

Handvatten voor de bevelvoerder bij brandbestrijding in wegtunnels direct na melding



Instituut Fysieke Veiligheid
Kennisonwikkeling en onderwijs
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.ifv.nl
info@ifv.nl
026 355 24 00

Colofon

Instituut Fysieke Veiligheid (2020). *Handvatten voor de bevelvoerder bij brandbestrijding in wegtunnels direct na melding*. Arnhem: IFV.

Opdrachtgever:	IFV
Contactpersoon:	dr. ir. Nils Rosmuller
Titel:	Handvatten voor de bevelvoerder bij brandbestrijding in wegtunnels direct na melding
Datum:	30 juni 2020
Status:	definitief
Versie:	1.0
Auteurs:	dr. ir. Nils Rosmuller
Projectleider:	dr. ir. Jos Post
Review:	dr. ir. Ricardo Weewer
Eindverantwoordelijk:	dr. ir. Nils Rosmuller

Inhoud

Aanleiding	4
1 Beschrijving van kernbegrippen	6
2 Tunnelbrandbestrijding in Nederland	7
3 Hulpmiddel 1 voor de bevelvoerder: een beslisschema	9
4 Hulpmiddel 2 voor de bevelvoerder: een slagkrachttabel	13
5 Enkele praktische tips	16
Literatuurlijst	17
Bijlage 1 Visualisaties van kernbegrippen	18
Bijlage 2 Brandvermogens en visualisatie	20

Aanleiding

Bij extreme branden (met zeer hoge brandvermogens (rond 200 Megawatt en meer) als gevolg van ladingbranden van vrachtwagens en tankwagens) blijkt de stabiliteit van wegtunnels in Nederland niet gegarandeerd. De niet gegarandeerde brandwerendheid van het beton van (rijksweg)tunnels (verder 'betonperikelen' genoemd) maakt dat de constructieve stabiliteit van een wegtunnel sneller in het gedrang komt (zie: [Kamerbrief over verminderde brandwerendheid van beton](#)). Deze stabiliteit zou 60 respectievelijk 120 minuten moeten zijn voor land- dan wel onderwatertunnels, maar gebleken is dat zij slechts 22 respectievelijk 45 minuten kan bedragen bij extreme branden, doordat beton sneller afspat dan gedacht. Als gevolg van die niet gegarandeerde brandwerendheid komt de wapening (sneller) bloot te liggen.

Dit probleem betreft in ieder geval de volgende vier tunnels: 2^e Coentunnel (Amsterdam), Koning Willem Alexandertunnel (Maastricht), Ketheltunnel (Schiedam) en de Salland-Twentetunnel (Nijverdal). De tunnelbeheerders hebben – mede op advies van de Veiligheidsbeambte wegtunnels – met het bevoegd gezag en de Veiligheidsregio in de desbetreffende gemeente voor de korte termijn [operationele afspraken](#) per tunnel gemaakt.

De verminderde brandwerendheid heeft ook consequenties voor de verkenning door de bevelvoerder *direct na de melding* ("gaat de eerste uitruk van de brandweer wel/niet in de tunnel?") en voor de inzetbeslissing ("gaat de eerste uitruk van de brandweer wel/niet de incidentbuis in?").

Het kennisplatform tunnelveiligheid (KPT)¹ heeft de lector Energie- en transportveiligheid van het IFV Nils Rosmuller gevraagd na te denken over de mogelijkheden voor brandbestrijding in dergelijke tunnels. In afstemming met Brandweer Nederland, Rijkswaterstaat en de Brandweeracademie van het IFV (we spreken van gesprekstafel 4²) is gewerkt aan hulpmiddelen voor bevelvoerders. In dit document worden de ontwikkelde hulpmiddelen (beslisschema en slagkrachttabel), alsook het proces van de totstandkoming daarvan gepresenteerd. Gesprekstafel 3 van het KPT³ heeft meegedacht over het onderdeel 'betonafspat' bij de totstandkoming van het beslisschema.

Doel en doelgroep

Het beslisschema en de slagkrachttabel(len) zijn bedoeld voor de bevelvoerder van de brandweer. Ze bieden hem of haar een eerste handelingsperspectief bij branden in 'de

¹ In het zogenaamde 'Pact van Houten' zijn vier onderwerpen benoemd in relatie tot de betonperikelen in tunnels. Deze onderwerpen worden in afzonderlijke gesprekstabellen uitgewerkt. Dit voorliggende document met een hulpmiddel voor bevelvoerders was het onderwerp van gesprekstafel 4.

² Aan gesprekstafel 4 is deelgenomen door: Ron Beij (Brandweer Amsterdam Amstelland), Addy Burger (Veiligheidsregio Utrecht), Hans Godding (Veiligheidsregio Limburg-Zuid), Adriaan ter Huurne (Veiligheidsregio Twente), Rob Terpstra (Veiligheidsregio Brabant Zuidoost), Marcel Valk (Veiligheidsregio Utrecht) en Hylke Visser (Rijkswaterstaat). Nils Rosmuller (IFV) coördineerde de gesprekstafel.

³ Gesprekstafel 3 heeft als thema 'Onderzoek', en bestaat uit deskundigen op het gebied van betontechnologie, tunnelconstructie, brandveiligheid en hulpverlening en richt zich op het identificeren van kennishielen rondom de 'betonperikelen'.

gemiddelde' Nederlandse wegtunnel. Uit gesprekken met bevelvoerders en officieren van de brandweer is gebleken dat de ontwikkelde hulpmiddelen (beslisschema en slagkrachttabellen) ook van waarde zijn voor branden in 'gewone' wegtunnels (tunnels zonder 'betonperikelen'). In feite zijn de hulpmiddelen voor alle wegtunnels van toepassing, en vormen de 'betonperikelen' slechts een specificatie in het beslisschema.

Let wel, het zijn generieke handelingsperspectieven. Elke wegtunnel op zich heeft zo zijn eigen specifieke aspecten die van invloed zullen zijn op de incidentbestrijding. Vandaar dat voor elke wegtunnel een Calamiteitenbestrijdingsplan (CBP, opgesteld door de tunnelbeheerder) en een Incidentbestrijdingsplan (IBP, opgesteld door de veiligheidsregio) verplicht zijn. Beide moeten zijn afgestemd op elkaar. De in dit document opgenomen beslisschema en slagkrachttabellen zijn van nut bij het opstellen van deze Calamiteiten- en Incidentbestrijdingsplannen. Ze zijn echter niet bedoeld voor een toepassing op andere infrastructuren zoals spoortunnels en parkeergarages.

Tot slot kunnen innovaties in voertuigontwikkeling zoals het gebruik van andersoortige brandstoffen, mogelijk leiden tot actualisatie van het voorliggend document. We hebben in dit document namelijk geen verschil gemaakt in brandbestrijdingsmogelijkheden voor verschillende brandstoffen zoals benzine, diesel, elektrisch, LNG of waterstof.

1 Beschrijving van kernbegrippen

Diverse in deze rapportage gebruikte termen worden hieronder gedefinieerd:

Betonafspat: het als gevolg van een brand in de tunnel en bijbehorende hoge temperatuur vergruizen/afbrokkelen/losraken van betondelen (enkele centimeters en groter) van de tunnelwand of het tunnelplafond (zie figuur 3).

Betonperikel: tunnel waarvan bekend is dat de brandwerend niet gegarandeerd is gedurende de wettelijke eis van 60 minuten (landtunnel) of 120 minuten (onderwatertunnel) bij een extreme brand (200MW).

Benedenwinds van het ongeval: Het gebied vanaf het verongelukte voertuig verder de tunnel in, in de verkeersrichting van de tunnel.

Bovenwinds van het ongeval: Het gebied vanaf het verongelukte voertuig terug de tunnel in, tegen de verkeersrichting van de tunnel.

Calamiteit: ernstige aanrijding, brand of vermoeden daarvan, vrijkomen gevaarlijke stoffen gevaarlijk of vermoeden daarvan (Rarvv art. 6, lid 4). In dit document specifiek 'brand'.

Direct na melding: de eerste circa 15 tot 30 minuten vanaf de melding van een brandincident in de tunnel. In die acute fase is het essentieel een zo adequaat mogelijk eerste beeld van het incident op te bouwen. Dit is niet alleen essentieel voor de veiligheid van de eerst aankomende personen, die van medeweggebruikers en die van de omgeving, maar ook om de verdere bestrijding van het incident een 'vliegende' start te geven.

Escalatie: uitbreiding van de voertuigbrand naar andere voertuigen of lading/goederen waardoor de omvang en de intensiteit van de brand substantieel toeneemt.

Hulpdienstinformatiepaneel: voorziening in de nabijheid van de ingang (> 150 meter afstand) van een tunnel. Hiermee kan het detailbeeld dat door het camerasysteem wordt getoond aan de (coördinerend) wegverkeersleider (c)WVL in de verkeerscentrale, worden weergegeven aan de hulpverleningsdiensten. Het hulpdienstinformatiepaneel is tevens voorzien van een intercom, waarmee spraakcontact mogelijk is met de (c)WVL.

Incidentbuis: De tunnelbuis waarin zich het incident voordoet.

Ondersteunende buis: Een voor het verkeer ten tijde van de calamiteit afgesloten (naastgelegen) buis waarmee in het geval van een calamiteit aan de hulpverleningsdiensten een veilige aanvalsroute en werkomgeving kan worden geboden. Daarnaast kan, in specifieke situaties, deze buis ook als vluchtbuis worden gebruikt (Salland-Twentetunnel te Nijverdal).

Vluchtdeur (tussendeur): opening tussen de tunnelbuizen, bedoeld om weggebruikers in staat te stellen te vluchten uit de incidentbuis.

Voertuigbrand: het branden van een wegvoertuig, eventueel met lading, variërend van personenvoertuig, bestelbusje, bus of vrachtwagen tot tankwagen met brandbare vloeistoffen/gassen.

Wapening: de ijzeren staven die zorgen voor de afdracht van de trekspanningen in de tunnelwand.

(Weg)tunnel: het geheel van (meerdere) tunnelbuizen, installatieruimten en (indien aanwezig) een middentunnelkanaal binnen het omsloten deel van de weg, zijnde langer dan 250 meter.

2 Tunnelbrandbestrijding in Nederland

Wegtunnels in Nederland zijn onderling behoorlijk vergelijkbaar. Ze hebben veelal twee verkeersbuizen (één per rijrichting) die via deuren, doorgangen of een middentunnelkanaal met elkaar in verbinding staan. Die verbindingen (tussendeuren) liggen maximaal 100 meter uit elkaar. Over het algemeen is er sprake van een goed werkende langsventilatie die bovenwinds voor goed zicht op de brand zorgt en warmte en toxische verbrandingsproducten 'wegblaast' in de (benedenwindse en filevrije) verkeersrichting.

Tunnelbrandbestrijding in Nederland is in de eerste minuten na een (brand)melding in behoorlijke mate geüniformeerd ([Floh, Rosmuller en Koebrugge, 2016](#)). Derhalve kunnen we spreken van een reguliere werkwijze bij (weg)tunnelbrandbestrijding die geldt voor de hierboven beschreven tunnelsituatie⁴.

De meldkamer krijgt een melding van een voertuigbrand in een tunnel. De meldkamer geeft een uitrukbericht waarna er een tankautospuit (TS) uitrukt. De reguliere procedure is als volgt:

1. De TS rijdt naar de ingang van de **ondersteunende** buis, en wordt door het hulpdienstenpaneel buiten de tunnel voorzien van beelden vanuit de incidentbuis.
2. Vervolgens rijdt de brandweer met de rijrichting mee de ondersteunende tunnelbuis in.
3. De brandweer treedt ten behoeve van de eerste verkenning de **incidentbuis** binnen, op indicatie van de verkeerscentrale en gebruikmakend van de doorsteekmogelijkheid via de bovenwindse vluchtdeur die het dichtst bij het brandende voertuig is.
4. Er wordt een verkenning uitgevoerd vanuit de ondersteunende buis, zodat de volgende vragen kunnen worden beantwoord: wat brandt er? Is er sprake van branduitbreidingsmogelijkheden? Kloppen de eigen aannames?

Er zijn dus in ieder geval drie locaties voor de brandweer relevant bij een voertuigbrand in een tunnel, te weten (in volgorde van een eventuele inzet) (zie ook bijlage 1):

1. de **locatie buiten de tunnel** (bij het hulpdienstenpaneel),
2. de opstelplaats in de **ondersteunende** buis en
3. de plaats incident in de **incidentbuis**.

Het dilemma voor bevelvoerder als gevolg van de betonperikelen

De bevelvoerder wordt bij een brand in een tunnel geconfronteerd met een uitzonderlijke calamiteit. Hij/zij zal hiermee weinig ervaring hebben en de (tunnel)omgeving waarschijnlijk minder goed (her)kennen. Ook zijn er bepaalde risico's voor het eigen personeel. Vanwege de 'betonperikelen' wordt de bevelvoerder geconfronteerd met een extra onzekerheid, te weten de niet-gegarandeerde stabiliteit van de tunnel.

De bevelvoerder ontbeert op dit moment een hulpmiddel om die onzekerheid te reduceren en/of een goede inschatting te maken van de genoemde onzekerheid.

⁴ Verbijzonderingen zijn wanneer de 1) de deuren verder uit elkaar zijn gesitueerd (bijv. 250 m) en 2) wanneer er wel sprake is van een file benedenwinds.

Hoewel de bevelvoeder natuurlijk over zijn eigen professionaliteit beschikt om tot een weloverwogen besluit te komen, ontbeert hij op dit moment een hulpmiddel om die onzekerheid te reduceren en/of een goede inschatting te maken van de genoemde onzekerheid. Omdat ervaringen met tunnelbranden beperkt zijn en kennisoverdracht cruciaal is, moet een dergelijk hulpmiddel eenvoudig zijn: snel te doorgronden en toe te passen en zoveel als mogelijk in lijn met de normale wijze van handelen.

De grootste versimpeling van een (toch complexe) inzetbeslissing bij een tunnelbrand wordt verkregen door het aantal variabelen bij zo'n brand te reduceren en door aan te sluiten bij het [kwadrantenmodel](#) voor gebouwbrandbestrijding van de Brandweeracademie. Op basis hiervan is door de Werkgroep Brandbestrijding Wegtunnels Haaglanden een [classificatie](#) gemaakt die toegepast kan worden op de brandbestrijding in tunnels.

Er zijn twee cruciale factoren die de inzetbeslissing op hoofdlijnen richting geven, te weten de omvang van de brand (klein/groot) en of de tunnelventilatie werkt (wel/niet). Uitgezet tegen elkaar geven de omvang van de brand en de werking van de tunnelventilatie vier kwadranten. In elk van de kwadranten is het preferente handelingsperspectief benoemd.

Tabel 2.1 Kwadrantenmodel ten behoeve tunnelbrandbestrijding

		tunnelventilatie	
		werkt wel	werkt niet
brand	Klein (<50MW)	offensief binnen (inzet in de incidentbuis, vanuit ondersteunende buis)	offensief binnen (inzet in de incidentbuis, vanuit ondersteunende buis)
	Groot (>50MW)	offensief buiten (inzet van buitenaf vanuit de tunnelmond van de incidentbuis) defensief binnen (inzet vanuit de ondersteunende buis)	defensief buiten (inzet van buiten de tunnel, voorkomen van uitbreiding naar omgeving)

Het is altijd de bevelvoeder (in afstemming met de officier van dienst) die de inzettactiek bepaalt op basis van zijn eigen professionaliteit, ervaring en bekendheid met de locatie, en op basis van het materieel, het incident et cetera. Deze context heeft ook effect op het prestatievermogen van de incidentbestrijders, iets wat de bevelvoeder zal meenemen in zijn besluit/handelingsperspectief (denk hierbij aan de maximale (acceptabele) inzetduur, de soort bescherming, enzovoort). Het hier gepresenteerde beslisschema is een hulpmiddel dat daarbij kan assisteren, en schrijft geenszins de beslissing voor. Tevens kan het gebruikt worden in het kader van opleiding in de regio's en toegevoegd worden aan het IFV-onderwijs van bevelvoerders.

3 Hulpmiddel 1 voor de bevelvoerder: een beslisschema

In werkelijkheid zullen er meer factoren dan hierboven gepresenteerd in het kwadrantenmodel een rol spelen bij het inzetbesluit van de bevelvoerder. Enkele van die extra factoren zijn hieronder (zonder de complexiteit te willen vergroten, maar wel om de werkelijkheid wat beter te benaderen), betrokken in het ontwikkelde beslisschema voor de bevelvoerder. De twee extra variabelen die worden meegenomen, zijn: de mogelijkheid van escalatie en of er al dan niet sprake is van betonafspat.

In gesprekstafel 4 is gewerkt aan een simpel beslisschema voor de bevelvoerder om hem/haar te assisteren bij zijn/haar besluiten over de brandbestrijding. Onderstaande vragen kunnen beantwoord worden met behulp van dit schema:

- > Moet de eerst aankomende eenheid van de brandweer wel of niet de ondersteunende buis/incidentbuis van de tunnel in gaan?
- > Moet de eerst aangekomen eenheid van de brandweer ingezet worden in de incidentbuis of moet het inzetbesluit heroverwogen worden? Maak deze heroverweging buiten de tunnel, dus ook niet in de ondersteunende buis.

De centrale vraag waar het beslisschema de bevelvoerder bij kan assisteren is:

“Wanneer is het nog veilig om de tunnel (zowel de ondersteunende als de incidentbuis) binnen te rijden/treden in geval van brand?”

Om deze vraag als bevelvoerder te beantwoorden is een beslisschema in de vorm van vier vragen uitgewerkt. De antwoorden op deze vragen kunnen verkregen worden uit informatie van de Verkeerscentrale, het hulpdienstinformatiepaneel en uit de eigen verkenningsgegevens door bevelvoerder. Bij het opstellen van het schema is de volgorde van het beschikbaar komen van informatie bij de bevelvoerder als uitgangspunt genomen.

1) Wat brandt er?

Het gaat hierbij om de omvang van de brand. Bij een ‘kleine’ brand (maximaal 50 Megawatt (MW): enkele personenauto’s, bestelbusje, motorbrand bus, cabinebrand vrachtwagen) is de brandwerendheid van het beton in de incidentbuis niet in het geding. Bij een dergelijke (voertuig)brand kan er een verkenning plaatsvinden in de incidentbuis door aan te rijden via de ondersteunende buis. Met voldoende slagkracht (zie hoofdstuk 4) is een dergelijke brand met een offensieve binneninzet normaliter te blussen door de inzet van één tankautospuiter.

Bij een ‘grote’ brand (meer dan 50MW: bus/touring car, ladingbrand van een vrachtwagen, tankwagen met brandbare vloeistoffen/gas) is het bezwijken van de tunnel niet op voorhand uit te sluiten. Bij een brand inclusief lading is het advies al snel: blijf buiten de tunnel, verken de tunnel van buiten via het hulpdienstinformatiepaneel, en heroverweeg de mogelijkheden (buiten de tunnel) .

In het geval bij een ladingbrand de tunnelventilatie werkt, er geen escalatie mogelijk is en er geen sprake is van betonafspat of de wapening zichtbaar is, kan een inzet in de incidentbuis overwogen worden door de bevelvoerder.

2) Werkt de tunnelventilatie?

Als de tunnelventilatie werkt in de incidentbuis, is er goed zicht op de brand en goed zicht op het beton.⁵ Daardoor weet de bevelvoerder wat er brandt en kan de brandweer redelijk goed de brand naderen om vervolgens verder te verkennen: zijn er slachtoffers? Zijn er andere voertuigen bij betrokken? Zijn er escalatiemogelijkheden?

Er zijn mogelijkheden te komen tot een veilige inzet in de incidentbuis.

Werkt de ventilatie niet, dan is er geen zicht op de brand, noch op de escalatiemogelijkheden of op eventuele betonafspat en het bloot komen te liggen van de wapening. Er is dan geen verantwoorde inzet in de tunnel mogelijk (niet in de incidentbuis, en ook niet in de ondersteunende buis). Verken van buiten de tunnel en heroverweeg de (inzet)mogelijkheden.

3) Zijn er escalatiemogelijkheden?

Bij escalatiemogelijkheden moet gedacht worden aan de mogelijkheid dat de voertuigbrand zich (snel) kan ontwikkelen tot een grote brand van meerdere voertuigen of een (zeer) grote brand (100-200 MW – 1000-1300°C). Denk hierbij aan a) grote aantallen voertuigen zoals personenauto's, bestelbusjes of bussen die (benedenwinds) dicht op elkaar staan (binnen enkele meters) en die bij de brand betrokken raken, b) een vrachtwagen met pallets, lege bierkragen, autobanden, et cetera, of c) een tankwagen met brandbare vloeistoffen. Als er sprake is van een grote brand, betekent dit dat het beton mogelijk aangetast is of raakt, waardoor de tunnelstabiliteit niet gegarandeerd is. Blijft de brand beperkt tot één voertuig, dan is het afhankelijk van de staat van het beton of een inzet in de incidentbuis veilig kan plaatsvinden.

4) Is het beton afgespat of de wapening zichtbaar?

Deze vierde vraag grijpt terug op de aanleiding voor de ontwikkeling van de genoemde hulpmiddelen (de betonperikelen) maar is net zo van belang bij reguliere tunnels. Als het beton in tact is en de tunnelventilatie werkt, is een inzet in de incidentbuis redelijkerwijs mogelijk. Is het betonafspatten begonnen (dat is zien en te horen), ligt de wapening bloot (zie figuur 3 in bijlage 1) of is sprake van beide, dan is een inzet in de incidentbuis onveilig vanwege de niet-gegarandeerde stabiliteit van de tunnel. Verken in dat geval van buiten de tunnel, en heroverweeg de (inzet)mogelijkheden. (Tunnel)brokstukken van beton op het wegdek vormen ook een indicatie voor afgespat beton (zie figuur 3 in bijlage 1).

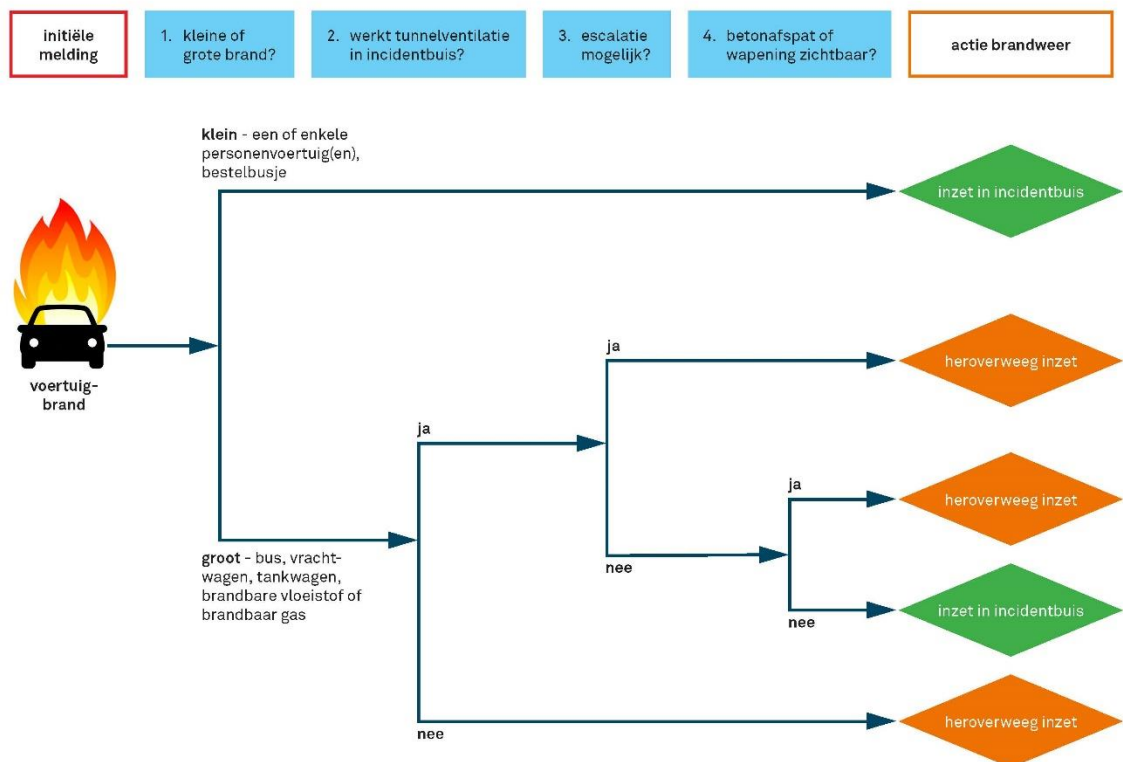
De beantwoording van de vier vragen zal leiden tot één van de twee⁶ hieronder geadviseerde handelingsperspectieven die volgen uit het doorlopen van het beslisschema:

⁵ De brand in de Heinenoordtunnel heeft laten zien dat bij een vrachtwagenbrand waarbij zowel de cabine als de brandstoftank betrokken zijn, waarbij de ventilatie werkt waar geen escalatiefactoren aanwezig zijn, een inzet in de incidentbuis relatief veilig is uit te voeren.

⁶ Omwille van de (noodzakelijke) eenvoud zijn hier slechts twee handelingsperspectieven onderscheiden voor de bevelvoerder. Een beperking van de keuzemogelijkheid is namelijk gewenst voor uitzonderlijke en onbekende situaties, waarbij sprake kan zijn van grote dynamische risico's voor het eigen personeel en waarbij de ervaring van de leidinggevende gering zal zijn.

- > Een brandweerinzet in de incidentbuis. Deze is mogelijk bij 'kleine' branden en richt zich primair altijd op het bestrijden van de brand, tenzij er een escalatie van de brand mogelijk is: dan zou, indien noodzakelijk, direct ook tot redding overgegaan kunnen worden.
- > Een (her)overweging van de inzet, die gemaakt wordt buiten de tunnel. De heroverweging zelf, de vraag waar die zich op richt en de mogelijke uitkomst ervan zijn van dusdanig veel aspecten afhankelijk dat daar geen uitwerking van is gemaakt.

Bij een inzet gericht op brandbestrijding in de incidentbuis bepaalt de bevelvoerder het benodigde koelend vermogen (zie hoofdstuk 4). Een inzet in de incidentbuis wordt ondernomen indien voldoende koelend vermogen aanwezig is of kan worden opgebouwd en in de veronderstelling dat de inzet ook daadwerkelijk (succesvol) kan worden afgemaakt en tot het blussen van de brand zal leiden.



Figuur 3.1 Beslisschema brandbestrijding wegtunnels

Er zijn in het beslisschema drie situaties waarin de inzet wordt heroverwogen buiten de tunnel ('heroverweeg inzet').

Die drie zijn hieronder benoemd (van boven naar beneden in het schema) met voor elk een handelingsperspectief wanneer extra informatie beschikbaar is gekomen.

1. Grote brand: grote voertuigen branden, de tunnelventilatie werkt en escalatie is mogelijk. Indien er genoeg koelend vermogen kan worden opgebouwd (voor het koelen van voertuigen en één extra straal voor het koelen van het beton) dan kan ingezet worden in de incidentbuis.
2. Grote brand: grote voertuigen branden, de tunnelventilatie werkt, escalatie lijkt niet mogelijk en betonafspat en/of wapening zijn zichtbaar. Idem als bij situatie 1.

3. Grote brand: grote voertuigen branden en de tunnelventilatie werkt niet. Indien de brand benaderbaar is en er voldoende koelend vermogen is (voor het koelen van voertuigen en één extra straal voor het koelen van het beton) dan kan een inzet plaatsvinden. Zo niet, dan kan niet ingezet worden in de incidentbuis.

Voor al deze drie situaties geldt dat er iets meer risico genomen kan worden als er gered moet worden. Maar eerst moet de brand uit, tenzij er geen escalatierisico is; in dat geval kan ook direct gestart worden met de redding.

Het besluit na heroverweging hangt dus mede af van:

- > de opgebouwde en aanwezige slagkracht (is er voldoende koelend vermogen?)
- > de benaderbaarheid van de brand
- > de risico's die er zijn voor de brandweer zelf.

4 Hulpmiddel 2 voor de bevelvoerder: een slagkrachttabel

Naast een beslisschema als hulpmiddel, is het voor de bevelvoerder interessant een handvat te hebben dat kan helpen bij de vraag met welk en hoeveel materieel de brand bestreden kan worden. Dat is uitgewerkt met behulp van twee activiteiten. Ten eerste is bestudeerd wat er in de wetenschappelijke literatuur bekend is over tunnelbrandbestrijding ([Instituut Fysieke Veiligheid 2019](#)). Ten tweede zijn op basis van die wetenschappelijke kennis tunnelbrandscenario's bediscussieerd. Dit is gebeurd in een sessie (19 februari 2019) met bevelvoerders en officieren van dienst die zich in hun werk bezig houden met planvorming en tunnelbrandbestrijding.⁷ Aan hen zijn zes scenario's voorgelegd, die zijn gevisualiseerd en voorzien van kentallen van de brandgrootte en ontwikkeling (tabel 1).

Tabel 4.1 Tunnelbrandscenario's

Scenario #	Voertuig	Brandvermogen (MW)	Tijdsduur tot piek vermogen (minuten)
1	Personenvoertuig	5-10	10
2	Meerdere personenvoertuigen	10-20	20
3	Bestelbusje	15-30	10
4	Bus	45-60	15
5	Vrachtwagen inclusief lading	50-150	15
6	Tankwagen met brandbare vloeistof	200+	onbekend

In de regel wordt bij een brand in een tunnel altijd een verkenning uitgevoerd. Er wordt enkel offensief opgetreden onder twee randvoorwaarden:

- > fysieke bereikbaarheid van de brand
- > toereikende bluscapaciteit om de brand te kunnen blussen.

⁷ Aan deze sessie is deelgenomen door: Ron Beij (Brandweer Amsterdam Amstelland), Eric Dielemans (Veiligheidsregio Zeeland), Hans Godding (Veiligheidsregio Limburg-Zuid), Tom Pauwels (Veiligheidsregio Zeeland), Jennifer van Strien (Veiligheidsregio Haaglanden), Ricardo Weewer, Jos Post, Jan Maarten Elbers (allen IFV). Nils Rosmuller (IFV) zat de sessie voor.

Die randvoorwaarden zullen in de praktijk volgens alle aanwezigen doorgaans niet gehaald worden bij een tunnelbrand met een brandend voertuig ter grootte van een bus (scenario 4) of (in theorie) in geval van een tunnelbrand met een brandvermogen van 50 MW of hoger (scenario's 5 en 6). De bevelvoerder bepaalt in alle gevallen, gebaseerd op de omstandigheden, of al dan niet offensief wordt opgetreden. Bijvoorbeeld in geval van file (bovenwinds en/of benedenwinds) kan het voorkomen dat de brand niet goed te bereiken is en aan de eerste randvoorwaarde niet voldaan kan worden. Dan wordt mogelijk niet offensief opgetreden, ook al betreft het een brand van minder dan 50 MW, zoals bij een aantal brandende personenvoertuigen (scenario 2). Indien niet offensief kan worden opgetreden, wordt defensief opgetreden. Onder defensief optreden wordt verstaan: van buiten de incidentbuis blussen en koelen om reddingen te faciliteren.

De onderstaande twee tabellen 2a (scenario's tot 50MW) en 2b (scenario's van meer dan 50MW) geven vuistregels voor de brandbestrijding. De tabellen laten de operationele aspecten zien waarover de bevelvoerder een besluit moet nemen en de bijbehorende voorkeursuggesties onzerzijds. Voor de hoeveelheid water kan geput worden uit de hulppost (bovenwinds van de calamiteit) of eventueel de tankautospuit, daarbij zoveel mogelijk optredend als bij een normale voertuigbrand.

Enkele uitzonderingen zijn:

- > een sterk afwijkende voertuigbrand (bijvoorbeeld met veel rook): terugtrekken en een nieuw plan maken
- > een brandende vrachtwagen of bus: optreden afhankelijk van situatie
- > een vrachtwagen of tankwagen volledig in brand: terugtrekken.

Tabel 4.2a Brandscenario 1/2/3 (Personenvoertuig/Meerdere personenvoertuigen/Bestelbusje) en operationele voorkeuren

Operationeel aspect	Voorkeur
Tactiek	Verkennen, offensief
Gebruik blusmiddelen	2 Lage Druk (LD) met verdeelstuk vanuit hulppost
Waterbron	Hulppost (eventueel tankautospuit (TS))
Gebruik ademlucht	Iedereen altijd
Warmtebeeldcamera	Altijd
Aantal ploegen	1 TS, 6 personen. Uitzondering vormt een elektrisch voertuig, dan nog extra koelcapaciteit, in de vorm van 1 extra TS, 1 LD omgeving (tunnel en andere voertuigen)

Tabel 4.2b Brandscenario 4/5/6 (Bus/Vrachtauto/Tankwagen) en operationele voorkeuren

Operationeel aspect	Voorkeur
Tactiek	Defensief, verkennen (is de brand bereikbaar en is er voldoende water?), slagkracht opbouwen Offensief, indien slagkracht is opgebouwd. Wat dan nodig is, zie hieronder:
Gebruik blusmiddelen	Minimaal 5 lage druk (LD)
Waterbron	Vanuit tankautospuiten vanuit de ondersteunende buis
Gebruik ademlucht	Altijd
Warmtebeeldcamera	Altijd
Aantal ploegen	1 peloton

Een andere uitzondering betreft een brandende tankwagen met een brandbare vloeistof of gas. Dit betreft een zeldzame, maar tegelijkertijd zeer riskante situatie met een grote impact op de veiligheid van het eigen personeel en de stabiliteit van de tunnel. Het advies is om zo(veel) mogelijk monitoren in te zetten om te koelen en om zo snel mogelijk weer te vertrekken uit de incidentbuis. Dit dient te gebeuren in de wetenschap dat ondertussen voldoende capaciteit opgebouwd kan worden om later een inzet te kunnen ondernemen in de incidentbuis.

5 Enkele praktische tips

Gedurende de ontwikkeling van de operationele handelingsperspectieven hebben we diverse praktische tips vernomen, die vanwege het grote detailniveau niet in de handelingsperspectieven opgenomen zijn. Omdat deze echter wel degelijk van waarde kunnen zijn voor de bevelvoerder bij brandbestrijding, zijn ze hieronder op een rij gezet.

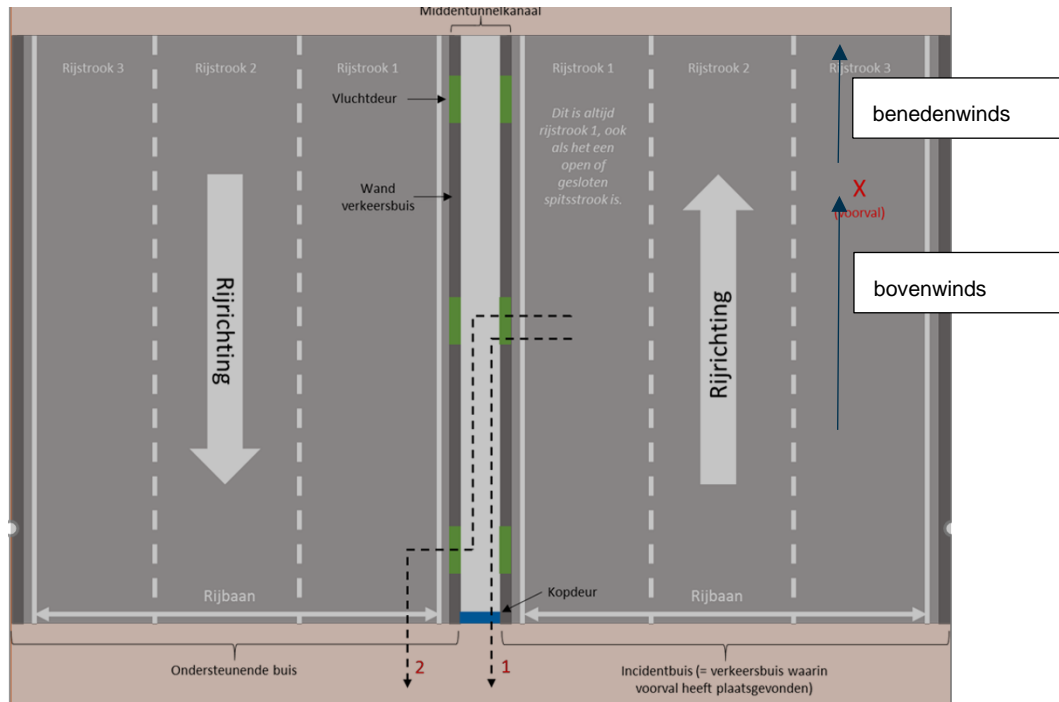
Nummer	Tip
1	Gebruik de noodtelefoon in de ondersteunende buis voor een laatste update vanuit de verkeerscentrale over de brandontwikkeling.
2	De communicatie in de incidentbuis kan plaatsvinden via C2000 (een tunnel is een 'special coverage location' (SCL) of via de hulppostkast. De 'direct mode of communication' werkt niet tussen de twee verkeersbuizen vanwege de betonnen scheidingswand.
3	Het nummer van dezelfde vluchtdeur kan vanuit de ondersteunende buis anders zijn dan vanuit de incidentbuis.
4	Kijk, wanneer de brand gelokaliseerd is, ook kort de incidentbuis in door een deur benedenwinds om te zien of er eventuele vervoermiddelen staan met personen erin.
5	Houd bij vloeistofbranden en blusactiviteiten rekening met afstroming van de vloeistoffen zowel over rijbaan naar beneden (vanwege het hellingspercentage van de rijbaan) en naar de zijkant van de rijbaan (vanwege de verkanting van de rijbaan).
6	Denk bij extreme branden ook aan de koeling van de omgeving/constructie.
7	Wanneer de ventilatie niet noodzakelijk meer is, vraag de tunnelbeheerder om deze uit te zetten. Hierdoor wordt het lawaai in de incidentbuis een stuk minder, hetgeen de communicatie vergemakkelijkt.

Literatuurlijst

- Cheong, M. K., Spearpoint M. J., Fleischmann C. M. (2008) [Design fires for vehicles in road tunnels](#). Proc. 7th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, Auckland, New Zealand, pp.229-240.
- Flohr, R., Rosmuller N., Koebrugge O. (2016). [Handreiking voorbereiding Tunnelincidentbestrijding](#). Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.
- Hagen, R., Hendriks A., Molenaar J. (2014). [Kwadrantenmodel voor gebouwbrandbestrijding](#). Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.
- Instituut Fysieke Veiligheid (2019). [Een literatuurstudie naar brandbestrijding in wegtunnels](#). Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.
- [Kamerbrief over verminderde brandwerendheid van beton bij 4 wegtunnels](#), 8-8-2017.
- Oosterveld, R., (2013). [Slachtofferberekening bij een tunnelbrand. Een verkenning naar een kwantitatieve risico analyse voor het berekenen van gewonden bij een tunnelbrand](#). Masterthesis, Universiteit van Twente.
- Rijkswaterstaat, gemeente en hulpdiensten, [Overzicht van korte termijn operationele afspraken per tunnel](#), 8-8-2017.
- Rosmuller, N. (2017). [Betonperikelen en de consequenties voor tunnelbrandbestrijding](#). Presentatie, gehouden tijdens de KPT kennisbijeenkomst van 16 november 2017.
- Werkgroep Brandbestrijding Wegtunnels Haaglanden (2012). [Handelingsperspectief Brandbestrijding Wegtunnels](#).

Bijlage 1 Visualisaties van kernbegrippen

Visualisatie van een tunnel



Figuur B 1.1: Tunnel met middeltunnelkanaal, de ondersteunende buis en de incidentbuis, beneden- en bovenwinds van het ongeval

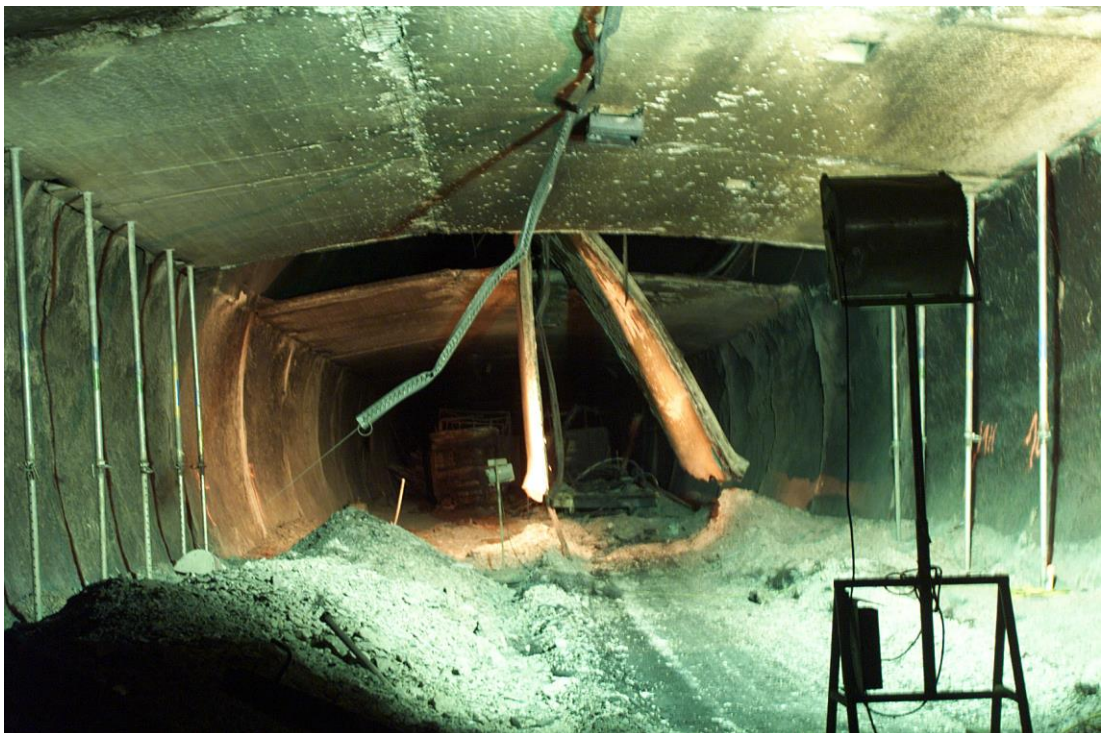
Visualisaties van blootliggende wapening en betonafspat



Afbeelding B 1.2 : Blootliggende wapening. Foto: MFPA Leipzig GmbH



**Afbeelding B 1.3: Betonafspatting in de Victory Boogie Woogietunnel (Den Haag).
Foto: Frank Haring (projectorganisatie Rotterdamsebaan)**



**Afbeelding B 1.4: Indicatie van betonafspat: brokstukken beton op het wegdek.
Foto van www.neumayr.cc**

Bijlage 2 Brandvermogens en visualisatie

Deze bijlage bestaat uit twee delen. In het eerste deel komen brandvermogens aan bod, en in het tweede deel visualisaties die behulpzaam kunnen zijn bij het inschatten van de omvang van de brand.

Deel 1

Er bestaan diverse tabellen met brandvermogens voor verschillende voertuigbranden in tunnels. Op basis van die bronnen staan hieronder enkele ranges gepresenteerd van brandvermogens en de tijdsduur om het piekvermogen te bereiken. Deze getallen zijn enkel bedoeld als handvat voor de bevelvoerder.

Tabel B 2.1: Samenvatting van kengetallen uit de literatuur over tunnelbranden

Voertuig	Brandvermogen (MW)	Tijdsduur tot piek vermogen (minuten)
Personenauto	5-10	10
Meerdere personenauto's	10-20	20
Bestelbusje	15-30 ⁸	10
Bus	45-60	15
Vrachtwagen inclusief lading	50-150	15
Tankwagen met brandbare vloeistof	200+	??

Hieronder staan de gegevens waarop bovenstaande tabel is gebaseerd.

⁸ Op basis van [Cheong, Spearpoint en Fleischmann](#) (2008).

Tabel B 2.2: Brandvermogens gehanteerd door de NFPA 502

Voertuig	Experimentele HRR		Representatieve HRR	
	Piek HRR (MW)	Tijd tot piek HRR (min)	Piek HRR (MW)	Tijd tot piek HRR (min)
Personenauto	5-10	0-54	5	10
Meerdere personenauto's	10-20	10-55	15	20
Bus	25-34	7-14	30	15
Zware vrachtwagen	20-200	7-48	150	15
Tankwagen met brandbare vloeistof	200-300	-5	300	-

De NFPA 502 hanteert de bovenstaande op brandexperimenten gebaseerde waarden als richtlijn voor de brandvermogens (HRR=heat release rate, in Megawatt (MW)) en het moment van het bereiken van het piekvermogen (Peak HRR, in minuten (min)).

Tabel B 2.3: Brandvermogens volgens Oosterveld (Universiteit Twente, 2013)

Voertuig	Brandvermogen	
Personenauto	5 en 10 MW	
Vrachtauto	25, 50 en 100 MW	
Tankauto	Kleine plasbrand	50 MW
	Middelgrote plasbrand	100 MW
	Grote plasbrand	200 MW

[Oosterveld](#) heeft de bovenstaande tabel met brandvermogens samengesteld op basis van literatuurstudie.

Tabel B 2.4: Brandvermogens volgens Rosmuller (2017)

Tunnel	Aard van de brand	Brandvermogen (max MW)	Brandvermogen (gemiddeld MW)	Bron
Mont Blanc (1999)	Vrachtwagen met margarine en tientallen voertuigen	180	75-100	PIARC 2006
Tauern (1999)	Kettingbotsing met vrachtwagens (verfspuitbussen) en tientallen personenwagens	120	ca 90	PIARC 2006
Heinenoord (2014)	Vrachtwagen met zoutgeladen drums op pallets	65	50-60	Efectis 2015

[Rosmuller](#) (2017) heeft van enkele uitzonderlijke branden op basis van gerelateerde rapporten de brandvermogens bij deze branden op een rij gezet.

Deel 2

Visualisaties kunnen behulpzaam zijn bij het inschatten van de omvang van de brand door de bevelvoerder. Hieronder zijn twee foto's van tunnelbranden opgenomen, de eerste met een brandende personenwagen en een brandvermogen van tussen de 5 en 10 MW, en de tweede met een brandende vrachtwagen en een brandvermogen van meer dan 200 MW.



Foto: Erwin van der Lem, District8



Foto: ANP/EPA PHOTO KEYSTONE/KANTONSPOLIZEI TESSIN/MAI-hh

Afbeelding B 2.5: Visualisatie van brandvermogens