Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 92 (1974)

Heft: 41: SIA-Heft, Nr.9/1974: Baulicher Brandschutz; Überdeckung grosser Spannweiten

Artikel: Zum Brandschutz in Tiefgaragen

Autor: Peissard, W.G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-72490

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zum Brandschutz in Tiefgaragen

Von **W. G. Peissard**, Männedorf

DK 614.84

Der Bau immer grösserer Parkhäuser in oft neu erschlossenen Ebenen wirft ausser den damit verbundenen technischen und betrieblichen Problemen auch Fragen der Brandsicherheit auf, welche in drei Gruppen zu unterteilen sind: die Sicherheit des Gebäudes, diejenige des Inhalts und schliesslich diejenige der Benützer. Der nachstehende Bericht gibt eine Analyse der meisten gegenwärtig im In- und Ausland verfügbaren Ergebnisse von Brandversuchen in Parkhäusern wieder; er kommt abschliessend zu einer Gegenüberstellung der für solche Bauten vernünftigerweise aufzustellenden Prämissen und prüft deren Erfüllbarkeit mit Hilfe automatischer Brandschutzeinrichtungen. Gleichzeitig erinnert er daran, dass Brandschutz in Grossobjekten nicht nur eine technische, sondern ebensosehr eine menschliche Seite hat, die zudem leicht zum Politikum anwachsen kann.

1. Einleitung

Mit der Eröffnung der «unterseeischen» Parkgarage am Pont du Mont-Blanc in Genf ist eine recht unkonventionelle Nutzung öffentlichen «Grundes» in den Vordergrund gerückt. Was früher als Utopie für das Jahr 2000 galt, scheint hier seine erste Verwirklichung gefunden zu haben: Gebäude unter dem Wasserspiegel. Wieweit diese Realisation Nachfolger finden wird, bleibt abzuwarten. Der gegenwärtige Finanzengpass rückt eher wieder weniger spektakuläre Projekte in den Vordergrund. Die nachstehende Studie berücksichtigt im Rahmen der betrieblichen Sicherheit namentlich die Brandschutzmassnahmen, die für unterirdische und «unterseeische» Parkgaragen weitgehend gemeinsame Züge aufweisen (Bild 1). Durch zwei Brandfälle, die sich kürzlich ereignet haben, hat das Thema an Aktualität gewonnen: Der erste, weniger bekannte Fall ist ein Brand in einer PTT-Garage in Kreuzlingen, der zweite die vermutete Brandstiftung in einer auch als Lager benützten Einstellhalle in Lignon.

2. Allgemeine Lage

Betrachtet man das Problem des Brandschutzes in einer unterirdischen (oder unterseeischen) Parkgarage, so sind drei Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- die Risiken für das Gebäude
- diejenigen für den Inhalt, d.h. die eingestellten Wagen
- die Gefahren für den Benützer.

Bei der Behandlung des Brandschutzes in solchen Gebäuden ergeben sich dadurch die drei verschiedenen Standpunkte:

- Für das Gebäude interessiert sich in 17 Kantonen die Brandassekuranz, also eine staatliche Stelle.
- Der Inhalt interessiert primär den Sachversicherer (Kasko, Haftpflicht, Mobiliar), also eine privatwirtschaftliche Gruppe, welche ihre Interessen nicht durch staatliche Massnahmen wahrnehmen kann.
- Der Schutz des Benützers ist wiederum ein Anliegen einer staatlichen Institution (Baubehörde), die Entgeltung allfälliger Folgen das Anliegen einer privaten oder öffentlichen Versicherung (Unfall, Leben, Haftpflicht; SUVA).

Diese Unterscheidung soll aufzeigen, von welcher Seite welcher Aspekt in den Vordergrund gerückt wird. Sie erklärt auch vielfach die Argumentation, die bei der Lösung von Problemen dieser Art in die Diskussion geworfen wird, und auch warum im Bewilligungsverfahren gewisse Stellen nicht über ihre Schatten springen können.

An dieser Stelle sei die Devise unserer Feuerwehren in Erinnerung gerufen: Retten – Halten – Löschen! Bei der Feuerwehr geht der Schutz des menschlichen Lebens im Falle der Gefahr allen materiellen Überlegungen vor. Auch der Brandschutz – geplant für den Ernstfall – sollte sich diese Devise zu eigen machen.

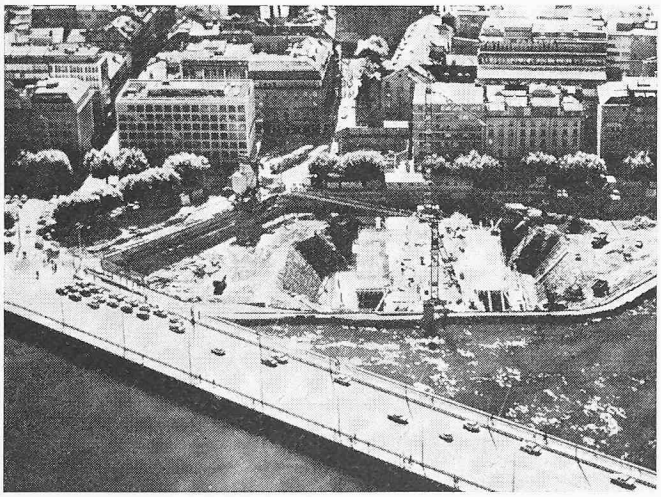
Tabelle 2. Brände in Parkhäusern in der Schweiz, Ergebnis einer Umfrage bei den Berufsfeuerwehrkorps [9]

	1968	1969	1970
Basel	–	–	–
Bern	3	3	1
Lausanne	–	–	–
Zürich	–	1	2

Tabelle 1. Brände in Parkhäusern in England [2]

	1966	1967	1968
Anzahl Brände in Parkgaragen	2	6	4
davon in unterirdischen Geschossen	–	4	4

Bild 1. Flugaufnahme der Baugrube für die Unterwassergarage Pont du Mont-Blanc in der Rhone, Genf, links, und Ansicht nach der Fertigstellung und Überflutung, rechts



3. Das Brandrisiko in Parkgaragen

3.1 Die Wahrscheinlichkeit eines Brandausbruches

Über Brandausbrüche in Parkhäusern liegt wenig statistisches Material vor (Tabellen 1 und 2). Zwar enthalten diese Statistiken nicht alle Brandfälle, sie zeigen dennoch, dass die Wahrscheinlichkeit eines Brandausbruches klein ist; ein solcher ist aber ebensowenig ausgeschlossen [10]. Das haben gerade die neuesten Brände in der Schweiz bewiesen.

3.2 Die Brandursachen in Parkgaragen

Darüber liegen bisher keine statistischen Angaben vor; sie hätten angesichts der kleinen Anzahl auch kaum repräsentativen Wert. Trotzdem seien hier die bekannten Brandursachen in Parkgaragen ohne Wertung erwähnt: Zigarettenstummel, Defekt am elektrischen Teil des Autos, Vergaserbrände, unvorsichtiger Umgang mit Treibstoff, Brandstiftung, Kollisionen.

3.3 Die Zündwilligkeit von parkierten Fahrzeugen

Wertvolle Anhaltspunkte über die Zündwilligkeit parkierter Fahrzeuge lieferten Brandversuche, die durch verschiedene städtische Feuerwehrkorps in Zusammenarbeit mit der Industrie in Genf [1], Basel [3] und Bern [4] durchgeführt wurden. Bei diesen Versuchen wurde festgestellt, dass eine Inbrandsetzung des Fahrzeuges durch Wärmestau gar nicht einfach ist. So konnte das Fahrzeug z.B. durch eine auf der hinteren Sitzbank plazierte 2-kW-Heizplatte nicht in Brand gesteckt werden [3]. Auch mit einem elektrischen Lötkolben dauerte es über 25 Minuten, bis der Brand offen ausbrach [4].

Ein Fahrzeug entzündet sich rascher, wenn von Anfang an Treibstoff in Brand gerät.

In zusätzlichen Versuchen wurde deshalb 1 bis 2 l Benzin im Innern des Wagens [1] [2] und in einem andern Versuch eine Schale mit 20 l Benzin direkt unter einem Wagen [3] gezündet. Eine solche Zündung kann allerdings kaum eine Zufälligkeit, sondern wohl nur vorsätzliche Brandstiftung simulieren.

3.4 Die Brandentwicklung

Der zeitliche Verlauf

Der zeitliche Verlauf eines Brandes hängt stark von der Art der Zündung, vom Sauerstoffzutritt, aber auch vom Wagentyp ab. Solange ein Brand nicht aus der Schwelphase herausgetreten ist, dürfte keine unmittelbare Gefahr bestehen. Französische Versuche [8] kommen sogar zum Schluss, dass bei geschlossenem Wagen (Türen und Fenster usw.) ein Brand von selbst zum Erlöschen kommen kann. Die Gefahr beginnt mit der Entflammung. Es ist nicht möglich, den Zeitraum festzulegen, innerhalb welchem ein Brand sich aus der Schwelphase bis zur Entflammung entwickelt. Je nach Umständen kann es sich um ¼ h oder um mehrere Stunden handeln. Wesentlich ist hier vorläufig nur, dass jeder Schwelbrand von unsichtbaren und sichtbaren Verbrennungsgasen und Rauch bgeleitet ist.

Der Vollbrand

Deshalb interessiert die Frage, welche Zeit ab Entflammung vergeht, bis ein Fahrzeug in Vollbrand steht. Denn erst der Vollbrand dürfte als Ausgangspunkt für eine Ausdehnung des Feuers auf andere Fahrzeuge, für eine lokale Gefährdung der Baukonstruktion durch Hitzeeinwirkung oder den Beginn der gefährlichen Verqualmung gelten. Als Vollbrand wäre etwa zu definieren: Wageninneres vollständig in Brand, Fahrzeugscheiben zum grössten Teil geborsten, Flammenaustritt derart, dass sich über dem Wagendach eine zusammenhängende Flammenlohe bildet (Bild 2).

Es dauert je nach Umständen (Wagengrösse und Luftzufuhr) 5 bis 11 min bis ein Fahrzeug in Vollbrand steht (Tabelle 3).

Erfolgt die Zündung eines Fahrzeuges durch verschüttetes Benzin ausserhalb des Wagens, so wird die kritische Brandgrösse bedeutend schneller erreicht [4]. Zu ähnlichen Feststellungen kommt man auch beim Studium der französischen Versuchsberichte [8].

Die Explosion von Treibstoffbehältern

Bei jedem Fahrzeugbrand ist mit einem Verbrennen von 20 bis 30 l Benzin zu rechnen. Besteht deshalb eine Gefahr, dass der Benzintank explodiert? Diese Frage kann nach menschlichem Ermessen bei zufälligen Bränden verneint werden, denn in keiner der Versuchsreihen von Boreham Wood [2] und Bern [4], wo die Fahrzeuge aufgetankt waren, erfolgte eine Explosion. Zu gleichen Feststellungen gelangt der AFNOR-Bericht [8]. Das Benzin brennt über den Einfüllstutzen der abgebrannten Tankdichtungen oder Tankleitungen ab.

Wie verhalten sich Reservebehälter? Bei allen Versuchen in Basel [3] befand sich ein 5-l-Plastik-Reservebehälter mit 3 l Benzin gefüllt im Kofferraum. Eine Explosion trat nicht ein. Das Benzin verblieb im Behälter ohne abzubrennen. Weitere Versuchsergebnisse mit gefüllten Reservekanistern sind vorläufig nicht bekannt.

Tabelle 3. Brandversuche T_{max} mit Autos

Versuch	Wagenklasse	Zeit bis Vollbrand
Boreham Wood Nr. 2 [2]	Stationswagen	11 min
Basel Nr. 2 [3]	Mittelklasse	6 min
Genf Nr. 2 [1]	Kleinwagen	5 min

Tabelle 4. Höchsttemperaturen bei verschiedenen Versuchsbränden

Versuchsort	Versuch Nr.	T_{max} Decke °C	Dauer von T_{max}	Zeit während welcher Temperatur ≧ 500 °C
Boreham Wood [2]	1	250	–	–
	2	850	< 1 min	5 min
	3	730	3 min	3½ min
AFNOR [8]	3	520	< 50 s	> 1 min
	4	900	< 15 s	8½ min
	6	750	< 15 s	1 min

Bild 2. Vollbrand eines Personenwagens in einer Garage. Obwohl der Wagen ausbrennt, erleiden die Nachbarwagen nur geringfügige Schäden [4]

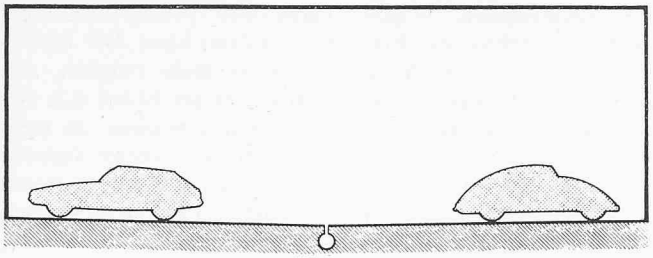


Bild 3. Ablaufrinne im geneigten Boden

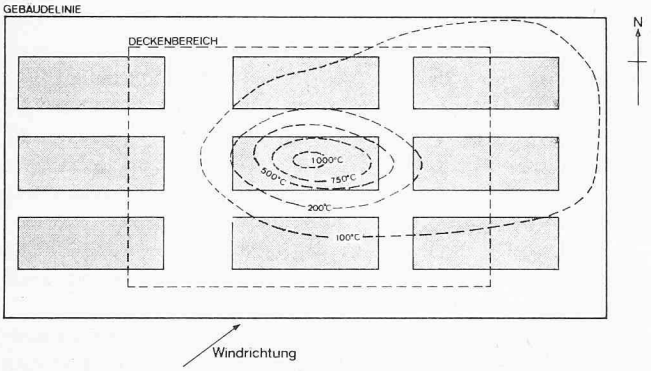


Bild 4. Auswertung der Brandversuche in Boreham Wood [2]. Bereiche gleicher maximaler Lufttemperaturen an der Decke

Ausfliessendes Benzin

Ausfliessendes Benzin wird in erster Linie gefährlich, wenn es durch Löschwasser weggeschwemmt wird. Dies trat nicht nur im Versuch Bern, Nr. 2, ein, sondern auch bei den Versuchen AFNOR [8], und führte dann zur Zündung des Nachbarfahrzeuges [4]. Wirksame Gegenmassnahmen bestehen konstruktiv in der Neigung des Garagebodens zu einer Ablaufrinne, welche so gestaltet sein muss, dass ein Brand nicht durch die Kanalisation weitergeleitet werden kann [11]. Französische Empfehlungen [8] betonen, dass die Rinnen nicht im Bereich von Fussgängerzonen und Fluchtwegen liegen sollen (Bild 3).

Die Konvektionswärme beim Brand eines Fahrzeuges

Die Konvektionswärme beim Abbrand eines Fahrzeuges hängt von der Intensität des Feuers ab. In der Tabelle 4 wurden bewusst die verschiedensten Arten von Bränden nebeneinander ohne jeden Unterschied dargestellt, denn auch im Ernstfall läuft ein Brand nicht nach Plan ab. Trotzdem ist bemerkenswert, wie kurz die Zeitdauer ist, während der die max. Temperatur an der Decke herrscht bzw. ⩾500 °C erreicht. Um diesen Einfluss noch näher zu prüfen, ist ein Blick auf die Isothermen des Versuchs Nr. 2 in Boreham Wood [2] aufschlussreich (Bild 4). Bemerkenswert ist die rasche Temperaturabnahme ausserhalb der Brandachse. Wenn auch bei der getroffenen Versuchsanordnung die Messergebnisse nur auf ein offenes oder halboffenes Parkhaus übertragbar sind, so zeigt das Bild doch, dass selbst ungeschützte Stahlbauteile nur unter ungünstigen Bedingungen die kritische Temperatur erreichen können.

Was ist aus diesen Messwerten zu schliessen? Die Temperatur über einem brennenden Fahrzeug erreicht in der Vollbrandphase 700 bis 1000 °C. Sie nimmt mit dem Abstand von der Brandachse rasch ab, und bereits auf 10 m Distanz wird sie 100 °C kaum überschreiten. Temperaturen von ⩾500 °C halten nicht länger als 5 bis 10 min an. Zudem ist die Dauer der Temperaturspitzen äusserst kurz.

4. Die Auswirkungen des Brandes auf das Gebäude und den Inhalt

4.1 Auswirkungen auf das Gebäude bei offenen oder halboffenen Parkhäusern

Aufgrund dieser in England, in der Schweiz und in Frankreich durchgeführten Versuche darf man schliessen, dass bei einem auf ein Fahrzeug begrenzten Brand nur in unmittelbarer Umgebung des Brandherdes Temperaturen von über 700 °C entstehen. In einem offenen oder nur teilweise geschlossenen Parkhaus dürfte die Abkühlung in einem Masse gewährleistet sein, dass keine ernsthaften Schäden an der Konstruktion zu erwarten sind. Zu diesen Schlüssen kommt auch der englische Bericht [2], der AFNOR Bericht [8] und die Untersuchung des American Iron and Steel Institute [7].

4.2 Auswirkungen bei geschlossenen, vorab unterirdischen Parkhäusern

Bei geschlossenen, vorab unterirdischen Parkhäusern liegt nun allerdings der Sachverhalt anders: Die Abkühlung kann bei den hier beschränkten Öffnungsquerschnitten kaum in ähnlichem Masse wirksam werden, und deshalb ist die Frage der Zeitdauer, während der die Konstruktion einer gefährlich hohem Temperatur ausgesetzt ist, von entscheidender Bedeutung.

Es lässt sich aus den Versuchen abschätzen, dass ein Fahrzeug je nach Grösse und Brandentwicklung in 20 bis 40 min vollständig abbrennt. Diese Zahl ergibt sich aus der hohen Abbrandgeschwindigkeit einerseits und der geringen Brandbelastung andererseits[1]). Aus diesen Werten könnte man schliessen, dass eine Konstruktion F60 im Grunde genommen den Abbrand sämtlicher stationierter Fahrzeuge überdauern müsste. Nun gilt diese vereinfachte Betrachtung deshalb nicht, weil die Baukonstruktion der geringen Höhe wegen in den direkten Flammenbereich gerät und deshalb in der Brandachse Temperaturen von >500 °C ausgesetzt sein kann. Begrenzte Schäden an Betonteilen sind zu erwarten. Es ist z.B. bekannt, dass sich ab etwa 400 °C im Beton bei länger anhaltender Hitze eine Gefügelockerung einstellt. Zudem tritt vermutlich eine chemische Zersetzung von Hydratationsprodukten ein [12]. So berichten französische Versuche von einem starken Abschuppen der Betondecke auf durchschnittlich 1 cm Tiefe nach rund 4½ min bei >600 °C [8]. Geraten mehrere Fahrzeuge in Brand, so ist deshalb eine gewisse Schädigung der Betonkonstruktion ohne wirksamen Schutz nicht ausgeschlossen, wobei ihre Tragfähigkeit noch keineswegs beeinträchtigt sein muss. Solange die Flammen nicht zur Decke reichen, wirkt sich die Grossräumigkeit der Parkgarage günstig aus, indem sie einen Temperaturaufbau wirksam verzögert. Völlige Klarheit über die verschiedenen Abhängigkeiten konnte in den bisher durchgeführten Versuchen in dieser Hinsicht zwar noch nicht gewonnen werden. Dagegen scheint der Brand von Lignon darauf hinzuweisen, dass die Schädigung der Betonkonstruktion bei einem Grossbrand – wenn stationäre Schutzvorrichtungen fehlen – nicht zu vermeiden ist.

Aufbau einer zündfähigen Raumtemperatur

Dieser Aufbau ist unmöglich. Untersuchungen über die bei gegebenen Brandbelastungen entstehenden Temperaturen in Abhängigkeit vom Öffnungsfaktor mögen das untermauern (Bild 5).

Bei einer Brandbelastung von 15 kg/m² ist mit Temperaturen bis gegen 700 °C zu rechnen. Bezieht man nun die Brandbelastung in einem Parkhaus nicht nur auf die Park-

[1]) Die Brandbelastung in Holzgleichwert ausgedrückt beträgt rund 17 kg/m² Bruttoparkfläche.

fläche, sondern schliesst die Verkehrsfläche mit ein, so vermindert sie sich weiter und erreicht schliesslich vermutlich kaum noch 10 kg/m². Dann aber wird die Temperatur kaum 400 °C überschreiten. Feuersprünge sind anderseits erst bei Temperaturen über 800 °C zu erwarten.

Explosionen

Bisherige Versuche führten zu keiner Explosion. Die Frage stellt sich allerdings, wieweit durch Entweichen zündfähiger Dämpfe sich im Innern des Kofferraumes ein explosives Gemisch bildet, das bei entsprechender Erhitzung zu einer Reaktion führen kann.

Strahlungswärme

Unter dem Einfluss der Strahlungswärme wurden im Versuch Bern Nr. 3 an einem in 50 cm Distanz parkierten Wagen an der Seite und am hintern Reifen Brandspuren festgestellt [4]. Dass eine Brandübertragung durch Konvektion nicht ohne weiteres möglich ist, lässt sich wie folgt erklären:

- Der Brand dauert nur kurze Zeit.
- Mit Ausnahme der Reifen verbrennen praktisch keine glutbildenden Stoffe. Die von einem Glutherd ausgehende Strahlung ist aber um ein Vielfaches intensiver als eine andere Flamme.

Flammenübergriff

Bei den Versuchen ist kein direkter Flammenübergriff eingetreten. Dies scheint nur bei Abständen > 30 cm möglich, dann jedoch dürfte der Abstand des zweiten zum dritten Fahrzeug entsprechend grösser sein; der Brand müsste sich also praktisch auf die zwei entflammten Wagen beschränken.

Einer Untersuchung aus England kann man in bezug auf die üblichen Parkabstände einige empirische Daten entnehmen: im Mittel liegen sie zwischen 50 cm und 1 m. Unter 30 cm wurde kein Fahrzeug parkiert (Bild 6).

Die Inbrandsetzung eines zweiten Fahrzeuges ist aber – ebenfalls als Erfahrung der Versuche – sehr wohl durch brennendes Benzin möglich, welches auf dem Löschwasser zu anderen Fahrzeugen geschwemmt wird und dort sein «Werk» weiterführt. Diese Feststellung wird unabhängig voneinander durch die Berner Versuche [4] und die Pariser Versuche [8] bestätigt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass eine Brandübertragung auf Nachbarfahrzeuge zwar nicht von der Hand zu weisen ist; sie geht aber kaum schlagartig vor sich. Der Fall von Brandstiftung im grossen Stil ist dabei ausgeklammert.

4.3 Verqualmung

Die möglichen Auswirkungen auf das Gebäude wären unvollständig, wenn nicht auf die Verqualmung hingewiesen würde. Bei einem Fahrzeugbrand entsteht sehr viel Rauch. Branderfahrungen lassen weitere Versuche in dieser Hinsicht überflüssig erscheinen. Der Rauch führt aber u.U. zu einer starken Verrussung und Schwärzung der Konstruktion, was wiederum recht kostspielige Reinigungsarbeiten nach sich zieht. Heisse Rauch- und Brandgase können auch gewisse Klimaeinrichtungen usw. schädigen, und auch an parkierten Wagen sind verschiedentlich Rauchschäden zu verzeichnen. Das wird immer wieder bei solchen Bränden festgestellt.

5. Die Auswirkungen auf den Menschen

In einem Parkhaus befinden sich zu bestimmten Stunden viele Personen. So sind beispielsweise in einem Parkhaus mit 400 bis 600 Wagen in Stosszeiten je etwa 250 Zu- und Abgänge pro Stunde zu verzeichnen. Dies führt selbst bei speditiver Abfertigung zur gleichzeitigen Anwesenheit von bis zu 50 Personen in der Garage, die im Falle eines Brandes der Gefahr ausgesetzt sind. In Parkhäusern mit behinderten Ausfahrten stauen sich während den Stosszeiten zudem die wegfahrenden Wagen im Gebäude. Zwar dürfte sich der Mensch vor der Gefahr der Brandhitze retten können, um so mehr als sich ein Brand in einer Garage im allgemeinen nicht schlagartig entwickelt und die Ausdehnung auf Nachbarfahrzeuge, wenn sie überhaupt eintritt, langsam ist. Gefährlich hingegen wirkt sich

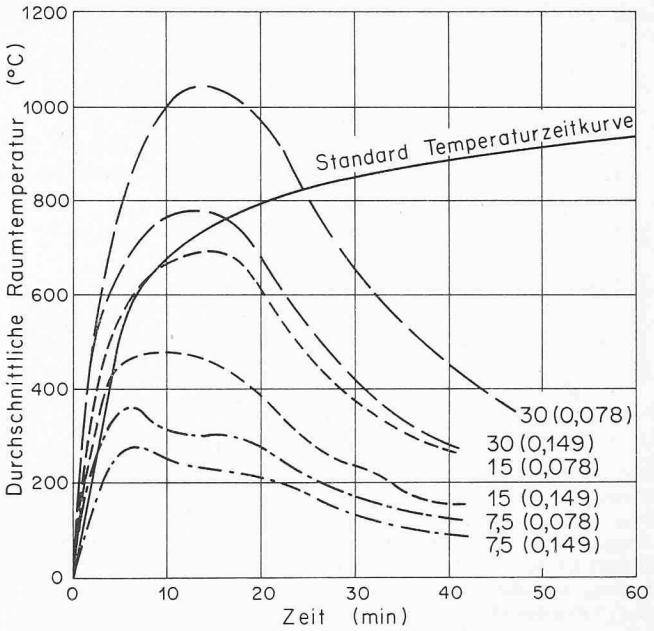


Bild 5. Raumtemperaturen bei unterschiedlichen Brandbelastungen und Oeffnungsfaktoren [13]. 30 (0,078) bedeutet: Brandbelastung 30 kg Holzgleichwert/m² mit einem Oeffnungsfaktor $Aw \sqrt{h/At} = 0{,}078$; Aw = Gesamtfläche aller Oeffnungen in m²; h = mittlere Höhe der Oeffnungen in m; At = Gesamtfläche des Brandabschnittes in m²

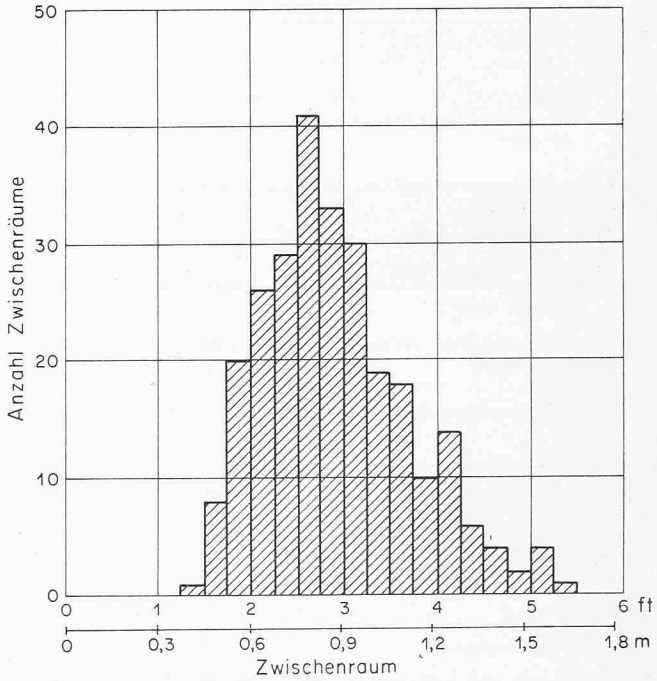


Bild 6. Parkabstände in Parkhäusern, nach [2] zur Abschätzung der Gefährdung benachbarter Fahrzeuge

die Panik aus, die besonders als Folge von Flammen und Verqualmung eintreten und zu einer Desorientierung oder gar zu falschem Verhalten führen kann.

So berichtet *Berger* [10] über die Versuche von Autobesitzern, ihre in der Garage eingestellten Wagen bei einem Brandausbruch noch rasch in Sicherheit bringen zu wollen; offensichtlich waren sich diese Besitzer nicht über die Gefahren im klaren, in welche sie sich durch das Betreten der gefährdeten Räume begaben. *Bürgi* [10] berichtet über einen Garageversuch in Bern, in welchem es nach Auslösen der Sprinkler überhaupt nicht mehr möglich war, sich zu orientieren und den Ausgang zu finden. Die Schwierigkeit, der sich die Feuerwehr in der Suche nach allfälligen Verletzten oder Vermissten in den verqualmten Parkräumen gegenüber sieht, können kaum hoch genug eingeschätzt werden. Auch über Erfahrungen bei einem weiteren Garagenbrand in Basel berichtet *Berger* [10] mit der aufschlussreichen Feststellung, dass um ihr Eigentum besorgte Wagenbesitzer unter schwierigsten Umständen und unter Eingehung grösster Risiken versuchten, ihr Besitztum zu retten; sie waren sich dabei wohl kaum im klaren, dass sie dadurch den Einsatz der Feuerwehr massgeblich verzögerten.

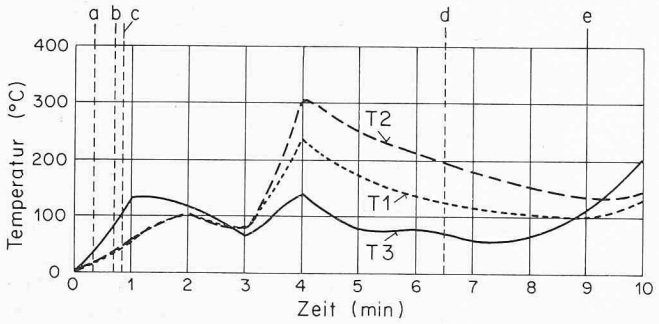


Bild 7. Deckentemperatur gemäss Versuch 2 [4], Bern, mit offener Zündung aussen verschütteten Benzins. Sonde T 1 in 12 m Abstand vom Versuchsplatz; Sonde T 2 in 9 m Abstand; Sonde T 3 in 10 m Abstand und hinter dem Wasservorhang. a nach 21 s Feuermelder angesprochen; b nach 40 s Sprinkler ausgelöst; c nach 50 s Wasservorhang ausgelöst; d nach 6 min 30 s Wasservorhang abgestellt; e nach 9 min Sprinkler abgestellt

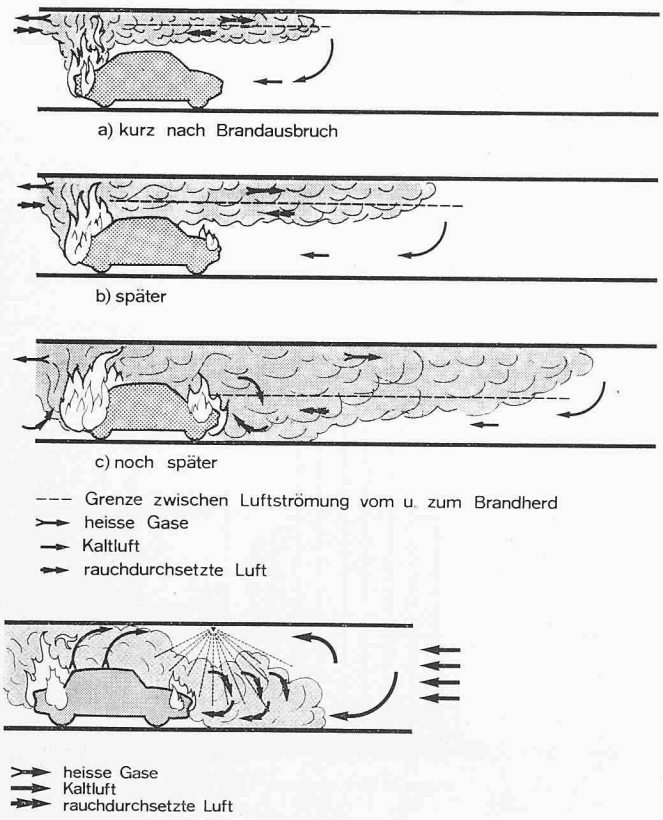


Bild 8. Rauch- und Luftströmung bei einem Brand in einem Raum geringer Bauhöhe. a kurz nach Brandausbruch; b später; c noch später; d bei ausgelöster Sprinkler-Anlage

6. Verfügbare automatische Brandschutzeinrichtungen

6.1 Sprinkleranlage

Eine Sprinkleranlage kann einen Brand eindämmen. Nachdem ein Automobil jedoch vielfach oder gar meist unter einem wirksamen «Regenschutz», dem Wagendach oder der Motorhaube, brennt, kann auch ein Sprinkler den Brand dort nicht löschen. Dies zeigte erneut der Brand in Kreuzlingen.

Das ist auch nicht ausschlaggebend, denn zur endgültigen Löschung ist so oder so der Einsatz der Feuerwehr erforderlich. Mit Sicherheit vermindert der Sprinkler aber die Temperatur im Gebäude auf eine ungefährliche Höhe. Versuch Bern Nr. 2 [4] mag dies veranschaulichen: zwar stieg die Temperatur nach Auslösen der Sprinkleranlage noch weiter an, sie verharrte dann aber in einem ungefährlichen Bereich (Bild 7).

Der Sprinkler kann also für den Schutz des Gebäudes eine wesentliche Rolle spielen, wenn der Wagen einmal in Brand geraten ist. Für diesen Fall ist er auch angezeigt.

Die Sprinkleranlage wirkt sich auf die Verqualmung eines Gebäudes verheerend aus. Alle Versuche haben unabhängig voneinander bewiesen, dass anfänglich die Rauchentwicklung in den abgeschlossenen Geschossen einen relativ günstigen Verlauf nahm (Bild 8). Durch den Wärmeauftrieb verharrt der Rauch an der Decke, so dass sich das Parkgeschoss nur allmählich von oben nach unten auffüllt. Selbst bei heftigem Abbrand und dadurch bedingter starker Rauchbildung ist die Zeitspanne für die Räumung eines Geschosses immer noch lang genug, was besonders auch aus Versuch Basel Nr. 3 [3] hervorgeht, wo 20 l Benzin auf 1,5 m² Oberfläche abgebrannt wurden: In diesem Fall verbleiben 3 Minuten für die Räumung des Geschosses.

Sobald aber die Sprinkleranlage ausgelöst wird, setzt die Verqualmung des Geschosses schlagartig ein. Dafür gibt es drei Gründe:

- Mechanischer Effekt: Das mit Wucht in feinem Sprühstrahl austretende Wasser schlägt den Rauch nieder.
- Abkühlung: Die heissen Rauch- und Brandgase werden abgekühlt und sinken ab.
- Thermisches Ungleichgewicht: Durch die grossen Temperaturunterschiede zwischen der Düse (Wassertemperatur) und dem Brandherd (mehrere 100 °C) ergibt sich eine Turbulenz, welche die Raumluft richtiggehend umwälzt und als wesentliche Ursache für die unglaublich rasche Verqualmung anzusehen ist. Versuch Basel Nr. 2 [3], wo dieser Effekt schon durch das Auslösen des Wasservorhanges eintrat, und Genf Nr. 2 [1] bewiesen dies eindrücklich.

Der Nutzen einer Sprinkleranlage sei damit in keiner Weise in Abrede gestellt. Ihre Wichtigkeit für die Verminderung der Temperatur, zur Eindämmung des Brandes und zum Schutz des Gebäudes ist unbestritten. Hingegen scheidet sie als *Alarm*-Mittel in Parkgaragen aus: es ist im Gegenteil zu befürchten, dass, wenn in einem Parkhaus der Alarm von ihr abhängig gemacht wird, der Brand bereits Proportionen angenommen hat, die einen grösseren Löschaufwand bedingen und eine Gefährdung von Personen (anwesende oder um die Rettung ihres Wagens besorgte) in der Garage kaum auszuschliessen ist.

6.2 Brandalarmanlage

Ist es unbedingt notwendig, dass ein Brand sich erst einmal soweit entwickelt, dass die Sprinkleranlage bei einer Temperatur von z. B. 72 °C an der Decke auslöst und gleichzeitig ihre «Inbetriebsetzung» automatisch meldet? Es wäre wohl denkbar, bereits zu einem früheren Zeitpunkt, bei Auftreten der ersten Brandgase und des ersten Rauches einzugreifen und nicht erst den Brandausbruch abzuwarten. Garagenbrände – Brandstiftung vielleicht ausgeschlossen – sind in vielen Fällen Mottbrände, die während Stunden nur durch ein Brenzeln erkennbar sind. Sie können mit Sicherheit durch eine auf Brandgase und Rauch ansprechende Feuermeldeanlage *vor Entflammung* des Fahrzeuges erkannt und gemeldet werden. Dies geht aus den zahlreichen Versuchen hervor [4], auch aus denjenigen von AFNOR [8]: Eine auf Rauch- und Brandgase ansprechende Brandmeldeanlage spricht bei langsamem wie raschem Brandverlauf so früh an, dass die Räumung des Parkhauses rechtzeitig eingeleitet werden kann. Durch ihr rasches Ansprechen ermöglicht eine solche Anlage die unverzügliche Alarmierung der Feuerwehr, was von grösster Bedeutung ist, denn zur Evakuierung des Geschosses und zur endgültigen Löschung des Brandes ist die Hilfe der Feuerwehr ohnehin erforderlich.

Die Verwendung einer Brandgas- oder Rauchmelde-Anlage bei Garagen bedarf einer besonderen Schaltung, um unerwünschte Alarme infolge der Auspuffgase auszuschliessen.

7. Das Brandschutzkonzept

Mit welcher Anlage soll nun ein Parkhaus ausgerüstet werden? Diese Frage lässt sich am besten beantworten, wenn man untersucht, welche Ziele mit welchen stationären Brandschutzanlagen verwirklicht werden können. Die Tabelle 5 mag die Betrachtung erleichtern. Es ergeben sich folgende Schlüsse:

- Offene Parkhäuser: Keine stationäre Brandschutzanlagen
- Geschlossene Parkhäuser: Ein Eingreifen der Feuerwehr ist in jedem Fall nötig. Je früher dies erfolgt, um so geringer ist die Gefahr für die Benützer, die Wagen und die Baukonstruktion. Der Einbau einer auf Rauch und Brandgase ansprechende Brandalarmanlage ist grundsätzlich angezeigt.

Eine Löschanlage ist sicher dann unerlässlich, wenn durch die Bauart des Gebäudes, zum Beispiel in weiträumigen, mehrstöckigen unterirdischen Garagen, der Brand zumindest örtlich, aber auch unter Umständen im weiteren Umfang, die Baukonstruktion schädigen kann oder wenn durch Lage und Grösse der Bauten der rasche Einsatz der Feuerwehr nicht gewährleistet ist.

Tabelle 5. Ziele stationärer Brandschutzmassnahmen (nach Ruggli)

Zweck	Sprinkleranlage und Feuerwehr	Brandmeldeanlage und Feuerwehr
1. Brandwahrnehmung und Alarmierung der Löschkräfte vor Erreichen der kritischen Verqualmung	○	●
2. Warnung der sich im Objekt befindenden Personen vor Erreichen der kritischen Verqualmung		
– im vom Brand betroffenen Parkgeschoss und dem darüber bzw. darunter liegenden	○	●
– in den übrigen	■	●
3. Zeitgerechte Einleitung von weiteren Massnahmen	■	●
– Notbeleuchtung einschalten – Zufahrt sperren – optische Signalisierung der Notausgänge in Betrieb setzen		
4. Brand eindämmen	●	■
5. Temperatur auf eine die Baukonstruktion nicht gefährendende Höhe begrenzen	●	■

Legende: ● erfüllbar ■ bedingt erfüllbar ○ nicht erfüllbar

8. Schlussbetrachtungen

Als eines der Beispiele des vorgelegten Brandschutzkonzeptes für Tiefgaragen gilt der Parking du Mont-Blanc in Genf mit Platz für 1450 Wagen in 4 Etagen unter dem Seespiegel. Dieses als Gemeinschaftswerk der öffentlichen Hand und privaten Kreisen errichtete Riesenparkhaus hat sich aus praktischen Überlegungen für die Sicherheit *vor* dem Brandausbruch, also für die Frühwarn-Brandmeldung entschieden, und die Sprinkler-Anlage als Schutz für das Gebäude eingeplant.

Wirksamer Brandschutz will den Ernstfall verhüten. Brandschutz hat deshalb sicher eine technische Seite. Schlagzeilen der Presse zeigen uns aber immer wieder, dass Brandschutz, besonders in Grossobjekten, auch eine menschliche Seite hat.

Literatur

[1] *J. M. Delesderrier:* Brand-, Alarm- und Löschversuche in einer unterirdischen Garage, Garage Rive Centre, Genf, 20. 6. 1963.

[2] *E. G. Butcher u. a.:* Fire and car-park buildings. Fire Note Nr. 10, Ministry for Technology and Fire Offices' Committee J. F. R. O., London, 1968.

[3] Brandversuche Parkgarage Steinenschanze Basel, 24. 4. 1969, Baudepartement Basel-Stadt.

[4] *H. Bürgi:* Brandversuche an parkierten Fahrzeugen in einem geschlossenen Gebäude. Bern, 10. 4. 1970.

[5] *D. E. Dobson:* A review of the fire risk of unprotected steel framed multistorey buildings with special reference to parking garages. «Construction in Southern Africa», Vol. 14, 1970, Nr. 11.

[6] *G. Schindler:* Praktische Hinweise für die Erstellung von Parkhäusern. «Schweiz. Bauzeitung», *88* (1970), H. 46, S. 1050–1059.

[7] Automobile Parking Structures. American Iron and Steel Institute, New York, 1971.

[8] AFNOR, Essais de protection automatique contre l'incendie dans un parc de stationnement souterrain, Paris, 1971.

[9] *M. Ruggli:* Risikobeurteilung und Brandschutzkonzept. Fachtagung über Brandschutz in Tiefgaragen, Bern, 1. 12. 1971.

[10] Fachtagung über Brandschutz in Tiefgaragen, Bern, 1. 12. 1971, Cerberus AG, Männedorf, 1972.

[11] Brandfall vom 14. 8. 1971 in Sulz AG, wo brennender Teer durch die Kanalisation bis in den Rhein floss und dort einen Sekundärbrandherd entstehen liess. Tageszeitungen.

[12] Der Brand des Lagergebäudes der Dätwyler AG, Altdorf, «BVD-Bulletin» Nr. 2, 1964.

[13] *K. Ödeen:* Standard Fire Endurance Tests, Fire Test Performance, «ASTM STP» 464, 1970.

[14] Kommission für Sicherheitsversuche im Strassentunnel: Brandversuche im Tunnel «Ofenegg». Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau, Bern, 1965.

[15] Asano, Shoichi/Fujita, Kenjiro: Fire Behaviors in Multi-Story Steel-Frame Parking Buildings. Shin Nikon Steel Co. Ltd., Tokyo, 1970.

Adresse des Verfassers: *W. G. Peissard,* Herweg 31, 8708 Männedorf.