

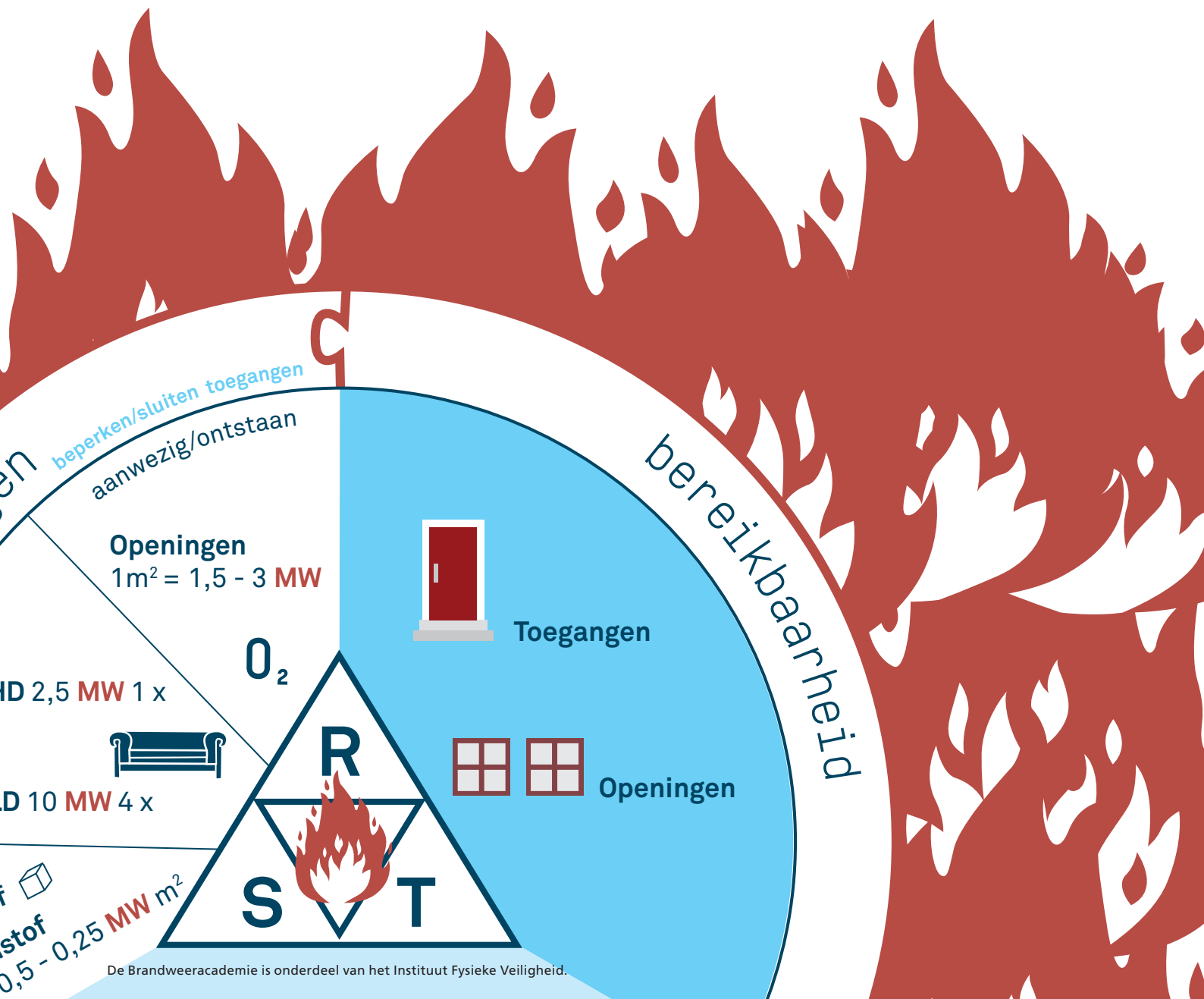


# BRANDWEER

Brandweeracademie

## De hernieuwde kijk op brandbestrijding

Voorheen de 'theorie van de voorspelbare afloop'



Instituut Fysieke Veiligheid  
Brandweeracademie  
Postbus 7010  
6801 HA Arnhem  
www.ifv.nl  
info@ifv.nl  
026 355 24 00

## Colofon

Brandweeracademie (2018). *De hernieuwde kijk op brandbestrijding. Voorheen de 'theorie van de voorspelbare afloop'*. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.

Opdrachtgever: Brandweeracademie  
Contactpersoon: Ricardo Weewer  
Titel: De hernieuwde kijk op brandbestrijding. Voorheen de 'theorie van de voorspelbare afloop'  
Datum: 9 april 2018  
Status: Definitief  
Versie: 1.0  
Auteurs: Ricardo Weewer, Siemco Baaij, Edward Huizer, Lieuwe de Witte  
Review: Karel Lambert  
Eindverantwoordelijk: Ricardo Weewer

# Voorwoord

In mijn lectorale rede *De rode kroonjuwelen* (Weewer, 2015) presenteerde ik de eerste versie van de ‘theorie van de voorspelbare afloop’. Deze was gebaseerd op waarnemingen uit de experimenten in Zutphen (Brandweeracademie, 2015a) en de eerste resultaten van het onderzoek naar de offensieve buiteninzet (OBI) (Brandweeracademie, 2012). Dit presenteerde ik als een mogelijk nieuwe standaard en denkkader voor gebouwbrandbestrijding. De naam van de theorie van de voorspelbare afloop is ontstaan doordat er branden zijn, met name in bedrijfspanden en grotere woongebouwen, waarvan zowel in de preventieve als in de repressieve praktijk in feite de afloop kan worden voorspeld. De oorspronkelijke naam de theorie van de voorspelbare afloop is nu verlaten, omdat de theorie te veel werd gezien als synoniem met het afbrandscenario. Hoewel dat bij grote gebouwen nog steeds aan de orde kan zijn, is dat niet altijd het geval, zeker niet bij kleine gebouwen zoals woningen. Overigens is met die theorie ook voorspelbaar wanneer de brand wel kan worden geblust. We hebben de naam gewijzigd in de ‘Hernieuwde kijk op brandbestrijding’. In feite stoffen we een aantal (oude) principes af en scherpen ze aan, met als resultaat praktische basisprincipes van een veilige en effectieve brandbestrijding. We noemen de basisprincipes nu nog de hernieuwde kijk op brandbestrijding, maar als we er straks meer aan gewend zijn dan zijn het gewoon basisprincipes voor gebouwbrandbestrijding.

In de periode na het uitspreken van mijn lectorale rede zijn verschillende onderzoeken afgerond, zoals het onderzoek naar situationele commandovoering (Brandweeracademie, 2015b) en het eindrapport van de OBI-onderzoeken, inclusief een praktisch handelingsperspectief dat bedoeld is ter ondersteuning van de keuze voor het al dan niet toepassen van de offensieve buiteninzet bij gebouwbranden (Brandweeracademie, 2017). De basis voor de hernieuwde kijk wordt gevormd door de bevindingen uit deze onderzoeken en het handelingsperspectief uit het OBI-eindrapport. Deze basis wordt aangevuld met principes uit de commandovoering (human factor), de branddriehoek, resultaten van onderzoek van Underwriters Laboratories en vuistregels voor brand- en koelend vermogen.

Samen met experts uit het brandweerveld is in een studiegroep gewerkt aan vergroting van het inzicht in de theorie. Vanuit dat inzicht is de theorie op brandbestrijding, gericht op toepassing in de praktijk, vereenvoudigd. De behoefte aan vereenvoudiging werd aangegeven vanuit het veld. Zo bleek het (GO)RSTV-model in de praktijk lastig toe te passen. We zijn er gezamenlijk in geslaagd om dit model te vereenvoudigen. Daarnaast is er gewerkt aan vuistregels voor het brandvermogen en daarmee het benodigde koelend vermogen. Tijdens dit proces is het inzicht ontstaan dat de meeste theoretische kennis van brand en brandbestrijding wel bekend is. De kennis over of en hoe die theorie in de praktijk kan worden toegepast, is echter veel minder goed ontwikkeld. De laatste jaren is de kennisontwikkeling over brand en brandverloop de diepte ingegaan, waardoor brandbestrijding ingewikkelder leek te zijn geworden. Uit praktijkvoorbeelden blijkt echter dat we de kennis in de praktijk niet altijd toepassen, mogelijk doordat we vaak op (beperkte) ervaring handelen, doordat we de tijd niet nemen om na te denken, of wellicht een combinatie van beide.

In het afgelopen jaar is met presentaties op congressen, symposia en in het veld de hernieuwde kijk op brandbestrijding gedeeld. Daarnaast zijn gesprekken gevoerd met brandweermensen om te checken of deze hernieuwde kijk behulpzaam is bij de brandbestrijding. Het blijkt goed te vallen, zodanig dat er behoefte is ontstaan aan een geschreven tekst waarin de principes zijn samengevat. Het resultaat is dit werkdocument.

Het is een werkdocument, omdat we op een aantal vragen nog antwoord moeten vinden, die we later zullen toevoegen. Toch zijn er op dit moment al een aantal handige en eenvoudige principes te geven voor een veilige en effectieve brandbestrijding. Deze principes vormen in feite de vragen voor een eerste verkenning, de antwoorden op die vragen leiden tot een keuze voor een tactiek uit het kwadrantenmodel en een eventuele (latere) switch naar een ander kwadrant. De basisprincipes kunnen daarnaast gebruikt worden om branden te evalueren en de vraag te stellen: waarom is het goed gegaan? Het werkdocument zal de komende tijd worden aangevuld met de bevindingen van onderzoek naar rookgaskoeling en rookgasexplosies.

Het is zogezegd een werkdocument, om de publicatie te kunnen blijven verbeteren, nodigen wij u uit om uw vragen of opmerkingen te mailen naar [onderwijscontent@ifv.nl](mailto:onderwijscontent@ifv.nl), onder vermelding van 'De hernieuwde kijk op brandbestrijding'.

Ik wil graag de leden van de studiegroep en alle collega's die hebben bijgedragen aan deze hernieuwde kijk van harte bedanken! In het bijzonder bedank ik de medeauteurs Siemco Baaij, Edward Huizer en Lieuwe de Witte. Karel Lambert dank ik voor zijn review.

Ricardo Weewer  
lector Brandweerkunde

# Inhoud

	<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>Basisprincipes van brandbestrijding volgens de hernieuwde kijk</b>	<b>8</b>
1.1	Neem meer tijd (stop en denk na)	11
1.2	Doe een volledige buitenverkenning met als doel de brandruimte van buiten te vinden en de brand (van buiten) te blussen of onder controle te krijgen	11
1.3	Denk in termen van de RSTV-branddriehoek	12
1.4	Vuistregels voor (potentieel) brandvermogen en benodigd koelend vermogen	13
1.5	Basisprincipes bij een offensieve binneninzet	14
<b>2</b>	<b>'Nee' op één of meerdere verkenningsvragen: wat zijn dan nog de opties?</b>	<b>17</b>
2.1	Een defensieve binneninzet als aanvulling op een defensieve buiteninzet	18
2.2	Een offensieve buiteninzet als aanvulling op de defensieve buiteninzet	19
2.3	Een offensieve binneninzet 'onder voorwaarden'	20
	<b>Literatuurlijst</b>	<b>23</b>
	<b>Bijlage 1 Communiceren en de RSTV- branddriehoek</b>	<b>24</b>
	<b>Bijlage 2 Drie mogelijke situaties bij aankomst</b>	<b>30</b>

# Inleiding

In dit werkdocument worden de bevindingen uit recent onderzoek van de Brandweeracademie, waarnemingen uit praktijkbranden, de resultaten van onderzoek uit het buitenland en principes uit fire safety engineering samengebracht tot praktische basisprincipes. Omdat het hier op zich niet over opzienbarende nieuwe inzichten gaat, presenteren we het onder de noemer hernieuwde kijk op brandbestrijding. Later zullen dit gewoon de basisprincipes van gebouwbrandbestrijding zijn. Het gaat om de volgende bevindingen.

- > Onder tijdsdruk is de situation awareness van mensen beperkt. Ze zien dus niet alles, maar hebben een soort bewustzijnsvernauwing. Dit is neurobiologisch bepaald. Daardoor worden niet altijd de juiste besluiten genomen. Meer tijd nemen geeft ruimte om meer te zien en datgene wat we zien juist te interpreteren (Brandweeracademie, 2015b), om vervolgens een keuze te maken voor een kwadrant uit het kwadrantenmodel.
- > Ook als er mensen gered moeten worden, is er feitelijk meer tijd dan we denken. De situatie kan zodanig verschillen, dat er altijd een kans is om te overleven. We kunnen dus niet zeggen dat een redding één minuut later altijd te laat is, zeker als door het nemen van tijd de redding effectiever kan worden ingezet (Brandweeracademie, 2015a).
- > De offensieve binneninzet wordt als standaard inzetactie beschouwd, terwijl dit niet altijd de veiligste en effectiefste inzet is, zeker niet als de weg naar de brand lang en de locatie van de brandhaard onbekend is (Brandweeracademie, 2016).
- > Het opbrengen van water op de brand is de effectiefste manier om hem onder controle te brengen. Dat kan, als de brand van buiten zichtbaar is, indien mogelijk, ook (het beste) van buiten gebeuren (Brandweeracademie, 2017).
- > Ventilatie (stroming) wordt in het algemeen te weinig als verkenningindicator beschouwd (Brandweeracademie, 2016).
- > Het grootste gevaar in veel gevallen, de toevoer van zuurstof naar de brand (ventilatie, 'air track'), wordt te weinig in de inzettechniek meegenomen. Deurcontrole wordt (nog) niet algemeen toegepast (Brandweeracademie, 2016).
- > We zien dat onvoldoende rekening wordt gehouden met het potentiële vermogen van een brand en daardoor vaak met te weinig koelend vermogen wordt bestreden. Hoewel dit bij woongebouwen in de praktijk ook weer meestal goed gaat, behalve als... (Brandweeracademie, 2016).
- > Rookgaskoeling heeft beperkingen en is vooral van toepassing op kleine ruimten<sup>1</sup> (maximaal 70 m<sup>2</sup> en maximale hoogte van 4 meter) (Lambert & Baaij, 2011). Het is zaak de inzetdiepte zo kort mogelijk te houden en zo snel mogelijk water op het vuur te brengen. De brand blussen is de beste rookgaskoeling.
- > De mythe dat met ventileren (openen van deuren en ramen, of gaten in het dak) de hitte en rook kunnen worden afgevoerd waarna een binneninzet mogelijk is, blijkt veelal niet (meer) juist. Meestal werkt dit averechts. Antiventilatie (het gebouw zo veel mogelijk gesloten houden) geeft tijdwinst, óók bij een offensieve binneninzet (Brandweeracademie, 2016; Underwriters Laboratories, 2012).

---

<sup>1</sup> Gebaseerd op korte pulsen. Met de toepassing van lange pulsen is de afmeting wellicht groter, maar daar zijn geen objectieve gegevens over beschikbaar. We houden dit dus even aan als richtlijn.

- > Bij sommige korpsen is het toepassen van repressieve ventilatie erg populair. Uit onderzoek van Underwriters Laboratories (2016; Weewer, 2017) naar de toepassing van repressieve ventilatie blijkt dat hiervoor fundamentele kennis van brandverloop een must is en dat deze techniek niet zonder gevaar is. Repressieve ventilatie kan het beste worden toegepast nadat de brand onder controle is gebracht. Bovendien moet er een uitstroomopening in de brandruimte zijn. De locatie van de brand moet dus bekend zijn.

De basisprincipes van de hernieuwde kijk helpen brandweermensen in de praktijk bij het doen van een veilige en effectieve brandbestrijdingsinzet. Naast de toepassing in de brandbestrijdingspraktijk zijn de basisprincipes ook handig voor brandpreventieadviseurs. Uitgaande van deze principes ontstaat namelijk inzicht in de (on)mogelijkheden van de brandbestrijding, die bij preventieadviezen kunnen worden meegenomen.

# 1 Basisprincipes van brandbestrijding volgens de hernieuwde kijk

De hernieuwde kijk op brandbestrijding beoogt een omkering van het denken in de verkenning: denken van buitenaf in plaats van binnenuit (de brand zoeken).

De hernieuwde kijk ontkent niet dat in veel gevallen, zeker bij woningen, een offensieve binneninzet nog steeds de beste inzet kan zijn. Door echter van buitenaf te denken, wordt een binneninzet niet gedachteloos ingezet en worden niet meer op voorhand veiligere en effectievere tactieken uitgesloten.

De hernieuwde kijk geeft een vijftal basisprincipes.<sup>2</sup>

1. Neem meer tijd (stop en denk na).
2. Doe een buitenverkenning met als doel de brandruimte van buiten te vinden en de brand van buiten te blussen.
3. Daarbij worden drie vragen beantwoord:
  1. Is bekend waar de brand zit?
  2. Is de brand (van buitenaf) bereikbaar?
  3. Is er voldoende koelend vermogen?Als de brand van buiten kan worden gevonden, van buiten bereikbaar is en er voldoende koelend vermogen is, dan kan de brand van buiten worden geblust. Als dat niet kan, dan is het gebouw in principe verloren en moeten we defensief inzetten. Dit geldt in elk geval voor grote gebouwen.
4. Als het gaat om een klein gebouw zoals een woning, of een gebouw met kleine ruimten, en er is voldoende koelend vermogen, dan is een offensieve binneninzet in het algemeen veilig mogelijk onder voorwaarden. In dat geval: denk in termen van de RSTV-branddriehoek.
  - > Pas deurcontrole toe
  - > Pas indien mogelijk of nodig antiventilatie toe (houd het gebouw dicht)
  - > Pas bij een uitslaande brand indien mogelijk een transitional attack toe
  - > Breng zo snel mogelijk water op het vuur
  - > Denk aan beperkingen van rookgaskoeling: kortste afstand naar de brand.
5. Schat potentieel brandvermogen in en neem voldoende koelend vermogen mee. Gebruik de vuistregels voor (potentieel) brandvermogen en benodigd koelend vermogen.

Deze basisprincipes zijn geen kant-en-klaar-recept voor alle branden. Dat kan ook niet, omdat er veel verschillende brandscenario's zijn. Maar ze vormen wel de ingrediënten om te komen tot een veilige en effectieve inzet.

---

<sup>2</sup> Hierbij wordt opgemerkt dat iedere brand, ieder pand en de details van iedere situatie dusdanig verschillen, dat één theorie nooit alle mogelijke en juiste beslissingen kan weergeven. Daar komt bij dat tijdens een brand vele zaken onzeker zijn, waardoor beslissingen per definitie voor een deel op aannames worden gebaseerd.



Wat precies wordt bedoeld met plaats bekend, brand bereikbaar en voldoende koelend vermogen is in het kader hieronder beschreven.

#### **Plaats bekend**

Tijdens de buitenverkenning wordt zowel zonder als met de warmtebeeldcamera (WBC) gekeken naar vlamverschijnselen en plaatsen waar rook ontsnapt. Ook kunnen deuren (met de deurprocedure) even kort geopend worden om te zien of er in de ruimte achter de deur een brandhaard zit. De locatie van de brandhaard is bekend als er vlammen worden waargenomen die afkomstig zijn van brandende materialen (en niet alleen van rookgassen).

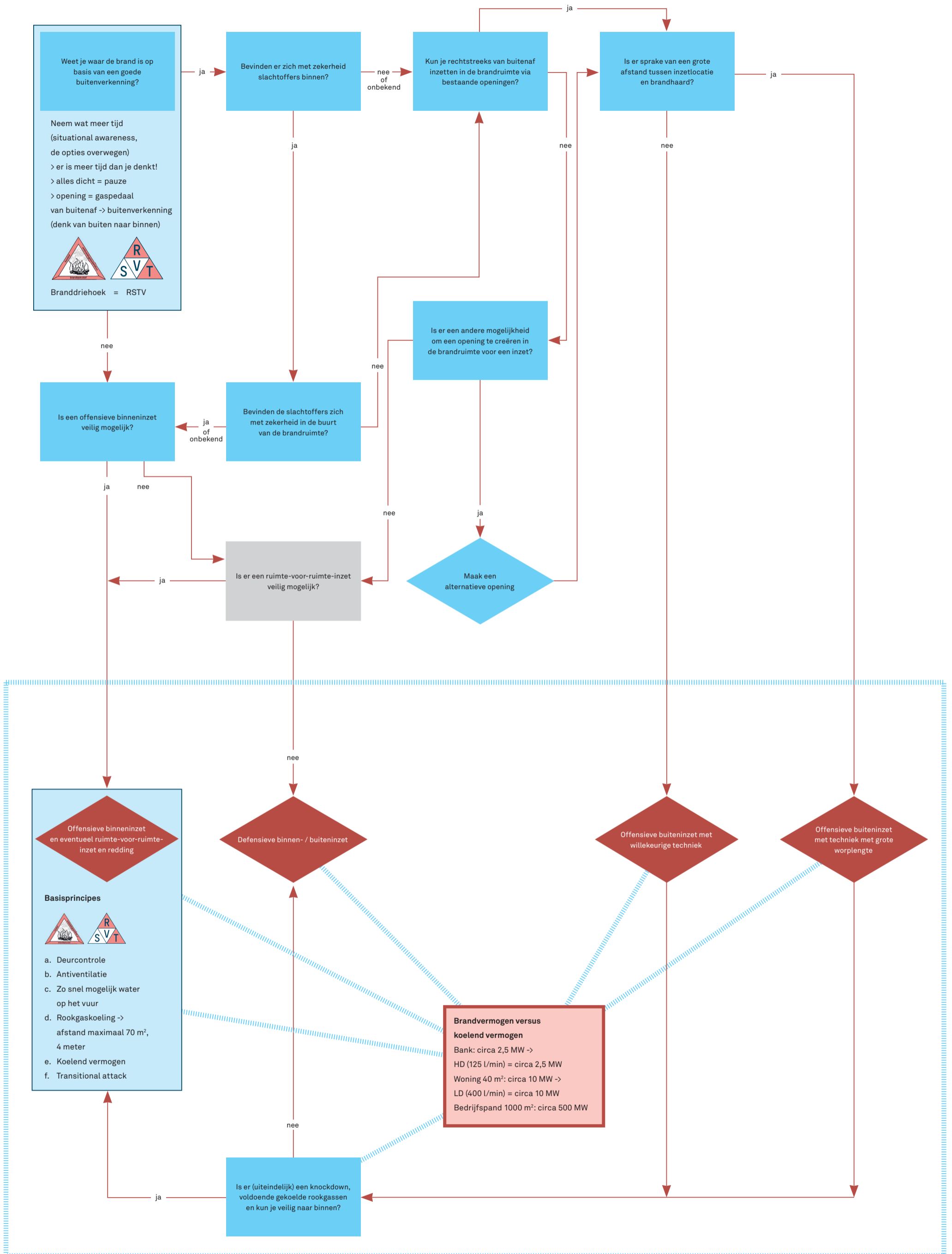
#### **Brandhaard bereikbaar**

De brandhaard is bereikbaar als de ruimte waarin de brand zich bevindt van buiten kan worden bereikt via een opening of door een opening in de muur. Het water moet direct op de brandhaard kunnen worden gebracht. De opening moet zo klein mogelijk worden gehouden. De inzetdiepte om bij de brandhaard te komen moet zo kort mogelijk zijn, omdat met rookgaskoeling slechts een kleine ruimte kan worden gekoeld.

#### **Voldoende koelend vermogen**

Het koelend vermogen dat nodig is om de brand beheersbaar te maken kan aan de hand van vuistregels worden bepaald. De vuistregels zijn weergegeven in tabel 1.2 en 1.3.

Het stroomschema, inclusief de basisprincipes, wordt in het vervolg van dit hoofdstuk verder uitgewerkt.



Afbeelding 1.1 Hernieuwde kijk op brandbestrijding

## 1.1 Neem meer tijd (stop en denk na)

De besluitvorming start met een volledige buitenverkenning (indien mogelijk). Neem daarvoor de tijd en doe dit voordat het besluit wordt genomen om naar binnen te gaan. Uit onderzoek blijkt dat mensen onder tijdsdruk, mede door de werking van adrenaline, een bewustzijnsvernauwing krijgen waardoor ze veel belangrijke elementen missen. In de praktijk zal dan routinematig worden gehandeld, ook als er overduidelijke signalen zijn om dat niet te doen. Maar die worden vaak gemist of genegeerd.

Door de tijd te nemen voor een goede buitenverkenning, vermindert de kans dat u signalen niet waarneemt of signalen negeert die niet in uw plaatje passen. U vergroot als het ware de situation awareness. Dus bijvoorbeeld niet meer: 1 en 2 naar binnen met hoge druk (en WBC) en zelf de buitenverkenning doen, maar 1 en 2 buitenverkenning met WBC. Voer een volledige buitenverkenning uit, met als doel te ontdekken waar de brandhaard zich bevindt, zodat deze indien mogelijk *van buiten* kan worden geblust.

## 1.2 Doe een volledige buitenverkenning met als doel de brandruimte van buiten te vinden en de brand (van buiten) te blussen of onder controle te krijgen

Een brand kan het beste in eerste instantie van buitenaf worden benaderd. Als de brandhaard namelijk van buitenaf – door een buitenverkenning te doen – kan worden ontdekt, dan is het niet meer nodig binnendoor op zoek te gaan naar de brand (zoals op dit moment de standaard is). Bij de buitenverkenning kan meer gebruikgemaakt worden van technische middelen, zoals de WBC, maar wellicht zijn voor dit doel nog andere technieken te ontwikkelen. Het idee dat we haast hebben wordt door de realiteit ontkend. Branden in gebouwen die gesloten zijn breiden zich niet snel uit. Ook als we menen geen tijd te hebben is het nog steeds goed tijd te nemen, omdat we door een betere verkenning een effectievere én veiligere inzet kunnen doen. Oók als er gered moet worden! Zelfs als het gebouw al open is of als er openingen kunnen ontstaan door de brand, kan een inzet op de juiste plaats, ook als het vinden van die plaats iets meer tijd kost, effectiever zijn dan een snelle inzet op een onjuiste plaats.

Tijdens de verkenning stellen we onszelf drie vragen:

1. Is de plaats van de brand bekend?
2. Is de brand bereikbaar?
3. Hebben we op dit moment voldoende koelend vermogen beschikbaar?

Als deze drie vragen met 'ja' beantwoord kunnen worden, dan kan de brand van buiten beheersbaar worden gemaakt (om helemaal af te blussen moet later, mogelijk, nog naar binnen worden gegaan).

Als het antwoord op één van de drie vragen echter 'nee' is, dan is de voorspelbare afloop dat de brand niet van buiten kan worden geblust, en het gebouw wordt opgegeven. Het zal afbranden. Uiteraard is dit een te eenvoudige voorstelling, vooral als er gered moet worden, maar het gaat erom dat we *van buiten naar binnen denken*. In hoofdstuk 2 zullen we mogelijke alternatieven beschouwen. Bij branden in gemiddelde woningen of kleine gebouwen zal de offensieve binneninzet vaker een alternatief bieden dan bij grote gebouwen. Wat groot en klein is hangt af van de inzetdiepte. Die mag niet te groot zijn, omdat rookgaskoeling een beperkte reikwijdte heeft. Daarom mag de inzetdiepte in een met rook gevulde ruimte niet te groot zijn (maximaal een slanglengte, 20 meter).

Uitgangspunt is dus dat de offensieve buiteninzet de standaard inzettactiek uit het kwadrantenmodel is. Van daaruit kan eventueel later in de besluitvormingsfase geschakeld worden naar andere kwadranten. In afbeelding 1.1 wordt verder aangegeven welke stappen doorlopen kunnen worden.

Uit onderzoek blijkt dat een inzet met voldoende koelend vermogen in de brandruimte, of zo dicht mogelijk daarbij, het meest effectief is. Dus als dat kan, moet dat gedaan worden. Zolang het gebouw gesloten blijft, is er tijd. Het adagium is dan ook: alles dicht, brand op pauze; openingen maken, is op het gaspedaal trappen. Voor de verkenning kan dus best wat meer tijd genomen worden om de brand beter in te schatten dan tot nog toe het geval is. We winnen de tijd voor redding en blussing later terug, doordat een effectievere inzet kan worden gedaan die bovendien veiliger is. Het doel is om eerst van buiten de plaats van de brandhaard te ontdekken. Daarvoor is momenteel een WBC het meest geschikt. Uit experimenten is gebleken dat dit goed lukt, mits dat meteen bij aankomst gebeurt. Als het gebouw al te veel is opgewarmd, dan kunnen nauwelijks temperatuurverschillen worden waargenomen. Uitgangspunt is dat we tijd hebben om die verkenning te doen. Het idee dat we haast hebben wordt door de realiteit ontkend. Branden in gebouwen die gesloten zijn breiden zich niet snel uit. Het is goed om de tijd te nemen, omdat door een betere verkenning een effectievere én veiligere inzet gedaan kan worden, óók als er gered moet worden.

### 1.3 Denk in termen van de RSTV-branddriehoek

Het RSTV-model geeft in feite alle indicatoren weer aan de hand waarvan het brandregime en het brandverloop kan worden ingeschat. Niet alle indicatoren zijn echter even goed te onderkennen. De vereenvoudiging van het RSTV-model gaat uit van indicatoren die *wel* kunnen worden waargenomen, namelijk:

- > Is er rook in de ruimte en/of van buitenaf waarneembaar (rook is brandstof)?
- > Is er sprake van een verhoogde temperatuur?
- > Is er sprake van stroming (air track, ventilatie, luchtbeweging)?

Deze drie elementen zijn in feite de drie zijden van de branddriehoek. Als alle drie de zijden aanwezig zijn, dan kan er een (plotselinge) branduitbreiding plaatsvinden.

In de praktijk zullen bij brand de zijden 'brandstof' en 'temperatuur of ontstekingsbron' altijd aanwezig zijn. De zuurstoftoevoer (stroming) is vaak de bepalende factor voor hoe de brand zich gaat ontwikkelen. Daarom is het vooral van belang om de zuurstoftoevoer zo veel

mogelijk te beperken, zowel bij een binnen- als een buiteninzet. Deurcontrole is dus van groot belang! Dat wisten we al vanuit de branddriehoek, maar dat doen we in de praktijk vaak niet meer. Het brandvermogen van de brand neemt toe als er meer zuurstof naar de brand wordt toegevoerd bij een ventilatiegecontroleerde brand.

Per vierkante meter ( $m^2$ ) oppervlakte van de opening kan er 1,5 tot 3 MW aan brandvermogen ontwikkeld worden.<sup>3</sup>

Door de deur zo veel mogelijk dicht te houden, is er meer tijd om naar de brand te komen en kunnen we veiliger naar de brand toe bewegen. Echter, we hebben dat niet altijd onder controle. Als er bijvoorbeeld een raam breekt of een deur doorbrandt wordt ook extra zuurstof toegevoerd en kan het brandvermogen groter worden dan we hadden ingeschat. Daarom is het van belang om daar rekening mee te houden en voldoende koelend vermogen mee te nemen en zo snel mogelijk naar de brandhaard toe te gaan (de inzetdiepte dus kort te houden).

We moeten er rekening mee houden dat koude rook in de juiste samenstelling ook kan ontsteken. Daarom moeten we de zijde 'temperatuur' zien als 'temperatuur of ontstekingsbron'. Bij een defensieve binneninzet of een offensieve binneninzet in een aanliggende ruimte of compartiment waar lichte rook hangt kan dit van belang zijn. Er kan dus nog steeds gevaar op ontsteking zijn!

## 1.4 Vuistregels voor (potentieel) brandvermogen en benodigd koelend vermogen

Het inschatten van het potentiële brandvermogen en het daarbij behorende koelend vermogen is misschien wel de belangrijkste activiteit bij brandbestrijding. Hoewel er veel over is geschreven en ook verschillende vuistregels zijn ontwikkeld, is dit een redelijk nieuw inzicht. In de leerboeken staat er tot nog toe weinig over. Dat komt omdat er aannames moeten worden gedaan om tot deze vuistregels te komen. Toch geven we hier, met een slag om de arm, wat vuistregels die goed zijn te gebruiken.

Het brandvermogen wordt uiteraard mede bepaald door de hoeveelheid zuurstof die beschikbaar is voor de brandontwikkeling. De vuistregels geven het *potentiële brandvermogen* aan. Dat is het vermogen dat mogelijk kan worden bereikt als er voldoende zuurstof beschikbaar is. Bij ventilatiegecontroleerde branden (en dat zijn de meeste branden) is het brandvermogen kleiner. Maar als er ramen breken of deuren worden geopend, kan het brandvermogen toenemen tot het potentiële vermogen (met 1,5 tot 3 MW per  $m^2$  opening). Daar moeten we dus rekening mee houden. In tabel 1.2 zijn vuistregels voor het bepalen van het potentiële vermogen weergegeven.

Het koelend vermogen hangt af van het debiet en de effectiviteit van de blussing (verdamping). De effectiviteit kan weer afhangen van de straalpijp en de ervaring van de

<sup>3</sup> Dit is een vuistregel gebaseerd op de formule  $Q = 1,5 \times A \times (h)^{0.5}$  in MW, die geldt voor post flashover branden. Het gedeelte achter de 1,5 is de 'ventilation factor' en is afkomstig van Bernoulli's vergelijking toegepast op dichtheidsstroming door een enkele opening. De factor 1,5 komt voort uit het uitgangspunt dat elke kg zuurstof maximaal 13,1 MJ produceert en er ongeveer 23 massa procent zuurstof in lucht aanwezig is en een massastroom over deze opening van 0,5 kg/s. De formule gaat er vanuit dat alle binnenkomende zuurstof in de ruimte wordt verbruikt voor de verbranding. Dit is natuurlijk niet het geval. Daardoor is deze formule conservatief. De vuistregels gaan uit van een opening met een hoogte van 1 tot 4 m, dat is ook conservatief te noemen.

straalpijpvoerder. In tabel 1.3 zijn vuistregels voor koelend vermogen opgenomen. In deze tabel gaan we uit van een gemiddelde effectiviteit, bij het gegeven debiet. We kunnen momenteel alleen rekenen met hoge druk en lage druk. Drukluchtschuim heeft een groter debiet dan hoge druk (133 liter water per minuut) en de coldcutter heeft een lager debiet (60 liter water per minuut), maar we weten niet precies wat de effectiviteit is. Daarom kunnen we het koelend vermogen niet goed berekenen. Daarnaast kan het zijn dat naast koeling ook andere fysische effecten zoals verstikking en inertisering een rol spelen. Dit zijn onderwerpen waar de Brandweeracademie momenteel nader onderzoek naar doet.

**Tabel 1.2 Potentieel brandvermogen**

Gebouw	Referentie Vermogensdichtheid [MW/m <sup>2</sup> ]	Brandvermogen [MJ/s of MW]
Gemiddelde woning (lage vuurbelasting)	0,25	40 m <sup>2</sup> = 10
Gemiddeld bedrijfsgebouw (hoge vuurbelasting)	0,5 per m stapelhoogte <sup>1</sup>	1000 m <sup>2</sup> = 500 (1 m stapelhoogte)

<sup>1</sup> Dit is een waarde uit de Eurocode, de enige gedocumenteerde waarde die er is. Deskundigen gaan ook wel uit van hogere waarden, namelijk 1 MW per meter stapelhoogte.

**Tabel 1.3 Benodigd koelend vermogen en bluskracht van LD en HD**

Inzettechniek binneninzet	Praktisch koelend vermogen <sup>3</sup> [MJ/s of MW]	Vergelijkbaar brandvermogen <sup>4</sup> [MJ/s of MW]
Hoge druk <sup>1</sup>	2,5	Gemiddelde bank
Lage druk <sup>2</sup>	10	Standaard woonkamer

De vuistregels in de tabel zijn globale richtwaarden en kunnen afhankelijk van het debiet, effectiviteit en rendement per situatie verschillen. De richtwaarden zijn gebaseerd op brandstofgecontroleerde branden. Bij ventilatiegecontroleerde branden is het vermogen lager, maar kan in potentie groeien bij toevoer van zuurstof.

<sup>1</sup> Uitgangspunt is een debiet van ongeveer 125 l/min.

<sup>2</sup> Uitgangspunt is een debiet van ongeveer 450 l/min.

<sup>3</sup> Uitgangspunt is een effectiviteit en rendement tussen de 40 procent en 50 procent.

<sup>4</sup> Uitgangspunt is een piekvermogen van een gemiddelde bank en een woonkamer van ong. 40 m<sup>2</sup>.

## 1.5 Basisprincipes bij een offensieve binneninzet

Zoals uit het onderzoek in Zutphen naar brandverloop en overleefbaarheid is gebleken, is er geen standaard brandverloop (Brandweeracademie, 2015a). Wat we wel zien in statistieken is dat de meeste branden bij aankomst van de brandweer in het voorwerp of de ruimte van ontstaan zijn gebleven. De meeste branden zijn ventilatiegecontroleerd. Voor het gemak kunnen we er bij de brandbestrijding het beste van uitgaan dat dit zo is. We kunnen namelijk als we voor de deur van het gebouw staan, het verschil meestal niet onderscheiden. Het brandvermogen is bij ventilatiegecontroleerde branden vaak kleiner dan het potentiële vermogen dat mogelijk kan worden bereikt als er meer zuurstof zou worden toegevoerd. We

kunnen dus niet een standaard recept geven voor het optreden bij een offensieve binneninzet. Wat we wel kunnen doen is een aantal basisprincipes geven.

Er zijn in feite drie scenario's die u kunt aantreffen.

1. We zien niets aan de buitenkant van het gebouw.
2. Er komen vlammen uit het gebouw (uitslaande brand).
3. Er komt rook uit het gebouw (eruit geperst, of eruit kringelen).

Elk scenario kan worden verklaard vanuit de fase waarin de brand zich in de brandkromme bevindt, op het moment dat we aankomen. Het blijkt echter dat als we vervolgens proberen te bepalen welke acties er in die situaties nodig zijn, er in de drie situaties in het algemeen dezelfde basisprincipes gelden. In bijlage 2 worden deze drie scenario's verklaard aan de hand van de brandkromme. De basisprincipes worden hieronder genoemd.

- > Pas altijd deurcontrole toe: weet dat extra aanvoer van zuurstof (stroming) tot snelle branduitbreiding kan leiden.
- > Het gebouw gesloten houden<sup>4</sup> (antiventilatie) is ook een techniek.
- > Water op het vuur is de beste rookgaskoeling.
- > Neem voldoende koelend vermogen mee.
- > Houd de inzetdiepte kort. Rookgaskoeling heeft beperkingen. Het gaat op voor niet al te grote ruimten, niet veel groter dan de container waarin u de technieken heeft beoefend (maximaal 70 m<sup>2</sup> maximale hoogte 4 meter, afhankelijk van de toegepaste methode en de ervaring en geoefendheid van de straalpijpvoerder). Pas vooral lange, diepe pulsen toe als de locatie van de brand niet bekend is. Doe dit vanuit één positie naar alle richtingen.
- > Blussen gaat voor redden. Bij moderne branden wordt zo veel rook geproduceerd dat het zoeken van een slachtoffer vaak te lang duurt. De brand ontwikkelt immers verder zolang er geen water op het vuur komt. Als we niet weten waar de brand precies is, maar de rook verspreidt zich snel door het gebouw, dan is er een duivels dilemma. Het kan dan toch nodig zijn eerst te ontruimen.
- > Pas indien mogelijk en nodig een ruimte-voor-ruimte-inzet toe. De ruimte-voor-ruimte-inzet betekent dat vanaf de ingang elke ruimte wordt geïsoleerd door de deuren te sluiten en de geïsoleerde ruimte te koelen/ventileren.
- > Bij een uitslaande brand is een transitional attack een goede optie. Er wordt dan met lage druk met maximaal debiet en gebonden straal naar binnen tegen het plafond gespoten tot een knock down wordt waargenomen, direct gevolgd door een offensieve binneninzet. De knock down moet wel binnen 20 seconden zijn bereikt, anders heeft verdere inzet geen zin. De brandhaard bevindt zich waarschijnlijk in een andere ruimte en we spuiten slechts op de uitslaande vlammen. De temperaturen binnen worden dan dragelijker en er wordt tijd gewonnen voor een binneninzet. Zeker als de wind op het raam staat is dit nodig, omdat de temperaturen binnen hoger kunnen zijn dan brandweermensen in uitrukkleding kunnen verdragen.

Een van de vragen waar de Brandweeracademie nog antwoord op zoekt en momenteel onderzoek naar doet is de vraag in hoeverre bij rookgaskoeling ook andere effecten dan koeling, bijvoorbeeld inertiseren van de rookgassen, een rol spelen en wat het effect is van

<sup>4</sup> Door het gebouw gesloten te houden kunnen we in elk geval tijd winnen om een inzet voor te bereiden. Dat kan een defensieve inzet zijn, of ook een offensieve buiteninzet met speciaal materiaal. Ook is er een kans dat de brand vanzelf uitgaat of smooit.

stoomvorming. In de Verenigde Staten wordt rookgaskoeling bereikt door het koelen van wanden en plafonds. De vraag is in hoeverre dit ook een effectieve methode kan zijn en in welke mate stoomvorming in dat geval belemmerend werkt.



## 2 'Nee' op één of meerdere verkenningsvragen: wat zijn dan nog de opties?

Als het antwoord op één of meer van de drie verkenningsvragen (1. Is bekend waar de brand zit, 2. Is de brand (van buitenaf) bereikbaar en 3. Is er voldoende koelend vermogen?) 'nee' is, concludeerden we in beginsel dat het gebouw is opgegeven. Een offensieve buiteninzet is dan meestal niet meer effectief. We gaan dan proberen of we slimme manieren kunnen vinden om de antwoorden toch op 'ja' te krijgen. Maar we moeten dan in elk geval rekening houden met branduitbreiding. Daarom wordt er altijd een defensieve strategie ingezet, in elk geval een defensieve buiteninzet. Bij bedrijfsgebouwen is dit altijd verstandig, bij woningbranden is dat niet altijd meteen nodig, maar moet dit wel in gedachten worden gehouden. Ook daar kan via zolders de brand snel uitbreiden. Inzetten op de uitbreiding door middel van een defensieve binneninzet is in die gevallen wel verstandig. Het is dan altijd goed om het gebouw zo veel mogelijk dicht te houden (antiventilatie). Daarmee wordt tijd gewonnen om de defensieve inzet voor te bereiden. Bovendien is er een kans dat de brand vanzelf uitgaat. Als er openingen in het gebouw zijn ontstaan die niet meer te sluiten zijn, zoals wanneer er een dakkoepel smelt of uitbrandt, dan is dat uiteraard niet meer mogelijk (tenzij we innovatieve oplossingen vinden om ook die openingen te sluiten). De defensieve buiteninzet kan worden gecombineerd met:

- > een *defensieve binneninzet*, waarbij het doel is uitbreiding te voorkomen naar een naastgelegen compartiment (in hetzelfde gebouw). Het betrokken brandcompartiment is dan in principe opgegeven. Behalve het voorkomen van uitbreiding is het mogelijk om door de brandwerende constructie heen vanuit een naastgelegen compartiment nog een aanvalspoging op de brandhaard te doen. Dit kan natuurlijk alleen als het gebouw gecompartmenteerd en constructief voldoende betrouwbaar is en er voldoende koelend vermogen beschikbaar is.
- > een *offensieve buiteninzet*, als poging zonder dat de locatie van de brandhaard bekend is. Het is een poging, omdat uit experimenten is gebleken dat deze inzet niet altijd succesvol is. We kunnen niet zeker zijn dat de brand hiermee beheerst of geblust wordt. Het doel is proberen de brand tijdelijk onder controle te houden, om vervolgens ofwel de brand van buiten beter te benaderen, ofwel als poging de brand alsnog onder controle te brengen en met een binneninzet te blussen.
- > een *offensieve binneninzet*, waarbij het naar binnengaan aan strikte voorwaarden is gekoppeld. Deze voorwaarden worden ingegeven door het RSTV-model. In bijlage 1 presenteren we een eenvoudige manier om het RSTV-model te gebruiken voor het nemen van het besluit om naar binnen te gaan. Er zijn in basis drie scenario's mogelijk, die verrassend genoeg tot dezelfde basisprincipes voor de inzet leiden (zie bijlage 2).

Deze combinaties worden hierna verder uitgewerkt.

## 2.1 Een defensieve binneninzet als aanvulling op een defensieve buiteninzet

Het doel van een defensieve binneninzet is om de brand bij de compartimentsgrenzen tegen te houden, als het compartiment waarin de brand woedt onderdeel uitmaakt van een gebouw met meerdere compartimenten.<sup>5</sup> Van belang is dan wel eerst vast te stellen dat het écht om brandwerende scheidingen gaat. Veelal gaat het dan om scheidingen die in beperkte mate 20 tot 60 minuten brandwerend zijn uitgevoerd. Bij uitzondering zijn er ook scheidingen met hogere brandwerendheden (tot wel 240 minuten). Deze brandwerendheden geven echter geen garantie dat de brandwerende scheiding ook bestand is tegen de brand gedurende de inzet. Daarnaast dient de constructie van het gebouw ook bestand te zijn tegen brand. Een defensieve binneninzet is erop gericht om de brand met behulp van de brandscheidingen binnen het brandcompartiment te houden. We weten nog niet precies hoe we dit in de praktijk moeten doen, want er zijn nog geen wetenschappelijk vastgestelde technieken die hierbij kunnen worden toegepast.

Theoretisch zijn er verschillende manieren waardoor de brand zich kan uitbreiden naar een naastgelegen compartiment.

- > De draagconstructie van de brandwerende scheiding bezwijkt, bijvoorbeeld doordat de staalconstructie te heet wordt.
- > De brandwerende scheiding scheurt en er ontstaan openingen, waardoor rook en vuur zich kunnen verspreiden in het naastgelegen compartiment.
- > De brandwerende scheiding is door doorvoeringen en deuropeningen niet (meer) integer of de brandwerende scheiding is onjuist uitgevoerd.

### Let op!

- > Brandwerende scheidingen zijn niet per definitie rookwerend! We zien de laatste tijd vaker dan voorheen dat rook zich door naden en kieren in brandwerende scheidingen en door allerlei schachten en kanalen in het gebouw verspreidt. Dat kan kloppen, omdat de rookwerendheid van constructies in de preventie vooral gebaseerd is op aannames. Scheidingen worden ook niet of nauwelijks als geheel getest op rook- en brandwerendheid. Waarschijnlijk zien we dit tegenwoordig vaker, omdat bij moderne branden ook meer rook wordt geproduceerd en deze eerder ventilatiegecontroleerd raken. De rook koelt dan af, we hebben met minder warme rook te maken die zich bovendien anders gedraagt dan warme rook. Daarnaast is er steeds meer wetenschappelijk bewijs dat er overdrukken in het beginstadium van de brand ontstaan, die mogelijk de verspreiding van de (relatief) koude rook via kanalen bevorderen.
- > Vaak is rook dat zich naar het naastgelegen compartiment verspreidt niet (meer) warm. Dat betekent echter niet dat er geen gevaar is! Ook koude rook kan, indien de samenstelling zodanig is dat het brandbaar gas in de rook zich tussen de explosiegrenzen (flammability limits) bevindt, leiden tot een (vorm van) fire gas ignition<sup>6</sup>. In dit geval kan, afhankelijk van de mengverhouding, een rookgasexplosie ontstaan als er een ontstekingsbron bij komt. Dit kan een vonk van voldoende energie zijn, of een doorbraak van de brand door de scheiding (zoals bijvoorbeeld in De Punt). Daarom kunnen deze ruimten niet altijd veilig worden betreden. Ventileren is dan niet altijd risicoloos. Door de ventilatie kan de rook juist tussen de flammability limits worden

<sup>5</sup> Een defensieve binneninzet kan ook als doel hebben om in een gebouw met (sub)brandcompartimenten de ontruiming te ondersteunen. Deze situatie wordt hier niet nader besproken.

<sup>6</sup> Fire gas ignition is een term die wordt gebruikt voor een groep fenomenen die alle een snelle branduitbreiding inhouden. Een rookgasexplosie is er één van.

gebracht. In feite zouden we voor het binnentreden de rook ongevaarlijk moeten kunnen maken. Daar is echter nog geen ervaring mee opgedaan en ook geen onderzoek naar gedaan. En we weten ook nog niet precies hoe dit kan worden uitgevoerd. Het inertiseren met stoom of waternevel is in elk geval theoretisch geen oplossing, omdat daarmee bij koude rook niet de samenstelling van de rookgassen wordt veranderd. Dat kan alleen als de rook ver boven de 100 graden Celsius is. Het ontbreekt daarom op dit moment nog aan een handelingsperspectief. We moeten dus altijd rekening houden met een mogelijke rookgasexplosie.

- > Tegenwoordig worden met name veel (bedrijfs)gebouwen opgetrokken uit sandwichpanelen en daken uit brandbare isolatiematerialen. Als de brandwerende scheidingen juist zijn uitgevoerd en in stand blijven, zou de brandcompartimentering in orde moeten zijn. Helaas is dat niet altijd zo. De brand kan via de panelen buitenom over de brandscheidingen heen uitbreiden. Er dient dus ook altijd aandacht te zijn voor de wanden en daken van het naastgelegen compartiment.
- > Het koelen van stenen muren of geïsoleerde wanden heeft alleen zin als dat gebeurt aan de brandzijde.

## 2.2 Een offensieve buiteninzet als aanvulling op de defensieve buiteninzet

Terwijl alles in stelling wordt gebracht om de uitbreiding van de brand naar belendingen of naastgelegen compartimenten te voorkomen, kan overwogen worden een offensieve buiteninzet te proberen (met de middelen die we hebben, bijvoorbeeld een coldcutter, druklichtschuim of een lagedrukstraal met voldoende worplengte). Uiteraard houden we het gebouw zo veel mogelijk gesloten, en maken we een zo klein mogelijk opening om onze inzet door te doen. Het doel kan tweeledig zijn.

1. We hebben meer tijd nodig om de defensieve inzet voor te bereiden (bijvoorbeeld als er watertransport nodig is).
2. We hebben geconstateerd dat een binneninzet écht te gevaarlijk is en willen toch nog iets doen.

Bedenk dat we in de volgorde van besluitvorming al hadden geconstateerd dat we de ideale offensieve buiteninzet niet konden doen, omdat we niet weten waar de brand zich bevindt, er niet bij konden ofwel onvoldoende koelend vermogen hadden. We kunnen dan succes van de offensieve buiteninzet niet meer garanderen, zoals is gebleken uit het onderzoek naar de offensieve buiteninzet (Brandweeracademie, 2017). Onder bepaalde omstandigheden bleek toch enig effect waargenomen te zijn. De inzettechnieken met de grootste worplengten hadden dan het grootste effect. Belangrijk is wel dat een offensieve buiteninzet altijd in een zo veel mogelijk gesloten gebouw gebeurt. Het is dus in feite een combinatie van antiventilatie en koeling, waarbij de hoop is dat de brandhaard kan worden geraakt, of de branduitbreiding kan worden beperkt door het:

- > beperken van zuurstoftoevoer door verstikking, en
- > koelen van de rookgassen, en
- > koelen van de brandhaard, en mogelijk
- > inertiseren van de rookgassen met stoom.

Het idee is dan dat met lage druk (groot debiet en grote worplengte, maar redelijk grote druppels), drukluchtschuim (grote worplengte en turbulentie), of de coldcutter (grote

worplengte, grote turbulentie, mogelijk inertisering) de (onzichtbare, zich dieper in het pand bevindende) brandhaard toch wordt geraakt. Indien mogelijk kan dat ook met fognails door het dak of de muur, maar dat moet dan wel dichtbij de brandhaard gebeuren. Daarnaast is het wellicht mogelijk tijd te winnen voor een defensieve inzet of de verkenning door eerst te trachten de brand onder controle te houden met deze werkwijze. Het gebouw moet dan wel zo veel mogelijk gesloten blijven. Soms is alleen al het gesloten blijven van het gebouw (antiventilatie) voldoende om de brand te smoren. Een kwestie van wachten. Met de inzet van water kan dan zo ver worden gekoeld, dat een binneninzet weer mogelijk wordt om naar binnen te gaan om de vuurhaard definitief af te blussen.

### 2.2.1 Wanneer ventileren?

Ventileren, of dat nu door middel van natuurlijke ventilatie, hydraulische ventilatie of met een overdrukventilator gebeurt, kan het veiligst worden gedaan zodra de brandhaard onder controle is. Er zijn theoretisch en op papier mooie scenario's te bedenken waarin het veilig zou kunnen, maar die zijn vaak van buiten het gebouw niet goed in te schatten. We moeten dan veelal precies weten waar de brand is, welke deuren open of dicht zijn en hoe groot het potentiële brandvermogen en de tegendruk kan worden. Daarom moeten we zo'n Positive Pressure Attack (PPA) niet doen. Pas als we de brand onder controle hebben kunnen we ventileren. Dat noemen we dan PPV, Positive Pressure Ventilation (Underwriters Laboratories, 2016).

## 2.3 Een offensieve binneninzet 'onder voorwaarden'

Zoals gezegd blijft in sommige situaties een offensieve binneninzet nog steeds mogelijk, of is dit zeker bij kleine gebouwen zoals woningen, vaak een goede optie. Bij kleine gebouwen zullen we in de regel de stappen van de verkenning vrij snel kunnen doorlopen. Als we constateren dat we niet precies weten waar de brand zit en/of er niet van buiten bij kunnen, dan kan een offensieve binneninzet worden overwogen. We moeten echter wel altijd voldoende koelend vermogen beschikbaar hebben. Een offensieve binneninzet moet altijd veilig kunnen worden uitgevoerd. De vraag is dan: wanneer is het veilig? Daar is geen standaard antwoord op. Er zal altijd vanuit kennis moeten worden gehandeld, de waarnemingen zijn dan van belang. De branddriehoek geeft wel houvast. De basisprincipes uit paragraaf 1.5 zijn als het ware voorwaarden voor een veilige inzet. Het is geen kant-en-klaar-recept, maar het zijn wel de ingrediënten. Eén van de principes is dat de inzetdiepte beperkt blijft. En dat is nu juist bij kleine gebouwen vaak zo. Bij het uitvoeren van de offensieve binneninzet volgen we die basisprincipes.

Voor het grootste deel zijn deze basisprincipes niet nieuw. Hoewel de kennis voor een groot deel al in de huidige lesstof aanwezig is, zien we in de praktijk dat deze kennis niet altijd (op de juiste wijze) wordt toegepast. De RSTV-branddriehoek en de basisprincipes zijn hierbij leidend. Het vereenvoudigde RSTV-model wordt verder beschreven in bijlage 1. Het is van groot belang om bij een verkenning de verkenningsresultaten goed te communiceren, zodat de bevelvoerder een goede inschatting van de gevaren en de mogelijke inzetactiek kan bepalen. Daarom wordt in bijlage 1 naast het vereenvoudigde model ook de verkenningstaal die erbij hoort beschreven.

Het beheersen van het brandvermogen is de belangrijkste taak bij aankomst. Dat kan door de brandhaard te koelen (koelend vermogen en bereikbaarheid) of door de zuurstoftoevoer te beperken. Als we denken vanuit de branddriehoek, dan is het beheersen van de

zuurstoftoevoer één van de belangrijkste doelen waar we onze activiteiten op moeten richten. Immers, als er brand is, dan is er rook. Rook is brandstof. Bovendien is er dan altijd temperatuur of een ontstekingsbron aanwezig. De derde zijde, zuurstof, is dan de enige die we kunnen manipuleren, tenzij we direct de brandhaard kunnen aanpakken. Dat weten we al heel lang, maar we doen het in de praktijk niet.

Het inschatten en beperken van het brandvermogen is de dus een belangrijke activiteit. Daarnaast moeten we het brandvermogen zo klein mogelijk houden. Om dat te bereiken is het van belang om de zuurstoftoevoer zo veel mogelijk te beperken. Dat is anders dan wat we momenteel meestal doen, maar wel in overeenstemming met de kennis die we hebben en wat uit recent onderzoek alleen maar wordt bevestigd.

### 2.3.1 Inschatting van de effectiviteit van een binneninzet

Het is altijd van belang om *tijd* te nemen om deze inzet voor te bereiden en een goede inschatting van de situatie te maken. Daarbij moet altijd de *brand* in relatie worden gezien tot het *gebouw* waarin deze zich bevindt. Bij de brand gaat het dan om vragen als:

- > Hoe groot is het vermogen van de brand op dit moment?
- > Hoe groot is het potentiële vermogen van de brand?
- > Hoeveel water is er nodig om een dergelijke brand beheersbaar te maken?

In tabel 1.2 en 1.3 zijn een aantal vuistregels gegeven om het potentiële vermogen van de brand en daarmee het benodigde koelend vermogen, in te schatten. Dat potentiële vermogen hangt af van de omvang van de ruimte of het gebouw waarin de brand woedt en de vuurbelasting. We spreken hier van het potentiële vermogen, omdat het niet per se zo hoeft te zijn dat op het moment van aankomst de brand op vol vermogen is. Als de brand ventilatiegecontroleerd is, zal het brandvermogen op dat moment lager zijn. Dat is één van de redenen dat bijvoorbeeld in de praktijk branden in woningen vaak nog worden geblust met hoge druk. Het grote nadeel van uitgaan van hoge druk is dat als er plotseling tijdens het naderen van de brand extra zuurstof bij de brand komt (bijvoorbeeld omdat er een ruit breekt of een gat in het dak brandt), het vermogen toeneemt naar dit potentiële vermogen.<sup>7</sup> Er is dan meer water nodig. Daarom is het beter uit te gaan van het potentiële vermogen. Dat is de reden waarom veel deskundigen adviseren om lage druk mee te nemen. Als het vermogen van de brand plotseling toeneemt door onverwachte extra zuurstoftoevoer, dan heeft u meer veiligheidsmarge aan koelend vermogen bij zich.

Bij het gebouw gaat het dan om vragen als:

- > Hoe groot en hoe hoog is het gebouw of de ruimte?
- > Waar zijn mogelijke ingangen?
- > Wat zijn de materialen in de omhulling?
- > Zijn er brandwerende scheidingsen?
- > Zijn er openingen in het gebouw en zo ja, waar?
- > Wat is de constructieve stabiliteit van het pand?

<sup>7</sup> Als de brand al enige tijd ondergeventileerd is geweest bij hoge temperatuur, vertegenwoordigen de rookgassen ook energie. Als die bij een ventilatie geïnduceerde flashover (VIFO) alsnog momentaan vrijkomt, kan het vermogen zelfs groter zijn dan het brandstofgecontroleerde maximum.

### 2.3.2 Groot versus klein gebouw

In tegenstelling tot kleine ruimten of gebouwen is er bij grotere ruimten of gebouwen in het begin van de brandontwikkeling meer zuurstof aanwezig. Ook dan wordt de brand waarschijnlijk ventilatiegecontroleerd, al zal dit langer duren. Maar de brand kan zich beter ontwikkelen en daardoor kan de brandomvang groter zijn dan bij kleinere ruimten of compartimenten en een groter vermogen ontwikkelen.

De buitenverkenning moet ook leiden tot inzicht in andere toegangen dan de voordeur, of mogelijk dat de brand achter een raam wordt waargenomen. Dat zijn mogelijke korte aanvalsroutes tot de brandhaard.

# Literatuurlijst

Brandweeracademie (2012). *Praktijkexperimenten technieken offensieve buiteninzet. Onderzoek naar de effectiviteit van vier technieken voor offensieve buiteninzet ten opzichte van de binneninzet met hoge druk* [klik [hier](#)]. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.

Brandweeracademie (2015a). *'Het kan verkeren'. Beschrijvend onderzoek naar brandontwikkeling en overleefbaarheid bij woningbranden* [klik [hier](#)]. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.

Brandweeracademie (2015b). *Situationele commandovoering bij de brandweer* [klik [hier](#)]. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.

Brandweeracademie (2016). *Casuïstiek ondergeventileerde branden* [klik [hier](#)]. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.

Brandweeracademie (2017). *De offensieve buiteninzet: buiten gewoon? Een handelingsperspectief op basis van vier onderzoeken* [klik [hier](#)]. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.

Lambert, K. & Baaij, S. (2011). *Brandverloop: technisch bekeken, tactisch toegepast*. Den Haag: Sdu.

Lambert, K. (2014a). Wat is stroming? *De brandweerman*, januari 2014, België.

Lambert, K. (2014b). Transitional Attack. *De brandweerman*, maart 2014, België.

Lambert, K. (2015). Onder geventileerde branden nader bekeken. *De brandweer M/V*, België.

Underwriters Laboratories (2012). *Onderzoek naar de effectiviteit van verticale ventilatie en repressieve tactieken bij eengezinswoningen door de brandweer. Een samenvattend brandweerrapport*. New York: UL.

Underwriters Laboratories (2016). *Study of the Effectiveness of Fire Service Positive Pressure Ventilation During Fire Attack in Single Family Homes Incorporating Modern Construction Practices*. New York: UL.

Weewer, R. (2015). *De rode kroonjuwelen. Over de noodzaak tot kennisontwikkeling voor de brandweer* [klik [hier](#)]. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.

Weewer, R. (2017). *Enkele belangrijke resultaten uit het onderzoek van Underwriters Laboratories naar de effectiviteit en toepassing van repressieve ventilatie* [klik [hier](#)]. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.

# Bijlage 1

## Communiceren en de RSTV-branddriehoek

### Het vereenvoudigde RSTV-model: de RSTV-branddriehoek

Bij het nader bepalen van het brandregime is het belangrijk om de kenmerken van de brand en de mogelijke gevolgen daarvan, te herkennen. Daarbij zijn de volgende zaken van belang.

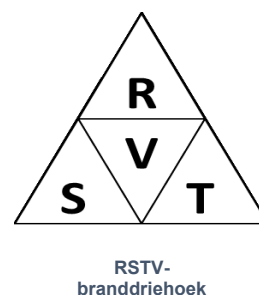
- > Allereerst moeten we altijd in de branddriehoek blijven denken. De meest basale kennis is dat als de branddriehoek compleet is, er sprake is van vuur. Mede daarom kijken we altijd naar de drie zijden van de branddriehoek.
- > De eerste zijde is de rook. Herkenbaar en in basis mag dit gezien worden als brandstof. De volgende zijde is het aan- of afwezig zijn van zuurstof. En als laatste is de temperatuur de parameter die wij het verst van ons weg willen houden.



De RSTV-signalen kunnen helpen bij het beantwoorden van de basisvraag: met welk brandregime hebben we te maken en kan een binneninzet veilig plaatsvinden? Daarbij is het met name van belang te bepalen of er sprake is van een brandstofgecontroleerde, een ventilatiegecontroleerde, dan wel een ondergeventileerde brand.

De uitspraak "als er niets te zien is, betekent het niets" kan misleidend zijn in de beoordeling van het gebouw, zeker als dit geheel afgesloten is en de buitenverkenning niet is afgemaakt. Zeker bij de ondergeventileerde brand kan het zijn dat er geen sprake meer is van 'rookdruk'.

Het RSTV-model is gebaseerd op de branddriehoek. Elke letter van het RSTV-model staat voor een zijde van de branddriehoek. Zo staat de R van Rook voor brandstof, de S van (lucht)Stroming voor de aanvoer van zuurstof en de T van Temperatuur. Als deze drie zijden van de branddriehoek tot elkaar in de juiste (meng)verhouding staan, dan kunnen de brandgassen in de rook ontbranden. Dit nemen wij waar door vlammen (V), de laatste letter van het RSTV-model.





## Wat we niet kunnen zien

We kunnen geen brandbare gassen in de rook zien. De meeste brandgassen zijn namelijk kleurloos, net als zuurstof. Hierdoor kunnen we ook geen mengverhouding lezen. In de praktijk weten we dus niet precies wanneer de rook kan gaan branden.

## Wat we wel kunnen zien

We kunnen het wel zien als de rookconditie verslechtert. We zien dat aan een verandering in de dichtheid van de rook, we kunnen er steeds slechter doorheen kijken. De brandbaarheid van de rook neemt hierdoor toe. Ook kunnen we zien wanneer lucht naar binnen stroomt en wanneer de temperatuur toeneemt.

Het RSTV-model geeft in feite alle indicatoren weer aan de hand waarvan het brandverloop en het brandregime kunnen worden ingeschat. Niet alle indicatoren zijn echter even goed te onderkennen. De vereenvoudiging van het RSTV-model gaat uit van indicatoren die *wel* kunnen worden waargenomen, namelijk:

- > Is er rook in de ruimte en/of van buitenaf waarneembaar (rook is *brandstof*)?
- > Is er sprake van een verhoogde temperatuur?
- > Is er sprake van stroming (air track, ventilatie, luchtbeweging)?

Deze drie elementen zijn in feite de drie zijden van de branddriehoek. Als alle drie de zijden aanwezig zijn, dan kan er een (plotselinge) branduitbreiding plaatsvinden.

Als er in een ruimte geen rook is, dan is er geen (zichtbaar) gevaar. Dat kan echter veranderen. Als er in een ruimte sprake is van toenemende rookdichtheid, dan is dat een belangrijk verkenningsresultaat. De situatie is aan het verslechteren. Als de rook uit een ruimte perst, dan is er sprake van een overdruk en (hoge) temperatuur. Dat is een van de manieren waarop temperatuur kan worden waargenomen. Uiteraard kan deze ook worden gevoeld. Waar brand is, is ook een mogelijke ontstekingsbron. Stroming (lees: zuurstoftoevoer) is er altijd als er openingen zijn waardoor lucht naar de brandruimte kan stromen.

## Over koude rook

Het is belangrijk om te weten dat ook koude rook<sup>8</sup> kan ontsteken. In de brandruimte zelf zal de rook meestal (gedeeltelijk) branden. Er is immers brand. De rook die niet is ontstoken heeft een mengsel dat vaak te rijk is aan brandstof. Wanneer deze rook naar een aangrenzende ruimte stroomt, kan deze afkoelen en zich daar mengen met de zuurstof in de lucht. Koude rook kan dan gevaarlijk zijn omdat, net als bij aardgas, de brandgassen kunnen ontsteken als er een ontstekingsbron met voldoende energie aanwezig is. Dat kan een vonk van een elektrisch apparaat zijn, maar ook branddoorslag door een scheidingsconstructie. Als de rookgassen in deze ruimte in de juiste verhouding met lucht zijn, kan dit leiden tot een (koude) rookgasontbranding of zelfs een rookgasexplosie.

## Nieuwe branddriehoek verkennen

De bestrijding van elke brand is gebaseerd op het wegnemen of beperken van één of bij voorkeur meerdere zijden van de RSTV-branddriehoek. Of dit in de praktijk veilig en effectief kan worden uitgevoerd is onder andere afhankelijk van de brandomvang, beschikbare slagkracht en gebouwkenmerken. Het is belangrijk om te beseffen dat de beeldvorming

---

<sup>8</sup> Uiteraard wordt met rook hier bedoeld op het samenstel van gassen, deeltjes, aerosolen en pyrolyseproducten die bij de verbranding zijn vrijgekomen of gevormd.

tussen binnen en buiten een ruimte sterk kan verschillen. Daarom zal op elk moment en in elke ruimte een nieuwe branddriehoek moeten worden verkend.

## Communiceren met het CAN-rapport

Het communiceren van de inzetstrategie en -tactiek, bijvoorbeeld vanuit welk kwadrant de brand bestreden gaat worden, moet duidelijk zijn. Dit betekent dat iedereen in het veld de juiste en dezelfde definities die in de incidentbestrijding gebruikt worden, moet kennen. Er kan dus nooit sprake zijn dat als er defensief buiten gegeven wordt, er nog binnen de valschaduw van het betreffende object wordt geacteerd. Het is belangrijk dat de brandweer een en dezelfde terminologie gebruikt, zodat de ontvanger geen andere dingen gaat doen dan dat de zender bedoelt. In een dergelijke terminologie moeten dus alle elementen zitten, die ook daadwerkelijk bedoeld worden. Alleen dan kan een boodschap alle vereiste informatie en instructie bevatten die tijdens de incidentbestrijding noodzakelijk zijn in coördinatie en uitvoering. Onnodige details moeten worden vermeden, maar duidelijkheid en volledigheid mogen niet worden opgeofferd in het belang van beknoptheid.

Door het vermijden van bijwoorden en uitdrukkingen die de verantwoordelijkheid niet opleggen wordt de boodschap ineens duidelijk. Dus niet een “agressieve inzet om te proberen de brandscheiding te behouden” maar een “inzet om de brandscheiding te houden”. De verantwoordelijkheid wordt hier aan het team opgelegd en hoe dat gedaan wordt is aan het team. Deze zijn daar immers voor opgeleid. Ook vaag taalgebruik duidt op besluiteloosheid en leidt tot onzekerheid en gebrek aan vertrouwen.

Na een verzonden boodschap moet de ontvanger voldoende tijd hebben om deze om te zetten in een antwoord. In Nederland kennen wij in basis wel het herhalen van de boodschap, maar hoe vaak wordt dat daadwerkelijk gedaan? Er is dan geen controle of de boodschap goed is overgekomen. Het woord ‘begrepen’ is geen bevestiging of het daadwerkelijk begrepen is. Alleen een feitelijke herhaling zal de boodschap in het geheugen vastzetten, waarop een duidelijke reactie in een strategische of tactische wijziging kan komen of een duidelijke verwachting gewekt wordt.

### CAN-rapport

Wat gezien (verkend) is moet ook gecommuniceerd kunnen worden. Evenals dat wat u doet, verwacht of nodig heeft. Als de bevelvoerder vraagt om een terugkoppeling van iets of iets van zijn manschappen verwacht, dan is het zeer wenselijk dat te communiceren in een vastgesteld model. Dit geeft handvatten voor de zender en de ontvanger om het communiceren duidelijker te maken. Voor het onderling communiceren in internationaal verband is het zogenaamde CAN-rapport ontwikkeld. Het zegt iets over:

1. de *Conditie*s die waar te nemen zijn,
2. de *Actie*s die je doet of niet doet en
3. wat je *Nodig* hebt.

Hiermee ontstaat een lijn in de communicatie, waarbij het in drie stappen voor iedereen helder wordt wat er wordt bedoeld.

#### 1. *Conditie*s

Het eerste deel van het rapport bevat de condities die je waarneemt. Je geeft door waar je op dat moment bent in het gebouw, wat er brandt, hoe groot de brand is en hoe de ruimte eruit ziet (potentieel brandvermogen). Om de brandcondities met elkaar te kunnen

communiceren gebruiken we de RSTV-verkenningstaal. Is er rook ja of nee (als voorbeeld)? De bevelvoerder kan dan verdiepvragen stellen om tot een beter beeld te komen. Is er sprake van stroming?

## 2. Acties

Op basis van de beeldvorming bij het verkennen van de condities, kunnen verschillende acties noodzakelijk zijn. Dit communiceren we in het tweede deel van ons CAN-rapport. Welke acties zijn er gedaan om in een ruimte te komen? Is er sprake geweest van rookgaskoeling? Moesten er deuren geforceerd worden om toegang te krijgen? Een geforceerde deur kan er bijvoorbeeld helemaal uitliggen, deze ventilatieopening kan zorgen voor een (enorme) branduitbreiding.

## 3. Wat er nodig is (needs)

In het derde deel van het CAN-rapport wordt op basis van de condities en de noodzakelijke acties doorgegeven wat (ondersteuning en middelen), waar en wanneer nodig is. Wellicht is een hogedrukstraal voldoende of blijkt een ruimte dermate groot te zijn dat een lagedrukstraal noodzakelijk is?

De bevelvoerder kan bijvoorbeeld terugvragen over de condities, of er in die ruimte brand is en in welk regime de brand verkeert. Eveneens kan de bevelvoerder uit de acties halen dat er een deur geforceerd is, waardoor er door stroming een branduitbreiding kan plaatsvinden. Als er dan al sprake is van slechte condities, kan de manschap aangeven aan hoge druk onvoldoende te hebben. De bevelvoerder kan echter ook de opdracht geven om terug te trekken om lage druk af te leggen.

**Tabel B1.1 Schematische weergave CAN-rapport**

Conditie	Actie	Nodig
> Waar ben je?	> We maken de taak af	> Dringend hulp
> Wat zijn de RSTV-kenmerken (schoon, temperatuur, stroming, brandrisico, brand)?	> We blussen de brand	> Aflossing
> Wat brandt er?	> We zoeken het slachtoffer	> Materiaal
> Hoe groot is de brand?	> Stop buiteninzet	> Hogere waterdruk
> Hoe ziet de ruimte eruit?		
> Bijzonderheden?		

Tabel B1.2 Een voorbeeld van een CAN-rapport

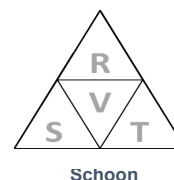
	Conditie	Actie	Nodig
1 en 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; We zijn op de tweede verdieping aan de voorkant</li> <li>&gt; Brandstof en temperatuur</li> <li>&gt; We hebben nog 180 bar in de fles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; We zoeken de vermiste persoon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Aflossing</li> </ul>
3 en 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; We zijn op de eerste verdieping</li> <li>&gt; Brandstof en stroming</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; We brengen de straal naar boven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Meer lengte</li> </ul>

### Afspraken over het benoemen van de brandcondities (RSTV verkenningstaal)

In de ontwikkeling van terminologie is voor brandcondities een eerste stap gezet. Vanuit het verkennen van brandkenmerken (RSTV) zal, afhankelijk van de kennis van de zender en de ontvanger, verschillend gecommuniceerd worden. Een ervaren collega kan bijvoorbeeld doorgeven dat de brand brandstof- of ventilatiegecontroleerd is. Ook kan deze aangeven dat er wel rook hangt, maar dat deze niet verdicht is of dat ventilatie beperkt is. Voor de minder ervaren collega en omdat een bevelvoerder ook verdiepingsvragen kan stellen over de brandcondities, zal iedereen op een eenduidige manier moeten communiceren. Om dit te bereiken moeten we de RSTV-indicatoren concreet benoemen. We doen dit vanuit een denkbeeldige RSTV-branddriehoek.

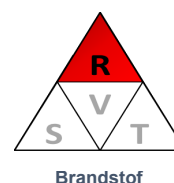
#### Schoon

Een ruimte zonder RSTV-indicatoren noemen we *Schoon*.



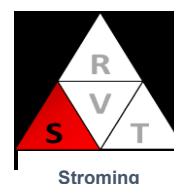
#### Brandstof

Rook waar niet meer doorheen kan worden gekeken, de wanden en het plafond zijn niet meer zien (rookcondities verslechteren) noemen we *Brandstof*.



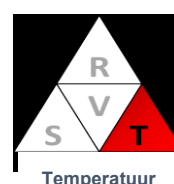
#### Stroming

Als lucht naar de brandhaard kan stromen en/of zich kan mengen met de rook of brandstof in een ruimte, noemen we dit *Stroming*.



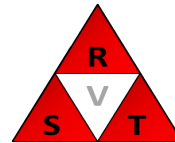
#### Temperatuur

Als rook/brandstof een hoge temperatuur heeft en/of een ontstekingsbron is aanwezig, dan staat *Temperatuur* aan.



## Brandrisico

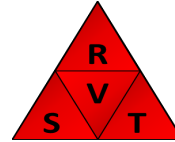
Als alle drie de zijden aan staan, dan is de kans op ontbranding groot. We noemen dit *Brandrisico*.



Brandrisico

## Brand

Als de vlammen zichtbaar zijn (RSTV-branddriehoek is (plaatselijk) compleet), dan noemen we dit *Brand*.



Brand

# Bijlage 2

## Drie mogelijke situaties bij aankomst

In deze bijlage geven we een onderbouwing van de basisprincipes die bij een binneninzet gelden, zoals die zijn beschreven in het hoofddocument. We proberen dat zo eenvoudig mogelijk te doen, wat betekent: zonder al te veel nuanceringen. Maar zoals bekend is brand niet eenvoudig, “het hangt ervan af”. Zoals bij elk model vallen nuanceringen weg, er zijn dus altijd situaties denkbaar waarbij de vereenvoudiging niet opgaat. Toch proberen we een globaal inzicht te geven. We gaan er hierbij van uit dat het gebouw gesloten is en we richten ons op de brandruimte of die ruimtes die in verbinding staan met de brandruimte. Daaruit kan dan ook meteen afgeleid worden dat, als er bij aankomst een deur of raam openstaat of een grote opening aanwezig, die situatie een ander beeld geeft.

Zoals we in het hoofddocument al hebben beschreven, kunnen zich de volgende drie situaties voordoen als u voor het gebouw staat.

1. We zien niets aan de buitenkant van het gebouw.
2. Er komen vlammen uit het gebouw (uitslaande brand).
3. Er komt rook uit het gebouw (eruit geperst, of eruit kringelen).

In principe kunnen deze drie situaties zich ook op hetzelfde moment op verschillende plaatsen voordoen. Zo kunt u komen aanrijden aan de winddrukzijde en dus niets zien, terwijl er aan de achterzijde vlammen uitslaan en er aan de zijkant ergens rook uitperst. Het verkennen van een gebouwbrand laat zich niet zo eenvoudig in statements beschrijven. Voor hier nemen we toch even aan dat we aan de zijde waar we kijken een van deze mogelijkheden waarnemen.

We hebben gezien dat er niet één standaard werkwijze is bij een gebouwbrand, maar dat de basisprincipes wél voor alle drie scenario's hetzelfde zijn.

1. Altijd deurcontrole toepassen (de zuurstoftoevoer beperken).
2. Indien mogelijk antiventilatie toepassen (gebouw zo veel mogelijk dichthouden).
3. Indien een uitslaande brand: indien mogelijk transitional attack toepassen.
4. Zo snel mogelijk water op de brandhaard brengen (neem de kortste weg).
5. Schat het brandvermogen in en bepaal het benodigd koelend vermogen.
6. Rookgaskoeling toepassen, maar effect is beperkt tot kleine ruimte (< 70 m<sup>2</sup>).  
Inzeditdiepte beperkt houden.

In deze bijlage leggen we uit hoe we aan deze principes zijn gekomen door de situaties aan de hand van de brandkromme te beschrijven. Het stadium van de brand op het moment van aankomst en het brandverloop (brandregime) is daarbij bepalend voor wat we aan de buitenkant van het gebouw kunnen waarnemen. De beschrijvingen zijn gebaseerd op

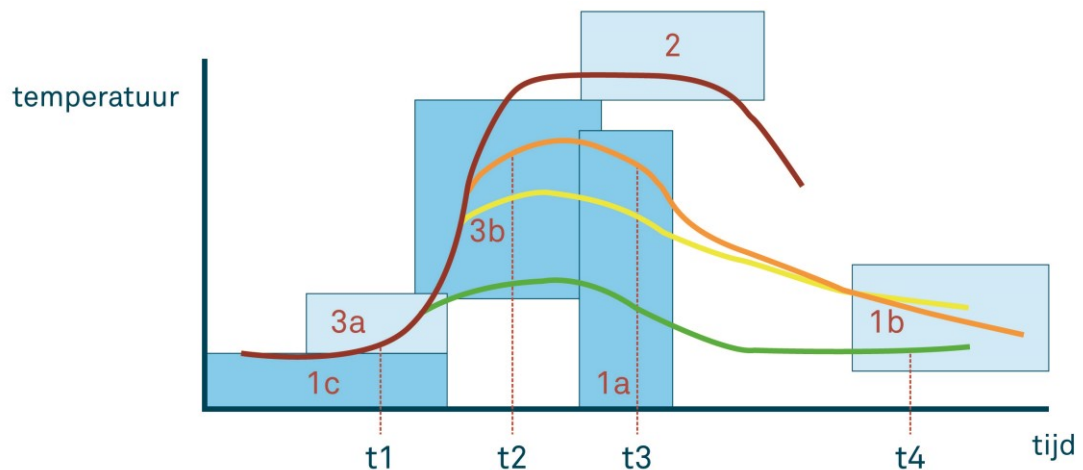
artikelen van Karel Lambert. Deze zijn ook terug te vinden als blogs 20, 21, 28 en 29 op de [website](#) van het CFBT-BE (Lambert, 2014a, 2014b, 2015).

Als er voldoende zuurstof aanwezig is, dan komen branden veelal tot volledige ontwikkeling en raken na de flashover (vrijwel) altijd ventilatiegecontroleerd. In *Brandverloop, technisch bekeken, tactisch toegepast* (Lambert & Baaij, 2011) wordt dit het geventileerde brandverloop genoemd. Is er daarentegen onvoldoende zuurstof aanwezig om de brand te kunnen ontwikkelen, dan kan de brand vóór de flashover al ventilatiegecontroleerd worden. Dit wordt door Lambert en Baaij (2011) het ondergeventileerde brandverloop genoemd. De brand wordt dan ondergeventileerd genoemd.

Het moment in de brandkromme waarop de brand ondergeventileerd wordt, is bepalend voor wat we kunnen waarnemen buiten het gebouw. Als de brand door voldoende zuurstof in een laat stadium ondergeventileerd raakt en zich daardoor al behoorlijk heeft kunnen ontwikkelen, dan zal de temperatuur in de ruimte vaak (nog) hoog zijn. Het gevaar van een risicovol brandverloop bij binnentreden is dan groot. Als de brand in een vroeg stadium ondergeventileerd raakt (bijvoorbeeld door het ontbreken van openingen of omdat het om een kleine ruimte gaat), dan zal de temperatuur in de ruimte meestal laag zijn. Dit is omdat de brand zich niet voldoende heeft kunnen ontwikkelen.

De omvang van het gebouw heeft invloed op de brandontwikkeling. In tegenstelling tot kleine ruimten of gebouwen is er bij grotere ruimten in het begin van de brandontwikkeling meer zuurstof aanwezig. Ook dan wordt de brand waarschijnlijk ventilatiegecontroleerd na verloop van tijd. Maar de brand kan zich wel beter ontwikkelen. Daardoor kan de brandomvang veel groter worden dan bij kleinere ruimten of compartimenten en een groter vermogen ontwikkelen en ook onderhouden omdat er bij grote gebouwen ook meer kieren en naden zijn.

Wat we kunnen waarnemen aan de buitenkant van het gebouw hangt uiteraard van vele factoren af. We doen toch een poging om het op hoofdlijnen te beschrijven. We kijken daarbij naar een aantal verschillende mogelijkheden voor de brandontwikkeling. In het geventileerde brandverloop kijken we naar de situatie na de flashover. De volontwikkelde brand. We gaan ervan uit dat die altijd met uitslaande vlammen gepaard gaat. Ook gaan we ervan uit dat deze altijd ventilatiegecontroleerd is. Daarnaast kijken we naar drie verschillende mogelijkheden voor een ventilatiegecontroleerd brandverloop. De brand raakt op drie verschillende momenten in de ontwikkeling ondergeventileerd. Met andere woorden de plaats van het FC/VC punt (de plaats op de brandkromme waar de brand ventilatiegecontroleerd raakt) ligt bij een hogere temperatuur. Dit is natuurlijk schematisch, want er is een continuüm aan mogelijkheden. Wat we zullen waarnemen, vooropgesteld dat de signalen buiten het gebouw waarneembaar zijn, hangt af van het tijdstip waarop we bij de brand aankomen. In figuur B2.1 zijn deze mogelijkheden weergegeven.



**Figuur B2.1 Schematische weergave van mogelijke situaties weergegeven in de brandkromme**

Deze drie situaties bespreken we hierna apart aan de hand van de waarnemingen en de aandachtspunten. Daarnaast bespreken we de standaard inzettechnieken voor elk scenario.

## Scenario 1: Er is niets te zien aan de buitenkant van het gebouw

We hebben te maken met een brand waarbij we op tijdstip t1, t3 of t4 aankomen. We zien aan de buitenkant van het gebouw geen rook naar buiten komen, maar dat kan verraderlijk zijn. Een bekende brandweercommandant, Ed Hartin, zei eens “nothing showing means exactly that: nothing”.

Het kan zijn dat de brand nog in de ontwikkelfase zit, en de rook nog niet naar buiten komt omdat er onvoldoende rook is ontwikkeld (tijdstip t1). Er is buiten nog geen rook waarneembaar, meestal is de brand dan nog klein.

Er kan echter ook een situatie zijn dat er buiten niets wordt waargenomen, omdat er binnen sprake is van een onderdruk of een gelijke druk binnen en buiten. Als er binnen een onderdruk heerst, dan is de brand vermoedelijk *nét* ondergeventileerd geraakt (rookgassen krimpen, omdat de temperatuur aan het afnemen is). Bij gelijke druk is de brand vermoedelijk gedoofd of sterk gesmoord (temperatuur is laag). Dit is overigens een dynamisch proces. De onderdruk zal tijdelijk zijn, omdat het systeem het drukverschil zal willen egaliseren door lucht van buiten aan te zuigen. Aangezien er vrijwel altijd spleten en kieren in een gebouw zitten, lukt dit wel. Door het aanzuigen van lucht kan de brand weer iets oplaaien, er zal weer rook naar buiten komen. We hebben dan een pulserende brand, waarbij afwisselend ‘niets te zien’ is en er rook naar buiten komt.

Er kan dus sprake zijn van:

- 1a. Een brand die nog niet tot flashover is gekomen en die niet lang voor aankomst ventilatiegecontroleerd is geraakt bij een hoge temperatuur (tijdstip t3, gele of oranje lijn), maar wel al in de fase van afkoelen, of
- 1b. Een ventilatiegecontroleerde brand die (bijna) gedoofd is en waarbij de temperatuur in de ruimte al is gedaald (tijdstip t4), of
- 1c. Een brand die in het ontwikkelstadium zit en nog weinig rook heeft geproduceerd (tijdstip t1).



Bij 1a en 1b kunt u roetvlekken verwachten op plaatsen waar rook naar buiten is geperst.

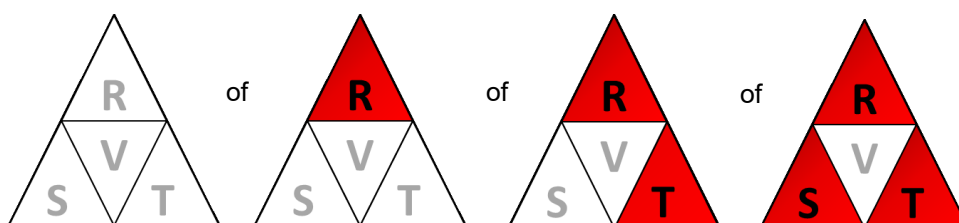
Als de brand uit is (en dat komt regelmatig voor blijktens de casuïstiek) dan is het eenvoudig. Maar de brand kan ook bijna uit zijn en dan kan de brand zich bij zuurstoftoevoer, doordat wij de deur openen, toch weer ontwikkelen. Het punt is echter dat u dat van buiten niet kunt zien. Dat betekent dat er gehandeld moet worden alsof het scenario 1a. betreft. Een indicatie is dat er aanslag op de ramen zichtbaar is en roetaanslag zichtbaar is op plaatsen waar rook heeft kunnen uitstromen. Dat is een teken dat er brand heeft gewoed.

We moeten dus de verkenning uitbreiden door de deur even te openen. Daarbij moeten we uiteraard de procedure veilig binnentreden uitvoeren. Maar het is ook goed om even te wachten en te bezien of er even later toch weer rook te zien is, omdat in een gebouw dat niet 100 procent dicht is altijd een vereffening van de drukverschillen met buiten zal plaatsvinden.

### Volgende fase verkenning: deur (even) openen

Omdat we aan de buitenkant niet kunnen herkennen welke van de situaties a, b, c hier van toepassing is, moet uitgegaan worden van een brand die weliswaar ondergeventileerd is geraakt, maar zich opnieuw kan ontwikkelen bij de toevoer van nieuwe zuurstof (door luchtstroming) als de deur wordt geopend. Het is belangrijk om te kijken wat er gebeurt als de deur wordt geopend. Dit is namelijk afhankelijk van de temperatuur die nog in de ruimte aanwezig is. Als de brand net op het moment van aankomst ondergeventileerd is geraakt (situatie 1a), dan kan deze nog steeds hoog genoeg zijn om een ontbranding te veroorzaken. Als dat al langer geleden is en de temperatuur al veel lager is, zal de kans op plotselinge ontbranding veel kleiner zijn. Men moet dan goed blijven opletten op de signalen, met name op (lucht)stroming.

We kunnen dus alle vier de situaties aantreffen.



**Figuur B2.2 CAN-rapport: Condities: ‘schoon’ respectievelijk: ‘brandstof’, ‘brandstof én temperatuur’ of ‘brandrisico’**

Er zijn grofweg twee mogelijkheden.

- > Er wordt zowel brandstof (verdichte rook) als temperatuur geconstateerd (condities: ‘brandstof én temperatuur’). In dat geval is het enige wat de brand nog nodig heeft zuurstof (ventilatie, stroming). Bij het openen van de deur zullen we een sterke stroming van lucht naar binnen waarnemen, een indicatie dat er een hevige brand heeft gewoed en dat de temperatuur nog hoog is. We moeten er hoe dan ook voor zorgen dat deze zuurstoftoevoer wordt beperkt. Overigens kan er nog enige tijd overheen gaan voordat het effect wordt waargenomen, afhankelijk van de plaats van de brandhaard, de zuurstof moet er eerst naartoe stromen. Na het openen van de deur worden eerst de

drukverschillen vereffend en daarna ontstaat er een dubbele stroming waarbij bovenin rook naar buiten komt en onderin lucht wordt aangezogen.

- > Er wordt wel of geen brandstof en geen temperatuur waargenomen en er is nauwelijks instroom van lucht (condities: 'schoon' of 'brandstof'). Let op: ook als er alleen brandstof (rook) is, maar het is niet warm, dan kan er nog steeds ontsteking plaatsvinden! Ook dan is – als risicobeheersingsmaatregel – beperking van zuurstoftoevoer dus nog van belang, omdat door zuurstoftoevoer de brandgassen in de rook binnen de flammability limits kunnen worden gebracht.

### Standaardtechniek in elke situatie deurcontrole

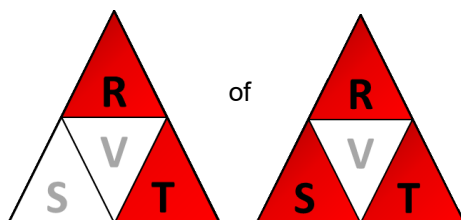
Omdat van de buitenkant nooit honderd procent met zekerheid kan worden vastgesteld of er een gevaar is voor plotselinge branduitbreiding, is het van groot belang – en dat is op dit moment nog geen gemeengoed – dat bij elke situatie de (lucht)stroming naar de brand wordt beheerst. Daarom moet altijd de (voor)deur of indien mogelijk andere openingen zo veel mogelijk worden gesloten. Deurcontrole is dus een standaard inzettechniek bij elke brand.

### Scenario 1a: De brand is ondergeventileerd geraakt en aan het afkoelen

We komen nu aan op tijdstip t3 in figuur B2.1. Aan de buitenzijde van het gebouw is geen rookuitstroom waarneembaar. In dit geval wordt dat veroorzaakt doordat er een onderdruk in de ruimten aanwezig is. Die onderdruk zal echter niet heel lang standhouden, omdat er lucht door kieren en spleten of andere openingen wordt aangezogen. De temperatuur is nog hoog binnen, dus de brand zal weer wat oplaaien en er ontstaat weer overdruk. Er wordt rook naar buiten geperst.

Om onderscheid te maken met de andere scenario's kunnen we even wachten of er toch weer rook uit het gebouw komt, óf we kunnen de deur even openmaken en zien wat er gebeurt.

Bij het openen van de deur zullen we zowel temperatuur als brandstof waarnemen.



Figuur B2.3 CAN-rapport: Condities: 'brandstof én temperatuur' of 'brandrisico'

In het algemeen zullen we dit scenario herkennen aan een sterke (lucht)stroming. Brandstof stroomt onder druk naar buiten en een sterke luchtstroom trekt naar binnen. Dit is een gevaarlijke situatie, waarbij de overweging om niet naar binnen te gaan zeker moet worden gemaakt. In elk geval moet voorkomen worden dat de brandstof tot ontbranding komt als we binnen zijn. Daarom: deurcontrole, korte inzetdiepte, lange pulsen met voldoende koelend vermogen toepassen.

### Achtergrond scenario 1a

Als een brand zich ontwikkelt, vinden er temperatuur en drukveranderingen plaats. In eerste instantie zal de temperatuur én de druk in de ruimte toenemen. Dat is zichtbaar aan de buitenkant, doordat er rook naar buiten perst. Als de brand ondergeventileerd raakt, neemt de temperatuur en de druk af. Er kan dan zelfs een onderdruk in de ruimte ontstaan. Dat is de reden dat er buiten niets zichtbaar is, want er gaat juist lucht naar binnen. Na enige tijd egaliseert de druk zich en daalt de temperatuur. Zo ontstaat in feite een pulserende brand. Want zodra de onderdruk wegvalt, kan er weer rook naar buiten komen. Als de brand net ondergeventileerd is geraakt kan de temperatuur nog hoog zijn, maar is er net een onderdruk ontstaan. Bij het openen van de deur moet dus goed worden opgelet, want dan zijn de signalen waarneembaar. Als er een sterke instroom van lucht wordt waargenomen én de temperatuur is hoog (hoger dan ongeveer 200-300 graden Celsius in de rooklaag ) dan kan een ventilatiegeïnduceerde flashover worden verwacht. Let goed op, want naarmate de afstand tot de brandhaard groter is, kan het langer duren voordat dit waarneembaar is. De rook die naar buiten komt is dan door de afstand ook veelal koeler dan de rook dichtbij de vuurhaard. Neem dus even de tijd, tenzij vanuit de deuropening de brand waarneembaar is, dan direct water op de brandhaard aanbrengen. Hoeveel water er nodig is om de brand te blussen hangt af van het vermogen. Daarom is het belangrijk van te voren in te schatten wát er brandt.

Als er nauwelijks stroming wordt waargenomen, is de brand waarschijnlijk al wat langer ondergeventileerd, of hij is nog in de ontwikkelfase (scenario 1b). Het gevaar is minder groot, zeker als het ook al niet meer zo warm is. Tijdens het binnentreden worden hier de belangrijkste indicatoren waargenomen.

### Signalen

- > Sterke stroming van intrekkende lucht en uittredende brandstof (deze is soms te horen, maar niet altijd).
- > Temperatuur hoog.

Soms zijn de signalen afwisselend waarneembaar. Zo kan het gebeuren dat er tijdens het aanrijden rook uit het gebouw komt en even later niet meer. Dat is de pulserende ondergeventileerde brand, ergens is er een kleine opening.

### **Standaard techniek: antiventilatie of deurcontrole**

De logische wijze van optreden bij dit scenario is dus deurcontrole. Onder deurcontrole wordt verstaan dat de deur zo veel mogelijk gesloten wordt gehouden (ook na het binnentreden), om toevoer van zuurstof naar de brand te beperken. Ook als de deur niet helemaal dicht kan, dan is het nog steeds zinnig om dit te doen. Hoe minder zuurstof kan toestromen, hoe kleiner het vermogen van de brand kan worden.

Indien binnentreden niet mogelijk is omdat het bijvoorbeeld te heet is, dan is wachten (antiventilatie) een goed alternatief. U bent dan eigenlijk te vroeg aangekomen. Dat lijkt contra-intuïtief, maar is het meest effectief, zeker als er niemand meer binnen is. Door te wachten en alles dicht te laten, verstikt de brand zichzelf en zal de temperatuur dalen. Dat kan bij goed geïsoleerde gebouwen overigens best lang (uren) duren. Een offensieve buiteninzet kan dan helpen de afkoeling te versnellen. Overigens moet bedacht worden dat,

ook al is het pand nog gesloten, de temperatuur nog zo hoog kan zijn dat de pyrolyse van materialen doorgaat. Bij opening van het pand (ventilatie en toevoer van lucht) kan de situatie daarom juist nóg gevaarlijker zijn. Als het pand niet gesloten is moeten we er rekening mee houden dat de inzet van een lagedruksproeistraal net zo veel lucht met zich meetrokt als een overdrukventilator, en we daarmee de brand aanwakkeren.

Als er veilig kan worden binnengetroden kan een offensieve binneninzet worden gestart. Daarbij blijft deurcontrole van kracht. Bij het naderen van de vuurhaard wordt rookgaskoeling met lange pulsen toegepast. De inschatting van het potentiële brandvermogen geeft aan hoeveel debiet (koelend vermogen) veiligheidshalve nodig is. Ook dan moet de brand zich niet te diep in het pand bevinden, zodat we de inzetdiepte kort kunnen houden.

Als de brand niet snel bereikt kan worden (bijvoorbeeld omdat hij diep in het pand ligt en de locatie van de brandhaard onbekend is) dan is terugtrekken de enige optie.

Het blijft dan belangrijk om te blijven waarnemen of de brand zich niet vlak voor het flashoverpunt bevindt. Signalen van een naderende flashover zijn:

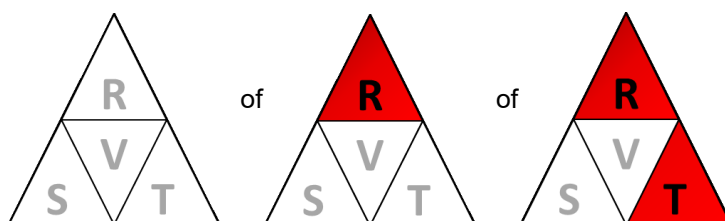
- > een drukkende, opbouwende hitte
- > dancing angels aanwezig in de rooklaag (we zijn dan echter vaak al te laat!)
- > een golvende rooklaag
- > zichtbare pyrolyse van voorwerpen.

#### **Samenvattend inzettechniek**

- > Deurcontrole toepassen.
- > Als het te heet is antiventilatie.
- > Bij binnentreden voldoende koelend vermogen (debiet) meenemen.
- > Rookgaskoeling met lange pulsen toepassen als de brand snel genaderd kan worden.
- > Snel water op het vuur brengen.
- > Op de signalen letten, zo nodig terugtrekken.

#### **Scenario 1b: De brand is (bijna) uit door gebrek aan zuurstof en/of brandbare stoffen**

In deze situatie zal er nauwelijks rook naar buiten komen en is er weinig (lucht)stroming. Meestal is het binnen niet warm, tenzij het een ruimte of gebouw is dat heel goed is geïsoleerd. Dan kan het immers lang (uren) duren voordat de warmte van de brand is verdwenen.



**Figuur B2.4 CAN-rapport: Condities: 'schoon', 'brandstof' of 'brandstof én temperatuur'**

Er is dan sprake van een brand in een voorwerp (stoel, bank, kastje), waarbij:

- > het materiaal is opgebrand zonder dat de brand is uitgebreid naar andere objecten in de ruimte, óf
- > er is sprake van een brand die door gebrek aan zuurstof al enige tijd ondergeventileerd is.

Het zijn in feite twee scenario's, maar het is heel lastig om deze twee situaties te onderscheiden (zie de publicatie *Casuïstiek ondergeventileerde branden*, Brandweeracademie, 2016). Toch kan er dan nog steeds een plotselinge branduitbreiding plaatsvinden. Daarom is deurcontrole erg belangrijk, ook in deze situatie.

### **Kenmerken**

- > Het is niet warm in de ruimte.
- > De rook/brandstof heeft zich over de gehele ruimte verspreid.
- > Weinig stroming (ventilatie).
- > Roet op de ramen en muren tot op de grond.

### **Inzettechniek**

- > Deurcontrole.
- > Zo snel mogelijk naar de brand en water erop.

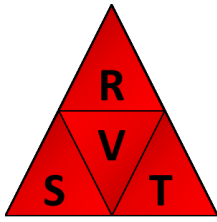
## **Scenario 1c: De brand is in het ontwikkelstadium en heeft nog weinig rook geproduceerd**

Als de brand nog brandstofbeheerst is dan zal er nog weinig rook zijn geproduceerd en de temperatuur is nog laag. Buiten het gebouw zal de rook dan nog niet waar te nemen zijn. Bij het openen van de deur zal de rooklaag hoog hangen en er zal geen sterke stroming van rookgassen naar buiten of lucht naar binnen worden waargenomen. In principe kunnen we het gebouw betreden om de brand te blussen. Maar omdat we van buiten niet kunnen waarnemen om welk scenario het gaat (het kan dus ook scenario 1a of 3a zijn) moeten we alert blijven op signalen. Daarom blijven ook hier de standaard principes van kracht en moeten we met name waken dat de brand niet door extra zuurstoftoevoer tot flashover komt. Signalen van een naderende flashover zijn dan:

- > een drukkende hitte
- > dancing angels aanwezig in de rooklaag
- > een golvende rooklaag
- > zichtbare pyrolyse van voorwerpen
- > snel dalende rooklaag.

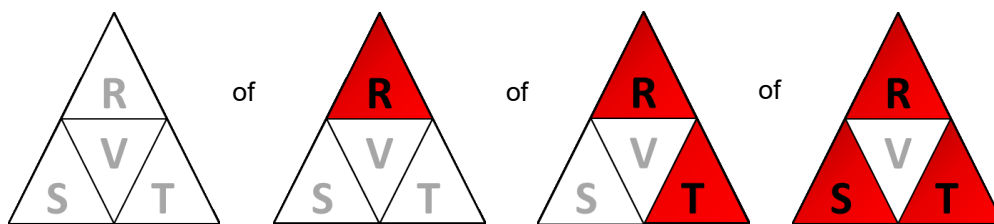
## **Scenario 2: Een uitslaande brand**

Een uitslaande brand in een niet te groot gebouw of ruimte, zoals een woning, is meestal volontwikkeld (heeft een flashover gehad). Dat is eenvoudig waar te nemen. De brand is dan veelal wel na de flashover ventilatiegecontroleerd geraakt, maar heeft (even) zijn het maximale vermogen dat haalbaar is met de aanwezige openingen bereikt. Buiten is de situatie als volgt:



**Figuur B2.5 CAN-rapport: Conditie: 'brand'**

Uiteraard kan de situatie binnen geheel anders zijn en zelfs per ruimte verschillen. In het algemeen gaan we ervan uit dat ook uitslaande, volontwikkelde branden ventilatiegecontroleerd zijn. Als we er van buiten niet bij kunnen en een binneninzet verantwoord is, dan zullen we bij het binnentreden in sommige situaties door verschillende ruimten moeten om bij de brandruimte te komen. We moeten er rekening mee houden dat de situatie in die ruimten, afhankelijk ook weer van of deuren gesloten of open staan, kan verschillen. Niet alle ruimten hoeven al een flashover te hebben doorgemaakt, er kunnen ruimten gepasseerd worden die volstaan met hete rook en dus bij zuurstoftoevoer alsnog tot flashover kunnen komen. Deurmanagement is daarom ook in deze situatie noodzakelijk. In het CAN-rapport zijn alle (RSTV-)condities dus mogelijk.



**Figuur B2.6 CAN-rapport: Conditie: 'schoon' respectievelijk: 'brandstof' – 'brandstof én temperatuur' of 'brandrisico'**

### Inzettechniek

De beste techniek is hier een transitional attack. Een transitional attack is een combinatie van een offensieve buiteninzet en een offensieve binneninzet. De offensieve buiteninzet wordt uitgevoerd met een gebonden lagedrukstraal en zo groot mogelijk debiet. De straal wordt gericht tegen het plafond. Er wordt ingezet totdat een knock down wordt waargenomen. Als die na 20 seconden nog niet is waargenomen kan beter worden gestopt, want dan is de brandhard vermoedelijk ergens anders. De inzet moet goed gecoördineerd worden, opdat er geen collega's binnen zijn als de buiteninzet wordt gedaan.

Zeker bij wind driven fires is er vanwege de grote hitte binnen vaak geen alternatief. Indien de opening waaruit de vlammen slaan niet van buiten kan worden bereikt, bijvoorbeeld aan de achterzijde van een portiekflat. Dan is er geen andere optie dan een binneninzet te overwegen. In dat geval moet worden opgetreden als bij scenario 1. Een optie is dan om een inzet te doen door de gesloten deur heen, bijvoorbeeld met een fognail of een coldcutter of door een rookstopper te gebruiken. Ook is het indien de constructie van het gebouw het toelaat mogelijk om te wachten tot de brand brandstofgecontroleerd is geworden.

Let bij de binneninzet op het benodigde koelend vermogen (zie tabel 1.2 en 1.3). Het is daarom van belang een inschatting te maken van wat er brandt. Een gehele woonkamer van

32 m<sup>2</sup> kan een vermogen bereiken van ongeveer 8 MW en deze kan niet met een hogedrukstraal worden geblust. Lage druk afleggen is dan noodzakelijk. Lange pulsen werken dan het beste om voldoende bereik te hebben bij de rookgaskoeling.

## Redding

Een eventuele redding kan het beste gebeuren nadat water op het vuur is gebracht en mogelijke ontstekingsbronnen zijn verwijderd, zodat nog aanwezige brandstof niet alsnog kan ontsteken. Pas dan is de situatie veilig om te gaan zoeken en te ventileren. De beste manier van inzet is water op het vuur, ventileren en zoeken. Dit geldt natuurlijk niet voor die situatie waarbij u bij toeval het slachtoffer tegenkomt. Dan heeft u het slachtoffer immers al gevonden. U verliest dan geen tijd door te zoeken naar het slachtoffer.

Zeker bij uitslaande branden kan de constructie al zwaar hebben geleden. Dit moet worden meegenomen in de besluitvorming om wel of niet naar binnen te gaan.

## Scenario 3: Er komt rook uit het gebouw

Als de rook uit een openstaande deur of groot raam komt, dan ligt het in deze situatie voor de hand dat het om een geventileerde brand gaat. We beschrijven verder een situatie waarbij het gebouw gesloten is en er zeer waarschijnlijk een ventilatiegecontroleerde brand woedt.

We komen nu aan op tijdstip t1 of t2 in figuur B2.1. Als er rook uit het gebouw komt, is er in de regel sprake van een overdruk op die plaats en ruimte in het gebouw ten opzichte van buiten. Deze overdruk wordt veroorzaakt doordat de temperatuur van de rook hoger is dan buiten. Door het drukverschil ontstaat een stroming naar buiten toe. Afhankelijk van de hoogte van de temperatuur en hoe gesloten het gebouw is, zal de rook harder naar buiten stromen.

Er kunnen zich weer verschillende mogelijkheden voordoen.

3a. De rook kringelt eruit. De overdruk op die plaats en ruimte is gering, dat wil zeggen de temperatuur nog niet hoog of niet meer zo hoog. De brand is in het ontwikkelstadium of al afgekoeld door zuurstofgebrek en over het maximale vermogen heen.

3b. De rook perst eruit. Het is een grotendeels gesloten gebouw. Er is een ondergeventileerde brand die net ventilatiegecontroleerd is geraakt, maar waarvan de hoge temperatuur nog stijgt of net is begonnen te dalen.

### Scenario 3a: Rook kringelt eruit (uit openingen of spleten)

De brand is dan (meestal) nog in de ontwikkelfase. Als er een deur openstaat, is er zeker bij een kleine ruimte of klein gebouw zoals een woning, vaak voldoende zuurstof aanwezig. Er is dan vaak nog weinig water nodig om de brand te blussen.

Als de brand in de ontwikkelfase is, dan kan een brand veelal met een binneninzet worden geblust. Belangrijk is wel om deurcontrole goed toe te passen en snel water op de brandhaard te brengen om verdere ontwikkeling te voorkomen.

Indien er een deur of een raam wordt geopend, dan kan er binnen 2 à 4 minuten een flashover optreden.

Blussen gaat dan voor redden, omdat dat de snelste manier is om te redden. Bij het naderen van de brand moet altijd rookgaskoeling worden toegepast. Dat kan echter slechts tot een bepaalde inzetdiepte. Pas daarom ook lange pulsen toe. Zolang de brandhaard niet wordt aangepakt, blijft de brand energie produceren. Blijf dus goed op de signalen letten.

Signalen van een naderende flashover zijn dan:

- > een drukkende hitte
- > dancing angels aanwezig in de rooklaag
- > een golvende rooklaag
- > zichtbare pyrolyse van voorwerpen
- > lage rooklaag of snel dalende rooklaag.

### ***De ruimte-voor-ruimte-inzet als techniek***

Indien mogelijk kan een ruimte-voor-ruimte-inzet worden toegepast. Door het sluiten van de deur van de ruimte naar de brandruimte waarin men zich bevindt, kan men ventileren in die ruimte. Vervolgens kan de volgende ruimte met de procedure veilig binnentreden worden benaderd, totdat de ruimte waarin de brand zich bevindt is gevonden en alsnog water op de brandhaard kan worden gebracht. Hierbij moet er wel op worden gelet dat er geen doorvoeringen en/of mogelijke ontstekingsbronnen naar de brandruimte zijn. Een WBC kan daarbij ondersteunen.

### ***Inzettechniek***

- > Deurcontrole.
- > Brand naderen met rookgaskoeling, niet te diep gaan (afstand tot de brand).
- > Lange en korte pulsen toepassen.
- > Ruimte-voor-ruimte-inzet.
- > Zo snel mogelijk water op het vuur.
- > Eerst blussen, koelen, ventileren en dan redden.
- > Blijven waarnemen of de brand zich niet vlak voor het flashoverpunt bevindt.

### **Scenario 3b: Rook perst door kieren en spleten of door openingen**

We komen nu aan bij het brandadres op tijdstip t2 in figuur B2.1. Als de rook echt uit het (meestal) gesloten gebouw naar buiten komt persen, dan is dat een indicatie voor een hevige brand met hoge temperatuur. In de brandkromme een brand die net ondergeventileerd is geraakt. De temperatuur is dan al hoog. Dit is afhankelijk van het moment waarop de brand ondergeventileerd raakt, dus afhankelijk van de hoeveelheid zuurstof die aanwezig was om de brand te laten ontwikkelen. Zie de gele, groene en oranje kromme in figuur B2.1. De groene kromme raakte al snel ondergeventileerd, de temperatuur is dan nog niet hoog. Dat kan bijvoorbeeld bij een passiefwoning plaatsvinden. Er is weinig zuurstof aanwezig en weinig aanvoer. De oranje kromme daarentegen raakt later ondergeventileerd en de temperatuur is hoog als dat gebeurt. De temperatuur blijft nog even stijgen en ondertussen worden er meer pyrolysegassen geproduceerd. Dit is dus een gevaarlijke brand.

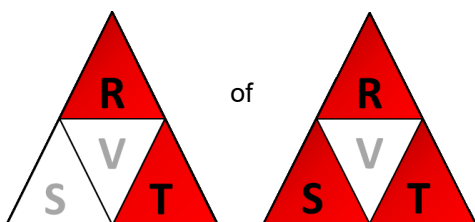
### ***Signalen***

- > Wanneer de deur wordt geopend zal door de overdruk rook (dus brandstof) naar buiten worden geperst, totdat de druk even groot is als buiten. Dat kan dus vooral direct na het



- openen van de deur worden waargenomen. Er zal een luchtunnel ontstaan doordat verse lucht naar de brandhaard wordt toegezogen, terwijl de druk zich vereffent en rook naar buiten komt. De rook komt dus aan de bovenzijde van de opening naar buiten, de instroom vindt onderin plaats. Bovenin is er een overdruk, en onderin een onderdruk.
- > Deze uitstroom neemt eerst even af, er stroomt dan koude verse lucht naar binnen. Het kan zijn dat door de aanvoer van zuurstof de brand weer oplaait. Dat kan weer tot een drukverhoging leiden.

Het is heet binnen (temperatuur staat 'aan').



**Figuur B2.7 CAN-rapport buiten: Condities: 'brandstof én temperatuur' of 'brandrisico'**

### ***Inzettechniek***

Deze brand is dus potentieel zeer gevaarlijk omdat er een ventilatie geïnduceerde flashover of zelfs een backdraft dreigt.

- > Beperken van de zuurstoftoevoer is van groot belang.
- > Antiventilatie is sterk aan te raden: wachten tot de brand is afgekoeld.
- > Als de brandhaard niet snel kan worden bereikt is een binneninzet te gevaarlijk.
- > Als het mogelijk is om eerst een ruimte snel te isoleren door de deur te sluiten, dan kan een ruimte-voor-ruimte-inzet overwogen worden.