproduceerde aerosolen door mensen. Dat maakt CO₂-concentratie monitoring niet minder zinvol, maar het heeft een ander doel. De CO₂-concentratie is een indicator voor de ventilatiekwaliteit.

Luchtreinigingstechnieken worden steeds vaker toegepast in woningen, kantoorgebouwen, scholen, binnensportaccommodaties, verpleeghuizen etc. Door de toenemende toepassing en aandacht voor deze technieken – en daarmee de toename in het aanbod luchtreinigingsapparaten – is er steeds meer vraag naar veiligheid- en kwaliteitscriteria van de technieken. Deze criteria worden in deze richtlijn per techniek specifiek toegelicht.

Duidelijke richtlijnen ontbreken om de prestatie van luchtreinigingstechnieken vast te stellen en de veiligheid voor mensen goed te borgen. Hierdoor bestaat het risico dat apparaten worden geïnstalleerd of geplaatst die onvoldoende rekening houden met de prestatie en veiligheid van de gebruikers.

Het doel van deze richtlijn is om kennis rondom de werking van luchtreinigingstechnieken en de randvoorwaarden waarbij deze veilig en gezond worden toegepast beschikbaar te stellen. Speciale aandacht gaat ook uit naar het beoordelen van de prestatie van een luchtreinigingsapparaat.

Het is aan de installatieprofessional om ventilatie en luchtreiniging optimaal met elkaar te laten samenwerken. Dit vergt kennis over de werking, toepassingsgebieden en randvoorwaarden van luchtreinigingstechnieken.



4. Scope

Deze richtlijn is uitsluitend gericht op luchtreiniging in relatie tot filteren en/of inactiveren van **pathogenen**. Luchtreinigingstechnieken die de lucht filteren kunnen ook effectief zijn tegen chemische luchtverontreinigingen of fijnstof in het algemeen. Deze aspecten vallen buiten de scope van deze richtlijn.

Deze richtlijn geldt voor op zichzelf-staande producten die één of een combinatie van de volgende luchtreinigingstechnieken toepassen: HEPA-filters, UV-C, bipolaire ionisatie, en elektrostatische precipitator (ESP), elektrostatische filtratie. Luchtfiltratie die in de luchttoevoer van mechanische ventilatiesystemen of luchtbehandelingsystemen van gebouwen is geïntegreerd valt buiten de scope van deze richtlijn.

5. Overzicht Luchtreinigingstechnieken

In deze richtlijn wordt onderscheid gemaakt tussen luchtreinigingstechnieken die aerosolen **filteren** en technieken die de pathogenen die in aerosolen opgesloten zitten **inactiveren**, zodat zij niet meer mensen kunnen besmetten. In de onderstaande technologie-matrix zijn de eigenschappen van de luchtreinigings-

technieken en aandachtspunten op productniveau weergegeven. Dit is een beknopte weergave. De toelichting onder de matrix zijn randvoorwaarden en deze zijn onlosmakelijk verbonden met de inhoud van de matrix. De uitgebreidere informatie per techniek is beschikbaar in de omschrijving van de technieken.

Techniek	Ionisatie		HEPA filters	(UVGI)	
	Gesloten Ionisatie (Luchtreinigers)	Open Ionisatie (bipolair)	Gesloten (Luchtreinigers)	Open UV-C UV-C armaturen	Gesloten UV-C UV-C luchtreinigers
Beschrijving	Aerosolen in de luchtstroom worden met ionen elektrisch geladen zodat pathogenen geïnactiveerd worden om ze vervolgens op te vangen in een filter of een geladen collector.	Pathogenen die in aerosolen zitten worden in de ruimte geïnactiveerd door middel van positieve en negatieve ionen	Aerosolen in de ruimte worden afgevangen uit de luchtstroom door het luchtreinigingsapparaat	Pathogenen die in aerosolen zitten worden geïnactiveerd door UV-C licht in een zone van de ruimte	Pathogenen die in aerosolen zitten worden geïnactiveerd met UV-C licht in het luchtreinigingsapparaat
Eigenschappen voor luchtreinigingstechnieken					
Verwijderen van micro-organismen en/of virussen	ja	nee	ja	nee	nee
Inactiveren van micro-organismen en/of virussen	ja	ja	nee	ja	ja
Aandachtspunten op productniveau					
Potentieel Risico	Ozon	Ozon		Ozon Straling	Ozon Straling
Risico voor Veiligheid	Nee, mits voldaan wordt aan opmerking 1	Nee, mits voldaan wordt aan opmerking 2	Nee	Nee, mits zie voldaan wordt aan opmerking 3	Nee, mits zie voldaan wordt aan opmerking 3
Geluid	< 40 dB(A) Opmerking 4	n.v.t.	< 40 dB(A) Opmerking 4	n.v.t.	< 40 dB(A) Opmerking 4
Toepassing binnen in de ruimte	ja	nee	ja	ja	ja
Toepassing in de toevoerlucht	nee	ja	nee	nee	nee
Toepassing in retourlucht	nee	nee	nee	nee	nee

Opmerking 1: De ozonconcentratie mag buiten het luchtreinigingsapparaat niet boven de grenswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie komen en dient gemeten te worden conform CEN EN 14625:2012(MAIN).

Opmerking 2: Er is een verplichting om de ozonconcentratie continu te monitoren zodat de grenswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie nimmer wordt overschreden. Het systeem moet bij de te hoge ozonconcentraties automatisch uitschakelen.

Opmerking 3: Veiligheids- en gezondheidseisen voor andere ozon en toelaatbare blootstelling van UV-C straling conform IEC PAS 63313 en NEN-EN-IEC 62471:2008

Opmerking 4: Deze geluiddruk ligt hoger dan de eisen uit Bouwbesluit artikel 3.7 Bescherming tegen geluid van installaties, nieuwbouw. Voor bijeenkomstfunctie kinderopvang en onderwijsfunctie geldt een grenswaarde van 40 dB(A).



6. Bepalingsmethoden voor prestatie Luchtreinigingstechnieken

Een eenduidige bepalingmethode voor de prestatie van luchtreinigingstechnieken is voorwaardelijk om tot de juiste afweging te komen voor de toepassing ervan. De hoeveelheid luchtreiniging (luchtverversing) van een luchtreinigingsapparaat wordt uitgedrukt in een **Clean Air Delivery Rate (CADR)** met de eenheid m³/h. Naast deze luchtreinigingscapaciteit zijn andere kwaliteitscriteria van belang. In deze richtlijn zijn daarom additionele voorwaarden gesteld met betrekking tot:

- i. de efficiency van het filtermedium en/of activatiemechanisme in doorstroomapparaten,
- ii. de grenswaarden voor ozonconcentratie veroorzaakt door de luchtreiniger (alleen bij ozon producerende apparaten),
- iii. de grootte van de testruimte (deze moet passend zijn voor de toepassing waarbinnen de luchtreiniger zijn prestatie dient te leveren in de praktijk) en
- iv. de benodigde luchtreinigingscapaciteit voor de betreffende binnenruimte.

6.1 Bepalen van Clean Air Delivery Rate (CADR) volgens ANSI/AHAM

6.1.1 Laboratoriumtesten in voorgeschreven ruimte

De CADR wordt bepaald onder laboratoriumomstandigheden: in een voorgeschreven ruimte en gecontroleerde omstandigheden met betrekking tot ventilatie, temperatuur luchtvochtigheid. Er wordt gebruik gemaakt van de normen uitgegeven door American National Standards Institute (ANSI) en Association of Home Appliance Manufacturers (AHAM). Voor de bepaling van de CADR voor luchtreinigers die werken op basis van filtratie dient de ANSI/AHAM AC-1-2020² gebruikt te worden, en voor luchtreinigers werkend met een inactivatie mechanisme de ANSI/AHAM AC-5-2021³.

Bij beide bepalingmethoden wordt er een keuze gemaakt op welke verontreiniging getest gaat

worden (tabaksrook, pollen, fijnstof of een micro-organisme). Er wordt een bekende concentratie van de verontreiniging in de testruimte aangebracht. De testprocedure bestaat uit twee cycli. Tijdens de eerste cyclus wordt het natuurlijk verval gemeten waarbij de luchtreiniger uitgeschakeld is en in de tweede cyclus het totale verval waarbij de luchtreiniger is ingeschakeld. Het verschil tussen beide is het verval behaald door de luchtreiniger waarmee vervolgens de CADR berekend wordt.

In de documentatie van het product moeten de prestatie indicatoren duidelijk vermeld zijn zoals CADR, energieverbruik en geluidsproductie per gemeten stand waarop het apparaat getest is.

6.1.2 Efficiency van het filtermedium en/of activatie mechanisme in doorstroomapparaten

Het aantal keer dat lucht door of langs de luchtreiniger moet stromen om de binnenlucht voldoende te reinigen is mede afhankelijk van de grootte van de ruimte, efficiency van het filtermedium en/of het inactivatiemechanisme. Om ervoor te zorgen dat doorstroomluchtreinigers ook in de praktijk effect sorteren, is het daarom

belang om de efficiency van het filtermedium en/of activatiemechanisme te bepalen.

De te hanteren standaard om de efficiency van het filtermedium en/of activatiemechanisme is ISO 29463⁴. De ISO 29463 is bedoeld om de efficiency van filtermedia te testen, maar deze methode is

² ANSI/AHAM AC-1-2020. Method for Measuring Performance of Portable Household Electric Room Air Cleaners

³ ANSI/AHAM AC-5-2021. Method for assessing the reduction rate of key bioaerosols by portable air cleaners using an aerobiology test chamber

⁴ NEN-EN 1822-1:2019. Luchtfilters met een hoog rendement (EPA, HEPA en ULPA) - Deel 1: Classificatie, beproevingsmethoden, merken

ook geschikt om de efficiency van het inactivatie mechanisme te bepalen. Voor het testen van de efficiency van een inactivatiemechanisme is het wel vereist dat er getest wordt met een organisme dat als surrogaat erkend wordt waarvoor de efficiency bepaald dient te worden. De Associated American Type Culture Collection (ATCC) heeft een catalogus met test micro-organismes. De bemonstermethode

om de kolonie vormende eenheden (kve) te meten of de plaque-vormende eenheden (pve), dient plaats te vinden door de methode en instrumenten te hanteren conform ISO 16000-36⁵.

De eis voor de minimale efficiency van het filtermedium en/of activatiemechanisme wordt in deze richtlijn gesteld op 90% (log-1-reductie).

6.1.3 Grenswaarden voor ozonconcentratie veroorzaakt door luchtreiniger

Sommige luchtreinigingstechnieken die pathogenen inactiveren produceren ozon. Dit vindt plaats of kan plaatsvinden bij ionisatie (open en gesloten apparaten), Elektrostatische Precipitator/Filtratie en UV-C technologieën. Ozon is een sterk oxiderend gas. Bij hogere concentraties leidt het tot gezondheidsschade. Om die reden zijn er gezondheidsnormen opgesteld om gezondheidsschade te beperken.

Het is daarom belangrijk om de productie van ozon door het luchtreinigingsapparaat te meten. De ozonmetingen dienen conform de CEN EN 14625⁶ uitgeleverd te worden waarin gebruik gemaakt wordt van de ultraviolette fotometrische methode. De grenswaarde dient onder de gestelde blootstellingswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie te liggen (60 µg/m³) [5].

6.1.4 Grootte van de testruimte

De grootte van een ruimte is bepalend voor de prestatie van een luchtreiniger op ruimteniveau. Luchtreinigers die ingezet worden in een grotere ruimte zouden feitelijk ook getest moeten worden in een testruimte die groter is dan 28,5 m³. Hiervoor zijn echter nog geen gestandaardiseerde testprotocollen

voor beschikbaar. Er zijn wel ontwikkelingen om ook voor grotere ruimten testprotocollen te standaardiseren. Zodra deze gestandaardiseerde testprotocollen gepubliceerd worden zal het ook geïntegreerd worden in deze richtlijn.

6.2 Bepalen van capaciteit op ruimteniveau

Het bepalen van een CADR kan plaatsvinden door de benodigde CADR te berekenen om de besmettingskans met een bepaald pathogeen onder een aanvaardbaar niveau te houden. Deze kan berekend worden met de rekentool "Indicator besmettingskansen via aerosolen" van het Masterplan Ventilatie.

De CADR bepaling biedt bij een laboratoriumtest een goed beeld over de prestatie van een luchtreiniger onder constante omstandigheden zoals temperatuur, luchtvochtigheid en luchtmenging. Vooral de luchtmenging zal in nagenoeg alle gevallen niet ideaal zijn bij het toepassen van luchtreinigers in de praktijk. De wijze waarop de ventilatielucht wordt

toegevoerd aan de ruimte (ventilatieprincipe) en de positie van de luchtreiniger is bepalend voor de prestatie op ruimteniveau in een binnenruimte.

De ventilatie-effectiviteit hangt samen met onder andere het temperatuurverschil tussen de temperatuur van de toegevoerde lucht en de temperatuur van de lucht in de ademzone en het ventilatie principe.

Het is belangrijk om de luchtstromen te kennen om de werking van de luchtreiniging goed te kunnen inschatten. Bij een ventilatiesysteem dat gebaseerd is op het principe van luchtmenging moet goed

⁵ ISO 16000-36:2018(en). Indoor air — Part 36: Standard method for assessing the reduction rate of culturable airborne bacteria by air purifiers using a test chamber

⁶ CEN EN 14625:2012(MAIN). Ambient air - Standard method for the measurement of the concentration of ozone by ultraviolet photometry



ingeschat worden in hoeverre de lucht ideaal gemengd wordt. Bij een ventilatiesysteem dat gebaseerd is op het principe van verdringing is het belangrijk om de luchtstromingen te kennen.

De positionering van de luchtreiniger is eveneens bepalend voor de prestaties op ruimteniveau. Obstructies, door bijvoorbeeld meubilair hebben uiteraard ook invloed op de prestatie van de luchtreiniger.

Extra capaciteit van de luchtreiniging ter compensatie van de bovengenoemde praktijksituaties is verstandig.

7. Luchtreinigstechnieken

7.1 HEPA-filters

Omschrijving:

Het filtermedium bestaat uit vezelig materiaal dat deeltjes afvangt en daarmee uit de lucht verwijderd. De efficiency wordt onder andere bepaald door de deeltjesgrootte, filterdikte en filter porositeit. Het filtermedium kan elektrostatisch geladen worden om de efficiency te verhogen. Alleen filtermedia die efficiency hebben vanaf 99,75% vallen in de categorie HEPA. Dit betekent dat 99,75% van de meest doordringende deeltjes (most penetrating particle size) met een grootte van $0,1 \mu\text{m}$ worden afgevangen. Dit filtermedium geeft een relatief hoge luchtweerstand die door de ventilator gecompenseerd wordt.

In naakte vorm zijn pathogenen nagenoeg altijd groter dan 100 nm ($0,1 \mu\text{m}$). Pathogenen die in respiratoir druppels (bio-aerosolen) zitten en worden uitgestoten door mensen zijn grotendeels groter dan ($0,1 \mu\text{m}$), ook als zij deels kleiner worden door verdamping.

De informatie over HEPA-filters in deze richtlijn zijn geënt op de doorstroomapparaten.

Aandachtspunten:

- Geluidsproductie bij elke stand van het reinigungsapparaat.
- Voorkomen van onbedoelde bypass van lucht rondom het filter in het reinigungsapparaat.
- Tijdig vervangen van HEPA-filters.
- Positionering in de ruimte.
- Bij vervangen filters Persoonlijke BeschermingsMiddelen (PBM's) gebruiken (volgens aanwijzing fabrikant).

Randvoorwaarden:

- Kwaliteitseisen conform IEC 60335-2-65.
- Drukverschilmeter om tijdig vervuiling te detecteren en de CADR te waarborgen.
- Maximale geluidsdruk van 40 dB(A).

Toepassing:

Reinigungsapparaten met luchtdoorstroming.



7.2 Gesloten Ionisatie

7.2.1 Elektrostatische precipitator (ESP)

Omschrijving

Een elektrostatische precipitator (ESP) maakt gebruik van hoog-voltage elektroden om langsstromende deeltjes te laden. De geladen deeltjes worden door elektrisch geladen/geaarde platen afgevangen. De luchtsnelheid bepaalt voor een deel de efficiency van de ESP. Wanneer de platen vervuild raken, kan de efficiency afnemen. Deeltjes van groot tot klein worden geladen en afgevangen. De efficiency per deeltjesgrootte verschilt. Bij het laden ontstaat ozon. Ozon is hyperreactief waardoor snel chemische reacties met andere stoffen in de lucht ontstaan. Deze nieuwe verbindingen worden ook wel bijproducten genoemd. De productie van ozon moet daarom onder de gestelde blootstellingseisen ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) blijven.

Pathogenen die in respiratoir druppels (bio-aerosolen) zitten en worden uitgestoten door mensen kunnen geladen worden en afgevangen worden met ESP. Het geladen bio-aerosol kan ook pathogenen inactiveren die hierin zitten.

Aandachtspunten

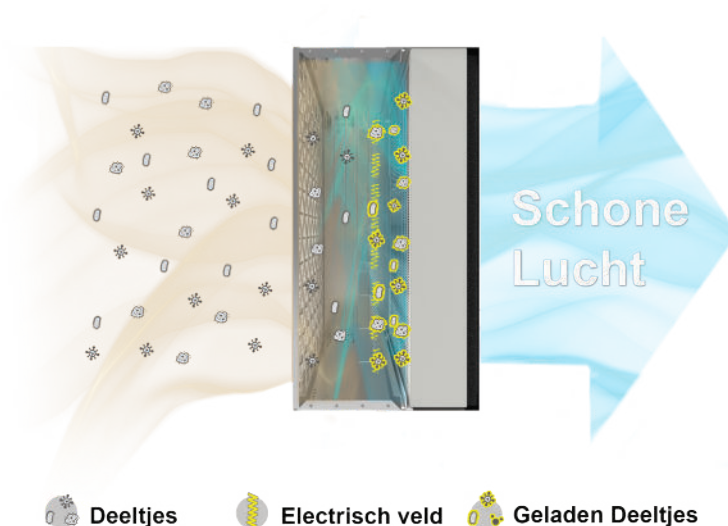
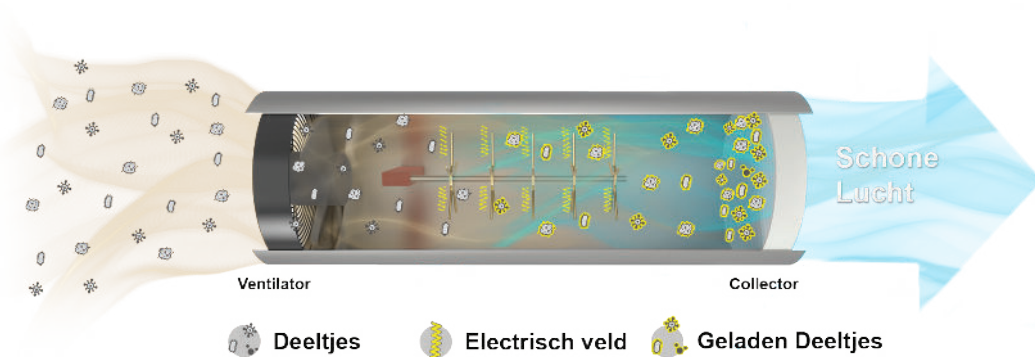
- Geluidsproductie bij elke stand van het reinigingsapparaat.
- Tijdig schoonmaken van collectoren.
- Positionering in de ruimte.
- Gevoelig voor overmatige vervuiling (bijvoorbeeld olie).
- Veilige materialen in luchtreinigers gebruiken ter voorkoming van productie van ultrafijnstof.

Randvoorwaarden

- Kwaliteitseisen conform IEC 60335-2-65, specifieke aandacht voor blootstelling aan hoge spanning.
- Ozon-meting van apparaat volgens CEN EN 14625:2012.
- Maximale geluidsdruk van 40 dB(A).
- Na-filter verplicht.

Toepassing:

Reinigingsapparaten met luchtdoorstroming.



7.2.2 Elektrostatische Filtratie

Omschrijving

Elektrostatische filtratie door gesloten ionisatie kan gebruik maken van verschillende technieken om langsstromende deeltjes te laden. Voorbeelden zijn plasma, coronaraden, coronanaalden. De geladen deeltjes worden afgevangen door een statische- collector/filter. Het systeem in zijn geheel (ionisatie- en collectorsectie samen) heeft een hogere filtratieklasse dan van enkel het filter zelf. Deeltjes van groot tot klein worden geladen en afgevangen. De efficiency per deeltjesgrootte verschilt. Bij het laden ontstaat ozon. Ozon is hyperreactief waardoor snel chemische reacties met andere stoffen in de lucht ontstaan. Deze nieuwe verbindingen worden ook wel bijproducten genoemd. De productie van ozon moet daarom onder de gestelde blootstellingseisen (60 mg/m^3) blijven.

Pathogenen die in respiratoir druppels (bio-aerosolen) zitten en worden uitgestoten door mensen kunnen geladen worden en afgevangen worden met gesloten ionisatie. Het geladen bio-aerosol kan ook pathogenen inactiveren die hierin zitten.

Aandachtspunten

- Geluidsproductie bij elke stand van het reinigingsapparaat.
- Tijdig schoonmaken van collectoren.
- Positionering in de ruimte.
- Veilige materialen in luchtreinigers gebruiken ter voorkoming van productie van ultrafijnstof.

Randvoorwaarden

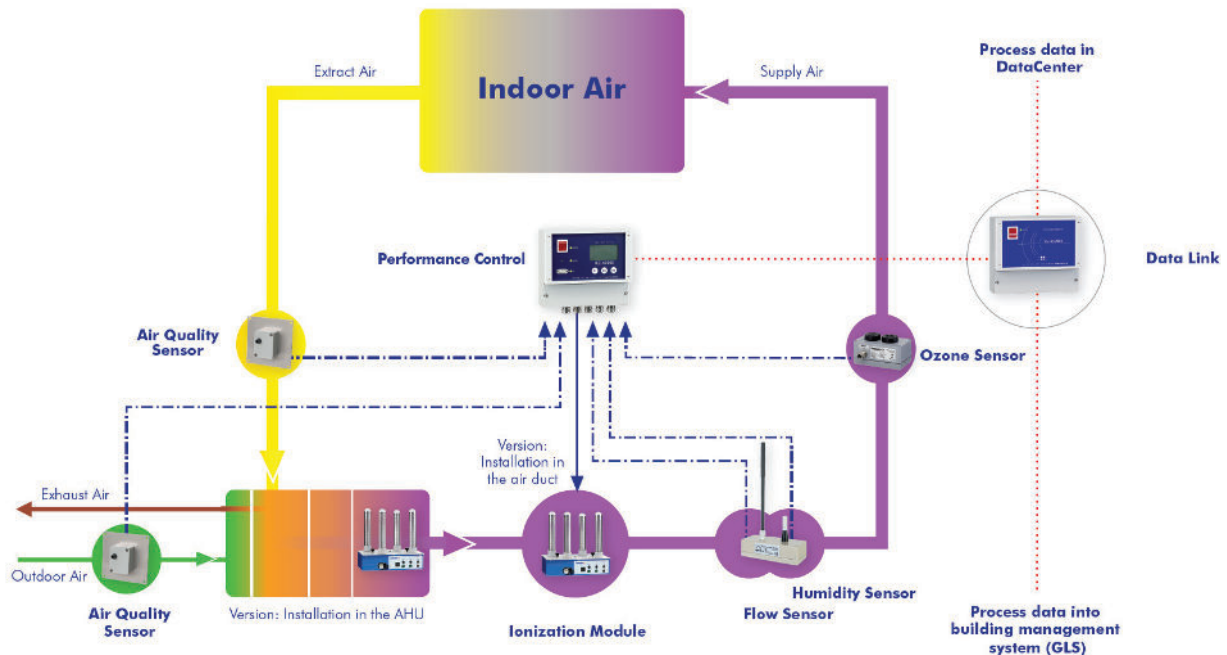
- Kwaliteitseisen conform IEC 60335-2-65, specifieke aandacht voor blootstelling aan hoge spanning.
- Ozon meting van apparaat volgens CEN EN 14625:2012.
- Maximale geluidsdruk van 40 dB(A).

Toepassing:

Reinigingsapparaten met luchtdoorstroming.



7.3 Open bipolaire ionisatie



Omschrijving

Bipolaire ionisatie kan worden toegepast in ventilatiesystemen waarbij zuurstof-ionen worden toegevoerd aan de ruimte via de toegevoerde lucht. Er worden zowel positieve en negatieve ionen gecreëerd waarmee de zuurstofatomen een positieve dan wel negatieve lading krijgen. De geladen zuurstofatomen botsen met de aanwezige luchtverontreinigingen waaronder pathogenen. De ionen inactiveren het pathogeen en de positieve en negatieve ionen trekken elkaar weer aan. Te hoge concentraties zuurstof-ionen zullen leiden tot ozon-vorming. Om die reden moeten bipolaire ionisatie systemen gebaseerd zijn op laag dichtheid intensiteit met betrekking tot ionen-productie.

Bij open ionisatiesystemen vindt de bipolaire ionisatie plaats in de toevoerlucht van de luchtbehandeling. In de toevoerlucht wordt de ozonconcentratie gemeten om te voorkomen dat ozonconcentraties in de ruimte boven de gestelde blootstellingseisen komen. Een regelunit past het ionisatieproces automatisch daarop aan of het ionisatieproces wordt tijdelijk uitgeschakeld. In de toevoerlucht

en de retourlucht van de luchtbehandeling wordt de luchtkwaliteit gemeten om te herkennen wat er in de ruimte gebeurt.

In deze richtlijn vallen open bipolaire ionisatiesystemen die als standalone apparaat in de binnenruimte worden geplaatst niet binnen de scope.

Aandachtspunten

- Installatie wordt uitgevoerd door een daartoe gespecialiseerd bedrijf.

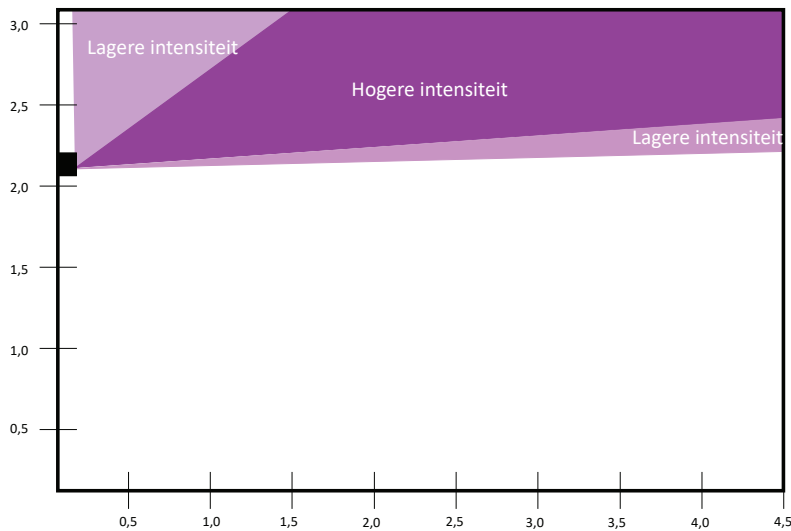
Randvoorwaarden

- Het ionisatiesysteem is uitgerust met een regelunit die het ionisatieproces aanpast bij te hoge ozonconcentraties.
- De ozonsensoren dienen gecorrigeerd te worden door temperatuur.
- De toegepaste ozonsensoren worden bij regulier onderhoud gekalibreerd.

Toepassing

(centrale) Luchtbehandelingssystemen.

7.4 Upper room UV-C



Omschrijving

Upper room UV-C apparaten worden hoog in de ruimte geplaatst (aan het plafond of hoog aan de wand) en zijn voorzien van UV-C lampen. Er wordt een desinfectiezone onder het plafond gecreëerd.

De stralingsintensiteit van de UV-C lampen bepaalt hoelang een pathogeen blootgesteld moet zijn voordat het geïnactiveerd is. De concentratie vermenigvuldigd met de blootstellingstijd bepaalt de dosis die daarvoor nodig is. Voor ieder pathogeen is de noodzakelijke dosis om tot reductie te komen verschillend. De golflengte van de UV-C lamp bepaalt de mate van ozon-productie. De coating op de lamp bepaalt voor een groot deel de UV-C golflengte van de lamp.

Aandachtspunten:

- Geen directe inblik in het apparaat met UV-C lampen, zodat directe blootstelling wordt voorkomen (hoog plaatsen)
- UV-C armaturen moeten aan de fotobiologische veiligheidsnormen voldoen zoals vastgelegd in NEN-EN-IEC 62471:2008.

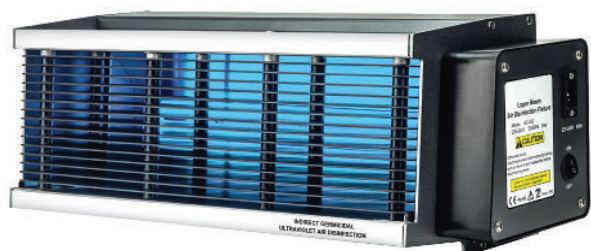
- UV-C lampen kunnen ozon produceren en moeten aan de ozon normen voldoen zoals vastgelegd in IEC PAS 63313:2021.
- Voorkomen van spiegelende oppervlakten van plafond en wanden.
- Commissioning in de praktijk door een gespecialiseerd bedrijf.

Randvoorwaarden:

- Voldoende luchtmenging in de ruimte.
- Geen ontoelaatbare ozonproductie.
- Voorkomen van schadelijke blootstelling van oog en huid aan UV-C straling.

Toepassing:

In ruimte.



7.5 Gesloten UV-C

Omschrijving

Gesloten UV-C luchtreinigingsapparaten hebben UV-C lampen. De lucht stroomt, door middel van een bij het apparaat behorende ventilator, door een UV-C kamer in het apparaat.

De blootstellingstijd hangt af van de lichtsnelheid en de lengte van de UV-C lampen. De stralingsintensiteit van de UV-C lampen bepalen hoelang een pathogeen blootgesteld moet zijn voordat het geïnactiveerd is. De concentratie vermenigvuldigd met de blootstellingstijd bepaalt de dosis die daarvoor nodig is. Voor ieder pathogeen is de noodzakelijke dosis om tot reductie te komen verschillend. De golflengte van de UV-C lamp bepaalt de mate van ozonproductie. De coating op de lamp bepaalt voor een groot deel de UV-C golflengte van de lamp.

De informatie over gesloten UV-C luchtreinigers in deze richtlijn zijn geënt op de doorstroomapparaten.

Aandachtspunten:

- Geluidsproductie bij elke stand van het reinigingsapparaat.
- Kwaliteitseisen conform IEC 60335-2-65.
- Positionering in de ruimte.
- UV-C armaturen moeten aan de fotobiologische veiligheidsnormen voldoen zoals vastgelegd in NEN-EN-IEC 62471:2008.
- UV-C lampen kunnen ozon produceren en moeten aan de ozon normen voldoen zoals vastgelegd in IEC PAS 63313:2021.

Randvoorwaarden:

- Geen ontoelaatbare ozonproductie.
- Voorkomen van schadelijke blootstelling van oog en huid aan UV-C straling.
- Maximale geluidsdruk van 40 dB(A).

Toepassing:

Reinigingsapparaten met luchtdoorstroming.

8. Literatuurlijst

- [1] Tang JW, Bahnfleth WP, Bluysen PM, et al. Dismantling myths on the airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2). *J Hosp Infect.* 2021;110:89-96.
- [2] Milton DK. A Rosetta Stone for Understanding Infectious Drops and Aerosols. *J Pediatric Infect Dis Soc.* 2020;9(4):413-415.
- [3] Morawska L., e.a., 2021. A paradigm shift to combat indoor respiratory infection. *Science* 4(372): (6543):689-691
- [4] Alders E.E., e.a., 2020. Corona en de toekomst van ventilatie-eisen in Nederland. *TVVL Magazine* 5 oktober 2020.
- [5] WHO, 2021. WHO Global Air Quality Guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.







Deze publicatie wordt u aangeboden door:

Deze publicatie is ontwikkeld door:
www.binnenklimaattechniek.nl



Heeft u een opmerking of een vraag?
Wij helpen u graag via **www.binnenklimaattechniek.nl**

© Binnenklimaattechniek | februari 2023