

Ventilatoren

Leistungsmessung an Kleinventilatoren, Normprüfstände

DIN
24 163
 Teil 3

Fans; performance testing of little fans, standardized airways

Maße in mm

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1
2 Begriffe	1
3 Benennungen, Formelzeichen, Einheiten	2
4 Aufbau der Normprüfstände	3
4.1 Saugseitiger Kammerprüfstand	3
4.2 Druckseitiger Kammerprüfstand	3
4.3 Auslegung der Prüfstände	6
5 Form und Abmessungen der Prüfstandteile	6
5.1 Volumenstrom-Meßeinrichtung	6
5.2 Übergangs- und Anschlußstücke	6
5.3 Regeleinrichtung	6
5.4 Hilfsventilator	8
5.5 Meßkammer	8
5.6 Ventilator mit druckseitiger Ausgleichsstrecke	8
6 Meßverfahren und Meßgeräte	8
6.1 Messung der Zustandsgrößen	9
6.2 Messung von Drücken	9
6.3 Drehzahlmessung	9
6.4 Messung der zugeführten elektrischen Leistung	9
7 Kontrollmessungen	9
7.1 Überprüfung normähnlicher Durchfluß-Meßeinrichtungen	9
7.2 Nachregulierung der Regeldrossel	9
7.3 Geschwindigkeitsverteilung an der Druckmeßstelle	9
8 Auswertung, Darstellung der Meßergebnisse	9
8.1 Auswertung der Messung	9
8.2 Meßunsicherheit	11
8.3 Umrechnung der Meßergebnisse auf Betriebsbedingungen der Katalogangaben	11
8.4 Anwendungsbeispiel	16

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für Kleinventilatoren nach Abschnitt 2 im Zusammenhang mit DIN 24 163 Teil 1.

Die nach dieser Norm ermittelten Kennlinien gelten nicht für solche Ventilatoren, die Bestandteil eines Gerätes sind und mit diesem eine bauliche Einheit bilden.

Zweck dieser Norm ist es, den Aufbau von Prüfständen zur Ermittlung von Ventilator Kennlinien (Normkennlinien) nach DIN 24 163 Teil 1 festzulegen. Damit wird es möglich, Ventilator Kennlinien nach einheitlichen Prüfverfahren entsprechend den in DIN 24 163 Teil 1 *) , Abschnitt 5, aufgeführten Bedingungen zu bestimmen.

2 Begriffe

2.1 Kleinventilator

Ein Kleinventilator ist ein Ventilator mit Gehäuse, dessen Druckverhältnis (p_{st2}/p_{st1}) 1,03 nicht überschreitet und dessen Nennvolumenstrom $\dot{V}_N$ im Bereich von 3×10^{-3} bis $300 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ liegt.

Anmerkung: Ventilatoren, deren Nennvolumenstrom $> 300 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ oder deren Druckverhältnis $> 1,03$ ist, werden nach DIN 24 163 Teil 2 geprüft.

*) Ausgabe Januar 1985

Fortsetzung Seite 2 bis 20

Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

3 Benennungen, Formelzeichen, Einheiten

Die nachfolgenden Benennungen, Formelzeichen und Einheiten stehen im Zusammenhang mit DIN 24 163 Teil 1.

Tabelle 1.

Lfd.Nr	Benennung	Formelzeichen	Einheit	Bemerkung
Maße: Ventilator, Prüfstand				
1	Durchmesser	d	mm	
2	Durchmesser des Laufrades	D	m, mm	
3	Hydraulischer Durchmesser	d_h	m, mm	
4	Durchmesser-Abweichung	Δd	mm	
5	Höhe	h	m, mm	
6	Breite	b	m, mm	
7	Abstand, Länge oder Radius	$a; r$	m, mm	
8	Länge von Prüfstandseinbauten	l	mm	
9	Querschnittsfläche	A	m ²	
Meßgrößen und Zustandsgrößen				
10	Luftdruck im Versuchsraum	p_a	mbar	
11	Kinematische Zähigkeit	ν	m ² /s	
12	Druckdifferenz, am Prüfstand gemessen	Δp	Pa	
13	Wirkdruck der Durchflußmessung	Δp_o	Pa	
14	Drehmoment	M	Nm	
15	Netzspannung	U	V	
16	Netzfrequenz	f	Hz	
Kenngrößen				
17	Reynoldszahl	Re		$Re = \frac{\bar{c} \cdot D}{\nu}$
18	Durchflußzahl des Drosselmeßgerätes	α_o		
19	Expansionszahl des Drosselmeßgerätes	ϵ_o		
20	Öffnungsverhältnis des Drosselmeßgerätes	m_o		$m_o = (d'/d_o)^2$
21	Relative Meßunsicherheit der Meßgröße (i)	$e_{(i)}$	(%)	

Indizes

o	Durchflußmessung Drosselgerät	B	Bohrung der Druckabnahme
o1	Einlauf Blendenmeßstrecke	K	Katalog-Angabe
o2	Auslauf Blendenmeßstrecke	R	Regeldrossel
oL	Ringleitung der Druckabnahme	s	Druckmeßsonde
1	Ventilator-Eintritt	tr	trocken (Temperatur)
2	Ventilator-Austritt	VM	Vergleichsmeßstrecke
3	Übergangsstück, Eintritt	(n)	Meßunsicherheit, Drehzahl
4	Übergangsstück, Austritt	(P)	Meßunsicherheit, Förder- bzw. Antriebsleistung
5	Meßstrecke (Kammer/Rohr)	(Δp)	Meßunsicherheit, Druckerhöhung
6	Gleichrichter	($\dot{v}$)	Meßunsicherheit, Volumenstrom
7	Lochplatte, Bremssieb	(ρ)	Meßunsicherheit, Dichte
Anz	Geräte-Anzeige		

4 Aufbau der Normprüfstände

4.1 Saugseitiger Kammerprüfstand

Der schematische Aufbau des saugseitigen Kammerprüfstandes ist in Bild 1 dargestellt. Einzelheiten und Hauptabmessungen sind in Bild 2 aufgezeichnet.

Aus einem störungsfreien Ansaugraum saugt der Ventilator über eine Volumenstrom-Meßeinrichtung und über eine nachfolgende Regeleinrichtung, die u. U. aus einem stufenlos regelbaren Hilfsventilator und einer Regeldrossel bestehen kann, Luft in die Meßkammer. Dort wird die Luft durch Gleichrichter (gegebenenfalls Prallplatte) und Bremssieb gleichmäßig über den Kammerquerschnitt verteilt, so daß an der Druckmeßstelle in der Kammer eine achsparallele drallfreie Strömung mit gleichförmiger Geschwindigkeitsverteilung vorhanden ist.

Der zu prüfende Ventilator wird entsprechend den vom Hersteller gemachten Angaben an die Meßkammer angeschlossen und bläst in einen störungsfreien Ausblasraum aus.

Der saugseitige Kammerprüfstand soll grundsätzlich folgende Anforderungen erfüllen:

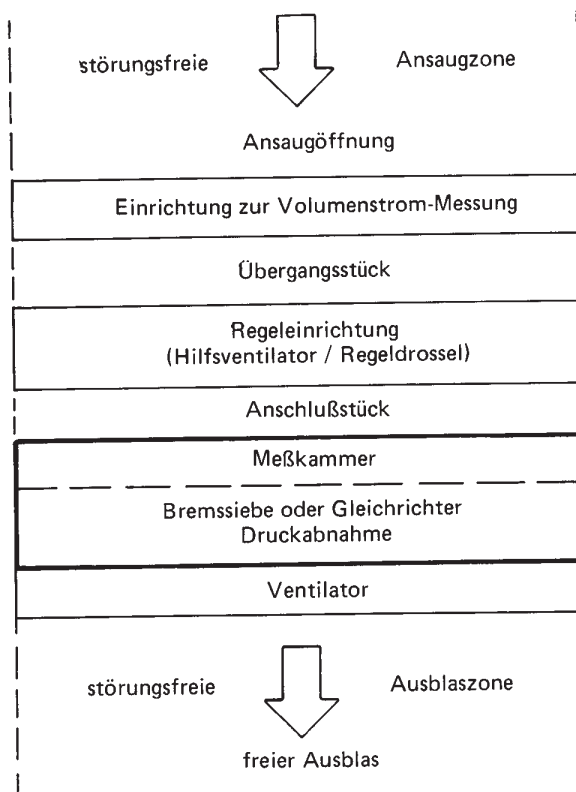


Bild 1. Saugseitig angeordneter Kammerprüfstand (Schema)

- Gleichbleibende Zu- und Abströmbedingungen für den zu prüfenden Ventilator [1; 2].
- Gleichförmige Strömung im Bereich der Meßstellen, d. h. keine Störungen der Strömung durch den zu prüfenden Ventilator die Regeldrossel oder den Hilfsventilator
- Dichte Verbindung bzw. Anschlüsse der einzelnen Prüfstandsteile

Form und Abmessungen der einzelnen Prüfstandsteile werden in Abschnitt 5 beschrieben. Sie können so zusammengestellt werden, daß Kleinventilatoren aller Bauarten untersucht werden können. Für die Einzelteile von Normprüfständen gilt grundsätzlich:

- Normblenden- bzw. Normdüsen-Meßstrecken werden bei Volumenströmen oberhalb von $\dot{V} = 3,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ eingesetzt (siehe DIN 1952). Unterhalb dieser Grenze sind normähnliche Drosselmeßgeräte (Blende im Einlauf, Einlaufmeßdüse, Viertelkreisdüse u. a.) zu verwenden (siehe VDI/VDE 2040 Blatt 1 und VDI 2041 z. Z. Entwürfe), deren Durchflüßzahlen bei Beachtung der Einbaubedingungen als gesichert angesehen werden können. Außerdem sind sie jederzeit durch Vergleichsmessungen nachprüfbar (siehe Abschnitt 7).
- Es sollen nur Regeldrosseln mit kontinuierlicher Einstellung verwendet werden. Durch den Einbau von Gleichrichtern oder Bremssieben wird eine Beeinflussung der Volumenstrommessung und der Druckmessung verhindert. Die Druckmessung in der Meßkammer erfolgt somit an einer Stelle, in deren Bereich eine gleichförmige, achsparallele, drallfreie Strömung herrscht, die unabhängig vom Betriebspunkt des zu prüfenden Ventilators ist.
- Die Meßkammer kann kreisförmig, quadratisch oder rechteckig sein. Ihr Durchmesser bzw. ihre Kantenlänge soll mehr als das 2,5fache des Durchmessers des zu prüfenden Ventilators betragen. Die Mindestlängen der Hauptabmessungen der Kammer sind in Bild 2 angegeben. Zur Prüfung von Ventilatoren mit saugseitigem Antrieb oder von zweiflutigen Radialventilatoren muß die Kammer entsprechend den Einbaubedingungen verlängert werden (siehe Abschnitt 5.5.1).

4.2 Druckseitiger Kammerprüfstand

Beim druckseitigen Prüfstand (siehe Bild 3) ist grundsätzlich zu beachten, daß jeder Ventilator in bestimmten Bereichen seines Kennlinienverlaufs – der mit Hilfe des Prüfstands ermittelt werden soll – eine mehr oder weniger stark drallbehaftete Abströmung hat. Dadurch besteht die Schwierigkeit, den statischen Druck in einem dem Ventilator nachgeschalteten Raum so zu bestimmen, daß die Werte von Ventilatoren u. U. ganz verschiedener Bauart reproduzierbar und vergleichbar sind [3; 4; 5]. Bei einer druckseitigen Kammeranordnung ist die Druckmessung nur dann innerhalb gewisser Fehlergrenzen möglich, wenn der Kammerquerschnitt sehr viel größer als der Austrittsquerschnitt des zu untersuchenden Ventilators ist: $A_5 \geq 50 \times A_2$ [5].

Mit einer Prüfstandsanordnung nach Bild 3 ist es möglich, die Kennlinie im Bereich nahezu drallfreier Abströmung (siehe DIN 24 163 Teil 1 *), Bild 1) mit ausreichender Genauigkeit zu messen.

Der zu prüfende Ventilator saugt aus einem störungsfreien Ansaugraum an und bläst in die Meßkammer aus. In der Meßkammer befinden sich im Abstand $a_6 \geq 2 d_5$ ein Gleichrichter und/oder ein Bremssieb. Die Wandanbohrungen zur Messung des statischen Drucks in der Kammer sind mindestens im Abstand $0,3 \times d_5$ hinter dem Gleichrichter bzw. Sieb anzuordnen. An die Meßkammer ist eine Einrichtung zur Volumenstrommessung angeschlossen (z. B. Einlaufmeßdüse). Die Luft strömt über Regeldrossel und gegebenenfalls Hilfsventilator ins Freie aus.

Form und Abmessung der einzelnen Prüfstandsteile werden in Abschnitt 5 beschrieben.

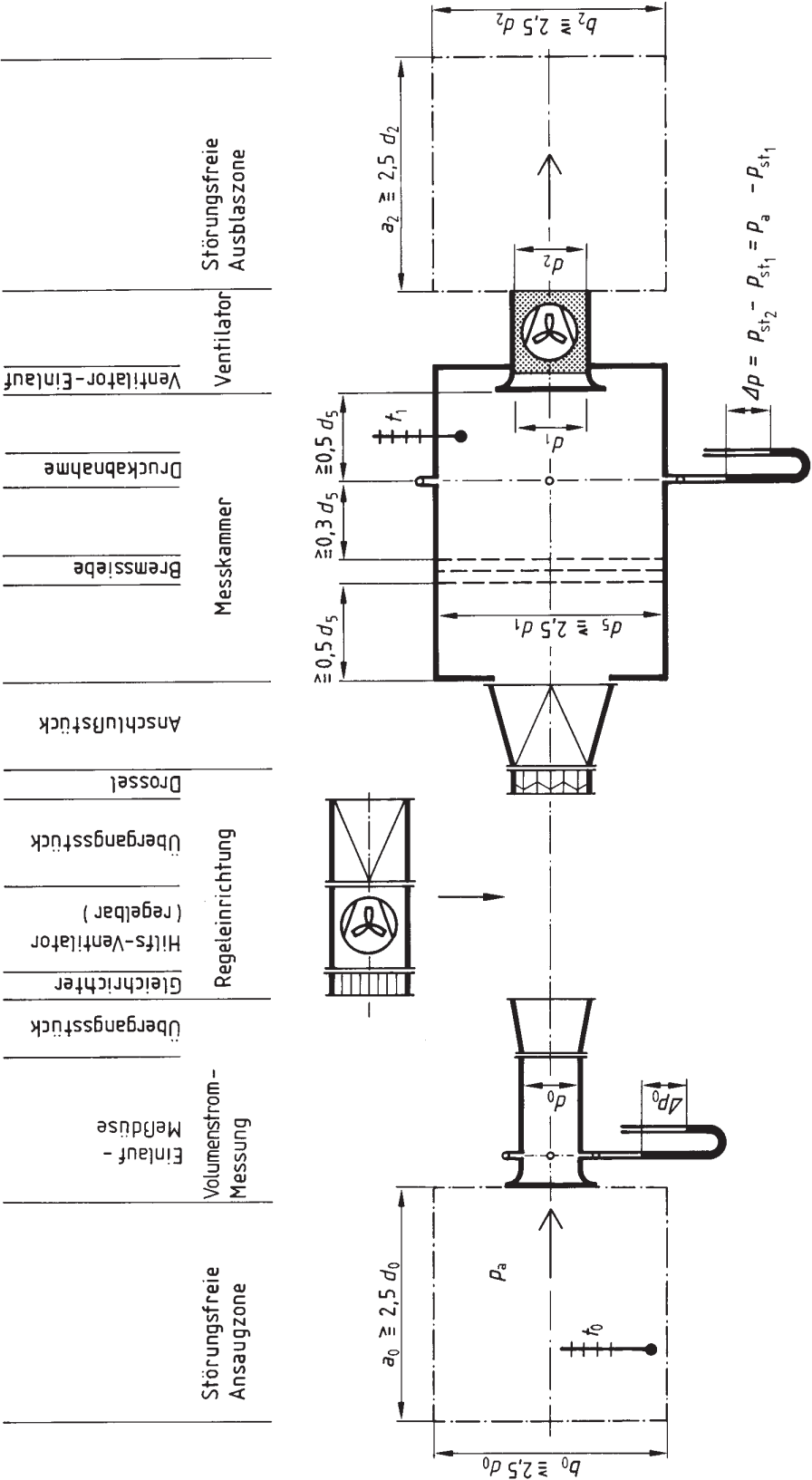


Bild 2. Saugseitiger Kammerprüfstand – Anordnung und Hauptabmessungen

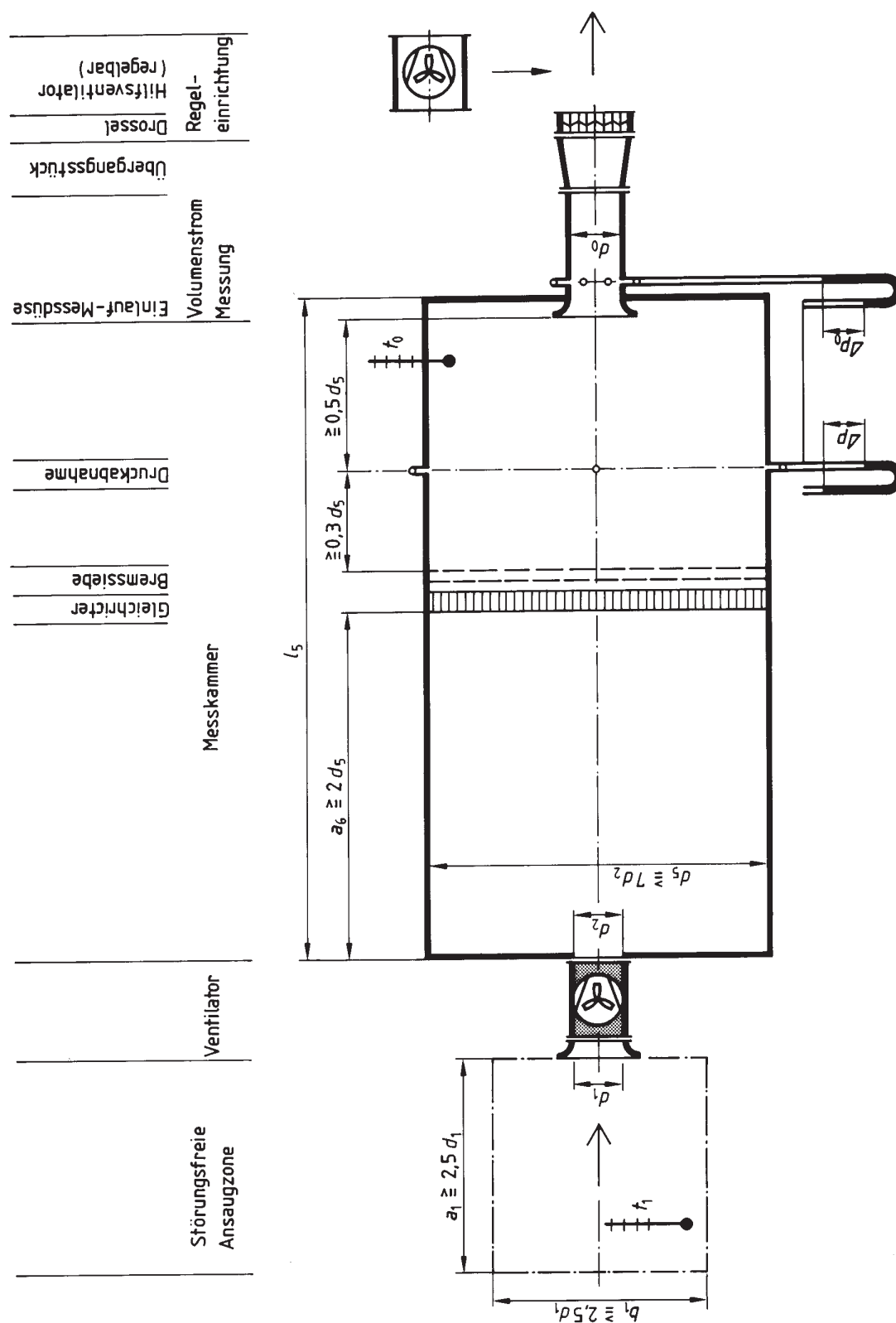


Bild 3. Druckseitiger Kammerprüfstand – Anordnung und Hauptabmessungen

4.3 Auslegung der Prüfstände

Grundsätzlich sollen alle Prüfstände so ausgelegt werden, daß Korrekturen bei der Auswertung für

- a) die Druckmessung:
 - beim saugseitigen Kammerprüfstand der Druckverlust zwischen Druckabnahme und Ventilatoreintritt,
 - beim druckseitigen Kammerprüfstand der Druckverlust zwischen Ventilatoraustritt und Druckabnahme,
- b) die Volumenstrommessung:
 - beim saugseitigen Kammerprüfstand der Dichteunterschied zwischen Einlauf-Meßdüse und Ventilatoreintritt,
 - beim druckseitigen Kammerprüfstand der Dichteunterschied zwischen Ventilatoreintritt und der Meßdüse am Ende der Kammer

vernachlässigbar klein sind.

5 Form und Abmessungen der Prüfstandteile

5.1 Volumenstrom-Meßeinrichtung

5.1.1 Normblenden, Normdüsen

Zur Bestimmung des vom Ventilator angesaugten Volumenstroms $\dot{V}_1$ werden entsprechend dem zu erfassenden Volumenstrombereich Normblenden, -düsen oder -venturidüsen nach DIN 1952 verwendet. Volumenstrombereiche unterhalb des Reynoldszahlbereiches der genormten Drosselmeßgeräte sind nach VDI/VDE 2041 (z. Z. Entwurf) zu erfassen.

Bei der Auslegung der Maßeinrichtung für Kleinventilatoren-Prüfstände sind folgende Punkte maßgebend:

- a) Ist die gesamte Kennlinie eines Ventilators auf dem Prüfstand zu messen, so gilt für die Volumenstrommessung der Bereich
 - maximaler Volumenstrom
 $\dot{V}_{1\max} = 3 \text{ bis } 300 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ (bei $\Delta p_{fa} = 0$)
 - minimaler Volumenstrom
 $\dot{V}_{1\min} \approx \frac{1}{10} \cdot \dot{V}_{1\max}$
- b) Der Wirkdruck Δp_o am Drosselmeßgerät beim Volumenstrom $\dot{V}_{1\max}$ muß den Leistungsdaten des zu untersuchenden Ventilators angepaßt sein.
- c) Der Druckverlust der gesamten Meßanordnung soll auch bei maximaler Förderung möglichst klein sein.
- d) Werden bei der Messung von Kleinventilatoren die Gültigkeitsbereiche der Normblende ($Re \geq 5 \times 10^3$ für $d \geq 50 \text{ mm}$) bzw. der Normdüse ($Re \geq 2 \times 10^4$ für $d \geq 50 \text{ mm}$) unterschritten, sollen Viertelkreisdüsen nach VDI/VDE 2041 (z. Z. Entwurf) verwendet werden.

Beide Arten der Volumenstrom-Meßeinrichtung sind sowohl für saugseitige als auch für druckseitige Kammerprüfstände anzuwenden.

Anmerkung: Meßstrecken, die nicht DIN 1952 oder VDI/VDE 2041 entsprechen, sind als normähnliche Maßeinrichtungen vor Inbetriebnahme des Prüfstandes durch Vergleichsmessungen zu kalibrieren (siehe Abschnitt 7).

5.1.2 Blenden und Düsen im Einlauf

Eine einfache Durchflußmessung ermöglichen Maßeinrichtungen mit Düsen und Blenden am Anfang oder Ende einer Rohrstrecke nach VDI/VDE 2041 (z. Z. Entwurf). Bei diesen Meßverfahren erübrigen sich die u. U. sehr langen Einlauf- bzw. Auslaufstrecken der Normblenden und -düsen (siehe DIN 1952 und DIN 24 163 Teil 2 *), Bild 6), [6; 7; 8].

Vor Einlauf-Meßdüsen ist ein störungsfreier Ansaugraum vorzusehen, in dessen Bereich $a_o = b_o \geq 2,5 \times d_o$ keine Einbauten vorhanden sind. Dieses Maß ist auch für den Mindestabstand der seitlich begrenzenden Flächen des störungsfreien Raumes einzuhalten.

Die Meßblende am Rohreinlauf muß den Bedingungen von DIN 1952 und/oder VDI/VDE 2041 (z. Z. Entwurf) entsprechen. Die Auslaufstrecke der Blende muß eine Länge von mindestens $4 \times d_o$ haben. Bei der Messung von Ventilatoren verschiedener Größen genügt es u. U., die stirnseitig glatt abschließende Blendenscheibe auszutauschen.

Wegen des geringen Druckverlustes ist es vorteilhaft, Einlauf-Meßdüsen nach DIN 24 163 Teil 2 *), Bild 6 oder Bild 7 von der Form $d'_o = d_o$ zu verwenden. Im Anschluß an die Wanddruckabnahme ist ein glattes zylindrisches Rohrstück von der Länge $l_o = 1,5 d_o$ notwendig. Im Anschluß daran können Diffusoren bzw. Übergangsstücke angeordnet werden, um sowohl eine ungestörte Strömung hinter der Maßeinrichtung als auch einen Druckrückgewinn sicherzustellen.

Anmerkung: Auf Grund vorliegender Erfahrungen ist anzunehmen, daß auch in dem für Kleinventilatoren notwendigen Reynoldszahlbereich Re_o keine wesentlichen Änderungen der Durchflußzahlen (α_o) zu erwarten sind. Es ist jedoch notwendig, die Durchflußzahlen dieser Drosselmeßgeräte durch eine einmalige Vergleichsmessung vor Inbetriebnahme des Prüfstandes zu prüfen.

5.2 Übergangs- und Anschlußstücke

Übergangs- und Anschlußstücke, Diffusoren und Konfusoren sind entsprechend den Angaben in DIN 24 163 Teil 2 *), Abschnitt 5.2 auszuführen.

5.3 Regeleinrichtung

Normprüfstände sollten grundsätzlich mit Regeleinrichtungen ausgerüstet sein, die

- eine stetige, gleichmäßige Regelung des Volumenstroms zulassen,
- eine über den Drosselquerschnitt möglichst gleichmäßig verteilte Drosselung von Teilströmen ermöglichen,
- auch bei starker Drosselung eine gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung in der anschließenden Kammer ermöglichen,
- keine mechanisch schwingenden Bauteile und
- bei geöffneter Einstellung einen möglichst geringen Eigenwiderstand haben.

Für Kammerprüfstände zur Prüfung von Kleinventilatoren werden 2 Arten von Regeleinrichtungen empfohlen:

- a) Eine gegenläufige Klappendrossel (siehe DIN 24 163 Teil 2 *), Bild 13), die beim saug- oder druckseitigen Kammerprüfstand im Anschluß an die Volu-

*) Ausgabe Januar 1985