

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Ingenieurverfahren zur Bemessung der  
Rauchableitung aus Gebäuden  
Brandverläufe, Überprüfung der Wirksamkeit  
Engineering methods for the dimensioning  
of systems for the removal of smoke  
from buildings  
Fire curves, verification of effectiveness

VDI 6019

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung . . . . .	3	Preliminary note . . . . .	3
<b>1 Geltungsbereich und Zweck</b> . . . . .	<b>3</b>	<b>1 Scope and objective</b> . . . . .	<b>3</b>
1.1 Schutzziele und Bewertung der Gefährdungspotenziale . . . . .	4	1.1 Protection goals and hazard assessment . . . . .	4
1.2 Konzepte zur Rauchableitung . . . . .	5	1.2 Smoke control concepts . . . . .	5
1.3 Grundlagen zur Bemessung . . . . .	5	1.3 Fundamentals of dimensioning . . . . .	5
<b>2 Begriffe und Definitionen</b> . . . . .	<b>7</b>	<b>2 Terms and definitions</b> . . . . .	<b>7</b>
<b>3 Brandverlaufskurven</b> . . . . .	<b>8</b>	<b>3 Fire curves</b> . . . . .	<b>8</b>
3.1 Beschreibung des Verfahrens . . . . .	8	3.1 Description of the method . . . . .	8
3.1.1 Allgemeines . . . . .	8	3.1.1 General . . . . .	8
3.1.2 Anwendungsgrenzen . . . . .	9	3.1.2 Application limits . . . . .	9
3.2 Brandverläufe und Brandphasen . . . . .	9	3.2 Fire development and fire stages . . . . .	9
3.2.1 Allgemeines . . . . .	9	3.2.1 General . . . . .	9
3.2.2 Brandverläufe von niedrig- energetischen Bränden . . . . .	10	3.2.2 Fire curves for low-energy fires . . . . .	10
3.2.3 Brandverläufe von hoch- energetischen Bränden . . . . .	11	3.2.3 Fire curves for high-energy fires . . . . .	11
3.3 Berechnung der Wärmefreisetzungsrates und Brandfläche . . . . .	11	3.3 Calculation of the heat release rate and the area on fire . . . . .	11
3.4 Brandphasen . . . . .	13	3.4 Fire stages . . . . .	13
3.4.1 Brandentstehungsphase (Phase 1) . . . . .	13	3.4.1 Initial stage (stage 1) . . . . .	13
3.4.2 Fortentwickelte Brandphase (Phase 2) . . . . .	13	3.4.2 Developing fire (stage 2) . . . . .	13
3.4.3 Konstante Brandphase (Phase 3) . . . . .	14	3.4.3 Stage of continuous fire (stage 3) . . . . .	14
3.4.4 Kontrollierte Brandphase (Phase 4) . . . . .	14	3.4.4 Fire under control (stage 4) . . . . .	14
3.4.5 Brandbekämpfung durch Feuerwehr (Phase 5) . . . . .	15	3.4.5 Firefighting by the fire brigade (stage 5) . . . . .	15

VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 2: Raumluftechnik

3.5 Bestimmung des Auslösezeitpunktes von selbsttätigen Wasserlöschanlagen. . . . . 15

3.5.1 Auslösezeitpunkt von Sprinkleranlagen . . . . . 15

3.5.2 Bestimmung des Auslösezeitpunktes von Löschanlagen mit Wärmemaximalmeldern . . . . . 25

3.5.3 Auslösezeitpunkt von sonstigen selbsttätigen Wasserlöschanlagen . . . . . 27

3.6 Beschreibung der einzelnen Brandphasen . . . . . 27

3.7 Bestimmung der konvektiven Wärmefreisetzungsrates . . . . . 27

3.8 Brandverlaufskurven aus Brandversuchen und Brandsimulationsberechnungen . . . . . 27

3.8.1 Wärmefreisetzungsrates aus Brandversuch – Sofa . . . . . 28

3.8.2 Brandverlaufskurven aus CFD Brandsimulationsberechnungen – Sitzgruppe im freien Raum . . . . . 29

3.8.3 Wärmefreisetzungsrates aus Brandversuch – Drucker . . . . . 29

3.8.4 Wärmefreisetzungsrates aus Brandversuchen – Pkw-Brände . . . . . 29

**4 Überprüfung der Wirksamkeit von Gesamtsystemen zur Rauchableitung . . . . . 32**

4.1 Allgemeines . . . . . 32

4.2 Verwendung von erwärmter Luft als Brandsimulationsquelle . . . . . 34

4.2.1 Empfehlungen zur Wahl der Parameter für die Versuchsdurchführung, insbesondere zur Simulation der Brandentstehungsphase . . . . . 35

4.2.2 Quantitative Überprüfungen . . . . . 36

4.3 Verwendung von Brandwannen als Brandsimulationsquellen . . . . . 41

4.3.1 Anwendungsbereich, Aufbau und Eigenschaften . . . . . 41

4.3.2 Festlegung der Quellenanordnung . . . . . 42

4.3.3 Sicherheitsvorkehrungen . . . . . 42

**5 Beispiele . . . . . 43**

5.1 Bestimmung der Brandverlaufskurven für ein gesprinklertes Ladenlokal . . . . . 43

5.2 Quantitative Bewertung der Rauchgasausbreitung . . . . . 46

Schrifttum . . . . . 49

**Anhang Umrechnungsgleichungen . . . . . 50**

A1 Gleichungen zur Bestimmung der Temperatur- und Geschwindigkeitsentwicklung unter der Decke . . . . . 50

A2 Gleichung zur Bestimmung der Temperatur im Auslöseelement des Sprinklers . . . . . 52

3.5 Determination of the activation time of automatic fire-extinguishing water systems . . . . . 15

3.5.1 Activation time of sprinkler systems . . . . . 15

3.5.2 Determination of the activation time of fire-extinguishing systems using maximum temperature detectors . . . . . 25

3.5.3 Activation times of other automatic fire-extinguishing water systems . . . . . 27

3.6 Characterisation of the individual fire stages . . . . . 27

3.7 Determination of the convective heat release rate . . . . . 27

3.8 Fire curves obtained from fire tests and fire simulation calculations . . . . . 27

3.8.1 Heat release rate from fire test – Loveseat . . . . . 28

3.8.2 Fire curves obtained from CFD calculations of fire simulations – Living-room suite in an infinite room . . . . . 29

3.8.3 Heat release rate from fire test – Printer . . . . . 29

3.8.4 Heat release rates from fire tests – Passenger cars . . . . . 29

**4 Verification of the effectiveness of entire systems for smoke control . . . . . 32**

4.1 General . . . . . 32

4.2 Use of heated air as a fire simulation source . . . . . 34

4.2.1 Recommendations concerning the choice of parameters for test performance, particularly for simulating the initial stage . . . . . 35

4.2.2 Quantitative verification . . . . . 36

4.3 Use of burning trays as fire simulation sources . . . . . 41

4.3.1 Range of application, set-up and characteristics . . . . . 41

4.3.2 Specification of source arrangement . . . . . 42

4.3.3 Safety precautions . . . . . 42

**5 Examples . . . . . 43**

5.1 Determination of the fire curves for a sprinkler-equipped shop . . . . . 43

5.2 Quantitative assessment of smoke-gas spread . . . . . 46

Bibliography . . . . . 49

**Annex Conversion equations . . . . . 51**

A1 Equations for determining the developments of temperature and velocity below the ceiling . . . . . 51

A2 Equation for determining the temperature in the responsive element of the sprinkler . . . . . 52

## Vorbemerkung

Bei der Erstellung brandschutztechnischer Nachweise für komplexe Bauvorhaben werden zunehmend die Möglichkeiten rechnerischer Ingenieurverfahren genutzt. Hierbei wird zur Bemessung u. a. auf Brandsverlaufskurven Bezug genommen. Die vorliegende Richtlinie beschreibt deren Systematik zur Modellierung und die Grundlagen der mathematischen Formulierungen. Die zeitliche Entwicklung der Wärmefreisetzungsrates eines Brandes kann damit ebenso beschrieben werden wie deren zugeordnete Rauchfreisetzungsrates. In Abhängigkeit von brandlastspezifischen Risiken können diese Werte mit und ohne Wirkung von geeigneten Wasserlöschanlagen quantifiziert werden. Die Ergebnisse verschiedener rechnerischer Ingenieurverfahren bei brandschutztechnischen Nachweisen werden damit untereinander vergleichbar.

Allen ehrenamtlichen Mitarbeitern an dieser Richtlinie sei auf diesem Wege gedankt.

Alle Rechte vorbehalten, auch das des Nachdrucks, der Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, auszugsweise oder vollständig. Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie als konkrete Arbeitsunterlage ist unter Wahrung des Urheberrechtes z. B. durch Kopieren auf speziellem Kopierpapier des VDI möglich. Auskünfte dazu, auch z. B. zur Nutzung im Wege der Datenverarbeitung, erteilt die Abteilung VDI-Richtlinien im VDI.

## 1 Geltungsbereich und Zweck

Diese Richtlinie gilt für besonders zu bemessende Anlagen zur Rauchableitung unter Berücksichtigung charakteristischer Brandverlaufskurven. Sie zeigt Anwendungsmöglichkeiten, Grenzen und Anforderungen an die Ingenieurmethoden zur Dimensionierung auf (VDI 6019 Blatt 2) und gibt Hinweise zur Überprüfung der Wirksamkeit.

Nicht behandelt sind Anlagen zur Sicherheitsdruckbelüftung und Spülung sowie ähnliche Systeme, die der Rauchfreihaltung von notwendigen Fluren und Treppenträumen dienen können.

Die Anwendung dieser Richtlinie ist nicht beschränkt auf Gebäude; sie ist u. a. auch anwendbar für unterirdische Verkehrsanlagen (z. B. Tunnel) und Fahrzeuge (z. B. Schiffe). Das in Abschnitt 3 aufgeführte Bemessungsverfahren zur Bestimmung von Brandverlaufskurven kann auch für andere brandschutztechnische Nachweise (z. B. thermische Analysen von Bauteilen) herangezogen werden.

## Preliminary note

When verifying the compliance of complex building projects with fire-protection regulations, engineering-grade calculation methods are increasingly used. These methods use fire curves and other assumptions for dimensioning purposes. The present guideline describes the systematic approach underlying these curves as well as the fundamentals of their mathematical formulation. The mathematics used allow to describe the development over time of the heat released from a fire as well as the associated smoke release rate. Depending on the risks specific to the fire load, these values can be described quantitatively, taking into account or ignoring the effect of sprinkler activation. Engineering-grade calculation methods for the purpose of verifying compliance with fire-protection regulations thus become comparable.

We wish to take this opportunity to thank all the honorary contributors to this guideline.

All rights are reserved, including those relating to reproduction and onward transmission (Photo and micro copying), storage on data processing equipment and translation in part or in full. The use of this VDI guideline as a specific work document is permitted, provided that the conditions of the copyright are adhered to, e. g. copying on special VDI reprographic paper. Information on these aspects, including for example usage in data processing, is available from the VDI guidelines department of the VDI.

## 1 Scope and objective

This guideline applies to smoke control systems in buildings of special type and use (special-purpose buildings), taking into account characteristic fire curves. It points out the potential applications and limitations of, as well as requirements to be met by, engineering-grade calculation methods for dimensioning (VDI 6019 Part 2, to be published) and provides guidance in verifying effectiveness.

This guideline does not deal with safety pressurisation and flushing installations or similar systems which may also serve to secure escape routes (necessary corridors and staircases) against smoke.

In addition to buildings, this guideline can also be applied to, e. g., subterranean traffic systems (such as tunnels) and vehicles (such as vessels). The dimensioning method for the determination of fire curves, as given in Section 3, can also be used for other verifications of compliance with fire-protection regulations (e. g. for thermal analyses of building elements).