

Interventiestudie: van een traditioneel naar een bewust beter gebruik van houtkachels

Impact op luchtkwaliteit en gezondheid

JIRKA COPS, KATLEEN DEBROUWERE, GUDRUN KOPPEN, MARIANNE STRANGER,
MARTINE VAN POPPEL, CARMEN FRANKEN, ELLY DEN HOND, LIZE VAN DYCK

Samenvatting voor het algemeen publiek



INHOUDSTAFEL

DOEL VAN DE STUDIE	3
PILOOTFASE	3
PROJECTFASE.....	4
STUDIEOPZET: INTERVENTIE	4
STOOKINSTRUCTIES	4
MEETMETHODE	5
REKRUTERING	6
STOOGGEDRAG VAN DE GEZINNEN VOOR DE INTERVENTIE	6
LUCHTKWALITEITSMETINGEN	7
HUMANE BIOMONITORING.....	10
PERCEPTIE	10
CONCLUSIES EN BELEIDSAANBEVELINGEN	11
PARTNERORGANISATIE MILIEUGEZONDHEIDSZORG.....	12

DOEL VAN DE STUDIE

Huishoudelijke houtverbranding is een belangrijke bron van luchtvervuiling in Vlaanderen. Mensen die houtkachels gebruiken als verwarmingsbron worden blootgesteld aan vervuilende stoffen, die schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid. De grootste effecten van luchtvervuiling worden vooral op lange termijn geobserveerd. In deze studie bestuderen we in 'real life' of het mogelijk is om een verbetering van de luchtkwaliteit en gezondheid te realiseren door het aanpassen van het stookgedrag.

We voerden een **interventiestudie** uit, waarbij we een **shift van een traditioneel stookgedrag naar een bewust beter stookgedrag** teweegbrachten, met focus op de gebruikte houtsoort, de manier waarop het hout gestapeld werd in de kachel, de vochtigheidsgraad van het hout, de aanmaakprocedure van het vuur, regeling van de luchttoevoer, enz. We testten dit uit in geselecteerde woningen en voerden metingen uit voor en na de interventie. We onderzochten **welke impact** deze interventie had **(1)** op de luchtkwaliteit in en rondom de woning; **(2)** op de interne blootstelling aan schadelijke stoffen bij de bewoners en **(3)** op de gezondheid van de bewoners.

Om tot een optimaal resultaat te komen werd gewerkt in twee fasen:

- ▼ Pilootfase: optimalisatie van het studie ontwerp
- ▼ Projectfase: uitvoer van de eigenlijke interventiestudie aan de hand van feedback op basis van de pilootfase

PILOOTFASE



Figuur 1: Onderzoeksprotocol van pilootstudie.

Met *houtcondities* bedoelen we de vochtigheidsgraad, en *afmetingen* en *soorten* bedoelen we het type of soort van stookhout (*hard- of zachthout*).

In de pilootfase werd een uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd en werd de interventie uitgetest in twee woningen van zeer gemotiveerde gezinnen (Figuur 1). Het doel was om de interventie maatregelen scherper te stellen, de methodiek van de luchtkwaliteitsmetingen te optimaliseren en de studiebelasting voor de deelnemers in te schatten.

Op basis van de conclusies uit de literatuurstudie en de pilootfase werden belangrijke lessen geleerd, en kon de **studieopzet** op verschillende vlakken worden **geoptimaliseerd**, onder meer:

- ▼ Het op punt stellen van de selectievragenlijst aangezien de interventie niet bij ieder type kachel kan worden toegepast;

- ▼ Een duidelijke definitie van de interventie met een set van maatregelen die aanbevolen worden;
- ▼ Definitie van het tijdsframe voor het uitvoeren van de luchtkwaliteitsmetingen;
- ▼ Het op elkaar afstemmen van luchtkwaliteitsmetingen en persoonlijke metingen zodat correlaties bestudeerd kunnen worden;
- ▼ Het instellen van automatische metingen zodat de studiebelasting voor de bewoners niet te zwaar is.

PROJECTFASE

Studieopzet: interventie

In de interventiestudie startte elk gezin met vijf dagen **stoken volgens de traditionele manier**, d.w.z. op de manier zoals men gewoonlijk stookt. Na een 'niet stoken' periode van twee dagen waarbij de kachel dus daadwerkelijk niet gestookt werd, werd overgeschakeld naar een aangepast stookgedrag op basis van stookinstructies en materiaal om het stoken te verbeteren (Figuur 2). Het is de impact van deze manier van **bewust beter stoken**, die beoordeeld werd door de metingen van de twee periodes (traditioneel vs. bewust beter) met elkaar te vergelijken.

Traditioneel Stoken (TS)	Niet stoken	Bewust Beter Stoken (BBS)
Dag 1 - 5	Dag 6 - 7	Dag 8 - 12
Eigen stookgedrag	Kachel niet stoken	Aangepast stookgedrag

Figuur 2: Tijdschema voor de interventiestudie tijdens de projectfase

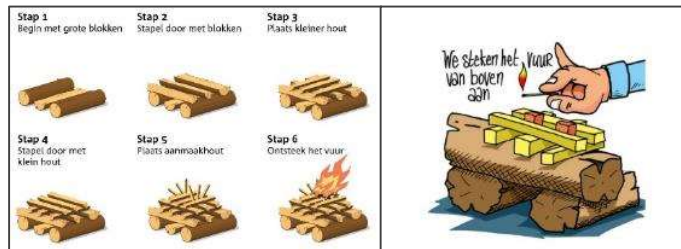
Stookinstructies

Om het aangepaste stookgedrag correct te kunnen uitvoeren, ontvingen de gezinnen het juiste stookmateriaal, zoals gecertificeerde natuurlijke aanmaakblokjes en voldoende gedroogd stookhout (hardhout), en een **fiche met stookinstructies**:

1. Steek de kachel aan met aanmaakhout of natuurlijke aanmaakblokjes en **NIET** met (kranten)papier of papierbriketten.



2. Stapel het hout in de kachel volgens de Zwitserse methode, waarbij de grote blokken vanonder worden gelegd en er naar boven wordt gestapeld met steeds dunner en kleiner hout. Steek vervolgens de stapel hout van bovenaf aan.



3. Pas de luchttoevoer aan in functie van het vuur. Sluit nooit de luchttoevoer af als de temperatuur te hoog oploopt want dan trekt de schoorsteen minder goed.

4. Stook de kachel enkel met geschikt stookhout; dit is idealiter hardhout (eik, beuk) waardoor er minder schadelijke stoffen zullen vrijkomen.



De deelnemers ontvingen een pakket met goed stookhout en een vochtmeter om dagelijks het vochtgehalte te controleren.

5. Vul de kachel regelmatig bij wanneer er nog vlammen zichtbaar zijn op de kolen. Sluit vervolgens de deur van de kachel zo snel mogelijk.



6. Gebruik hout dat in de kachel past. Het hout komt best niet in contact met de wanden van de kachel. Dit is soms echter niet te vermijden, dus probeer dit uit te voeren naar eigen inzicht en vermogen.

7. Sluit de luchttoevoer af enkele minuten nadat het vuur gedoofd is en er enkel assen overblijven. Zo vermijd je warmteverlies via de schoorsteen.

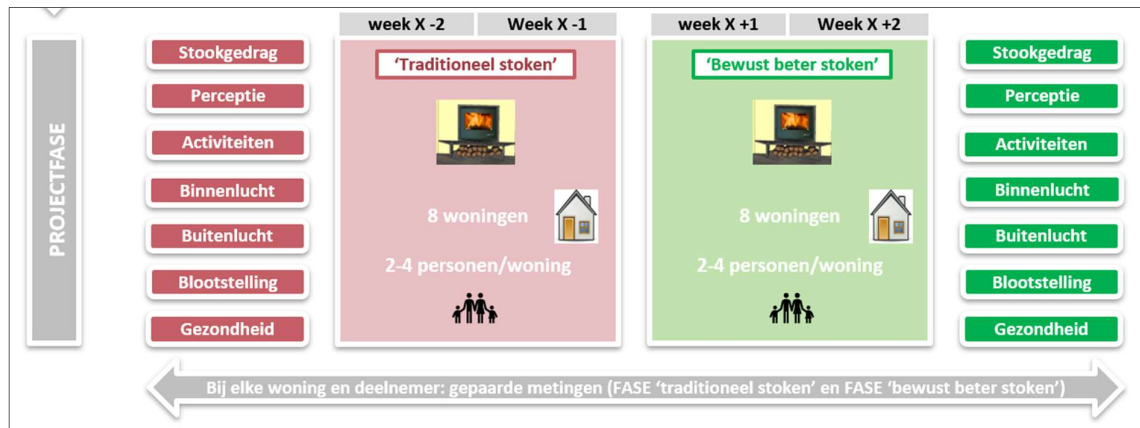
Meer info: <https://omgeving.vlaanderen.be/15-tips-om-binnen-te-stoken>

Meetmethode

Om de impact van de interventie te beoordelen werd éénzelfde set van metingen uitgevoerd in de periode van het 'Traditioneel Stoken (TS)' en herhaald tijdens de periode van het 'Bewust Beter Stoken (BBS)'.

Deze set van metingen bestond uit (Figuur 3):

- ▼ Dagboekjes om **stookgedrag** in de woning in kaart te brengen;
- ▼ Dagboekjes om het **activiteitenpatroon** van de deelnemers (bijv. hoeveel tijd brengen ze door in de buurt van de kachel) te registreren;
- ▼ **Luchtkwaliteitsmetingen binnen** (in de kamer met de kachel) **en buiten** (windafwaarts van de schouw);
- ▼ Humane biomonitoring: metingen in bloed, adem en neusslijm van de gezinsleden om de **blootstelling** aan schadelijke stoffen van verbranding en vroegtijdige **gezondheidseffecten** van deze schadelijke stoffen te bestuderen.



Figuur 3: Onderzoeksprotocol van de interventiestudie (projectfase).

In een aparte en ruimere bevraging werd gepeild naar de **haalbaarheid en perceptie** van het toepassen van een beter stookgedrag in de praktijk.

Rekrutering

Via een algemene oproep reageerden **52 kandidaten** die bereid waren om hun stookgedrag aan te passen en om gedurende 3-4 weken de metingen te laten uitvoeren. Op basis van de selectiecriteria bleven nog 20 kandidaten over. De selectiecriteria waren onder andere: type kachel (stukhoutkachel), ouderdom van de kachel, mogelijkheid tot toepassen van de Zwitserse methode, kandidaten mochten niet roken en er mocht ook niet gerookt worden in de woning en de kandidaten moesten bereid zijn hun stookgedrag aan te passen volgens de voorgestelde instructies.

De 20 kandidaten werden gerangschikt, waarbij gezinnen met het 'slechtste' stookgedrag eerst in aanmerking kwamen omdat hier de kans op verbetering het grootste was. De deelnemers werden in volgorde van ranking gecontacteerd en **acht gezinnen** werden ingepland in de periode van 6 februari tot 31 maart 2020, telkens met simultane metingen in twee woningen. Omwille van de coronamaatregelen die ingingen op 13 maart 2020, konden slechts **zes gezinnen** de studie afronden.

Stookgedrag van de gezinnen voor de interventie

Alle zes de woningen hadden een houtkachel en de gemiddelde kachelleeftijd was 13,3 jaar. Bij alle woningen werd de kachel als bijverwarming gebruikt.

Om de kachel aan te maken werden bij het "traditioneel stoken" zowel kranten en/of papier als aanmaakblokjes gebruikt. Alle gezinnen maakten hun kachel aan via de bottom-up methode, d.w.z.

dat de stapel onderaan wordt aangestoken, waardoor er meer kans is op zones met zuurstoftekort waardoor onvolledige verbranding optreedt (en meer productie van schadelijke stoffen optreedt).

Als stookhout gebruikten de gezinnen houtblokken, onbehandeld afvalhout en snoeihout. Er werd zowel zacht- (den) als hardhout (eik, beuk, fruitboom) gebruikt. Alle gezinnen stookten volgens hun eigen inschatting meestal met droog tot kurkdroog hout. Niemand gaf aan met vochtig hout te stoken maar in drie woningen stookte men soms met licht vochtig hout. Bij vier van de zes woningen werd de schoorsteen regelmatig geveegd (1 keer/jaar).

Luchtkwaliteitsmetingen

Er werd éénzelfde set van metingen binnen en buiten uitgevoerd. De **binnenmilieumetingen** gebeurden in de ruimte waar de kachel stond. De **buitenmilieumetingen** gebeurden bij voorkeur windafwaarts van de schouw en beschermd tegen de regen.

Volgende parameters werden per minuut continu gedurende de volledige studieduur gemeten:

- ▼ Stoffen van verbranding:
 - ▼ **Roet of black carbon (BC);**
 - ▼ **Fijn stof:** hiervan werden drie verschillende fracties gemeten, nl. **PM₁₀**, **PM_{2,5}** en **PM₁**;
 - ▼ **PAKs of polycyclische aromatische koolwaterstoffen** (24u-meting);
 - ▼ **CO₂** (koolstofdioxide);
 - ▼ **CO** (koolstofmonoxide);
- ▼ **Temperatuur;**
- ▼ **Relatieve vochtigheid.**

De kwaliteit van de binnen- en buitenlucht varieert op een dynamische manier, en hangt niet enkel af van de kachel, maar ook van andere activiteiten, bijv. eten koken, de auto binnenzetten in de garage, passerend verkeer, een brandende kaars, enz.. Daarom definieerden we relevante tijdsvensters om op die manier te focussen op de luchtkwaliteit in periodes dat de kachel effectief brandde. Op basis van de dagboekjes van de deelnemers was het mogelijk om deze tijdsvensters per woning exact vast te leggen, nl.

- ▼ **0-30 min:** het eerste half uur na het aansteken van de kachel; deze fase bevat vooral de aanmaakfase van de houtkachel en de kacheldeur is voor langere tijd open;
- ▼ **30-90 min:** na de start van het aanmaken van de kachel; deze fase bevat het eigenlijke branden van de kachel na het aanmaken maar bevat niet de zogenaamde 'aanmaakpiek';
- ▼ **0-240 min:** vanaf de start van het aanmaken van de kachel tot het 'einde' van de stooktijd, de volledige stookperiode;
- ▼ **6-6u (24u):** daggemiddelde van 6u 's morgens tot de volgende dag 6u 's morgens. Er werd gekozen om te beginnen om 6u 's morgens zodat er geen stookeffect van de dag voordien werd meegenomen.

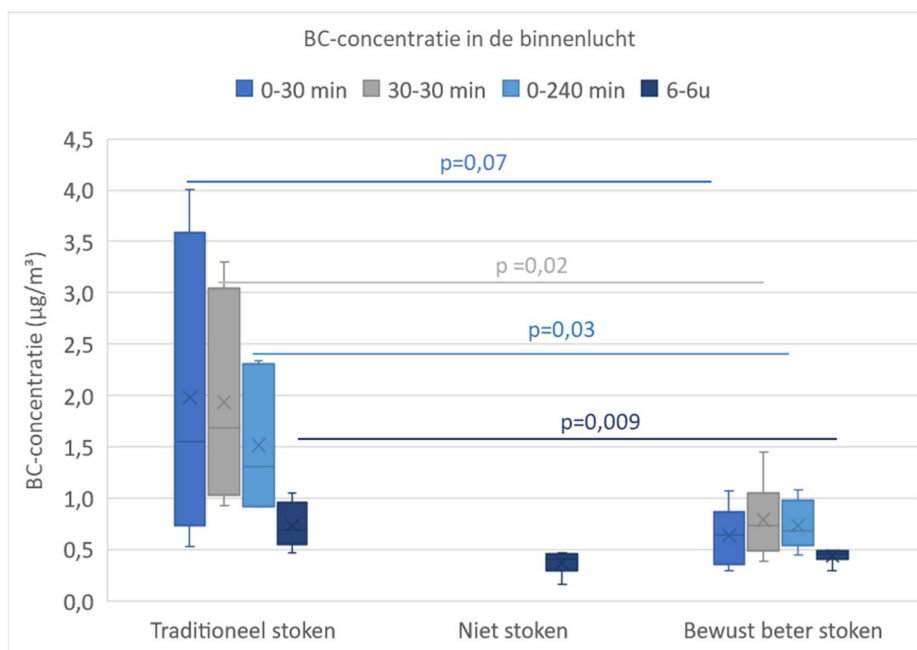
Per tijdsvenster berekenden we de concentraties van de verschillende stoffen in de verschillende woningen in de periode vóór de interventie (**Traditioneel Stoken**) en in de periode na de interventie (**Bewust Beter Stoken**). Om de impact van het Bewust Beter Stoken te bestuderen, vergeleken we het gemiddelde vóór en na interventie op een gepaarde manier, d.w.z. dat iedere woning zijn eigen controle was.

De resultaten van deze metingen worden samengevat in Tabel 1. We zagen een **daling van de hoeveelheid roet of black carbon in de woning onder invloed van een betere manier van stoken**. De andere luchtparameters veranderden niet onder invloed van de interventie.

Tabel 1: Vergelijking van luchtkwaliteitsmetingen bij Bewust Beter Stoken ten opzichte van Traditioneel Stoken

	Kwaliteit van de binnenlucht	Kwaliteit van de buitenlucht
Roet of black carbon (BC)	Verbetering na interventie	Geen verandering
Fijn stof	Geen verandering	Geen verandering
PAKs	Geen verandering	Geen verandering
CO ₂	Geen verandering	Geen verandering
CO	Geen verandering	Geen verandering
Temperatuur	Geen verandering	Geen verandering
Relatieve vochtigheid	Geen verandering	Geen verandering

In Figuur 4 zoomen we dieper in op de verbetering van het roet of black carbon (BC). De gemiddelde roetconcentratie op groepsniveau in de ruimte lag lager tijdens het **Bewust Beter Stoken** in vergelijking met het **Traditioneel Stoken**. We spreken van een statistisch significant resultaat als de p-waarde kleiner was dan 0,05; dit betekent dat de daling na de interventie hoogstwaarschijnlijk niet te wijten was aan toeval. Naast de p-waarde kijken we ook naar de effectgrootte dat een maat is voor hoe sterk het effect is van een handeling op een experiment. We spreken een verwaarloosbaar effect als de effectgrootte ligt tussen -0,02 en 0,02, van een klein effect als de effectgrootte $\geq 0,02$ en $< 0,08$, van een groot effect als de effectgrootte $\geq 0,08$ en $< 1,3$ en van een zeer groot effect als de effectgrootte $\geq 1,3$. De roetconcentratie op groepsniveau in de aanmaakperiode (0 tot 30 minuten) was lager, maar was net niet statistisch significant (effectgrootte = 1,2; $p = 0,07$). Alle perioden erna (30 tot 90 minuten (effectgrootte = 1,5; $p = 0,02$); 0 tot 240 minuten (effectgrootte = 1,6; $p = 0,03$) én de 24-uurs periode (6-6u; effectgrootte = 2,0; $p = 0,009$) vertoonden wel een statistisch significante verlaging van de roetconcentratie op groepsniveau onder invloed van de aanpassing van het stookgedrag. De effectgrootte van alle vier de perioden was groter dan 1,3 wat duidt op een zeer groot effect van het aanpassing van het stookgedrag op de roetconcentratie.



Figuur 4: Concentratie op groepsniveau van roet of black carbon (BC) tijdens de verschillende tijdsvensters in de interventiestudie.

BC = black carbon of roet, p = significantieniveau; vanaf $p < 0,05$ spreken we van statistisch significant.

Humane biomonitoring

Humane biomonitoring is het meten van milieublootstelling, of de effecten van milieuvervuiling in de mens. In deze studie doen we een verandering van het stookgedrag over een periode van vijf dagen. We kiezen daarom in de gezondheidsstudie voor indicatoren die zeer gevoelig zijn en die een kort tijdsvenster weerspiegelen. De geselecteerde biomerkers kunnen dus snel veranderen onder invloed van subtiele veranderingen in de omgeving.

In eerste instantie willen we nagaan of de **interne blootstelling** veranderde als gevolg van de interventie. We onderzochten of er onder invloed van het bewust beter stoken minder schadelijke verbrandingsproducten terecht kwamen in het lichaam van de gezinsleden in de woning met de kachel. Daarom hebben we **afbraakproducten van PAKs in de urine** gemeten.

Verder willen we onderzoeken of het bewust beter stoken een invloed had op de **gezondheid**. De toxische stoffen die ontstaan bij houtverbranding kunnen leiden tot ontsteking van de luchtwegen. Daarom hebben we **ontstekingsmerkers in de uitgeademde lucht en in het neusvocht** van de gezinsleden gemeten. Verder kunnen de verbrandingsproducten uit rook leiden tot oxidatieve stress op het lichaam. Dit volgden we op door het meten van een **stress merker in de urine**, die wordt gevormd als actieve vormen van zuurstof het DNA beschadigen.

In totaal namen achttien gezinsleden uit zes woningen deel aan de studie. Als we de periode van **Bewust Beter Stoken** op een gepaarde manier vergeleken met de periode van **Traditioneel Stoken**, zagen we in sommige woningen een verbetering bij bepaalde parameters/deelnemers maar globaal waren de trends niet eenduidig. De parameters in onze studie worden beïnvloed door het stookgedrag maar ook door andere factoren zoals voeding, deelname aan verkeer, een verkoudheid, etc. Deze versturende factoren werden bevraagd in de vragenlijsten en dagboekjes en werden in de statistische modellen gebruikt als correctiefactoren. Op deze manier konden we de impact van het stoken correct inschatten.

De beperkte invloed van het veranderde stookgedrag op de humane biomonitoring was niet zo verwonderlijk aangezien de verbetering van de luchtkwaliteit relatief beperkt was: er werd enkel een daling van de roetconcentratie geobserveerd. Bovendien was het aantal deelnemers in de studie (achttien) kleiner dan gepland, aangezien twee gezinnen niet meer konden deelnemen aan de studie omwille van de coronamaatregelen vanaf 13 maart 2020. Daardoor was de kracht van de studie beperkter dan oorspronkelijk voorzien.

Perceptie

Bij de rekrutering meldden zich 52 potentiële kandidaten aan; zes van hen namen uiteindelijk deel aan de studie. De overige kandidaten kregen de kans om de Zwitserse methode op eigen houtje uit te proberen en te beoordelen. Zij ontvingen per mail de stookinstructies met daarbij een evaluatievragenlijst. Twaalf gezinnen gingen aan de slag met de stookinstructies. In deze groep ging het om tien houtkachels, één speksteenkachel en één inbouw houthaard.

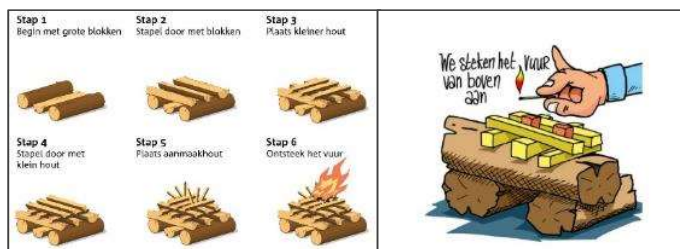
Tijdens een periode van drie tot vijf dagen stookten de deelnemers nauwgezet volgens de stookinstructies. De stookinstructies waren voor alle twaalf deelnemers duidelijk. Elf van de twaalf deelnemers kon de Zwitserse methode gemakkelijk toepassen. Bij zeven deelnemers ging de kachel altijd goed aan; bij vier deelnemers was dat af en toe het geval. Factoren die hierbij een rol spelen waren: de kachelspecificaties, de dikte van het stookhout en de beschikbaarheid van het geschikt

hout. De helft van de deelnemers ondervond alleen maar voordelen van het gebruik van de Zwitserse methode, zoals minder rook- en geurontwikkeling, minder houtverbruik, de kachel ging vlotter aan en werd sneller warm. Vier deelnemers merkten geen verschil en twee deelnemers ondervonden nadelen aan het gebruik van de Zwitserse methode, o.m. in het gezin met de speksteenkachel.

Negen deelnemers gaven aan dat ze de Zwitserse methode in de toekomst gaan blijven gebruiken. Acht van de twaalf deelnemers gingen de Zwitserse methode ook aanraden bij hun vrienden, burens of kennissen met een kachel.

CONCLUSIES EN BELEIDSAANBEVELINGEN

- ▼ Voor het terugdringen van luchtverontreiniging ten gevolge van houtverbranding geniet de omschakeling van houtverbranding naar een andere manier van verwarming op basis van duurzamere energiebronnen de voorkeur, maar deze zijn vaak niet realistisch in de praktijk en botsen vaak nog op veel weerstand. Daarom zijn alternatieven, zoals een verandering in stookgedrag, nodig.
- ▼ Onder invloed van een beter stookgedrag kan de kwaliteit van de binnenlucht verbeteren. De grootste effecten op de (binnen)luchtkwaliteit zullen waarschijnlijk echter pas op langere termijn pas duidelijk worden maar een opvolging op lange termijn was omwille van technische redenen niet mogelijk bij deze studie.
- ▼ We bevelen het gebruik van de Zwitserse methode aan maar ook alle andere stooktips zoals deze werden aangereikt aan de deelnemers met behulp van de stookinstructies fiche (zie hierboven), namelijk: het gebruik van aanmaakhout of natuurlijke blokjes (geen papier, karton of kranten); top-down stapeling van het hout (grote blokken onderaan); bovenaan het vuur aanmaken; gebruik van harde houtsoort; vochtigheid van het hout tussen 10 en 20% en zorgen voor een goede luchttoevoer.



- ▼ Een bijkomende bevraging bij deelnemers die de methode op eigen houtje uitprobeerden, toonde aan dat de meeste deelnemers tevreden zijn over het toepassen van de Zwitserse stookmethode: de kachel gaat sneller en vlotter aan met minder houtverbruik, wordt sneller warmer en er komt minder geur en rook vrij.
- ▼ De Zwitserse methode kon niet worden toegepast bij bepaalde types oude kachels (waarbij de lucht van boven naar onder wordt aangevoerd). Volgens de Code van Goede praktijk “verdient de traditionele methode de voorkeur voor toestellen waarbij de lucht van boven naar beneden wordt aangevoerd (en bijgevolg de rookgassen langs onder worden afgevoerd). Hierbij wordt het makkelijk brandbaar materiaal onder de grote blokken hout geplaatst, en vervolgens het makkelijk brandbaar materiaal (aanmaakhout of natuurlijke aanmaakblokjes) aangestoken. Bij een kachel waar de lucht van boven naar beneden wordt aangevoerd zal geen optimale luchtaanvoer plaatsvinden, waardoor er weinig zuurstof rond het vuur aanwezig zal zijn en de Zwitserse methode niet zal werken. Mogelijks spelen er nog andere

factoren een rol (bv. de lengte van de schouw), maar dit is op dit moment nog onduidelijk. Toestellen die op deze manier functioneren zijn echter in de minderheid; we adviseren in deze gevallen om de handleiding van het toestel te consulteren of navraag te doen bij de leverancier”.

- ▼ Tijdens beide stookperiodes van de interventiestudie waren de roet- en fijn stof concentraties nog steeds hoger dan tijdens de niet stoken periode. Daarom raden we het gebruik van (oude en/of slecht presterende) houtkachels als (bij)verwarming af, omwille van de binnenlucht vervuiling door houtverbranding.
- ▼ We bevelen aan om oude, slecht presterende, vervuilende kachels te vervangen door nieuwe en meer efficiënte kachels, correct geïnstalleerd door een specialist, met het vermogen afgestemd op de ruimte, een adequate luchttoevoer en een optimale interactie tussen de kachel en de ventilatie van de woning. Voor een goede trek is ook de correcte plaatsing van de schouw en rookgasafvoer van belang evenals goed onderhoud van toestel en schouw. Zowel voor het correct gebruik van de kachel als voor de correcte plaatsing van de schouw (en de interactie met ventilatieopeningen) is er een “Code van goede praktijk” in de maak.

PARTNERORGANISATIE MILIEUGEZONDHEIDSZORG

De PartnerOrganisatie Milieugezondheidszorg (POMGZ) is een samenwerkingsverband tussen de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), het Provinciaal Instituut voor Hygiëne (PIH) en het Vlaams Instituut Gezond Leven (GL) en wordt gefinancierd door het Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid (AZG). De voornaamste doelstelling van de PO MGZ is het voorkomen en vroegtijdig opsporen van milieugezondheidsschade.