

Zur numerischen Übertragbarkeit
von Prüfungsergebnissen an
Hausschornsteinen auf Schornsteine
mit anderen lichten Querschnitten
(Schornstein-Vh III)

T 2276

T 2276

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Laboratorium 2.41 - Brandschutz, Feuerschutz

Forschungsvorhaben Vh 2435

F o r s c h u n g s b e r i c h t

"Zur numerischen Übertragbarkeit von Prüfungsergebnissen an Haus-
schornsteinen auf Schornsteine mit anderen lichten Querschnitten
(Schornstein-Vh III)"

von

Dipl.-Ing. Ernst Klement und Dipl.-Ing. Günter Wieser

Die vorliegende Arbeit wurde durch das Institut für Bautechnik in
Berlin gefördert.

Gesch.Z. IfBt IV 1-5-468/86

Berlin, im November 1990

Kurzfassung zum Forschungsvorhaben:

Zur numerischen Übertragbarkeit von Prüfergebnissen an Hausschornsteinen auf Schornsteine mit anderen lichten Querschnitten

(BAM-Forschungsvorhaben 2435)

Auf der Basis von Prüfungsergebnissen an vorgegebenen einschaligen Schornsteinen mit unterschiedlich lichten Querschnitten wurden die Oberflächentemperaturen in Abhängigkeit von dem lichten Querschnitt und jeweils gleichbleibender Wanddicke der Formstücke mit Hilfe des Computer-Programms "TASEF-2D" (Temperature Analysis of Structure Exposed to Fire - two Dimension) unter der Voraussetzung stationärer Randbedingungen berechnet. Die Untersuchungen erfolgten deswegen an einschaligen Schornsteinen, weil nur dort Bedenken hinsichtlich der zulässigen Temperatur von höchstens 100 °C auf den freien Außenflächen der Schornsteine auftreten.

Die Durchführung der Schornsteinprüfungen erfolgte in der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe im Rahmen des Forschungsvorhabens:

"Experimentelle Ermittlung der Abhängigkeit zwischen Oberflächentemperatur und lichtem Querschnitt bei Prüfung an Hausschornsteinen nach DIN 18 160 Teil 6 - insbesondere bei einschaligen Schornsteinen - hinsichtlich deren Übertragbarkeit auf andere lichte Querschnitte bei gleicher Wanddicke".

Darüber hinaus wurden mit dem Programm "TASEF-2D" die Oberflächentemperaturen weiterer ein- und dreischaliger Hausschornsteine berechnet und mit den entsprechenden Meßergebnissen verglichen. Neben den Wärmeübergangskoeffizienten liefert das Programm die sich auf Grund der berechneten stationären Temperaturverteilung ergebenden Wärmeströme.

Es zeigte sich, daß die Rechenergebnisse innerhalb des durch die Meßunsicherheit bestimmten Intervalls liegen; d.h. für die funktionstechnische Bemessung von Hausschornsteinen jeder Bauart kann das Programm "TASEF-2D" mit Erfolg eingesetzt werden.

Der Einsatz dieses Rechenverfahrens führt somit zur Verminderung von zeit- und kostenintensiven Prüfungen nach DIN 18 160 Teil 6. Es setzt die einschlägige Industrie in die Lage, schnell und flexibel auf die Anforderungen des Marktes zu reagieren.

Da die Rechnung für die funktionstechnische Bemessung jeder Schornsteinbauart bei freier Wahl der thermischen Belastung eingesetzt werden kann, ergibt sich als weiteres Anwendungsgebiet sein Einsatz bei der Sanierung bestehender Schornsteinkonstruktionen.

Abstract of the research project:

Transmission of test results on chimneys by a numerical method to varied cross-section of chimneys

(BAM research project 2435)

Test results based on varied one-layered chimneys of wall equal in thickness and differently from cross-section. The calculation of surface temperatures was carried out by the program "TASEF-2 D" (Temperature Analysis of Structure Exposed to Fire - two Dimension). This research project was therefore carried out on one-layered chimneys because for this construction doubts exists about the passings of the temperature of 100 °C permitted to thermal unexposed surface.

The test of chimneys was carried out by the testing institute: "Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe" within the scope of their research project entitled as follows:

"Determination of the interdependence of one-layered chimneys between their surface temperature, and their cross-section by testing in conformity with DIN 18 160 part 6 with the aim of transparring the test results to varied cross-sections of chimneys with the same wall thickness."

Moreover for further one-layered and three layered chimneys the surface temperatures was calculated by "TASEF-2 D" and afterwards it was compared with the measured temperatures. Besides the coefficient of heat transfer the program give the temperature distribution of heat transfer rate in the steady state condition.

The calculated temperature is in comparison with the measured one within fluctuation in measured temperature. The comparison between calculated and measured temperatures means that the program "TASEF-2 D" is right for calculation of chimneys and it allow the special industrie to react fast and flexible on market's requirements.

Therefore it is helpful for reducing costly tests in time and money according to DIN 18 160 part 6. An addition application for the program "TASEF-2 D". An other application for the program "TASEF-2 D" is additionally the use in scope of renovation of existing chimney constructions.

Résumé du projet de recherche:

Sur la transmissibilité numérique de résultats d'essai obtenus auprès de cheminées domestiques à des cheminées de largeur intérieure différente de celles-ci.

(Projet de recherche 02435 du BAM)

En se basant sur des résultats d'essai obtenus auprès de cheminées données à une paroi et à largeurs intérieures différentes, on a calculé les températures de surface dépendantes de la largeur et de l'épaisseur stable de la paroi des pièces profilées à l'aide du programme d'ordinateur "TASEF-2 D" (Temperature Analysis of Structure Exposed to Fire - two Dimension) à conditions que soient accomplies des modalités marginales stationnaires. Les études ont donc été effectuées auprès de cheminées à une paroi car il n'existait que là des doutes concernant la température admissible de 100 °C au maximum qui peut advenir aux surfaces externes libres des cheminées. On a effectué les essais sur Acier, Bois et Pierres de l'Université de Karlsruhe dans le cadre d'un projet de recherches intitulé

"Investigation expérimentale de la dépendance entre la température de surface et la largeur intérieure lors de l'essai auprès de cheminées domestiques d'après DIN 18 160 partie 6 - particulièrement auprès de cheminées à une paroi à l'égard de la transmissibilité de celle-là à des autres largeurs intérieures lors d'une épaisseur égale de paroi".

En outre, on a calculé les températures de surface d'autres cheminées domestiques à une et à trois parois à l'aide du programme "TASEF-2 D" et on les a comparées à des résultats de mesure correspondants. Outre les coefficients de transfert thermique, le programme fournit les courants thermiques résultant de la répartition de température stationnaire calculée.

Il s'est avéré que les résultats calculés se trouvent à l'intérieur de l'intervalle déterminé par l'imprécision de mesure donnée, c.à.d. qu'on peut utiliser avec succès le programme "TASEF-2 D" pour le dimensionnement de cheminées domestiques de tout modèle conformément à la fonction prévue. L'application d'une telle méthode de calcul mène ainsi à une diminution des essais exigeant du temps et des moyens d'après DIN 18 160 partie 6. Elle met l'industrie concernant ces questions en état de réagir vite et avec souplesse aux demandes du marché. Comme une telle calculation est utilisée en choisissant librement la sollicitation thermique, il en résulte comme domaine supplémentaire d'application, l'assainissement de constructions de cheminées existantes.

Inhalt

		Seite
1	Einleitung	01
2	Ziel der Untersuchungen	02
3	Grundlagen für die Berechnung der Oberflächen- temperaturen von Hausschornsteinen	03
3.1	Wärmeübertragung	03
3.2	Wärmeübergang an der inneren und äußeren Schorn- steinoberfläche	06
3.2.1	Wärmeübergang an der inneren Oberfläche durch Strahlung	06
3.2.2	Wärmeübergang an der inneren Oberfläche durch Leitung mit Konvektion	07
3.2.3	Wärmeübergang an der äußeren Oberfläche durch Strahlung	09
3.2.4	Wärmeübergang an der äußeren Oberfläche durch Leitung mit Konvektion	09
4	Berechnung der Temperaturverteilungen im Querschnitt von Hausschornsteinen	10
5	Absicherung des numerischen Verfahrens mit Versuchs- ergebnissen	14
5.1	Schornsteine	14
5.2	Diskussion der Temperaturmessung im Schornsteinquer- schnitt	19
5.3	Ermittlung der mittleren Abgasgeschwindigkeit und der thermodynamischen Kennwerte der Schornsteinbaustoffe ..	20
5.4	Vergleich und Diskussion der berechneten und gemes- senen Oberflächentemperaturen	23
5.5	Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes $1/\lambda$ von Hausschornsteinen	42
6	Vergleich von Berechnungen und Messungen der Ober- flächentemperaturen verschiedener Hausschornsteine	44
6.1	Vergleich von Berechnungen und Messungen der Ober- flächentemperaturen einschaliger Schornsteine	44
6.2	Vergleich von Berechnungen und Messungen der Ober- flächentemperaturen dreischaliger Schornsteine	52
7	Zusammenfassung	55

	Seite
8	Empfehlungen für die funktionstechnische Bemessung von Hausschornsteinen 56
9	Ausblick 57
10	Literaturverzeichnis 58
11	Anlagen 62
11.1	Anlage A: Listing des Rechenprogramms "TASEF-2D"
11.2	Anlage B: Darstellung des gemessenen, volumenbezogenen, prozen- tualen O ₂ - und CO ₂ -Gehaltes im Abgas in Abhängigkeit von der Zeit [5] während der Heizbeanspruchung ent- sprechend Betriebsphase 2 nach DIN 18 160 Teil 6 [1]
11.3	Anlage C: Darstellung des gemessenen Abgasmassenstromes in Ab- hängigkeit von der Zeit [5], während der Heizbean- spruchung entsprechend Betriebsphase 2 nach DIN 18 160 Teil 6 [1]
11.4	Anlage D: Darstellung der berechneten mittleren Abgasgeschwin- digkeit in Abhängigkeit von der Zeit in den Meßquer- schnitten 1 und 3 [5] während der Heizbeanspruchung entsprechend Betriebsphase 2 nach DIN 18 160 Teil 6 [1]
11.5	Anlage E: Darstellung der Temperatur-Zeitfunktionen im Meßquer- schnitt 1 während der Heizbeanspruchung entsprechend den Betriebsphasen 1 und 2 sowie der Trocknungsphase nach DIN 18 160 Teil 6 [1]