

ONDERWERPEN

- › Welke binnenmilieu verontreiniging heeft het meeste effect op gezondheid?
- › Fijnstof door koken en buitenlucht (PM_{2.5} als marker)
- › NeroZero woning
- › Ultrafijnstof en NO₂ door koken op gas
- › Effect van filtering en kookafzuiging

- › Pauze

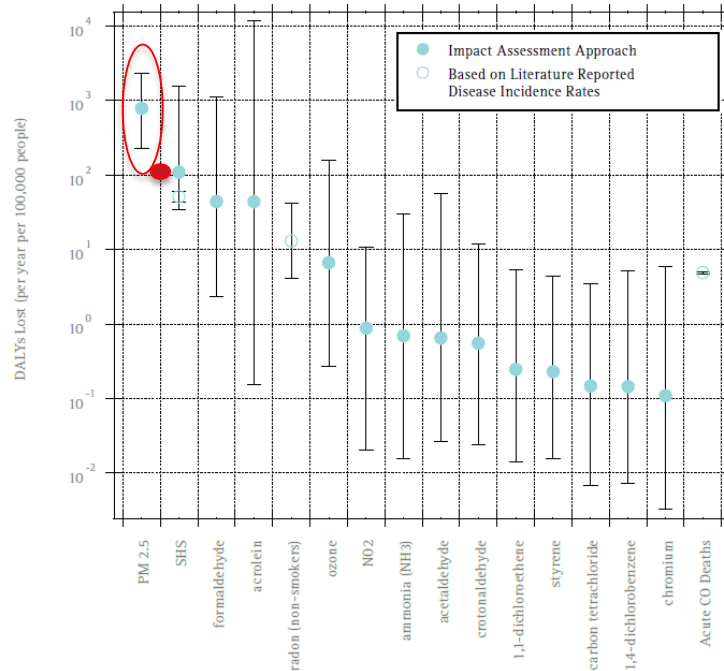
- › Luchtkwaliteit slaapkamers (CO₂ als marker)

- › Badkamerventilatie

TECHNOTE AIVC 68 VENTILATION AND HEALTH

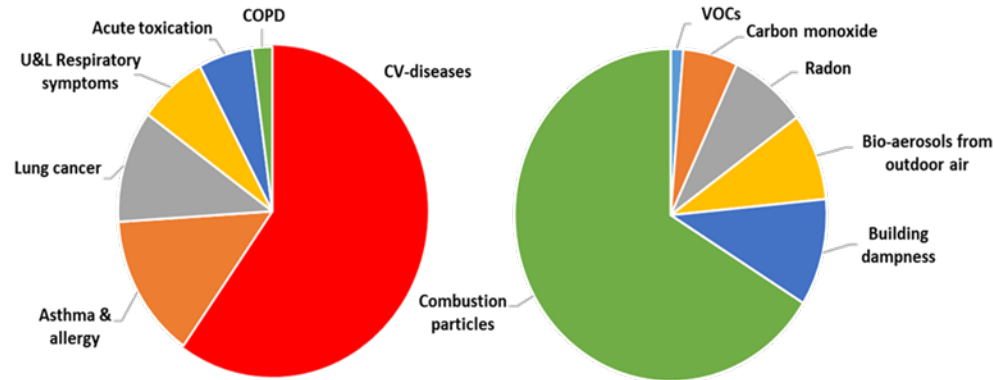
OVERZICHT VAN AGENTIA, EFFECTEN EN BEHEERSMAATREGELEN

Vocht en
schimmel



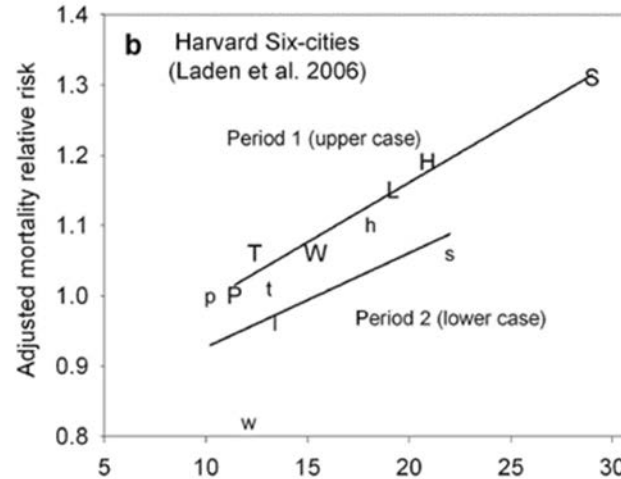
Bron: Logue, *Environmental Health Perspectives*, 2012

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

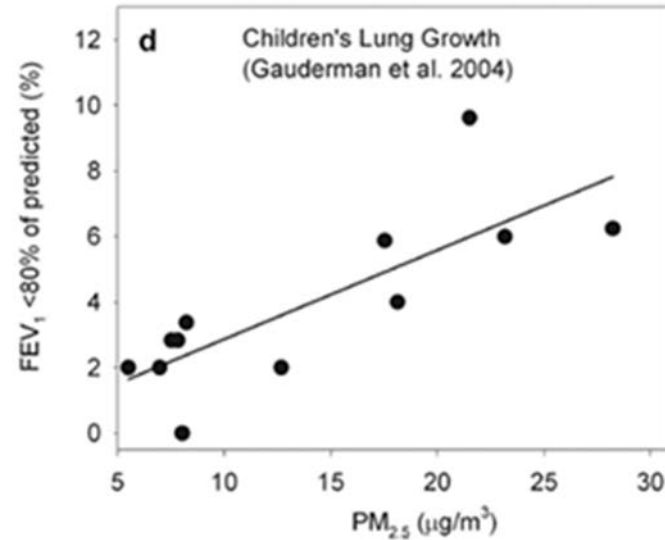
EFFECT VAN PM_{2,5} OP MORTALITEIT (LANGE TERMIJN)



WHO
advieswaarde

EU grenswaarde

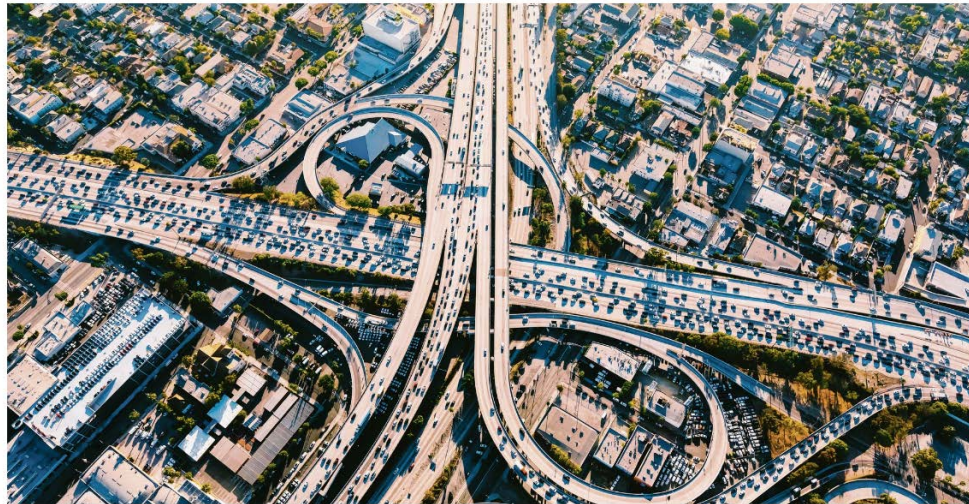
KORTE TERMIJN: GEREDUCEERDE LONGCAPACITEIT BIJ KINDEREN



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.

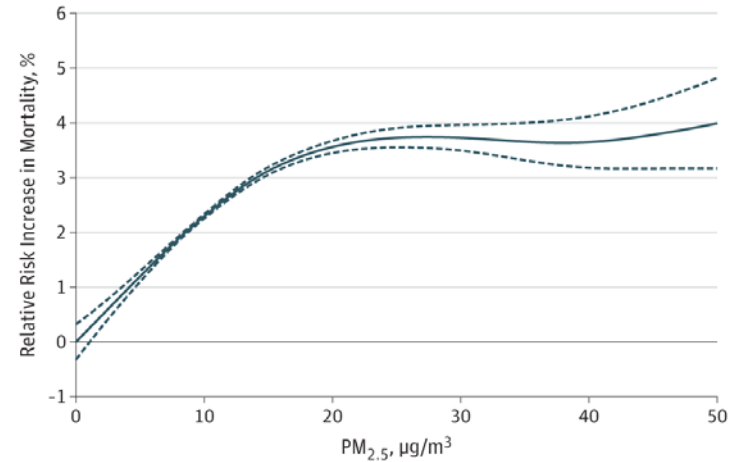
Wim Köhler 26 december 2017



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

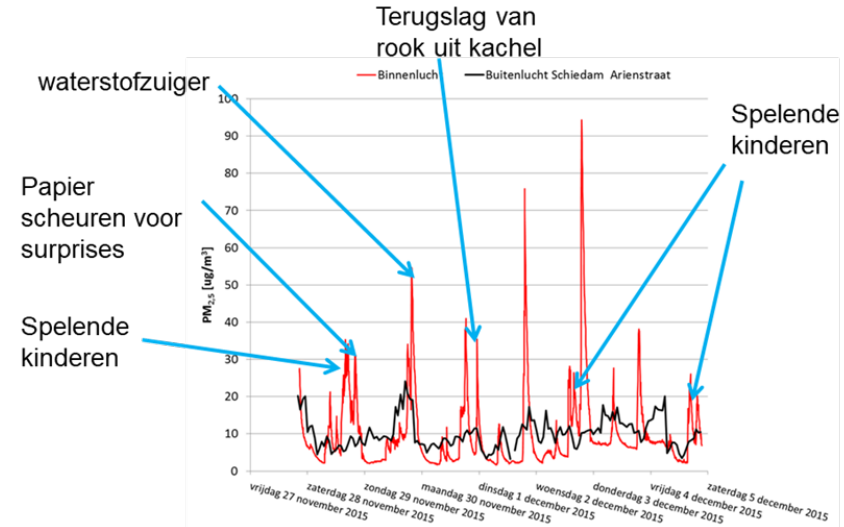
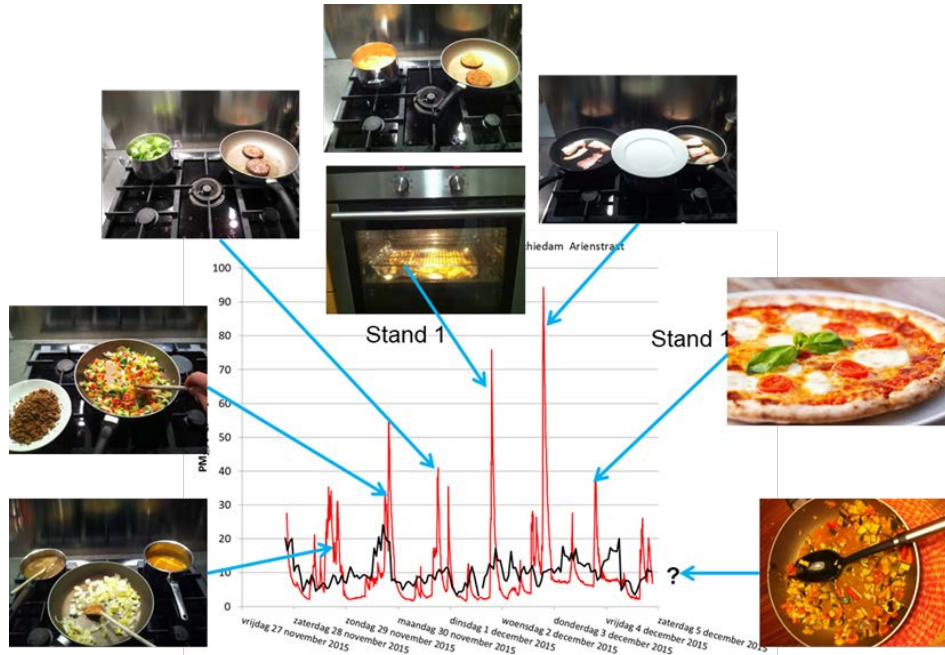
HUIDIGE WONINGEN HEBBEN VAAK EEN PROBLEEM MET BINNENKLIMAAT

Bij aardgasloze woningen, vaak luchtdicht en thermisch geïsoleerd kan het kritischer worden:

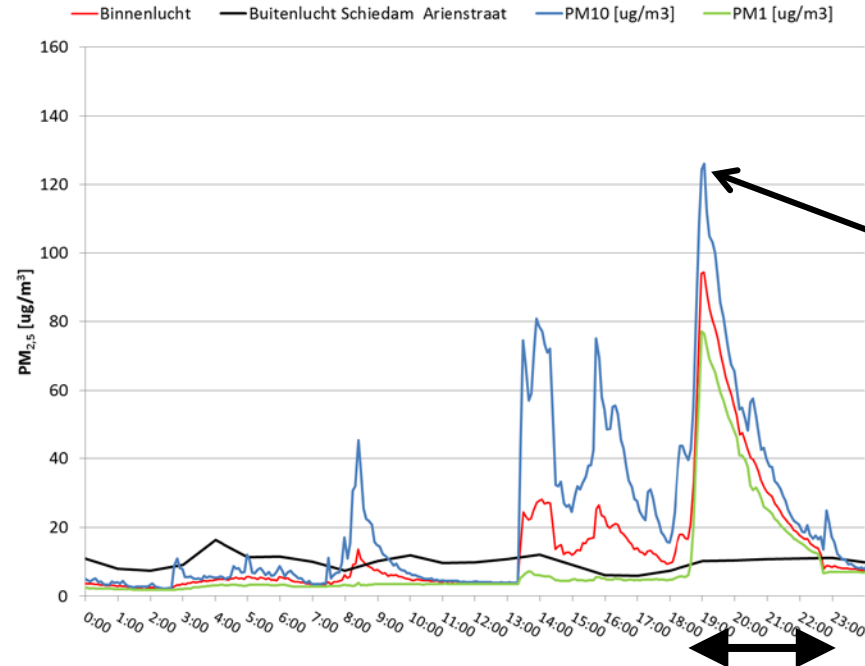
- › Ventilatie: 90% van de woningen de ventilatie niet in orde
- › Oververhitting: In de Energiesprong projecten vaak een aandachtspunt
- › 90% fijnstof blootstelling doe je op in gebouwen, binnenbronnen worden dominantier
 - › Uitzending “Kennis van nu”, NPO 2, 9 februari 2017



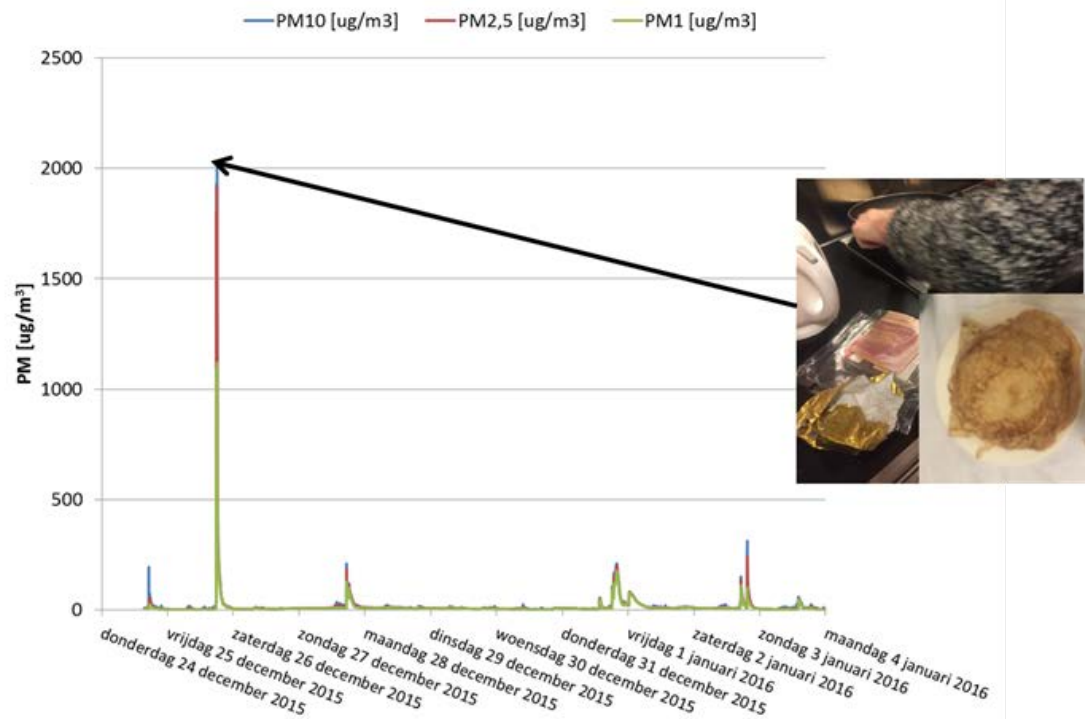
WAT ZIJN DE BINNENBRONNEN VAN FIJNSTOF?



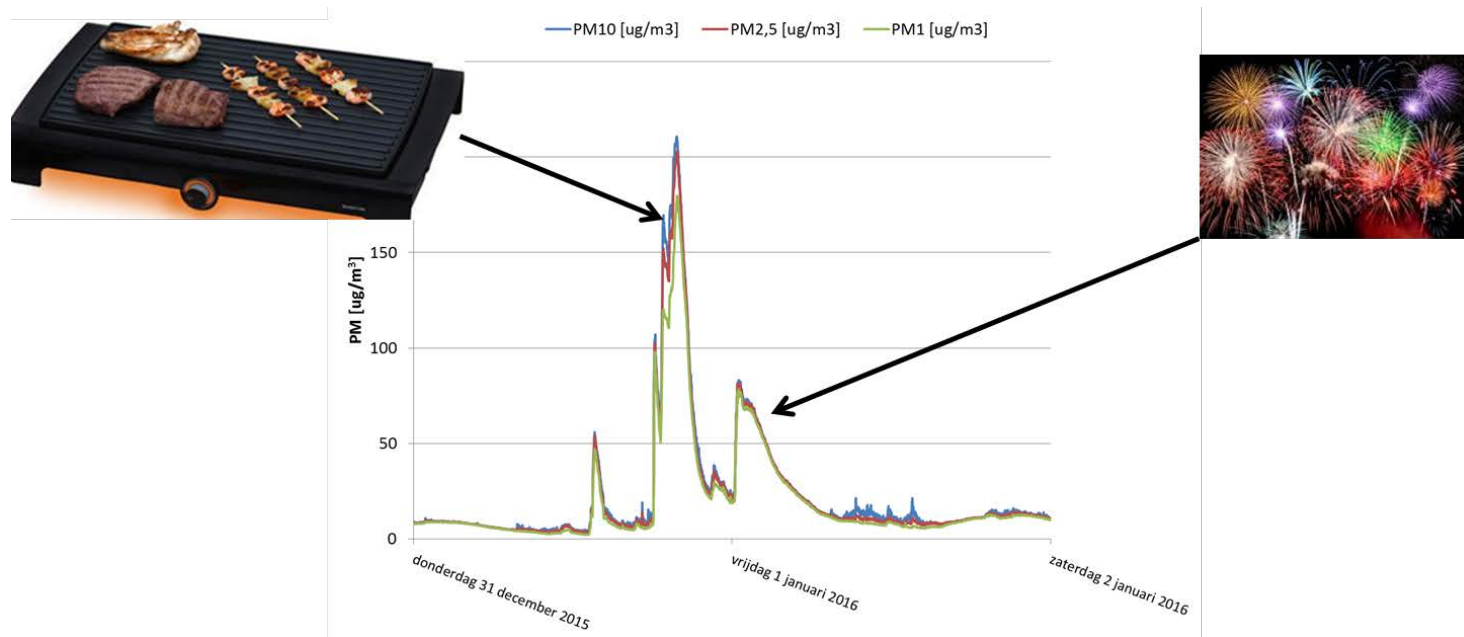
LUCHTDICHTE WONING & OPEN KEUKEN



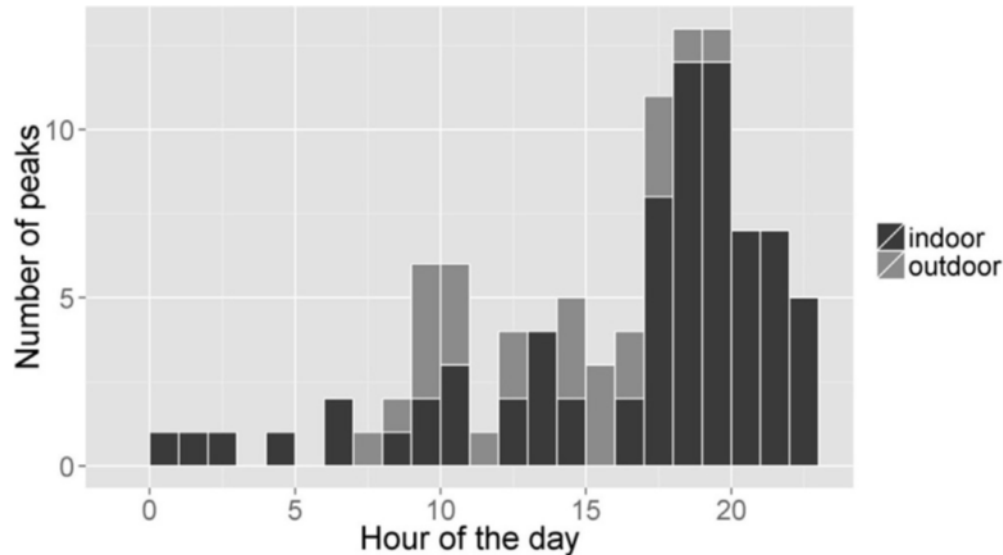
PANNENKOEKEN BAKKEN IN ROOMBOTER



oud op nieuw



RUGZAKJES ONDERZOEK EINDHOVEN: KOKEN



- Pieken thuis veroorzaken 16% van de blootstelling in slechts 2% v/d tijd
- Binnen blijven pieken veel langer hangen. **Meeste pieken rondom etenstijd**

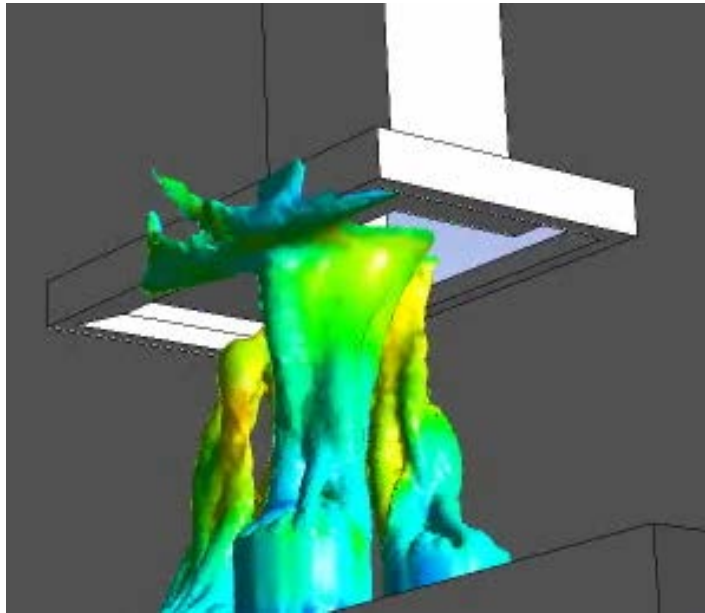
verdeling van de **ultrafijnstof** pieken over de dag

Kluzenaar, 2017

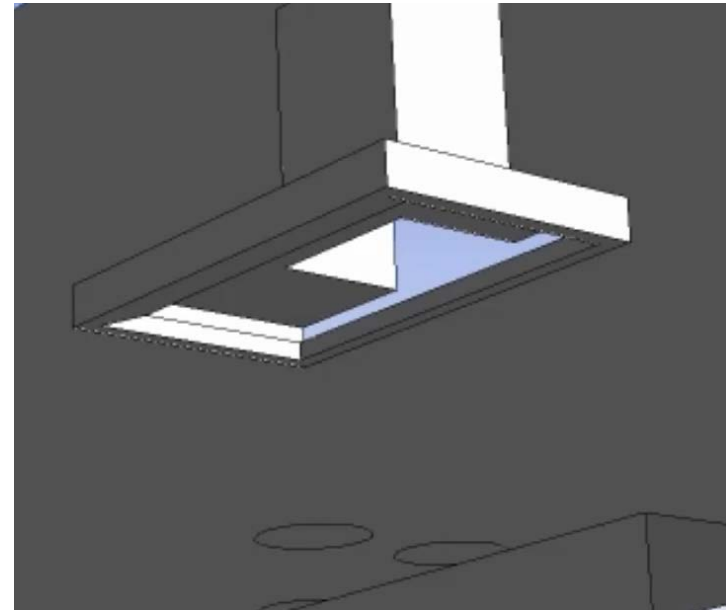


TKI VENTKOOK

ATAG *we love to cook* bribuskeukens KOPPEN *bouwexperts* TNO

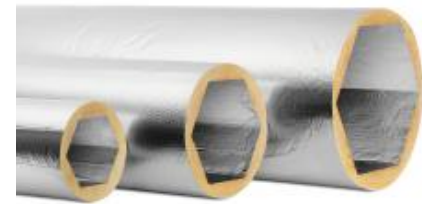
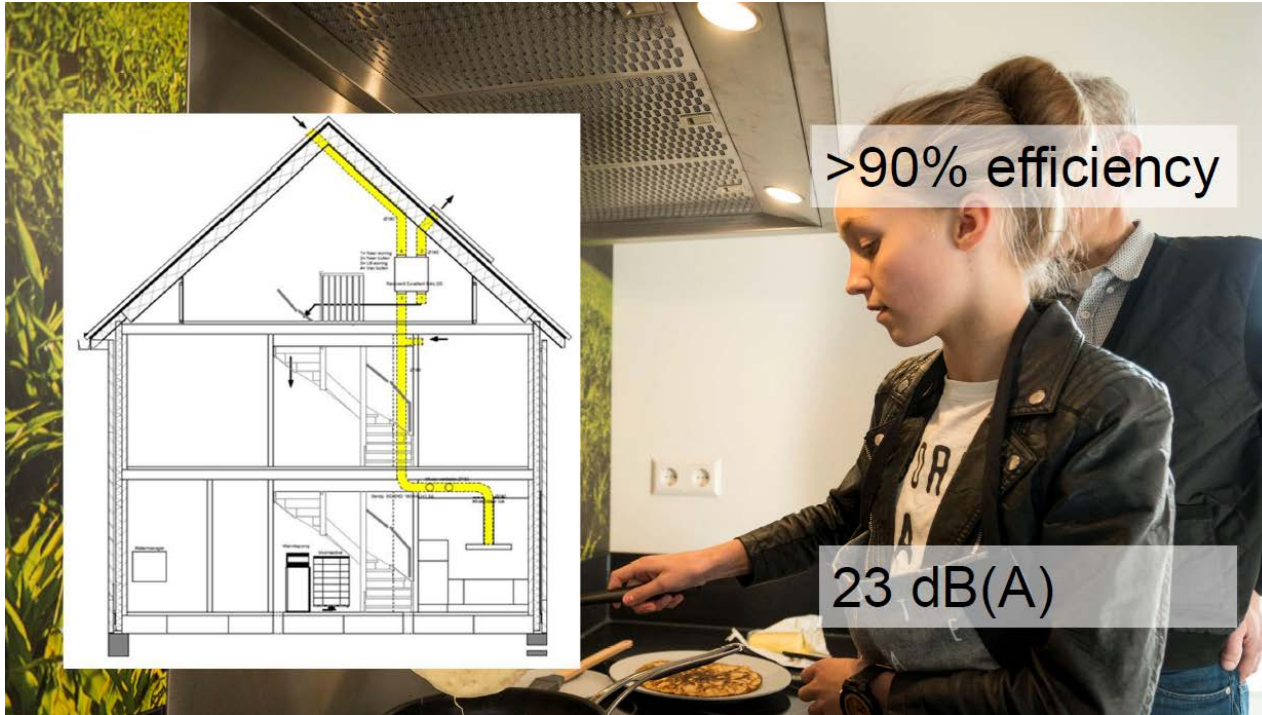


Extract ventilation kitchen 75 m³/h



300 m³/h

INNOVATIVE DESIGN: VENTILATION SYSTEM INCLUDING RANGEHOOD



172 mm



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

NeroZero woning, Heerhugowaard



FILMPJE KOKEN OP GAS

**Ultrafijnstof
stikstofdioxide**



Voordelen koken met een stekker:

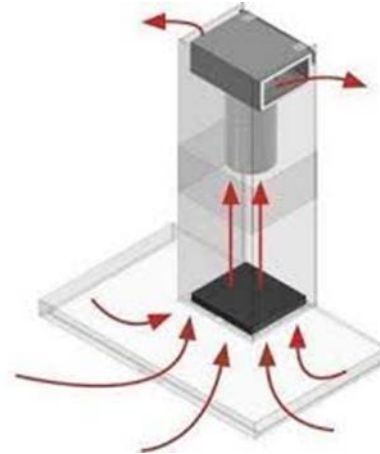
<https://vimeo.com/359258801>

00:03



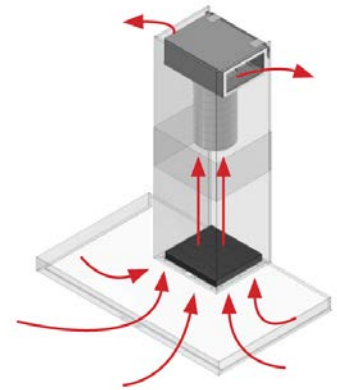
RECIRCULATIEKAPPEN

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

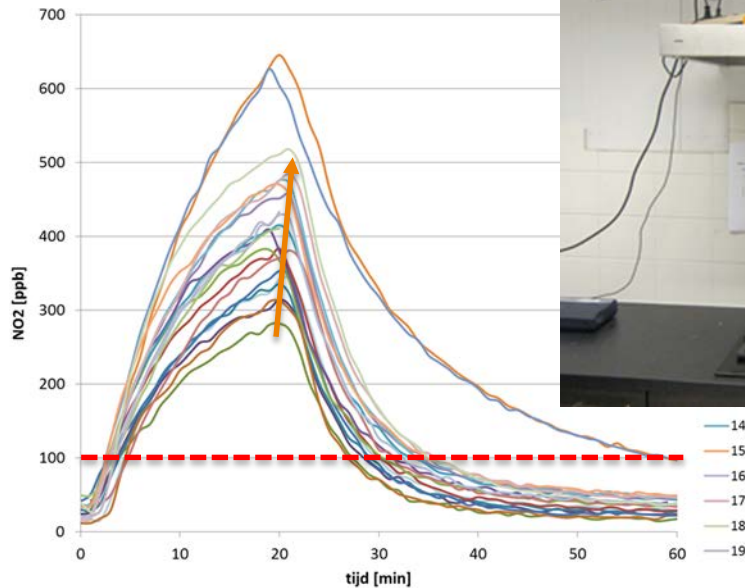


RECIRCULATIE ZEKER IN COMBINATIE MET GAS IS EEN RISICO

- › In woningen met gasfornuis **20% hoger risico op longklachten bij kinderen** (WHO, 2010)
- › Combinatie van gas en ionisatie (bv. Domoplasma of Plasmamade) wordt afgeraden:
- › $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2$
 NO_2 concentraties > 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jacobs, Healthy Buildings, 2017)



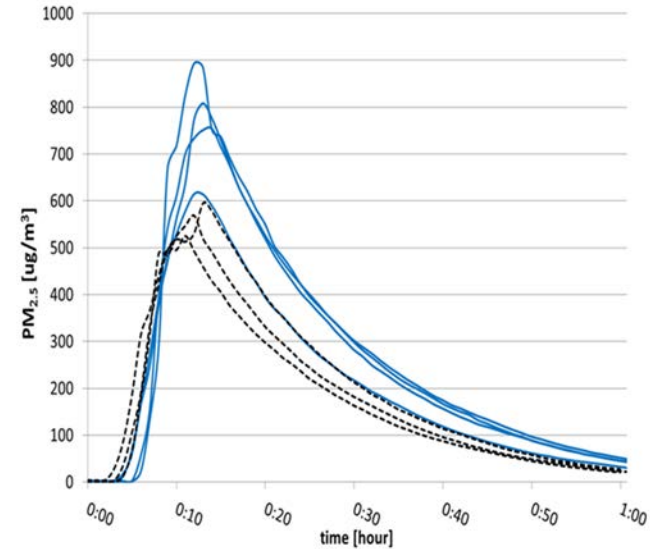
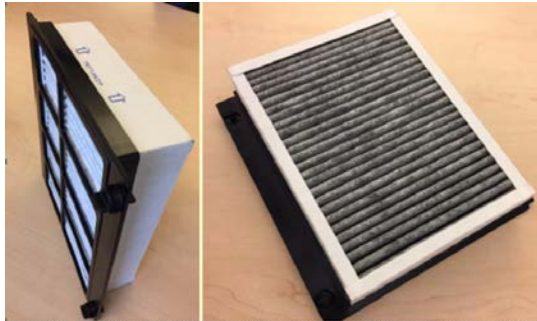
NO2 NA DRIE WEKEN GEEN AFVANGST MEER



WHO 1 uur: 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100 ppb), Nederland jaar gemiddeld buitenlucht 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (20 ppb)

30% PM_{2.5} REDUCTIE MET RECIRCULATIEKAP

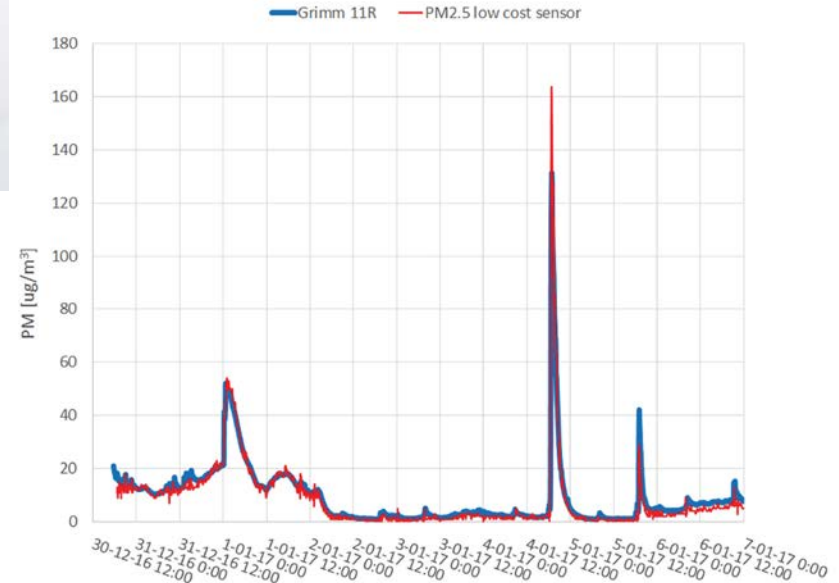
- › Huidige recirculatiekappen op basis van kool filter vangen nauwelijks fijnstof af
- › ATAG & TNO zijn samen een gecombineerd kool- en deeltjesfilter voor elektrisch koken aan het ontwikkelen



Blauwe lijn geen afzuigkap,
stippellijn recirculatiekap

GOEDE RELATIE MET FIJNSTOF AFKOMSTIG UIT DE BUITENLUCHT

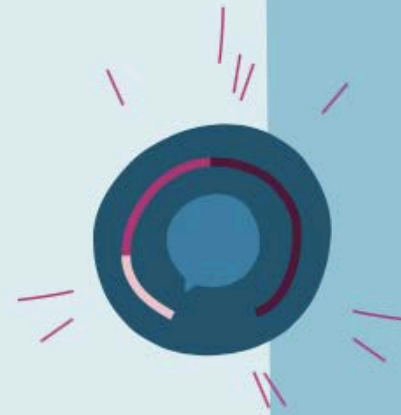
- › T, CO₂, RV, PM_{2,5}
- › Automatische regeling
- › User feedback



Onderzoek naar luchtkwaliteit

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

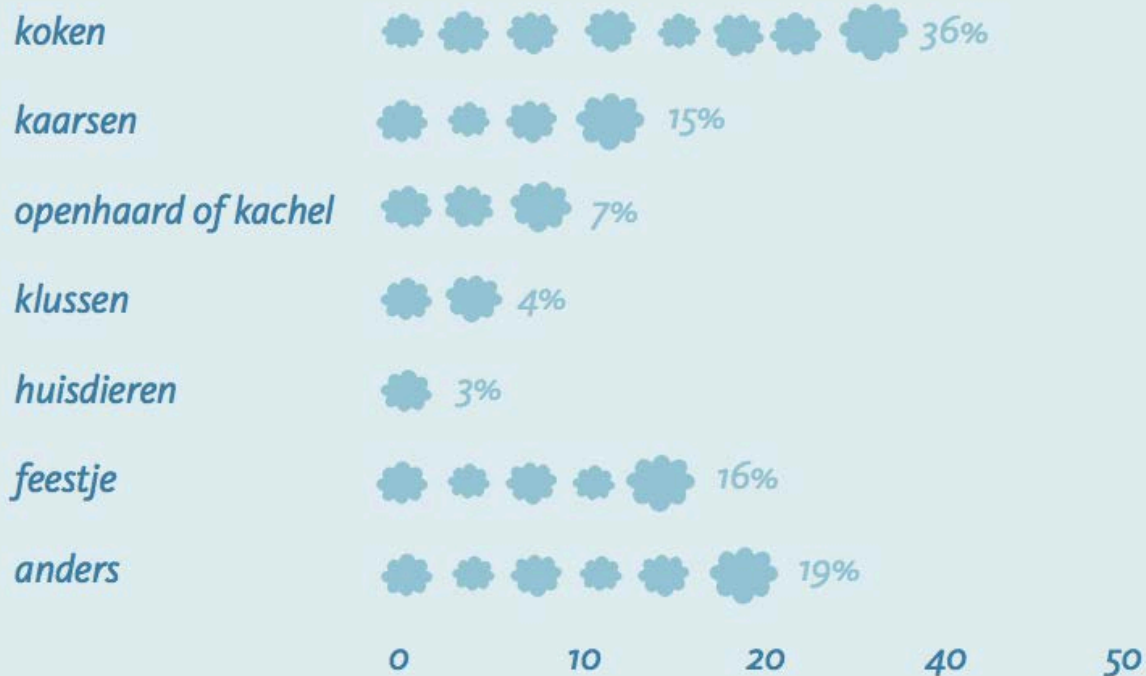
- Luchtvochtigheid
- CO₂
- Temperatuur
- Fijnstof



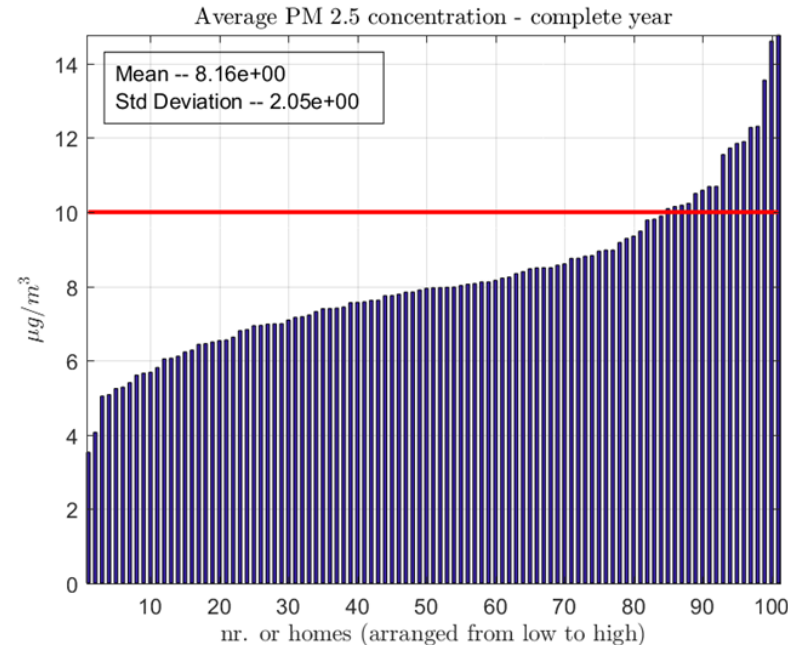
Daarnaast krijgen de deelnemers vragenlijsten voorgelegd om te kijken wat zij doen met de informatie over de lucht in hun huis.



Oorzaak rood uitslaan sensor



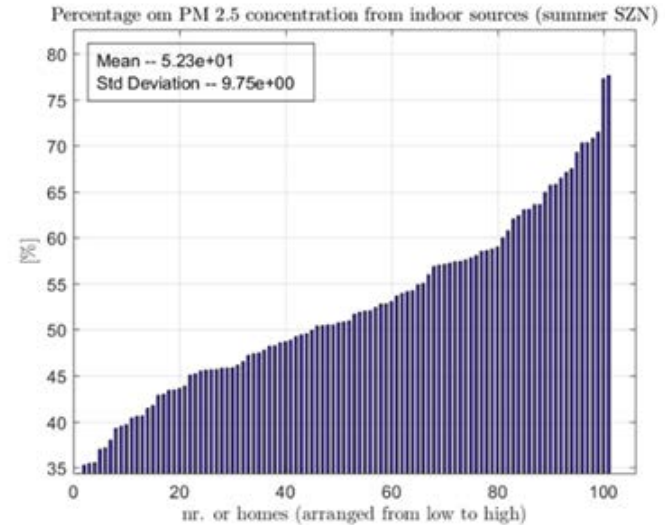
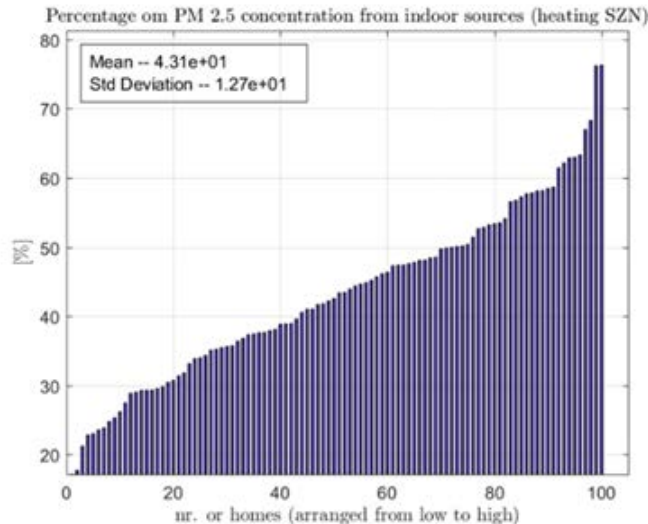
MINIMAAL* 1 OP DE 7 WONINGEN BOVEN WHO JAARGEMIDDELDE ADVIESWAARDE



*Onderschatting
kookemissies met een
factor 1,5 - 5 door
kalibratie sensor op
buitenlucht

Bron: O'Leary, 2019

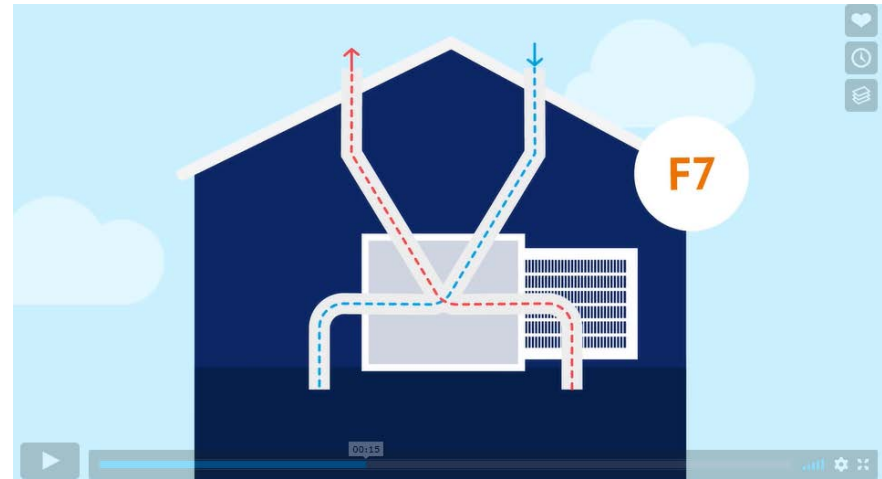
40 - 50% VAN FIJNSTOF AFKOMSTIG VAN BINNEN EN DUS TE VERMIJDEN



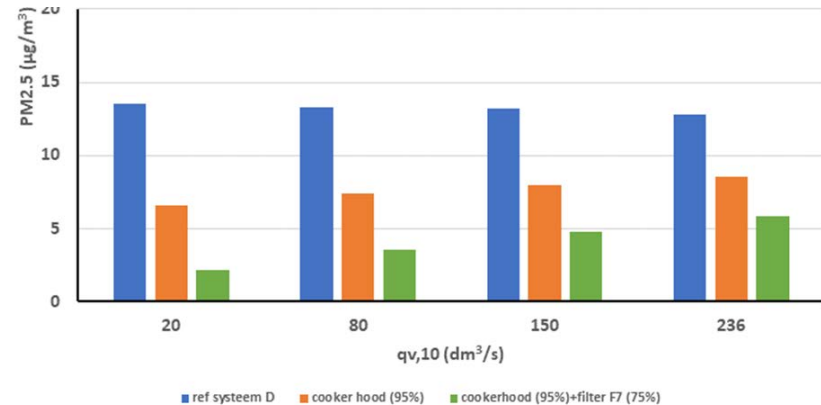
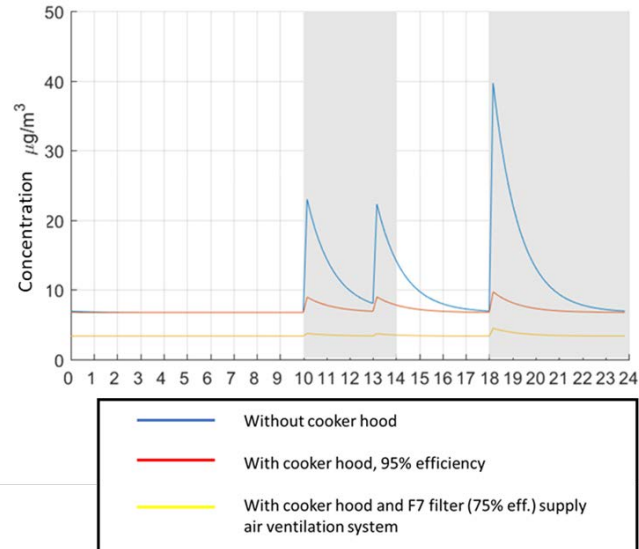
Vergelijkbare resultaten als Chan (2018): 15 – 85% (18 app, 14 dagen meting)

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

Wat kan filtering bijdragen:
<https://vimeo.com/359259731>



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%
<i>Totaal</i>			24	24	433	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%
<i>Totaal</i>			24	24	717	100%
Weekgemiddelde					4,3	

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, huisstofmijten en nare geuren in uw huis. De Winix P150 is geschikt voor ruimtes tot 34 m².

- 1 +

IN WINKELMAND

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.”



STOFZUIGERS

- › HEPA filter reduceert fijnstof uitstoot met 99,9%
- › (*J. Air & Waste Manage. Assoc. 49:200-206, 1999*)
- › EU, 1 sept. 2017: de stofuitstoot mag niet meer zijn dan 1% van de opgezogen stofdeeltjes
- › Consumentenbond aug. 2018: 30 v/d 32 stofzuigers voldoen ruimschoots aan deze eis

Test stofzuigers

Model & Type	Richtprijs	TETTOORBEEL	ZUIGEN TOTAAL	STOP VAN HANDE	STOP UIT AEREN	STOP VAN TAPUIT	WASBEREIKEN VAN TAPUIT	ZUIGEN MET VOLLEIRE	GERUIMTEMAAK	BEWEGING OVER HARDE	BEWEGING OVER TAPUIT	STOFUITSTOOT	OPZUIGEN	WERKTOEGEBRUIK	ZONDER ZAK	VERHOUDEN (WATT) EFFICIËNT / PLAATSE
1 AEG VX7-2-CR-A	€180	7,5	7,8	6,9	8,6	8,4	10	7,0	5,4	4,7	4,0	9,4	8,5	7,8	550	A+
2 Miele Complete C3 Black Diamond EcoLine	€190	7,5	7,5	6,9	6,9	8,4	9,4	7,8	6,9	6,9	6,2	9,4	5,8	8,2	550	A+
3 AEG VX6-2-CR-A	€140	7,3	7,9	7,3	8,5	8,3	10	7,3	5,4	6,2	3,2	9,3	6,5	6,3	700	A
4 Bosch BSGLS3291 Free'e	€150	7,3	7,2	6,9	6,3	7,0	10	7,5	6,2	8,5	4,7	9,8	8,2	6,5	700	A
5 Philips FC8721/09 Performer Expert	€155	7,3	7,5	8,7	6,4	7,0	7,5	8,1	5,8	7,7	4,7	9,9	7,5	6,3	650	A
6 AEG VX8-4-ECO	€240	7,2	6,7	7,4	8,3	8,4	11	8,0	5,9	6,9	5,5	9,9	10	6,7	650	A
7 Nilfisk Elite WCL14P08A1 Classic	€300	7,2	6,8	6,5	8,2	8,2	21	7,7	6,1	6,2	3,2	10	8,3	8,5	650	A+
8 Philips FC9920/09 PowerPro Ultimate	€220	7,1	7,1	7,1	5,5	6,5	9,5	8,0	5,6	8,5	5,5	9,9	7,6	6,8	✓	650 A
9 Dirt Devil DD7276-1 Rebel 76 Parquet	€120	6,9	6,7	6,6	8,6	8,3	2,5	7,9	5,4	3,2	1,7	9,7	7,8	7,5	750	A
10 Bosch BGL8Z00N ProAnimal	€275	6,9	6,8	6,2	5,9	8,6	6,4	7,6	5,7	7,7	2,4	9,9	7,4	5,4	650	A
11 Dyson Cinetic Big Ball Absolute 2	€495	6,8	7,7	5,6	8,5	8,3	10	7,9	4,2	6,9	4,7	9,1	4,9	6,3	✓	700 A
12 Dirt Devil DD2224-0 Rebel 24 HE	€70	6,6	6,9	4,9	8,1	7,7	6,2	7,9	5,5	6,2	4,7	9,1	3,9	7,4	✓	700 A
13 Princess S35000 Silence DeLuxe	€80	6,6	6,9	7,5	8,4	5,7	7,5	6,9	4,7	5,5	4,0	7,7	7,2	7,7	700	A
14 Kärcher VC 2 Premium	€120	6,6	6,6	6,5	8,5	8,2	2,4	7,9	5,2	4,7	4,0	8,6	7,7	6,9	750	A
15 Philips FC8241/09 Power Go	€85	6,5	6,4	5,6	6,2	7,5	5,1	7,5	5,8	7,7	4,7	9,8	5,1	6,7	750	A
16 Bosch BGL8SIL4 Ingenium Prosilence	€260	6,5	5,6	4,6	4,7	7,2	3,2	8,0	6,0	8,5	4,7	9,9	9,8	6,4	650	A
17 Bosch BGL2UA112 GL-20	€80	6,4	6,3	7,0	6,5	7,4	3,7	7,4	6,3	9,2	4,7	9,9	3,1	6,9	600	A
18 Samsung VC3100 Anti-Tangle Parquet	€140	6,4	6,9	5,8	7,7	8,2	5,3	7,9	4,5	3,2	3,2	8,2	4,6	7,4	✓	700 A
19 AEG LX7-2-CR-A	€150	6,4	7,1	5,0	8,3	7,2	10	7,3	4,2	6,9	2,4	9,0	3,5	6,4	✓	650 A
20 Dyson Ball Multi floor*	€280	6,4	6,4	6,6	8,6	8,2	1,3	7,1	5,0	6,9	6,9	9,9	4,5	7,3	✓	600 A
21 Miele Blizzard CX1 Cat & Dog PowerLine	€325	6,4	7,0	4,2	6,7	8,3	10	7,2	4,9	7,7	4,0	9,9	4,8	2,7	✓	890 C
22 Miele Complete C2 Black Pearl PowerLine	€150	6,3	6,6	8,2	1,9	8,7	5,7	8,0	6,8	9,2	6,2	8,2	3,8	2,1	890 C	A
23 Bosch Relaxx'x BGS5ALL5	€295	6,3	6,4	7,4	5,2	8,7	21	7,8	4,6	7,7	3,2	9,9	8,1	5,0	✓	850 A
24 AEG VX4-1-GM-T	€95	6,2	6,4	5,3	8,9	8,4	1,5	8,0	5,4	5,5	3,2	9,3	3,1	6,5	650	A
25 Miele Compact C1 PowerLine Youngstyle	€160	6,2	6,4	7,2	2,2	8,5	6,8	8,0	6,6	10	4,7	8,1	4,4	2,2	890 C	A
26 Numatic HVR160 Henry Compact Eco Rood	€175	6,1	6,6	5,9	7,6	8,1	5,7	7,7	4,1	7,7	4,7	7,7	5,1	6,8	620	A
27 Tristar SZ-1940	€65	5,5	6,2	4,1	8,3	7,9	3,0	8,1	5,2	6,2	4,0	1,7	4,6	7,0	700	A
28 Bestron ABG350BSE Acurato Plus	€75	5,5	6,1	5,6	8,4	8,2	1,1	7,9	5,3	7,7	5,5	3,9	2,9	7,4	700	A
29 Philips FC9932/09 PowerPro Ultimate	€395	5,5	4,5	4,6	2,7	4,5	2,0	8,1	6,3	10	9,2	9,0	4,6	7,5	✓	650 A+
30 Inventum ST306RZA	€65	5,5	5,9	5,2	8,3	5,8	3,9	7,3	4,7	5,5	3,2	9,3	8,1	7,6	700	A
31 Philips FC9331/09 PowerPro Compact	€90	5,3	5,1	2,8	4,0	7,5	4,8	7,5	5,2	8,5	4,0	8,5	4,5	6,9	✓	650 A
32 Bestron ABL 830WB Puro Plus	€49	4,8	4,4	5,8	6,2	6,8	1,0	1,0	4,6	8,5	6,2	8,4	2,4	7,2	✓	700 A

■ Beste uit de Test ■ Beste Koop ■ 7,5 en hoger ■ 5,4 en lager • Prijzen zijn van april • De stofzuigers zijn geselecteerd op prijs, verkrijgbaarheid en afspiegeling van het winkelaanbod • Diverse modellen hebben technisch gelijke broertjes. Kijk voor alle modellen op consumentenbond.nl/stofzuiger
 • De Inventum (nr. 30) kwam niet door de motorlevensduurtest en krijgt puntenaftrek • Modellen met turboborstels zijn: nr. 1, 3, 10, 11, 19 en 21.

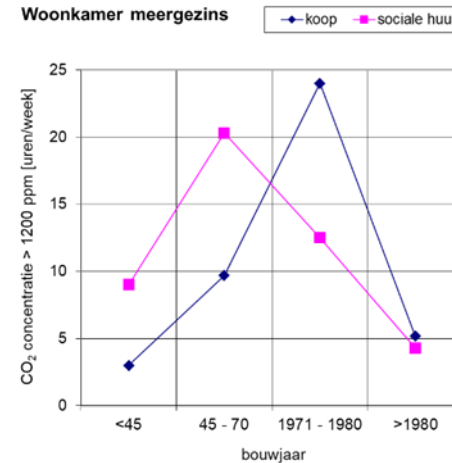
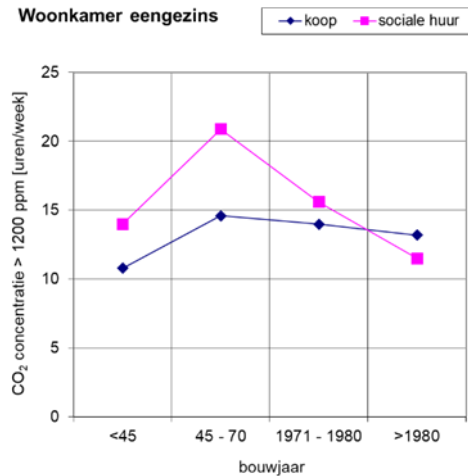
CONSUMENTENRISICO JULI/AUGUSTUS 2018 29

LUCHTKWALITEIT IN SLAAPKAMERS

KOOLDIOXIDE – CO₂

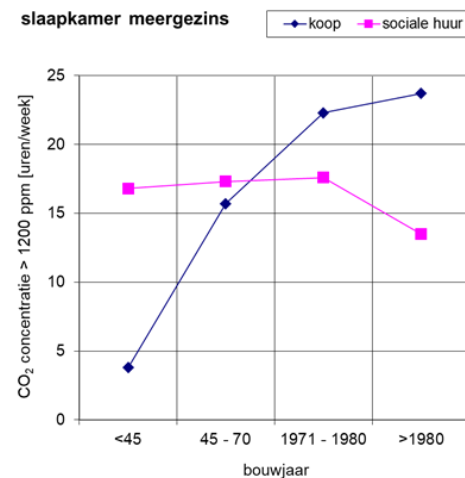
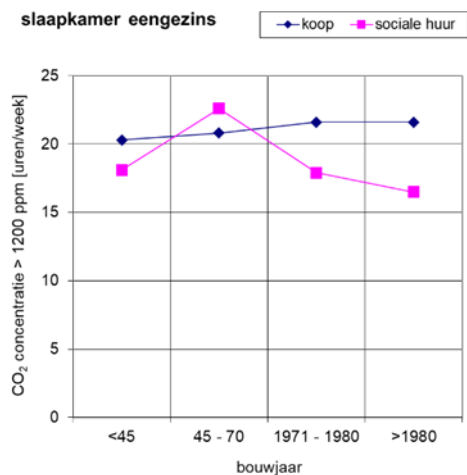
- › Marker voor de luchtkwaliteit ten gevolge van door de mens geproduceerde verontreinigingen
- › Gezondheidsraad (1984): bovengrens CO₂ concentratie 1200 ppm, hogere concentraties duiden op onvoldoende luchtverversing
- › Gezondheidsraad advies uit 2010: CO₂ is slechts beperkt bruikbaar als maat voor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

OVERSCHRIJDINGSUREN BOVEN 1200 PPM CO2 WOONKAMER



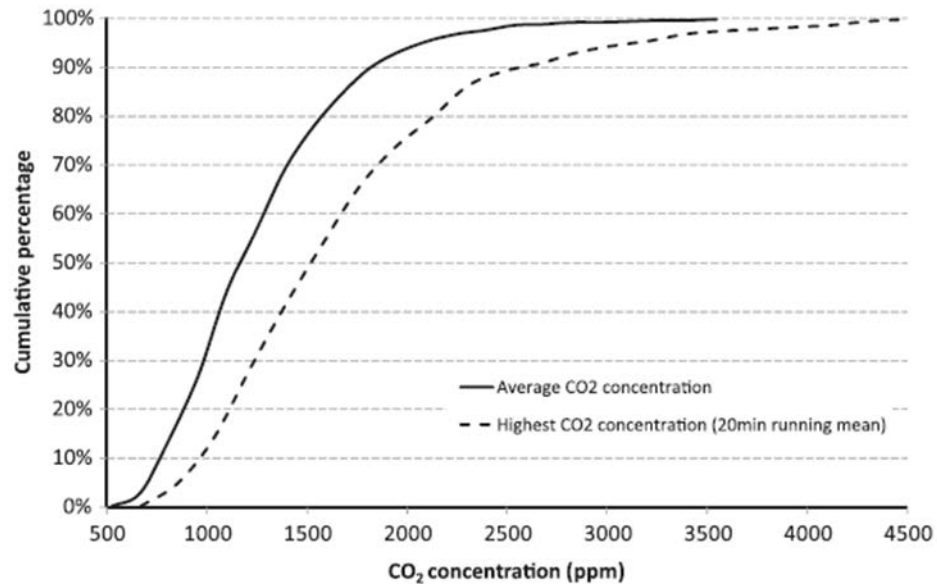
Bron: 1000 woningen, Dongen en Vos, 2007

OVERSCHRIJDINGSUREN BOVEN 1200 PPM CO2 SLAAPKAMER



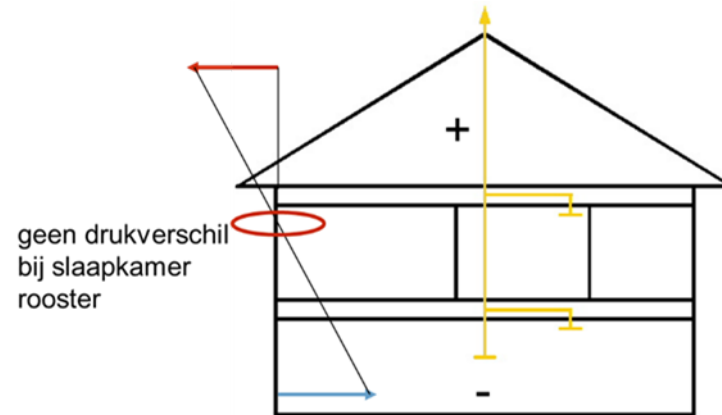
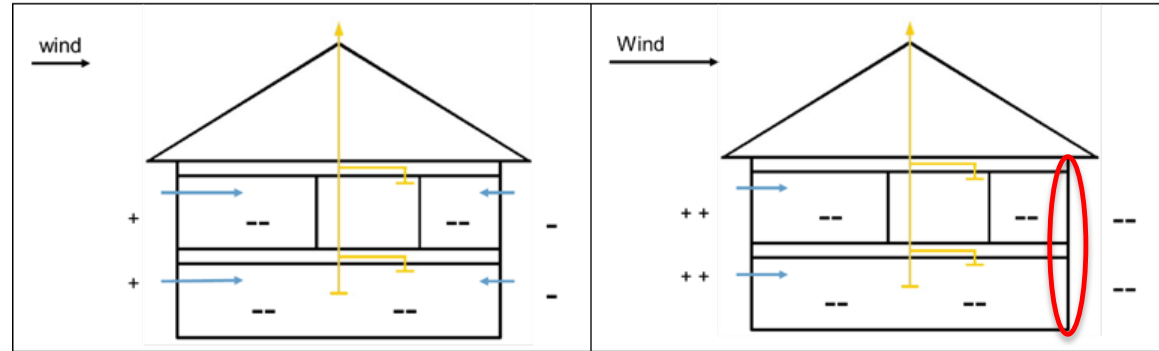
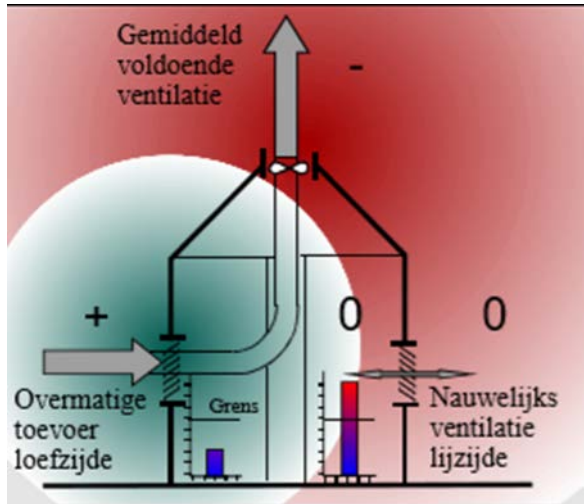
Bron: Dongen en Vos, 2007

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



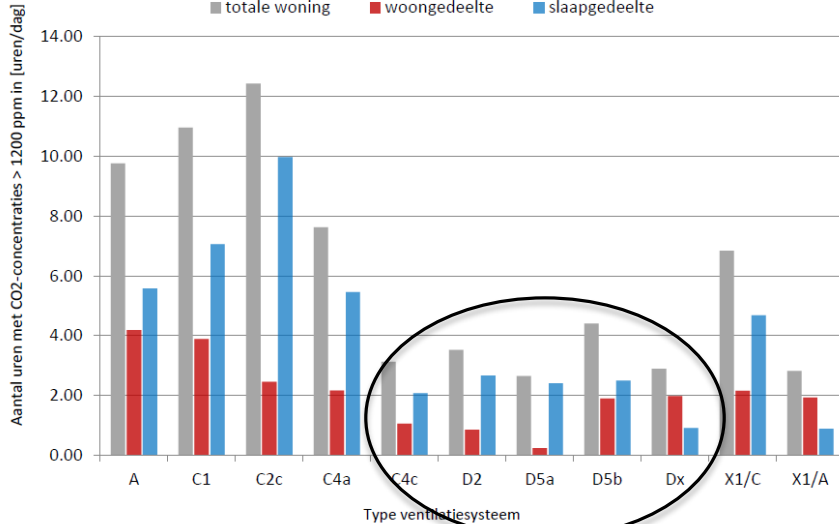
(Beko, 2010)

LOEF- LIJZIJDE PROBLEEM MET SYSTEEM C



MONICAIR

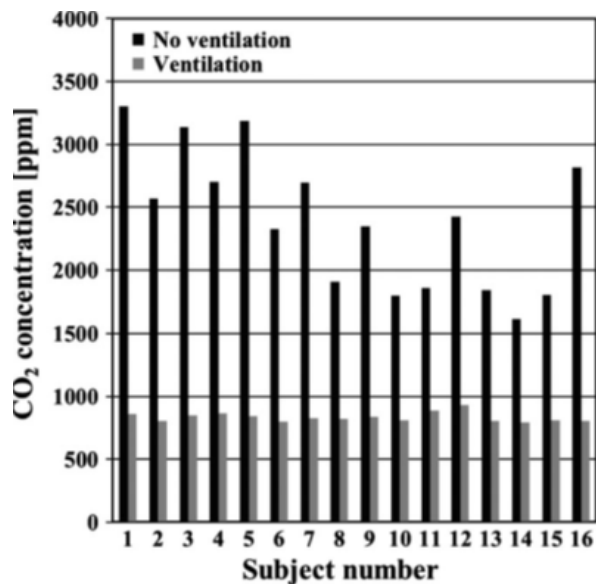
Duur v.d. CO₂-overschrijding in uren/dag (gemiddelden per vent.system)



→ 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 ventilatiegebied		
	D.x	Hele woning	Mechanische afvoer vanuit alle ruimtes	Mechanische toevoer verblijfsruimtes	Ja	CO ₂ en RV gestuurde regeling ventilatiegebied		
	Hybride	Woongedeelte: D	Woongedeelte: D	Mechanische afvoer vanuit woonkamer	Mechanische toevoer verblijfsruimtes	Ja	CO ₂ en RV -gestuurde regeling ventilatiegebied	
Slaapgedeelte: C.2c		Slaapgedeelte: C.2c	Mechanische afvoer vanuit natte ruimtes	Drukgergelde natuurlijke toevoer slaapkamers	Nee	3-standen schakelaar	Handbediend	
Woongedeelte: D		Woongedeelte: D	Mech. extraction in hab.rooms	Mechanische toevoer verblijfsruimtes	Ja	CO ₂ en RV -gestuurde regeling ventilatiegebied		
Slaapgedeelte: A		Slaapgedeelte: A	Natuurlijke afvoer vanuit natte ruimtes	Drukgergelde natuurlijke toevoer slaapkamers	Nee	Geen	Handbediend	

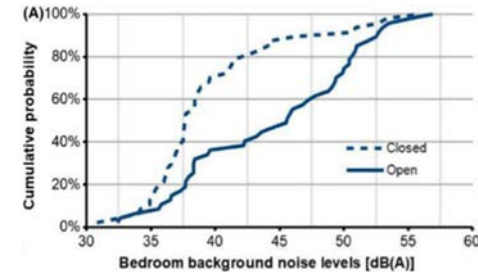
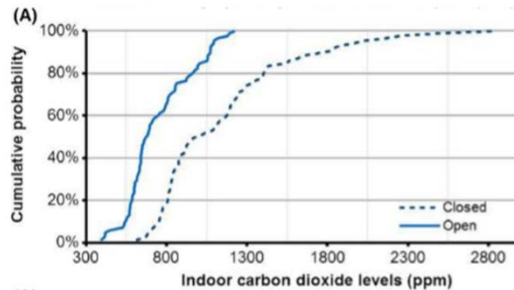
STROM-TEJSEN 2015: ONDERZOEK NAAR SLAAPKWALITEIT MET 20 DEENSE STUDENTEN



Philips Actiwatch 2

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

SIGNIFICANT ($P < 0,003$) DIEPERE/BETERE SLAAP MET OPEN RAAM/DEUR BIJ 17 STUDENTEN



TU Eindhoven, Mishra (2018)

NADER ONDERZOEK SLAAPKWALITEIT

- › TNO
- › Longfonds
- › Philips

- › Ca 50 woningen, 100 deelnemers

- › Woningen met WTW

WAT KUN JE ZELF DOEN?

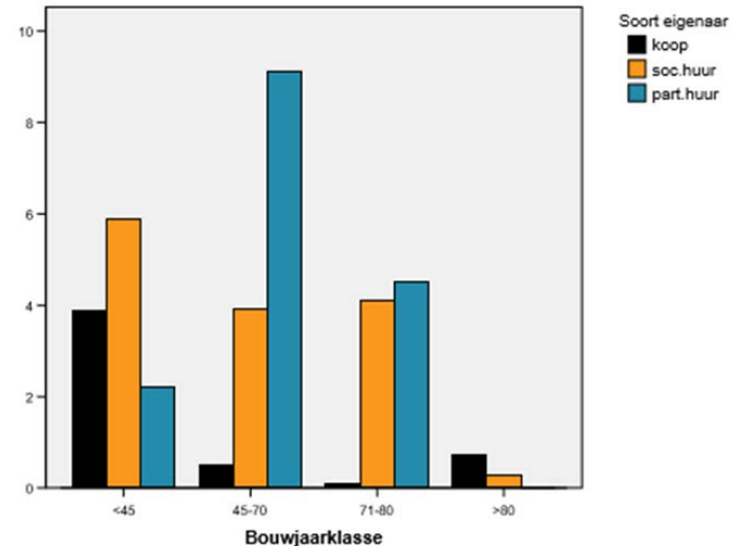
Contaminant	Type	Maatregel	Effect	complexiteit	Literatuur ref.
PM _{2.5} door roken	Bron	Stoppen met binnen roken	100%	Laag	
NO ₂ koken op gas	Bron	Inductief koken	100%	Middel	
PM _{2.5}	Bron	Elektrische <u>waxine</u> lichtjes en kaarsen	100%	Laag	
PM _{2.5} , roet	Bron	Geen openhaard of kachel meer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

SCHIMMEL IN NEDERLANDSE WONINGEN

- › Ginkel en Hasselaar (2005) in 186 Nederlandse woningen: 41% v/d woningen schimmel in badkamer
- › Kans op schimmel: > 14 douches per week
Leeftijd ventilatorbox > 6 jaar

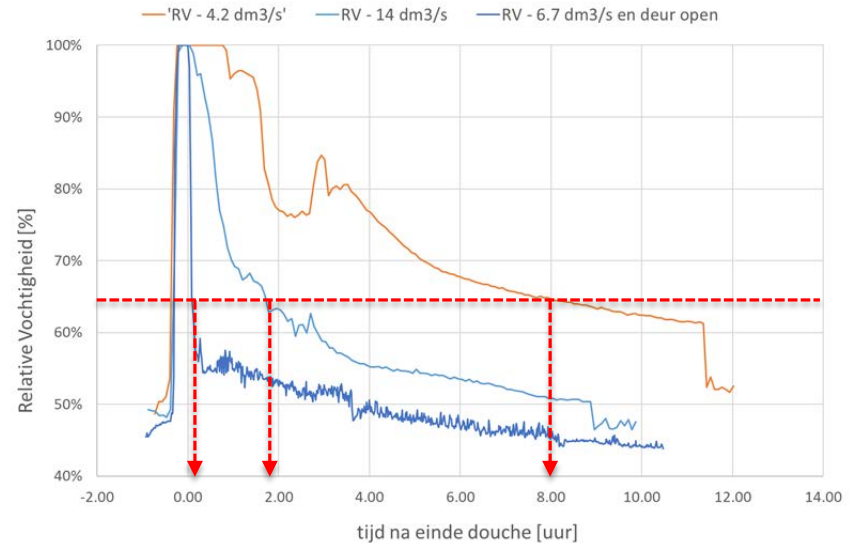
- › Dongen en de Vos (2007) 1087 woningen
- › Weinig schimmel bij: koopwoningen na 1945
alle woningen na 1980



RELATIEVE VOCHTIGHEID EN SCHIMMEL

- › Adan (1994): indien Time of Wetness > 50% (RV > 80%) → schimmelgroei
- › Hasselaar (2018): 80% RV op wanden indien luchtvochtigheid 65%

scenario	Ventilatie Hoeveelheid dm ³ /sec	Tijdsduur grenswaarde 65% in uur
Ventileren met buitenlucht via systeem A (natuurlijke ventilatie)	14	2,25
	10	3,15
	5	6,2
	3	10,4
Ventileren met binnenlucht via systeem C (natuurlijke toevoer, mechanische afvoer)	14	2,3
	10	3,2
	5	7
	3	10,7
Ventileren via systeem D (balans-ventilatie ofwel mechanisch toe- en afvoer)	14	1,3
	10	1,8
	5	3,5
	3	6



Middenstand
en deur open

Hoogstand en
deur dicht

Laagstand en
deur dicht

VOCHT EN SCHIMMEL (WHO 2011)

Summary of exposure, population-attributable fraction (PAF) and EBD from inadequate housing conditions

Exposure	Health outcome	Exposure-risk relationship	PAF	EBD from housing per year
Mould	Asthma deaths and DALYs in children (0–14 years)	RR = 2.4	12.3%	45 countries of the European Region: 83 deaths (0.06 per 100 000) 55 842 DALYs (40 per 100 000)
Dampness	Asthma deaths and DALYs in children (0–14 years)	RR = 2.2	15.3%	45 countries of the European Region: 103 deaths (0.07 per 100 000) 69 462 DALYs (50 per 100 000)



Relatie met zichtbare schimmel in woonkamer en slaapkamer, echter niet met in de badkamer

Bron: Pekkanen, moisture damage and childhood asthma, *European Respiratory Journal*, 2007



ADVIES BADKAMER VENTILATIE

Ventileren bij douchen:

<https://vimeo.com/359258310>

A nighttime photograph of a city street featuring a modern, curved pedestrian bridge with a glass railing. The scene is illuminated by city lights, with prominent green and white light trails from moving vehicles or objects. The background shows multi-story buildings with lit windows.

› BEDANKT VOOR UW AANDACHT

Voor meer inspiratie:
[TNO.NL/TNO-INSIGHTS](https://www.tno.nl/tno-insights)

TNO innovation
for life