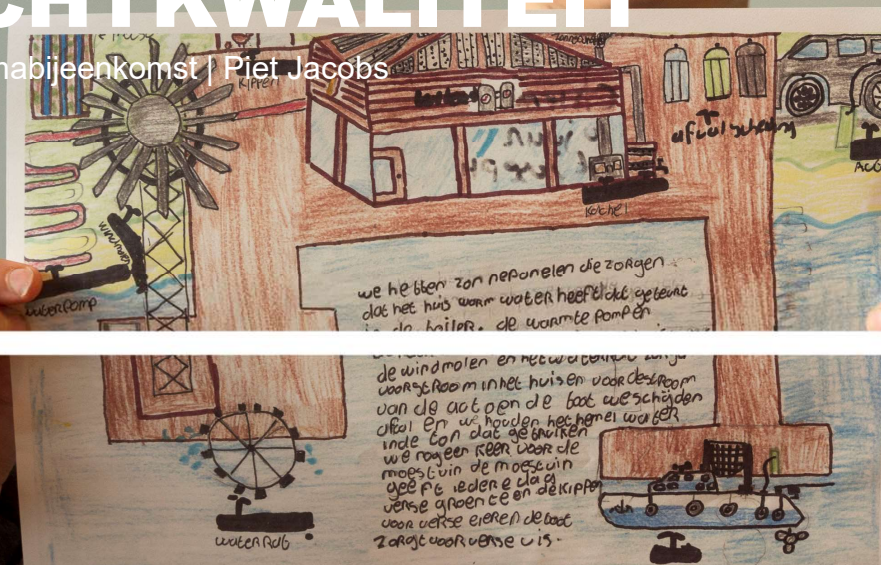


› GEZONDE GASLOZE WONING - LUCHTKWALITEIT

PB3R themabijeenkomst | Piet Jacobs



TNO innovation
for life

LUCHTKWALITEIT

- › Luchtkwaliteit slaapkamers
- › Welke verontreiniging heeft het meeste effect op gezondheid?
- › Koken op gas en recirculatie?
- › Fijnstof door bakken en braden
- › Kookafzuiging in NeroZero woning
- › Luchtkwaliteit in 749 Nederlandse woningen
- › Simulatie effect van filtering en kookafzuiging
- › Tips
- › Afzuigkap in huurwoning
- › RenoDouche

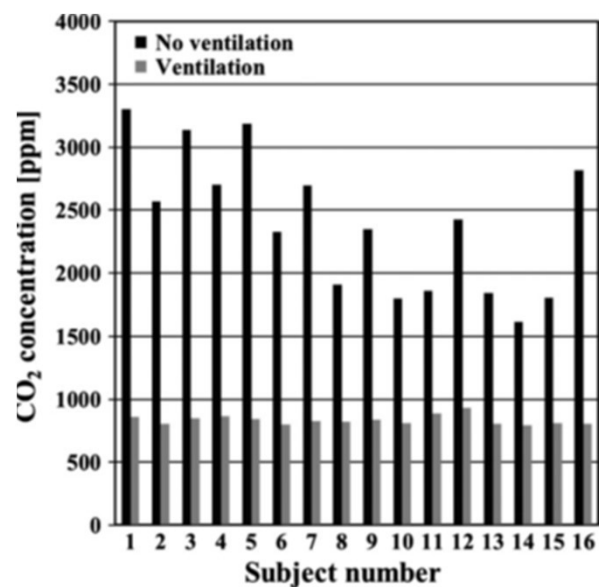
Filmpjes uit Gezond gasloos voor consumenten



www.gezondebinnenlucht.nl



STROM-TEJSEN 2015: ONDERZOEK NAAR SLAAPKWALITEIT MET 20 DEENSE STUDENTEN



Philips Actiwatch 2

Onvoldoende ventilatie slaapkamers, slaapverstoring en tot 3% productiviteitsverlies volgende dag

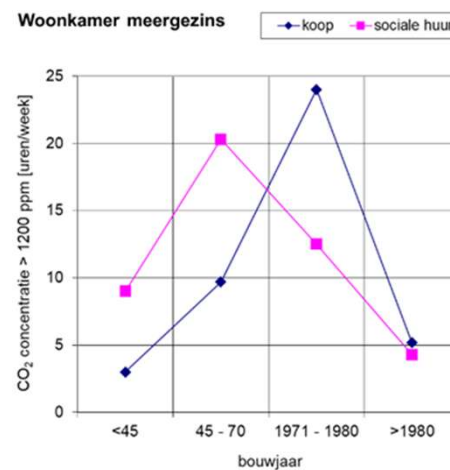
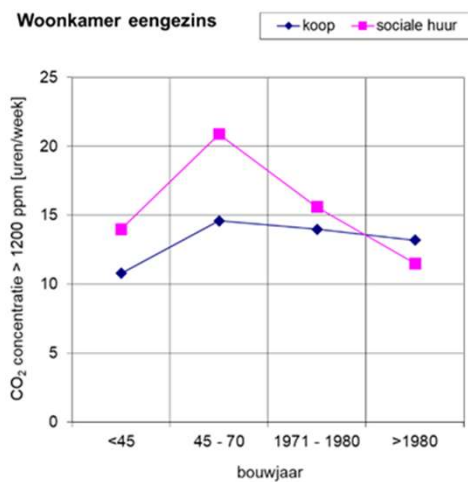
KOOLDIOXIDE – CO₂

- › Marker voor de luchtkwaliteit ten gevolge van door de mens geproduceerde verontreinigingen
- › Gezondheidsraad (1984): bovengrens CO₂ concentratie 1200 ppm, hogere concentraties duiden op onvoldoende luchtverversing
- › Gezondheidsraad advies uit 2010: CO₂ is slechts beperkt bruikbaar als maat voor de binnenluchtkwaliteit, maar is wel een goede indicator voor luchtverversing

ENQUÊTE BEWONERSGEDRAG

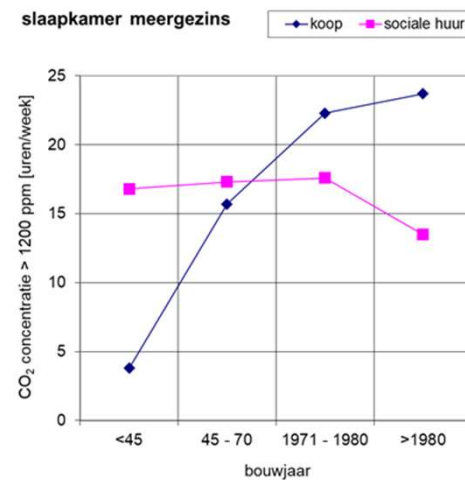
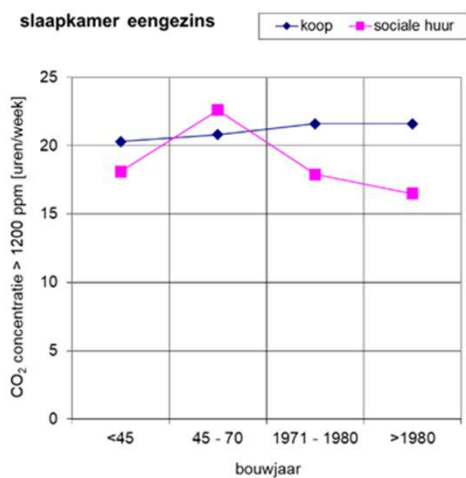
- › Wie heeft thuis natuurlijke toevoer (ventilatie-roosters) en mechanische afvoer?
- › Wie sluit er voor het slapen gaan de roosters in de woonkamer en opent deze in de slaapkamer?

OVERSCHRIJDINGSUREN BOVEN 1200 PPM CO2 WOONKAMER



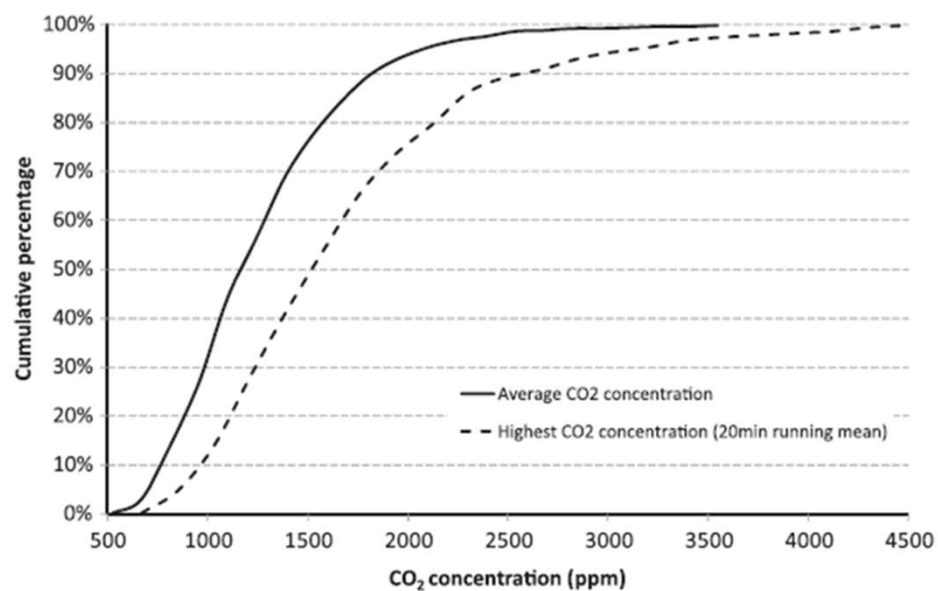
Bron: 1000 woningen, Dongen en Vos, 2007

OVERSCHRIJDINGSUREN BOVEN 1200 PPM CO2 SLAAPKAMER



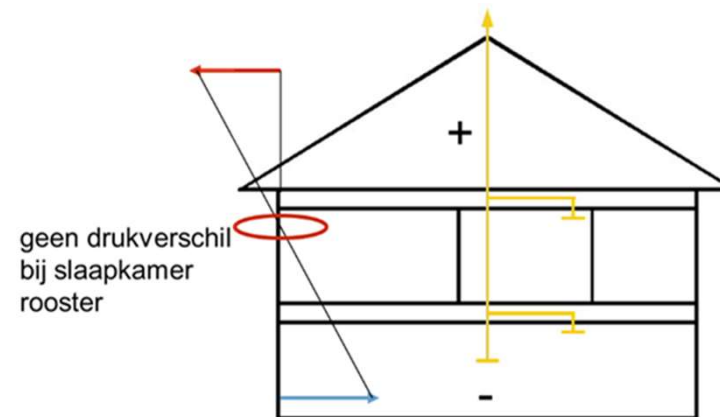
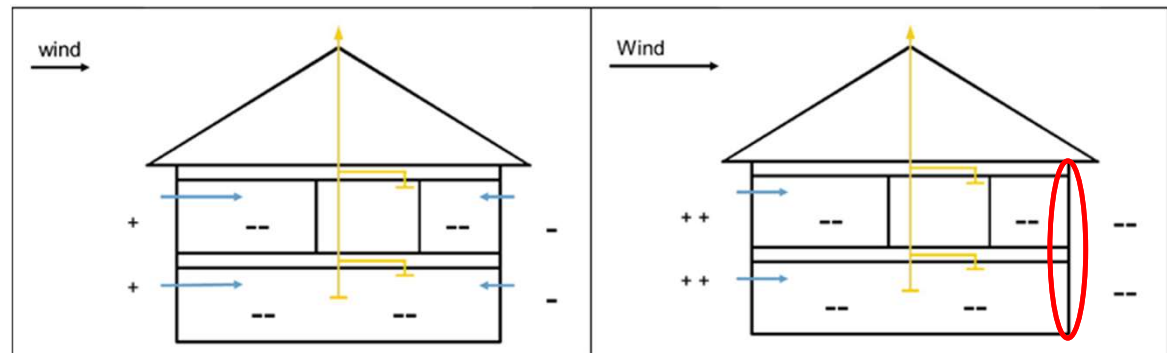
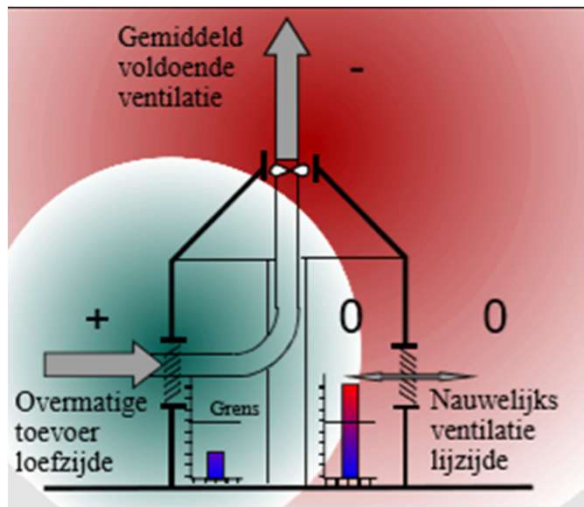
Bron: Dongen en Vos, 2007

GEMIDDELTE CO₂ CONCENTRATIE TUSSEN 21.00 EN 7.00 UUR IN 500 DEENSE KINDERKAMERS



(Beko, 2010)

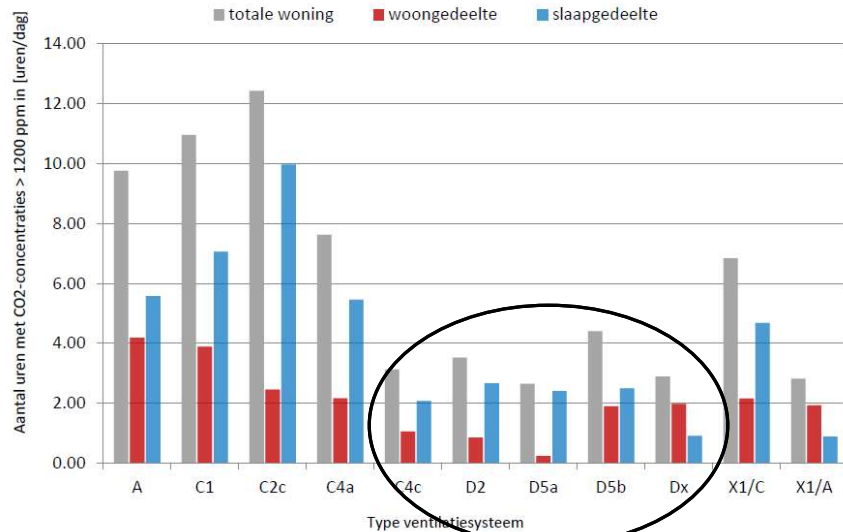
LOEF- LIJZIJDE PROBLEEM MET SYSTEEM C



's nachts roosters in woonkamer sluiten

MONICAIR

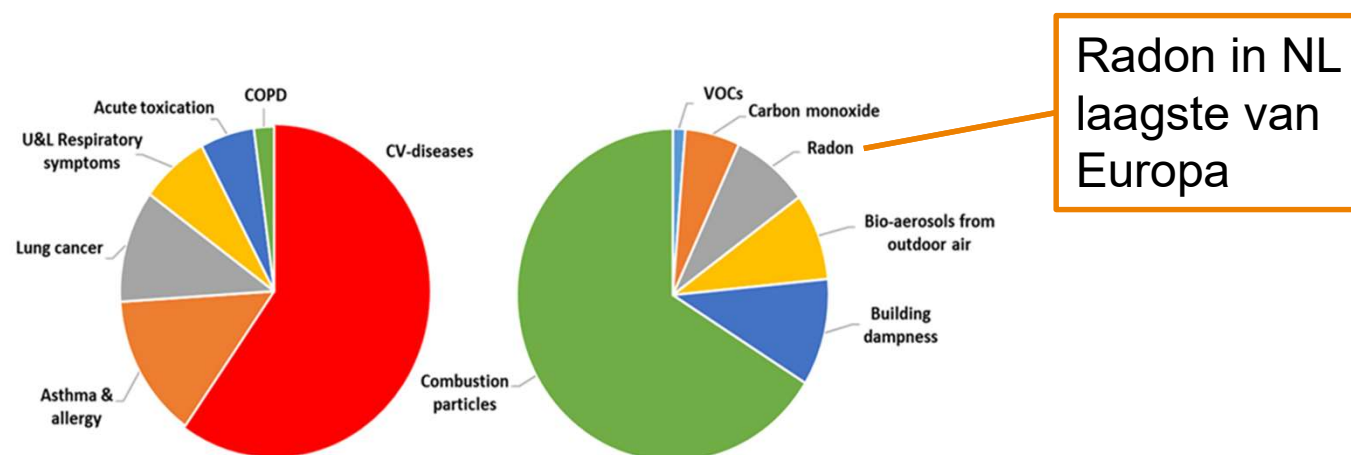
Duur v.d. CO₂-overschrijding in uren/dag (gemiddelden per vent.system)



→ in elke verblijfsruimte een mechanische component, toe – of afvoer

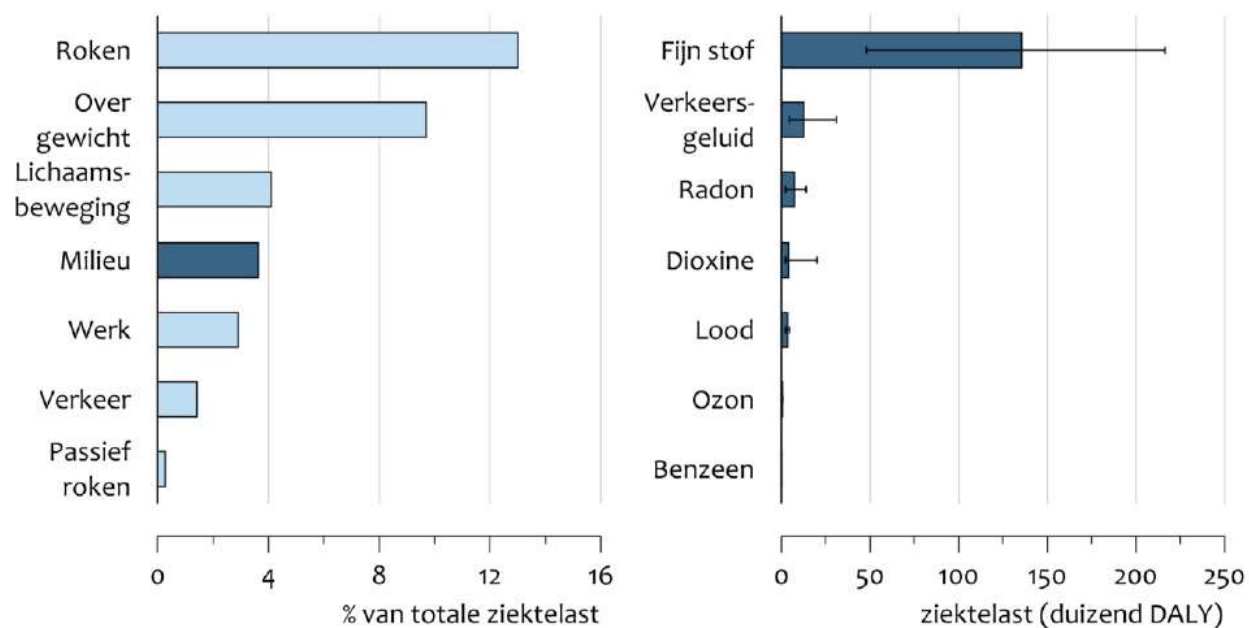
| Systeem type | Deel v.d. woning dat wordt bediend | Ventilatievoorzieningen | | | Controls | | | |
|---------------------|------------------------------------|-------------------------|---|---|---|---|--|-------------|
| | | Afvoer | Toevoer | WTW | Afvoer | Toevoer | | |
| Type A | A | Hele woning | Natuurlijke afvoer vanuit natte ruimtes | Natuurlijke toevoer-roosters verblijfsruimtes | Nee | Geen | Handbediend | |
| | Type C | C.1 | Hele woning | Mechanische afvoer vanuit natte ruimtes | Natuurlijke toevoer-roosters verblijfsruimtes | Nee | 3-standen schakelaar | Handbediend |
| | | C.2c | Hele woning | Mechanische afvoer vanuit natte ruimtes | Drukgergelde natuurlijke toevoer verblijfsruimtes | Nee | 3-standen schakelaar | Handbediend |
| | | C.4a | Hele woning | Mechanische afvoer vanuit natte ruimtes | Drukgergelde natuurlijke toevoer verblijfsruimtes | Nee | CO ₂ -sensor woonkamer | Handbediend |
| C.4c | | Hele woning | Mechanische afvoer vanuit alle ruimtes | Drukgergelde natuurlijke toevoer verblijfsruimtes | Nee | CO ₂ & RV regeling alle ruimtes | Handbediend | |
| Type D | D.2 | Hele woning | Mechanische afvoer vanuit natte ruimtes | Mechanische toevoer verblijfsruimtes | Ja | 3-standen schakelaar | | |
| | D.5a | Hele woning | Mechanische afvoer vanuit natte ruimtes | Mechanische toevoer verblijfsruimtes | Ja | 3-standen schakelaar icm met CO ₂ -sturing (2 zone meting) | | |
| | D.5b | Hele woning | Mechanische afvoer vanuit alle ruimtes | Mechanische toevoer verblijfsruimtes | Ja | CO ₂ en RV -gestuurde regeling ventilatiedebiet | | |
| | D.x | Hele woning | Mechanische afvoer vanuit alle ruimtes | Mechanische toevoer verblijfsruimtes | Ja | CO ₂ en RV gestuurde regeling ventilatiedebiet | | |
| | Hybride | Woongedeelte: D | | Mechanische afvoer vanuit woonkamer | Mechanische toevoer verblijfsruimtes | Ja | CO ₂ en RV -gestuurde regeling ventilatiedebiet | |
| Slaapgedeelte: C.2c | | | Mechanische afvoer vanuit natte ruimtes | Drukgergelde natuurlijke toevoer slaapkamers | Nee | 3-standen schakelaar | Handbediend | |
| Woongedeelte: D | | | Mech. extraction in hab.rooms | Mechanische toevoer verblijfsruimtes | Ja | CO ₂ en RV -gestuurde regeling ventilatiedebiet | | |
| Slaapgedeelte: A | | | Natuurlijke afvoer vanuit natte ruimtes | Drukgergelde natuurlijke toevoer slaapkamers | Nee | Geen | Handbediend | |

GEZONDHEIDSEFFECTEN BINNENMILIEU



IAIAQ, Jantunen, 2011: naar schatting 2/3 van de binnenmilieu gerelateerde ziektelast wordt veroorzaakt door **fijnstof**, wat het best wordt gerepresenteerd door PM2.5, **vocht en schimmel** veroorzaakt 11% van de ziektelast

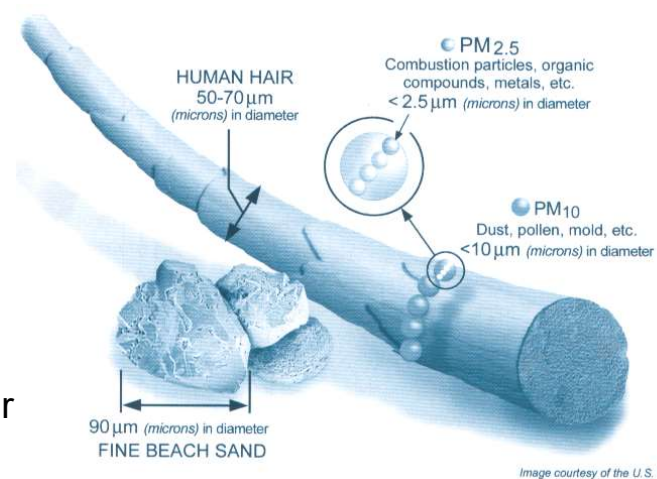
ZIEKTELAST IN NEDERLAND (2010)



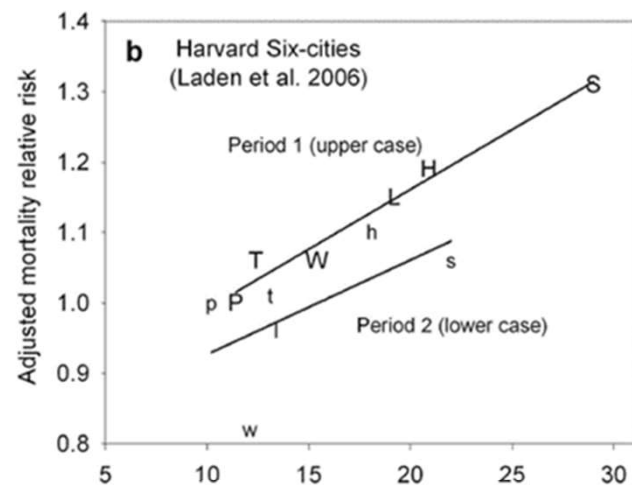
Bron: Hanninnen & Knol 2011

FIJN STOF: ROMMEL IN DE LUCHT

- PM₁₀: massa van deeltjes < 10 µm (in µg/m³)
- PM_{2.5}: massa van deeltjes < 2.5 µm (in µg/m³)
- EC/roet: massa van roetdeeltjes (in µg/m³)
- Ultrafijn stof / particle number concentration (PNC) (in aantallen deeltjes / cm³)



EFFECT VAN PM_{2,5} OP MORTALITEIT (LANGE TERMIJN)

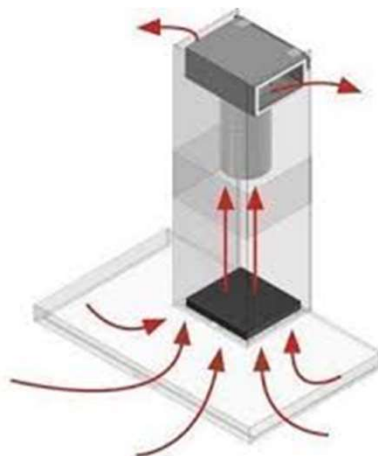


WHO
advieswaarde

EU grenswaarde

RECIRCULATIEKAPPEN

- › In Nederland wordt momenteel 50% van verkochte afzuigkappen in recirculatie uitvoering verkocht



FILMPJE KOKEN OP GAS

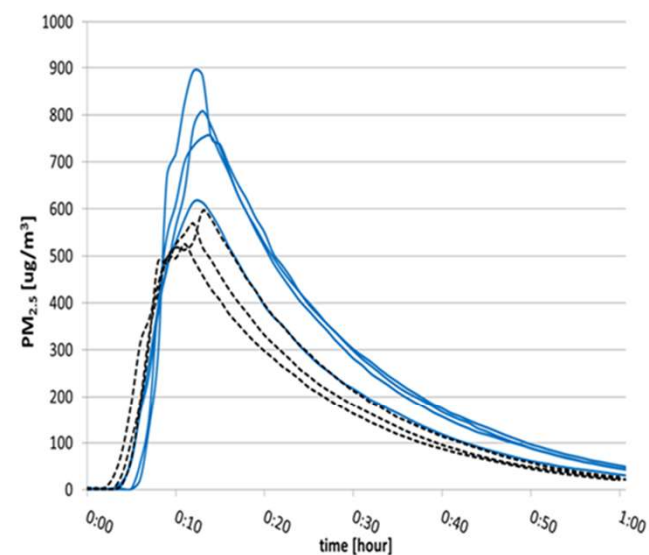
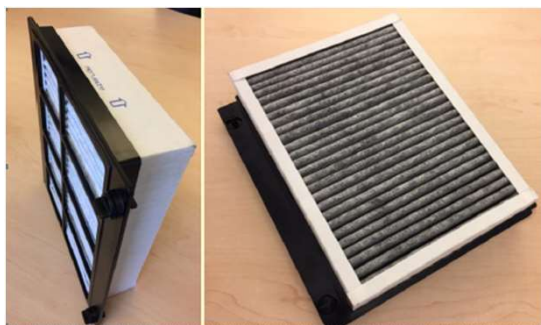
Ultrafijnstof
stikstofdioxide

Voordelen koken met een stekker:
<https://vimeo.com/359258801>



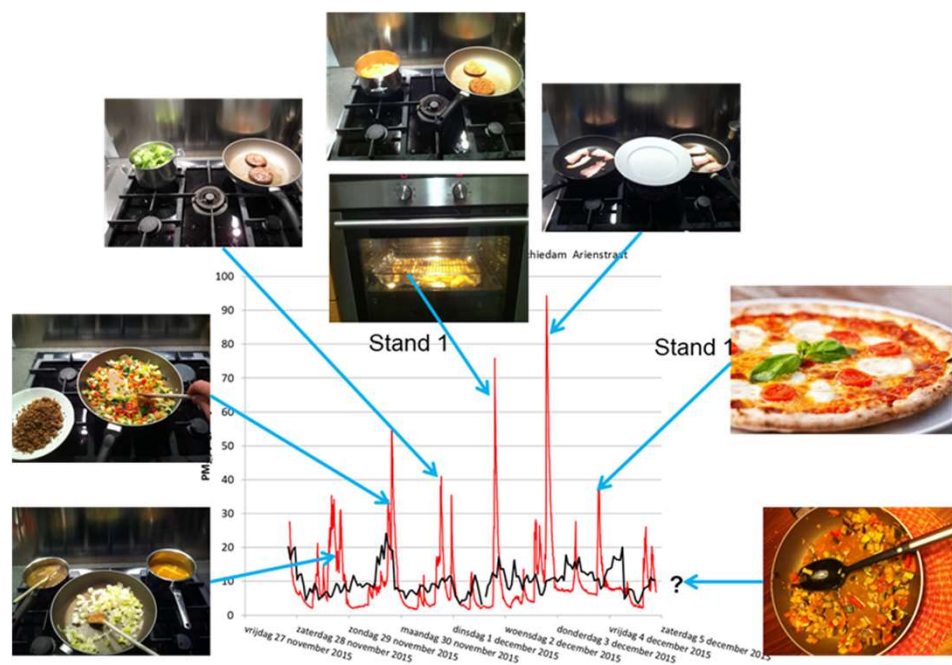
30% PM2.5 REDUCTIE MET RECIRCULATIEKAP

- › Huidige recirculatiekappen op basis van kool filter vangen nauwelijks fijnstof af
- › ATAG & TNO zijn samen een gecombineerd kool- en deeltjesfilter voor **elektrisch koken** aan het ontwikkelen



Blauwe lijn geen afzuigkap,
stippellijn recirculatiekap

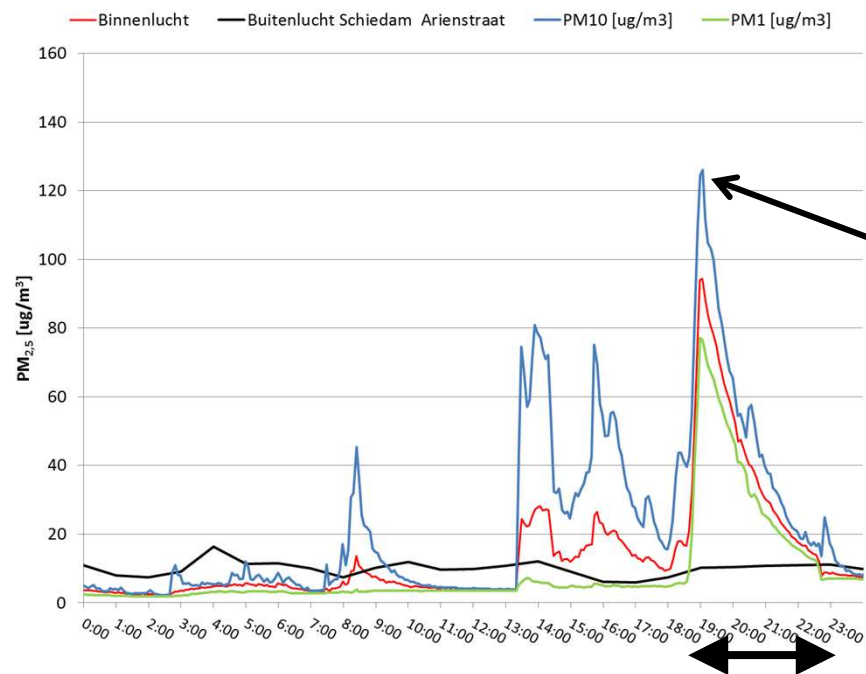
WAT ZIJN DE BINNENBRONNEN VAN FIJNSTOF?



Maximum concentraties

| | |
|-----------------------------------|------------------------|
| Koken | 2000 µg/m ³ |
| Haarlak | 140 µg/m ³ |
| Deodorant spray | 350 µg/m ³ |
| Vuurwerk in de buitenlucht | 75 µg/m ³ |
| Kaarsen | 40 µg/m ³ |
| Spelende kinderen | 35 µg/m ³ |
| Terugslag van rook uit een kachel | 35 µg/m ³ |
| Vuurkorf in de achtertuin | 50 µg/m ³ |

LUCHTDICHTE WONING & OPEN KEUKEN



4 uur !

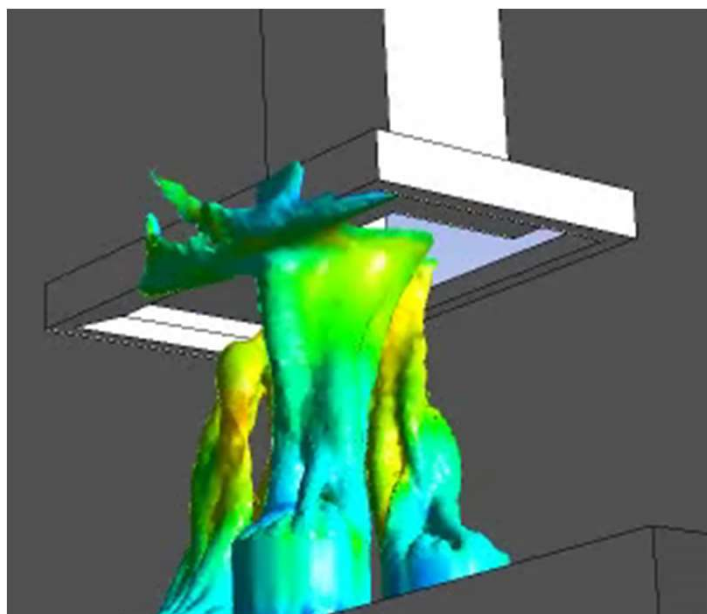
TKI VENTKOOK

ATAG
we love to cook

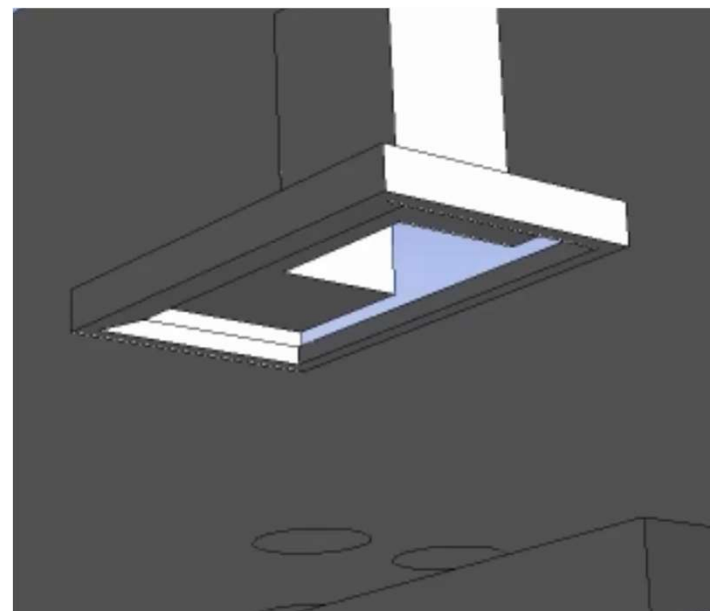
bribuskeukens

KOPPEN
bouwexperts

TNO



Bouwbesluit keuken 75 m³/h

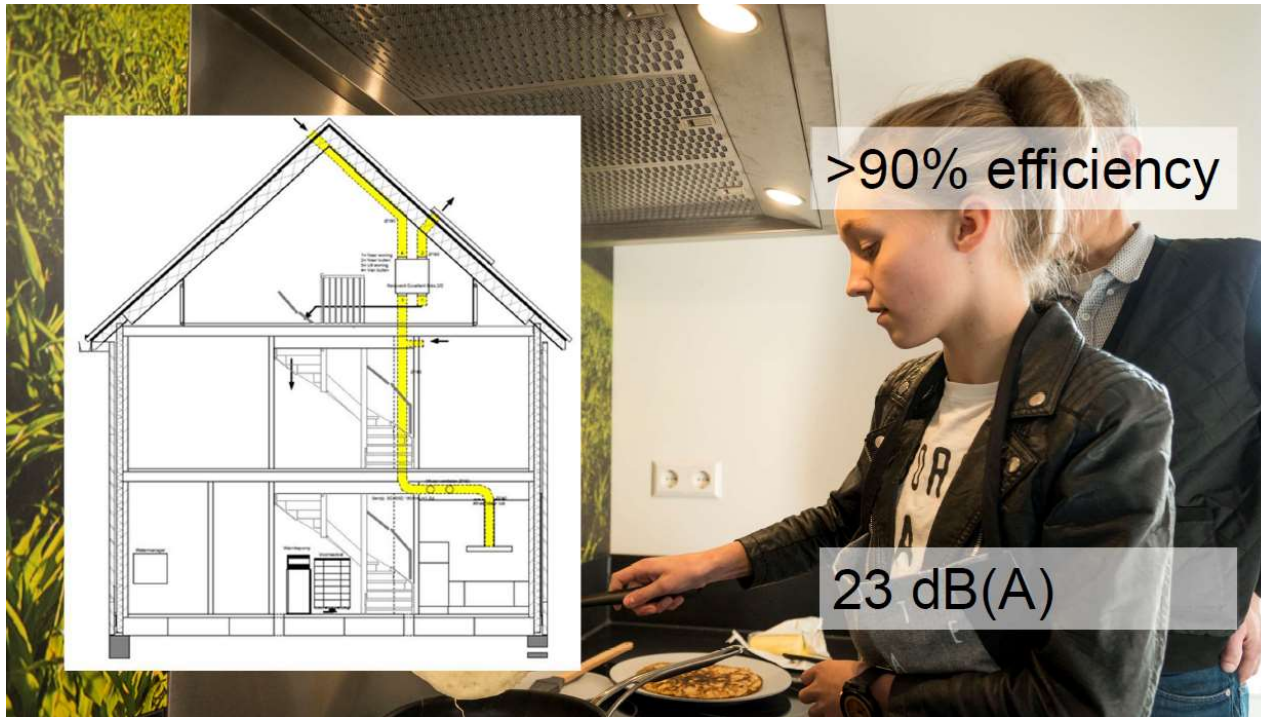


300 m³/h

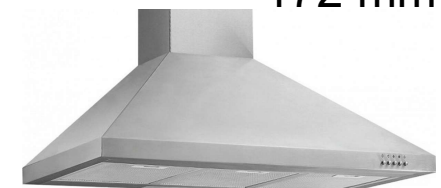
NEROZERO WONING HEERHUGOWAARD



VENTILATIE SYSTEEM INCLUSIEF KOOKAFZUIGING



172 mm

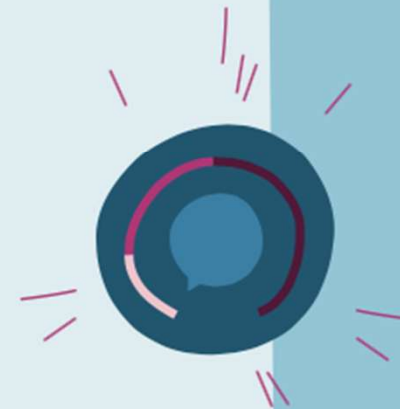


donderdag 3 september 2020

Onderzoek naar luchtkwaliteit

In 749 huishoudens wordt gedurende 9 maanden met een sensor de luchtkwaliteit gemeten. We kijken naar:

- Luchtvochtigheid
- CO₂
- Temperatuur
- Fijnstof



Daarnaast krijgen de deelnemers vragenlijsten voorgelegd om te kijken wat zij doen met de informatie over de lucht in hun huis.



LONG FONDS
Voorheen
Astma Fonds

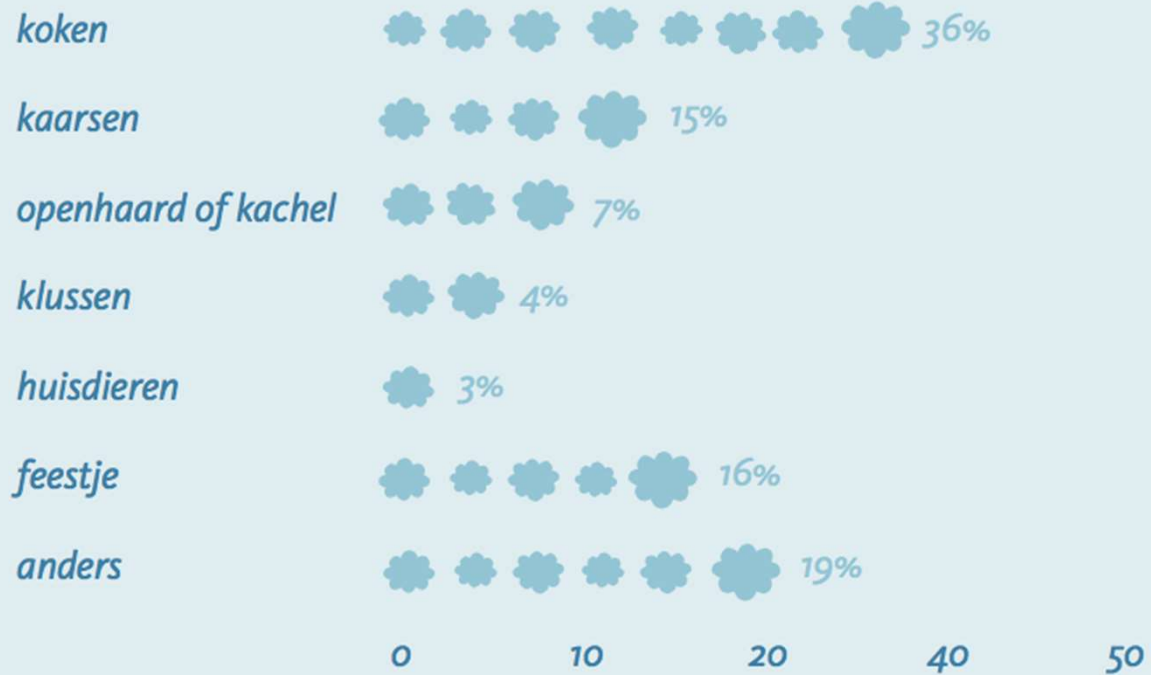
Strijd mee
voor gezonde lucht
en gezonde longen

tion



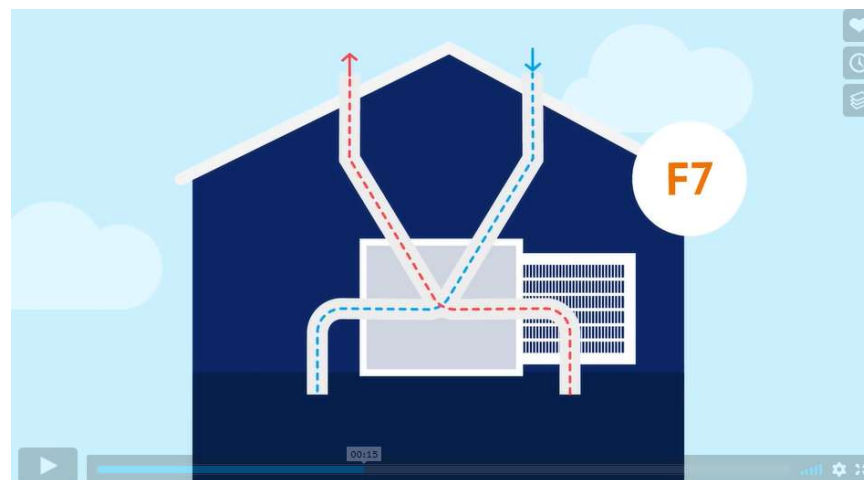
Stijd mee voor gezonde lucht en gezonde longen

Oorzaak rood uitslaan sensor

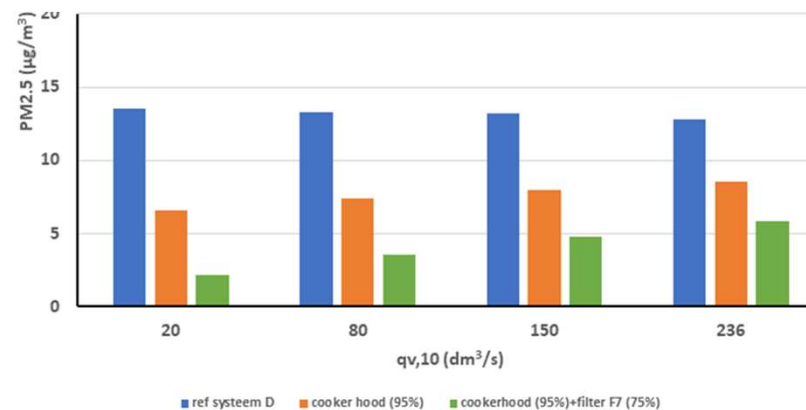
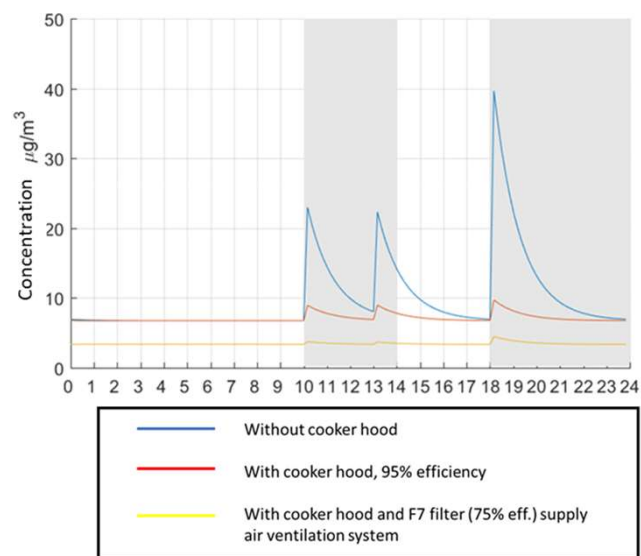


50% VAN HET FIJNSTOF IN DE WONING UIT DE BUITENLUCHT AFKOMSTIG

Wat kan filtering bijdragen:
<https://vimeo.com/373369418>



82% PM2.5 REDUCTIE IN DE WONING



50% REDUCTIE VAN TOTALE BLOOTSTELLING

Woning $q_{v,10} = 80 \text{ dm}^3/\text{s}$, Systeem D, buitenconcentratie $11,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, geen kookafzuiging

| | concentratie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | | # uur per dag | | blootstelling [$\mu\text{g} \text{ uur}/\text{m}^3$] | Bijdrage aan blootstelling |
|-----------------------|---|---------|---------------|-----------|---|-------------------------------|
| | werkdag | weekend | werkdag | weekend | | |
| Woonkamer/keuken | 14,5 | 11,8 | 5 | 10 | 599 | 44% |
| Slaapkamer | 6,7 | 6,7 | 9 | 9 | 422 | 31% |
| Buiten | 11,5 | 11,5 | 2 | 5 | 230 | 17% |
| Werk | 3 | | 8 | | 120 | 9% |
| Totaal | | | 24 | 24 | 1371 | 100% |
| Weekgemiddelde | | | | | 8,2 | |

Woning $q_{v,10} = 80 \text{ dm}^3/\text{s}$, Systeem D, buitenconcentratie $11,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wel kookafzuiging en filtering

| | concentratie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | | # uur per dag | | blootstelling [$\mu\text{g} \text{ uur}/\text{m}^3$] | Bijdrage aan blootstelling |
|-----------------------|---|---------|---------------|-----------|---|-------------------------------|
| | werkdag | weekend | werkdag | weekend | | |
| Woonkamer/keuken | 3,6 | 3,5 | 5 | 10 | 159 | 22% |
| Slaapkamer | 3,3 | 3,3 | 9 | 9 | 208 | 29% |
| Buiten | 11,5 | 11,5 | 2 | 5 | 230 | 32% |
| Werk | 3 | | 8 | | 120 | 17% |
| Totaal | | | 24 | 24 | 717 | 100% |
| Weekgemiddelde | | | | | 4,3 | |

WAT KUN JE ZELF DOEN?

| Contaminant | Type | Maatregel | Effect | complexiteit | Literatuur ref. |
|--|--------------------|--|----------|--------------|------------------------|
| PM _{2.5} door roken | Bron | Stoppen met binnen roken | 100% | Laag | |
| NO ₂ koken op gas | Bron | Inductief koken | 100% | Middel | |
| PM _{2.5} | Bron | Elektrische <u>waxine</u> lichtjes en kaarsen | 100% | Laag | |
| PM _{2.5} , roet | Bron | Geen openhaard of kachel meer stoken | 100% | Laag | |
| <u>Ftalaten</u> | Bron | PVC vloerbedekking uit slaapkamer verwijderen | ? | Middel | <u>Shu</u> 2014 |
| PM _{2.5} bij bakken en braden | Bronafz. | Afzuigkap met 95 dm ³ /s en koken op voorste pitten | 75% | Middel | <u>Singer</u> 2012 |
| | | Goede afzuigkap 83 dm ³ /s bij bereiden 4 typische NL maaltijden | > 93% | Middel | <u>O'Leary</u> 2019 |
| | | Afzuigkap 83 dm ³ /s die voorste pitten niet bereikt (<u>slechte afz kap</u>) | 70% | Middel | <u>VentKook</u> , 2018 |
| | | Goede <u>motorloze</u> afzuigkap op afzuigventiel met 75 m ³ /uur | 50% | Laag | |
| | | Slechte <u>motorloze</u> afzuigkap op afzuigventiel met 75 m ³ /uur | 25% | Laag | |
| NO ₂ koken op gas | Bronafz. | Afzuigkap met afvoer naar buiten installeren en gebruiken | 67% | Middel | <u>Logue</u> 2014 |
| PM _{2.5} bij bakken | <u>Comp+filter</u> | Recirculatie afzuigkap | < 30% | Laag | <u>Jacobs</u> , 2017b |
| PM _{2.5} | <u>Comp+filter</u> | HEPA filters in ademzone van astmatici | 99% | Laag | <u>Fisk</u> 2013 |
| PM _{2.5} | Filtering | Verbeteren filterkwaliteit in US woning ventilatiesysteem | > 10* | Laag | <u>Fisk</u> 2017 |
| | | Plaatsen stand <u>alone</u> HEPA filters | > 10* | Laag | |
| PM _{2.5} | Filtering | Verhogen filterkwaliteit ventilatietoevoer (reductie% t.o.v. buiten) | > 97% | Laag | <u>Singer</u> 2016 |
| PM _{2.5} | Filtering | Plaatsen decentrale filterunits in 8 interventie studies | 40 – 60% | Laag | <u>Day</u> 2018 |
| PM _{2.5} | Filtering | Ionisatie recirculatie filter op basis van ozon productie | negatief | Laag | <u>Waring</u> 2008 |
| PM _{2.5} | Filtering | HEPA filter op stofzuiger | 99% | Laag | <u>Lioy</u> 1999 |
| CO ₂ | Ventilatie | Verbeteren luchtkwaliteit in slaapkamer door beter rooster gebruik | | Laag | |
| | | Idem door plaatsen zelfregelende roosters | | Middel | |
| | | Idem door installatie van mechanische toe- of afvoer | | Hoog | |

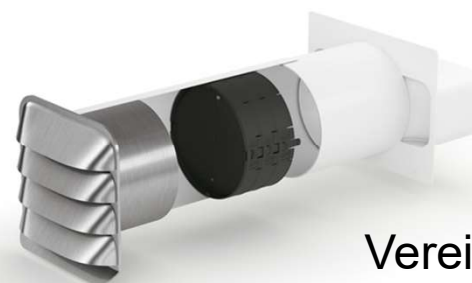
* *Kosteneffectiviteit filtering*

AFZUIGKAP IN HUURWONING

Oplossingen voor de afvoer:

1. Loze leiding naar de gevel: minimaal rond 150 mm (let op uitmonding wbt overlast bij burens)
2. Loze leiding naar de nok, minimaal rond 150 mm en minimaal # bochten (drukval < 50 Pa bij 300 m³/uur)
3. Motorloze afzuigkap aansluiten op ventilatiesysteem

Recirculatie wordt afgeraden vanwege PM_{2.5}, vocht, warmte, onderhoudskosten en veelal toch onvoldoende geur afvangst. Recirculatie kan wel bestaande situaties verbeteren.



Vereiste openingsdruk > 65 Pa

<https://www.naber.de/nl-e-jal-colr-flow-150-muurdoorvoerunit-incl-thermobox-s13043/>

WAT DOEN WE MET DE TOEVOER?

- › Advies om de onderdruk niet verder dan 10 Pa te laten oplopen
- › Open keukenraam zorgt voor tocht of kan de kookdampen onder afzuigkap wegblazen
- › Toevoervoorzieningen en/of overstroomvoorziening met capaciteit van 300 m³/uur
- › Of toch via het ventilatiesysteem balanceren (NeroZero concept)?

RENODOUCHE

Pilot met superzuinige Renodouches gestart!

23 juli 2020

De afgelopen weken hebben we bij twee woningen in ons complex Dijkwater in Zoetermeer een zogenaamde 'Reno douchecabine met Reno douche' geplaatst. Met deze douches wordt maar liefst 75 tot 80% van de warmte uit het douchewater teruggewonnen! Hierdoor besparen huurders niet alleen veel energie en geld, maar wordt ook de resterende warmte gasloos geleverd door een kleine ingebouwde elektrische boiler.

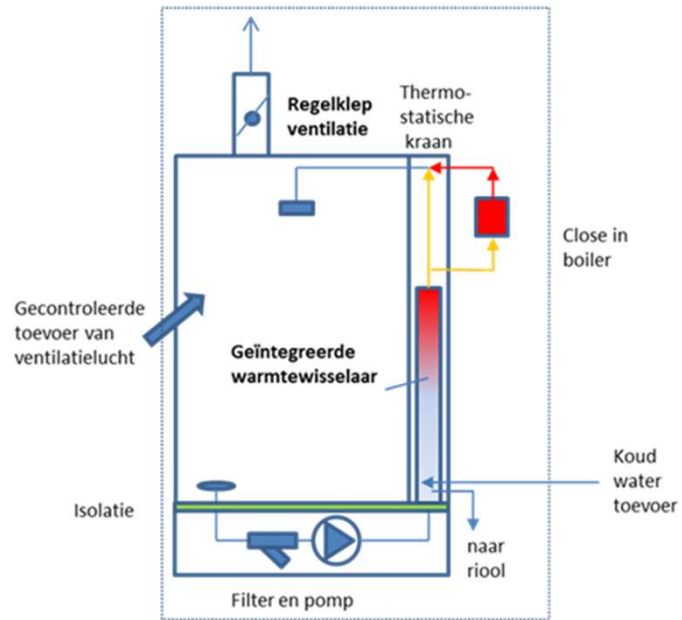
Ook is de douche bijzonder comfortabel omdat er, door de ingebouwde elektrische boiler met verwarmingselement, direct en onbeperkt warm water wordt geleverd. Tenslotte wordt via de Reno douchecabine vochtige lucht beter afgevoerd en minder verspreid, waardoor de kans op schimmel wordt verkleind en de badkamer spiegel minder snel beslaat.

Doorontwikkeling via onderzoeksproject

De Renodouche is een nieuw product dat nog niet op de markt verkrijgbaar is. In een onderzoeksproject - een samenwerking tussen BeterBad, Hametech, TNO, Vestia, GroenWest en Vidomes - ontwikkelen we de douche verder tot een definitieve versie voor grootschaligere productie. Dankzij een subsidie van Topconsortia voor Kennis en Innovatie werken we binnen dit project samen aan de ontwikkeling van badkamer renovatiepakketten om huurwoningen, wat betreft warmtapwater, aardgasloos(-ready) te maken. In totaal worden 6 doucherenovaties in de woningen van de drie woningcoöperaties uitgevoerd.



WERKINGSPRINCIPE



8 minuten douche: $\eta_{HR} = 81.7\%$



TIPS VOOR EEN GOEDE LUCHTKWALITEIT IN EEN ENERGIEZUINIGE WONING

- › Elektrisch koken is gezonder dan koken op gas, bij voorkeur inductief omdat dat ook energiezuinig is
- › Goede kookafzuiging met voldoende toevoer
- › In elk vertrek mechanische toe- of afvoer
- › F7 filterkwaliteit bij balansventilatie met WTW
- › Pas effectieve douche warmteterugwinning toe



A nighttime photograph of a city street. On the left is a multi-story brick building with many lit windows. On the right is a modern building with a curved facade and lit windows. In the foreground, a metal railing runs across the frame. The background shows a street with light trails from cars and streetlights. The overall scene is illuminated by city lights, creating a vibrant urban atmosphere.

› **BEDANKT VOOR UW AANDACHT!**

Voor meer inspiratie:
TNO.NL/TNO-INSIGHTS

TNO innovation
for life

WELKE LUCHTREINIGERS AANRADEN?

HOME / LUCHTREINIGERS / WINIX

WINIX P150 Luchtreiniger

★★★★★ (41 reviews) [accessoires](#)

€219,00 **€179,00**

De WINIX P150 HEPA luchtreiniger heeft zowel een AHAM als ECARF certificatie ontvangen. De luchtreiniger combineert drie geavanceerde luchtreinigingstechnologieën in combinatie met sensoren die zijn ontworpen voor het verwijderen van allergenen, fijnstof, pollen, rooklucht, schimmels, huisstofmijt en nare geuren in uw huis. De Winix P150 is geschikt voor ruimtes tot 34 m².

IN WINKELMAND

GRATIS EXTRA FILTERSET t.w.v. €39,95

specificaties



1. Koolstof filter
2. HEPA filter
3. **Plasmawave ionisatie ?**

“the pollutant removal benefits of ozone-generating air cleaners may be outweighed by the generation of indoor pollution”
 (Waring et al., Atmospheric environment, 2008)



Top 3 VAN FIJNSTOF IN HUIS

- 1 **Roken**
(nog steeds de grootste bron in veel gezinnen)
- 2 **Koken**
(vooral zonder goede afzuiging)
- 3 **Stoken**
(open haard, kaarsen)

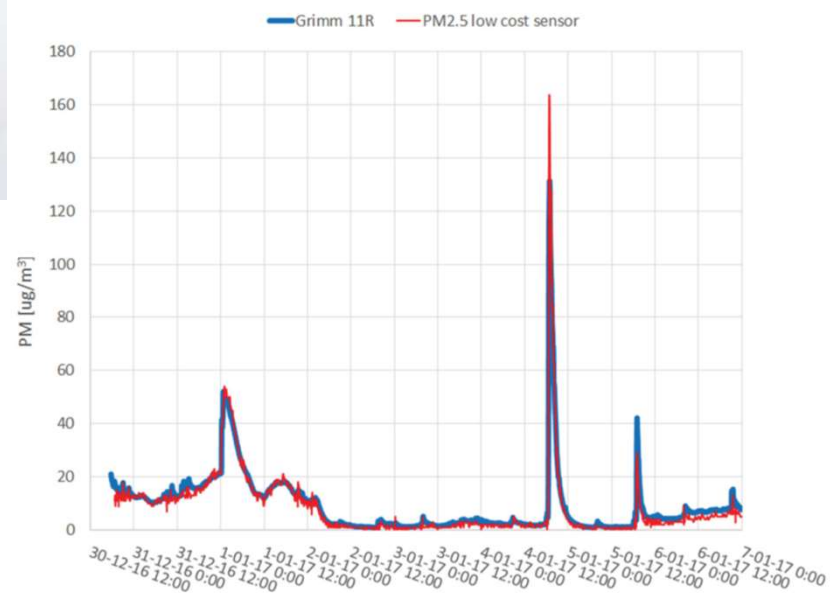
Helpt een luchtreiniger?

Er zijn apparaten te koop die de lucht zouden zuiveren. Grofweg zijn er de ioniserende luchtreinigers en apparaten met een deeltjesfilter. Ioniserende luchtreinigers produceren geladen deeltjes (ionenstroom) in de lucht die (fijn)stofdeeltjes overal doen neerslaan. Jacobs: "Ik raad ze niet aan. Die geladen deeltjes slaan ook sneller neer in je longen en dan kunnen ze er niet meer uit. Daarnaast ontstaat er bij die apparaten vaak ozon wat juist niet goed is voor de luchtkwaliteit." Apparaten die de lucht langs een deeltjesfilter sturen, werken wél om de lucht schoner te maken. Jacobs: "Die kun je rustig in de huiskamer zetten."

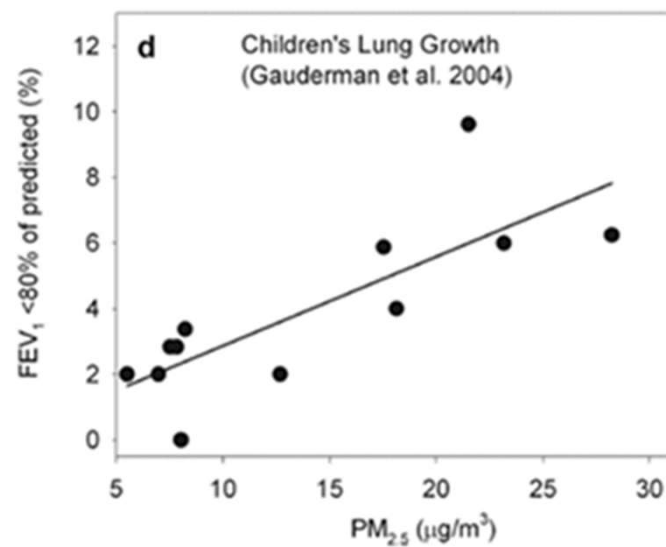
23-83 LIBELL

GOEDKOPE PM2.5 SENSOREN STEEDS BETROUWBAARDER

- › T, CO₂, RV, PM_{2,5}
- › Automatische regeling
- › User feedback



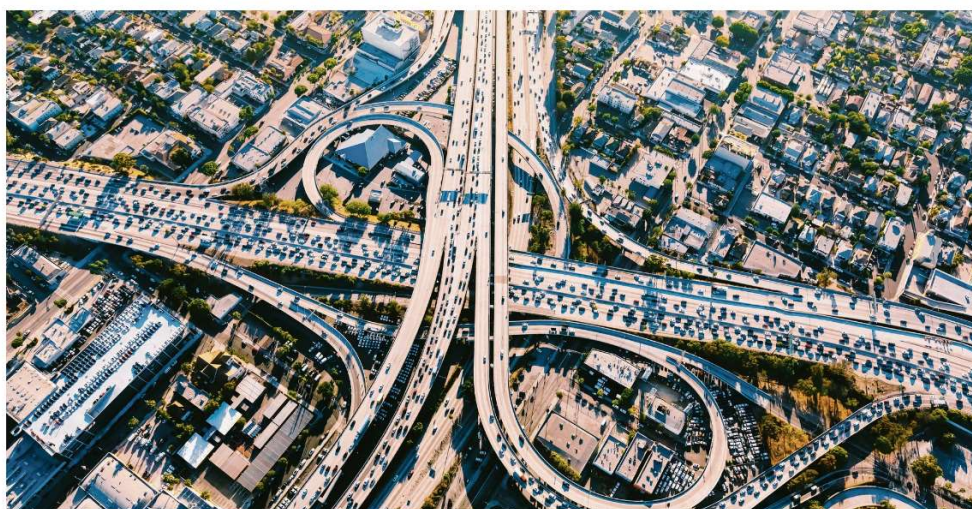
KORTE TERMIJN: GEREDUCEERDE LONGCAPACITEIT BIJ KINDEREN



Fijnstof is al dodelijk na een dag

Niet alleen sterfte op lange termijn, maar ook sterfte de volgende dag: dat is een nieuw ontdekt effect van fijnstof. En er is geen veilige marge.

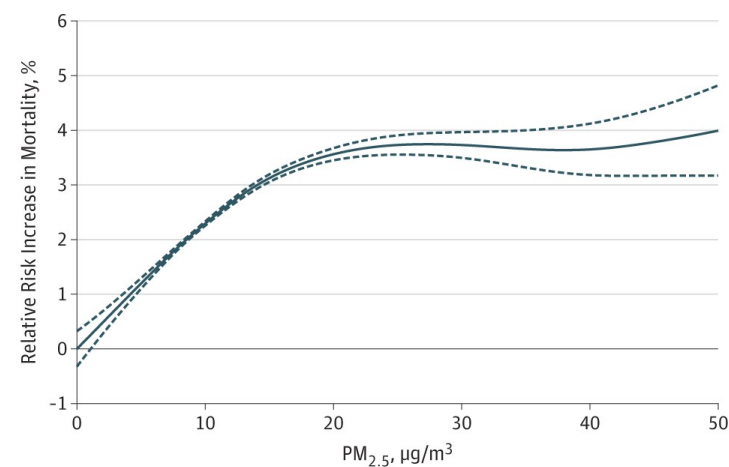
Wim Köhler 26 december 2017



Verkeersknooppunt midden in Los Angeles

<https://www.nrc.nl/nieuws/2017/12/26/fijnstof-is-al-dodelijk-na-een-dag-a1586194>

A Exposure-response curve for PM_{2.5}



Bron: Qian et al., Association of short-term exposure to air pollution with mortality in older adults, Journal of American Medical Association, 2017

VRAAGSTURING OP DE AFVOER



| | Standaard ventielen [m ³ /uur] | zelfsluitende ventielen [m ³ /uur] |
|---------------|--|--|
| keuken | 130 | 235 |
| badkamer | 78 | 11 |
| toilet | 42 | 9 |
| <i>Totaal</i> | <i>250</i> | <i>255</i> |

300 m³/h in keuken bij toepassing van 400 m³/uur box

<https://www.easyflo.nl/webshop/kooklucht/>

Mengen over binnendeuren ook goed toepasbaar bij renovatie

