

# Kennis over binnenbrand(bestrijding) evolueert

De meesten onder ons volgden jaren geleden de cursus brandweerman. Bij sommigen is dit tientallen jaren geleden. De maatschappij is sterk veranderd sedert pakweg de jaren '80. Sommigen zullen dan hun eerste auto gekocht hebben. Als we dat voertuig vergelijken met de nieuwe auto's van vandaag dan zien we dat er veel veranderd is. Hetzelfde geldt voor de bouwsector. Er wordt vandaag gebouwd met hoogrendementsbeglazing, driedubbel glas. Gebouwen worden veel meer geïsoleerd. Er worden luchtdichte passiehuizen opgetrokken. Het spreekt voor zich dat de branden hierdoor geëvolueerd zijn. De brandweer wordt stilaan geconfronteerd met branden die pakweg 40 jaar terug niet eens bestonden. Gelukkig is ons materiaal fel verbeterd. De straalpijp van nu is amper nog te vergelijken met de genormeerde straalpijp van vroeger. Ook onze kennis van brand is sterk geëvolueerd. Tijd om voor iedereen eens alles op een rijtje te zetten. In deze artikelenreeks willen we de huidige stand van zaken belichten: zowel de zaken die nog actueel zijn als de nieuwigheden. In dit eerste artikel beginnen we met twee thema's die er altijd geweest zijn: de branddriehoek en het geventileerde brandverloop.

## 1. De branddriehoek

### 1.1 Ontstaan van brand

Iedereen kent het model van de branddriehoek. Het wordt gebruikt om het begin van brand te verklaren. De drie delen van de driehoek zijn brandstof, lucht (zuurstof) en (activatie-)energie. In plaats van energie wordt er ook dikwijls over hitte of over temperatuur gesproken. Deze drie delen moeten in voldoende mate aanwezig zijn om een verbrandingsproces op gang te brengen.

Een dergelijk verbrandingsproces is eigenlijk het verbinden van brandstofdeeltjes met zuurstofdeeltjes. Dit proces produceert warmte. Opdat het proces zou kunnen starten dient er een energiebron aanwezig te zijn. Dit kan een kaars zijn, een overbelaste elektriciteitskabel, ...



**Fig 1.1** De branddriehoek (afbeelding: [brand.emeester.net](http://brand.emeester.net))

Eens de verbranding op gang gebracht is, verbruikt ze zuurstof. In lucht is normaal gezien ongeveer 21% zuurstof aanwezig. In een afgesloten lokaal zal een brand zoveel zuurstof verbruiken dat het zuurstofpercentage daalt. Op een bepaald moment zal de verbranding stoppen bij gebrek aan zuurstof. Meestal wordt gesteld dat de verbranding

stopt bij 14 à 15% zuurstof. Dit kan men goed aantonen door een kaars aan te steken en er een glazen stolp boven te zetten. Op dat moment brandt de kaars in een afgesloten omgeving. De aanwezige lucht wordt verbruikt en op een bepaald moment dooft de kaars.

## 1.2 De brandvierhoek

Men spreekt soms ook over de brandvierhoek. In dat geval wordt de mengverhouding tussen lucht en brandstof ook in het model betrokken. Stel dat men wat houtkrullen in een schaal legt, dan zal men deze vrij gemakkelijk kunnen ontsteken. De houtkrullen hebben een hele grote oppervlakte die blootgesteld is aan de lucht. Er is dus een goede mengverhouding. Als men een houten balk tracht te ontsteken met dezelfde energiebron, dan zal men zien dat dit niet lukt. De oppervlakte van houten balk is namelijk veel kleiner dan de oppervlakte van de houtkrullen. Er wordt gesproken van een slechte mengverhouding.

## 1.3 De rol van de branddriehoek bij Rapid Fire Progress

De branddriehoek speelt ook een rol bij het optreden van Rapid Fire Progress (Flashover, Backdraft & Fire Gas Ignition). Bij elk van deze fenomenen geldt de branddriehoek. Telkens moeten brandstof, zuurstof en energie in bepaalde verhoudingen bij elkaar gebracht worden om een bepaald fenomeen te kunnen krijgen. Een vrij eenvoudig voorbeeld hiervan is backdraft. Voorafgaand aan een backdraft is er rijk mengsel gevormd dat zuurstof te kort heeft. De temperatuur in de ruimte zorgt ervoor dat twee zijden van de branddriehoek aanwezig zijn: brandstof en energie. Het is pas als we lucht toevoegen in de ruimte dat backdraft kan optreden. De branddriehoek moet m.a.w. gesloten worden om backdraft te kunnen krijgen. Dit geldt ook voor alle andere vormen van Rapid Fire Progress.

## 2 Het geventileerd brandverloop

Het verbrandingsregime speelt een heel belangrijke rol in het brandverloop. De beschikbare lucht bepaalt welk verbrandingsregime zal plaatsgrijpen. Hierdoor bekomen we twee verschillende soorten branden. De brand die historisch gezien het meest voorkwam is de geventileerde brand. Deze brand wordt gekenmerkt door voldoende ventilatie.

### 2.1 De beginfase

Op een bepaald moment in de tijd zal er een ontsteking plaatsvinden. In elke ruimte is normaal gezien 21% zuurstof aanwezig. Bij de start van de brand is er dus meer dan voldoende zuurstof om het verbrandingsproces te voeden. Na verloop van tijd zal er rook in de plaats van de zuurstof komen en zal het zuurstofpercentage afnemen. In de beginfase is een brand dus brandstofgecontroleerd. Dit wil zeggen dat het de hoeveelheid brandstof is die bepaalt hoe snel de brand evolueert.

In de beginfase zal de energiebron (bvb. een sigaret) inwerken op de brandbare stof. Deze brandstof zal eerst wat rookgassen afgeven. Er zal m.a.w. een smeulbrand ontstaan. Meestal wordt er echter meer brandstof in het proces betrokken. De oppervlakte die betrokken is vergroot en door de verbranding wordt er temperatuur opgebouwd. Even later zal de opstijgende rook ontvlammen. Dit vlammenfront is op zich een bron van stralingswarmte. Vanaf het moment dat er vlammen opduiken, zal de verbranding sneller verlopen. De stralingswarmte afkomstig van de vlammen heeft een veel groter bereik. Voorwerpen in de nabije omgeving zullen worden aangestraald. Wanneer zij voldoende warmte hebben opgenomen zullen zij eerst waterdamp en daarna pyrolysegassen afgeven. Beide gassen zullen wit tot lichtgrijs gekleurd zijn.

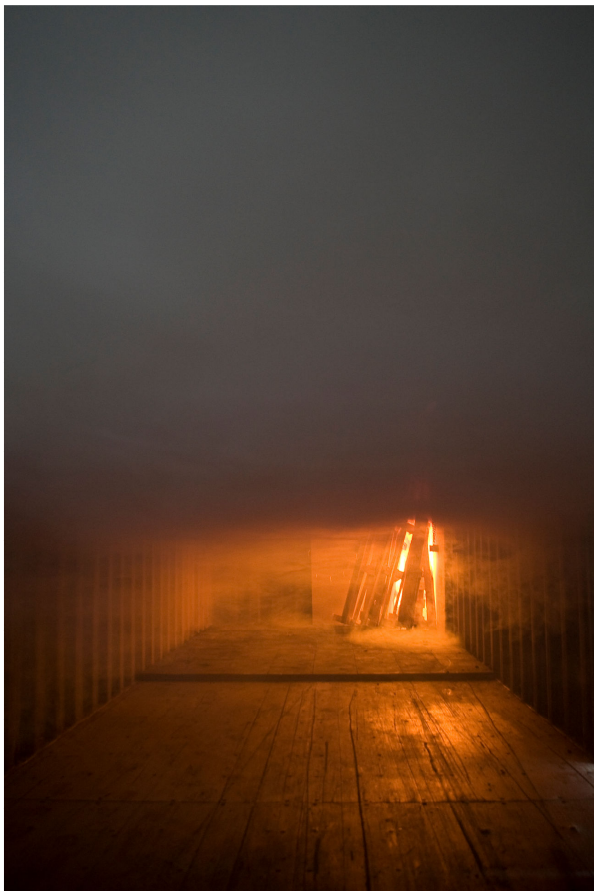
## 2.2 De ontwikkelingsfase

Van zodra de rookkolom boven het eerst ontstoken voorwerp in brand staat, zeggen we dat de ontwikkelingsfase begonnen is. In de ruimte is het nu duidelijk merkbaar dat het brandt. De verhoging van de temperatuur is duidelijk waar te nemen en er is reeds heel wat rook te zien. Deze rooklaag zal nu gevoelig uitbreiden. Ze wordt gevoed door de rookkolom en door de pyrolysegassen afkomstig van aangestraalde voorwerpen uit de ruimte.

In de loop van de ontwikkelingsfase zal er een neutrale laag of neutrale zone te onderscheiden zijn (zie fig 2.1). We zullen dan als het ware een streep kunnen trekken onder de rooklaag. In de rooklaag zal de concentratie van gasvormige brandstof toenemen terwijl onder de rooklaag nog behoorlijk veel zuurstof aanwezig is. De zichtbaarheid onder de rooklaag blijft behoorlijk goed.

Door de evoluerende brand zal de rooklaag zakken. De snelheid waarmee dit gebeurt, is een indicatie voor de ontwikkelingssnelheid van de brand. Een snel zakkende rooklaag duidt op een snel ontwikkelende brand en is dus heel erg gevaarlijk.

Op een bepaald moment zullen de vlammen uit de rookkolom aan het plafond omgebogen worden. Er zal dan een vlammenfront in de rooklaag tot stand komen. Dit vlammenfront zal zich verplaatsen in de rooklaag vertrekkend vanaf de brandhaard. Dit fenomeen noemen we de Roll-over. Hiermee komt de ontwikkelingsfase aan zijn einde. Omwille van straling vanuit de rooklaag zal de temperatuur nu heel snel stijgen. Flashover treedt op.



In de loop van de ontwikkelingsfase raakt er geleidelijk aan meer brandstof betrokken bij de brand. Het vlammenfront vergroot en het volume van de brand ook. De brand heeft dus meer en meer nood aan zuurstof. Tegelijkertijd begint het zuurstofpercentage in de ruimte te zakken. Zeker in de bovenste helft van de ruimte raakt de lucht sterk vervuild met rookgassen. De brand is nog steeds brandstofgecontroleerd maar evolueert geleidelijk naar de ventilatiegecontroleerde brand.

**Fig 2.1** De vorming van de neutrale laag in een attack-cell. Boven de rode stippellijn vinden we een donkergrijze rook. Eronder is er nog een goede zichtbaarheid (Foto: Stef Vandersmissen – Brandweer Zaventem)

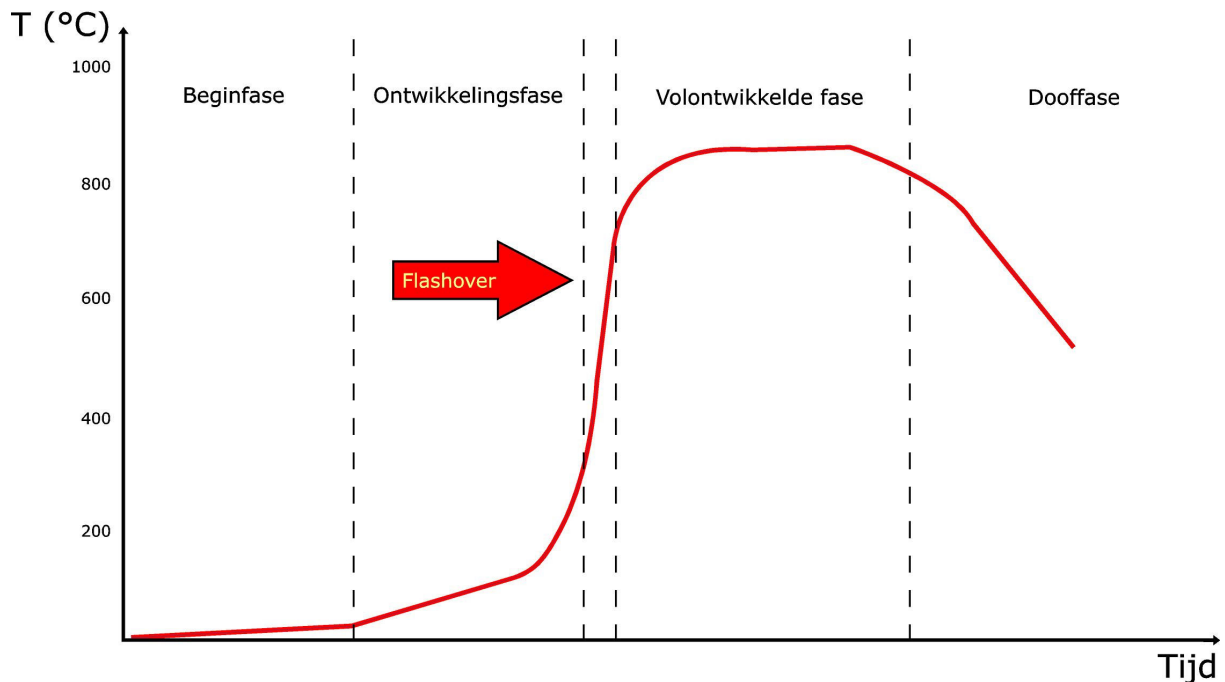
## 2.3 Flashover

In de loop van de ontwikkelingsfase zijn alle voorwerpen in de ruimte beginnen pyrolyseren. Door het verbrandingsproces zijn er tevens een heleboel hete rookgassen geproduceerd. Deze rookgassen bevatten een aantal brandbare gassen zoals CO. De hete rooklaag is feitelijk een reservoir van warme gasvormige brandstof. Door de rollover ontbrandt dit reservoir. De temperaturen lopen heel snel op. In een paar seconden evolueert de situatie van een brand op een bepaalde plaats naar een volledig lokaal dat in lichterlaaie staat. Op dat moment maken we de overgang van een tweedimensionale naar een driedimensionale brand.

Flashover wordt dan ook gedefinieerd als volgt:

*Flashover is een plotse en voortdurende overgang van een brand in de ontwikkelingsfase naar een volontwikkelde brand.*

Na flashover staat de volledige ruimte in brand. De hoeveelheid brandstof die betrokken is in de brand is veel groter geworden. De brand heeft veel meer zuurstof nodig dan voor flashover. De brand is ventilatiegecontroleerd geworden. In een ruimte heeft een volontwikkelde brand namelijk veel meer zuurstof nodig dan er via ventilatie kan geleverd worden.



**Fig. 2.2** Het geventileerd brandverloop (Grafiek: Karel Lambert)

## 2.4 De volontwikkelde brand

Op het moment dat de brand flashover gepasseerd is, staat de hele ruimte in brand. Alles wat zich in de ruimte bevindt, is verloren. De brandweerstand van de bouwelementen (wanden, vloeren, plafonds, deuren, ramen) zal bepalen of de brand uitbreiding neemt naar aanpalende ruimtes. Als er een deur openstaat, zal de ontstane stroming er nu voor zorgen dat het aanpalende lokaal heel snel evolueert naar Flashover. Het is dus perfect mogelijk dat er in één ruimte een volontwikkelde brand heerst en dat in het lokaal ernaast de brand nog in de ontwikkelingsfase zit.

Een ruimte waar de brand volontwikkeld is, zal heel snel "uitbranden". De brand is op dat moment ventilatiegecontroleerd. Hij zal branden totdat de brandstof opraakt.

## 2.5 De dooffase

In de loop van de brandperiode is er steeds meer brandstof opgebrand. Aan het einde van de brandperiode is er zoveel brandstof opgebrand dat de intensiteit van de brand afneemt. De rookproductie zal ook verminderen. Hierdoor is er meer plaats voor instromende lucht. De hoeveelheid brandstof die betrokken is in de brand vermindert terwijl de hoeveelheid zuurstof stijgt. Op een bepaald moment zal de brand terug overgaan van een ventilatiegecontroleerd regime naar een brandstofgecontroleerd regime.

Tijdens de dooffase zullen er echter nog objecten zijn in de ruimte waarvan de temperatuur hoog genoeg is om te blijven pyrolyseren. De intensiteit van de brand mag dan wel erg verminderd zijn. De steeds vrijkomende pyrolysegassen blijven een risico vormen voor de brandweerlui.

## 3. Bronnen

- [1] *Hartin Ed*, [www.cfbt-us.com](http://www.cfbt-us.com)
- [2] *Mcdonough John*, *New South Wales Fire Brigade, persoonlijke gesprekken, 2009*
- [3] *Raffel Shan*, [www.cfbt-au.com](http://www.cfbt-au.com), *persoonlijke gesprekken, 2009*
- [4] *Grimwood Paul, Hartin Ed, Mcdonough John & Raffel Shan*, *3D Firefighting, Training, Techniques & Tactics, 2005*
- [5] *Grimwood Paul*, [www.firetactics.com](http://www.firetactics.com), *persoonlijke gesprekken, 2008*
- [6] *Lambert Karel & Desmet Koen*, *Binnenbrandbestrijding, versie 2008 & versie 2009*
- [7] *Bengtsson Lars-Göran*, *Enclosure Fires, 2001*
- [8] *Gaviot-Blanc, Franc*, [www.promesis.fr](http://www.promesis.fr)

Karel Lambert