

Dipl.-Ing. Thomas Bäumer, Hiddenhausen

**Berechnungsverfahren
zur Auslegung von
Abblaseleitungssystemen
für stationäre und
transiente Gasströmungen
mit multiplen kritischen
Strömungszuständen**

Reihe **7**: Strömungstechnik

Nr. **320**

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Problem, Ziel und Vorgehensweise	2
3	Grundlagen	4
3.1	Ideale Düse	4
3.2	Sicherheitsarmaturen	7
3.3	Gerades Rohrleitungssegment	8
3.4	Plötzliche Erweiterung	11
3.5	Plötzliche Verengung	13
3.6	(Drossel-) Blende	14
3.7	Sonstige Einbauten	19
4	Stand des Wissens	21
4.1	Berechnungsverfahren für eindimensionale Strömungen	21
4.1.1	G. Mathias und J. Magerfleisch	21
4.1.2	G. Ehrhardt et al.	22
4.1.3	W. Goßlau und R. Weyl	24
4.1.4	Rohrleitungsprogramme	25
4.2	Berechnungsverfahren für nicht-eindimensionale Strömungen	26
4.3	Zusammenfassung und Ableitung des Untersuchungsbedarfs	29
5	Versuchsanlage	31
5.1	Aufbau der Anlage	31
5.2	Meßstreckensegmente	33
5.3	Meßtechnik und Meßdatenerfassung	35
5.3.1	Druck	36
5.3.2	Temperatur	36
5.3.3	Massenstrom	36
5.3.4	Geschwindigkeitverteilung	37
5.3.5	Meßdatenerfassung	40
5.4	Betrieb der Versuchsanlage	40
6	Entwicklung und Validierung eines Berechnungsverfahrens für (quasi-) stationäre und transiente Strömungen	42
6.1	Berechnungsablauf bei (quasi-) stationärer Strömung	42

6.2	Untersmodelle für typische Leitungskomponenten bei (quasi-) stationärer Strömung	43
6.2.1	Sicherheitsventil, Berstscheibe	43
6.2.2	Zuleitung	44
6.2.3	Ableitung	45
6.2.4	Druckbehälter, gestufte Entlastung über mehrere Sicherheitsarmaturen	46
6.2.5	Plötzliche Erweiterung	47
6.2.5.1	Validierung	47
6.2.6	(Drossel-) Blende	49
6.2.6.1	Auswahl eines Untersmodells	49
6.2.6.2	Erweiterung des Verfahrens von R.P. Benedict et al. für in Rohrleitungen eingebaute Blenden	52
6.2.6.3	Vorhersagegenauigkeit für den Basisdruck	54
6.2.6.4	Erweiterung der Basisdruckberechnung	59
6.2.6.5	Validierung des erweiterten Untersmodells	62
6.2.7	Plötzliche Verengung	62
6.2.7.1	Auswahl und Validierung eines Untersmodells	62
6.3	Berechnungsverfahren für (quasi-) stationäre Strömung	65
6.3.1	Validierung	69
6.3.2	Vorhersagegenauigkeit des Gegendruckes	70
6.4	Berechnungsablauf bei transienter Strömung	75
6.5	Untersmodelle für typische Leitungseinbauten bei transienter Strömung	76
6.5.1	Gerades Rohrleitungssegment	76
6.5.2	Einbauten	78
6.5.2.1	(Quasi-) stationäre Strömung	79
6.5.2.2	Transiente Strömung	80
6.5.3	Druckbehälter, Eintrittquerschnitt der Zuleitung	81
6.5.4	Sicherheitsarmatur	82
6.5.5	Austrittquerschnitt der Ableitung	83
6.6	Validierung des Berechnungsverfahrens für transiente Strömung	83
6.6.1	Abblaseleitungen ohne Einbauten	83
6.6.2	Abblaseleitungen mit Einbauten	84
7	Abweichungen zwischen (quasi-) stationärer und transienter Modellierung	94

8 Bedeutung der Ergebnisse	98
9 Zusammenfassung	102
Anhang	103
Literatur	114