

A photograph of a classroom with rows of light-colored wooden desks and yellow chairs. A globe is on a desk in the middle ground. In the background, there is a bookshelf filled with books and a window. The right side of the image is overlaid with a large red triangle.

Veilig en gezond onderwijs

WOLF Energiesystemen B.V.

Blauwe Engel 1

8265 NL Kampen

Tel. +31 38 333 50 86

E-Mail: info-nl@wolf.eu

www.wolf.eu

Inhoud

Wat is lucht?	5
<hr/>	
Wat is een frisse school?	9
CO ₂ -als indicator voor binnenluchtklimaat	10
Comfort in de leefomgeving	11
Vermindering van de luchtverontreiniging	12
<hr/>	
Oplossingen	
Aanpassing luchtbehandelingskast in onderwijsinstellingen	15
– Semicentrale oplossing	16
– Decentrale oplossing	20
<hr/>	



Wat is lucht?

In veel onderwijsruimten, zoals klaslokalen of ruimten in kinderdagverblijven en universiteiten, ontbreekt een goed ventilatiesysteem. Een effectieve raamventilatie is niet altijd mogelijk vanwege de omstandigheden in het gebouw. Toch is de kwaliteit van de binnenlucht een beslissende factor voor succesvol leren. Bovendien zijn er mogelijkheden voor aanzienlijke energiebesparingen. Het loont dus de moeite om te onderzoeken wat mogelijk is, om de ventilatie in de ruimten zo optimaal mogelijk te krijgen.

Veel mensen, vooral kinderen en jongeren, brengen steeds meer tijd binnenshuis door. Door de vele verschillende chemische en biologische stoffen die in binnenruimten terechtkomen is ventilatie belangrijker dan ooit, om een goede binnenluchtkwaliteit te bereiken en te behouden.

In onderwijsinstellingen speelt deze kwestie een bijzonder belangrijke rol bij het waarborgen van een goede en gezonde leeromgeving. Het grote aantal mensen in een betrekkelijk kleine ruimte maakt regelmatige luchtverversing essentieel, om de hygiënische conditie van de binnenlucht te waarborgen.

Naast koolstofdioxide (CO₂) zijn er ook andere chemische stoffen (VOS, fijnstof) en ziekteverwekkers die zich in binnenruimten ophopen. Hierdoor is enkel raamventilatie in veel gevallen niet meer voldoende. Cognitieve prestaties en comfort zijn belangrijke factoren voor leerlingen en leraren tijdens de lessen. Zij bevorderen de leerprestaties en voorkomen o.a. concentratieverlies of zelfs uitval door ziekte.

De laatste jaren zijn in heel Europa in het kader van studies diverse metingen verricht naar de binnenluchtkwaliteit in onderwijsinstellingen. Ongeacht alle richtlijnen en voorschriften voor een gezonde leeromgeving werden de feitelijke omstandigheden ter plaatse op een eenvoudige manier vastgelegd. De resultaten van de analyses hebben één ding gemeen: in bijna alle onderzochte ruimten wordt bij lange na niet voldaan aan de vereiste waarden voor binnenluchtkwaliteit, geluidsniveau en lichtomstandigheden.

Selectie van enkele studies

- Zwitserse Vereniging voor Lucht- en Waterhygiëne: Ongezonde binnenlucht in scholen.
- Beiers staatsbureau voor gezondheid en veiligheid: Verse lucht voor frisse gedachten. Nieuwe onderwijskwaliteit in onze klaslokalen.
- Vrije Universiteit van Bolzano: Studie over de luchtkwaliteit in scholen voor de coronaperiode.
- Frankfurt: Zwevende deeltjes en koolstofdioxide in klaslokalen - Het effect van schoonmaken en ventilatie.
- Portugal: binnenklimaat in scholen en de relatie met ademhalings-symptomen bij kinderen.
- University of Exeter (England): Koolstofdioxideniveaus en ventilatievoud in scholen.

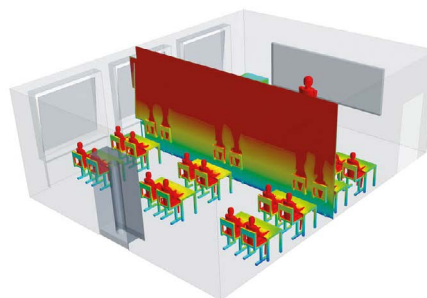
Bevestigd door onderzoek: Raamventilatie niet voldoende op lange termijn

In het kader van een studie van WOLF GmbH, met steun van de TU Berlijn, werd een schoolles gesimuleerd in een klaslokaal (60 m²) met 24 leerlingen en één leraar. In het 1e scenario staan de ramen in kiepstand en na 20 minuten werden de ramen gedurende 5 minuten volledig geopend. In het tweede scenario werd een ventilatie-unit met een volumestroom van 800 m³/h gebruikt in een ruimte met gesloten ramen. Bij een buitentemperatuur van 20 °C werd gekeken naar de CO₂-concentratie, temperatuur en aerosolconcentratie in de ruimte.

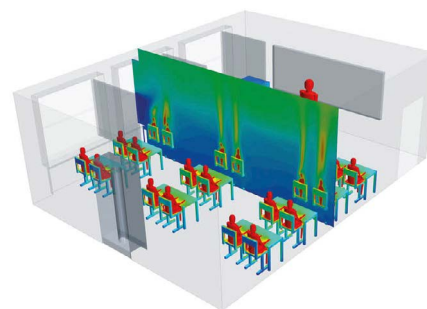
Voor alle drie parameters bleken volledig open ramen gedurende korte tijd zeer doeltreffend te zijn om verhoogde waarden terug te brengen tot normale niveaus. Ze namen echter snel weer toe wanneer de ramen werden geopend in kiepstand. De doeltreffendheid van raamventilatie hangt af van een aantal externe factoren en kan leiden tot ongemak, afhankelijk van de plaats van de personen in de ruimte.

Daarentegen kon met de ventilatie-unit een vrijwel constant en aangenaam binnenklimaat gedurende de gehele les worden gewaarborgd. Bovendien zou de concentratie van o.a. aerosolen door een virus geïnfecteerd persoon effectief en permanent laag kunnen worden gehouden in vergelijking met raamventilatie.

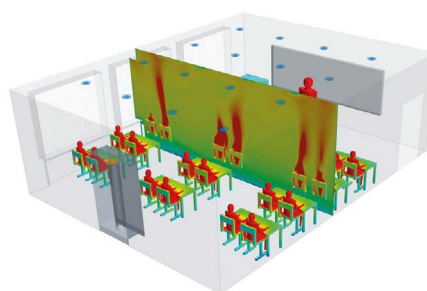
Vergelijking temperatuur (°C) in klaslokaal



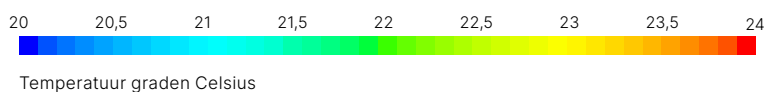
Raam in kiepstand



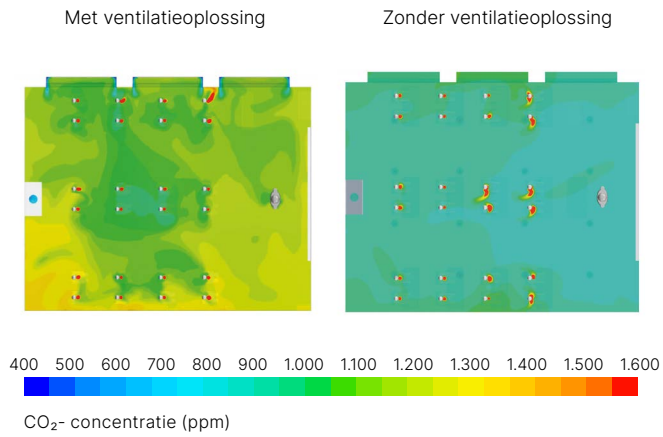
Raam geopend



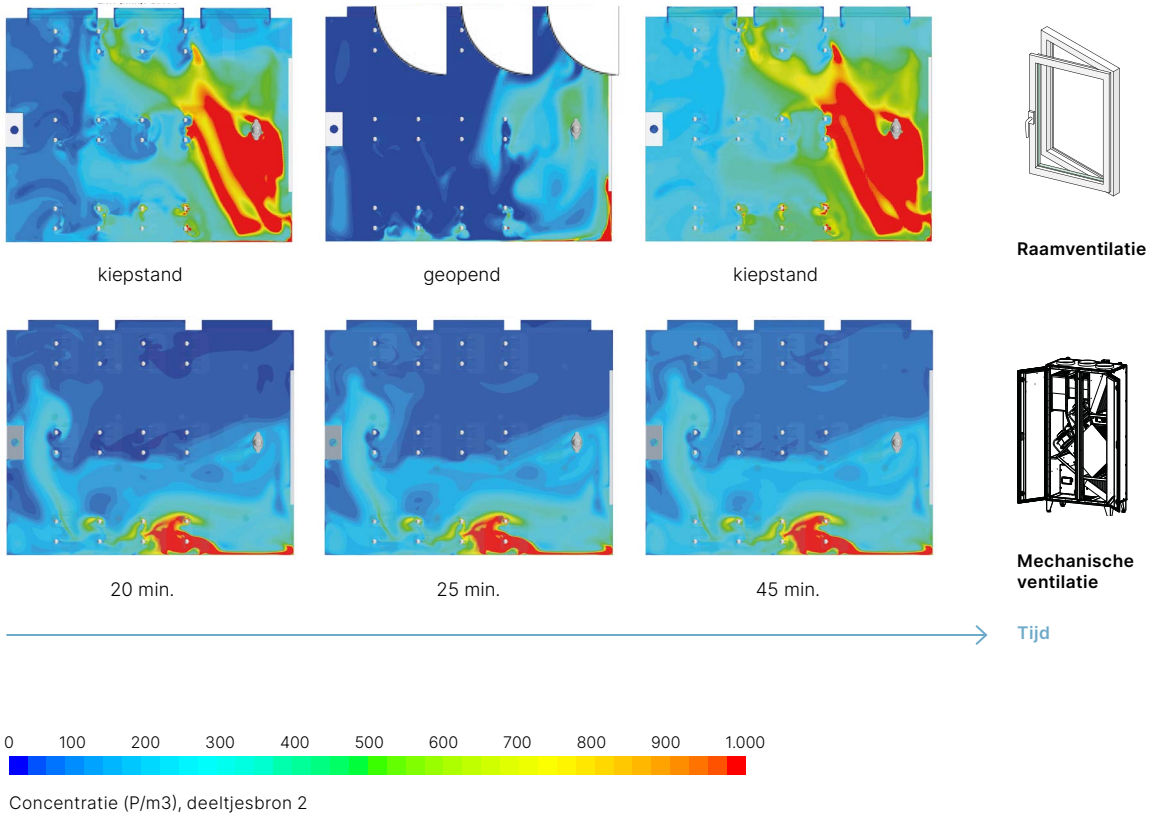
Mechanische ventilatie



Vergelijking CO₂-concentratie in klaslokaal (na 45 minuten)



Vergelijking van de deeltjesconcentratie in de klas





Wat is een frisse school?

Als gemeente of schoolbestuur wilt u graag een Frisse School: een schoolgebouw met een goed binnenmilieu en een lage energierekening. Bij nieuwbouw of renovatie moet u hiervoor de eisen formuleren waarop ontwerpers, installateurs en aannemers hun plannen kunnen baseren. Om u hierbij te ondersteunen heeft de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) het 'Programma van Eisen – Frisse Scholen laten ontwikkelen. Deze versie van het Programma van Eisen – Frisse Scholen is aangepast op basis van de eisen in het Bouwbesluit op 1 januari 2021.

Waarom een Programma van Eisen Frisse Scholen?

Het Programma van Eisen – Frisse Scholen dient als leidraad voor opdrachtgevers van nieuw- en verbouw van scholen (schoolbesturen en gemeenten) bij het realiseren van energiezuinige en gezonde scholen. Een slecht binnenmilieu in scholen heeft een negatief effect op de gezondheid, leerprestaties en functioneren van leerlingen en onderwijzend personeel. Bij ver- en nieuwbouwplannen is het dus belangrijk vooraf eisen te stellen aan het ontwerp van het gebouw en de installaties.

Naast een goed binnenmilieu is daarbij ook een laag energiegebruik van scholen van belang.

Doelen

Met een goed Programma van Eisen (PvE) kunt u:

- een ambitieprofiel voor energie en binnenmilieu vaststellen;
- eisen opstellen voor het ontwerp en het bestek;
- offertes voor bouwopdrachten opstellen en bouwopdrachten verstrekken;
- de uitvoering controleren en het eindresultaat en toetsen;
- eisen stellen aan monitoring en beheer en onderhoud.

Thema's

Een Frisse School kan worden gerealiseerd op basis van vijf thema's: Energie, Lucht, Temperatuur, Licht en Geluid. Vervolgens kan ieder thema op drie ambitieniveaus worden vastgesteld:

Drie ambitieniveaus

- klasse C (Voldoende)
- klasse B (Goed)
- klasse A (Uitmuntend)

Daaraan zijn (prestatie)eisen gekoppeld. Klasse C is het basisniveau; gebaseerd op geldende wet- en regelgeving (o.a. zoals deze in het Bouwbesluit van kracht zijn), aangevuld met relevante basisuitgangspunten voor een gezond en comfortabel binnenklimaat. De eisen zijn zo geformuleerd dat alle eisen die bij C staan ook voor B en A gelden, tenzij daar een zwaardere eis is opgenomen.

De keuzes die u maakt voor de verschillende thema's en het niveau dat u wilt behalen hangen af van uw ambities en uiteraard het budget.

CO₂-als indicator voor binnenluchtkwaliteit

De CO₂-concentratie is een belangrijke indicator voor goede binnenluchtkwaliteit. Op een CO₂-meter kan je eenvoudig de luchtkwaliteit aflezen. Dit toestel detecteert de verhouding van CO₂ in de lucht en geeft de luchtkwaliteit aan, uitgedrukt in PPM (parts per million). Een CO₂-meter bewaakt dus de luchtkwaliteit in een bepaalde ruimte waardoor je exact weet wanneer je de ruimte moet verluchten of ventileren.

Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat de CO₂-concentratie in Nederlandse klaslokalen vaak te hoog is. In naar schatting 80-88% van alle leslokalen voldoet de binnenlucht niet aan de referentiewaarde (1200 ppm parts per million CO₂) die in de regelgeving gehanteerd wordt voor de minimumkwaliteit.

Bij te weinig ventilatie in klaslokalen kunnen klachten als geurhinder, oogirritatie, hoofdpijn en meer dan normale vermoeidheid voorkomen. CO₂ veroorzaakt deze effecten niet zelf: klachten ontstaan door te hoge concentraties van andere stoffen die zich ophopen of door te weinig zuurstof. Er zijn aanwijzingen dat een slechte binnenluchtkwaliteit op scholen kan leiden tot een toename in gezondheidsklachten. Verder zijn er aanwijzingen dat bij een toename van CO₂-concentraties in klaslokalen de leerprestaties van leerlingen kunnen verminderen (TNO, 2007).

VDI 6040 (Ventilatie en klimaatregeling - Scholen) definieert de kwaliteit van de binnenlucht in blad 1 op basis van de volgende CO₂-concentratiegrenswaarden:

- < 1000 ppm CO₂ is hygiënisch onschadelijk
- > 1000 ppm en < 2000 ppm zijn uit hygiënisch oogpunt twijfelachtig
- > 2000 ppm worden als onaanvaardbaar beschouwd

Comfort in de leefruimte

Om in een binnenruimte geconcentreerd te kunnen werken, moet naast de juiste verlichting ook belang worden gehecht aan de volgende waardes:

- Temperatuur;
- Relatieve vochtigheid;
- Akoestiek van de ruimte;
- Tochtvrij inblazen van ventilatielucht.

De VDI 6040 schrijft voor dat de ruimte een temperatuur van ten minste 20 °C en ten hoogste 26 °C mag hebben. Bovendien moet bij de keuze van een geschikt en aerodynamisch optimaal luchtkanaalsysteem in de ruimte rekening worden gehouden met het volgende:

- Dimensionering luchtkanalen (snelheden e.d.);
- Selectie en plaatsing van de luchtroosters.

De toepassing van deze norm helpt om de binnenluchtkwaliteit in onderwijsinstellingen te verbeteren. De norm biedt concrete eisen en instructies voor de uitvoering, en een leidraad voor architecten en planners. De norm biedt een leidraad voor de planning en het gebruik van ventilatiesystemen in scholen met als doel te voldoen aan de eisen die in deel 1 zijn vastgelegd. Er wordt zowel informatie gegeven over niet-mechanische ventilatie als over mechanische ventilatie.

Vermindering van de luchtverontreiniging

Externe Luchtverontreiniging

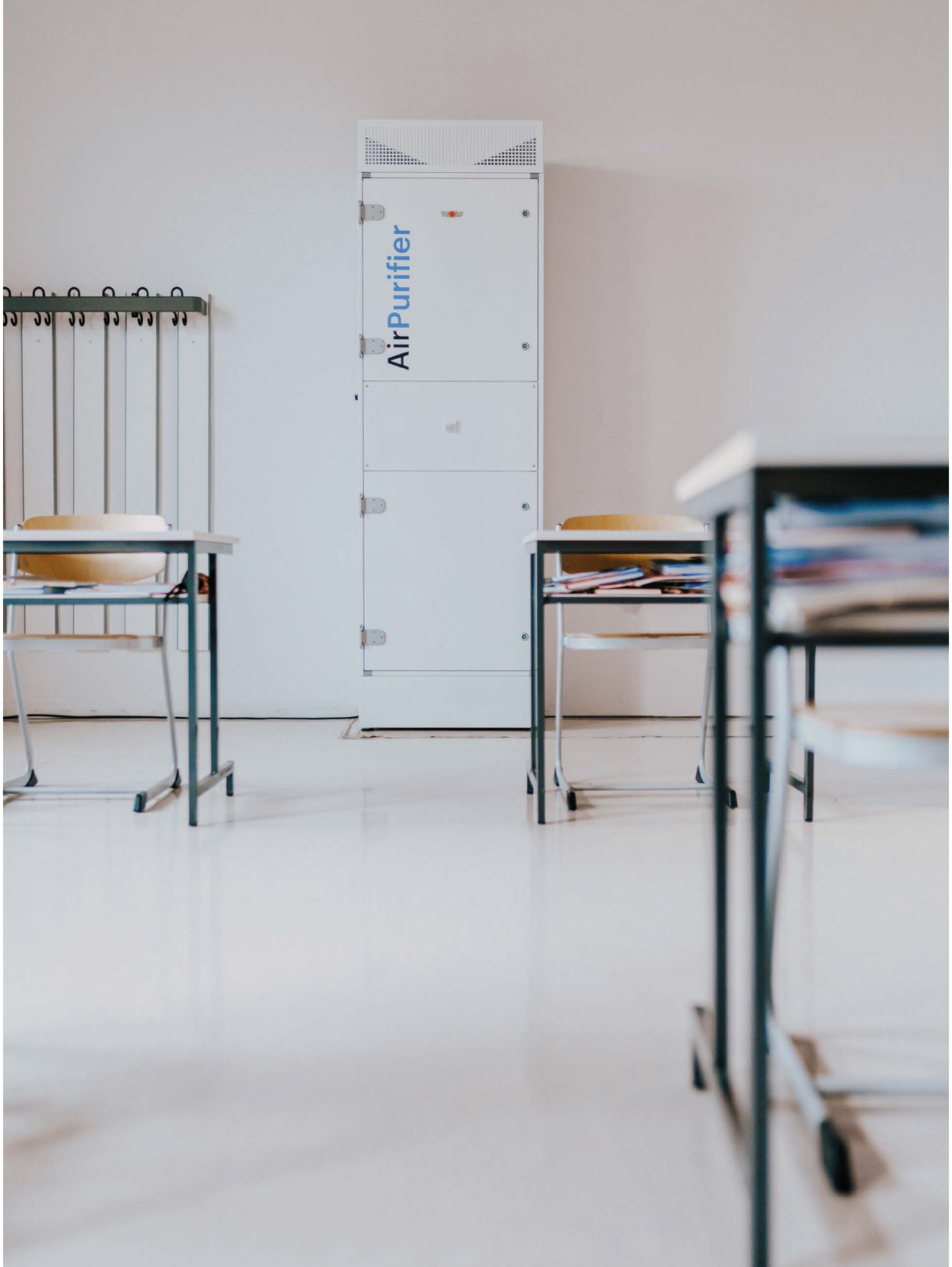
Om te voorkomen dat verontreinigde lucht via de mechanische ventilatie de ruimte binnendringt, moet ten eerste, volgens de norm VDI 6022-1, geen buitenlucht in de buurt worden aangezogen van:

- ingangen/uitgangen van garages, parkeerterreinen;
- boven stilstaand water;
- afvoerlucht keuken, WC-ventilatie, rookruimtes.

Om te voorkomen dat de mechanische ventilatie zelf een bron van gevaar wordt door verontreinigende stoffen (bijv. gevaarlijke stoffen, bacteriën, schimmels), moet ervoor gezorgd worden dat:

- De filters voor de toevoer- en afvoerlucht dienovereenkomstig zijn ontworpen (DIN EN 16798-1);
- Reiniging wat volgens de stand van de techniek mogelijk is;
- Het constructietype van het gebouw (bijv. weinig vervuilend; DIN EN 16798-3) en de buitenluchtcondities (ODA-waarden) in aanmerking worden genomen;
- Recirculatie mag om hygiënische redenen niet worden gebruikt;
- Indien recirculatie noodzakelijk is, HEPA-filters van klasse H13 of H14 gebruiken volgens DIN EN 1822 voor een passende bescherming tegen virussen.







Oplossingen

Aanpassing van een luchtbehandelingskast in Onderwijsinstellingen

Er zijn verschillende mogelijkheden om mechanische ventilatie in een bestaand gebouw relatief snel achteraf aan te passen. Vooral in onderwijsinstellingen moeten deze oplossingen echter aan een aantal aanvullende eisen voldoen, zoals reeds is beschreven.

1. Hybride ventilatie

Een mogelijkheid van een geschikte ventilatie-oplossing, is de zogenaamde „hybride ventilatie“. Bij hybride ventilatie worden de oplossingen om aan de eisen te voldoen altijd ontworpen in combinatie met vrije ventilatie of raamventilatie. Hybride ventilatie kan worden beschouwd als een combinatie van natuurlijke met mechanische ventilatie, zoals bij natuurlijke toevoer en mechanische afvoer. Dit is al het geval bij het openen van ramen gecombineerd met mechanische ventilatie. Een andere vorm van hybride ventilatie is het tijdelijk verminderen of uitzetten van de mechanische ten gunste van natuurlijke ventilatie. Dit gebeurt om meer te ventileren of koelen met minder energie of om de gebruiker de keuze te geven voor een ander type comfort. De voordelen van voldoende gedimensioneerde mechanische ventilatie worden echter gedeeltelijk opgegeven en de nadelen van vrije ventilatie worden gedeeltelijk overgenomen.

Voordelen hybride ventilatie

- ✓ Lagere luchtopbrengst van mechanische ventilatie(s) vereist;
- ✓ Ventilatieconcept wordt met bestaande infrastructuur gecombineerd (ramen).

Nadelen hybride ventilatie

- × Hoge energieverliezen in de winter;
- × Hoge warmte inbreng in de zomer;
- × Criterium van comfort blijft onopgelost;
- × Afhankelijkheid van de menselijke factor;
- × Onvoorspelbare werkelijke ventilatie-efficiëntie;
- × Toevoer van verontreinigende stoffen, bijv. fijnstof, via raamventilatie;
- × Geluidsoverlast en tocht.

2. Volledige mechanische ventilatie

De volgende voorbeelden zijn gericht op semi-centrale en decentrale oplossingen, die ook gecombineerd kunnen worden. Bij de renovatie van schoolgebouwen met ventilatiesystemen worden centrale oplossingen meestal niet in overweging genomen, aangezien de ingreep in de bouwstructuur en dus de benodigde tijd en de kosten te groot zijn om een relatief snelle oplossing te bereiken.

Semi-centrale oplossing

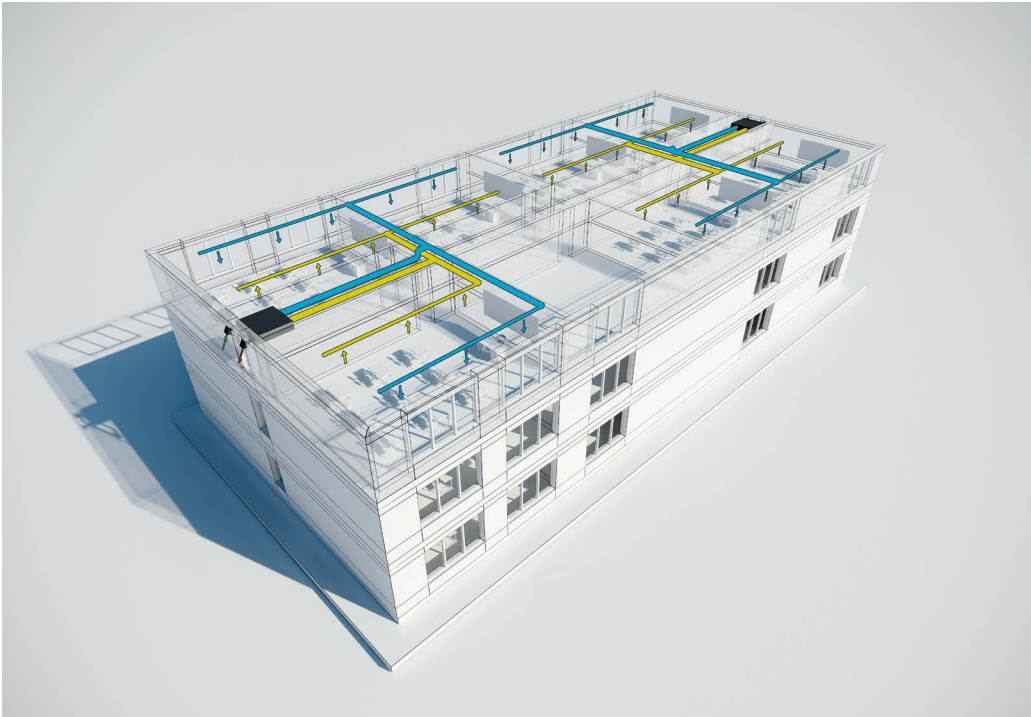
Met de semi-centrale oplossing worden meerdere ruimtes door een mechanische oplossing geventileerd.

Toe te passen indien:

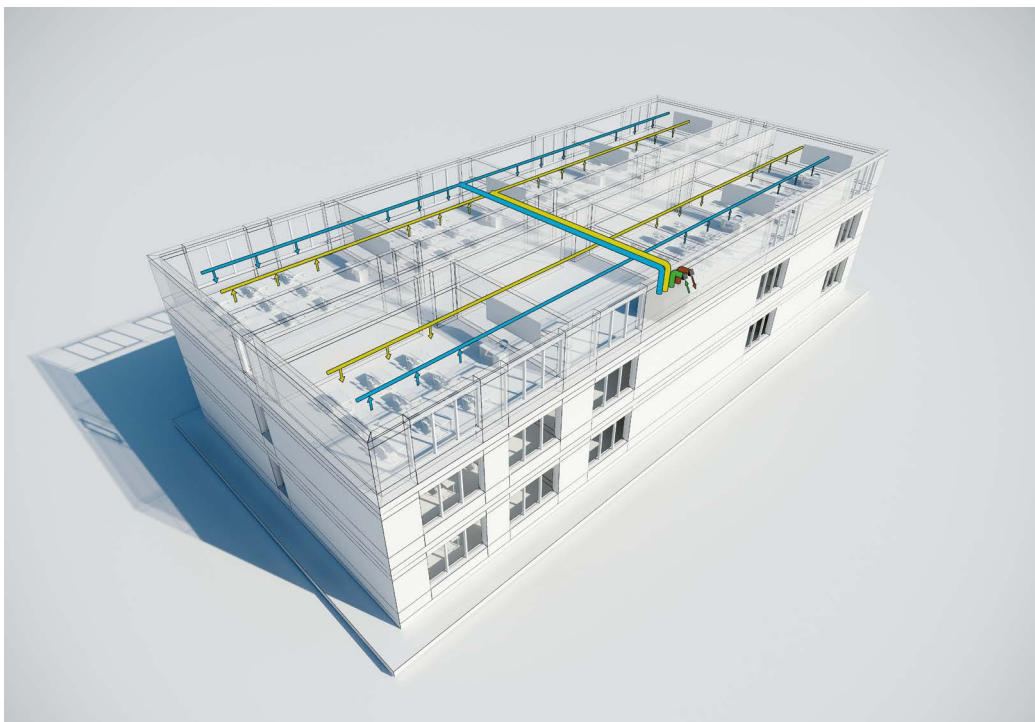
- Er onvoldoende opstelplaats is om in elke ruimte een afzonderlijke ventilatie-unit te plaatsen;
- Er zo min mogelijk openingen in de buitengevel zijn gewenst, bv. bij een monumentaal pand;
- Afvoerkanalen (condensaataansluiting) niet mogelijk is in de betreffende ruimtes;
- De ruimte-indeling het mogelijk maakt om een semicentrale luchtbehandelingskast te installeren.

Bijkomende voordelen

- ✓ Bijna geen geluidshinder in de klaslokalen;
- ✓ Ruimtebesparing in de klas;
- ✓ Onderhoudsvriendelijk systeem.



Voorbeeld:ventilatie-oplossing middels een plafondunit (semicentraal)



Voorbeeld : Ventilatieoplossingvan een ventilatie unit: luchtbehandelingskast (semi-centraal)

Compacte plafond ventilatie-unit CFL met warmteterugwinning

De CFL-WTW is een compacte luchttoevoer- en luchtafvoerunit in platte bouwvorm, ontworpen als binnenunit in plafonduitvoering voor gebruik boven verlaagde plafonds.

- Warmteterugwinning door middel van een aluminium tegenstroom-platenwarmtewisselaar (PHE) met een rendement van meer dan 90%;
- Ventilatoren ontworpen als vrijloop en traploos regelbaar door middel van EC-technologie;
- Plat, compact ontwerp en eenvoudige integratie en installatie.



Afmetingen		CFL-10	CFL-15	CFL-22	CFL-32
Max. lucht-hoeveelheid	m ³ /h	1.000	1.500	2.200	3.200
Hoogte	mm	367	367	411	495
Breedte	mm	1.017	1.423	1.830	1.932
Diepte	mm	1.322	1.322	1.525	1.932

Compacte ventilatie-unit CKL evo met tegenstroomplatenwisselaar

De CKL evo is verkrijgbaar als binnenunit met verticale of horizontale kanaalaansluiting (CKL-iV/iH evo) en als weerbestendige buitenunit CKL-A evo.

- Dubbele filtertrap voor maximale hygiëne-eisen, alsmede talrijke andere uitbreidingsmodules en accessoires;
- Standaard nachtventilatie (koeling) mogelijk;
- Warmteterugwinning van meer dan 90% rendement mogelijk.



Model: CKL evo		1400	2400	3300	4700	6100
Max. lucht- hoeveelheid	m ³ /h	1.400	2.400	3.300	4.700	6.100

Decentrale oplossing

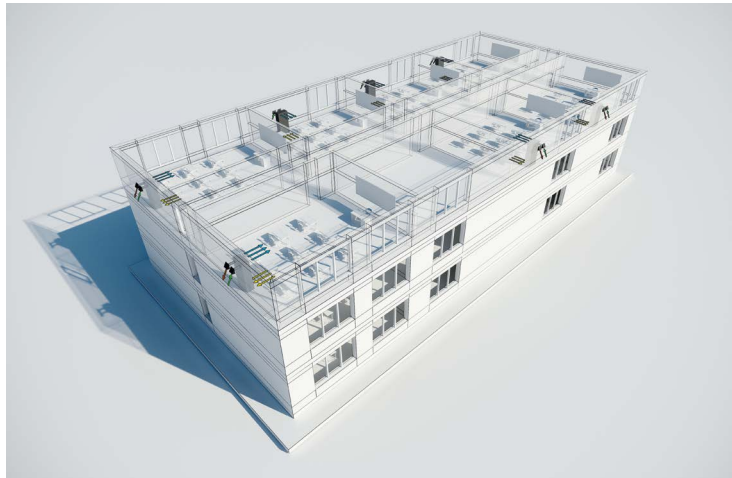
Met een decentrale oplossing wordt iedere ruimte met een eigen unit geventileerd.

Toe te passen indien:

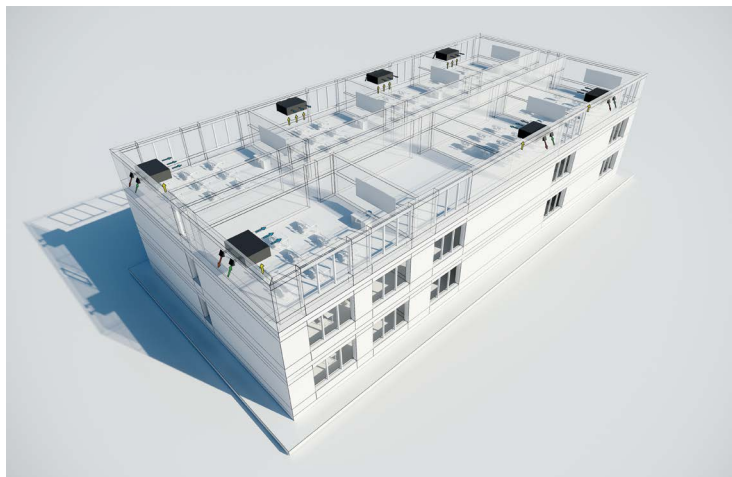
- De bouwkundige situatie een decentrale oplossing vereist;
- Alleen afzonderlijke of afgelegen ruimten moet worden geventileerd;
- De installatie snel en makkelijk moet worden uitgevoerd tijdens operationeel bedrijf (installatie per ruimte);
- De ventilatie-eisen in de ruimten sterk variëren (grote individuele regelbaarheid).

Verdere voordelen

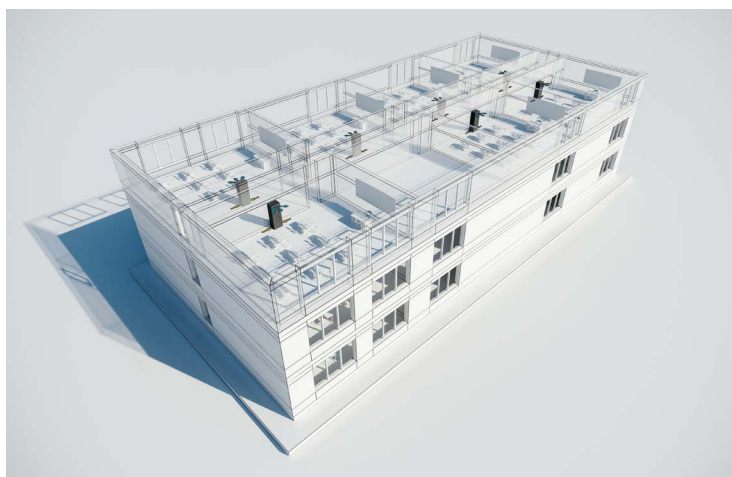
- ✓ Vraaggerichte werking mogelijk;
- ✓ Snelle uitvoering;
- ✓ Geen openingen tussen de ruimten nodig, hierdoor geen geluidsoverdracht van ruimte naar ruimte;
- ✓ Geen problemen met brandbeveiliging.



Voorbeeld van een decentrale luchtbehandelingskast



Voorbeeld met een decentrale plafondunit



Voorbeeld met een luchtreiniger

Compact staande ventilatie-unit CGL-edu met warmteterugwinning

De decentrale stand-alone oplossing:

- Warmteterugwinning met een hoog rendement (>90%);
- Standaard mogelijkheid voor nachtventilatie;
- Geïntegreerde geluidsdempers voor toevoerlucht en afvoerlucht;
- Stekkerklaar, daardoor zeer snelle montage;
- Voldoet aan de strengste hygiënische eisen volgens VDI 6022;
- Verschillende opties voor luchtverdeling in de ruimte;
- WOLF regeling verhoogt het bedieningscomfort.





Afmetingen

CGL

Max. luchthoeveelheid	m ³ /h	1000		
Geluidsdruk	dB(A)	36 (600 m ³ /h)	42 (800 m ³ /h)	45 (1000 m ³ /h)
Hoogte	mm	2.137		
Breedte	mm	1.017		
Diepte	mm	508		

AirPurifier

De decentrale luchtreiniger

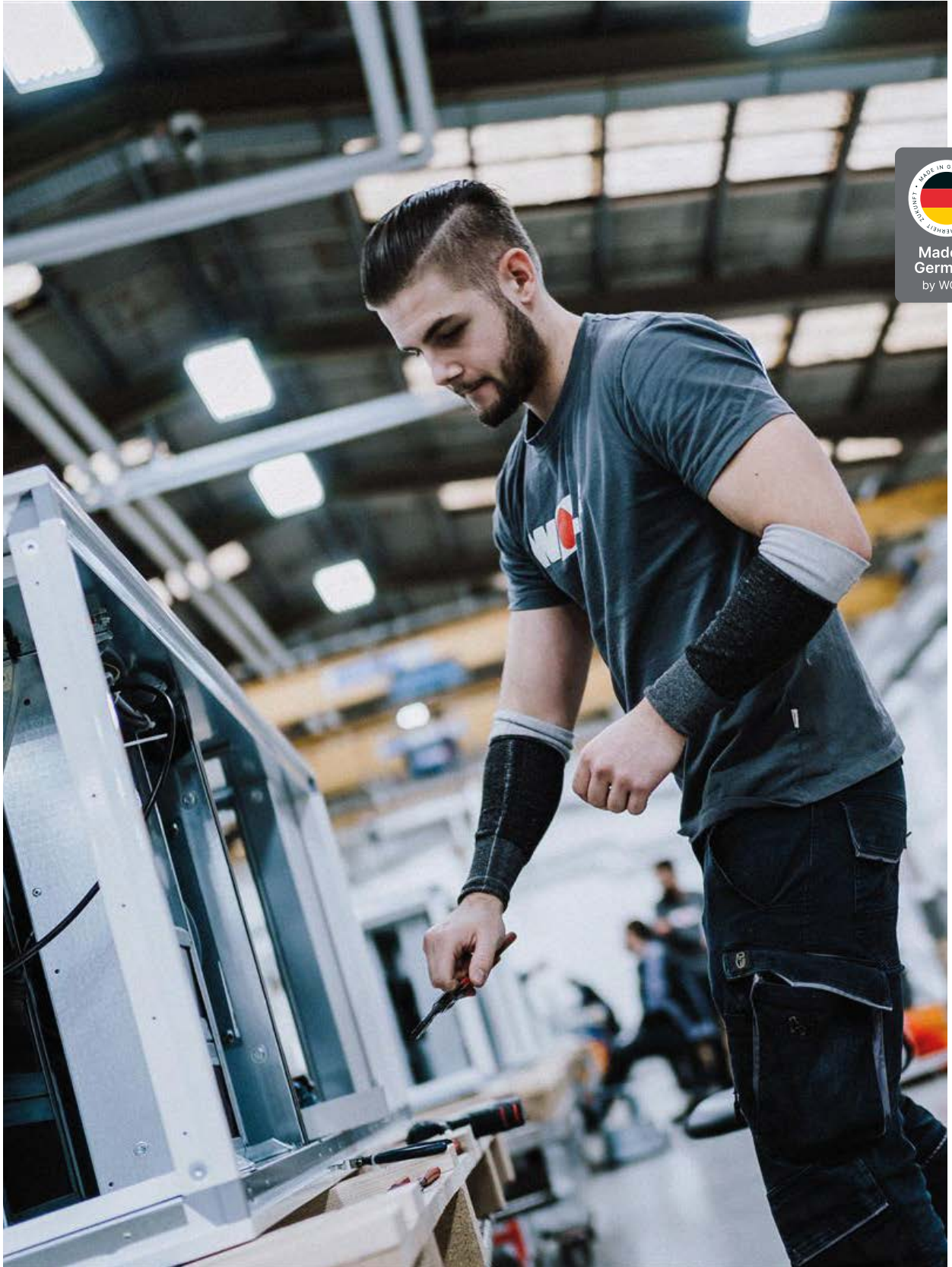
De WOLF AirPurifier is geschikt voor alle ruimtes met een volume tot ca. 200m³. Door gebruik te maken van de nieuwste EC-ventilatoren wordt een 6-voudige luchtfiltratie per uur bereikt. De dubbele filtertrap (met H14 HEPA-filter) zorgt voor de beste, gezuiverde ruimte. In grotere ruimtes kan de noodzakelijke luchtfiltratie worden bereikt door het installeren van meerdere units.

- Geurneutralisatie dankzij de eerste filtertrap; met actief koolstof en fijnstof hybridefilter;
- Effectiviteit wetenschappelijk bewezen;
- Hoge luchtfiltratiesnelheid;
- Zeer stille werking.



Afmetingen		AirPurifier
Max. luchtfiltratiesnelheid	m ³ /h	1.200
Geluidsdruk*	dB(A)	34
Breedte	mm	712
Diepte	mm	508
Hoogte	mm	2.354
Filter	/	1. Filtertrap ISO ePM1 65% (volgens DIN EN ISO 16890) 2. Filtertrap HEPA H14 (volgens DIN EN 1822)

* Geluidsdruk niveau op 1 m afstand volgens DIN EN ISO 11203 overeenkomstig een volumestroom van 700 m³/h, vastgesteld door TÜV SÜD Industrie Service GmbH



Made in
Germany
by WOLF

