

Ventilatoren

Leistungsmessung Normprüfstände

DIN
24 163
Teil 2

Fans; performance testing, 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 Allgemeines	3
4.2 Prüfstandsarten	3
5 Form und Abmessung der Prüfstandsteile	7
5.1 Volumenstrom-Meßeinrichtung	7
5.2 Übergangs- und Anschlußstücke	9
5.3 Hilfsventilator	11
5.4 Regeleinrichtung	11
5.5 Kammer-Meßstrecke	13
5.6 Rohrmeßstrecke	17
5.7 Ventilatoren mit druckseitiger Ausgleichsstrecke	19
5.8 Störungsfreie Ausblas-Zone	19
6 Meßverfahren und Meßgeräte	19
6.1 Messung der Zustandsgrößen	19
6.2 Druckmessung	19
6.3 Drehzahlmessung	20

Anwenderinformation

Die Originalfassung der Norm enthält **Elemente, z.B. farbige Abbildungen oder Tabellen**, die in dieser gescannten Form der Norm nicht originalgetreu darstellbar sind. Dies muß bei der Anwendung berücksichtigt werden. Maßgebend für das Anwenden jeder DIN-Norm ist deren Originalfassung mit dem neuesten Ausgabedatum. Vergewissern Sie sich bitte in den DIN-Mitteilungen, im aktuellen DIN-Katalog mit dem neuesten Ergänzungsheft oder in der aktuellen Ausgabe der PERINORM.

163
ren

Luft

iner
mt.

s 35

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

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

Ventilatoren

Leistungsmessung Normprüfstände

DIN
24 163
Teil 2

Fans; performance testing, 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 Allgemeines	3
4.2 Prüfstandsarten	3
5 Form und Abmessung der Prüfstandsteile	7
5.1 Volumenstrom-Meßeinrichtung	7
5.2 Übergangs- und Anschlußstücke	9
5.3 Hilfsventilator	11
5.4 Regeleinrichtung	11
5.5 Kammer-Meßstrecke	13
5.6 Rohrmeßstrecke	17
5.7 Ventilatoren mit druckseitiger Ausgleichsstrecke	19
5.8 Störungsfreie Ausblas-Zone	19
6 Meßverfahren und Meßgeräte	19
6.1 Messung der Zustandsgrößen	19
6.2 Druckmessung	19
6.3 Drehzahlmessung	20
6.4 Messung der Antriebsleistung	20
7 Kontrollmessungen	20
7.1 Überprüfen normähnlicher Volumenstrom-Meßeinrichtungen	20
7.2 Nachregulieren der Regeleinrichtung	20
7.3 Geschwindigkeitsverteilung an der Druckmeßstelle	20
7.4 Druckverlustmessung	23
8 Auswertung, Darstellung der Meßergebnisse	23
8.1 Auswertung der Meßergebnisse	23
8.2 Meßunsicherheit	26
8.3 Umrechnung der Meßergebnisse entsprechend den Katalogangaben	27
8.4 Anwendungsbeispiel	27

1 Anwendungsbereich und Zweck

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

Zweck dieser Norm ist es, den Aufbau von Prüfständen zur Ermittlung von Ventilator Kennlinien nach DIN 24 163 Teil 1 (Normkennlinien) 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 Ventilator

Ein Ventilator ist eine Strömungsmaschine mit Gehäuse (z. B. auch Wandringventilator), die zur Förderung von Luft oder anderen Gasen dient und deren Druckverhältnis (p_{t2}/p_{t1}) 1,30 nicht überschreitet.

Ventilatoren, deren Nennvolumenstrom $\dot{V}_N$ kleiner als $300 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ und deren Druckverhältnis (p_{st2}/p_{st1}) kleiner als 1,03 ist, sind Kleinventilatoren. Die Leistung von Kleinventilatoren wird nach DIN 24 163 Teil 3 bestimmt.

*) Ausgabe Januar 1985

Fortsetzung Seite 2 bis 35

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	m, mm	
2	Durchmesser des Laufrades	D	m, mm	
3	Hydraulischer Durchmesser	d_h	m, mm	
4	Durchmesserabweichung	Δd	mm	
5	Höhe (Kanal; Spiralgehäuse)	h	m, mm	
6	Breite (Kanal; Spiralgehäuse; störungsfreie Zone)	b	m, mm	
7	Abstand, Länge oder Radius einer störungsfreien Zone	a	m, mm	
8	Länge (von Prüfstandeinbauten)	l	mm	
9	Wanddicke von Prüfstandeinbauten	s	mm	
10	Abrundungsradius	r	mm	
11	Lichte Maschenweite	m	mm	
12	Querschnittsfläche	A	m ²	
13	Öffnungswinkel des Diffusors	2β	°	
14	Verjüngungswinkel des Konfusers	2α	°	
Meßgrößen und Zustandsgrößen				
15	Luftdruck im Versuchsraum	p_a	mbar	
16	Dampfdruck des Wasserdampfes	p_D	mbar	
17	Sättigungsdampfdruck	p_s	mbar	
18	Relative Luftfeuchte	φ_F	—	
19	Kinematische Zähigkeit	ν	m ² /s	
20	Druckdifferenz, am Prüfstand gemessen	Δp	Pa	
21	Wirkdruck der Durchflußmessung	Δp_o	Pa	
22	Druckverlust der Prüfstandeinbauten	Δp_v	Pa	
23	Drehmoment	M	Nm	
24	Netzspannung	U	V	
25	Netzfrequenz	f	Hz	
Kenngößen				
26	Reynoldszahl	Re	—	$Re = (\bar{c} \cdot D) / \nu$
27	Durchflußzahl des Drosselmeßgerätes	α_o	—	
28	Expansionszahl des Drosselmeßgerätes	ϵ_o	—	
29	Verhältnis der spezifischen Wärmekapazität	κ	—	$\kappa = c_p / c_v$
30	Öffnungsverhältnis des Drosselmeßgerätes	m_o	—	$m_o = (d_o / d_{o1})^2$
31	Versperrungsfaktor von Sieb und Lochblech	ϕ_7	—	Siehe Bild 18
32	Widerstandszahl	ξ	—	
33	Relative Meßunsicherheit der Meßgröße (i)	$e_{(i)}$	%	

Indizes

- o Durchflußmessung, Drosselmeßgerät
- o1 Einlauf Blendenmeßstrecke
- o2 Auslauf Blendenmeßstrecke
- oL Ringleitung der Druckabnahme
- 1 Ventilator-Eintritt
- 2 Ventilator-Austritt
- 3 Übergangsstück, Eintritt
- 4 Übergangsstück, Austritt
- 5 Meßstrecke (Kammer/Rohr)
- 6 Gleichrichter

- 7 Lochplatte, Bremssieb
- a außen bzw. Umgebung (Ifd.Nr 15)
- Anz Geräte-Anzeige
- B Bohrung der Druckabnahme
- D Dampf (Ifd. Nr 16)
- F feucht (Temperatur)
- K Katalog-Angabe
- N Nenn-(z.B.-Volumenstrom)
- R Regeldrossel
- s Druckmeßsonde

- tr trocken (Temperatur)
- vm Vergleichsmeßstrecke
- Meßunsicherheit,
- (n) — Drehzahl
- (Δp) — Druckerhöhung
- (P) — Förder- bzw.
- Antriebsleistung
- ($\dot{v}$) — Volumenstrom
- (η) — Wirkungsgrad
- (ρ) — Dichte

4 Aufbau der Normprüfstände

4.1 Allgemeines

Betriebsverhalten und Kennlinienverlauf eines Ventilators werden von den saugseitigen Zuström- bzw. Anschlußbedingungen beeinflusst [1, 2 3, 4]. Die nachstehend beschriebenen Normprüfstände gewährleisten bei der Messung eines Ventilators eine drallfreie, gleichmäßige Zuströmung für jeden Betriebspunkt der Ventilator Kennlinie und damit reproduzierbare Meßergebnisse.

Die Prüfstände werden mit Hilfe von Austausch- und Anbauteilen aufgebaut, so daß auf einem Prüfstand unterschiedliche Ventilator Typen untersucht werden können. Form und Abmessung der Einrichtungen zur Volumenstrommessung und -regelung und die meisten Zubehörteile sind für die genormten Prüfstandsarten gleich. Die Normkennlinie kann gegebenenfalls in ihrem gesamten Bereich gemessen werden.

4.2 Prüfstandsarten

Diese Norm behandelt den Aufbau von Kammerprüfständen, die dem Ventilator saugseitig vorgeschaltet werden (saugseitige Kammerprüfstände), sowie den Aufbau von Rohrprüfständen, die sowohl an der Ansaugseite als auch an der Druckseite des Ventilators angeschlossen werden (saug- oder druckseitige Rohrprüfstände).

Druckseitige Kammerprüfstände sind zwar grundsätzlich möglich (siehe DIN 24 163 Teil 1 und Teil 3), werden jedoch in diesem Teil der Norm wegen der zwangsläufig sehr großen Abmessungen nicht behandelt.

Beim Aufbau von Ventilatorprüfständen ist sicherzustellen, daß

- die Zu- und Abströmung des Ventilators nicht durch die Einbauten des Prüfstandes verändert wird,

- im Bereich der Meßstellen für Volumenstrom und Druck eine gleichförmige Strömung vorliegt und
- diese nicht durch Einwirkung des Ventilators, der Regeldrossel oder des Hilfsventilators gestört wird.

Der grundsätzliche Aufbau saug- und druckseitiger Ventilatorprüfstände ist in Bild 1 bzw. Bild 2 gezeigt.

4.2.1 Kammerprüfstand

Kammerprüfstände (siehe Bild 3) bestehen aus folgenden Bauteilen:

- Blendenmeßstrecke (Blende im Einlauf, Einlaufmeßdüse)
- Regeleinrichtung (Regeldrossel, gegebenenfalls mit regelbarem Hilfsventilator)
- Kammermeßstrecke mit Siebeinbauten und Druckabnahme
- Ventilatoranschluß
- gegebenenfalls nachgeschaltete Rohrstrecke

Durch diese Anordnung wird am Ventilatoreintritt eine symmetrische Zuströmung sichergestellt, wie sie beim Ansaugen des Ventilators aus dem freien Raum entsteht (Senkenströmung). An der Druckmeßstelle in der Kammer stellt sich eine drallfreie, achsparallele Strömung ein. Die Kammer kann sowohl einen Kreis- als auch Rechteckquerschnitt haben.

4.2.2 Rohrprüfstand

Saugseitige Rohrprüfstände (siehe Bild 4) bestehen aus folgenden Bauteilen:

- Durchflußmeßstrecke (z. B. Blende im Einlauf, Einlaufmeßdüse)
- Regeleinrichtung (Regeldrossel, gegebenenfalls mit regelbarem Hilfsventilator)

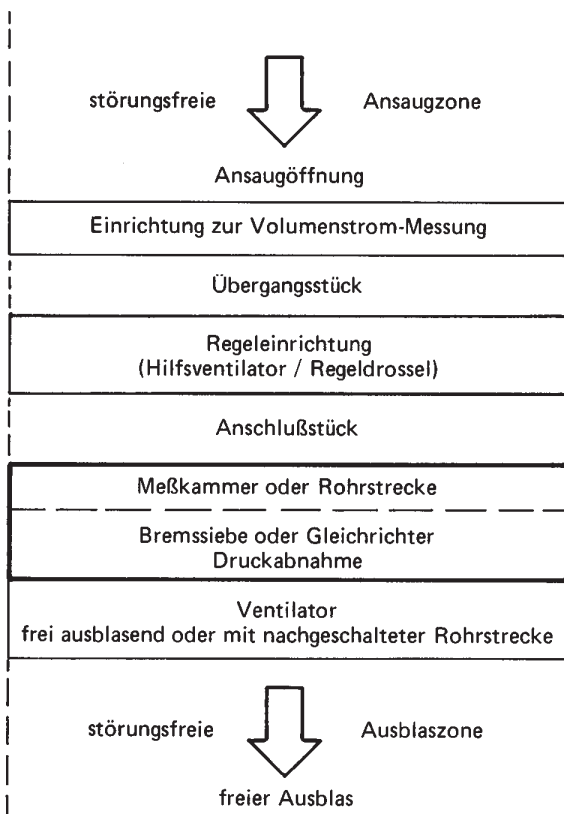


Bild 1. Saugseitiger Ventilatorprüfstand (Schema)

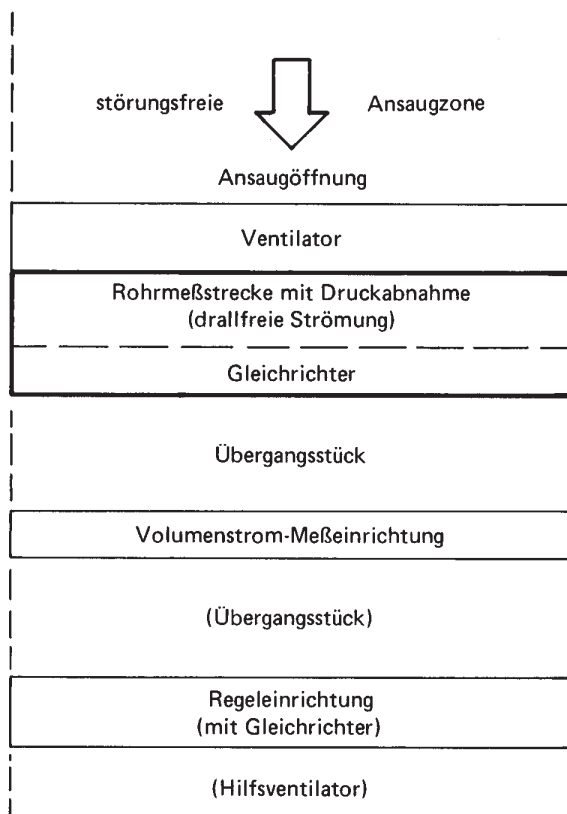


Bild 2. Druckseitiger Ventilatorprüfstand (Schema)

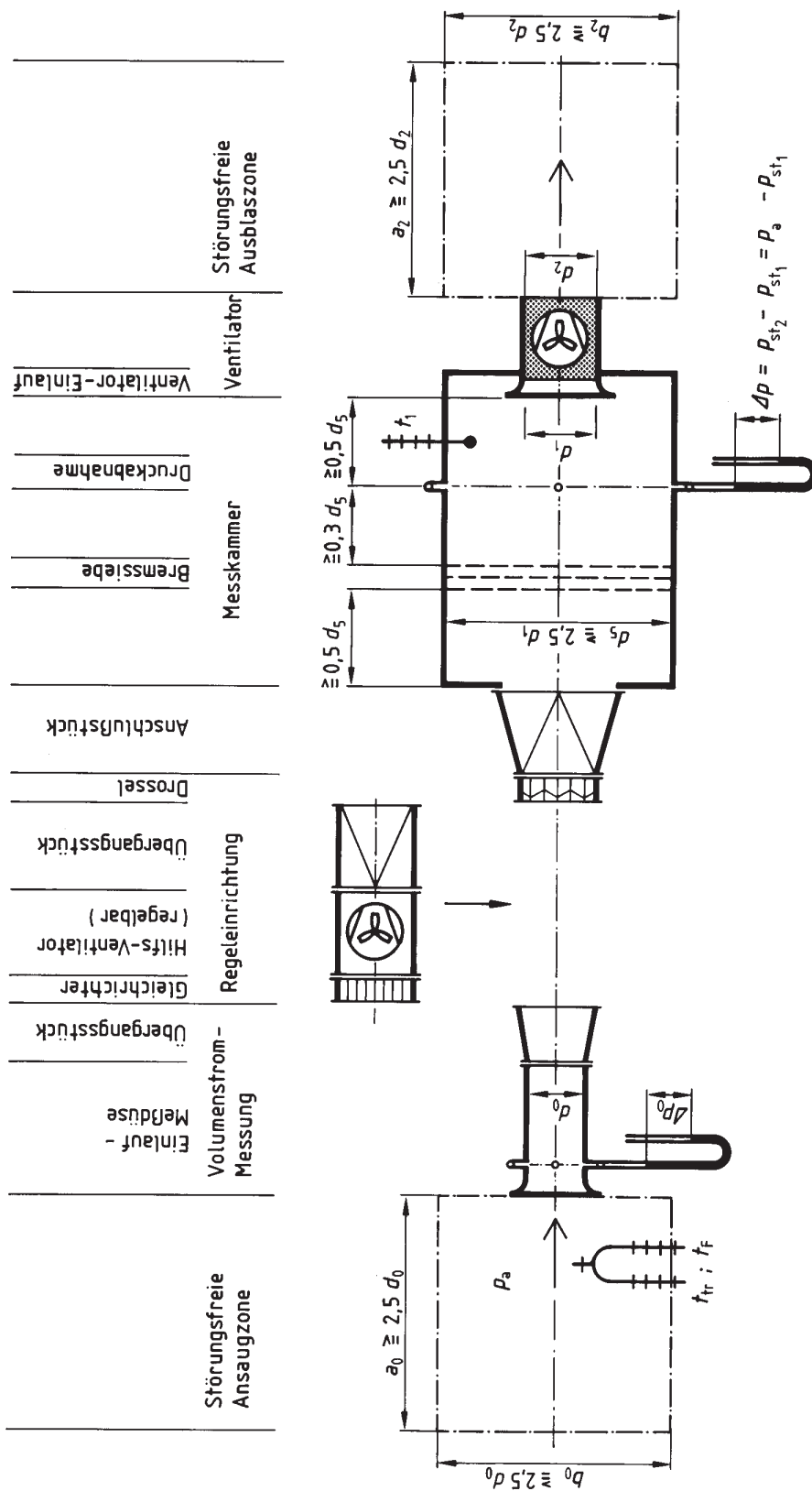


Bild 3. Kammerprüfstand — Anordnung und Hauptabmessungen

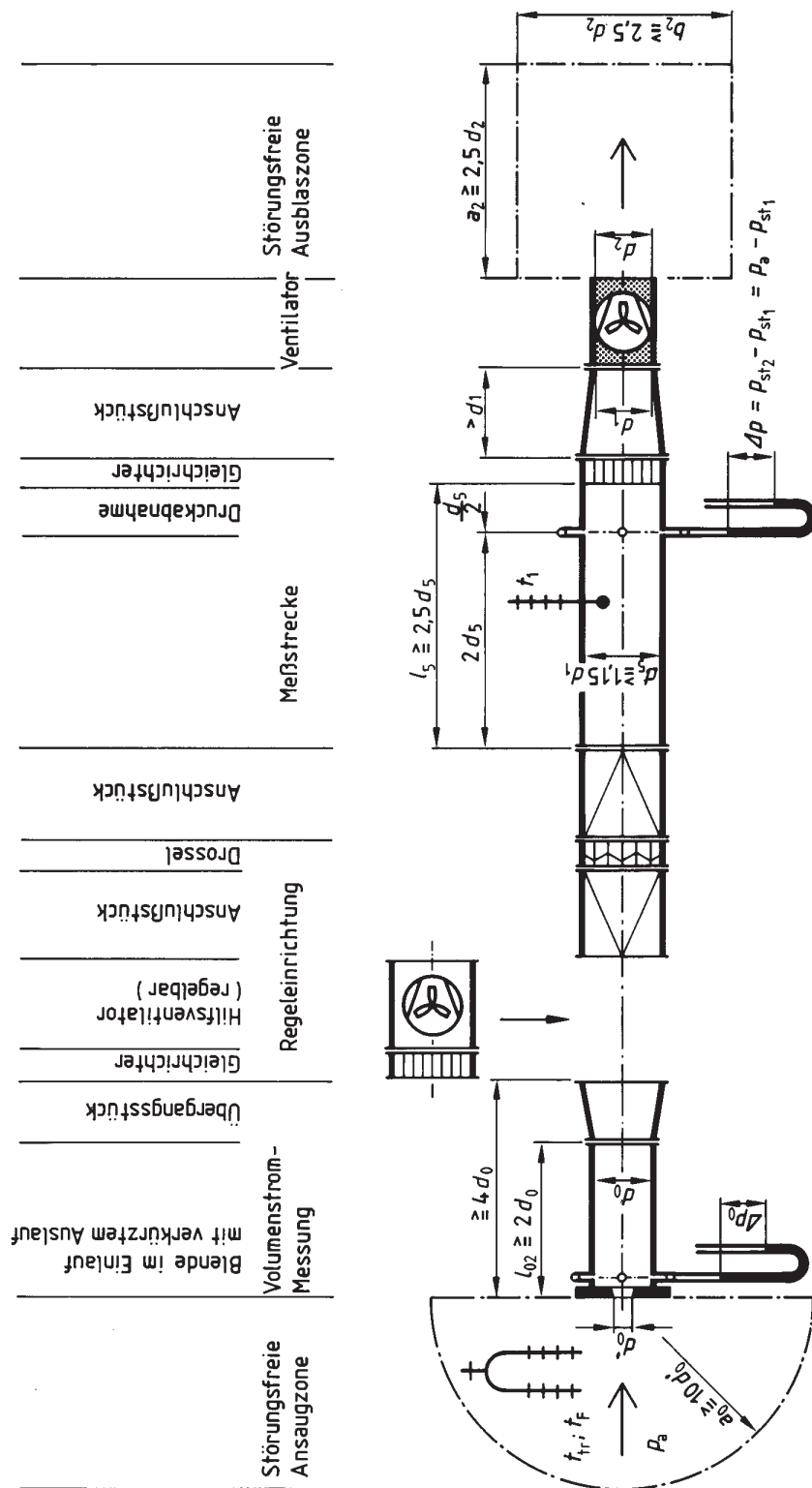


Bild 4. Rohrprüfstand saugseitig — Anordnung und Hauptabmessungen

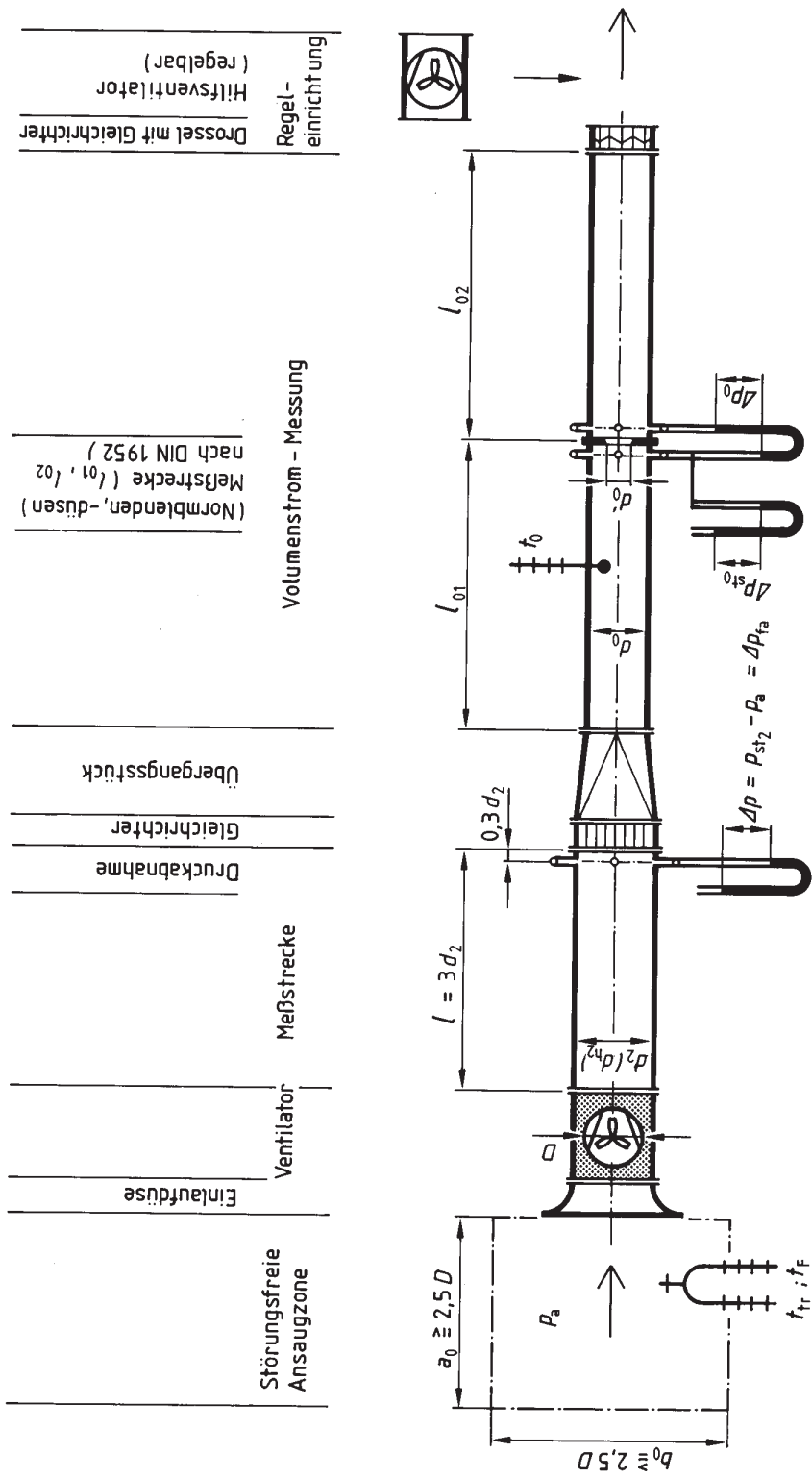


Bild 5. Rohrprüfstand druckseitig — Anordnung und Hauptabmessungen

- Rohrmeßstrecke mit Gleichrichter und Druckabnahme
- Ventilatoranschluß
- gegebenenfalls nachgeschaltete Rohrstrecke

Durch den zwischen Druckabnahme und Ventilatoranschluß angeordneten Gleichrichter und durch das Anschlußstück wird sichergestellt, daß die durch den Ventilator hervorgerufenen Störungen im Einlauf sich nicht an der Druckmeßstelle auswirken und dort die Messung beeinflussen.

Druckseitige Rohrprüfstände (siehe Bild 5) bestehen aus folgenden Bauteilen:

- Ventilator mit zugehöriger Einlaufdüse bzw. zugehörigem Anschluß-Rohrstück
- Ausblasstrecke mit Gleichrichter und Druckabnahme
- Übergangsstück zum Anschluß der Durchflußmeßstrecke
- Volumenstrom-Meßstrecke
- Regeldrossel mit Gleichrichter
- Hilfsventilator

Druckseitige Rohrprüfstände können zur Messung von Ventilator-Kennlinien verwendet werden, wenn die Abströmung des zu untersuchenden Ventilators nahezu drallfrei ist. Nur bei drallfreier Abströmung wird hinter dem zu prüfenden Ventilator eine nahezu gleichförmige Verteilung des statischen Drucks erreicht. Damit bleibt eine vergleichbare Leistungsmessung von Ventilatoren mit Hilfe eines druckseitigen Rohrprüfstandes in den weitaus meisten Fällen nur auf einen Teilbereich der Kennlinie beschränkt (siehe auch DIN 24 163 Teil 1 *), Bild 1).

Der hinter dem Anschluß-Rohrstück angeschlossene Gleichrichter stellt sicher, daß die Zuströmung zur Volumenstrom-Meßstrecke gleichmäßig ist. Um Störun-

gen der Volumenstrommessung zu vermeiden, wird die anschließende Regeldrossel mit einem Gleichrichter kombiniert, so daß auch ein Hilfsventilator unmittelbar daran angeschlossen werden kann, ohne die Messung zu beeinflussen (siehe DIN 24 163 Teil 1 *), Bild 1).

5 Form und Abmessung der Prüfstandsteile

5.1 Volumenstrom-Meßeinrichtung

Zur Bestimmung des vom Ventilator angesaugten Volumenstroms $\dot{V}_1$ sind die nachfolgend angegebenen Meßverfahren mit Hilfe von Blenden oder Düsen anzuwenden.

Normähnliche Volumenstrom-Meßeinrichtungen – also solche, die in dieser Norm nicht enthalten sind – sind vor Inbetriebnahme des Prüfstandes zu kalibrieren, wobei auf drallfreie Zuströmung und ablösungsfreie Abströmung zu achten ist. Üblicherweise geschieht dies mit einer der Norm entsprechenden Maßeinrichtung, bei größeren Durchmessern mit Hilfe einer Netzmessung, beispielsweise nach VDI 2044 oder VDI/VDE 2640 Blatt 3.

Bei Prüfständen für größere Ventilatoren, deren Volumenstrom mit Normblenden oder -düsen nach DIN 1952 nicht zu messen ist, werden im allgemein normähnliche Maßeinrichtungen wie Blenden im Einlauf (meist mit verkürzter Nachlaufstrecke) nach VDI/VDE 2041 oder Einlauf-Meßdüsen gemäß Bild 6 verwendet.

5.1.1 Normblende und -düse nach DIN 1952

Für Ventilatorprüfstände kann eine Normblenden- oder Normdüsen-Meßstrecke nach DIN 1952 mit einem konischen Einlaufstück verwendet werden. Ein störungsfreier Raum vor dem Einlauf muß sichergestellt sein. Die Länge der Meßstrecken und die Abmessungen der Blenden und Düsen sind entsprechend DIN 1952 und DIN 19 205 festzulegen.

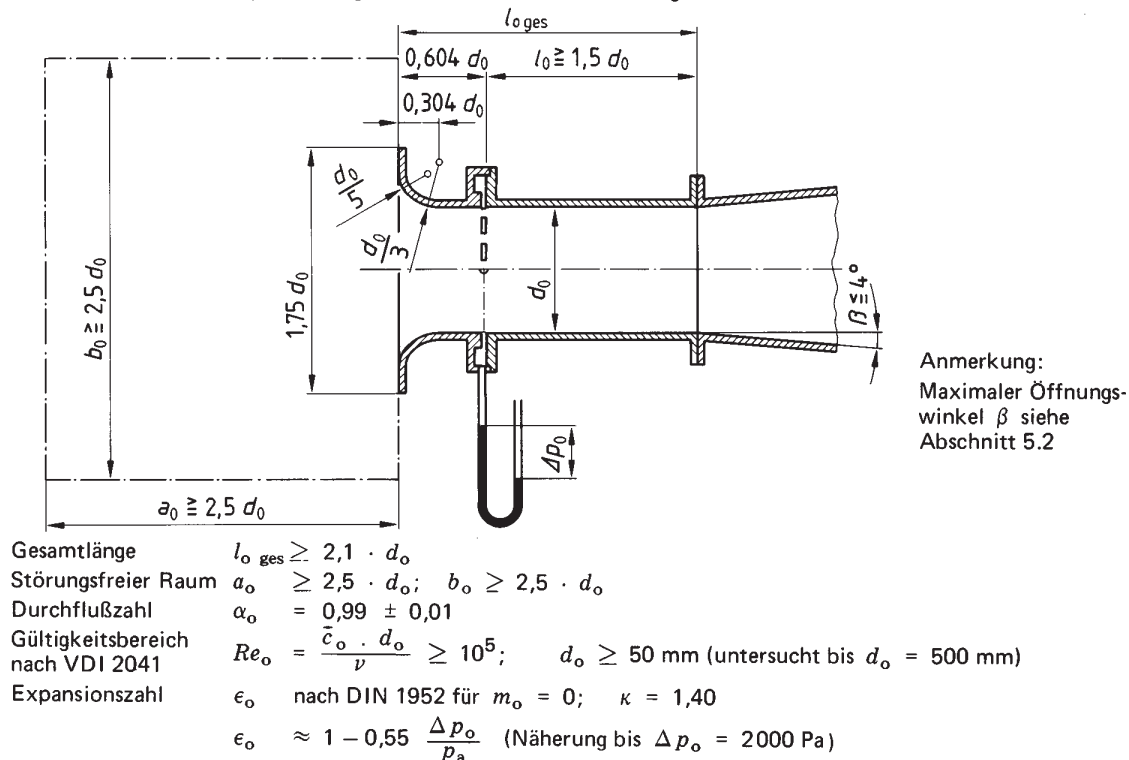
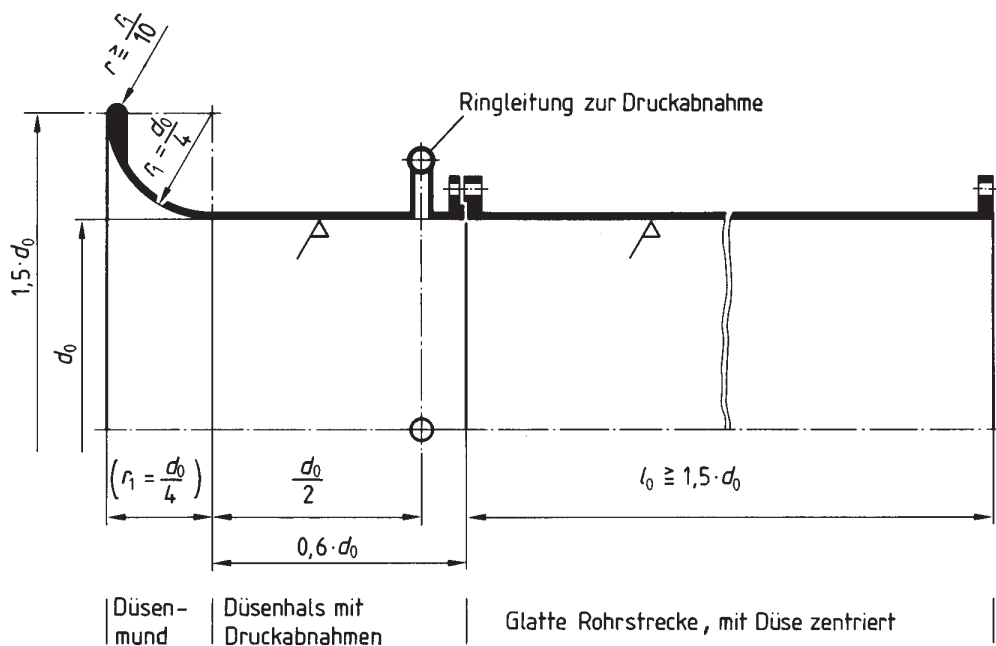


Bild 6. Einlauf-Meßdüse, Form nach DIN 1952

*) Ausgabe Januar 1985



Gesamtlänge $\geq 2,35 \cdot d_0$
 Störungsfreier Raum $a_0 \geq 2,5 \cdot d_0$; $b_0 \geq 2,5 \cdot d_0$
 Durchflußzahl $\alpha_0 = 1 - 0,004 \cdot \sqrt{\frac{10^6}{Re_0}} \pm 0,003$ für $\alpha_0 \leq 1,000$ mit $Re_0 = \frac{\bar{c}_0 \cdot d_0}{\nu} \geq 1 \cdot 10^5$
 Expansionszahl $\epsilon_0 \approx 1 - 0,55 \cdot \frac{\Delta p_0}{p_a}$ für $\kappa = 1,40$; $\Delta p_0 \leq 2000$

Bild 7. Viertelkreis-Einlaufmeßdüse (FLT-Düse) [8]

5.1.2 Blende im Einlauf nach VDI/VDE 2041 **)

Für saugseitig angeschlossene Kammer- und Rohrprüfstände können Blenden im Einlauf nach VDI/VDE 2041 **) eingesetzt werden.

Bei Verwendung einer Blende im Einlauf eines Ventilatorprüfstandes muß aus einem freien Raum vor der Blende angesaugt werden. Innerhalb dieses Raumes dürfen sich keine die Zuströmung störenden Einbauten befinden; drallbehaftete Zuströmung ist zu vermeiden.

Die Stirnfläche der Blende soll glatt sein, d. h. es dürfen z. B. keine hervorstehenden Schraubenköpfe die Zuströmung stören.

Bei einer Blendenmeßstrecke mit verkürztem Nachlauf sollte hinter dem gegebenenfalls konischen Übergangsstück ein Bremsieb oder ein Gleichrichter angeordnet werden, wie dies ohnehin z. B. beim Einbau eines Hilfsventilators oder einer Klappendrossel notwendig ist.

5.1.3 Einlauf-Meßdüse

Im allgemeinen wird für saugseitig angeordnete Ventilatorprüfstände eine Einlauf-Meßdüse bevorzugt. Angaben über Abmessungen, Einbau, Durchfluß- und Expansionszahlen der Einlauf-Meßdüsen sind der Literatur [5, 6] zu entnehmen. Die wesentlichen Daten sind in Bild 6 zusammengestellt.

**) Z. Z. Entwurf

Die Einlauf-Meßdüse entspricht einer Normdüse mit verlängertem zylindrischen Rohrstück, das glatt und mit definierter Genauigkeit ausgedreht ist. Damit ist sichergestellt, daß die Strömung in den unmittelbar an das Rohr angeschlossenen Leitungsteilen die Meßbedingungen am Düsenmund nicht beeinflusst. Gegebenenfalls erforderliche Querschnittserweiterungen des Prüfstandes sind erst im Anschluß an das zylindrische Rohr der Einlauf-Meßdüse vorzusehen.

Die Druckabnahme kann mit Hilfe von Anbohrungen, die über eine Ringleitung oder über eine Ringkammer verbunden sind, durchgeführt werden.

Die Werte für die untere Grenze des Gültigkeitsbereichs der Einlauf-Meßdüse sind in Tabelle 2 angegeben [5, 6, 7].

Eine einfacher herzustellende Viertelkreis-Einlauf-Meßdüse mit einer Druckabnahme im Abstand $d_0/2$ hinter dem Düsenmund ist in Bild 7 dargestellt (FLT-Düse) [8].

Wie genauere Untersuchungen mit dieser Düse gezeigt haben, ist die Durchflußzahl α_0 von der Reynoldszahl der Düsenströmung geringfügig abhängig. Es gilt:

$$\alpha_0 = 1,000 - 0,004 \cdot \sqrt{\frac{10^6}{Re_0}} \text{ für } Re_0 \geq 1 \cdot 10^5$$

Für die relative Meßunsicherheit gilt:

$$e(\alpha_0) = \pm 0,003 \text{ für } \alpha_0 \leq 1,000$$

Bei Ventilatoruntersuchungen kommt praktisch der Reynoldszahlbereich $Re_o = 1 \cdot 10^5$ bis $1 \cdot 10^7$ in Frage, so daß vereinfacht für eine mittlere Durchflußzahl $\alpha_o = 0,992$ mit einer relativen Unsicherheit $e_{(\alpha_o)} = \pm 0,008$ angegeben werden kann.

Für die Herstellungstoleranzen und den unteren Gültigkeitsbereich der Düse gelten die gleichen Richtwerte wie für die in Bild 6 dargestellte Einlauf-Meßdüse (siehe auch Tabelle 2).

Tabelle 2. Einlauf-Meßdüsen, Gültigkeitsbereich

d_o in mm	$\Delta p_{o \min}$ in Pa	$\dot{V}_{o \min}$ in m ³ /s
200	36	0,236
300	16	0,353
400	9	0,471
500	5,7	0,589
600	4,0	0,706
700	2,9	0,825
800	2,2	0,942
1000	1,4	1,178

Die untere Grenze des Gültigkeitsbereichs $Re_{o \min} = 1 \cdot 10^5$ für Luft entspricht bei der kinematischen Zähigkeit $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$$\Delta p_{o \min} = 1,435 \cdot \frac{1}{d_o^2} \text{ (Pa)}$$

$$\dot{V}_{o \min} = 1,5 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_o \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Andere Einlauf-Meßdüsen, deren Durchfluß- und Expansionszahlen in Normen und Richtlinien festgelegt sind und die den Anforderungen nach Abschnitt 5.1 genügen,

können ebenfalls für Ventilatorprüfstände verwendet werden (siehe z. B. [9]).

5.1.4 Störungsfreier Raum vor Einlaufdüsen, Einlauf-Meßdüsen und Blenden im Einlauf

Vor Einlaufdüsen, insbesondere Einlauf-Meßdüsen, von Ventilatorprüfständen ist ein störungsfreier Raum vorzusehen, in dem sich keinerlei Zwischenwände oder sonstige die Zuströmung zum Einlauf beeinflussende Einbauten befinden.

Die Mindestabmessungen des störungsfreien, rechteckigen Raumes um den Mittelpunkt des Einlaufs sind von der Größe des Düsendurchmessers d_o abhängig:

$$a_o = b_o \geq 2,5 \cdot d_o$$

Diese Mindestabstände sind auch dann einzuhalten, wenn die Einlaufdüse sich in Wand- bzw. Bodennähe befindet bzw. allseitig von Wänden umgeben ist [6].

Bei Blenden im Einlauf ist der störungsfreie Raum entsprechend den Angaben der VDI/VDE 2041 (z. Z. Entwurf) zu bemessen.

5.2 Übergangs- und Anschlußstücke

Übergangsstücke für Kreisrohre wie z. B. Diffusoren und Konfusoren (siehe Bild 8), die auf Prüfständen als Verbindungsstücke bei Querschnittsänderungen dienen, sollten nach Bild 8 bis Bild 11 ausgelegt sein [10, 11, 12, 13]. Sind bei Konfusoren aus besonderen Gründen kürzere Verbindungsstücke notwendig, so sollte ein Verjüngungswinkel von $2\alpha = 30^\circ$ nicht überschritten werden (siehe Bild 8).

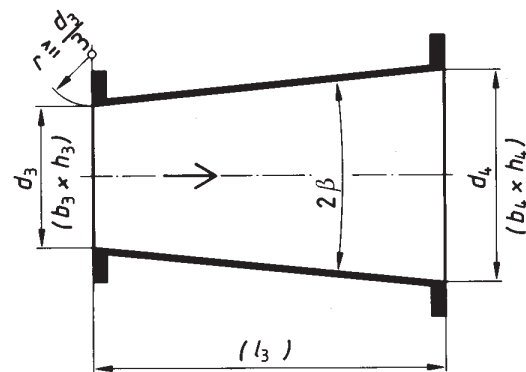
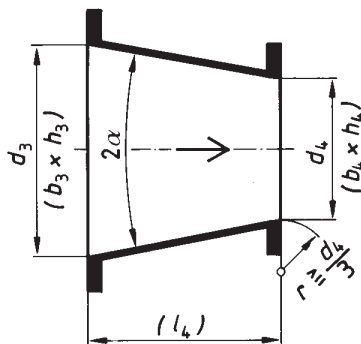


Bild 8. Übergangsstücke: Konfuser und Diffuser
(Auslegung: Kreisquerschnitt nach Bild 10; Rechteckquerschnitt nach Bild 11)

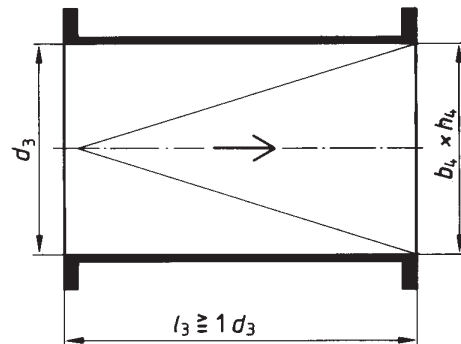
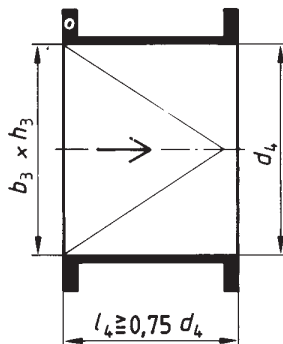


Bild 9. Übergangsstücke: Kreis – Quadrat; Mindestabmessungen

Bei Übergangsstücken von Kreis- auf Rechteckquerschnitt (oder umgekehrt) sollte beachtet werden:

- Der größte Erweiterungswinkel einer Seitenfläche soll die Werte der Kurve nach Bild 10 nicht wesentlich überschreiten.
- Bei einem Öffnungsverhältnis $> 1 : 1,5$ ist es zweckmäßig, eine Erweiterung vom Kreis- auf quadratischen Querschnitt mit einer Seitenlänge, die dem Kreisdurchmesser entspricht ($d_3 = b_4$), vorzunehmen. Erst dann ist vom Quadrat auf den gewünschten Rechteckquerschnitt (z. B. nach Bild 11) überzugehen [12].

Das Übergangsstück Kreis – Quadrat ($d_3 = b_4$) soll mindestens $l_3 = d_3$ lang sein (siehe Bild 9). Sollte bei einem Übergangsstück Quadrat – Kreis ($b_3 = d_4$) ein Rohrstück geringerer Länge notwendig sein, so darf dessen Baulänge l_4 nicht kleiner als $0,75 \cdot d_4$ sein (max. Verjüngungswinkel $\leq 30^\circ$).

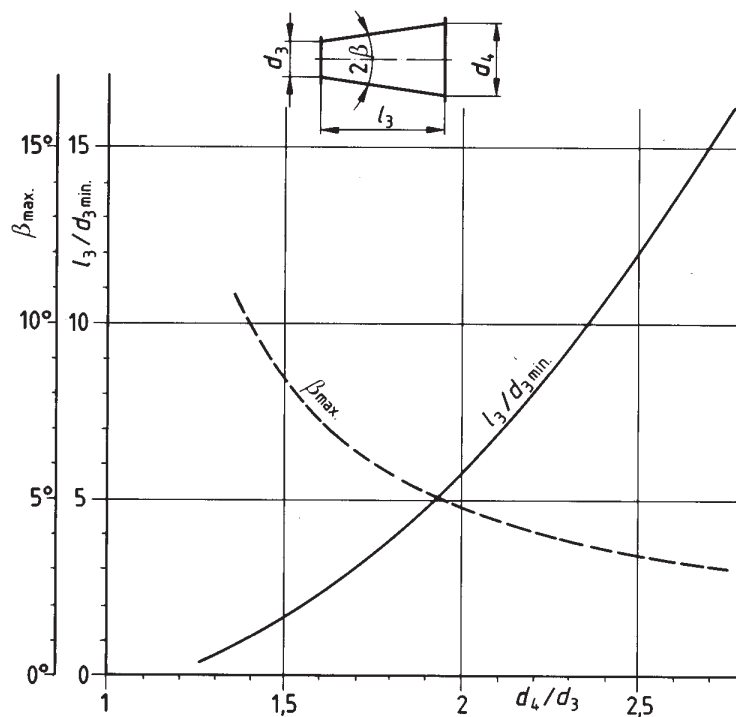


Bild 10. Mindestlänge l_3/d_3 und maximaler Öffnungswinkel $\beta_{\max}$ von Kreis-Diffusoren in Abhängigkeit vom Durchmesserverhältnis d_4/d_3 [10, 11, 12]

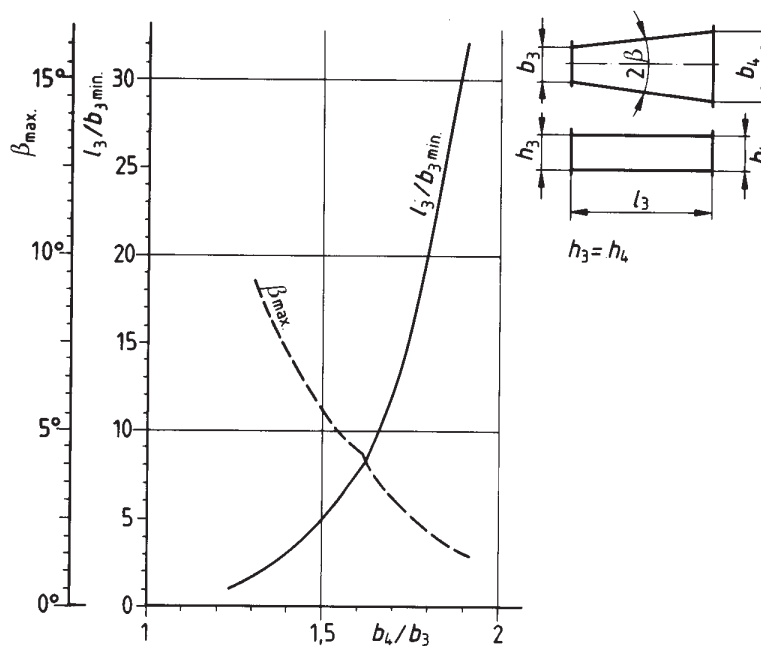


Bild 11. Mindestlänge l_3/b_3 und maximaler Öffnungswinkel β von ebenen Diffusoren in Abhängigkeit vom Breitenverhältnis b_4/b_3 [10, 11, 12]