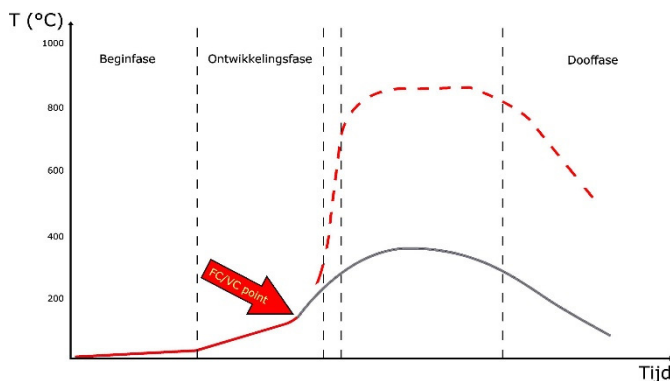


# De smoke stopper

## 1 Nieuwe branden, nieuwe problemen, nieuwe oplossingen

Het feit dat brand verandert is stilaan overal aanvaard in de brandweer. Andere manieren van bouwen leiden tot branden die een tekort aan lucht ervaren vooraleer de brand evolueert tot flashover. Als branden een tekort aan lucht hebben gaan ze over van het brandstof gecontroleerde brandregime naar het ventilatie gecontroleerde brandregime. Indien deze overgang, de passage van het FC/VC punt, plaatsgrijpt voor flashover, dan spreken we van een onder geventileerde brand. Een brand waarbij deze overgang plaatsvindt tijdens of kort na flashover, wordt een geventileerde brand genoemd. Om tot een geventileerde brand te kunnen komen, dienen er voldoende openingen (deuren en ramen) ter beschikking te zijn. De brand heeft immers nood aan voldoende lucht.

Beide types brandverloop (geventileerd en onder geventileerd) starten op dezelfde manier met de beginfase. In deze fase is de brand brandstof gecontroleerd. De brand start met het verbruiken van zuurstof en het produceren van rook. Bij een geventileerde brand zal er continu verse zuurstof aangevoerd worden. Daarnaast zal een deel van de rook doorheen de openingen verdwijnen.

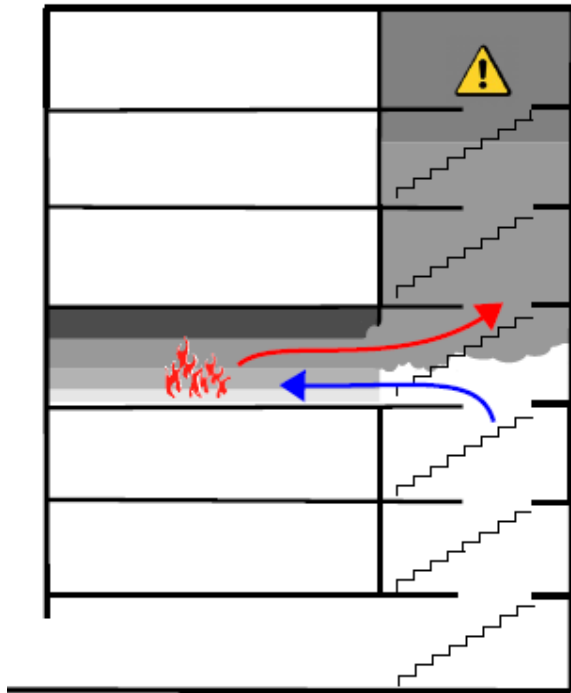


**Figuur 1** Het geventileerde (rode stippellijn) en het ondergeventileerde brandverloop (grijs). Het FC/VC punt markeert de overgang van de brandstof gecontroleerde naar de ventilatie gecontroleerde brand. Het FC/VC punt dat op de tekening is aangeduid hoort bij de grijze lijn. Bij de rode stippellijn hoort ook een FC/VC punt. Dat ligt waarschijnlijk tijdens flashover of vlak erna. (Grafiek: Karel Lambert)

Dit is niet het geval bij de onder geventileerde brand. Het zuurstofpercentage zal er sneller dalen en de ruimte zal zich sneller vullen met rook. De rooklaag zal naar beneden komen en op een bepaald moment zal de intensiteit van de brand afnemen. Als de brandweer ter plaatse komt, wordt zij dikwijls geconfronteerd met een ruimte die compleet gevuld is met rook. Op het moment dat de deur geopend wordt, start de uitstroom van rook en de instroom van lucht. Beide stromingen leiden tot problemen. De instroom van lucht leidt tot een verhoging van het vermogen van de brand. In zeldzame gevallen kan er backdraft optreden. Dikwijls zal de

brand echter evolueren tot ventilatie geïnduceerde flashover. Dit is erg gevaarlijk voor de brandweerlui.

De uitstroom kan ook tot grote problemen leiden. Dit kan zowel bij een onder geventileerde als bij een geventileerde brand voorkomen. Een mooie illustratie hierbij is het geval waarbij een hevige, uitslaande brand in een appartement op de eerste verdieping van een appartementsgebouw. Op het moment dat de deur geopend wordt, stromen de hete rookgassen en vlammen de gang in. De hete rook zoekt zijn weg naar de trappenhall. De trappenhall raakt vervuild met rook. Deze trappenhall is echter de vluchtweg van de appartementen boven de brandverdieping. Mensen die op de 10<sup>de</sup> verdieping naar buiten kijken, zien de uitslaande vlammen. Als ze besluiten te evacueren, hebben ze in eerste instantie een quasi



**Figuur 2** Bij een brand op een lager gelegen verdieping van een appartementsgebouw stroomt de rook doorheen de deur de traphal in. Daar kan de rook gevaarlijke concentraties bereiken. Dit vormt een belangrijk risico voor de bewoners. (Tekening: Art Arnalich)

hoogbouw tot 6 dodelijke slachtoffers in de traphal. Door de aanval op de brand waren de branddeuren geopend. Heel veel rook was in de traphal terecht gekomen. Zes mensen kwamen daar vast te zitten en stierven door de blootstelling aan de giftige rook.

In vorige artikelen zijn reeds een aantal oplossingen besproken voor de gevolgen van onder geventileerde branden. Bij anti-ventilatie wordt geprobeerd om de deur tot de ruimte gesloten te houden of om de opening te beperken. Typisch wordt de deur gesloten tot tegen de slang na het binnentreden van de aanvalsploeg. Een zogenaamde "door man" zal de deur zo dicht mogelijk houden en tegelijk slang doorgeven als dat nodig is. Hierdoor zal de uitstroom van rook beperkt worden. Stel dat de opening van de deur 9 cm breed is en het deurblad is 90 cm breed, dan wordt de uitstroom van rookgassen beperkt tot 1/10<sup>de</sup> van wat mogelijk is. Hetzelfde geldt voor de instroom van verse lucht. De opening van de deur is in dit geval 9 cm breed en twee meter hoog. De brand kan dan enkel lucht aantrekken doorheen de onderkant van deze opening. Als dit de enige opening is, zal het toepassen van anti-ventilatie ervoor zorgen dat het vermogen van de brand tien keer kleiner is dan met een volledig openstaande deur. Hierdoor neemt de kans op ventilatie geïnduceerde flashover sterk af.

Een tweede oplossing voor deze onder geventileerde branden is het toepassen van een offensieve buitenaanval. In dat geval wordt van buitenaf water naar binnen gespoten. Dit gebeurt het best zonder het maken van een grote opening. Op die manier wordt er geblust zonder dat er (veel) verse zuurstof naar binnen kan. Tools die dit mogelijk maken zijn de cobra coldcutter en piercing nozzles. Deze toepassingen verkleinen het risico op brandfenomenen. Doordat de temperatuur binnen daalt, zal de snelheid waarmee de

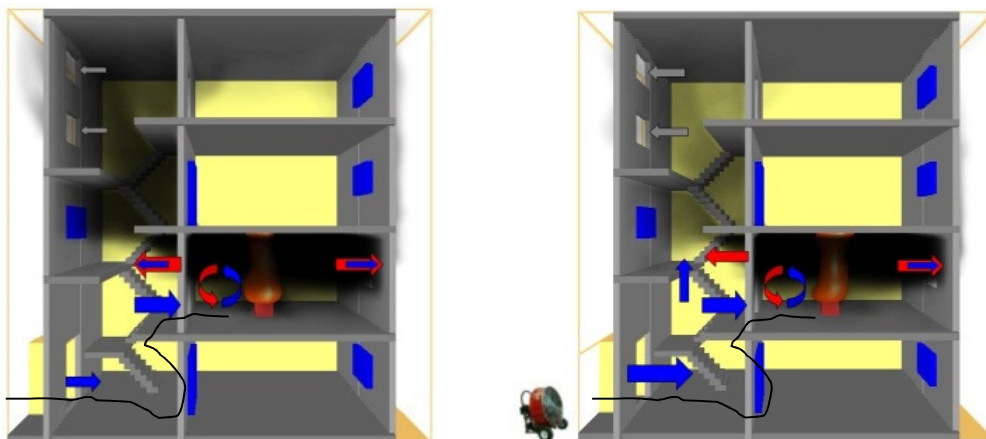
rookvrije vluchtweg. Naarmate ze verder de trap afdalen, wordt de lucht steeds meer vervuild met rook. De menselijke psychologie zal er voor zorgen dat ze blijven evacueren langs de trap totdat ze in de rook terecht komen en daar het bewustzijn verliezen. In Brussel zijn er verschillende cases geweest waarbij de brandweer extra middelen (tot 4 MUG's!) te plaatse dient te laten komen om dergelijke mensen te redden en te voorzien van medische zorgen.

In moderne gebouwen is een branddeur voorzien tussen de gang en de trap bovenop de branddeur tussen het appartement en de gang. Bij gebouwen hoger dan 25m dient er zelfs een extra sas voorzien te worden zodat er drie branddeuren zitten tussen een appartement en een trap. In oudere gebouwen (gebouwd voor de toepassing van de basisnorm) valt het echter voor dat de inkomdeur van het appartement de enige scheiding is met de traphal. In Chicago leidde een brand in een

rookgassen uitstromen afnemen. Het is echter zo dat deze uitstromende rook nog steeds een probleem kan vormen.

Een derde oplossing waarmee geëxperimenteerd wordt om verspreiding van rook te beperken, is het in overdruk plaatsen van aanpalende lokalen en vluchtwegen. Dit gebeurt door het preventief inzetten van overdrukventilatoren. Deze tactiek staat nog in zijn kinderschoenen maar hier en daar worden er successen mee geboekt. Het is wel duidelijk dat er nog verder onderzoek nodig is om te bepalen wat wel en wat niet mogelijk is met deze tactiek.

Naast het in overdruk plaatsen van ruimtes kan een overdrukventilator ook zorgen voor het tot stand komen van een stroming. Indien deze stroming voldoende sterk is en indien er een uitlaatopening beschikbaar is in de buitengevel, is het mogelijk om ervoor te zorgen dat de inkomdeur van het appartement dient als volledige inlaat. Er wordt dan weliswaar veel lucht naar binnen geblazen, de uitstroom van rookgassen wordt gestopt. Dit houdt in dat de brand zal groeien maar het rookprobleem in de traphal is opgelost. In de praktijk zal de effectiviteit van deze oplossing afhangen van de plaatsing van de ventilator, de mate waarin deuren tot niet betrokken ruimtes kunnen worden gesloten en de wind. Zeker deze laatste kan roet in het eten gooien.



**Figuur 3** De vergelijking tussen een brand met en zonder ventilator. Op de linker tekening kan de brand zijn gang gaan en wordt de rook in de trap geduwd. Op de rechter tekening zorgt de ventilator voor een tegengewicht. De uitstroom van rook wordt erg beperkt. (Grafiek: Michael Reick)

In Duitsland heeft professor Michael Reick het bovenstaande probleem uitvoerig bestudeerd. Prof. Reick is vrijwillig brandweerman. Hij vroeg zich af of het mogelijk was om een eenvoudige oplossing te bedenken die ervoor zou zorgen dat de aanpalende lokalen gevrijwaard worden van rook. Hij kwam met het idee van de "smoke stopper". In dit artikel is het de bedoeling om de rookstopper, de werkwijze en de mogelijkheden te bekijken.

## 2 De smoke stopper (rookstopper)

### 2.1 Beschrijving

De rookstopper is een erg eenvoudig stuk materiaal. Het bestaat uit een soort van gordijn dat gemaakt is uit hetzelfde soort materiaal als een branddeken. Het is de bedoeling om met het gordijn de deuropening terug af te sluiten. Hiertoe beschikt de rookstopper over

een bevestigingsmechanisme dat snel en efficiënt kan gehanteerd worden. Het bevestigingsmechanisme bevat een frame dat kan aangepast worden aan de breedte van de deur. Tussen het frame zit een verlengbare staaf. Het werkingsmechanisme van de staaf is vergelijkbaar met anti-diefstalsystemen die je soms in auto's vindt. Daar wordt een staaf geplaatst tussen het stuur en het gaspedaal. De lengte van de staaf kan aangepast worden. Nadat de gepaste lengte is gekozen, wordt de staaf geblokkeerd.



**Figuur 4** Close up van het mechanisme van de rookstopper. Door te duwen op de knop kan de staaf verlengd worden. Door vervolgens te draaien in de richting van de pijl kan het geheel onder spanning gezet worden. (Foto: Karel Lambert)

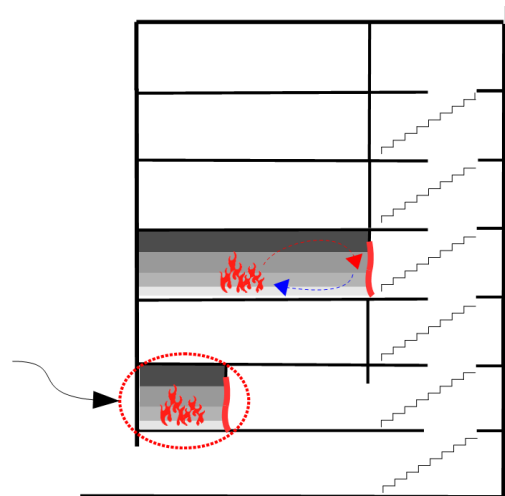
Op deze staaf zit een draaimechanisme dat de staaf nog een klein beetje kan doen uitzetten. Hierdoor wordt de bovenkant van het gordijn vast geklemd in de deuropening. De bovenkant wordt hiermee volledig afgesloten. De zwaartekracht zal er vervolgens voor zorgen dat het gordijn de onderkant van de opening min of meer afsluit. Doordat het gordijn loshangt, kan het bewegen. Brandweerlui kunnen erlangs passeren om de ruimte te betreden of te verlaten.

Indien men de opening nog meer wil afsluiten, kan lager een tweede rookstopper geplaatst worden. De opening is dan quasi hermetisch afgesloten. Het nadeel van deze opstelling is dat de opening onbruikbaar wordt als toegangsweg.

## 2.2 Plaatsing

De rookstopper wordt vervoerd in een draagtas. Op de plaats waar men de deuropening wil afsluiten, wordt de rookstopper uit de tas gehaald. Het gordijn wordt volledig ontplooid. De rookstopper wordt in de deuropening geplaatst. Een brandweerman kan die plaatsing alleen uitvoeren. Bij de plaatsing van de rookstopper wordt de lengte van de staaf aangepast tot de ideale lengte. Vervolgens wordt de bevestiging aangedraaid om ervoor te zorgen dat de rookstopper vastgeklemd zit.

Om te komen tot een optimaal gebruik van de rookstopper, dient deze zo dicht mogelijk bij de brand geplaatst te worden. Dit betekent dat het zinvol is om de rookstopper te plaatsen in de omlijsting van de deur van de slaapkamer waar het brandt in plaats van de deur van het appartement. Zeker in het geval van een onder geventileerde brand in zo'n kamer levert dit extra winst op. Zodra de deur naar de slaapkamer geopend wordt, zal een stroming op gang komen. De brand zal dan de verse lucht uit de aanpalende ruimtes gebruiken. Een rookstopper die geplaatst wordt aan de inkomdeur van het appartement zal dit niet verhinderen. Als de rookstopper geplaatst wordt in



**Figuur 5** De rookstopper dient zo dicht mogelijk bij de brand geplaatst te worden. (Tekening: Art Arnalich)

de deuropening van de kamer waar het brandt, zal dit wel het geval zijn.

### **3 Mogelijkheden**

#### **3.1 Beperken van de uitstroom van rook**

In het scenario van de appartementsbrand dat hierboven beschreven wordt, vormt de uitstroom van rookgassen een bedreiging voor de bewoners van de hoger gelegen appartementen. Met het gebruik van de rookstopper kan deze uitstroom volledig gestopt worden. Hierdoor blijven de evacuatiewegen bruikbaar voor de ontruiming van het gebouw.

Bij onder geventileerde branden kan ervoor gekozen worden om de rookstopper te plaatsen vooraleer de deur geopend wordt. Appartementsdeuren draaien immers quasi altijd naar binnen. De uitstroom van rookgassen wordt dan helemaal uitgesloten.

Bij geventileerde branden zullen de temperaturen van de rookgassen hoger zijn. Dit zal leiden tot snellere stroomsnelheden. Bij de klassieke aanpak moet de aanvalsploeg dan onder deze uitstromende rooklaag naar binnen. Terwijl ze dit doen, wordt er warmte overgedragen van de hete rook op de brandweerman. Deze warmteoverdracht is hoger dan bij de onder geventileerde branden omwille van twee redenen:

1. Het temperatuurverschil tussen de rook en de brandweerman is hoger.
2. De snelheid van de uitstromende rookgassen is hoger.

De rookstopper zal de snelheid van de stroming terugbrengen tot nul. Hierdoor zal de warmteoverdracht afnemen. Brandweerman kunnen dan langer werken in die omgeving vooraleer ze het te warm krijgen.

#### **3.2 Beperken van de toestroom van zuurstof**

Doordat de rookstopper de deuropening grotendeels afsluit zal ook de instroom van zuurstof beperkt worden. Het is zo dat de instroom niet helemaal verhinderd wordt. De onderkant van de rookstopper laat nog steeds verse lucht toe. Dit is echter veel minder dan bij een deur die open staat. Als de vergelijking gemaakt wordt met het toepassen van anti-ventilatie met behulp van een "door man", dan zien we dat de opening voor de toestromende lucht anders georiënteerd is. Bij de rookstopper is er een horizontale opening dicht bij de grond die helemaal gebruikt wordt voor de aanvoer van verse lucht. Een "door man" zal een opening laten die verticaal is. Deze opening zal slechts vijf tot tien centimeter breed zijn maar is twee meter hoog. De ruimte onder de rooklaag zal gebruikt worden voor toevoer van verse lucht. Het is niet direct duidelijk welke van de twee oplossingen minst verse lucht binnen laat. Daarnaast is het wel zo dat de "door man" ook helpt bij het doorgeven van de slang. Beide systemen hebben dus voor- en nadelen.

Als gekeken wordt naar het effect van de instromende lucht dan kan gesteld worden dat het risico op ventilatie geïnduceerde flashover sterk gereduceerd wordt als de deuropening de enige ventilatieopening is. Bij het openen van de deur naar een onder geventileerde brand kan er een ventilatie geïnduceerde flashover optreden na twee tot vier minuten. De rookstopper zal de toestroom van zuurstof sterk beperken. Hierdoor zal de evolutie van de

brand sterk vertraagd worden. Het onder geventileerde karakter blijft behouden en de brandweer heeft tijd om de brandhaard te zoeken en te blussen.

Het risico op backdraft zal volledig verdwenen zijn. De zogenaamde "gravity current" die ontstaat na het openen van een deur zal verhinderd worden door de rookstopper. Het is juist die gravity current die zorgt voor een menging van de rookgassen en de verse lucht. Als deze menging verhinderd wordt, ontstaat er ook geen brandbaar mengsel dat dient als brandstof voor de backdraft.

### 3.3 Terugstroom beperken bij gebruik ventilatoren

De voorbije jaren zijn door verschillende onderzoekers testen gedaan om de optimale plaatsing van een ventilator te bepalen. Als een ventilator geplaatst wordt voor een deuropening, dan zal de lucht sneller binnentreden als de afstand tot de deur afneemt. Zodra de luchtkegel van de ventilator de deur niet meer volledig afdekt, zal er echter een uitstroom ontstaan aan de bovenkant van de deur. Hier kan de rookstopper een oplossing bieden. Door met de rookstopper de bovenkant van de deur af te sluiten, wordt deze uitstroom stilgelegd en verhoogt de efficiëntie van de ventilatie opstelling.

Uit onderzoek blijkt ook dat de verhouding tussen de inlaat en de uitlaat opening belangrijk is. Bij het gebruik van een overdrukventilator is de uitlaat opening idealiter groter dan de inlaat opening. Meestal is het echter zo dat deze openingen vastliggen in het gebouw. De inlaatopening is meestal een deuropening. Deze deuropening is ongeveer 2 m<sup>2</sup>. De uitlaatopening kan een raam zijn dat geopend wordt. Dikwijls is de raamoppervlakte in een kamer beperkt. Het zal zelden zo zijn dat er meer dan 2 m<sup>2</sup> ramen zijn die kunnen geopend worden. Door met de rookstopper de deuropening te verkleinen tot 1 m<sup>2</sup> zal de efficiëntie van de ventilatie ook verhogen.



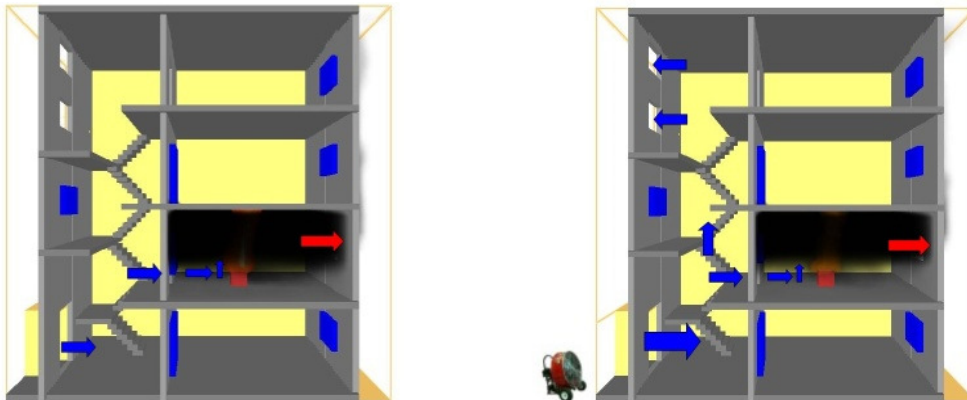
**Figuur 6** De rookstopper sluit de bovenzijde van de deuropening af. Hierdoor wordt de uitstroom bovenaan beperkt. De ventilator kan dan dichterbij geplaatst worden. (Foto: Michael Reick)

Als laatste zal de rookstopper in combinatie met overdrukventilatie ook zorgen voor een betere bescherming van de traphal. Op Figuur 3 is te zien dat er toch nog een bepaalde hoeveelheid rook ontsnapt naar de traphal als de binnenaanval ondersteund wordt door ventilatie. Een tweede nadeel van die aanpak is dat de ventilatie de brand kan aanwakkeren.

Door een rookstopper te plaatsen, zal de uitstroom van rookgassen gestopt worden. Daarnaast zal de invloed van de ventilator op de brand beperkt zijn. In de situatie waarbij de bewoner van het brandende appartement de deur heeft open gelaten, zal er erg veel rook in de traphal hangen. De brandweer kan de deuropening sluiten met de rookstopper. Vervolgens kan een rookluik geopend worden. De overdrukventilator zal vervolgens de rook uit de traphal blazen (zie Figuur 7). Eens de rook weg is, kan het rookluik bovenaan



de trap terug gesloten worden. In de traphal zal vervolgens een overdruk opgebouwd worden die de traphal verder beschermt tegen de mogelijke uitstroom van rook.



**Figuur 7** De combinatie van een rookstopper en een overdrukventilator. De traphal is veel beter beschermd dan in de gevallen waar geen rookstopper gebruikt wordt. (tekening: Michael Reick)

### 3.4 Brandcondities evalueren aan de hand van het gordijn

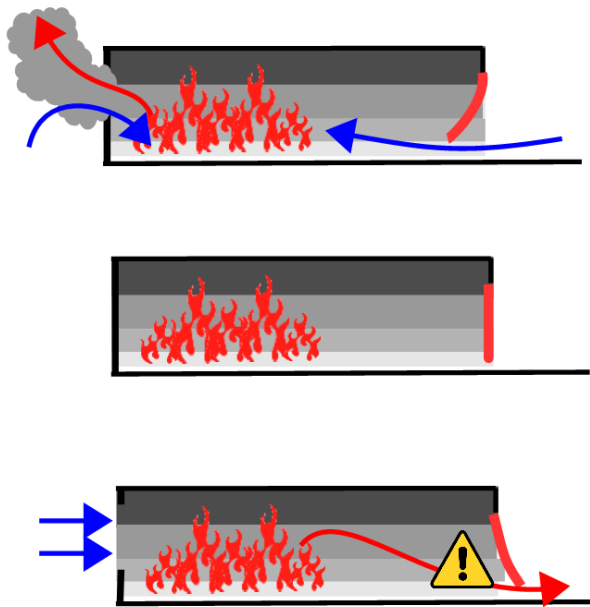
De rookstopper hangt boven bevestigd. Onderaan hangt het gordijn los. Dit betekent dat het gordijn onderhevig is aan de invloed van de stroming. Het gordijn kan bewegen en uit deze beweging kunnen conclusies getrokken worden. Er zijn drie mogelijkheden.

1. Het gordijn beweegt naar binnen.
2. Het gordijn hangt recht naar beneden.
3. Het gordijn beweegt naar buiten.

Als het gordijn naar binnen beweegt, kan er de conclusie getrokken worden dat er nog een tweede ventilatieopening is. Waarschijnlijk zal de brand rookgassen evacueren via een raamopening of via een tweede deur naar een terras in de buitengevel. De ruimte onder de rookstopper wordt dan efficiënt gebruikt om verse lucht aan te zuigen. In de tweede opening kan een bidirectionele stroming (of een dubbele stroming) ontstaan zijn zodat de brand veel meer zuurstof krijgt dan het geval zou zijn mocht enkel de inkomdeur van het appartement beschikbaar zijn. Het is belangrijk dat er rekening gehouden wordt met een scenario waar een geventileerde brand een behoorlijk vermogen heeft opgebouwd.

Als het gordijn stil hangt, dan is er geen tweede opening beschikbaar voor de brand. Dit betekent dat de brand afhankelijk is van de luchtstroom onder het gordijn om zich te voeden. Doordat deze opening erg beperkt is, zal de brand ook erg beperkt zijn. Het betreft hier zeker een ventilatie gecontroleerde brand. Het is mogelijk dat het gordijn af en toe een klein beetje beweegt. De oorzaak hiervan is een wisselend drukverschil met de buitenomgeving.

Als het gordijn naar buiten beweegt, is er een gevaarlijke situatie. Het gordijn zal enkel naar buiten bewegen als er een stroming is naar het beschermde gedeelte toe. Typisch zal er dan ook rook vanonder het gordijn komen. Ook in dit geval is er een tweede opening aanwezig. Het is in dit geval echter zo dat de wind op de buitengevel ervoor zorgt dat de tweede opening gebruikt wordt als een inlaatopening.



Dergelijke situatie kan wijzen op een wind driven fire. Het is erg belangrijk dat hier voldoende voorzichtig wordt gewerkt. Een tweede situatie waarbij het gordijn naar buiten beweegt, is als het een brand betreft in een duplexappartement. Zo'n appartement telt twee niveaus. Meestal zit de inkomdeur op het onderste niveau maar dat is niet altijd het geval en soms zijn er twee inkomdeuren. Als de brand woedt op een verdieping lager dan deur waarin de rookstopper is geplaatst, dan zal deze deuropening functioneren als een soort schouw. Hierdoor zal het gordijn naar buiten toe bewegen.

**Figuur 8** Drie mogelijke posities van de rookstopper geven informatie over de brand in de afgesloten ruimte. (Tekening: Art Arnalich)

### 3.5 Beperken van rookschade

De rookstopper beperkt ook de schade aan de ruimtes die grenzen aan de ruimte waar het brandt. Bij een brand loopt de rookschade vaak hoog op. Alles dat in contact geweest is met rook moet proper gemaakt worden. Dit is een groot werk. Dikwijls is het zo dat heel wat zaken niet meer proper te krijgen zijn en moeten weggegooid worden. Muren moeten afgewassen worden. Daarna volgt een behandeling met een gespecialiseerd product. Dit dient ervoor te zorgen dat de geurhinder wegblijft na de schoonmaak. Meestal moeten muren opnieuw geschilderd worden.



**Figuur 9** Brand in een ziekenhuiskamer in Duitsland. Op de linker foto is te zien hoe de ziekenhuiskamer helemaal onder de rook heeft gezeten. De rechterfoto toont het beeld van de gang. Centraal op de rechterfoto is de deur naar de kamer op de linker foto. Er is geen schade in de gang. De rookstopper ligt op de grond aan de rechterkant van de foto. (Foto: Michael Reick)

Dit alles maakt dat de kosten voor de schoonmaak en het opruimen in de ruimtes waar het niet gebrand heeft vaak hoog oplopen. Zeker op die plaatsen waar de rook verschillende



lokalen doorkruist vooraleer hij buiten is, zal de rookschade enorm zijn. Het gebruik van de rookstopper zal deze schade grotendeels voorkomen. Op Figuur 9 is een voorbeeld te zien van het effect van de rookstopper. Een ziekenhuiskamer zit volledig onder het roet na een brand. De rookstopper heeft echter alle rookschade in de gang weten te voorkomen.

#### 4 Nadelen

De rookstopper heeft natuurlijk ook enkele nadelen. De rookstopper wordt opgeborgen in een draagtas. Deze heeft natuurlijk een zeker volume. De aanvalsploeg heeft al behoorlijk wat materiaal mee te dragen: persluchttoestellen, een warmtebeeldcamera, bundels en cassettes, een halligan tool, ... Het is best mogelijk dat het niet meer mogelijk is om ook nog een tas met daarin een rookstopper mee te dragen. Gelukkig is het zo dat er bij ondergeventileerde branden enige tijd beschikbaar is. Daar moet de brandweer denken aan alternatieve scenario's. Indien in een ruimte een onder geventileerde brand woedt achter een gesloten deur kan één brandweerman in de wagen een rookstopper gaan halen. Tegelijkertijd kan een overdrukventilator geplaatst worden om de rook die eventueel door kieren is gelekt te verwijderen en de aanpalende ruimtes in overdruk te plaatsen. Eens de rookstopper geplaatst is, kan de aanval beginnen.

Een tweede nadeel speelt bij geventileerde branden. Als de brandweer geconfronteerd wordt met een brand in de ontwikkelingsfase, is er een rooklaag gevormd. De rook stroomt uit naar de aanpalende ruimtes. Hierdoor zakt de rooklaag slechts langzaam en blijft het zicht redelijk goed. Op het moment dat de rookstopper geplaatst wordt, zal de rooklaag sneller gaan zakken. Hierdoor zal de zichtbaarheid voor de aanvalsploeg versneld afnemen.

#### 5 Afsluiter

In Duitsland is de rookstopper een erg gekend stuk materiaal. Er zijn meer dan 10.000 exemplaren in gebruik. Prof. Reick heeft verslagen verzameld van 1400 brandinterventies waarbij de rookstopper gebruikt is. Eigenlijk betekent dit op zich dat de rookstopper een goede aanvulling is van het interventiemateriaal.

#### 6 Bronnen

- [1] *Lambert Karel & Baaij Siemco, Brandverloop: technisch bekeken, tactisch toegepast, 2011*
- [2] *Lambert Karel, Oplossingen voor Rapid Fire Progress, de brandweerman, mei 2013*
- [3] *Reick Michael, Smoke Flow Control and related tactical issues, presentatie tijdens IFIW 2014, Polen*
- [4] *Reick Michael, Smoke Flow and related tactical issues, paper voor IFIW 2014*
- [5] *Lambert Karel, Baaij Siemco, Nieling Hans & Vandenberghe Hein, Brandbestrijding: technisch bekeken, tactisch toegepast, 2015*
- [6] *Lambert Karel, Piercing nozzles, 2014*
- [7] *Arnalich Art, Rookstopper – operationele handleiding, 2015*
- [8] *Reick Michael, Smoke BlockAID – a portable smoke blocker for firefighting, 2012*
- [9] [www.rauchverschluss.de](http://www.rauchverschluss.de)
- [10] *Lambert Karel, Backdraft: fire science and firefighting, a literature review, 2013*

- [11] *Lambert Karel, Experimentele studie van het gebruik van overdrukventilatie in een traphal bij een brandweerinterventie, Masterthesis, Postgraduate Studies in Fire Safety Engineering, Ugent, 2012*
- [12] *Reick Michael, persoonlijke gesprekken*
- [13] *Arnalich Art, persoonlijke gesprekken*
- [14] *Lambert K, Merci B (2014) Experimental study on the use of positive pressure ventilation for fire service interventions in buildings with staircases, Fire Technology, Vol 50, p 1517-1534*
- [15] *Lambert Karel, Ventilatieopeningen en brand, De brandweerman, mei 2014*