

Ventileren, fijn stof en gezondheid

1. Inleiding

Dat het binnen brengen van frisse lucht belangrijk is, is meer dan duidelijk. De meest gebruikelijke manier om frisse lucht in een gebouw te krijgen is door te ventileren. Professionals in de gezondheidszorg adviseren ventilatie om bijvoorbeeld luchtwegklachten te verminderen. Tevens is aangetoond dat productiviteit en welbevinden bevorderd worden naarmate er voldoende frisse lucht aanwezig is.

Zomaar buitenlucht naar binnen blazen om te ventileren kan echter in veel gevallen ook negatieve gevolgen hebben, aangezien met de ventilatielucht ook fijn stof naar binnen geblazen wordt. In de VS is aangetoond dat in gebouwen waarin minder geventileerd werd mensen minder blootgesteld worden aan fijn stof en er bij deze mensen vervolgens minder COPD, hartklachten en longontsteking optrad. Met name de nano deeltjes (ultrafijn stof < 0,1 micrometer) in stedelijke omgeving vooral afkomstig van (diesel)verkeer, zijn gezondheidsdeskundig verdacht. Dit is echter geen reden om niet te ventileren, maar wel een reden om iets aan het fijn stof probleem te doen.

1.1 (Ultra)fijn stof en gezondheid

Al langere tijd is bekend dat hoge concentraties fijn stof schadelijk voor de gezondheid zijn. Epidemiologische studies geven inzicht in verbanden tussen blootstelling aan fijn stof en effecten op korte en langere termijn. Ook komen uit deze epidemiologische studies aanwijzingen naar voren dat met name deeltjes die afkomstig zijn van verbrandingsprocessen, zoals van wegverkeer, serieus schadelijk voor de gezondheid zijn.

Grof gesproken zijn deeltjes groter dan 2,5 micrometer (dus PM₁₀-PM_{2,5}) veelal afkomstig van mechanische processen, zoals slijtage, grondbewerking, constructiewerkzaamheden, natuurlijk stof (zouten etc.). Beneden de 2,5 micrometer (PM_{2,5}) zijn de deeltjes voornamelijk afkomstig van verbrandingsprocessen. Met name ultrafijn stof (<0.1 micrometer) is voor het overgrote deel van verbrandingsprocessen afkomstig. Het zijn deze kleine deeltjes die het diepst de longen doordringen en aldaar schade aan kunnen richten of zelfs in de bloedbaan door kunnen dringen. Deeltjes van deze grootte bestaan in een stedelijke omgeving voor een zeer groot deel uit elementair koolstof en organische verbindingen, afkomstig van wegverkeer.

1.2 Fijn stof en kinderen

Kinderen lopen naar alle waarschijnlijkheid nog meer gevaar bij het inademen van fijn stof. Er zijn aanwijzingen voor effecten op de groei van ongeboren kinderen via blootstelling van de moeder tijdens zwangerschap. Studies waarbij, veelal over meerdere jaren, de groei van de longcapaciteit van kinderen tussen de 8 en 18 gemeten



wordt, tonen aan dat deze lager is voor kinderen die aan hogere stofconcentraties blootgesteld zijn. Tevens is er een verhoogde kans dat een kind bronchitis of allergieën zoals hooikoorts ontwikkeld door blootstelling aan fijn stof. Het is mogelijk dat bij kinderen onder de 8 jaar oud (waar weinig tot geen studies bij gedaan zijn aangezien de longcapaciteit van deze kinderen niet gemakkelijk te meten is) de gevolgen van blootstelling aan fijn stof op de groei van longcapaciteit en de ontwikkeling van allergieën nog groter zijn dan bij oudere kinderen.

Dat het verlagen van de deeltjesconcentratie zin heeft blijkt wel uit het feit dat een reductie in het totaal aantal deeltjes in de lucht in Oost-Duitsland tussen 1993 en 1995 (als een gevolg van het geleidelijk sluiten van verouderde fabrieken en steenkoolcentrales na Die Wende) duidelijk geassocieerd kon worden met een significante reductie in bronchitis, middenoorontsteking en zelfs verkoudheden.

1.3 Fijn stof en ventileren

Fijn stof is geen reden om niet te ventileren, zeker gezien de eerder genoemde voordelen van goede ventilatie. Fijn stof is echter wel een reden om inlaatlucht niet zomaar naar binnen te leiden, maar dit eerst te zuiveren.

In de praktijk worden al filters toegepast in ventilatiesystemen, echter brengt het verwijderen van fijn stof uit ventilatielucht een aantal moeilijkheden met zich mee. Naarmate de deeltjes kleiner worden, is hogere filterefficiëntie nodig om de deeltjes af te kunnen vangen. In de praktijk betekent dit dat er dichtere filters gebruikt dienen te worden. Hier geldt, des te dichter het filter hoe meer drukverlies er optreedt, wat resulteert in meer energieverbruik of lagere capaciteit en geluidshinder. In essentie wordt men dus gedwongen om te kiezen tussen hoge kosten (filtervervanging en energieverbruik) en de gezondheid (infiltratie van fijn stof). Hiermee wordt bedoeld dat, er vrijwel geen opties zijn om kostenefficiënt (energie/onderhoud) een significant deel van de fijn stof deeltjes uit ventilatielucht te verwijderen. Dit geldt voornamelijk voor de schadelijke ultrafijn stof deeltjes (<0,1 micrometer).

1.3.1 Filterefficiëntie

HVAC filters worden in filterklassen verdeeld. De filterklasse bepaald de effectiviteit van een filter in het afvangen van deeltjes van een bepaalde grootte, uitgedrukt in een percentage (fractionele efficiëntie). Hieronder volgt een tabel met de filterefficiëntie van verschillende filters in het afvangen van (ultra)fijn stof. Let wel: dit is onder ideale laboratoriumomstandigheden, onder praktijkomstandigheden is de efficiency vaak lager.

Filterklasse	0.1 microns	0.3 microns	0.5 microns	1 microns
F5 (EU 5)	0-10	5-15	15-30	30-50
F6 (EU 6)	5-15	10-25	20-40	50-65
F7 (EU 7)	25-35	45-60	60-75	85-95
F8 (EU 8)	35-45	65-75	80-90	95-98
F9 (EU 9)	45-60	75-85	90-95	>98



F9 klasse, de hoogste filterklasse die in utiliteitventilatie wordt toegepast, vangt onder laboratorium omstandigheden 45-60% af van deeltjes met een diameter van 0,1 micrometer. In de meeste ventilatiesystemen wordt overigens een F5, F6 of F7 filter toegepast met een de hierboven al gemelde lage efficiëntie in het afvangen van deeltjes van 0,1 micrometer.

1.3.2 Drukval

Om lucht door een filteroppervlakte te duwen is energie nodig. Naarmate dit filteroppervlakte dichter wordt is er meer energie nodig om de lucht er doorheen te krijgen. Dit verschijnsel is te verklaren door drukverlies en wordt veroorzaakt door wrijving. Bij conventionele filters neemt het drukverlies toe naarmate het filter voller raakt. Wanneer de drukgrens bereikt wordt gaat er weinig tot geen lucht meer door het filter. Het filter dient dan vervangen te worden. Drukverlies wordt uitgedrukt in Pa (Pascal). Voor een doorsnee ventilatiesysteem dat het hele jaar gemiddeld twaalf uur per dag draait geldt dat elke extra Pa ongeveer 1 euro per jaar extra kost.

Filterklasse	Drukval (Pa)
F5 (EU 5)	250
F6 (EU 6)	250
F7 (EU 7)	250-450
F8 (EU 8)	250-450
F9 (EU 9)	250-450

Er kan dus gesteld worden dat van alle conventionele filters het F9 filter het meest effectief is in het afvangen van ultrafijn stof tot 0.1 micrometer. Het toepassen van een dergelijk filter voor de zuivering van ventilatielucht leidt echter wel tot een fors drukverlies. Bij het verplaatsen van grote debieten (luchthoeveelheden) kan dit leiden tot relatief hoge energielasten. Over de efficiëntie van een F9 filter bij ultrafijn stof deeltjes kleiner dan 0.1 micrometer is weinig bekend. Wel kwam er uit een onderzoek door de GGD Amsterdam dat een F9 filter in een mechanisch ventilatiesysteem een maximale efficiency van ~50% behaalt voor ultrafijn stof.

Kortom, het gebruik van een F9 of F7 filter kan resulteren in een significante verbetering m.b.t. verlaging van PM10, PM2.5 en PM1 concentraties (het grovere fijn stof). Voor het afvangen van deeltjes kleiner dan 0.1 micrometer, welke het meest schadelijk zijn voor de gezondheid, is een F9 of F7 filter geen ideale oplossing. Behalve beperkte efficiëntie bij schadelijke deeltjes, is met name het hoge energieverbruik een nadeel.



2. Lage druk fijn stof filter op luchttoevoer van kinderdagverblijf getest door TNO

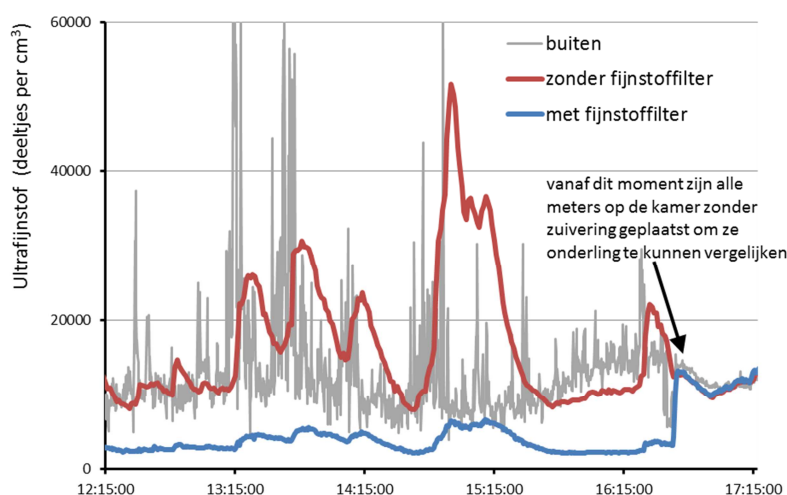
Om te onderzoeken in welke mate het in de praktijk van een kinderdagverblijf mogelijk is om de luchtkwaliteit te verbeteren is in het kader van het Technologiecluster “Frisse kinderdagverblijven” een innovatief lage druk fijn stof filter (VFA ASPRA XS) in een kinderdagverblijf in Delft beproefd. De drukval van het fijn stof filter bedroeg 30 Pa, wat ten opzichte van F9 filters (200-450 Pa) en HEPA (500+ Pa) zeer laag is. Dit is niet alleen gunstig voor het energieverbruik, maar maakt het ook mogelijk om een decentrale luchttoevoer te realiseren, wat vaak in bestaande situaties een voordeel is.

2.1 Opzet van het onderzoek

Luchtreiniging kan in principe op twee manieren worden toegepast: reiniging van de toevoerlucht of reiniging op basis van recirculatie van de binnenlucht. Kinderdagverblijven, maar ook scholen (of kantoorgebouwen) worden gekenmerkt door een hoge personenbezetting. Hierdoor zijn relatief hoge ventilatievouden noodzakelijk. Daarnaast zijn interne bronnen van (ultra)fijn stof ten gevolge van verbrandingsprocessen zoals koken gering. Om deze reden lag het voor de hand om luchtreiniging op de luchttoevoer toe te passen. Later in het onderzoek is ter aanvulling van het luchttoevoerfilter ook een fijn stof filter voor recirculatielucht toegepast.

Een week na de installatie van het filter zijn metingen aan ultrafijn stof (<0.1 micrometer) verricht. Vervolgens is gedurende twee weken het effect van het filter op de grovere fijn stof (PM₂₀-PM₁) concentraties gemeten. Tijdens de metingen zijn de randvoorwaarden zoals het aantal aanwezige personen, eventueel openstaande ramen en deuren en andere bijzonderheden door het personeel van het kinderdagverblijf door middel van een logboek bijgehouden.

Ultra fijnstof in kinderdagverblijf met en zonder fijn stof filter



Ultrafijnstof buiten (grijze lijn), in een slaapkamer zonder luchtzuivering (rood) en in een kamer met luchtzuivering (blauw). Pieken in de buitenlucht komen met enige vertraging terug in beide kamers, let ook op hoe de concentratie in de slaapkamer met fijnstoffilter soms hoger is dan buiten, aangezien schadelijke deeltjes buiten snel weggeblazen worden terwijl ze binnen langer blijven hangen. De totale blootstelling binnen is derhalve van dezelfde orde grootte als buiten! Vanaf ~16:30 zijn de meters allemaal op de slaapkamer zonder zuivering geplaatst, daar geven alle meters zeer vergelijkbare resultaten, hetgeen aangeeft dat de meters onderling goed te vergelijken zijn.



2.2 Resultaten van het onderzoek

De installatie van het fijn stof filter op de luchtverversingsinlaat resulteerde in een verlaging van de concentratie ultrafijn stof in de ruimte direct achter de ventilatieopening van 85% ten opzichte van de concentratie buiten en 80% ten opzichte van de controlekamer (zie grafiek 1). Dit verlaagd de blootstelling aan ultrafijn stof significant.

Reductie [%]	< 0.1 micrometer	PM ₁	PM _{2,5} – PM ₁	PM ₂₀ –PM _{2,5}
t.o.v. buiten	85	77	77	90*
t.o.v. referentie kamer	80	66	68	87*

*Bepaald zonder dat kinderen aanwezig waren

Van het grovere stof (PM₂₀-PM_{2,5}) dat van buiten naar binnen getransporteerd kan worden werd 90% afgevangen, oftewel een reductie van 87% ten opzichte van de controlekamer (zie tabel 1). Hierbij moet wel opgemerkt worden dat dit gemeten is zonder dat de kinderen aanwezig waren, als de kinderen aanwezig zijn is de concentratie grof stof binnen vele malen hoger dan buiten. De (zeer actieve) kinderen produceren veel stof en wervelen dit gedurende activiteiten weer op. Plaatsing van een stand-alone eenheid in het kinderdagverblijf kan het binnen geproduceerde grove stof wel verlagen: door een tijdelijk geplaatste stand-alone luchtreiniger werd al een reductie van circa 32 % behaald, waarbij dit door een betere plaatsing van de stand-alone in de ruimte waarschijnlijk nog significant verbeterd kan worden.

Voor de kleinere PM₁ en PM_{2,5} deeltjes wordt ten opzichte van de buitenlucht een reductie van 77 % verkregen, in vergelijking met de referentiekamer nog steeds een reductie van 66 % resp. 68 %. Alhoewel voor PM_{2,5} voor een F9 filter een theoretisch rendement van 85-90 % verwacht wordt, werd in de eerder genoemde GGD studie voor een F9 filter slechts een reductie van 30% voor PM_{2,5} gevonden in vergelijking met de nulmeting. Het VFA ASPRA XS systeem presteert in een praktijksituatie dus significant beter dan een F9 filter, en dit bij een drukval van 30 Pa in plaats van minimaal 250 Pa.

In de praktijk zou dit betekenen dat de kinderen significant minder aan schadelijke ultrafijn stofdeeltjes blootgesteld zouden worden. Daarbij zou er per filter tussen de 220 en 420 euro per jaar bespaard kunnen worden op energieverbruik. Ook groeit er minder snel microbiële contaminatie op de filters wat de luchtkwaliteit ten goede komt en is het systeem goedkoper in onderhoud dan een F7 filter.

TNO onderzoeker: "Dit is een stuk beter dan de prestaties van andere systemen in een vergelijkbare studie (maximaal 30% reductie), en bewijst dat een luchtzuiveraar ook in de dagelijkse praktijk van een kinderdagverblijf een significante reductie van het fijnstofgehalte kan bewerkstelligen."

WWW.VirusFreeAir.com

MOLENGRAAFFSINGEL 12-14 • 2629 JD • DELFT, NEDERLAND
 TEL: +31 (0)15 744 01 32 • EMAIL: INFO@VFATECHNOLOGY.COM
 KAMER VAN KOOPHANDEL: 27.300.000

