

FORSCHUNGSBERICHT DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN

Nr. 3067 / Fachgruppe Umwelt/Verkehr

Herausgegeben vom Minister für Wissenschaft und Forschung

Prof. Dr. rer. nat. Hans Grönig
Dipl. -Ing. Heider Lange

Stoßwellenlabor des Institut für Luft- und Raumfahrt
der Rhein. -Westf. Techn. Hochschule Aachen

Einfluß von Rohrverzweigungen auf
Stoßwellen in staubhaltigen Gasen



Westdeutscher Verlag 1981

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Grönig, Hans:

Einfluss von Rohrverzweigungen auf Stosswellen
in staubhaltigen Gasen / Hans Grönig ; Heider
Lange. - Opladen : Westdeutscher Verlag, 1981.

(Forschungsberichte des Landes Nordrhein-
Westfalen ; Nr. 3067 : Fachgruppe Umwelt,
Verkehr)

ISBN-13: 978-3-531-03067-8 e-ISBN-13: 978-3-322-87684-3

DOI: 10.1007/978-3-322-87684-3

NE: Lange, Heider;; Nordrhein-Westfalen:
Forschungsberichte des Landes ...

© 1981 by Westdeutscher Verlag GmbH, Opladen
Herstellung: Westdeutscher Verlag GmbH

Lengericher Handelsdruckerei, 454 Lengerich

ISBN-13: 978-3-531-03067-8

HERRN PROFESSOR DR.-ING. AUGUST WILHELM QUICK

ZUM 75. GEBURTSTAG

GEWIDMET

Inhalt

Liste der verwendeten Symbole	VI
1. Einleitung	1
2. Thermodynamik staubhaltiger Gase	2
3. Stoßwellen in staubhaltigen Gasen	5
3.1 Eingefrorene Strömung	6
3.2 Gleichgewichtsströmung	7
3.3 Relaxationszone	8
4. Versuchsaufbau	11
4.1 Stoßwellenrohr	11
4.2 Staubgenerator	11
4.3 Aerosole und Gase	12
4.4 Meßgeräte	12
5. Versuchsdurchführung	13
5.1 Gerades Stoßrohr	13
5.2 Stoßrohr mit Querschnittserweiterung	14
5.3 Stoßrohr mit Abzweig	15
6. Theoretische Modelle	17
6.1 Kombinationsmodell	17
6.2 Kombinationsmodell für Zwei-Phasenströmungen	21
7. Numerische Auswertung der theoretischen Modelle und Vergleich mit den Messungen	34
7.1 Gerades Stoßrohr	34
7.2 Querschnittserweiterung	35
7.3 Abzweig	36
8. Zusammenfassung	38
9. Anhang	40
10. Literatur	41
11. Abbildungen	45

Liste der Symbole

A	Kanalquerschnitt
a	Schallgeschwindigkeit
c	spezifische Wärme der Partikeln
c_w	Widerstandsbeiwert
D	Durchmesser
e	innere Energie
f()	Abkürzung s. Gl. (6.2-21)
g()	Abkürzung s. Gl. (6.2-30)
h	Enthalpie
K_1	Abkürzung s. Gl. (A_1-2)
K_2	Abkürzung s. Gl. (A_1-3)
K_3	Abkürzung s. Gl. (A_1-4)
K(M)	Exponent der Chisnellfunktion s. Gl. (6.1-5)
l	Kanalbreite
m	Abkürzung s. Gl. (6.2-40)
m	Masse
\dot{m}	Massenstrom
\dot{n}	Teilchenstrom
Nu	Nußeltzahl
p	Druck
Pr	Prandtlzahl
R	spezielle Gaskonstante
Re	Reynoldszahl
T	Temperatur
t	Zeit
u	Strömungsgeschwindigkeit, relativ zum Stoß
V_s	abs. Stoßgeschwindigkeit
V	Volumen
v	abs. Strömungsgeschwindigkeit
X,Y	Kartesische Raumkoordinaten

α	Schallgeschwindigkeit der Mischung
$\gamma = c_p/c_v$	Verhältnis der spezifischen Wärmen des reinen Gases
Γ	Verhältnis der spezifischen Wärmen der Mischung
$\delta = c/c_p$	Verhältnis der spezifischen Wärme der Partikeln mit der spezifischen Wärme des reinen Gases bei konstantem Druck
ϵ	Volumenbruch
ζ	Abkürzung s. Gl. (6.2-6)
η	Ladungszahl
θ	Winkel zwischen der θ -Charakteristik und der ungestörten Stoßfront
Θ	Temperaturverhältnis
μ	Abkürzung s. Gl. (6.1-6)
ξ, η	charakteristische Koordinaten
ρ	Dichte
σ	Konzentration
τ	Kanaltiefe
$\Phi()$	Abkürzung s. Gl. (6.1-4)
Φ	Temperaturverhältnis
ϕ	Massenbruch

Indizes

a	Abzweig
d	Durchgang
g	Gas
i	bestimmter Strömungsbereich
o	Ruhezustand
p	Partikel
P	auf Punkt P bezogen
rs	reflektierter Stoß
s	Stoß
*	Gleichgewicht
Doppelindex:	$q_{ik} = q_i/q_k$