

Onderzoek richtlijn brandveiligheid parkeergarages

Status	definitief
Versie	002
Rapport	F.2013.0591.01.R002
Datum	20 november 2015

Colofon

Opdrachtgever	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties Postbus 20011 2500 EA 'S-GRAVENHAGE
Contactpersoon	de heer M. Balk Marcel.Balk@minbzk.nl
Project	onderzoek richtlijnbrandveiligheid parkeergarages
Betreft	-
Uw kenmerk	-
Rapport	F.2013.0591.01.R002
Datum	20 november 2015
Versie	002
Status	definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Casuariestraat 5 2511 VB Den Haag Postbus 370 2501 CJ Den Haag
Informatie	prof.ir. P.H.E. (Peter) van de Leur 088 346 77 04 le@dgmr.nl
Auteur	prof.ir. P.H.E. (Peter) van de Leur 088 346 77 04 le@dgmr.nl
Verantwoordelijk	prof.ir. P.H.E. (Peter) van de Leur 088 346 77 04 le@dgmr.nl
Verwerkt door	OL TVO

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Leeswijzer	5
3. Huidige situatie	6
3.1 Richtlijnen voor ontwerp en toetsing in Nederland	6
3.2 Brandontwikkeling in geparkeerde auto's	12
3.3 Statistische gegevens	17
3.4 Overzicht recente parkeergaragebranden in Europa	18
3.5 Analyse van onderzoeken en statistiek	19
3.6 Effectiviteit van rookbeheersing	22
4. Analyse	25
4.1 Risico's in garages algemeen	25
4.2 Risico's in garages/brandcompartimenten kleiner dan 1.000 m ²	26
4.3 Gevaren bij grote brandcompartimenten	27
4.4 Gelijkwaardigheid van de LNB richtlijn	28
4.5 Gelijkwaardigheid van NEN 6098	29
5. Veiligheidsniveaus, scope	31
5.1 Veiligheidsniveaus	31
5.2 Risicodifferentiatie	31
6. Maatregelen en voorzieningen	33
6.1 Inleiding	33
6.2 Overzicht	33
6.3 Samenhang, staffeling van maatregelen	39
7. Conclusies en aanbevelingen	42
8. Referenties	46

Bijlagen

Bijlage 1	Overzicht parkeergaragebranden in enkele landen in Europa
-----------	---

1. Inleiding

De brandveiligheid van grote parkeergarages is in Nederland sinds de jaren negentig van de vorige eeuw een onderwerp van onzekerheid en discussie. De bouwregelgeving beperkt zich boven 1.000 m² tot een functionele eis. De bij het ontwerp betrokken partijen krijgen voor de invulling daarvan tegenstrijdige informatie over de feitelijke doelstellingen van de overheid inzake de brandbeveiliging in een parkeergarage, betrouwbare gegevens over de effectiviteit van voorzieningen ontbreken en aan de betrouwbaarheid van berekeningen met rekentools bestaat in brede kring twijfel.

Parkeergarages kennen een grote variatie in (onder meer) omvang, verbindingen met de buitenlucht, type ventilatie, situering met boven-, naast- of ondergelegen gebouwdelen, bestemming voor uitsluitend personenwagens of ook bussen en vrachtvervoer, klassiek of (semi-)automatische plaatsing. Over het gehele bereik van de parameters is er behoefte aan heldere regels waaraan bouwers en toetsers sturing kunnen ontleen bij het opstellen resp. toetsen van de brandveiligheid in vergunningaanvragen.

Het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties heeft DGMR Bouw opdracht verleend om een onderzoek uitvoeren naar een richtlijn voor de brandveiligheid van parkeergarages, over de volle breedte van de eerder genoemde parameters. Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van een klankbordgroep van brandweer en gebouweigenaren.

Het betreft een oriënterend onderzoek dat door het Ministerie ter beschikking wordt gesteld aan NEN voor een nieuw te ontwikkelen NEN-norm voor grote parkeergarages.

2. Leeswijzer

Hoofdstuk 3 beschrijft de huidige status quo, met achtereenvolgens:

- Een historisch overzicht van regelgeving en ontwerprichtlijnen die in Nederland zijn gehanteerd voor de brandveiligheid van parkeergarages.
- Een overeenkomstig overzicht van regelgeving en richtlijnen in enkele buitenland.
- Een overzicht van wetenschappelijk onderzoek naar het brandgedrag van auto's.
- Een overzicht van statistische gegevens over autobranden, uit literatuur.
- Een overzicht van parkeergaragebranden in Nederland en in enkele buurlanden over de laatste 10 jaar (internet search).
- Een analyse van de huidige situatie qua gehanteerde concepten, uitgangspunten en uitwerkingen voor de brandbeveiliging van parkeergarages.
- Een kritische bespreking van de rol van rekenmodellen in de beveiliging van parkeergarages.

Hoofdstuk 4 geeft op basis van de gegevens uit hoofdstuk 3 een analyse van de risico's in grote en kleine parkeergarages, en beoordeelt de gelijkwaardigheid van oplossingen bereikt met de oplossingen voorgeschreven in de LNB richtlijn en in NEN 6098..

Hoofdstuk 5 beschrijft systematisch de doelstellingen van de brandbeveiliging van parkeergarages en doet aanbevelingen voor de factoren waarop onderscheid zou moeten worden gemaakt om tot een redelijk uniform veiligheidsniveau te komen.

Hoofdstuk 5 beschrijft de belangrijkste maatregelen en voorzieningen die kunnen worden ingezet om de risico's in te dammen.

Hoofdstuk 7 geeft de belangrijkste conclusies en aanbevelingen.

3. Huidige situatie

3.1 Richtlijnen voor ontwerp en toetsing in Nederland

3.1.1 Overzicht

Het brandveiligheidsontwerp van grote parkeergarages is in Nederland lange tijd verlopen langs de lijnen van enkele documenten waarvan sommige door de grote meerderheid van de betrokken partijen als leidend werden beschouwd. Het betreft achtereenvolgens:

- NPR 2443 Parkeergarages, 1978.
- Een Brandveilig Gebouw Bouwen, NBF, 1994.
- Bouwbesluit 1992, 2003, 2012 in samenhang met resp. de Modelbouwverordening (tot 2008) en daarna het Gebruiksbesluit (tot 2012).
- Praktijkrichtlijn (aanvullende) Brandveiligheidseisen op het Bouwbesluit voor mechanisch geventileerde parkeergarages met een gebruiksoppervlakte groter dan 1.000 m², 2002, NVBR ('LNB richtlijn').
- Praktijkrichtlijn Mechanisch geventileerde parkeergarages met een gebruiksoppervlakte groter dan 1000 m². Brandveiligheidseisen (aanvullende) op het bouwbesluit, Concept april 2004, Regionale Hulpdienst Rotterdam Rijnmond in samenwerking met dS+V.
- BvB 2007, Beheersbaarheid van Brand, 2007.
- NEN 6098, Rookbeheersingsystemen voor mechanisch geventileerde parkeergarages, 2012.

Een zeer korte beschrijving van de scope en inhoud van deze documenten volgt hier.

NPR 2443 behandelt zowel open als gesloten parkeergarages. Als een garage voldoende openingen in de gevels heeft, goed verdeeld over de omtrek, een beperkte afstand tussen de gevels, en voldoende vrij licht, dan geldt de garage als 'open'. De NPR bevat vrij complete 'voorschriften' voor de brandveiligheid. Onder verwijzing naar proeven met autobranden waaruit een zeer beperkte warmteontwikkeling bij brand was waargenomen hoefde in een open garage zonder bovenbouw de draagconstructie geen brandwerendheid te hebben, en hoefde de garage niet in brandcompartimenten te worden onderverdeeld. In gesloten garages mochten brandcompartimenten niet groter zijn dan 5.000 m², gescheiden door constructies met een brandwerendheid van 60 minuten (dragend) of 30 minuten (niet-dragend).

NPR 2443 is in 1996 opgevolgd door NVN 2443 en in 2000 door NEN 2443. De opvolgers bevatten geen brandveiligheidsvoorschriften meer, als reactie op het verschijnen van de landelijk uniforme regelgeving van het Bouwbesluit in 1992. De voorwaarden waaronder in NPR 2443 een garage als open mocht worden beschouwd zijn in NEN 2443 blijven staan, maar nu nog uitsluitend als voorwaarden voor het mogen beschouwen als zodanig 'natuurlijk geventileerd' dat CO/LPG concentraties voldoende laag zijn, zonder claims op ontheffing van brandveiligheidsregels.

Een Brandveilig Gebouw Bouwen, 1994 (3e druk, 1998)

Dit document is opgesteld door de NBF, de voorloper van eerst NVBR en vervolgens Brandweer Nederland en moet in samenhang worden gelezen met Een Brandveilig Gebouw Installeren (1993) en De Omgeving van een Brandveilig Gebouw (1991). Het document gaf gedetailleerde voorschriften voor de brandveiligheidsvoorzieningen in gebouwen waarvoor het Bouwbesluit 1992 nog geen prestatievoorschriften bevatte, waaronder parkeergarages. De documenten hadden geen formele status, maar werden breed gevolgd. Met de inwerkingtreding van Bouwbesluit 2003 dat voor alle gebruiksfuncties prestatievoorschriften bevatte is de serie documenten zijn relevantie kwijtgeraakt, behalve soms voor invulling van gelijkwaardigheid.

De belangrijkste voorschriften betreffen:

- Gesloten garage: brandcompartimenten gebruiksoppervlakte (GO) maximaal 5.000 m²; Open garage (onder verwijzing naar NVN 2443): geen limiet.
- Gesloten garage: 4-voudige (4 ACH) rookventilatie.
- Hoofddraagconstructie: brandwerendheid afhankelijk van de hoogte oplopend tot 120 minuten overeenkomstig Bouwbesluit 1992.
- Ontruimingsalarminstallatie (oai) type C als GO > 5.000 m².
- Loopafstand tot uitgang rookcompartiment maximaal 30 m.

Bouwbesluit 1992 bevat voor parkeergarages geen prestatievoorschriften, wel functionele eisen voor algemene niet tot bewoning bestemde gebouwen en voor grote brandcompartimenten, plus de verplichting voor een aanvrager om aan te tonen dat aan die functionele eisen is voldaan. In de praktijk komt dat neer op het volgen van Een Brandveilig Gebouw Bouwen (NBF) of NPR 2443. De Modelbouwverordening, uitgegeven door de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) stelde voorwaarden aan het brandveilig gebruik van bouwwerken, in casu een brandmeldinstallatie (bmi) met volledige bewaking en doormelding naar de alarmcentrale van de brandweer en een oai.

Bouwbesluit 2003 heeft voor het eerst prestatievoorschriften voor parkeergarages, ofwel 'overige gebruiksfunctie voor het stallen van motorvoertuigen' met brandcompartimenten tot 1.000 m² (nieuwbouw) of 2.000 m² (bestaande bouw).

Garages met een totale omvang kleiner dan 1.000 m² met meer dan één bouwlaag moesten een brandmeldinstallatie hebben met handmelders. Tussen 1.000 m² en 2.500 m² was een bmi met volledige bewaking verplicht, maar een certificaat voor die installatie was niet verplicht. Boven de 2.500 m² moest de garage zijn voorzien van een bmi met volledige bewaking en doormelding naar de RAC (Regionale Alarmcentrale) en beschikken over een 'geldig certificaat als bedoeld in de Regeling brandmeldinstallaties 2002 van het Centraal College van Deskundigen van het CCV (Centrum voor Criminaliteitspreventie en Veiligheid)'

Garages met grotere brandcompartimenten dan 1.000 m² zijn vanaf 2003 aangewezen op het gelijkwaardigheidsartikel 1.5 of, formeler, afdeling 2.22 'grote brandcompartimenten', en daarmee in de praktijk veelal op één van de beschikbare richtlijnen. Vanaf 2008 zijn bovendien de gebruikseisen uit de Modelbouwverordening onder het landelijk uniforme Gebruiksbesluit geplaatst, en vanaf 2012 zijn ze in het Bouwbesluit ondergebracht.

Bouwbesluit 2012 volgt voor parkeergarages Bouwbesluit 2003 op alle essentiële punten. Het Bouwbesluit 2012 geeft prestatievoorschriften voor parkeergarages onderverdeeld in brandcompartimenten van ten hoogste 1.000 m² (nieuwbouw) of 3.000 m² (bestaande bouw).

De belangrijkste brandveiligheidsvoorschriften voor nieuwbouw zijn:

- WBDBO-eis 60 minuten naar andere brandcompartimenten.
- Bergingen, kleine technische ruimten maar ook kantoorfuncties mogen samen met parkeerplaatsen in een brandcompartiment van de parkeergarage liggen.
- Maximale werkelijke loopafstand 60 m tot uitgang.
- Brandmeldinstallatie met handbrandmelders en ontruimingsalarm als de parkeergarage hoger ligt dan 1,5 m boven meetniveau; volledige bewaking als de garage groter is dan 1.000 m²; boven de 2.500 m² is voor beide installaties een CCV inspectiecertificaat verplicht.
- Brandslanghaspel niet vereist, draagbare of verrijdbare blustoestellen kunnen worden geëist.

Deze voorschriften gelden ook voor garages groter dan 1.000 m² die zijn onderverdeeld in brandcompartimenten van ten hoogste die omvang.

LNB Praktijkrichtlijn, 2002 Praktijkrichtlijn (aanvullende) Brandveiligheidseisen op het bouwbesluit voor Mechanisch geventileerde parkeergarages met een gebruiksoppervlakte groter dan 1.000 m², uitgebracht door het LNB, Landelijk Netwerk Brandpreventie, onderdeel van de NVBR (nu: Brandweer Nederland). Het document vertegenwoordigt de visie van de (toenmalige) brandweerorganisatie over het geheel aan voorzieningen dat nodig is voor een brandveilige mechanisch geventileerde garage groter dan 1.000 m². Het document dateert van december 2002, maar heeft sindsdien opmerkelijk genoeg nooit een status definitief gekregen.

Uitgangspunt van de richtlijn is dat de brandweer bij brand automatisch wordt gealarmeerd, en dan met behulp van enkele aanvullende voorzieningen in staat is de brand te blussen voordat die meer dan 3 auto's omvat. Er is geen onderverdeling in brandcompartimenten vereist, sterker: de brandweer ziet gevaren bij een binnenaanval in een grote garage die is onderverdeeld in kleine compartimenten met daartussen grote beweegbare deuren. Om de veronderstelde snelle blussing realistisch te maken, stelt de richtlijn een aantal voorzieningen verplicht:

- Automatische detectie op basis van thermische melders, met doormelding naar de RAC; zonering op ten hoogste 1.000 m² ten behoeve van plaatsbepaling brandhaard.
- Maximale loopafstand vanaf een beschermde toegang tot enige plaats in de garage 30 m.
- Blusleiding met aansluiting bij elke ingang.
- Draagconstructies 120 minuten brandwerend.
- WBDBO naar aangrenzende gebruiksfuncties 60 minuten.
- Verplichte rookventilatie: boven de 2.500 m² rookvrij vanaf 45 minuten na aanvang van de brand, aan te tonen met CFD. Tot 2.500 m² is CFD niet nodig en volstaat 10-voudige ventilatie. Vermogenscurve brandhaard voorgeschreven, volgt aanbeveling van TNO CvB voor 3 auto's met een piek op 9 MW.

Open parkeergarages vallen buiten het toepassingsgebied. Adviesbureaus konden echter vaak met CFD aantonen dat ook bij lage windsnelheid en voor willekeurige windrichting aan de prestatie-eis voor mechanische ventilatie (rookvrij na 45 minuten) werd voldaan. Die aanpak kon bij toetsers op brede instemming rekenen, zodat open parkeergarages zonder veel problemen konden worden gerealiseerd.

De NVBR heeft in mei 2012 de concept praktijkrichtlijn formeel ingetrokken, na kritiek op de richtlijn in de NIFV rapportage over de brand in parkeergarage de Appelaar in Haarlem in 2010. De NVBR is niet langer overtuigd van het veiligheidsniveau dat met de set voorzieningen kan worden bereikt. De eis van een rookvrije garage na 45 minuten heeft feitelijk geen veiligheidsachtergrond. In het bijzonder draagt de ventilatie niet bij aan de veiligheid van de brandweerinzet.

Praktijkrichtlijn Rotterdam : De richtlijn getiteld 'Mechanisch geventileerde parkeergarages met een gebruiksoppervlakte groter dan 1.000 m², (aanvullende) brandveiligheidseisen op het bouwbesluit', 2004, dienst Stedebouw en Volkshuisvesting (dS+V) Rotterdam en Regionale Hulpdienst Rotterdam Rijnmond (later: VRR), is een lokale aanscherping van de LNB richtlijn. De rookventilatie moet de brandweer bij de bestrijding voorzien van een veilige, rookvrije aanvalsroute: 'zicht op de brand' over een lijn 10 cm onder het plafond; en dat bij een vermogen overeenkomend met vier brandende auto's (piekvermogen 12 MW, sneller bereikt dan in LNB versie). Boven de 2.500 m² stelt de richtlijn naast een CFD berekening een 'warme rookproef' verplicht.

BvB 2007 Beheersbaarheid van Brand, Oranjewoud Save in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken is een algemene richtlijn voor een mogelijke invulling van gelijkwaardige brandveiligheid op het aspect branduitbreiding. De methode BvB is voor parkeergarages alleen toepasbaar bij het hanteren van het maatregelpakket 4 (sprinklerinstallatie), maar behandelt een parkeergarage verder niet anders dan de andere functies binnen het toepassingsgebied. Naast de sprinklerinstallatie vraagt BvB alleen een verhoogde WBDBO naar omliggende compartimenten.

NEN 6098:2012 is opgesteld op initiatief van de industrie met als doel om problemen op te lossen in de eisen die de Rotterdam-richtlijn stelt aan de rookventilatie. Die problemen betroffen de eenduidigheid van formuleringen, maar ook onderdelen van de eisen.

Bij DGMR zijn op basis van CFD-berekeningen uitgevoerd voor reële projecten twijfels ontstaan aan de haalbaarheid van het criterium 'zicht op de brand' zoals de Rotterdamse richtlijn dat voorschrijft. Daarom definieert de norm 'zicht op de brand' als 'rookarm de brandhaard kunnen benaderen tot op 15 m'. Dat criterium is aanzienlijk lichter dan dat van de Rotterdamse richtlijn, maar met de verwachting dat het lichtere criterium in de praktijk beter haalbaar is.

Om bij het overschrijden van 1.000 m² omvang een al te grote sprong in geëiste voorzieningen te voorkomen, vraagt NEN 6098 'zicht op de brand' pas boven 2.500 m² compartimentomvang. Tussen 1.000 m² en 2.500 m² stelt de norm geen eisen aan rookventilatie, maar wel aan snelle detectie en ontruimingsalarmering. Voor andere aspecten van de brandveiligheid stelt de norm geen eisen, maar kan de aanvrager de gelijkwaardigheid onderbouwen met voorzieningen uit de LNB richtlijn (loopafstand, zonering brandmeldinstallatie, doormelding, bluswateraansluiting).

Voor inschatting van de brandontwikkeling grijpt de norm terug op dezelfde experimenteel bepaalde curve als de LNB richtlijn.

De bewust vertraagde melding verkregen via thermische melding (voorgeschreven in de LNB richtlijn) leidde in CFD simulaties in het kader van bouwprojecten nogal eens tot situaties die over een grote oppervlakte verrookt waren op het moment van alarmering. NEN 6098 reageert daarop door een vroege alarmering van gebruikers van de garage te eisen via het definiëren van een kleine brandhaard in de opleverproef (2 brandmatten). De prijs die daarvoor betaald moet worden is een verhoogde kans op ongewenste melding. De norm lost dat op door tweegroeps- of tweemelderafhankelijkheid voor te schrijven, waarbij de ontruimingsalarmering plaatsvindt na een eerste melding en de alarmering van de brandweer pas als een tweede melding uit dezelfde zone binnenkomt.

De scope van de norm beperkt zich tot mechanische ventilatie, detectie en alarmering. Het spreekt zich dus niet uit over de samenhangende set voorzieningen die een gelijkwaardige oplossing beschrijven. Zaken zoals brandwerende scheidingswanden, materiaalgedrag en overige brandbeveiligingsinstallaties komen in de norm niet aan de orde. Een aanvrager kan voor het samenstellen van een gelijkwaardige oplossing voor die zaken bijvoorbeeld de Bouwbesluitvoorschriften of de LNB richtlijn volgen. De norm geeft in een informatieve bijlage een staffeling van voorzieningen, afhankelijk van de omvang van de garage.

Gesprinklerde garages, open garages, (semi-)automatische garages en bestaande garages vallen buiten de nauw afgebakende scope van de norm.

NEN 6098 is in april 2012 gepubliceerd. De norm heeft een zekere populariteit gekregen, maar is niet door Brandweer Nederland omarmd als de opvolger van de eigen LNB richtlijn.

3.1.2 Analyse

Voor gesloten garages was compartimentering op 5.000 m² tot de negentiger jaren de norm. Grotere garages werden in beginsel in compartimenten onderverdeeld. Vermoedelijk konden grote ongecompartimenterde garages alleen worden gebouwd door deze onder sprinklerdekking te brengen. In de negentiger jaren won rookbeheersing aan populariteit, vooral door de introductie van de stuwdrukventilatoren (jet fans) die in verkeerstunnels succesvol voor rookbeheersing werden ingezet.

Tegelijk ontstond bij de brandweer het besef dat een grote garage die in kleine compartimenten is onderverdeeld, uit het oogpunt van bestrijding via een binnenaanval, risico's met zich meebrengt. Zeker als de compartimentering plaatsvindt met beweegbare scheidingsconstructies zoals schuif- of roldeuren of afrolbare schermen. Dat droeg zeker bij aan een positieve houding van de brandweer tegenover rookbeheersing als (hoofd)voorziening in een parkeergarage.

De LNB-richtlijn uit 2002 schrijft rookbeheersing voor. Overigens zonder dat die een functie heeft in de bestrijding van de brand. De richtlijn gaat uit van snelle bestrijding van de brand en schrijft met dat doel een aantal voorzieningen voor: automatische detectie en doormelding, plaatsbepaling, schone en veilige toegang op beperkte afstand, bluswateraansluiting bij elke ingang. Daarnaast stelt de richtlijn randvoorwaarden zoals goede brandvoortplantingsklasse van dak en wanden en plaatsing van bergingen buiten het compartiment. Daarmee dacht de brandweer (de NVBR) voldoende te hebben om ook door dichte rook de brand te kunnen blussen. Rookbeheersing heeft een ondergeschikte rol, namelijk ervoor zorgen dat de garage binnen redelijke tijd na blussing weer rookvrij is. Omdat het verplichte aantonen van voldoende snelle rookafvoer grote inspanning vergt, bijna altijd met inzet van CFD, is in 'de markt' de indruk ontstaan dat rookbeheersing in de richtlijn een belangrijke rol speelt voor het bereiken van gelijkwaardigheid in (zeer) grote ongecompartimenterde garages. De richtlijn is zo ook een belangrijke aanjager geweest van de groei van de toepassing CFD voor brandveiligheidsproblemen.

In de 'Rotterdamse variant' van de LNB richtlijn is de rol van rookbeheersing wel essentieel. 'Zicht op de brand' moet daar de brandweer voorzien van rookvrije toegang tot de brandhaard, en daarmee zorgen voor een veilige en effectieve inzet in de garage. 'Zicht op de brand', met het gehanteerde criterium daarvoor, vereist krachtige rookbeheersing en vereist CFD om vooraf aan te tonen dat 'zicht op de brand' wordt bereikt.

NEN 6098 is net als de VRR richtlijn gericht op het bereiken van een rookvrije zone in de garage van waaruit de brandweer veilig de brandhaard kan bereiken, maar is aanzienlijk minder optimistisch dan de VRR over de mogelijkheid om met rookbeheersing een volledig rookvrije toegang tot de brandhaard te realiseren. NEN 6098 hanteert daarom een veel lichter criterium, te weten 'de brandhaard tot op 15 m afstand rookvrij kunnen benaderen'.

Rookbeheersing in een parkeergarage is gekoppeld aan één of meer maatgevende brandscenario's. De LNB en NEN 6098 grijpen daarvoor terug op een vermogenscurve afkomstig uit onderzoek uit de jaren negentig. De curve loopt op tot 9 MW (3 auto's) na 22 minuten, waarna door brandweeringrijpen het vermogen naar nul daalt. De VRR heeft dezelfde curve uit voorzorg naar boven bijgesteld tot een piek van 12 MW en stelt dat dat past bij 4 brandende auto's.

Geen van de richtlijnen gaat daarmee in op de gevolgen van ontwikkelingen in autotechniek en evenmin op de specifieke Nederlandse ontwikkelingen waaronder doormelding en de wijze van optreden van de brandweer. Beide ontwikkelingen hebben invloed op het vrijkomend vermogen waarmee de brandweer wordt geconfronteerd als zij de brandhaard benaderen. Dit rapport gaat verderop op deze effecten in.

Geen van de bekende richtlijnen gaat in op sprinklerbescherming, al dan niet in combinatie met een mate van rookbeheersing. Sprinklerbescherming heeft ook internationaal de reputatie dat die voorkomt dat een brand zich uitbreidt naar andere auto's. Op basis daarvan wordt sprinklerbescherming in Nederland vaak geaccepteerd als onderbouwing van gelijkwaardigheid. Er is echter grote variatie in de mate waarin brandweerkorpsen aanvullende voorzieningen eisen om een voorstel als gelijkwaardig te accepteren.

Open parkeergarages vormen een bijzondere categorie. Ondanks dat brandveiligheid al sinds 1996 niet meer voorkomt in NVN 2443 en vervolgens NEN 2443, komt het nog steeds voor dat een open garage als gelijkwaardig wordt aangevraagd -en zelfs vergund- met de voorzieningen en ontheffingen uit NPR 2443:1978. Dat is als de garage voldoet aan de voorwaarden waaronder die volgens de huidige NEN 2443 mag worden aangemerkt als 'natuurlijk geventileerd'. Die voorwaarden zijn al sinds de jaren negentig niet meer voldoende om te mogen rekenen op beperkte rookhinder, uitstekende bestrijdbaarheid en geen bedreiging van de draagconstructie; laat staan met de huidige auto's.

Een relatief nieuwe categorie garages is die van geautomatiseerde systemen waarin de bestuurder de garage niet ingaat. De auto wordt via een geautomatiseerd transportsysteem naar zijn plaats gebracht en later weer teruggebracht. Auto's worden dicht naast elkaar geplaatst en veelal ook boven elkaar. Voor de meeste uitvoeringen is er geen discussie over dat bestrijden via een binnenaanval niet mogelijk is. Is de garage groter dan 1.000 m², dan is een sprinkler of een ander automatisch blussysteem de enige werkbare voorziening om gelijkwaardigheid te onderbouwen. Er is geen richtlijn die dit stelt, maar het is wel de praktijk.

Een principiële vraag die zelden wordt gesteld (ook niet in de Nederlandse richtlijnen) is: waarom zou je de brandbeveiliging van een grote parkeergarage afmeten op het met een hoge betrouwbaarheid in een vroeg stadium blussen van de brand, terwijl in alle andere gebruiksfuncties, maar ook in een kleine garage, een brand min of meer ongehinderd mag doorgroeien tot het hele brandcompartiment; dat is tenslotte het 'maximale uitbreidingsgebied van brand'?

De oorzaak is naar alle waarschijnlijkheid dat tot in de jaren negentig het vermogen van een autobrand laag was, met als gevolg dat de brandweer er in de praktijk altijd in slaagde de brand te benaderen en te blussen voordat er uitbreiding naar een andere auto plaatsvond, voor zover de brandweerinzet daarvoor nodig was. Of de garage klein of groot was maakte daarbij niet uit. De parkeergarage had daarmee in samenhang met de brandweerinzet een veel betere brandveiligheidsprestatie dan andere gebruiksfuncties.

Toen in de negentiger jaren bleek dat uitbreiding waarschijnlijk was geworden, heeft de brandweer bij het beoordelen van gelijkwaardigheid het niet uitbreiden als doelstelling gehanteerd. Alternatieve oplossingen moesten ook de uitbreiding beperken tot enkele auto's. Daarmee is feitelijk een situatie als referentie gehanteerd die veiliger is dan het niveau dat het Bouwbesluit beoogt. Op basis van de uitgangspunten van het Bouwbesluit zou een grote ongecompartimenteerde parkeergarage waarin een brand zich uitbreidt tot de hele garage als gelijkwaardig kunnen of zelfs moeten worden beoordeeld, mits de veiligheid van de gebruikers van de garage en van de overige gebouwdelen even groot is, en mits de kans op uitbreiding naar andere compartimenten voldoende laag is. Dat zou dan lager moeten zijn dan in de garage die net voldoet aan alle voorschriften van het Bouwbesluit 2012.

3.2 Brandontwikkeling in geparkeerde auto's

3.2.1 Vermogen versus temperatuur

Een brand in een parkeergarage verschilt op een belangrijk aspect sterk van de meeste andere compartimentbranden. In de meeste lage compartimenten leidt een brandontwikkeling waarin bestrijding niet of te laat ingrijpt, in beginsel tot een flashover. Vanaf dat moment is het gehele compartiment bij de brand betrokken en woedt de brand min of meer uniform door tot de brandstof op is. In een parkeergarage is een groei naar flashover extreem onwaarschijnlijk: vrijwel altijd is op elk moment sprake van een zeer lokale brandstofbeheerste brand, die zich langzaam verplaatst door de garage, totdat hij wordt geblust door de brandweer.

Het concept van de temperatuurcurve hoort bij de post-flashover brand met een uniforme temperatuur in het hele compartiment. Een temperatuurcurve heeft geen betekenis bij een lokale brand, omdat daarin geen sprake is van 'de temperatuur in de ruimte'. Daar heeft juist het vrijkomend vermogen (uitgedrukt in kW of MW) betekenis, omdat het vermogen bepaalt hoe snel lucht en objecten opwarmen, hoe snel de brand zich uitbreidt en hoeveel rook er per seconde vrijkomt. Dit is de reden waarom bij parkeergaragebranden het brandscenario wordt vertegenwoordigd door de vermogenscurve, niet door een temperatuurcurve.

De vermogenscurves gemeten in brandproeven met auto's vertonen vaak uitgesproken pieken. De hoogte van de piek is direct van belang voor de vraag of een rookbeheersingsinstallatie de evenredige rookproductie nog aankan (zo niet, dan verspreidt rook zich over een groter gebied) en in iets mindere mate voor de vraag of de constructie bestand is tegen de optredende warmtebelasting. Niet alle constructies hebben 'last' van kortdurende pieken in thermische belasting, maar vooral lichte constructies kunnen daar wel degelijk significant eerder door bezwijken.

De standaardbrandcurve stelt het conventionele scenario voor waarop de Bouwbesluitvoorschriften over constructiegedrag bij brand zijn gebaseerd (weerstand tegen bezwijken van draagconstructies, en weerstand tegen branddoorslag van scheidingsconstructies), samen met een brandwerendheidstijd die in de regels worden gekoppeld aan verwachte brandduur, verwachte brandweerinzet en vereiste betrouwbaarheid. Een genuanceerdere benadering is mogelijk met een natuurlijk brandconcept zoals het fysisch brandmodel (NEN 6055).

Het gegeven dat een brand in een parkeergarage sterk afwijkt van een conventionele compartimentbrand, betekent niet dat eisen aan draag- en scheidingsconstructies niet zinvol in brandwerendheidstijden kunnen worden uitgedrukt.

Alleen moet bij het leggen van de genoemde koppeling rekening worden gehouden met het gegeven dat een brand in een parkeergarage zich gedraagt als een soms zeer langdurige 'travelling fire' waarin een klein gebied met hoge brandintensiteit zich verplaatst door de garage.

In - tot op heden - uiterst uitzonderlijke gevallen kan in een parkeergarage wel degelijk een flashoverbrand ontstaan, die dan niet meer wezenlijk verschilt van andere ventilatiebeheerste compartimentbranden. Vanuit Fire Engineering principes is af te leiden dat er factoren zijn die dat bevorderen, namelijk: beperkte ventilatie (kleine openingen), beperkte afmetingen, brandbare plafondisolatie, snelle uitbreiding naar andere auto's.

3.2.2 Vroege onderzoeken

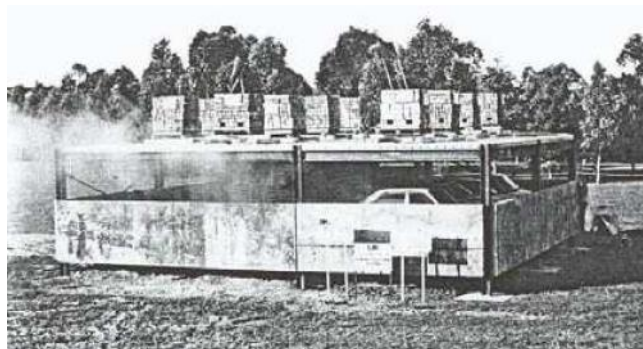
Het brandgedrag van personenwagens is sinds de jaren zestig van de vorige eeuw onderwerp geweest van onderzoek. De resultaten daarvan laten zien dat het brandgedrag in de tussenliggende tijd sterk in negatieve zin is veranderd: auto's branden met meer vrijkomend vermogen en steken elkaar gemakkelijker aan. Gevallen met meer dan één brandende auto waren wereldwijd tot in de jaren negentig uiterst zeldzaam, maar zijn inmiddels aan de orde van de dag.

Grootschalige proeven in een nagebouwde open parkeergarage bij BRE in Engeland in 1968 [BRE 1968] vertoonden geen uitbreiding naar naburige auto's. De omstandigheden in de nabijheid van de brandende auto stonden effectieve brandweerinzet toe.



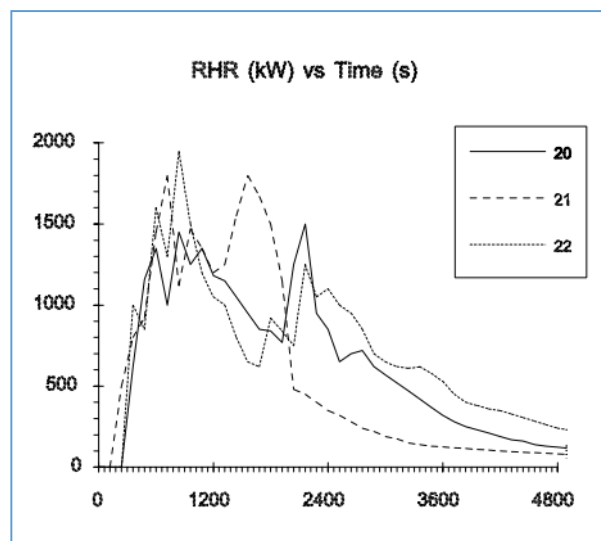
Figuur 1: proeven BRE 1968

BHP Research in Australië [BHP, 1987] onderzocht de effectiviteit van sprinklers en ventilatie op branden in een open dek parkeergarage. Zij vonden dat een ongesprinklerde autobrand zich uitbreidde naar de beide buurauto's, maar zo langzaam (respectievelijk 14 minuten en 35 minuten) dat de brandweer verdere uitbreiding vrijwel altijd zou kunnen voorkomen; een gesprinklerde autobrand vertoonde geen uitbreiding.



Figuur 2: proeven BHP 1985

De eerste meetgegevens over het vermogen dat bij een autobrand vrijkomt dateren uit 1994, uit calorimetermetingen van de Finse onderzoekers Mangs en Keski-Rahkonen. De metingen werden gedaan met auto's geproduceerd eind van de '70 er jaren. Zij rapporteren vermogens behorend bij één auto, die pieken bij 1.5 à 2 MW.



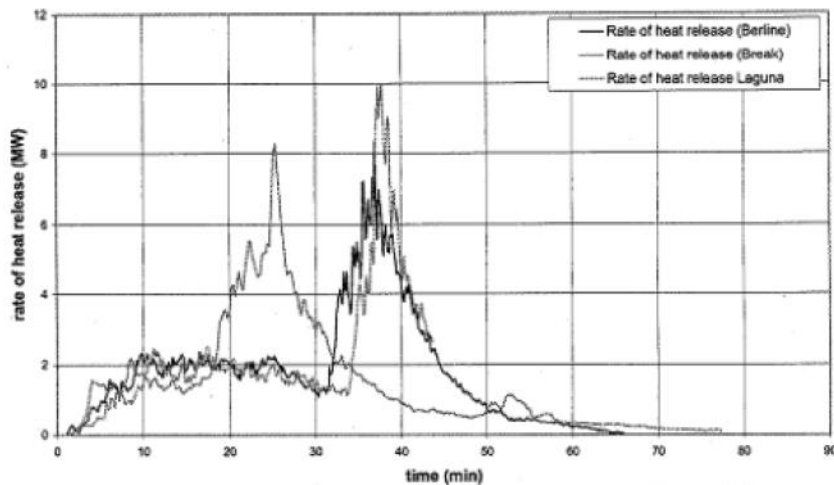
Figuur 3: vermogenscurves gemeten door Mangs & Keski-Rahkonen (1994)

3.2.3 Europees onderzoek staalindustrie

Iets recenter zijn proeven uitgevoerd in het kader van Europees onderzoek voor brandveilig ontwerpen van gesloten parkeergarages met stalen draagconstructie [Schleich, 1999], [Joyeux, 1997] en [Joyeux, 2002]. Calorimeterproeven vonden plaats in het laboratorium van CTICM in Metz, Frankrijk.

Praktijkproeven vonden plaats in een open parkeergarage in Vernon, Frankrijk en in parkeergarage Flerde in Amsterdam. Het merendeel van de gebruikte auto's dateerde uit de jaren tachtig, maar ook enkele nieuwe auto's van jaargang 1997 werden opgeofferd. De gemeten vermogenscurves piekten meestal later dan 25 minuten na ontsteking, met piekvermogen tussen 2 en 10 MW, zie fig. 4. Een brandende auto bleek ernaast opgestelde auto's met vertraging aan te steken, wat bij extrapolatie leidt tot een 'travelling fire' met op elk moment drie auto's in een verschillend stadium van de brand. Een gestileerde versie van het gemeten verband tussen tijd na ontsteking en vermogen in MW voor een klasse 3 auto, zoals bepaald in [Joyeux, 2002]¹, is in diverse richtlijnen in Nederland (LNB, LNB-VRR, NEN 6098), opgenomen als basis van het ontwerp van een rookafvoerinstallatie.

¹ Voor de indeling van auto's in klassen 1 tot 5 naargelang de totale verbrandingswarmte, zie [Joyeux, 2002]



Figuur 4: gemeten vermogensontwikkeling Joyeux (1997)

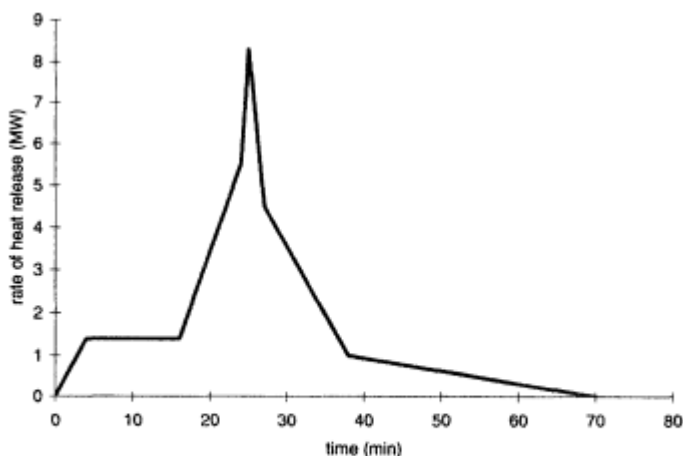


Figure 4.2: Rate of heat release of a single class3-car fire

Figuur 5: gestileerde vermogenscurve klasse 3 auto (Joyeux, 2002)

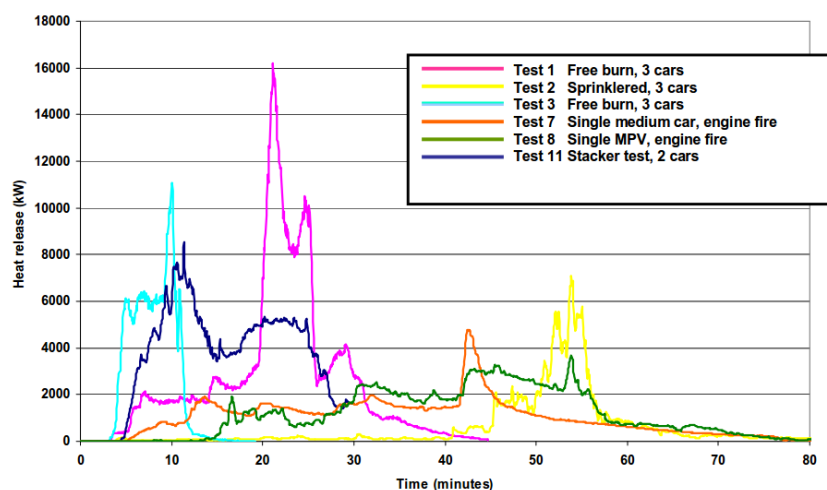
3.2.4 Onderzoek BRE (Engeland) 1995-2010

BRE [Shipp & Spearpoint, 1995] bepaalde het vrijkomend vermogen van twee brandende auto's voor het ontwerp van de brandbeveiliging van de Kanaaltunnel. Zij lieten zien dat binnen 10 minuten meer dan 7.5 MW kon vrijkomen.

BRE [BRE,2010] heeft in opdracht van de Engelse rijksoverheid (het Department for Communities and Local Government) onderzoek uitgevoerd naar aanleiding van zorgen of de vigerende regelgeving voor de brandveiligheid van parkeergarages (Approved Document B) nog wel in de pas liep met ontwikkelingen in autotechniek (kunststof tanks, carrosserie en interieurafwerking en met toename van de toepassing van alternatieve energiebronnen (LPG, CNG, H₂, elektriciteit) in auto's.

Het onderzoek omvatte branduitbreiding naar andere auto's, sprinklerbescherming, omstandigheden in de garage voor gebruikers, geautomatiseerde opslag, toepassing van LPG, effect van plaats van ontsteking. Enkele van de belangrijkste bevindingen van BRE zelf zijn:

- Een brand die ontstaat in het interieur heeft een grote kans te doven door gebrek aan zuurstof. Als de brand goed geventileerd is door het bestaan van openingen (open raam), kan zich een snelle ontwikkeling voordoen met doorgroei tot auto's ernaast of zelfs alle auto's in de garage; dat laatste heeft zich voorgedaan in het geval Monica Wills House in Bristol, 2006.
- Brandbare thermische isolatie onder het plafond boven de auto's kan sterk bijdragen aan de brandontwikkeling. Datzelfde geldt voor brandbare afwerking van wanden en plafond (bijvoorbeeld hout).
- Een brand die ontstaat in het motorgedeelte groeit langzaam, maar groeit door tot de gehele auto.
- Uitbreiding van brand naar andere auto's door alleen warmtestraling gebeurt pas als er een opening is naar het interieur.
- Uitbreiding kan plaatsvinden via direct vlamcontact of via een brandende plas afkomstig van gelekte brandstof of van gesmolten plastics.
- Een volledig ontwikkelde autobrand kan overslaan naar een auto, zelfs over een lege parkeerplaats heen.
- Vermogens(pieken) van meer dan 16 MW kunnen al vrijkomen bij 2 of meer auto's.
- De ontwikkeltijd van een autobrand varieert sterk. Veel branden blijven langdurig op een relatief laag vermogen, maar branden die binnen 5 à 10 minuten meer dan 4 MW vrijgeven zijn geen uitzondering.
- Effectieve brandweerinzet houdt het aantal grote parkeergaragebranden zeer laag.
- Sprinklerdekking beperkt de omvang van een brand tot één auto. Voor automatische garages moeten ontwerprichtlijnen nog worden ontwikkeld.
- Parkeergaragebranden kunnen ventilatiebeheerst worden. De implicaties daarvan zijn nog niet bekend.
- De risico's verbonden aan alternatieve energiebronnen (CNG, H₂, elektriciteit) zijn uiteindelijk niet door BRE onderzocht. LPG is wel onderzocht; er zijn geen aanwijzingen aangetroffen dat LPG belangrijke risico's (zoals explosie) introduceert. De onderzoekers spreken zorg uit voor de correcte werking van het overdrukventiel op de LPG tanks, bij 'doe-het-zelf' ombouw naar LPG.
- Branden in parkeergarages onder woongebouwen hebben een relatief hoog risico op slachtoffers in vergelijking met andere branden; voor branden in parkeergebouwen geldt juist een relatief laag risico.



Figuur 6: vermogensontwikkeling proeven BRE 2010

3.2.5 Onderzoek Universiteit Gent

De Universiteit Gent (prof. B. Merci) heeft met steun van het agentschap voor Innovatie door Wetenschap en Technologie IWT van de Vlaamse regering een grootschalig onderzoek uitgevoerd naar rookbeheersing, explosies en constructieve aspecten van brandveiligheid in parkeergarages. Het onderzoek omvatte onder andere proeven in een op volle schaal nagebouwde garage met flexibele indeling. Gedetailleerde metingen leveren informatie die is gebruikt om de mogelijkheden van CFD (in hun geval: FDS) in kaart te brengen en waar nodig te verbeteren, met de focus op een beperkt aantal aspecten.

Qua rookbeheersing ging de primaire aandacht uit naar de voorwaarden waaronder backlayering kan worden beperkt, dat wil zeggen het terugstromen van rook tegen de heersende stromingsrichting in. De proeven zijn uitgevoerd met vloeibare brandstof, vermogens 0.5 en 4 MW.

Uit de resultaten [Deckers, 2012] volgen onder meer de volgende conclusies:

- Rookbeheersing via het 'sturen van rook' is mogelijk als de stroming in essentie in één richting verloopt. De effecten van richtingveranderingen van de hoofdstroming in een garage zijn (nog) slechts met beperkte nauwkeurigheid te voorspellen.
- FDS voorspelt de waargenomen stroming op hoofdlijnen correct. Aanzienlijke afwijkingen in details van de berekeningen moeten worden verwacht bij complexere vormen van de garage (blokkerende kernen, L-vormen, balken). Ook de effecten van stuwventilatoren en extractieventilatie worden niet nauwkeurig voorspeld.
- Recirculatiezones moeten vermeden worden.
- Om bij een brand van 4 MW de rook minder dan 15 m tegen de luchtstroom in te laten stromen moet de luchtsnelheid 1,1 m/s bedragen.

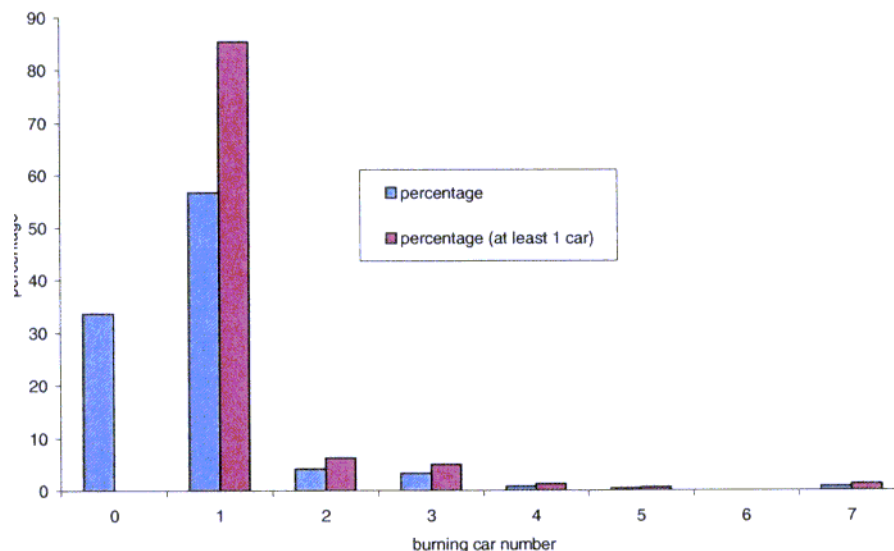
3.3 Statistische gegevens

3.3.1 Systematisch statistisch onderzoek

Systematisch statistisch onderzoek naar voorkomen en gevolgen van parkeergaragebranden is uiterst zeldzaam. Dit onderzoek is uitsluitend in het buitenland uitgevoerd.

Een statistisch overzicht maakte deel uit van een grootschalig onderzoek [Joyeux 2002, Demonstration of real fire tests CCP]. Tussen 1998 en 2001 heeft een consortium van laboratoria een onderzoek uitgevoerd, gericht op de toepassing van staalconstructies in parkeergarages. Onderdeel daarvan was een statistisch overzicht van parkeergaragebranden in Parijs, aangevuld met gegevens uit enkele andere steden waaronder Berlijn, over de jaren 1995 t/m 1997 op basis van brandweergegevens. Gevallen met meer dan één auto in brand waren zeldzaam: het overzicht bevat in gesloten garages 158 branden met in totaal 192 auto's, waarvan twee gevallen met 7 auto's, één met 5 auto's en twee met 4 auto's. Ofwel, in 97,9% van de gevallen brandden 3 of minder auto's. In 32% van de gevallen brandde geen enkele auto, daar was sprake van opslag al dan niet in garageboxen.

In 55 branden in open parkeergarages hebben in totaal 72 auto's gebrand, waaronder geen enkel geval met meer dan 3 auto's. Ook bij open garages was sprake van 30% branden waarin geen auto's waren betrokken.



Figuur 7: aantallen auto's betrokken bij branden in gesloten garages, Parijs 1995-1997

In 2011 heeft Branz in Nieuw Zeeland een onderzoek uitgevoerd naar de houdbaarheid van traditionele uitgangspunten voor het ontwerp van parkeergarages in het licht van ontwikkelingen in materiaalgebruik in auto's en de groeiende populariteit van efficiënte automatische parkeersystemen (Collier, 2011). Een statistisch overzicht van 96 branden in parkeergebouwen in Nieuw-Zeeland over de periode 1995-2003 vond niet meer dan in 3% gevallen plaats met meer dan één auto (2 maal 2 en één maal 4), waar het rapport voor de VS 7% vermeldt (ref. Denda 1993). Geen enkel geval met belangrijke constructieve schade is geregistreerd.

Collier concludeert desalniettemin - aan de hand van simulaties van 'travelling fires' op basis van de 16 MW piekbrand gemeten door BRE - dat door de genoemde ontwikkelingen van risicofactoren, de kans op slachtoffers en de kans op constructieve schade toenemen in ondergrondse parkeergarages en in (deels) geautomatiseerde garages. Voor open garages concluderen zij dat de geldende regelgeving in NZL nog voldoet.

3.4 Overzicht recente parkeergaragebranden in Europa

In bijlage 1 is een overzicht opgenomen van parkeergaragebranden in Nederland en enkele andere landen, opgesteld in het kader van het voorliggende onderzoek. De grote meerderheid van de branden is gevonden via Internet (Google zoekopdrachten, de meeste echter via websites van brandweerorganisaties) aangevuld met vermeldingen uit de literatuur. De vermelde gegevens zijn voor zover mogelijk, gecontroleerd via aanvullende zoekopdrachten, maar konden desondanks lang niet altijd worden geverifieerd. De kolom 'aantal auto's' geeft de beste schatting van het aantal auto's dat in de brand geheel of vrijwel geheel is uitgebrand. De kolom 'opmerking/toelichting' geeft waar mogelijk bijzonderheden.

Het overzicht pretendeert behalve voor Nederland zelf, zeker geen volledigheid. Voor Nederland zijn naar verwachting in ieder geval van de laatste vijf jaar alle branden met meer dan één auto opgenomen.

Het overzicht geeft een beeld dat sterk afwijkt van de hiervoor vermelde experimentele en statistische onderzoeken. Waar die laatste nog steeds het beeld geven dat branden met meer dan een drie auto's hoogst uitzonderlijk zijn, bevat het overzicht een groot aantal gevallen met meer dan drie brandende auto's.

Sinds 2002 zijn er in Nederland 13 branden geweest met 4 of meer uitgebrande auto's. In Frankrijk zijn dit ten minste 13, waarbij in vier gevallen 30 of meer auto's zijn uitgebrand. In Groot-Brittannië zijn slechts 2 gevallen gevonden. Uit Duitsland komen 7 gevallen sinds 2011, uit Spanje over diezelfde periode 3 gevallen, en uit België 1 geval.

Het lijkt overigens niet geloofwaardig dat de situatie in Frankrijk en Duitsland veel slechter is dan de situatie in de andere landen van vergelijkbare omvang (Engeland, Spanje, Italië). Eerder zullen de grotere gevonden aantallen ermee te maken hebben dat voor het opstellen van het overzicht in Frankrijk en Duitsland net als in Nederland websites zijn aangetroffen waar actief gegevens van brandincidenten worden verzameld. Dergelijke websites zijn voor de andere landen niet gevonden.

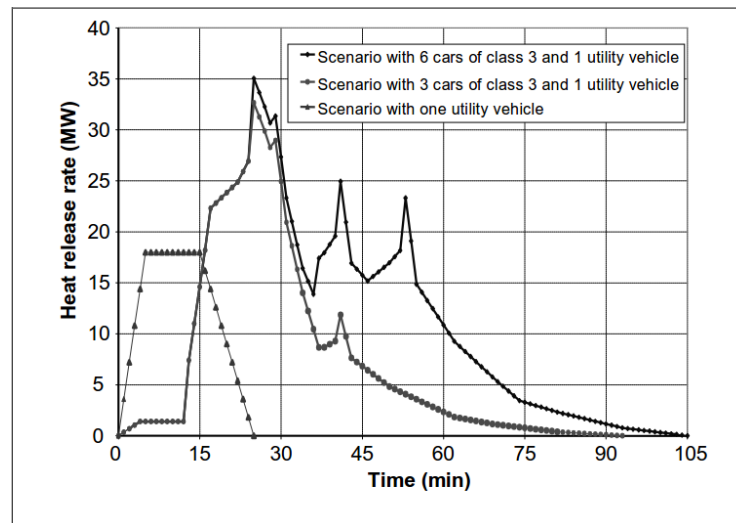
3.5 Analyse van onderzoeken en statistiek

Op diverse plaatsen in de wereld is en wordt nagedacht over de brandbeveiliging van parkeergarages. Dat gebeurt veelal op basis van goeddeels dezelfde bronnen als hier besproken. Hieronder volgt een korte bespreking van de belangrijkste ideeën.

Algemeen wordt de trend gesignaleerd dat auto's steeds meer kunststof bevatten, wat sinds de zeventiger jaren van de vorige eeuw heeft geleid tot een snellere groei en tot hogere piekvermogen en energie-inhoud. Ook de groeiende toepassing van nieuwe energiedragers (elektriciteit, CNG, H₂) wordt gesignaleerd, zonder de risico's daarvan concreet te onderzoeken en zonder er direct de conclusie aan te verbinden dat die risico's moeten leiden tot aanpassing van ontwerpvoorschriften of gebruiksbepalingen. Specifieke onderzoeken naar de brand- en explosiegevaaren verbonden aan de energiedragers zijn met name in de Verenigde Staten wel uitgevoerd, onder andere bij MVFRI en SWRI wel uitgevoerd, zie o.a. [SWRI, 2006] en [MVFRI, 2006], maar voor zover bekend heeft dat niet geleid tot aanpassingen aan richtlijnen voor bouw en gebruik van parkeergarages.

Daarmee is de kans dat een brand zich uitbreidt over meer auto's, hoewel nog steeds laag, toch sterk gegroeid en moet serieus rekening worden gehouden met een brand over meerdere auto's. In de besprekingen heeft men het echter nooit over branden van 10 auto's en meer, meestal over niet meer dan dezelfde 3 à 4 aanbevolen in [Joyeux, 2002] en die ook aan de basis liggen van de eerder besproken Nederlandse richtlijnen.

Een recente uitzondering hierop is een richtlijn in ontwikkeling bij ISO voor de constructieve brandveiligheid van open parkeergarages [ISO, 2013]. Dat document beschrijft scenario's met maximaal drie tegelijk brandende auto's, doorontwikkeld tot zeven auto's waarvan zes personenwagens van klasse 3 en één 'utility van'. De vermogenscurve van het zwaarste scenario loopt op tot een piek van 35 MW na 25 minuten. De scenario's gaan niet uit van ingrijpen door de brandweer. De curves lopen door tot rond 100 minuten. De scenario's zijn door Ineris [Cwiklinski, 2001] ontwikkeld vanuit het eerder genoemde overzicht van branden in open parkeergarages in Parijs.



figuur 8: scenario's gehanteerd in ISO voorbeeldanalyse (Cwiklinski, 2001)

De statistische onderbouwing van de veronderstelling dat branden met meer dan 3 auto's een hoge uitzondering betreffen (2,1% in [Joyeux, 2002]), lijkt in het afgelopen decennium zijn geldigheid te hebben verloren. Het grote aantal in publieke bronnen aangetroffen grotere branden lijkt niet (meer?) te rijmen met dat lage percentage, of komt in ieder geval neer op zoveel gevallen dat de grote brand niet meer verwaarloosbaar is. Een gedegen studie is nodig om met meer zekerheid conclusies te kunnen trekken.

Van oudsher is de - op ervaring gebaseerde - mening dat de brandweer relatief eenvoudig in staat is om een brandende auto te blussen voordat de brand zich uitbreidt naar een andere auto. Die ervaring is internationaal nog steeds relevant: zowel in Nederland als in het buitenland slaagt de brandweer er vrijwel altijd in om de brand te blussen, zelfs als het aantal auto's dat bij de brand betrokken is (veel) groter is dan 3. Bekende voorbeelden daarvan zijn de Appelaar (Haarlem 2010) en Harbour Edge (Rotterdam 2007) in Nederland en Monica Wills House (UK, 2006).

Het is daarbij niet altijd duidelijk of de brandweer daadwerkelijk door zijn inzet heeft voorkomen dat de betrokken garages geheel uitbrandden, of dat de brandweer feitelijk de brand in een deel van de garage heeft laten uitwoeden. In geen van de geraadpleegde persverslagen is melding gemaakt van het bewust laten uitwoeden van de brand. In alle gevallen lijkt de brandweer de brand via een korte of lange binnenaanval te hebben geblust. Feit is dat op één incident na, Monica Wills in Engeland, (lang) niet alle aanwezige auto's zijn uitgebrand.

In ieder geval bevestigt het beperkte overzicht dat een parkeergaragebrand zich zelden of nooit uitbreidt tot de gehele ruimte. Of door brandweeroptreden, of door onvoldoende uitbreidingsmogelijkheden blijft de brand in omvang beperkt tot een gedeelte van de gehele ruimte.

De ervaring is ook dat de materiële schade aan de constructie beperkt blijft. Schade aan beton wordt vaak gerapporteerd, maar gevallen van daadwerkelijk bezwijken zijn uiterst zeldzaam. Te noemen zijn Gretzenbach (Zwitserland), Hertz Schiphol en Harbour Edge (Rotterdam). Alleen het eerstgenoemde geval is gepaard gegaan met dodelijke slachtoffers. In het laatstgenoemde geval is formeel zelfs geen sprake geweest van bezwijken, maar van het afvallen van de onderschil van een aantal kanaalplaatvloerelementen.

Anderzijds wijst de informatie wel op veel gevallen waarin een brand vele uren duurde, waarna vloeren en liggers zwaar beschadigd raakten. Een zeer recent geval daarvan in Nederland is de parkeergarage Goudbaard in Bergen op Zoom (op 26 oktober 2015). De grote brandduur is bijzonder, omdat conventionele vuistregels de brandduur ruwweg gelijk stellen aan de vuurbelasting in kg vurenhout-equivalent. Die is in een parkeergarage te schatten als 9500 MJ per auto (cat. 3) per 25 m² bruto oppervlakte, ofwel 380 MJ/m² of 20 kg/m² vurenhout-equivalent. Dat zou volgens de vuistregel leiden tot een brandduur van niet meer dan 20 minuten.

De werkelijkheid is anders: branden waar de brandweer geen vat op krijgt, of pas laat, duren vele uren, tot wel 10 uur. De verklaring is relatief eenvoudig te bedenken: het 'travelling fire' karakter van de brand. De brand ontwikkelt zich niet tot flashover waarna de hele ruimte in brand staat en 'gezamenlijk uitbrandt', maar breidt zich geleidelijk, met tussenpozen van rond 10 minuten, uit naar volgende auto's. Daarbij treedt boven de intens brandende auto's korte tijd een zeer hoge temperatuur op en daalt de temperatuur met de afstand tot de brandhaard.

Het is daarbij een onbeantwoorde vraag of dit travelling fire karakter leidt tot een lagere of juist een hogere thermische belasting op de constructie dan een overeenkomstige post-flashoverbrand. Zeker bij niet al te grote garages en een flink aantal auto's tegelijk brandende auto's, zou de temperatuur op afstand nog hoog genoeg kunnen zijn om bij zeer lange blootstelling daaraan de constructie te bedreigen.

Bij een post-flashover brandduur van 20 minuten levert een wdbdo van 60 minuten een betrouwbare brandscheiding en levert een 60 minuten brandwerende draagconstructie een betrouwbare bescherming tegen bezwijken (90 en 120 minuten leveren een nog hogere betrouwbaarheid). Op die betrouwbaarheid is de constructieve veiligheid bij brand van zo'n beetje alle gebouwen in Nederland gebaseerd. Of dat ook het geval is bij een 'travelling fire' die 6 of 10 uur duurt is daarentegen hoogst onzeker. Dat laatste geldt ook voor bijvoorbeeld kortdurende blootstelling aan de fakkel van een CNG-tank of aan de explosie van zo'n zelfde tank.

Overigens zijn er enkele bijzondere situaties aangetroffen, die zich in Nederland voor zover bekend nog niet hebben voorgedaan:

- Brandoverslag via uitslaande vlammen. Dat is gebeurd bij Monica Wills in Engeland. Diverse appartementen zijn uitgebrand, één dodelijk slachtoffer is gevallen in een appartement. Het is ook gebeurd, maar dan zonder dodelijke afloop, in Genua in Italië. Daar is de brand van de bovenste open parkeerlaag overgeslagen naar twee hogere verdiepingen, die in gebruik waren als theater.
- In één geval is een gebruiker van de parkeergarage niet gevlucht, maar in zijn auto blijven zitten gedurende de brand. De persoon is na de brand levend door de brandweer uit de auto gehaald.

Voor open garages is de teneur van de literatuur nog steeds dat de risico's daarin (veel) beperkter zijn dan in gesloten garages en dat zij daarom met zeer beperkte constructieve bescherming toekunnen. In sommige gevallen kunnen ze zelfs zonder detectie, loopafstandbeperking en beschermde vluchtroutes waaronder trappenhuizen. [Collier, 2011] bevestigt dat beeld aan de hand van de situatie in Nieuw Zeeland. Het ISO fire engineering rekenvoorbeeld [ISO, 2013] vormt hierop een opmerkelijke uitzondering.

Het nu verzamelde overzicht van grote branden bevat diverse voorbeelden van branden in open parkeergarages. Daarnaast is ook een aantal branden gesignaleerd in open parkeerterreinen, die resulteerden in zeer grote aantallen uitgebrande auto's waar de brandweer meestal pas na lange tijd vat op kreeg. Dit lijkt te bevestigen dat in een open garage, ondanks dat de hitte en de rook makkelijker weg kunnen dan in een gesloten garage, een brand zich toch gemakkelijk uitbreidt over meerdere auto's. Bij harde wind bestaat het gevaar dat die de branduitbreiding bevordert. Als inderdaad een brand resulteert over een groot aantal auto's, dan vormt een geheel onbeschermde garage een aanzienlijk risico van bezwijken. Een risico dat bij twee of drie brandende auto's waarschijnlijk terecht als zeer klein wordt beoordeeld. Zelfs het scenario met 7 auto's waarmee de ISO richtlijn rekening houdt, zou wel eens te licht kunnen zijn.

Noot: De Nederlandse regelgeving maakt geen onderscheid tussen gesloten en open parkeergarages en stelt dus wel eisen aan de open garages. Er wordt in de praktijk echter nog steeds een beroep gedaan op de ontheffingen van NPR 2443:1978. Voor stalen parkeergarages heeft TC3 van Bouwen met Staal een richtlijn ontwikkeld (BmS, 2011) die uitgaat van scenario's met 3 tot maximaal 5 brandende auto's, waarbij het grotere aantal auto's gekozen is om een hoger veiligheidsniveau te representeren waar het Bouwbesluit een hogere sterkte bij brand eist. Het lijkt aan te bevelen om te overwegen die richtlijn te herzien in het licht van de in dit rapport gepresenteerde gegevens.

Een groter aantal brandende auto's in combinatie met het ontbreken van snelle automatische branddetectie en daaraan gekoppelde alarmering van gebruikers, plus lange loopafstanden, vormt in beginsel een toenemend gevaar voor gebruikers, vooral gebruikers die verder verwijderd zijn van de brandhaard. De bestudeerde onderzoeken geven over deze risico's geen informatie en de statistieken geven geen informatie over de ernst hiervan.

3.6 Effectiviteit van rookbeheersing

Voor gesloten garages concentreert ook de recente literatuur zich op de positieve effecten van rookbeheersing, op de veiligheid van de repressieve inzet door de brandweer en op de constructieve veiligheid van het gebouw (de veiligheid van gebruikers wordt zelden gesignaleerd als een probleem).

Hier lijkt een belangrijk probleem te zitten. In alle studies over rookbeheersing wordt als uitgangspunt een brand genomen die zich beperkt tot maximaal 3 à 4 auto's, meestal minder. Zolang dat reëel kon worden opgevat als het maximum dat zich mede door brandweerinzet voordoet, zijn de studies relevant. Als de fractie van branden die groter worden niet meer verwaarloosbaar klein is, zakt de relevantie weg. Immers, een rookbeheersingsinstallatie kan een brand tot een bepaalde omvang aan; als de brand groter wordt dan die omvang, kan de installatie de vereiste prestatie niet meer leveren. Nu kan in een garage met moderne auto's alleen de brandweer ervoor zorgen dat de brand beperkt blijft tot enkele auto's. Als de brandweer dat niet snel genoeg doet, kan de brandweer vervolgens niet meer rekenen op effectieve rookbeheersing en moeten zij al gauw besluiten dat een aanval niet meer veilig kan gebeuren.

Daar past wel als kanttekening bij dat hoewel de brand zich snel kan ontwikkelen, zij dat lang niet in alle gevallen doet: de brand blijft in misschien wel een meerderheid van de gevallen lange tijd zeer beperkt, om na lange tijd uit de eerste auto te breken. Als in de tussentijd de brandweer is gewaarschuwd en is gearriveerd, hebben ze de rookbeheersing nog niet eens nodig om de brand zonder problemen uit te maken. Een beperkte rookbeheersingscapaciteit is bij een beperkte rookproductie al effectief.

Rookbeheersing kan dus uitsluitend effectief zijn als de brand zich langzaam ontwikkelt of als de brandweer erin slaagt de brand klein te houden. In alle praktijkgevallen waarin de brand groot is geworden, is de capaciteit van de rookbeheersingsinstallatie (voor zover aanwezig) waarschijnlijk onvoldoende om te kunnen zorgen voor zicht op de brand en voor verlaging van de temperatuur onder de draagconstructie. Nu is het in theorie mogelijk dat in alle branden die tot een grote omvang zijn ontwikkeld, geen (effectieve) rookbeheersingsinstallatie aanwezig was en dat als die er wel was geweest, de brandweer die grote omvang had kunnen voorkomen. Gelet op de statistieken lijkt dat echter *wishful thinking*. In veel parkeergarages is, zelfs bij gunstige brandontwikkeling, door de vorm van de garage en door beperkingen aan de locatie van toe- en afvoeropeningen effectieve rookbeheersing niet haalbaar, laat staan als de installatie effectief moet zijn bij snellere en verdere groei van de brand. Deze stellingname is gebaseerd op ervaringen met simulaties conform NEN 6098 binnen DGMR. Dit is ook bevestigd in een overleg met prof. B. Merci van de Universiteit Gent.

We moeten constateren dat de rookbeheersing in de meeste parkeergarages alleen effectief kan zijn in de branden die om wat voor reden bij aankomst van de brandweer nog klein zijn. De 'restcategorie' van gevallen waarin de brand bij aankomst van de brandweer boven de capaciteit van de rookbeheersingsinstallatie is gegroeid, kunnen we op grond van de recente statistiek niet als verwaarloosbaar klein wegzetten.

Specifiek voor Nederland speelt bij het bovenstaande de ontwikkeling van de brandweerdoctrine volgens het kwadrantenmodel een rol. Daarin is een 'offensieve binnenaanval' zeker geen standaard handeling meer. Het wordt alleen ingezet als de bevelvoerder zich heeft vergewist van de noodzaak (mogelijke slachtoffers in de garage) en de risico's voor een veilige inzet. Dat mes snijdt aan twee kanten: in de eerste plaats is vrijwel altijd de garage ontruimd als de brandweer aankomt, dus de noodzaak ontbreekt. In de tweede plaats kost het tijd om de situatie ter plaatse te onderzoeken op de risico's voor een veilige inzet. Met elke minuut dat dat onderzoek kost, groeit de brand door en neemt de kans op een succesvolle inzet af. Als het onderzoek wijst op mogelijke betrokkenheid van auto's met een brandstofvoorziening met verhoogd risico bij brand, is dat een goede reden om van de binnenaanval af te zien.

Een open of gesloten parkeergarage gaat op deze manier steeds meer lijken op een 'gewoon' brandcompartiment waarin een binnenaanval door de brandweer een positieve bijkomstigheid is, maar waar de brandveiligheid van het gebouw en het compartiment niet van die binnenaanval afhankelijk is gemaakt. De vereiste veiligheid wordt dan gerealiseerd door uit te gaan van een zeer grote brand en op basis daarvan bijvoorbeeld een versterkt brandwerende en wellicht explosiebestendige bouwconstructie, een automatische blusinstallatie of een combinatie daarvan te realiseren.

Rookbeheersing vervult in die visie een beperkte rol als aanvulling op een andere hoofdvoorziening (bijvoorbeeld bij extreem grote compartimenten), of bijvoorbeeld voor schadebeperking. Het is dan echter zeer de vraag of rookbeheersingsinstallaties dan nog in de planvorming een interessante optie vormen: als de vereiste veiligheid al wordt gerealiseerd met andere voorzieningen, welke opdrachtgever is dan bereid om veel geld uit te geven aan een installatie met beperkte aanvullende bijdrage?

4. Analyse

4.1 Risico's in garages algemeen

De gevaren van brand in parkeergarages zijn in de tijd toegenomen en nemen nog steeds toe. Een brand in een auto ontwikkelt zich nu sneller, tot een hoger vrijkomend vermogen, en meteen een grotere totale verbrandingsenergie dan voorheen. Daarmee neemt de kans op grote, langdurige branden toe. Dat we zien we terug in de zelf samengestelde 'statistiek' in de bijlage bij dit rapport. Opmerkelijk is dat het voorkomen van zeer grote branden niet wordt gesignaleerd in de geciteerde onderzoeken.

Die extreem langdurige branden, veroorzaakt door het 'travelling fire' karakter van de brandontwikkeling, leidt tot ten minste het vermoeden dat de kans op branddoorslag en bezwijken van het gebouw is toegenomen. Of dat die toename significant is, kan zonder nadere studie niet worden vastgesteld.

DGMR is van mening dat ook de gevaren van explosies en hoogspanning in een parkeergarage, vooral voor brandbestrijders in de garage maar ook voor gebruikers in bovengelegen gebouwdelen, concreet genoeg zijn om ze serieus te nemen. Aanwijzingen voor deze stelling zijn aangetroffen in recent onderzoek naar de brandveiligheid van auto's op waterstof in hogedruktanks [SWRI, 2006], en in praktijkonderzoeken naar de veiligheid van remises voor CNG-aangedreven stadsbussen. Ook hier geldt dat nadere studie nodig is om uit te wijzen of de gevaren wellicht klein genoeg zijn om ze bij het ontwerp buiten beschouwing te laten.

Een aspect dat in de bestudeerde literatuur niet voorkomt, maar wel relevant is voor de verdere discussie, betreft het onderscheid tussen gevaren voor gebruikers van de garage zelf en voor gebruikers van eventuele gebouwdelen boven de garage.

De gevaren voor gebruikers van de garage zelf zijn evident. Ze worden echter internationaal zelden gezien als groot genoeg om er bijzondere maatregelen voor te treffen, bovenop de voorzieningen voorgeschreven voor andere gebruiksfuncties. Een uitzondering daarop is Branz (Collier, 2011), dat een toename signaleert van de risico's samenhangend met de ontwikkelingen in autotechniek. In Nederland zijn gevaren voor gebruikers bij de ontwikkeling van NEN 6098 het motief geweest om ontruimingsalarmering te koppelen aan snellere detectie dan de LNB richtlijn vroeg. Die gevaren hingen echter samen met snelle rookverspreiding in de beginfase door de werking van de rookbeheersingsinstallaties die nodig zijn voor LNB of 'zicht op de brand'.

Gebruikers van aangrenzende (vooral bovengelegen) gebouwdelen lopen risico's door branddoorslag, brandoverslag en bezwijken. Overslag is meestal een zeer beperkt risico omdat de brand niet tot flashover groeit en daardoor nauwelijks uitlaande vlammen door openingen te verwachten zijn. Branddoorslag en bezwijken zal normaal gezien nooit snel plaatsvinden, maar de kans dat ze zich voordoen na een langdurige brand in de parkeergarage lijkt zoals hiervoor betoogd toe te nemen. Er is dan in beginsel voldoende tijd om de gebouwen te ontruimen. Daarbij geldt echter een tweetal problemen. In de eerste plaats schrijft het Bouwbesluit 2012 evenmin als eerdere versies een automatische ontruimingsalarmering voor buiten de gebruiksfunctie van de parkeergarage waar zich de brand voordoet. Een ontruiming moet dan ook worden ingezet door de brandweer, apart in alle gebruiksfuncties waar zij dat nodig achten. In de tweede plaats schrijft het Bouwbesluit voor woonfuncties sowieso geen automatische ontruiming voor. Woningen en woongebouwen zijn dan ook normaal gezien niet voorzien van een ontruimingsinstallatie. Als die gebouwen moeten worden ontruimd moet dat veelal gebeuren via huis-aan-huis aankloppen.

Tot op heden heeft de Nederlandse regelgever geen rechtstreekse signalen ontvangen uit de samenleving (brandweer, kennisinstellingen, marktpartijen) over een mogelijke noodzaak om in dit verband in garages een effectieve (snelle) ontruimingsalarmering voor te schrijven. DGMR is van mening dat het in ieder geval voor de hand ligt om dat voor (zeer) grote parkeergarages te blijven doen conform NEN 6098, en dat het aanbeveling verdient om het voorschrijven ervan bij kleinere garages in het licht van de hier besproken gegevens serieus af te wegen tegen de nadelen ervan. Als een kleine garage geen bergingen en dergelijke heeft, en vanuit elk punt zicht is op de hele garage, is snelle automatische detectie niet nodig, maar anders wellicht wel.

Of het nodig is om de bouwregelgeving op dit punt aan te passen hangt mede af van een finaal oordeel over de ernst van de risico's op doorslag en bezwijken bij langdurige branden.

De risico's voor brandbestrijders zijn in het buitenlands onderzoek nauwelijks aan de orde gekomen. Op basis van de bevindingen is in te schatten dat de ontwikkeling naar sneller groeiende en grotere branden op zichzelf beperkte risico's met zich meebrengt voor brandbestrijders die een binnenaanval uitvoeren of overwegen. Zij zullen eerder dan voorheen moeten besluiten een 'offensieve binnenaanval' niet in te zetten of af te breken is. De toename van bijzondere energievoorzieningen daarentegen veroorzaakt wel degelijk risico's die bovendien voor de hulpverleners zelf moeilijk in te schatten zijn en waarover ook preventief geen gegevens bekend zijn. Ook hier geldt weer dat nadere studie zinnig is om zo nodig tot rationele maatregelen te komen.

Speciale risico's

Gemakkelijk brandbare isolatie tegen het plafond van een parkeergarage kan de bron vormen van een snelle brandvoortplanting. Brandbare plafondisolatie heeft in ieder geval in de flashoverbrand van Monica Wills een rol gespeeld [BRE 2010]. Daar doet zich een bijzonderheid voor: er zijn isolatieproducten voor toepassing in parkeergarages die een hoge brandklasse halen volgens EN 13501-1, maar die bij blootstelling aan een veel grotere ontstekingsbron dan in de SBI proef, namelijk een brandende auto, een veel ongunstiger brandgedrag vertonen dan op basis van de gunstige brandklasse zou worden verwacht.

In veel kleine parkeergarages komen aangrenzende afgesloten ruimten voor (bergingen, aparte garageboxen), waarin zich een flashoverbrand kan ontwikkelen. Als die uit het kleine compartiment slaat en auto's aansteekt, kan dat aanleiding geven tot een veel snellere brandontwikkeling in de garage dan bij de geleidelijke ontwikkeling van auto's die één voor één bij de brand betrokken raken.

4.2 Risico's in garages/brandcompartimenten kleiner dan 1.000 m²

Het Bouwbesluit 2012 schrijft beperkte voorzieningen voor in parkeergarages die kleiner zijn dan 1.000 m² of groter, maar onderverdeeld in brandcompartimenten kleiner dan 1.000 m².

Die voorzieningen betreffen hoofdzakelijk de standaard maximale loopafstand tot een uitgang en niet-automatische brandmelding. Brandslanghaspels zijn niet vereist, brandwerende scheiding met andere functies zoals bergingen en garageboxen is niet vereist.

Het gegeven dat de voorzieningen die het Bouwbesluit voorschrijft voor een compartiment kleiner dan 1.000 m² sinds 1992 feitelijk niet is veranderd, betekent niet per se dat het veiligheidsniveau gelijk is gebleven. Het gebruik is immers wel veranderd. De eerder besproken ontwikkelingen hebben in vergelijking met 1992 onomstotelijk een toename tot gevolg van de kans op een grote, langdurige brand en op explosie, mogelijk met significante toename van de kans op doorslag en bezwijken (zie boven) en risico's voor gebruikers van bovengenoemde bouwdelen en voor brandbestrijders.

Qua branduitbreiding en voortgaand bezwijken behoort de discussie niet te stoppen met de constatering dat de brandwerendheid op scheidende en dragende functie hoger is dan de vuurbelasting in kg/m² (zie de discussie over travelling fires en over de explosierisico's in het voorgaande hoofdstuk).

De (beperkte) gegevens verkregen over zeer grote branden in het buitenland nopen op zijn minst tot nadere studie op dit punt. Het is zeker niet ondenkbaar dat daaruit komt dat de specifieke kenmerken van een parkeergaragebrand het nodig maken om ook kleine parkeergarages met erboven 'kwetsbare functies' te voorzien van betere bescherming tegen brand en explosie dan nu is voorgeschreven.

Niet alleen de veiligheid van een bestaande garage uit 1992 is hiermee feitelijk gedaald, maar dit geldt ook voor een nieuw te bouwen garage in 2015. Of de daling te groot is, hangt af van diverse zaken:

- De uitkomst van nader onderzoek naar de ernst van de gesignaleerde veiligheidsrisico's die samenhangen met bezwijken (langdurige travelling fires, explosies) bij niet ingrijpen.
- De af- of aanwezigheid van bovengelegen bebouwing en de omvang en gebruiksfuncties daarvan.
- Het referentie-veiligheidsniveau: voor bestaande bouw accepteert de bouwregelgeving een grotere kans op slachtoffers door bezwijken dan voor nieuwbouw.

Het ligt voor de hand om bij de beoordeling van de gelijkwaardigheid van een groot compartiment deze aandachtspunten mee te nemen en daarbij af te wegen wat het effect van de grotere afmetingen van het compartiment erop is.

4.3 Gevaren bij grote brandcompartimenten

Op diverse aspecten van de brandveiligheid nemen de veiligheidsrisico's toe met de omvang van een onverdeeld compartiment:

- Rook kan zich in korte tijd verspreiden over een grote afstand en daarmee gebruikers van de garage in gevaar brengen. Dat gevaar is groter dan in veel andere gebruiksfuncties met grote onverdeelde ruimten, om de volgende redenen:
 - Een parkeergarage is meestal laag, vaak minder dan 2.50 m vrije hoogte. Rook verspreidt zich daardoor sneller in horizontale richting dan in een hogere ruimte. Ook is het zicht op een aankomend rookfront beperkt.
 - De ventilatie onder bedrijfsomstandigheden is in een parkeergarage aanzienlijk hoger dan in de meeste andere gebruiksfuncties; bovendien zijn als onderdeel van de installatie stuwdrukventilatoren populair, die plaatselijk zeer hoge luchtsnelheden realiseren waardoor rook afkomstig van brand zich met hoge snelheid door het hele compartiment verspreidt.

Met de omvang van het compartiment neemt het aantal personen toe dat bij een incident aan de gevaren wordt blootgesteld, zowel in het compartiment als in bijvoorbeeld bovengelegen brandcompartimenten.

- Brand kan zich in beginsel over het hele brandcompartiment verspreiden. Het is de vraag of dat grote praktische betekenis heeft, omdat voor zover bekend wereldwijd een brand in een grote parkeergarage zich nog nooit over het hele compartiment heeft uitgebreid. De gevaren van branduitbreiding naar aangrenzende bouwdelen en van bezwijken van andere bouwdelen lijken in die zin maar beperkt groter dan in dezelfde garage verdeeld in compartimenten kleiner dan 1.000 m².
- Wel kan er bij uitgestrekte garages sprake zijn van meerdere bovengelegen gebouwen, die in geval van brand in de garage alle gevaar lopen en eventueel moeten worden ontruimd.

- Ook als een brand in omvang beperkt blijft, kan de hitte rookschade aanrichten aan alle auto's in het brandcompartiment. Het beschermen van de auto's (vaak derde partijen) is een motief waar het Bouwbesluit zich niet op richt maar dat in publieke discussies wel wordt aangehaald. Voor eigenaars en beheerders kan de schadeverwachting een motief zijn om aanvullende maatregelen te treffen.
- De mogelijkheden, maar ook de motieven voor de brandweer om een brand te blussen waarbij meerdere auto's zijn betrokken staan onder druk. De kans dat de brandweer niet kan/mag/wil ingrijpen neemt toe. De omvang van het compartiment speelt zeker een rol: hoe groter het compartiment, hoe groter de onzekerheid over de omstandigheden binnen en hoe groter de kans dat de bevelvoerder besluit dat niet naar binnen wordt gegaan. Bij een klein, overzichtelijk compartiment zijn die risico's eenvoudiger in te schatten.

Hier tegenover staan diverse redenen om een grote parkeergarage juist niet te willen onderverdelen in kleine compartimenten. Daar horen ook veiligheidsaspecten bij. Een situatie met brandmuren met daarin branddeuren of rolschermen die dichtschuiven c.q. afrollen ervaart de brandweer als risicovol, onder meer vanwege het gevaar dat aanvalsroutes door het dichtvallen kunnen worden afgesneden. Qua sociale veiligheid is er ook een sterke voorkeur voor grote open ruimten. Om deze redenen was de NVBR bij het opstellen van de LNB richtlijn voorstander van een onverdeelde ruimte boven een in kleine compartimenten onderverdeelde.

Het is daarom zeer wenselijk dat er overeenstemming is over wat een garage uitgevoerd als één brandcompartiment gelijkwaardig maakt met het niveau beoogd met de prestatievoorschriften Bouwbesluit en dat voor de uiteenlopende situaties die zich in de praktijk voordoen. Dat laatste maakt een genuanceerde, gestaffelde aanpak zinvol.

4.4 Gelijkwaardigheid van de LNB richtlijn

De LNB richtlijn realiseerde (naar het oordeel van de brandweerorganisatie in die tijd) de gelijkwaardigheid voor een groot compartiment via, aanvullend op de Bouwbesluitvoorschriften, een reeks voorzieningen die de brandweer ondersteunen bij het blussen van de brand via een binnenaanval: snelle alarmering van de brandweer met nauwkeurige informatie over de plaats van de brandhaard, toegang op niet meer dan 30 m van elk punt en bluswateraansluiting bij elke toegang. Rookbeheersing ter ondersteuning van de binnenaanval vroeg de LNB richtlijn niet. De veiligheid van gebruikers was in de visie van de ontwikkelaars ook bij een grote garage voldoende gediend met de beperking van loopafstanden en de - zij het relatief trage - automatische alarmering.

De voorzieningen die de LNB vroeg, maakten in vergelijking met de Bouwbesluitvoorschriften een brand ontegenzeggelijk veel sneller te blussen door de brandweer. De toen al in de tijd toegenomen groeisnelheid van de autobrand en explosiegevaaren werken juist de tegengestelde kant op: die maken het voor de brandweer moeilijker en gevaarlijker om bij aankomst de brand te benaderen en te blussen. Of de LNB deze positieve en negatieve bijdragen expliciet heeft afgewogen is niet bekend, maar de negatieve bijdrage heeft ongetwijfeld meegespeeld in het besluit van de NVBR in 2012 om de LNB richtlijn in te trekken.

Het is duidelijk dat de voorzieningen die de LNB vroeg voor garages met compartimenten die maar net groter waren dan 1.000 m² een flinke sprong omhoog gaven in de vereiste voorzieningen en daarmee in het bereikte veiligheidsniveau. In een compartiment van 1.001 m² uitgevoerd conform de LNB richtlijn is het veiligheidsniveau aanzienlijk hoger dan het Bouwbesluitniveau.

Het veranderde brandgedrag van auto's en de bedreiging die daarvan het gevolg is voor gebruikers en voor de draag- en scheidingsconstructies werken negatief uit op het veiligheidsniveau, en worden in de LNB richtlijn niet onderkend. Ofwel: een LNB garage van 1.001 m² is meer dan gelijkwaardig met een Bouwbesluit-garage van 1.000 m²; maar of die nog wel het veiligheidsniveau haalt dat het Bouwbesluit beoogt te bereiken, is discutabel geworden.

4.5 Gelijkwaardigheid van NEN 6098

De eerste opmerking hierbij is dat NEN 6098 'Rookbeheersingssystemen voor mechanisch geventileerde parkeergarages, 2012' geen gelijkwaardigheid pretendeert te beschrijven. De norm behandelt alleen de bijdrage van de mechanische rookventilatie aan een gelijkwaardige totaaloplossing.

De norm hanteert als uitgangspunt dat de LNB richtlijn een gelijkwaardige veiligheid biedt na aanpassing op de volgende punten:

- De brandweer kan de brand alleen met voldoende betrouwbaarheid blussen vóóordat meer dan drie auto's zijn betrokken als de brandweer door krachtige rookventilatie is voorzien van een gegarandeerd rookvrije, dus veilige, aanvalsroute tot op 15 m van de brandhaard.
- De gebruikers kunnen veilig vluchten als zij snel genoeg worden gealarmeerd. Brandmelding op basis van thermische melding is daartoe onvoldoende.

De norm geeft informatief een staffeling van maatregelen waarin de rookventilatie krachtiger moet zijn naarmate de garage en dus het risico groter is.

De eerder besproken risicofactoren, samenhangend met de ontwikkelingen in autotechniek worden in NEN 6098 norm niet onderkend. Snellere brandontwikkeling en grotere aantallen betrokken auto's dan voorzien verminderen de zekerheid dat de inzetcondities voor de brandweer zo gunstig zijn als voorspeld. De grote 'travelling fire' die kan ontstaan als de brandweer niet slaagt kan, net als bij kleinere compartimenten, de constructie grote schade toebrengen met een mogelijk te groot risico voor de veiligheid van gebruikers van aangrenzende, met name bovengelegen, gebruiksfuncties.

De krachtige rookventilatie van een NEN 6098 installatie vergroot zeker de kans op 'zicht op de brand' in de beginfase van de brand, en als de brand zich langzaam ontwikkelt. Of daarmee de kans op een succesvolle blussing groot genoeg is om te kunnen spreken van gelijkwaardige veiligheid moet worden betwijfeld.

De gevaren voor gebruikers van de garage zelf worden niet evenzeer beïnvloed, die lijken nog steeds afdoende gedekt door de snelle alarmering in de beginfase en de beperkte loopafstanden in het compartiment.

Er is nog een risicofactor aan te wijzen, namelijk de kwaliteit van de CFD simulaties. De bevestiging dat de voorgestelde rookventilatie (capaciteit, apparatuur, activering) in geval van de genormeerde brandontwikkeling leidt tot een rookvrije aanvalsroute voor de brandweer, berust in de norm volledig op de juistheid van de CFD-analyse die de aanvrager heeft laten uitvoeren. De norm zelf stelt in dat verband eisen aan de uitvoering en de rapportage van de simulaties, maar een grondige toetsing daarop lijkt vooralsnog in de praktijk niet of nauwelijks plaats te vinden. Bij de opsteller van dit rapport bestaat de indruk dat veel simulaties die zijn uitgevoerd in het kader van aanvragen omgevingsvergunning een veel te optimistisch beeld schetsen. Zonder hier op dit punt vergaande uitspraken te willen doen, is de onderliggende CFD-simulatie aan te wijzen als een belangrijke risicofactor voor de betrouwbare blussing.

Overigens verliezen zoals eerder besproken voor de rookbeheersingsinstallatie ook de CFD-simulaties grotendeels hun relevantie met het onderkennen dat rekening moet worden gehouden met snellere brandgroei en met niet snel blussen, dus doorgroei van de brand tot veel grotere omvang dan verondersteld in de norm. De CFD-simulaties gaan namelijk uit van inzet na 22 minuten en effectieve blussing na 32 minuten. Als er een aanmerkelijke kans is dat de brand na 22 minuten groter is dan verondersteld in de norm en in de CFD simulaties, dan dekt de berekening van een rookvrije aanvalsroute de werkelijkheid van de mogelijke scenario's onvoldoende.

Nu is het op zich goed mogelijk om CFD simulaties uit te voeren voor een veel grotere brandomvang, maar het lijkt bij voorbaat zelden of nooit economisch haalbaar om voor die situatie een praktische (realiseerbare en betaalbare) rookventilatie-installatie te ontwerpen die ook dan een rookvrije aanvalsroute realiseert. Het is dan de vraag wat nog het nut is van een dure en ingewikkelde installatie, als die toch niet in staat is om in het niet verwaarloosbare geval van een snellere brandgroei te zorgen voor een rookvrije aanvalsroute.

Dezelfde vraag: wat is nog het nut van de rookventilatie, is zelfs aan de orde als brandontwikkeling niet sneller is dan in de norm voorzien, maar als de brandweer om redenen van eigen veiligheid niet of later een binnenaanval uitvoert. De installatie realiseert een rookvrije aanvalsroute, maar alleen tot 22 minuten, het moment waarop conform de norm water op de brand begint. Staat op dat moment de brandweer nog niet met water klaar, dan groeit de brand conform de uitgangspunten van de norm verder, en verdwijnt de rookvrije aanvalsroute. De installatie is immers niet afgemeten op een vermogen hoger dan dat op 22 minuten. Dit alles natuurlijk binnen de veronderstelling dat de brand zich gedraagt volgens de normcurve.

Dat nut is er wel voor eigenaars/exploitanten in het kader van schadebeperking, omdat in de meerderheid van langzaam ontwikkelende branden de rookventilatie niet alleen de brandweer in staat stelt de brand effectief te blussen, maar ook het herstel naar de normale situatie versnelt. Of dat nut opweegt tegen de kosten is een commerciële afweging.

Samenvattend: NEN 6098 bovenop de LNB levert behoorlijk extra veiligheid boven de Bouwbesluitvoorzieningen voor onder 1.000 m², maar voor (zeer) grote compartimenten niet de veronderstelde gelijkwaardige oplossing.

5. Veiligheidsniveaus, scope

5.1 Veiligheidsniveaus

Het doel van de te ontwikkelen beoordelingsmethode ligt vast in de systematiek van gelijkwaardigheid conform Bouwbesluit 2012. Een oplossing is gelijkwaardig als die zonder aan alle prestatievoorschriften te voldoen het veiligheidsniveau bereikt dat is beoogd met die functionele- en prestatievoorschriften.

Dat geldt zowel voor nieuwbouw als voor bestaande bouw. De prestatievoorschriften voor bestaande bouw zijn lager dan die voor nieuwbouw; het veiligheidsniveau van de voorschriften voor bestaande bouw is daarom een stuk lager dan voor nieuwbouw en definieert de ondergrens van wat in een bestaande situatie nog aanvaardbaar is; een veiligheid onder dat niveau is in beginsel niet aanvaardbaar en vereist aanpassing.

Omdat de veiligheidsrisico's in een gebouw afhankelijk zijn van veel parameters, is het veiligheidsniveau conform Bouwbesluit niet uniform, het varieert. Door de prestatievoorschriften ook met die parameters te variëren kan de variatie van het veiligheidsniveau beperkt blijven - althans in theorie. Paragraaf 5.2 bespreekt hoe de brandveiligheidsrisico's variëren met een aantal essentiële parameters. In paragraaf 6.3 is de uitdaging om door staffeling van maatregelen het veiligheidsniveau over de gehele linie redelijk uniform te houden. Het betreft uiteraard een subjectieve operatie, maar de overwegingen zijn zo expliciet mogelijk opgeschreven.

5.2 Risicodifferentiatie

Over de gehele scope van parkeergarages kunnen ten minste de volgende situaties qua risico's onderscheiden worden.

5.2.1 Gesloten (mechanisch geventileerde) of open (natuurlijk geventileerde) parkeergarages

Gesloten parkeergarages, al dan niet ondergronds gelegen, zijn meestal mechanisch geventileerd. Vaak gebeurt afvoer via afvoerventilatoren in verticale schachten, en vindt de toevoer natuurlijk plaats via toe- en uitritten, gevelopeningen, of schachten. Bij gesloten parkeergarages wordt van oudsher een pakket brandveiligheidsvoorzieningen voorgeschreven om de effecten van hitte en rook te beheersen.

Een open parkeergarage heeft dusdanig grote openingen in gevels en soms ook in het dak, dat hitte en rook zich veel minder in de garage kunnen ophopen en dus veel minder gevaar veroorzaken voor gebruikers en voor bouwconstructies. Met dit gegeven houden regels en richtlijnen van oudsher rekening. Nederland volstond, en veel landen in de wereld doen dat nog steeds, met zeer beperkte eisen als een garage voldoende openingen in de gevels heeft, goed verdeeld over de omtrek, een beperkte afstand tussen de gevels en voldoende vrij licht.

Open garages bieden met de huidige auto's niet de veiligheid die daar tot in de jaren negentig aan werd toegekend. Een brand ontwikkelt zich in beide typen gebouwen zo snel en ver, dat de grotere afvoermogelijkheden in de open garage niet volstaan voor het realiseren van veilige omstandigheden in de garage. Dat wil niet zeggen dat er op dat punt geen verschillen zijn tussen open en gesloten garages. Op basis van Franse statistieken beveelt ISO/TC 92 SC4 'Fire Engineering' [ISO, 2013] voor open garages lichtere brandscenario's aan dan voor gesloten garages, omdat de kans dat de brandweer bij aankomst een benaderbare brand aantreft in een open garage groter is dan in een gesloten garage met beperkte ventilatie.

5.2.2 Uiteenlopende afmetingen

Parkeergarages lopen uiteen qua gebruiksoppervlakte, van enkele honderden m² tot vele tienduizenden m². 100.000 m² à 200.000 m², al dan niet verdeeld over meerdere parkeerlagen, komt ook voor. Bij toename van de gebruiksoppervlakte neemt het risico toe door het grotere aantal personen dat in het compartiment wordt blootgesteld aan de gevolgen (in risicotermen: niet zozeer het plaatsgebonden risico, maar wel het groepsrisico). Voor een brandweerinzet is een diepe of hoge ligging gevaarlijker dan een ligging dicht bij maaiveld.

5.2.3 Vrijstaand parkeergebouw of parkeerverdiepingen onder/naast andere gebruiksfuncties

Of een parkeergarage geheel vrijstaat, of dat hij tegen of onder andere bebouwing is aangebouwd heeft niet zozeer invloed op de ontwikkeling van brand en rook in het compartiment. Het heeft wel grote invloed op de mogelijke effecten buiten het compartiment en daarmee op de aanvaardbaarheid van het bezwijken van bouwconstructies door de brand. Bij een vrijstaand parkeergebouw kan het vanuit het oogpunt van persoonlijke veiligheid aanvaardbaar zijn als na de ontruiming de bouwconstructie bezwijkt, terwijl dat bij bovenbouw zelden geldt.

5.2.4 Nieuwbouw of bestaande bouw

De Nederlandse richtlijnen zijn opgesteld voor nieuwbouw parkeergarages. Voor bestaande bouw is het echter ook belangrijk te beschikken over een beoordelingsrichtlijn. Dat geldt juist nu voor parkeergarages landelijk geen enkele overeenstemming is over de beoordelingsgrondslag. Als de NVBR de LNB richtlijn intrekt vanwege het bieden van onvoldoende veiligheid, hoe moeten dan de vele bestaande garages worden beoordeeld die volgens die richtlijn zijn gebouwd?

Het gegeven dat in Nederland nog nooit doden zijn gevallen en al evenmin gebouwen boven een parkeergarage zijn bezweken is niet zonder betekenis: het betekent dat er geen acute en concrete dreiging is die onmiddellijk actie vergt. Het is echter niet voldoende om te concluderen dat de LNB richtlijn in ieder geval voldoende veiligheid biedt om alle garages te beoordelen als gelijkwaardig met het niveau bestaande bouw.

Voor kleine en eenvoudige bestaande garages zonder veiligheidskritische bovenbouw is gelijkwaardigheid wellicht zonder diepgaande analyse uit te spreken. Grote, complexe garages met bovenbouw waarin kwetsbare gebruiksfuncties voorkomen, vergen nadere beoordeling en zijn eerste kandidaat om eventueel alsnog aanvullende maatregelen op te leggen als die nadere beoordeling negatief uitpakt.

6. Maatregelen en voorzieningen

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bespreekt de in Nederland gangbare opties waarmee parkeergarages veilig kunnen worden gemaakt. Paragraaf 6.2 geeft een overzicht met de relevante kenmerken van iedere maatregel en een evaluatie in het licht van de doelstellingen als besproken in hoofdstuk 4. Paragraaf 6.3 bespreekt de samenhang en de waarde van combinaties van diverse opties in relatie tot de omvang, type, gebruik en omgeving van de garage.

6.2 Overzicht

6.2.1 Rookbeheersing

Beschrijving

Rookbeheersing is in Nederland het afgelopen decennium in parkeergarages vooral toegepast in samenhang met de LNB richtlijn. Dat houdt in dat de installatie voldoende capaciteit moest hebben om de garage na blussing door de brandweer schoon te spoelen voor nazorg (doorzoeken van de garage op slachtoffers). In beginsel lukt dat met alleen afvoerventilatoren, maar door slimme plaatsing van stuwventilatoren kon de benodigde afvoercapaciteit vaak beperkt blijven, soms zelfs tot 5 ACH of minder.

Sinds de publicatie van de VRR variant van de LNB richtlijn, en sinds 2012 ook van NEN 6098, worden garages gerealiseerd waarin rookbeheersing de functie heeft van ondersteuning van de repressieve inzet, de offensieve binnenaanval. Dat is een tijdkritische zaak: de rookbeheersing moet de veilige aanval mogelijk maken, maar als de brandweer niet op tijd slaagt in het blussen is de rookbeheersing niet meer in staat de aanvalsroute rookvrij te houden. Om deze functie te vervullen moet de installatie een aanzienlijk hogere capaciteit hebben dan nodig voor de originele LNB richtlijn: in de orde van grootte van 50 ACH of meer. Hoeveel precies en waar ventilatoren, stuw- en schermen geplaatst moeten worden, kan uitsluitend worden bepaald via een serie CFD simulaties.

Tot in de jaren '90 van de vorige eeuw werd de ventilatie van parkeergarages veelal uitgevoerd met dwarsventilatie: toevoer via toeritten, afvoer via kanalen aan het plafond. Dat is duurder, vergt meer ruimte en is in veel gevallen niet uit te voeren met voldoende capaciteit voor rookbeheersing ter ondersteuning van de repressieve inzet.

Evaluatie

De rookbeheersing is sterk gekoppeld aan de verwachte brandontwikkeling, omdat een opgegeven vermogenscurve in de tijd in de simulaties de bron is van warmte en rook en dus de bron van de rookverspreiding. De juistheid van de simulatieresultaten is dus direct afhankelijk van de juistheid van de schatting van de brandontwikkeling in de tijd.

In het buitenland wordt rookbeheersing veelal minder direct gekoppeld aan veilige inzet van de brandweer. Als uitgangspunt van de berekeningen wordt vaak uitgegaan van één auto, vermogen 4 MW (gesprinklerde situatie), of van twee auto's, 8 MW, ongesprinklerde situatie. Zeker in de ongesprinklerde situatie is de veronderstelling dat de brand niet groter wordt dan 2 auto's onrealistisch te noemen, gelet op de eerder genoemde onderzoeken en statistieken van de afgelopen decennia. Kennelijk heeft het buitenland ook moeite om de traditie op te geven en de regels aan te passen aan de veranderde situatie.

In het licht van de eerder behandelde problemen met ‘zicht op de brand’ door rookventilatie en de voorspelling daarvan, worden wellicht de voordelen van dwarsventilatie weer relevant: dwarsventilatie gaat gepaard met lage luchtsnelheden die een rooklaag niet verstoren, wat in de fase van evacuatie van de gebruikers van de garage een belangrijke rol kan spelen bij het behoud van een laag schone lucht onder de rooklaag aan het plafond. Eenzelfde opmerking geldt voor systemen met alleen afzuigventilatoren. Bij toepassing van stuwdrukventilatoren en grote afvoercapaciteit wordt een tegen het plafond hangende rooklaag daarentegen gemakkelijk verstoord, zodat op de vluchtroute eerder sprake is van rookhinder.

Voor krachtige rookventilatie met als doel ‘zicht op de brand’ voor de brandweer is wellicht nog wel een rol weggelegd in combinatie met een sprinklerinstallatie. Die laatste neemt de risicofactoren grotendeels weg die de succeskans van de ventilatie bedreigen (te grote brandomvang), en de rookventilatie vergroot de kans op snel benaderen van de brand voor afblussen, waardoor ook de kans dat de sprinkler alsnog faalt kleiner wordt.

Beheerders van parkeergarages kunnen krachtige rookventilatie wensen in het kader van schadebeperking. Schade is er niet alleen bij een grote brand. Bij een veel vaker voorkomende kleine brand moet de garage vaak ook een tijdlang buiten bedrijf blijven, en schade door hitte en rook moet worden gerepareerd en vergoed. Door rookbeheersing daalt de kans op beperkte schade ook, en daarmee de economische schade en de gevolgschade door uitval van de faciliteit. Daar moet wel bij gezegd worden dat het voor een beheerder gemakkelijker is om de voordelen in te zien van een installatie die toch al verplicht is, dan als de installatie niet verplicht is en de beheerder de voordelen moet afwegen tegen de investering en exploitatiekosten van de installatie.

6.2.2 Binnenaanval

Beschrijving

De offensieve binnenaanval houdt in dat de brandweer tracht de brand te blussen voordat hij te groot is geworden om dat nog veilig te ondernemen. Van oudsher is dat in een parkeergarage de standaard bestrijdingsmethode, in ieder geval zolang dat veilig kan gebeuren.

Evaluatie

De brandweerorganisaties in Nederland hebben enkele jaren geleden een algemeen beleid ingezet om terughoudend te zijn met een binnenaanval met het oog op de veiligheid van de inzetploegen. Het beleid komt erop neer dat een ‘offensieve binnenaanval’ alleen wordt gedaan als daardoor een directe dreiging voor mensen kan worden weggenomen, maar zelfs dan alleen als het kan met minimale risico’s voor het eigen personeel. De bevelvoerder moet die risico’s evalueren en afwegen tegen het mogelijk nut en als voldoende laag kwalificeren voordat een ploeg naar binnen gaat.

Dit beleid leidt in ieder geval tot vertraging bij de inzet, want de evaluatie kost tijd. Ook kan de evaluatie negatief uitvallen, zeker als duidelijk is dat er zich geen personen meer in het compartiment bevinden maar ook als onvoldoende informatie (tijdig) beschikbaar is over de aanwezige voorzieningen om tot een onderbouwd positief oordeel te komen.

Met het nieuwe beleid behandelt de brandweer een brand in een parkeergarage steeds meer als een willekeurige andere gebruiksfunctie: daar is een binnenaanval een uitzondering, die onder strikte voorwaarden gebeurt als dat veilig mogelijk is. Juist voor een parkeergarage is dat een zichtbare breuk met het verleden: in een parkeergarage kon de brandweer (vrijwel) altijd effectief en veilig optreden, ook als zij pas laat ter plekke waren. Zij gingen naar binnen, niet primair omdat het nodig was, maar omdat het kon. Dat laatste is niet meer zonder meer waar, dus is het niet meer dan logisch dat de binnenaanval wordt heroverwogen.

Overigens kunnen we constateren dat in het buitenland een dergelijke herijking van het beleid (nog) niet lijkt te gebeuren: in alle bestudeerde verslagen van incidenten gaat de brandweer naar binnen, zonder dat achteraf ter discussie te stellen. Als de gesignaleerde trends in autotechniek zich ook in het buitenland voordoen is te verwachten dat z'n herijking niet meer dan een kwestie van tijd is.

6.2.3 Automatische blusinstallatie (sprinkler)

Beschrijving

Een automatische blusinstallatie is een effectief middel om een brand in een parkeergarage te beperken tot één auto.

Enkele experimenten met gesprinklerde autobranden bevestigen dat een sprinklerinstallatie niet in staat is een autobrand te blussen, maar wel met hoge betrouwbaarheid voorkomt dat de brand zich uitbreidt tot andere auto's, o.a. [BRE, 2011]. De geactiveerde sprinkler kon in die proeven niet voorkomen dat de eerste auto geheel uitbrandde, zelfs met een aanzienlijk piekvermogen van 7 MW, maar de piek kwam zo laat dat de brandweer alle tijd heeft om de dan nog zeer kleine brand te blussen. Op die vertraging kan echter niet worden gerekend: het betrof slechts één proef, het is dus onzeker of die vertraging wel systematisch plaatsvindt. De sprinkler voorkwam overslag naar de direct ernaast geplaatste auto's effectief.

In proeven met direct boven elkaar geplaatste auto's zoals dat in een 'automatische parkeergarage' kan plaatsvinden, bleek dat de sprinklers er niet in slagen te voorkomen dat de bovenste auto mee uitbrandt. De onderzoekers concludeerden dat 'de kans op branduitbreiding naar dichtbij geplaatste auto's significant was gereduceerd'. Zij gaan niet zover dat de sprinkler de brand beheerst in de zin van beperkt blijven tot de directe omgeving van de eerste ontstoken auto.

Er zijn signalen dat branduitbreiding in een gesprinklerde garage kan plaatsvinden als brandstof lekt, en zich brandend over de waterplas op de vloer verspreidt naar andere auto's. Hoe groot dat risico is, blijft onzeker; toevoeging van schuim aan het sprinklerwater wordt genoemd als effectief om dat te voorkomen.

Behalve traditionele watersprinklers is er informatie dat bijvoorbeeld watermist ook effectief is in een parkeergarage. De informatie is vooralsnog alleen afkomstig van bedrijven en brancheorganisaties in de sector, onafhankelijke informatie in die richting is er nog niet. In die zin is het te vroeg om alternatieven voor sprinklerbescherming als even waardevol voor te stellen.

Over de effectiviteit van sprinklerbescherming bij autobranden waarin sprake is van andere energiedragers dan benzine of diesel, is nog weinig tot niets bekend. Bij toepassing van brandstoffen die onder zeer hoge druk in stalen of kunststof tanks aanwezig zijn zoals aardgas (CNG, CH₄) of waterstof (H₂), is er enerzijds een explosierisico: als een dergelijke tank ontploft dan lopen mensen waaronder hulpverleners gevaar doordat scherven of zelfs hele tanks over grote afstand worden weggeslingerd. De standaard beveiliging van de tanks voorkomt in beginsel zo'n explosie door het openen van een ventiel als de temperatuur bij het ventiel te ver oploopt (Pressure Reduction Device, PRD). Het openen van het ventiel leidt tot een kortdurende maar zeer krachtige gasstraal die naburige auto's ontsteekt.

Deze beveiliging is afhankelijk van min of meer gelijkmatige opwarming: als de tank plaatselijk wordt verhit terwijl de PRD afgeschermd is, kan de tank verzwakken en scheuren, met een explosie tot gevolg. De betrouwbaarheid/effectiviteit van de PRD's is zo onzeker dat het Amerikaanse onderzoeksinstituut MVFRI aanbeveelt om PRD's op waterstoftanks dubbel uit te voeren [MVFRI, 2006].

Sprinklerbescherming van de garage verandert aan deze gevaren weinig of niets, waardoor de veronderstelling dat de brand beperkt tot één auto op losse schroeven komt te staan als auto's op CNG en H₂ in de garage worden toegelaten.

Bij elektrische auto's zijn er aanwijzingen dat een sprinklerinstallatie daar veilig en effectief op kan functioneren. Wel is gebleken dat een brand in de batterijen meerdere uren kan duren en dat de brandweer dat niet kan stoppen. Daarmee zou in het ontwerp van de installatie rekening moeten worden gehouden.

Evaluatie

Het lijkt redelijk om er bij het stellen van ontwerpregels van uit te gaan dat een (goed ontworpen en onderhouden) sprinklerinstallatie met toevoeging van schuim in 'gewone' gesloten en open parkeergarages de brand beperkt tot één auto, zolang alternatieve energiedragers niet of nauwelijks aan de orde zijn. Zodra dat laatste wel gebeurt daalt de betrouwbaarheid van de beperking tot één auto snel.

Nu hoeft uitbreiding naar één buurauto niet direct te betekenen dat de sprinklerinstallatie faalt, omdat de maximale sproeioppervlakte (ten minste 144 m² bij een nat systeem volgens OH-2, NEN-EN 12845) nog ruim voldoende is. Maar uitbreiding naar meer dan één auto, of verdere uitbreiding als één of meer van de volgende auto's ook op aardgas of waterstof rijden, leidt al gauw tot een omvang waar de installatie niet op is ontworpen. Dit heeft tot gevolg dat in een garage waarin aardgas en waterstof zijn toegelaten, de betrouwbaarheid van een sprinklerinstallatie aanzienlijk lager is dan in een garage waarin zij niet zijn toegelaten (en ook feitelijk niet aanwezig zijn - de ervaring met LPG is dat een toegangsverbod maar beperkt wordt nageleefd). Daarbij komt dan nog het explosierisico in de brandende auto.

Er is daarom, vooruitlopend op een toekomst waarin aardgas, waterstof en nu nog niet bekende andere brandstoffen populair zijn geworden, reden om bij de beveiliging van een parkeergarage niet onbeperkt te rekenen op succesvolle werking. In situaties waarin een zeer hoge bescherming nodig is, verdient aanvullende bescherming in de vorm van bijvoorbeeld brandwerende draag- en scheidingconstructies of rookbeheersing aanbeveling.

6.2.4 Bescherming door draag- en scheidingsconstructies

Beschrijving

Een brand in een parkeergarage kan effecten hebben in aangrenzende gebouwdelen. De brand kan door- of overslaan naar bovengelegen en naastgelegen compartimenten. Het grootste risico op dit vlak is branddoorslag vanuit de bovenste parkeerlaag naar de functies erboven; brandoverslag via openingen in de gevel naar diezelfde functies is ook een mogelijkheid.

Delen van de draagconstructie van het gebouw kunnen voor zover die zich in de parkeergarage bevinden, door de brand bezwijken.

De voorschriften die het Bouwbesluit 2012 voor nieuwbouw stelt zijn (los van enkele nuanceringen): WBDBO naar andere compartimenten 60 minuten; brandwerendheid bouwconstructies tussen 60 en 120 minuten, afhankelijk van de hoogte van de hoogste vloer van het gebouw en de functie van de aangrenzende compartimenten. In een parkeergebouw zonder aangrenzende functies, dat niet is onderverdeeld in brandcompartimenten, hoeft de draagconstructie geen brandwerendheid te bezitten, behalve voor zover nodig om de brandwerende schil rond vluchttrappenhuizen in stand te houden.

De LNB-richtlijn voor grote mechanisch geventileerde parkeergarages stelt geen aanvullende eisen.

In het buitenland zijn voor gesloten garages de eisen aan de draagconstructie van dezelfde orde van grootte, behalve voor hoogbouw waar de eis nogal eens oploopt tot 240 minuten. De brandwerendheid op scheidende en dragende functie wordt meestal gelijk gesteld, zodat de WBDBO meestal hoger is dan de vaste waarde van 60 minuten in de Nederlandse voorschriften.

Evaluatie

De brandwerendheidseisen zijn tot op heden internationaal voldoende gebleken om wereldwijd in vrijwel alle gevallen doorslag en bezwijken te voorkomen. Dat klopt op zich met een klassieke vuistregel: de brandduur in minuten is gelijk aan de gemiddelde vuurbelasting in het compartiment in kg vurenhout per vierkante meter. Op basis van categorie 3 auto's (320 kg), 25 MJ/kg verbrandingswarmte en 25 m² vloeroppervlakte per auto is de brandduur 20 minuten; dit is nog ruim onder de Nederlandse brandwerendheidseisen.

Desondanks zijn er veel gevallen gesignaleerd waarin een brand vele uren duurde en waarna vloeren en liggers zwaar beschadigd zijn. Daarvoor is deels het 'travelling fire' karakter van de brand verantwoordelijk te stellen, waarin de brand zich niet ontwikkelt tot flashover waarna de hele ruimte in brand staat en 'gezamenlijk uitbrandt'. Nu grote branden kennelijk steeds vaker optreden en een nieuwe trend zich aandient waarin veel auto's rijden op alternatieve brandstoffen en daarvoor zijn uitgerust met tanks onder hoge druk, verdwijnt de quasi-zekerheid dat de draag- en scheidingsconstructies hun functie gedurende de hele brand kunnen blijven vervullen.

Het is niet uit te sluiten dat een kwantitatieve analyse van deze risico's leert dat de huidige voorschriften voldoende zekerheid bieden, maar vooralsnog lijkt het waarschijnlijker dat aanvullende bescherming nodig is om de draag- en scheidingsconstructies hun functie gedurende de hele brand te laten vervullen, wellicht zelfs om dat te doen gedurende de tijd waarbinnen gebruikers en hulpverleners zich in het gebouw bevinden.

Die aanvullende maatregelen kunnen zich wellicht beperken tot een verhoogde brandwerendheid van scheidingsconstructies en van draagconstructies. Als bescherming tegen explosies nodig is, en dat met eenvoudige aanpassingen in het constructief ontwerp of in de afwerking te realiseren is, dan is het te overwegen deze aanpassingen in de voorschriften op te nemen.

De hier besproken risico's hangen maar zeer beperkt af van de afmetingen van het brandcompartiment. In afwachting van een studie die uitsluitsel geeft over het risico is daarom een aanbeveling om in een garage waarin succesvolle vroeg blussing niet te verwachten is, hogere eisen te stellen aan de constructieve sterkte bij brand. Dat is niet nodig in gevallen waarin branduitbreiding naar andere compartimenten niet aan de orde is, of waarin het bezwijken van het gebouw aanvaardbaar is omdat er geen aangrenzende gebouwen zijn of omdat het aangrenzende gebouw een onafhankelijke draagconstructie heeft.

6.2.5 Branddetectie, alarmering van brandweer en gebruikers

Beschrijving

De brandmelding is het moment waarop alle reacties op een brand kunnen beginnen. In kleine parkeergarages is automatische brandmelding niet verplicht, behalve als de garage zich bevindt op 1,5 m boven meetniveau of hoger. Onduidelijk is waarom die eis dan wordt gesteld, maar niet als de garage verdiept of ondergronds is gelegen. Het doel van deze door het Bouwbesluit voorgeschreven brandmeldinstallatie is sowieso niet helder; de aan de melding gekoppelde alarmering vindt alleen plaats in de garage zelf, niet in eventuele aangrenzende gebruiksfuncties.

Parkeergarages groter dan 1.000 m² moeten conform het Bouwbesluit zijn voorzien van een brandmeldinstallatie met volledige bewaking. Dat sluit prima aan op de in de LNB richtlijn en in NEN 6098 voorgeschreven installaties. De LNB richtlijn schrijft thermische melders voor. De melding moet pas komen als er met zekerheid sprake is van brand en is dus kennelijk primair gericht op doormelding naar de brandweer, niet op het alarmeren van aanwezige gebruikers.

In het geval van NEN 6098 richtlijn is snellere melding voorgeschreven. De melding is hier primair gericht op alarmering van gebruikers. Om de kans op ongewenste doormelding naar de brandweer toch te beperken is tweegroeps- of tweemelderafhankelijkheid voorgeschreven.

Het Bouwbesluit, of beter: NEN 2575, schrijft niet voor dat na een brandmelding in de parkeergarage andere gebruiksfuncties in een aangrenzend of bovengelegen bouwdeel automatisch worden ontruimd.

Evaluatie

Nut en noodzaak van vroege alarmering van gebruikers van een parkeergarage staan in Nederland ter discussie. Aan de ene kant van het spectrum is het standpunt dat in de grote onverdeelde ruimte van een parkeergarage gebruikers bij het begin van een brand ruim voldoende tijd hebben om binnen 30 m (LNB richtlijn) de dichtstbijzijnde uitgang te bereiken voordat de rook te dicht is geworden. Snelle automatische melding en alarmering zijn daar niet per se voor nodig, snelle melding gaat bovendien gepaard met een te grote kans op ongewenste doormelding naar de brandweer. Aan de andere kant van het spectrum is het standpunt dat ongunstige factoren samenkomen zoals de geometrie van een parkeergarage, onbekendheid van gebruikers met de plaats van nooduitgangen en hoge lichtsnelheden. Daardoor kan een rookfront gebruikers overvallen voordat zij zich realiseren dat zij moeten vluchten.

Een vroege alarmering kan dat voorkomen. Een te grote kans op storingen en ongewenste alarmering van de brandweer is te vermijden door deugdelijke apparatuur en slimme configuratie. In deze discussie volgen de opstellers de standpunten als verwerkt in NEN 6098.

De huidige opzet kent nog een punt waarop heroverweging van klassieke werkwijzen aanbevolen wordt, namelijk: ontruimingsalarmering van aangrenzende gebruiksfuncties. De huidige systematiek schrijft dat in de praktijk nooit voor. Toch zijn er goede redenen om dat wel te doen, of althans de mogelijkheid daartoe te introduceren:

- De rook afkomstig van een grote brand ontsnapt in de praktijk grotendeels via toe- en uitritten en via alle openingen in de omhulling van de garage. Die rook verspreidt zich vervolgens ongecontroleerd en kan door de wind over grote oppervlakten tegen gevels worden gestuwd. De brandweer gaat steeds vaker over tot ontruiming van de betreffende gebouwen.
- Een zeer grote brand is niet meer ondenkbaar en het bezwijken van het gebouw ook niet. Bij een zeer grote brand is het altijd aan te raden het bovengelegen gebouw uit voorzorg te ontruimen.

Als de gebruiksfuncties boven de garage zijn voorzien van ontruimingsinstallaties kan een ontruiming gemakkelijk en efficiënt plaatsvinden. Als het gaat om woonfuncties is dat vrijwel nooit het geval omdat die volgens de Nederlandse regelgeving niet hoeven te zijn voorzien van centrale ontruimingsalarmering (op hoogbouw boven de 70 m na). De brandweer moet dan overgaan tot een moeizame en trage ontruiming via deur-aan-deur aankloppen.

De aanbeveling is om te overwegen om gebruiksfuncties boven een parkeergarage - voor zover de kans op rookbelasting, branddoorslag en bezwijken niet sterk is gereduceerd door aanvullende maatregelen - te alarmeren in geval van brand in de parkeergarage en voor zover nodig te voorzien van een ontruimingsinstallatie.

6.3 Samenhang, staffeling van maatregelen

6.3.1 Nut en noodzaak

Een vorm van staffeling van maatregelen ligt voor de hand als methode om de te treffen maatregelen aan te passen aan het risico van de situatie. Zonder enige staffeling worden de zware maatregelen die nodig zijn om in de meest risicovolle situatie toch voldoende veiligheid te realiseren, ook opgelegd bij de minst risicovolle situatie waarvoor maatregelen nodig zijn in het kader van gelijkwaardigheid.

6.3.2 Uitgangspunten

Bij het formuleren van aanbevelingen voor een concreet stelsel van maatregelen en voorzieningen worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Een vrijstaand parkeergebouw mag bij brand na relatief korte tijd bezwijken.
- Een parkeerfunctie onder gebruiksfuncties van beperkte omvang en aantallen in hoofdzaak zelfredzame gebruikers mag na lange tijd bezwijken.
- Een parkeerfunctie onder gebruiksfuncties van grote omvang, of grote aantallen gebruikers of voor verminderd zelfredzame gebruikers moet een brand in de garage overleven.
- De voorgestelde maatregelen hebben uitsluitend de publiekrechtelijke doelstellingen op het oog. Particuliere belangen van de eigenaar en/of verzekeraar en van de gebruiker, kunnen aanvullende voorzieningen vereisen of verstandig maken; de regelgevende en de toetsende overheid gaan daar niet over.

- In de staffeling wordt onderscheid gemaakt tussen twee categorieën gebruiksfuncties die boven een parkeergarage zijn gelegen, of ernaast als er sprake is van een gemeenschappelijke draagconstructie:
 - Categorie A: woonfuncties of functies voor verminderd zelfredzame personen (personen die voor een ontruiming afhankelijk zijn van personen die niet permanent aanwezig en beschikbaar zijn) of andere gebruiksfuncties, bestemd voor in totaal meer dan [1.000] personen
 - Categorie B: gebruiksfuncties niet vallend onder categorie A.
- De voorstellen betreffen alleen garages groter dan 1.000 m². De eerder in dit rapport geuite zorgen over kleine garages zijn onvoldoende hard om voor die categorie - die buiten de scope van de opdracht ligt- concrete maatregelen voor te stellen.
- Voor garages zonder bovenbebouwing of alleen van categorie B, is een uitgangspunt dat de bovengelegen functies bij (zekere) brand in de garage worden ontruimd. Eventuele branddoorslag of bezwijken zijn in dat geval geaccepteerd.
- Voor garages met bovenbebouwing van categorie A is een uitgangspunt dat de bovengelegen functies bij (zekere) brand in de garage niet worden ontruimd. Via maatregelen worden de voorwaarden geschapen waaronder dat verantwoord is. Branddoorslag of bezwijken zijn in dat geval niet acceptabel. Ook niet in een laat stadium.
- In de voorgestelde staffeling is geen rol weggelegd voor rookbeheersing, vanwege de beoordeling als duidelijk minder betrouwbare methode (relatief grote faalkans van succesvolle bestrijding door brandweer). Dat verhindert niet dat rookbeheersing een belangrijke rol kan spelen in niet gesprinklerde branden, maar dan als aanvullende maatregel gericht op het beperken van schade en 'downtime'. Dat valt buiten de verantwoordelijkheid van de regelgever en is daarom niet in het voorstel voor verplichte maatregelen opgenomen.

6.3.3 Voorstel voor een mogelijke staffeling van voorzieningen

- Een vrijstaand parkeergebouw:
 - Hoeft geen brandwerende draagconstructie te bezitten.
 - Hoeft niet te zijn onderverdeeld in brandcompartimenten.
 - Moet boven 1000 m² zijn voorzien van snelle automatische detectie en van ontruimingsalarmering.
- Voor een parkeerfunctie die is gebouwd onder een gebruiksfunctie in categorie B geldt:
 - De WBDBO van de parkeerfunctie naar de andere gebruiksfunctie bedraagt ten minste 60 minuten. De brandwerendheid van delen van de draagconstructie waarvan de andere gebruiksfunctie afhankelijk is, is overeenkomstig de voorschriften van Bouwbesluit 2012.
 - Als de garage een gebruiksoppervlakte heeft van meer dan 10.000 m² én de andere gebruiksfuncties hebben een gezamenlijke gebruiksoppervlakte van meer dan 1.000 m², dan bedraagt de WBDBO van de parkeerfunctie naar de andere gebruiksfuncties ten minste 120 minuten (kleinere stappen zijn te overwegen). Delen van de draagconstructie waarvan de andere gebruiksfunctie afhankelijk is, zijn in dat geval ten minste 180 minuten brandwerend (dit vooruitlopend op een studie naar de effecten van 'travelling fires' in niet gesprinklerde parkeergarages).
 - De garage is voorzien van snelle automatische detectie en van ontruimingsalarmering. Bij een brand in de parkeergarage die leidt tot doormelding naar een PAC worden de bovengelegen gebruiksfuncties gealarmeerd tenzij de brandwerendheid van draag- en scheidingsconstructies is verhoogd.

- Voor een parkeerfunctie die is gebouwd onder gebruiksfuncties in categorie A geldt:
 - De WBDBO van de parkeerfunctie naar de andere gebruiksfunctie bedraagt ten minste 120 minuten. De draagconstructie in de parkeergarage is ten minste 180 minuten brandwerend. Beide zijn bestand tegen een explosie van een CNG- of H₂-brandstoftank.
 - Als de garage een gebruiksoppervlakte heeft van meer dan 10.000 m² en de andere gebruiksfuncties hebben een gezamenlijke gebruiksoppervlakte van meer dan 1.000 m², dan moet de parkeergarage zijn voorzien van een sprinklerinstallatie.
 - De garage is voorzien van snelle automatische detectie en van ontruimingsalarmering. Bij een brand in de parkeergarage worden de bovengelegen gebruiksfuncties gealarmeerd. Deze alarmering is gericht op waarschuwing, niet direct op ontruiming.

7. Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de analyse van de verzamelde gegevens is een aantal conclusies en aanbevelingen geformuleerd. Zij worden onderstaand per categorie vermeld.

Brandontwikkeling, brandweerinzet, kans op grote brand

- Met de toegenomen brandgroeisnelheid en vuurlast van moderne auto's is zowel in gesloten als in open parkeergarages en zelfs op open parkeerterreinen, de kans toegenomen dat een autobrand zich ontwikkelt tot een langdurige, intense brand waarbij uiteindelijk een groot aantal voertuigen betrokken raakt (10 tot 50 of meer). Die kans lijkt groter dan ook de meest recente statistische studies laten zien en te groot om in ontwerpvoorschriften te negeren.
- Een gedegen studie naar de details van met name grote parkeergaragebranden kan de in dit rapport genoemde verbanden bevestigen of nuanceren, en leiden tot beter onderbouwde aanbevelingen.
- Behalve de inmiddels sterk toegenomen hoeveelheid kunststof in auto's, leiden ook andere recente ontwikkelingen in de autotechniek tot toename van de kans op onbeheerste brandgroei in een garage. Sommige ervan vergroten rechtstreeks het gevaar voor de brandweer bij de bestrijding: elektrische auto's via brand in batterijen met steeds wijzigende samenstelling (hoogspanning, explosie, zuur), affakkelen of explosies bij brandstoffen in hogedruktanks: aardgas, waterstof, of waterstof in brandstofcellen. Behalve de directe toename van de te verwachten omvang van een incident betekenen die ontwikkelingen ook dat de brandweer zich extra terughoudend zal moeten opstellen bij het benaderen van brandende auto's, wat dan weer de kans verkleint dat zij erin slagen de brand tot de bekende drie auto's te beperken;
- Ook ontwikkelingen rond het beleid ten aanzien van optreden van de brandweer wijzen in dezelfde richting. Brandweerorganisaties zetten met het oog op de veiligheid van de inzetploegen grote vraagtekens bij het nemen van enig risico bij het inzetten in een onzekere en mogelijk onveilige omgeving. Anderen stellen zelfs dat een bevelvoerder pas mag besluiten tot een 'offensieve binnenaanval' na zich ervan te hebben vergewist dat de inzetploeg daarbij veilig kan opereren. Als de brandweer inderdaad niet, of later, besluit tot een binnenaanval, neemt de kans op een grote brand uiteraard toe.
- De kans dat de brandweer de brand blust vóórdat die meer dan drie auto's omvat, is nog steeds aanzienlijk, maar niet meer groot genoeg om erop te mogen rekenen bij het bepalen van brandveiligheidsvoorzieningen en de gevolgen van grotere branden als verwaarloosbaar restrisico te accepteren.
- In relatief kleine garages kan een autobrand zich ontwikkelen tot flashover, waarbij alle auto's in de garage tegelijkertijd branden (ref. Monica Wills, UK). Bij garages groter dan pakweg 1.000 m² zijn er geen aanwijzingen dat dat aan de orde is.

Rookbeheersing, 'zicht op de brand'

- De mogelijkheden om via rookventilatie de brandweer 'zicht op de brand' te geven, zodat zij bij een offensieve binnenaanval vanuit een veilige zone de brand kunnen benaderen en bestrijden, zijn beperkt. Voorwaarden waaronder 'zicht op de brand' te realiseren is, is dat de garage een gunstige vorm heeft, de rookventilatie qua positie van toe- en afvoerpunten gunstig is, en de brandhaard zich op een gunstige plaats voordoet. Het lukt ook alleen als/zolang de brandomvang klein genoeg is.
- CFD-berekeningen van rookverspreiding in een parkeergarage hebben in het beste geval een matige tot redelijke nauwkeurigheid. In de praktijk is naar mening van DGMR de kwaliteit van de berekeningen in vermoedelijk zelfs de meerderheid van de gevallen onvoldoende om een vergunning te baseren op de CFD-voorspelling van rookcondities die een veilige en effectieve inzet van de brandweer mogelijk maken.

Er is een aanzienlijke kwaliteitsslag nodig bij de bureaus die dergelijke berekeningen uitvoeren, voordat toezichthouders terecht vertrouwen schenken aan de betreffende bureaus. Ook zal vanuit de betrokken branche en vanuit de wetenschap gewerkt moeten worden aan het beschikbaar komen van gegevens waaraan de bureaus de kwaliteit van hun resultaten kunnen afmeten. Dergelijke gegevens ontbreken nog grotendeels.

Regels en richtlijnen

- Gelet op de in dit rapport gesignaleerde trends kan er niet op gerekend worden dat de bestaande regels en richtlijnen er ook in de nabije toekomst in slagen incidenten met verlies van mensenlevens en met zeer grote materiële schade te voorkomen met de hoge betrouwbaarheid die het Bouwbesluit vraagt. Althans, voor de grootste en meest complexe garages is het veiligheidsniveau dat met de huidige richtlijnen (LNB, LNB/VRR, NEN 6098) wordt bereikt, naar verwachting onvoldoende om te kunnen spreken van gelijkwaardigheid met het veiligheidsniveau Bouwbesluit 2012 voor nieuwbouw. Deze verwachting berust op inschattingen, die door gericht onderzoek moeten worden bevestigd of ontkracht.

Ook in kleine garages met bebouwing erboven zijn in dit onderzoek risico's geïdentificeerd waarvan nadere studie moet uitwijzen of ze zo groot zijn dat aanpassing van de Bouwbesluitvoorschriften nodig is. Daarentegen zijn voor de kleinste en minst complexe garagegebouwen zonder direct aangrenzende bebouwing de voorzieningen die nu worden geëist wellicht zelfs onnodig zwaar.

Open parkeergarages

- Open of 'natuurlijk geventileerde' garages bieden met de huidige auto's niet de veiligheid die daar tot in de jaren negentig - en nu soms nog steeds- aan werd toegedacht. Een brand ontwikkelt zich op dezelfde wijze als in een gesloten garage, met een rookproductie die zich niet met een beperkte ventilatie laat afvoeren. De natuurlijke ventilatie is van dezelfde orde van grootte als de 10-voudige ventilatie voorgeschreven door de LNB richtlijn, maar veel geringer dan nodig voor zicht op de brand en bovendien qua richting niet te sturen. De inzetmogelijkheden voor de brandweer zijn dan ook beperkt. Wel is de situatie in de beginfase waarin de brand nog klein is, de situatie gunstiger voor brandweerinzet dan in een gesloten garage.
- Zonder bescherming van de draagconstructie (zoals NPR 2443:1978 toestond) is bij een grote brand de kans op bezwijken van (delen van) de constructie aanzienlijk en zonder beschermde scheidingsconstructies geldt datzelfde voor de kans op branddoorslag naar aangrenzende bouwdelen en vluchttrappenhuizen. Onbeschermde draagconstructies kunnen overwogen worden in gevallen waar het bezwijken van de parkeergarage qua gevolgen aanvaardbaar is.

Sprinklerbescherming

- De ervaringen met sprinklerbescherming van parkeergarages zijn goed, maar betrouwbare gegevens over de effectiviteit zijn spaarzaam. Het lijkt daarom vooralsnog niet verstandig om in alle gevallen voor de brandbeveiliging geheel op de sprinkler te vertrouwen. In zeer grote of complexe gebouwen is aanvullende c.q. redundante bescherming aan te bevelen.
- Het verdient aanbeveling om de ontwerpeisen aan de sprinklerbescherming van parkeergarages te updaten naar aanleiding van het gewijzigde brandgedrag van auto's, maar ook van de toepassing van nieuwe energiedragers. Daarvoor is onderzoek nodig.
- Alternatieve blussystemen zoals watermist en varianten daarvan, kunnen vooralsnog niet de hoge betrouwbaarheid van sprinklerbescherming onderbouwd claimen.

Buitenlandse regelgeving

- Aan de buitenlandse regelgeving op het gebied van de brandveiligheid van parkeergarages en de ontwikkelingen daarin, kan Nederland weinig richting ontleen. In het buitenland spelen dezelfde problemen als in Nederland: vigerende regels zijn gebaseerd op gegevens die passen bij de veel minder gemakkelijk brandbare auto's van het verleden; acceptatie van mechanische rookventilatie met beperkte capaciteit voor rookbeheersing zonder bewijs van de effectiviteit ervan; acceptatie van CFD simulaties als bewijsvoering van rookbeheersing zonder afdoende onderbouwing van de juistheid ervan; vertrouwen in het open karakter van natuurlijk geventileerde garages voor afvoer van rook - ondanks incidenten die daarmee in strijd blijken. Er zijn geen initiatieven aangetroffen om daarin verbetering te brengen.

Automatische parkeergarages

- Innovatieve vormen van geautomatiseerde opslag van auto's in een automatische parkeergarage gaan door de ruimte-intensieve opslag meestal gepaard met een snelle brandontwikkeling. Dit is nu ook al zonder meer te snel voor effectieve bestrijding door de brandweer via een binnenaanval. In het algemeen zal een automatische blusinstallatie nodig zijn als het uitbranden van alle auto's niet aanvaardbaar is.

Constructieve bescherming

- Constructieve schade aan het gebouw wordt in veel persberichten gemeld, maar de omvang van de schade is daaruit niet op te maken. In enkele gevallen is het bezwijken van een deel van de vloer boven de brand gemeld. Er zijn geen gevallen gevonden waarin sprake was van voortschrijdende instorting, dat wil zeggen het geheel bezwijken van bovengelegen gebouwen. Dat geldt tevens voor gedwongen sloop na afloop. Ook op dit punt lijkt het logisch dat de risico's toenemen met de kans op (zeer) grote, langdurige 'travelling fires' en op explosies. Die risico's lijken op grond van een eenvoudige overweging het grootst bij kleine garages. Of ze zo groot zijn dat de Bouwbesluitvoorschriften te laag zijn, kan zonder nadere studie niet worden gezegd. Een onderzoek is daarom in eerste instantie aan te bevelen naar de eventuele noodzaak voor aanpassing van de prestatievoorschriften van het Bouwbesluit voor kleine brandcompartimenten in parkeerfuncties.

Bestaande parkeergarages

- De brandveiligheid van sommige bestaande parkeergarages is een punt van zorg, vanwege de toenemende risico's en de gesignaleerde onzekerheid over de bescherming geboden door draag- en scheidingsconstructies die alleen voldoen aan de Bouwbesluitvoorschriften. Enerzijds is uit het ontbreken van incidenten met dodelijke afloop of extreme materiële schade af te leiden dat er geen goede reden is om te besluiten dat bestaande parkeergarages zo onveilig zijn dat zij massaal moeten worden aangepast. Anderzijds berust het idee dat bestaande parkeergarages veilig zijn voor een belangrijk deel op veronderstellingen over brandgedrag van auto's die indertijd correct waren, maar inmiddels aantoonbaar niet meer. De veiligheid van die garages en vooral die van daarboven gelegen functies is door het steeds gemakkelijker branden van auto's gedaald.
- Een rationele manier om hiermee om te gaan bestaat uit a) accepteren dat bestaande bouw een lager veiligheidsniveau mag hebben dan nieuwbouw: niet alle bestaande garages zijn te onveilig. Maar ook b) accepteren dat sommige bestaande garages nu wellicht inderdaad als te onveilig moeten worden beoordeeld en aanpassing vereisen om boven de ondergrens van de veiligheid te komen. Nadere studie moet uitwijzen of door de gesignaleerde toename van de risico's de veiligheid onder de ondergrens uitkomt.

Speciale risico's

- Vermijd de toepassing van gemakkelijk brandbare isolatie tegen het plafond van een parkeergarage, als bron van een onnodig gemakkelijke en snelle brandvoortplanting. Een hoge klassering van de brandvoortplanting volgens EN 13501-1 is in dit verband onvoldoende gebleken bij producten die bij blootstelling aan een veel grotere 'autocompartiment' brand een veel ongunstiger brandgedrag vertonen.
- Sluit ruimten met verhoogd risico op het ontstaan van een grote brand buiten het brandcompartiment van een niet gesprinklerde grote parkeergarage. Voorbeelden zijn bergingen en andere opslagruimten, maar ook afgesloten garageboxen en kleine technische ruimten.

prof.ir. P.H.E. (Peter) van de Leur
DGMR Bouw B.V.

8. Referenties

[BHP, 1987] Thomas, I., Bennetts, I., BHP Fire Tests Prove the Value of Sprinkler Systems, Municipal Engineering in Australia, pp.3-13, September 1987.

[BHP, 1990] Bennetts, I., Thomas, I., Proe, D., Lewins, R., Almand, K., Fire safety in carparks, BHP Steel, Report No. MRL/PS69/89/006, pp. 1-33, June 1990.

[Bouwdienst RWS, 2002] Bouwdienst Rijkswaterstaat, Steunpunt tunnelveiligheid, Project ‘Safety Proef’ Rapportage Brandproeven, augustus 2002, uitgegeven door Bouwdienst Rijkswaterstaat

[BRE, 1968] E.G. Butcher, G.J. Langdon-Thomas, and G.K. Bedford. Fire Note No. 10: Fire and car-park buildings, Ministry of Technology and Fire Offices’ Committee. Joint Fire Research Organization, 1968.

[BRE, 2010] Fire Spread in car parks, project BD 2552, Fire spread in car parks, December 2010, Department for Communities and Local Government.

[Collier, 2012] P. Collier, BRANZ, Are fire regs in step with modern car parks, Build vol. 127, December 2011-January 2012, pp. 68-69.

[Collier, 2012] P. Collier, Car Parks - Fires involving modern cars and stacking systems, BRANZ, Study Report SR255, 2011

[Cwiklinski, 2001] - Cwiklinski C. “Parcs de Stationnement en Superstructure Largeement Ventilés, Avis D’expert sur les Scénarios D’incendie”. Rapport INERIS, October, 2001.

[Deckers, 2012] X. Deckers, et al., Smoke control in case of fire in a large car park: CFD simulations of full-scale configurations, Fire Safety J (2012), doi:10.1016/j.firesaf.2012.02.005.

[ISO, 2013] Fire safety engineering – Performance of structure in fire – Part 3: Example of an open car park , ISO/NP TR 24679-3.

[Joyeux, 1997] D. Joyeux, Natural Fires in Closed Car Parks: Car Fire Tests. CTICM rapport INC-96/294d-DJ/NB, 1997).

[Joyeux, 2002] Joyeux, D., Kruppa, J., Cajot, L.-G., Schleich, J.-B., Van de Leur, P. and Twilt, L. “Demonstration of Real Fire Tests in Car Parks and High Buildings”, European Commission, Contract No. 7215-PP/025 (1993 - 1996), CTICM, Final Report, EUR 20466 EN, 2002, pp. 168.

[Lemaire, 2002] Lemaire, A., van De Leur, P.H.E., and Kenyon, Y.M., Safety Proef: TNO Metingen Beneluxtunnel Meetrapport, TNO-Rapport, 2002-CVB-R05572.

[MVFRI, 2006] System-Level Design and Verification Concepts for Hydrogen-fueled Vehicles: Fireworthiness, R. Rhoads Stephenson, Motor Vehicle Fire Research Institute (MVFRI), conferentiebijdrage WHEC 16 / 13-16 Juni 2006, Lyon, Frankrijk.

[NIFV, 2011] NIFV, Onderzoek naar het brandweeroptreden bij de brand in Parkeergarage De Appelaar, Versie: 411N1004 / Eindrapport, 27 juni 2011.

[Oerle, 1999] N.J van Oerle, A.D. Lemaire, P.H.E. van de Leur, Effectiviteit van stuwkrachtventilatie in gesloten parkeergarages, Brandproeven en simulatie, Versie 2.0, TNO rapport 1999-CVB-1442, november 1999.

[Schleich, 1999] - Schleich J.B., Cajot L.G., Pierre M., Brasseur M., Franssen J.M., Kruppa J., Joyeux D., Twilt L., Van Oerle J., Aurtenetxe G. "Development of Design Rules for Steel Structures Subjected to Natural Fires in Closed Car Parks". European Commission, Contract no 7210-SA/211/318/518/620/933, 1999.

[Shipp, 1995] Martin Shipp and Michael Spearpoint, Measurements of the Severity of Fires Involving Private Motor Vehicles. Fire Research Station. Fire and Materials, vol. 19, 143-151, 1995.

[Steinert, 1994] Steinert, C., Smoke and Heat Production in Tunnel Fires, p 123-137, Proceedings of the International Conference on Fires in Tunnels, held on October 10-11th, 1994 at the Swedish National Testing and Research Institute (SP), Borås, Sweden.

[SWRI, 2006] N. Weyandt, Vehicle bonfire to induce catastrophic failure of a 5000 psig hydrogen cylinder installed on a typical SUV, SWRI project No. 01.06939.01.005.

[SWRI, 2008] M. Janssens, Development of a database of full scale calorimeter tests of motor vehicle burns, SWRI project No. 01.06939.01.003, <http://www.mvfri.org/Contracts/SwRI-heatrate.html>

[VTT, 1994-1] J Mangs and O Keski-Rahkonen, Characterisation of the Fire behaviour of a Burning Passenger Car. Part I: Car Fire Experiments. VTT Building Technology, 1994.

[VTT, 1994-2] J Mangs and O Keski-Rahkonen, Characterisation of the Fire behaviour of a Burning Passenger Car. Part II: Parameterization of Measured Rate of Heat Release Curves, VTT Building Technology, 1994.

Afkortingen

ACH	Air Changes per Hour, maat voor het ventilatievoud van een ruimte
BHP	BHP Billiton Laboratory, Melbourne, Australië
BMI	Brandmeldinstallatie
BRE	Building Research Establishment, Borehamwood, UK
BRL	Landelijke Beoordelingsrichtlijn
CvB	Centrum voor Brandveiligheid, onderdeel van TNO Bouw; sinds 2006 Efectis Nederland bv
CCV	Centrum voor Criminaliteitspreventie en Veiligheid
CFD	Computational Fluid Dynamics, een geavanceerde rekenmethode voor simulatie van rookverspreiding
CTICM	Centre Technique Industriel de la Construction Métallique, Frankrijk
FRS	Fire Research Station, Borehamwood, UK
IFV	Instituut voor Fysieke Veiligheid (voorheen NIFV)
ISO	International Standards Organisation
LNB	Landelijk Netwerk Brandpreventie, onderdeel van de NVBR
MVFRI	Motor Vehicle Fire Research Institute
NBF	Nederlandse Brandweer Federatie
NEN	Nederlands Normalisatieinstituut, Delft (vh afkorting van Nederlandse Eenheids Norm)
NIBRA	Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding
NIFV	Nederlands Instituut voor Fysieke Veiligheid (voorheen NIBRA)
NPR	Nederlandse Praktijk Richtlijn
NVBR	Nederlandse Vereniging voor Brandweer en Rampenbestrijding, nu Brandweer Nederland
OAI	Ontruimingsalarminstallatie
PAC	Particuliere Alarmcentrale
RAC	Regionale Alarmcentrale
SP	Statens Prøvningsanstalt, Borås, Zweden
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VTT	Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus , Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finland
WBDBO	Weerstand tegen Branddoorslag en Brandoverslag



prof.ir. P.H.E. (Peter) van de Leur
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Titel

Overzicht parkeergaragebranden in enkele landen in Europa

tabel 1

NEDERLAND					
Datum	Stad	Adres	aantal auto's	toelichting / opmerkingen	
6-9-2014	Rotterdam	Mijnsherenplein Art Hotel	11	12 brandschade; lift werkte nog toen brand al groot was (AD)	
28-8-2014	Rijswijk	Handelskade	3	na drie kwartier geblust.	
16-8-2014	Harderwijk	de Houtwal	0	gesprinklerd+stuwdruk; 12000 m2, 450 auto's;	
3-7-2014	Zaandam	Hendrik Rietschoofplein			
25-6-2014	Amsterdam	Ìkea Hullenbergweg	1	Niet uitgebrand, tijdig geblust werknemer	
22-4-2014	Zeist	Prinses Marijkelaan	2	Vermoeden van brandstichting. Garages (ook) verhuurd voor opslag	
23-3-2014	Noordwijk	Bomstraat	0	Afvalcontainer	
22-2-2014	Schoonhoven	Appartementencomplex	2	2 auto's en motorfiets uitgebrand, meer schade	
18-1-2014	Amsterdam	Eva Besnyostraat	1		
10-10-2013	Amsterdam	Bonnefantestraat	1	woningen ontruimd	
8-10-2013	Rotterdam	Laan op Zuid	0	bitumenlaag in een muur	
28-8-2013	Amsterdam	Spaarndammerdijk 5	1	supermarkt ontruimd	
29-6-2013	Utrecht	Kanaleneiland	3	39 schade; brand ontstaan in aanhanger	
7-6-2013	Amsterdam	Develstein- Amsterdam Zuidoost	0	papier in brand	
6-3-2013	Utrecht	Grote Haag Amersfoort Utrecht	1		
8-1-2013	Amsterdam	Markenhoven	5		
27-12-2012	Veldhoven	Parkeergarage Hagerpad	3	7 beschadigd, 3 uitgebrand, plaats voor 50; parkeergarage open 2443	
26-12-2012	Maassluis	Parkhof, Schubertlaan	2	5 auto's brandschade	

Onderzoek richtlijn brandveiligheid parkeergarages

NEDERLAND					
Datum	Stad	Adres	aantal auto's	toelichting / opmerkingen	
17-12-2012	den Haag	Jan Blankenstraat	1	Vermoeden van brandstichting, -1. 50 wagens rookschade	
3-11-2012	Rotterdam	Parkeergarage Bijenkorf, Aert van Nesstraat	1	4e etage, open parkeergebouw	
19-8-2012	Wassenaar	parkeergarage verzorgingstehuis Johanna	1	rookschade meer auto's	
19-8-2012	Scheveningen	parkeergarage Zwolsestraat	2	2e verdieping	
19-8-2012	Rotterdam	parkeergarage MediMall Maasstad ziekenhuis	1		
17-7-2012	Amsterdam	Daalwijk - Amsterdam Zuidoost	2		
3-4-2012	Leeuwarden	Parkeergarage Aegon	1	Niet uitgebrand, tijdig geblust (Oude Citroen); 1e verdieping	
17-12-2011	Assen	Triade	0	30 winkelwagentjes	
11-12-2011	Leiden	Liviuslaan	0	kelderbox	
5-9-2011	Vlissingen	Spuistraa, parkeergarage de Fonteijne	1	schade onbekend	
19-2-2011	Amsterdam	parkeergarage Rozenburglaan	9	gemeentevoertuigen uitgebrand (5 veeg-, 2 spoel, 2 bestrating). 3 lagen. Instortingsgevaar	
2-1-2011	Rotterdam	Laan op Zuid	0	pallets en containers in opslagruimte Albert Heijn; 70- woningen ontruimd. Alleen rook	
19-12-2010	Amsterdam (Ijburg)	Johan van der Keukenstraat	2	plus motor; 40 auto's schade	
7-11-2010	Haarlem	parkeergarage Spaarnooogstraat	4	plus 2 motorfietsen	
30-10-2010	Almere	Muntmeesterhof, Muntgarage	4	open garagegebouw; alle vier uitgebrand?	
26-10-2010	Haarlem	De Appelaar, Damstraat	26		
29-6-2010	Hardinxveld-Giessendam	Thorbeckehuys	0	in aanbouw; bouw materiaal verbrand, constructieve schade	
21-1-2009	Nijkerk	parkeergarage	3		

Onderzoek richtlijn brandveiligheid parkeergarages

NEDERLAND					
Datum	Stad	Adres	aantal auto's	toelichting / opmerkingen	
21-4-2008	Amsterdam-Noord	parkeergarage flat Grondzeiler, Molenwijk	4		
19-3-2008	Deventer	de Batenburg	8		open garage onder woongebouw
1-1-2008	Assen		1		5 beschadigd; vlammen metershoog langs gevels
24-11-2007	Hilversum	parkeergarage serviceflat Schoolstraat	2		brandstichting
11-11-2007	Hilversum	Ruitersweg appartementencomplex	2		brandstichting
1-10-2007	Rotterdam	Harbour Edge, Lloydstraat	6		
24-6-2007	Geleen	Nolenshof, seniorenappartementen	12		
1-1-2007	Pijnacker	parkeergarage sporthal het Bakken	10		na een uur onder controle, schade 1 M€ plus 23 beschadigd; capaciteit 93; voor appartementen en publiek (of: 4 uitgebrand, 5 zwaar beschadigd)
15-12-2006	Apeldoorn	Rustenburgstraat	7		
30-4-2006	den Haag	Moerweg/Troelstrakade	2		60 auto's rookschade
19-6-2005	Leidschendam	parkeergarage Nieuwe Haven	17		
13-10-2002	Schiphol	parkeergarage vliegveld (verhuurders)	51		1e verdieping open garage; 35 op 2, 16 op 3

tabel 2

FRANKRIJK					
Datum	Stad	Adres	aantal auto's	toelichting / opmerkingen	
7-5-2014	Papeete	parkeergarage ziekenhuis	3		
7-5-2014	Parijs	Place Franz Liszt (X ^e)	1		
12-3-2014	Martigues		2		
10-3-2014	Parijs	quartier des Aunettes d'Evry	2		
10-2-2014	Meylan	Alpes, près de Grenoble	2		appartementen erboven beschadigd
10-2-2014	Toulouse	quartier de Borderouge,	7		
3-2-2014	Agde		≥ 3		
15-1-2014	La Balme-de-Sillingy	Haute Savoie	6		plus vrachtwagentje, 2 motorfietsen; 1000 m2
15-12-2013	Rouen		2		
30-9-2013	Bussigny-pres-Lausanne		4		
22-9-2013	Parijs	XVIIIe,	6		10 parkeerboxen uitgebrand
3-9-2013	Morbihan	Open parking motorenshow			
23-8-2013	Versailles		3		brand op niveau -3 10 scooters/motorfietsen uitgebrand. Brand op -1, overgeslagen naar twee kantoren
12-7-2013	Parijs	quartier des Ternes	0		
12-7-2013	Parijs	parking Vinci, de Hallen	9		25 beschadigd. Brand op niveau -2;
15-7-2013	Villeurbanne	rue Henri-Georges-Clouzot	1		in box
17-6-2014	Villeurbanne	rue Arago	2		
28-3-2013	Roubaix		4		
8-9-2012	Annonay		8		
31-8-2012	Briancon	Les Balcons du Mélézin	3		kleine garage onder woongebouw?
13-4-2012	Montpellier	parking Montpellier	3		

Onderzoek richtlijn brandveiligheid parkeergarages

FRANKRIJK					
Datum	Stad	Adres	aantal auto's	toelichting / opmerkingen	
8-3-2012	Parijs	Place Vendome, parking Vinci	52	brand op -2. onder juwelier en hotels. 1560 plaatsen	
8-3-2012	Villeurbanne	rue Frederic Fays	plusieurs		
7-5-2011	Valence	place champ-de-Mars	17	90 brandschade op -3,-2 en -1	
10-11-2010	Chesnay - Yvelines	Rue de la Celle	50	brand op niveau -3 en -2. 150 beschadigd. Constructieve schade	
15-9-2010	Marseille	Boulevard Banon, centrum M	onb.	2 doden in parkeergarage. Probeerden auto weg te halen uit de brand	
27-8-2010	Noisiel (Seine-et-Marne)	Gymnase Noisiel	48	26 brandschade, belangrijke constructieve schade aan vloer sportschool	
19-7-2010	Parijs	rue du Faubourg Saint-Denis	>>1?	8 TAS direct ter plaatse	
16-4-2010	Puteaux	rue Voltaire	1	2 brandschade; brandweer snel geblust. Geen schade in woningen	
15-2-2010	Nice		19	vrouw gered door in auto te blijven, claxon en lichten brand op -3, uitgebreid naar -2 en -1. 200 brandschade. Geblust door schuim via ventilatieschachten > 24h. 3 lagen van 2 x 1800 m2.	
31-10-2009	Parijs	Ivry/Seine, rue Gustave Monmousseau	37	Boxen, veel opslag, vaak brand	
17-5-2009	Meudon	résidence Rushmoor	17	vloer naast woongebouw bezweken tijdens inzet, auto's beschadigd. Info ADH via J.Kraak	
4-5-2009	Alfortville	rue Etienne-Dolet		7500 m2 parking verloren, voertuigen, winkels	
18-7-2008	Villeneuve, ilot de Mail	place Andre Malraux	8	ontstaan op -3. Schade aan winkelgalerij en woningen	
21-7-2007	Vannes Morbihan		6	14 schade, brandstichting zeker.	
11-11-2006	Alfortville		10	vloer bezweken, veel auto;s beschadigd.	

Onderzoek richtlijn brandveiligheid parkeergarages

FRANKRIJK				
Datum	Stad	Adres	aantal auto's	toelichting / opmerkingen
22-1-2005	Nancy	Universiteit	8	8 beschadigd. kolommen naastgelegen gebouw twijfelachtig
15-6-2004	Clamart	Clamart garage	30	schade aan constructie, branddoorslag naar BG

tabel 3

Groot-Brittannie					
Datum	Stad	Adres	aantal auto's	toelichting / opmerkingen	
28-apr	Dublin	Richmond Hall apartment complex	6	vermoeden brandstichting	
7-3-2014	Grays	Martello Close	2	(a number of cars)	
21-10-2013	Harmondsworth	BA office car park	3	plus 4 beschadigd	
4-12-2011	Glasgow	Midland Street	2		
28-5-2011	Colchester	St Peter's Street	4		
20-12-2006	Bristol	Monica Wills House	22	brandoverslag naar appartementen, 1 dode in appartement. Open garage. Ontsteking in plafondisolatie brandbaar.klasse 1 bs476/7 sprayseal Gevelbekleding uPVC	

tabel 4

Duitsland					
Datum	Stad	Adres	aantal auto's	toelichting / opmerkingen	
26-7-2014	Eichenau	Emmeringerstrasse	2	50 rookschade. Betonwapening aangetast (groen). Na 3 dagen niet toegankelijk. 2e compartiment roetschade; deur brw zonder noodstroom	
24-7-2014	Braunschweig	Magnigarage	5	200 'verwoest'. alle 300-380 roetschade. technisch defect bij starten auto. Sprinkler stond uit	
11-7-2014	Hennef	Chronos+Rathaus	1		
7-7-2014	Siegburg	Kaufhaus Kaufhof	1	niet uitgebrand. Gebruikers gingen vrolijk door	
3-6-2014	Ratingen	Bergiusstrasse	1	auto in box	
18-4-2014	Aschheim	Dornach kantoorgebouw	1	3 brandschade, 50 roetschade. 15 minuten na verlaten auto.	
17-4-2014	Viernheim	Kinopolis	1	2e auto brandschade. 30 roetschade; technisch defect. Geblust binnen 30 min	
5-4-2014	Stuttgart	Lowenmarkt	1		
3-4-2014	Dortmund	Hansaplatz	1	460 aanwezig	
6-3-2014	Aargau	Dorfstrasse	1	20 beschadigd. 50 plaatsen. technisch defect bij verlaten auto	
2-3-2014	Bietigheim-Bissingen	Bahnhofstraße, onder woning (appartement?)	10	3 bewoners zware rookvergiftiging, woning onbewoonbaar, schade 400 k€	
11-2-2014	Dusseldorf	Hotel Carsch-haus	1	brand in Kfz (?) gesprinklerd? Schade 20 k€	
6-2-2014	Monchengladbach	Annakirchstrasse	7	50 beschadigd; brandstichting/onachtzaamheid	
31-1-2014	Winterthur (CH)	Schloss-garage alfa romeo vertreter		meerdere 100.000 Fr	

Onderzoek richtlijn brandveiligheid parkeergarages

27-1-2014	Ratingen	Liebigstrasse	9	20 brandschade, 200 aanwezig. 2 lagen, half open
15-1-2014	Munchen	Bogenhausen	1	meerdere brandschade
9-1-2014	Karlsruhe	Rheinsteten forchheim	3	4000 m2. Blootliggende wapening, Branddeuren open vastgezet
24-5-2013	Munster	Hiltrup	4?	brandstichting, schade 400 k€ ; 2 + 1 in andere garages
3-12-2012	Altenerding	Langen Feldstraße/Ecke Zugspitzstraße	4	woningen, 2 lagen, brand op -2. Branddeuren geblokkeerd.
1-8-2012	Forth	Hauptstraße	4	40 aanwezig schade aan LKW
24-12-2011	Bad Griesbach	Kurgebiet, onder hotel	1	2 brandschade. technisch defect, schade 100 k€
4-3-2011	Poing	Parksiedlung	3	47 brandschade. 150x70m2; bewoners. Auto op gas (?), schade in de M€
1-4-2008	Wehr/Baden		9	
4-8-2002	Poing	Maria-Wagenhäuser-Straße	1	BMW, schade 50 k€ . Branddeuren open vastgezet

tabel 5

Spanje					
Datum	Stad	Adres	aantal auto's		toelichting / opmerkingen
17-2-2014	Cadiz	plaza de Cuba de Puerto Real			5 rookvergiftiging
8-2-2013	Cordoba	Parque Figueroa	5		350 plaatsen, 134 bergingen
26-12-2012	Bilbao		veel		
15-12-2012	Palma de Mallorca		4		
2-10-2012	Cadiz	Parque de Bomberos, el Juncal	1		1 motorfiets
30-6-2012	Elche		1		2 brandschade
7-1-2012	Las Palmas	Ciudad del Campo	1		
2-10-2011	Jerez	plaza Aníbal González	4		
23-3-2010	Palma de Mallorca	calle Metge Josep Darder	3		
8-4-2009	Palma de Mallorca	Manacor	>2		68 woningen, 1 zware inhalatie in garage
	Palma de Mallorca	calle Eusebi Estada	1?		
	Valencia	calle Centelles	2		3 branden in 5 dagen