**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
**Band:** 106 (1988)
**Heft:** 51-52

**Artikel:** Simulation von Bränden in Parkgaragen
**Autor:** Fontana, Mario
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-85869

**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:** 10.07.2025

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

# Simulation von Bränden in Parkgaragen

**Im August 1988 wurde eine neue VKF-Wegleitung [3] über Parkhäuser und Einstellräume in Kraft gesetzt. Im Rahmen der Bearbeitung dieser Wegleitung stellten sich zwei grundlegende Fragen:**
**Welchen Feuerwiderstand soll die Konstruktion von geschlossenen Parkhäusern und Einstellräumen aufweisen, um bei Bränden keinen Einsturz befürchten zu müssen?**
**Wie gross müssen die unverschliessbaren Öffnungen eines Parkhauses sein, damit keine ernsthafte Gefährdung der Tragkonstruktion während eines Fahrzeugbrandes zu erwarten ist?**
**Neben den aus Versuchen gewonnenen Erkenntnissen wurden zur Beantwortung dieser Fragen auch Computerprogramme [4] eingesetzt. Diese Programme simulieren den Brandverlauf unter Berücksichtigung der wesentlichen Einflussgrössen wie Brandlast und Abbrand, Lüftungsverhältnisse, Raumgrössen und der thermischen Eigenschaften der Umfassungsbauteile [5]. Sie berechnen daraus den Temperaturverlauf während eines Brandes. Aus der zeitlichen Temperaturbeanspruchung kann so dann die schädigende Einwirkung des Feuers auf die Konstruktion bestimmt werden [6].**

## Auswirkungen von Fahrzeugbränden

Aufgrund von Versuchen [1] und Beobachtungen [2] von Bränden in Parkgaragen darf man schliessen, dass nur in un-

VON MARIO FONTANA, WINTERTHUR

mittelbarer Umgebung des Brandherdes hohe Temperaturen entstehen.

Bei offenen oder halboffenen Parkhäusern erfolgt, bedingt durch den grossen Luftaustausch und die Strahlung, eine starke Abkühlung. Es sind deshalb in offenen Parkgaragen keine die Tragkonstruktion gefährdenden Schäden zu erwarten.

Bei geschlossenen Parkhäusern liegen nur beschränkte Öffnungsquerschnitte vor, die Abkühlung infolge kalter Zuluft ist weniger wirksam, und die Konstruktion wird verstärkt hohen Temperaturen ausgesetzt.

## Wahl der Brandmodelle

Bei Brandsimulationen werden nicht einzelne Naturbrände nachgerechnet, welche sich je nach den gerade herrschenden Bedingungen (offene/geschlossene Türen, volles/leeres Parkhaus usw.) rein zufällig entwickeln. Es gilt vielmehr die Randbedingungen (ähnlich wie in der Statik) zu ungünstigen, aber dennoch realistischen Kombinationen zusammenzufassen. Die auf dieser Basis berechneten Modellbrände bilden eine Umhüllende zu den Naturbrandverläufen und decken somit auch schlimme Naturbrände ab (Bild 1).

## Brandbelastungen und Brandverläufe in Parkgaragen

Versuche zeigten [7, 8], dass ein Übergreifen eines Fahrzeugbrandes auf ein geschlossenes Nachbarfahrzeug in der Regel ausfliessendes Benzin voraussetzt. Die Inbrandsetzung vollzieht sich dabei langsam (etwa 10 bis 30 Minuten). Aus den Versuchen ergibt sich je nach Typ und Grösse des Fahrzeuges eine Branddauer von 20 bis 80 Minuten, die Phase maximaler Temperaturentwicklung (>600 °C) ist jedoch auf 5 bis 10 Minuten beschränkt. Es ist daher wenig wahrscheinlich, dass mehr als ein Fahrzeug und seine beiden Nachbarfahrzeuge sich gleichzeitig in der Vollbrandphase befinden. Den Berechnungen wurden sicherheitshalber dennoch das gleichzeitige Abbrennen von 5 Fahrzeugen zugrunde gelegt.

In offenen Garagen und in grossräumigen geschlossenen Einstellhallen ist ausreichend Sauerstoff für einen raschen Abbrand mehrerer Wagen vorhanden. Für diese Verhältnisse wurde den Berechnungen ein sehr heftiger Brand mit einer unwahrscheinlich kurzen Branddauer von nur 10 Minuten zugrunde gelegt. In geschlossenen Parkhallen mit guter Lüftung wurde der Abbrand zu 20 Minuten, bei schlechter Ventilation mit beschränkter Sauerstoffzufuhr zu 40 Minuten festgelegt.

Die Brandlast pro Fahrzeug beträgt 5800 MJ und setzt sich zusammen aus Kunststoffen, Polstermaterialien, Gum-

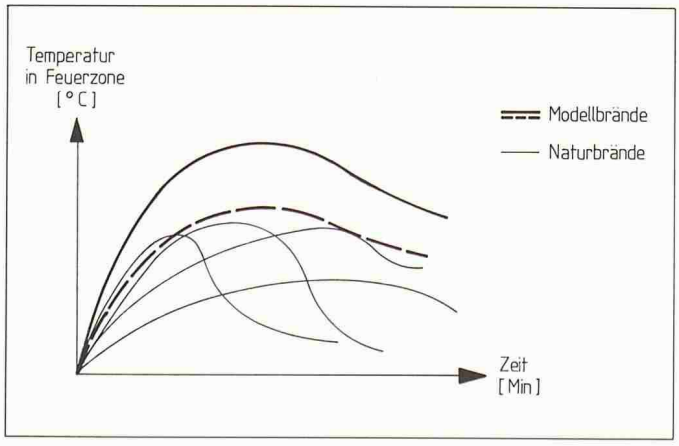


*Bild 1. Für die Festlegung des Brandwiderstandes einer Konstruktion werden die Randbedingungen zu einem Modellbrand kombiniert, welcher die möglichen Naturbrände abdeckt*

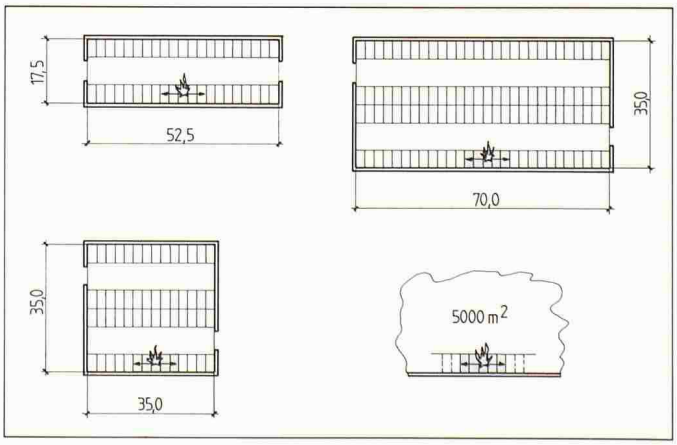


*Bild 2. Die Parameterstudie über die Brandbeanspruchung von geschlossenen Parkgaragen untersuchte Parkhäuser mit 42, 56 und 112 Parkplätzen sowie eine Grossraumhalle von 5000 m² Grundfläche*

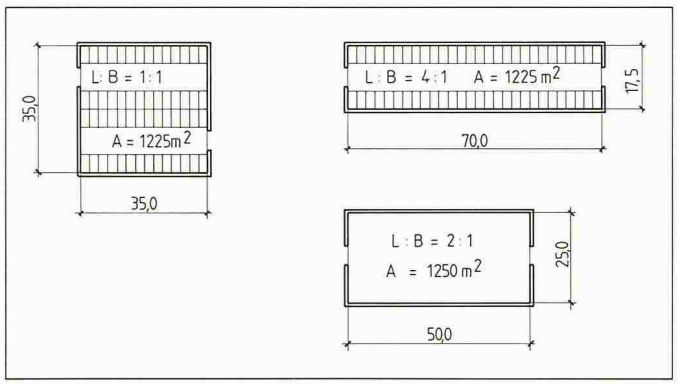


*Bild 3. Die Parameterstudie für offen gebaute Parkhäuser umfasst neben den in Bild 2 dargestellten Grundrissen auch 3 Parkhäuser mit etwa gleicher Grundrissfläche, aber unterschiedlicher Geometrie*

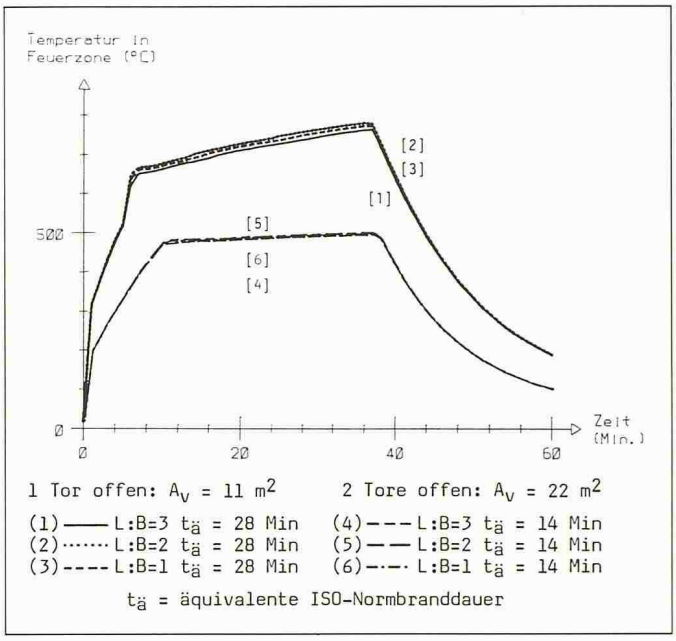


*Bild 4. Einfluss der Anzahl geöffneter Tore auf die Brandraumtemperatur für geschlossene mittelgrosse Parkhäuser*

mi, Öl und 40 l Benzin. Die Berechnungen basieren auf einer vollständigen Verbrennung und Energieentwicklung, obwohl in Wirklichkeit nie alles brennbare Material verbrennt und ein Anteil der Pyrolysegase unverbrannt dem Brandraum entweicht. Diese Annahme ist ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor für die Berechnungen.

## Brandraummodelle für geschlossene Parkhäuser

Für die Simulationstudie wurden drei Parkhäuser mit Längen-zu-Breiten-Verhältnissen von 1:1, 1:2, 1:3 und eine Grossraumhalle mit 5000 m² Grundrissfläche untersucht (Bild 2).

Die Belüftung erfolgt über die Ein- und Ausfahrtöffnung von je 5×2,2 m wobei eines oder beide Tore offen stehen kann. In der Grossraumhalle gestattet das grosse vorhandene Luftvolumen den schnellen Abbrand der Wagen.

## Brandräume für offene Parkhäuser

Neben Berechnungen an den in Bild 2 dargestellten Parkhäusern zeigt eine Parameterstudie an 3 Parkhäusern mit Längen-zu-Breiten-Verhältnissen von 1:1, 1:2, 1:4 und gleicher Grundrissfläche den Einfluss der Raumgeometrie auf die Brandraumtemperaturen (Bild 3).

Die Belüftung erfolgt durch Wandöffnungen mit einer Grösse von 15 bis 25% der totalen Wandflächen.

## Berechnete Brandraumtemperaturen bei Fahrzeugbränden

Die Berechnungsergebnisse für geschlossene Parkhäuser zeigen den starken Einfluss der Ventilation auf die

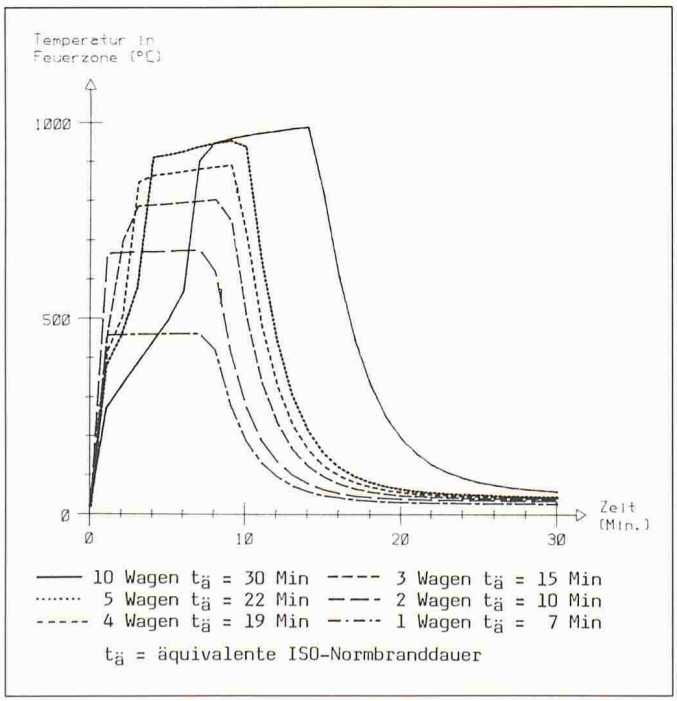


*Bild 5. Temperaturverlauf beim heftigen Abbrand von 1 bis 10 Fahrzeugen in einem grossräumigen Parkhaus*

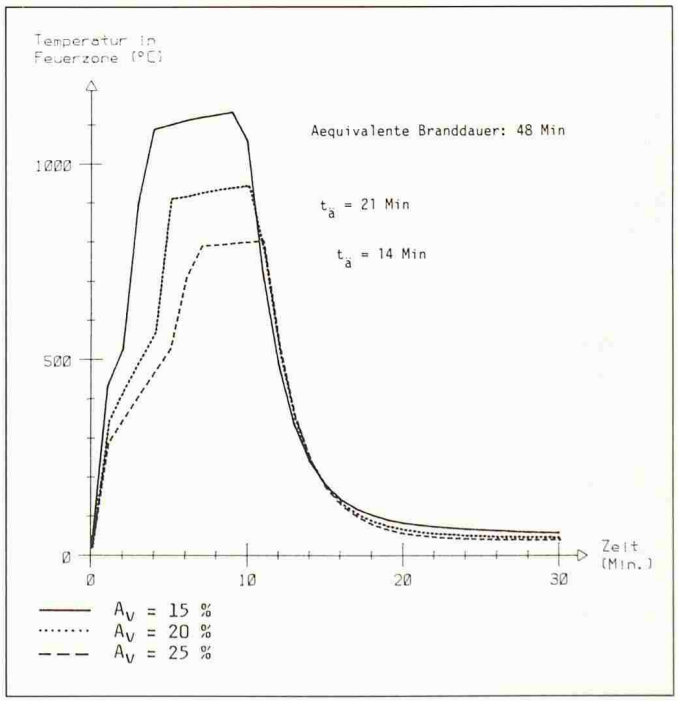


*Bild 6. Temperaturverlauf bei Wandöffnungen von 15 bis 25% der totalen Wandfläche. Infolge der besseren Zufuhr kalter Luft sinkt die maximale Brandraumtemperatur mit zunehmender Wandöffnungsfläche*

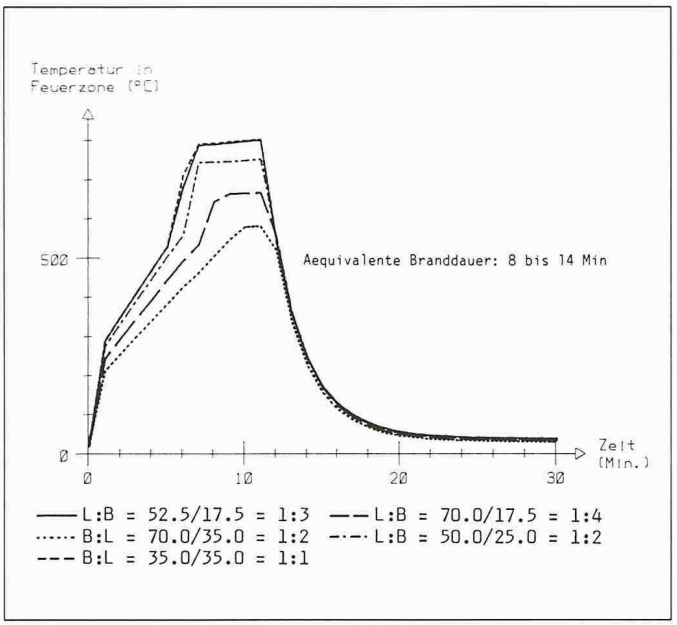


*Bild 7. Einfluss der Raumgrösse und Raumgeometrie auf den Temperaturverlauf bei einer Wandöffnung von 25% der totalen Wandfläche. Die Raumgeometrie ist nicht entscheidend für den notwendigen Feuerwiderstand*

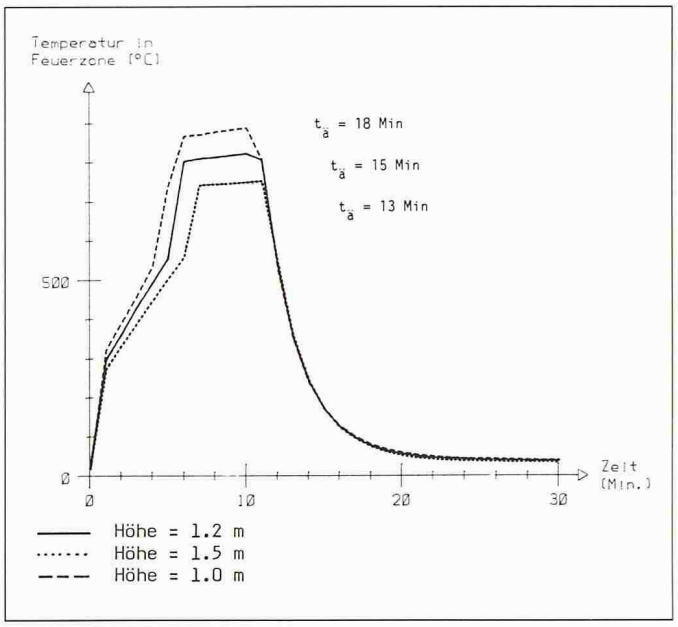


*Bild 8. Einfluss der Öffnungshöhe auf die Brandraumtemperatur. Hohe Öffnungen verbessern die Lüftungsverhältnisse und führen zu tieferen Temperaturen*

Temperaturentwicklung. Brennen 5 Wagen gleichzeitig während 40 Minuten vollständig ab, so liegt bei 2 offenen Toren die Temperatur rund 275 °C tiefer als bei nur einem geöffneten Tor (Bild 4).

Für die vollständige Verbrennung eines Wagens sind rund 2400 m³ Luft erforderlich, d.h. damit ein Wagen ohne äussere Luftzufuhr rasch abbrennen kann, braucht es rund 1000 m² Geschossfläche.

In einer Grossraumhalle wurde der Abbrand von 1 bis 10 Wagen mit extrem rascher Feuerausbreitung und nur 10 Minuten Branddauer pro Wagen untersucht. Die äquivalente Branddauer war 7 bis 30 Minuten. Die äquivalente Branddauer ist die Zeit, welche unter ISO-Normbrand nötig wäre, um ein Stahlprofil auf die im Brand erreichte Maximaltemperatur zu erwärmen (Bild 5).

In halboffenen oder offenen Parkhäusern beeinflusst die Grösse der Wandöffnungsflächen entscheidend den Temperaturverlauf und damit die Bauteilbeanspruchung.

Der Einfluss der Raumgrösse, der Raumgeometrie und der Höhe der Wandöffnungen ist deutlich erkennbar. Grosse Räume und hohe Wandöffnungen wirken sich günstiger aus (Bilder 6, 7 und 8).

## Schlussfolgerungen

In geschlossenen, als reine Parkgarage genutzten Räumen ergeben die möglichen Brandverhältnisse Bauteilbeanspruchungen, die einem Normbrand von etwa 30 Minuten entsprechen. Ein Brandwiderstand der Bauteile von F30 kann als ausreichend betrachtet werden. Selbst die Berechnung von Bränden in Grossraumhallen mit bis zu 10 brennenden Wagen zeigte keine höheren Beanspruchungen.

Offene Parkhäuser können ohne besondere Anforderungen an die Tragkonstruktion ausgeführt werden, falls die unverschliessbaren Wandöffnungen bezogen auf die totale Wandfläche mindestens 25% betragen. Die Verteilung der Wandöffnungen muss möglichst gleichmässig über die Wände erfolgen. Bei sehr kleinen Hallen sind die Öffnungen eher grosszügig zu bemessen.

In Parkhäusern mit privater Nutzung wird die Brandlast meist durch Lagerung von diversen Gütern wesentlich erhöht. Hiezu gehören beispielsweise Autoteile, Sportgeräte, Gestelle usw. Die Brände in solchen Hallen können, sofern genügend Luft für einen Grossbrand vorhanden ist, zu längeren thermischen Belastungen der Konstruktion führen. Für solche Fälle werden höhere Brandwiderstände verlangt, sofern nicht günstigere Verhältnisse mittels Simulationsberechnungen nachgewiesen werden können.

Adresse des Verfassers: *M. Fontana*, Dr. sc. techn./dipl. Ing. ETH/SIA, Geilinger AG, Departement Stahlbau, Abt. Brandsicheres Bauen, Scheideggstr. 30, 8401 Winterthur.

### Literatur

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

[2] American Iron and Steel Institute: Fire Protection through modern Building Codes, 5th Edition, Washington, 1981

[3] *J.P. Favre:* Neue Brandschutzvorschriften in der Schweiz, Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 49, Zürich 1988

[4] Unveröffentlichter Bericht der Geilinger AG z.H. der Gebäudeversicherungen Bern und Zürich: Simulation von Bränden in Parkhäusern – Vorbericht November 85 – Schlussbericht März 1987 – Ergänzte Fassung Juni 1987

[5] *S. Bryl, T. Frangi, U. Schneider:* Simulation von Modellbränden in Räumen, alternative Methoden zur Beurteilung von Brandschutzmassnahmen. Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 15, Zürich 1987

[6] SIA-Dokumentation 82: «Feuerwiderstand von Bauteilen aus Stahl», Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1984

[7] *W. G. Peissard:* Das Brandrisiko in Parkgaragen, Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 41, Zürich 1974

[8] *I. D. Bennetts* u.a.: Fire and Unprotected Steel in Closed Carparks, BHP Steel International, Melbourne 1988