

# *Technische Auslegung*

Luftschleieranlagen



# Empirische Auslegung von Luftschleieranlagen

Der nachfolgend aufgezeigte Weg stellt ein auf jahrelangen Erfahrungswerten aufgebautes Verfahren dar, das unter Berücksichtigung der wesentlichen klimatischen und gebäudeimmanenten Parametern eine gute Näherung zur richtigen Auslegung ermöglicht.

## Klimatische Parameter

### Temperatur

Die extremsten Wintertemperaturen können überschlägig den entsprechenden Klimazonen-Karten entnommen werden. Es empfiehlt sich jedoch, genaue Werte (entsprechend den Angaben der Wetterämter) zugrunde zu legen.

### Winddruck

Für windzugewandte Tore (Wetterseite) sollten Windgeschwindigkeiten von  $v_w = 3,0 - 6,5$  m/s angesetzt werden. Für windstarke Gebiete (Küsten, Tiefebene usw.) sind rund 50% höhere Werte anzunehmen. Der Einfluss der umgebenen Bebauung sowie der

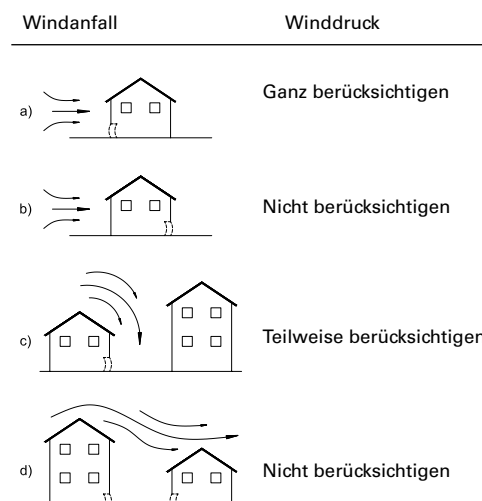
Gebäude- und Torlage ist nach Fig. 1 wie folgt zu berücksichtigen:

a) exponierte Lage: Winddruck ist vollständig zu berücksichtigen

b) c) d) Winddruck kann bei absoluter Luv-Lee-Wirkung vernachlässigt werden, es empfiehlt sich jedoch wegen möglicher Querströmungen den Faktor 0,3 - 0,5 zugrunde zu legen.

Aus Fig. 2 kann die windabhängige Druckdifferenz an der Durchtrittsöffnung  $\Delta p_w$  abgelesen werden.

**Fig. 1.** Beeinflussung des Winddrucks auf unterschiedlichen Gebäudesituationen und Konstellationen



## Gebäudeparameter

Der Gebäudeeinfluss auf die Druckdifferenz an der Durchtrittsöffnung resultiert aus:

### Temperaturdifferenz der zu trennenden Klimazonen

Der Wert  $(\rho_{\text{out}} - \rho_{\text{in}})$  kann anhand der vorgegebenen Temperaturen innen und außen aus **Fig. 3** abgelesen werden.

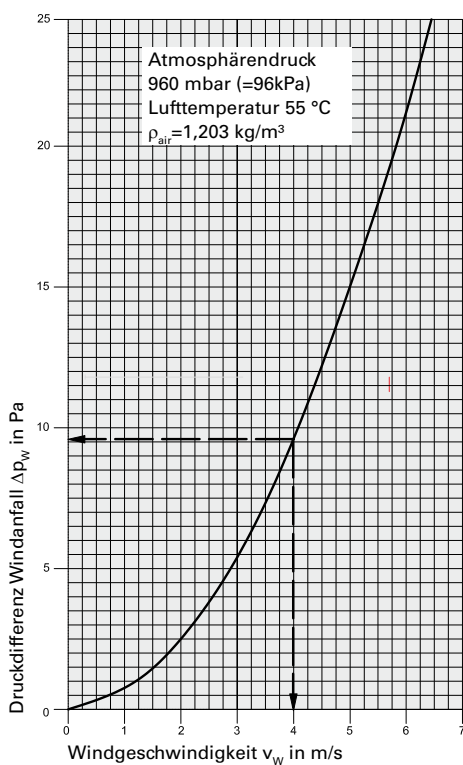
### Interner Auftrieb

Der gebäudeinterne Auftrieb ist bei besonders hohen Gebäuden (Industriehallen) oder bei durch offene Treppenhäuser verbundenen Geschossen relevant. Bei der Ermittlung der Druckdifferenz ist die Gesamthöhe  $H$  zu berücksichtigen.

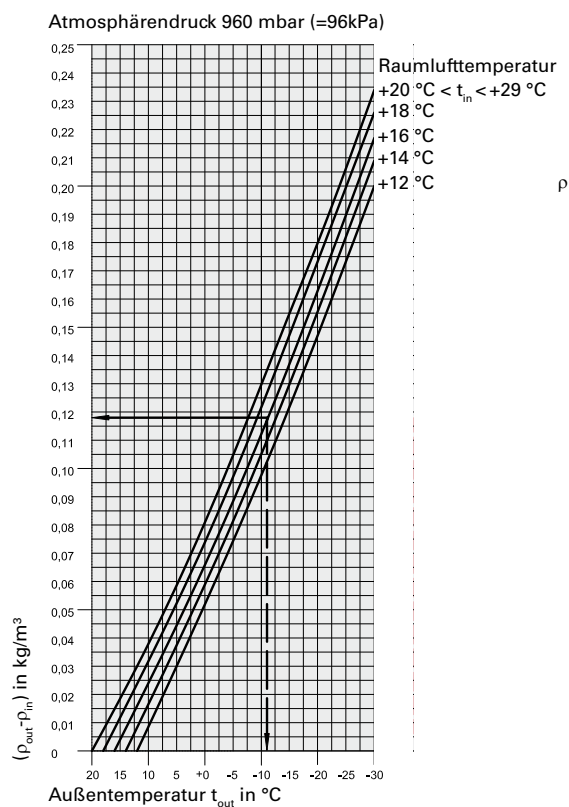
### Gebäudeart, Türenlage

Zur überschlägigen Ermittlung der Druckdifferenz werden die wesentlichen Gebäudemerkmale durch den Reduktionsfaktor  $R$  (**Fig. 4**) berücksichtigt.

**Fig. 2.** Druckdifferenz  $\Delta p_w$  beidseitig der Öffnungsebene



**Fig. 3.** Ermittlung von  $(\rho_{\text{out}} - \rho_{\text{in}})$



## Luftschleieranlage auszuwählen

Für die Ermittlung der auszuwählenden Luftschleieranlage ist nun zuerst der gebäudespezifische Druckunterschied  $\Delta p_p$  zu ermitteln, um so die Funktion der Luftschleieranlage bei Windstille zu beurteilen.


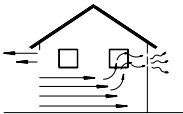
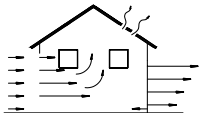
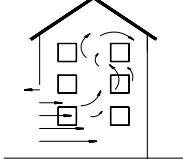
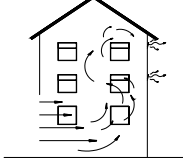
$$\Delta p_p = H \cdot (\rho_{\text{out}} - \rho_{\text{in}}) \cdot g \cdot R \quad [\text{Pa}]$$

R ist der gebäudespezifische Reduktionsfaktor (siehe Fig. 4) Nun definiert man welche Windgeschwindigkeit (Winddruck)

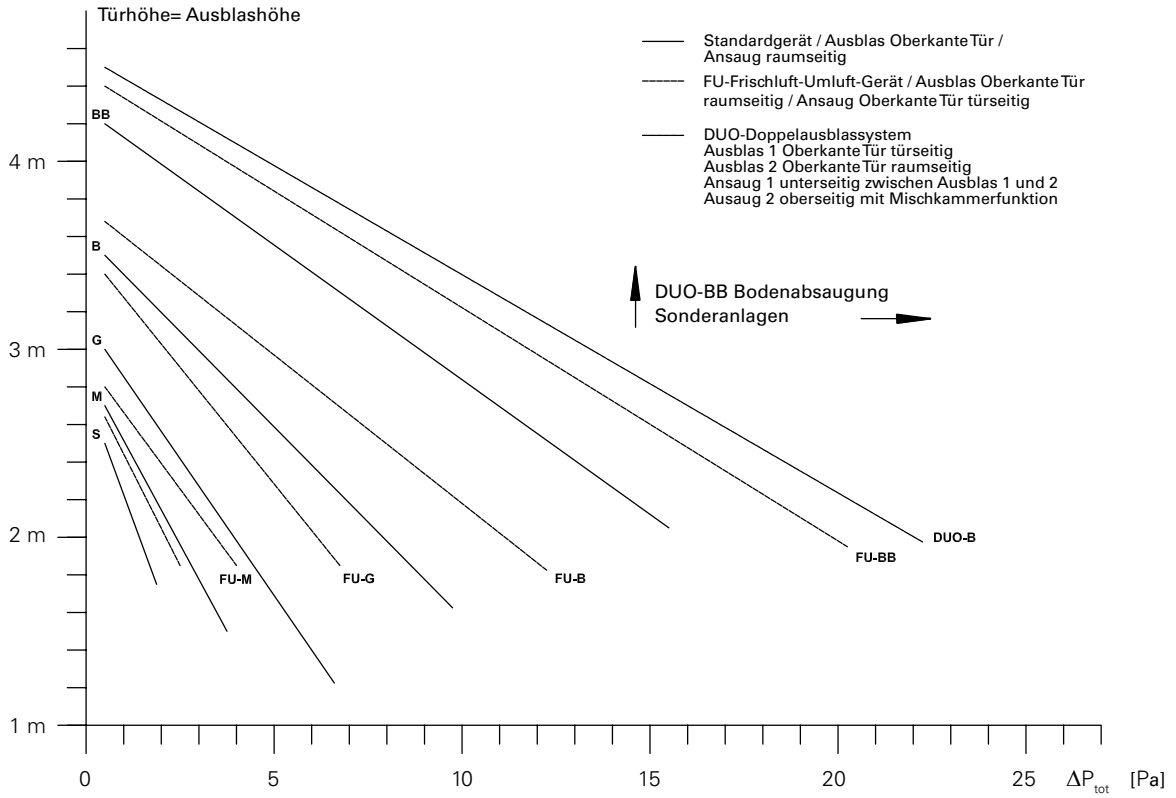
abgehalten werden soll ( $\Delta p_w$  [Pa]) und fügt beide Kriterien zu der gesamten abzuhaltenden Druckdifferenz  $\Delta p_{\text{tot}} = \Delta p_p + \Delta p_w$  zusammen.

Im Fig. 5 (Komforteingänge) und Fig. 6 (Industrieeingänge) ist der Wirkungsgrad der verschiedenen Luftschleierarten und Leistungsgrößen in Abhängigkeit von Tür- / Ausblashöhe und abzuschirmenden Druckdifferenzen eingetragen und ermöglicht eine rasche und realistische Auslegung.

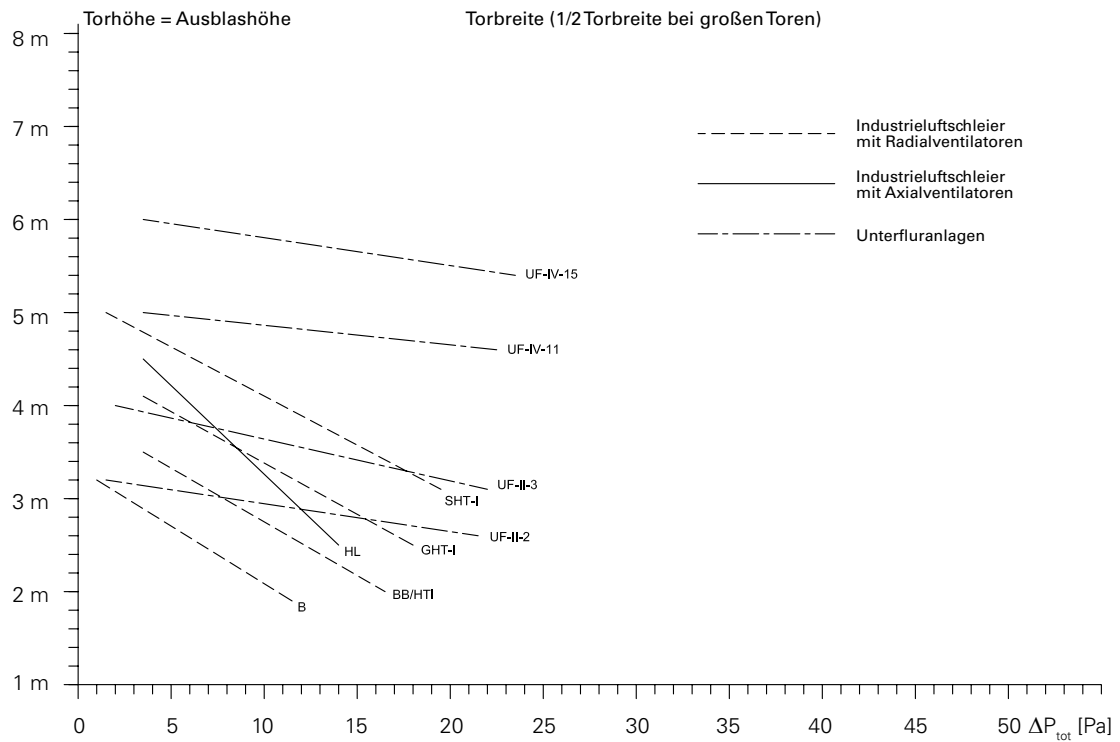
Fig. 4. Gebäudemerkmale - Reduktionsfaktor R

		Reduktionsfaktor R	
		mit Windfang	ohne Windfang
	1-geschossiges Gebäude, dichtes Gebäude (Neubau) keine gegenüberliegenden Türen	0,15	0,2
	1-geschossiges Gebäude, undichtes Gebäude (Altbau) keine gegenüberliegenden Türen	0,2	0,3
	1-geschossiges Gebäude, undichtes Gebäude gegenüberliegenden Türen	0,4	0,5
	mehrere offene, verbundene Stockwerke, dichte Gebäude	0,6	0,75
	mehrere offene, verbundene Stockwerke, undichtes Gebäude (offene Oberlichter u.s.w)	0,8	1,0

**Fig. 5. Auslegungsdiagramm - Luftschleieranlage an Komforteingängen**



**Fig. 6. Auslegungsdiagramm - Luftschleieranlage an Industrietoren**



## Schall

### Was ist Schall?

Schall sind Luftdruckschwankungen, die entstehen, wenn eine Schallquelle zu schwingen beginnt. Die erzeugten Schallwellen sind Verdichtungen und Verdünnungen der Luftteilchen, ohne dass sich die Luft selbst bewegt. Je nach Medium kann sich eine Schallwelle mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausbreiten. In der Luft hat der Schall eine Ausbreitungsgeschwindigkeit von 340 m/s.

### Wie wird Schall gemessen?

Geräuschpegel werden in Dezibel (dB) gemessen. Das dB ist eine logarithmische Einheit zur Beschreibung eines Quotienten. Steigt der Schallpegel um 10 dB an, ist das Ergebnis zweimal so laut (mathematisch exakt sind es 6 dB, gehört werden aber 10 dB).

Zwei gleiche Schallquellen führen zu einer Erhöhung des Schallpegels um 3 dB. Bei zwei Eingängen mit jeweils zwei Luftschleier wo alle vier Geräte mit einem Geräuschpegel von 50 dB arbeiten, beträgt der Geräuschpegel insgesamt 56 dB. Bei der ersten Öffnung wird dann ein Geräuschpegel von insgesamt 53 dB plus weiteren 3 dB von der anderen Öffnung gemessen.

### Referenzpunkte - dB

0	Der leiseste Schall, den ein Mensch hören kann
10	Normale Atmung
30	Empfohlener Maximalpegel für Schlafräume
40	Ruhiger Bürobetrieb, Bibliothek
50	Großraumbüro
60	Normale Unterhaltung
80	Klingelndes Telefon
85	Geräuschvolles Restaurant
110	Schrei ins Ohr
120	Die Schmerzgrenze

### Grundkonzepte

#### Schalldruck

Druck entsteht, wenn sich Druckwellen beispielsweise in der Luft ausbreiten. Der Schalldruck wird in Pascal (Pa) gemessen. Um den Schalldruck darstellen zu können, wird eine logarithmische Skala verwendet, die auf der Differenz zwischen dem tatsächlichen Schalldruckpegel und dem Schalldruckpegel an der Hörgrenze beruht. Die Skala hat die Einheit Dezibel (dB), wobei die Hörgrenze bei 0 dB und die Schmerzgrenze bei 120 dB liegen.

Der Schalldruck sinkt mit zunehmendem Abstand zur Schallquelle und ist abhängig von der Raumakustik.

#### Schalleistung

Als Schalleistung wird die Energiemenge pro Zeiteinheit (Watt) bezeichnet, die das Objekt abgibt. Die Schalleistung errechnet sich aus dem Schalldruck und besitzt ebenfalls eine logarithmische Skala. Die Schalleistung ist weder von der Schallquelle noch von den akustischen Eigenschaften eines Raumes abhängig. Dies erleichtert den Vergleich verschiedener Objekte.

### Schalleistungspegel und Schalldruckpegel

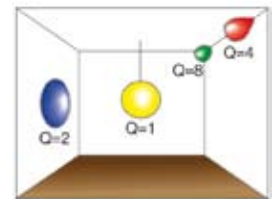
Wenn eine Schallquelle eine bestimmte Schalleistung emittiert, so wird der Schalldruckpegel von den folgenden Faktoren beeinflusst:

#### 1. Richtungsfaktor, Q

Beschreibt die Verteilung des Schalls rund um die Schallquelle. Siehe Abbildung unten.

Die Verteilung des Schalls rund um die Schallquelle.

Q = 1	Raummitte
Q = 2	An Wand oder Decke
Q = 4	Zwischen Wand und Decke
Q = 8	In der Ecke



#### 2. Abstand von der Schallquelle, r

Der Abstand von der Schallquelle in Metern.

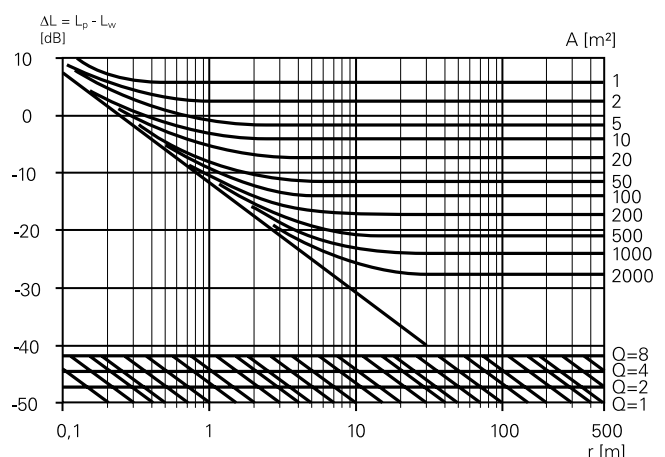
#### 3. Die Absorptionsfläche des Raumes, A

Die Fähigkeit einer Oberfläche, Schall zu absorbieren, kann man mit dem Absorptionsfaktor  $\alpha$  beschreiben, der einen Wert zwischen 0 und 1 annehmen kann. Der Wert 1 entspricht dabei einer Oberfläche mit vollständiger Absorption, der Wert 0 einer Oberfläche mit vollständiger Reflexion. Die Absorptionsfläche eines Raumes wird ausgedrückt in  $m^2$ . Berechnet wird dies durch Multiplikation der Raumfläche mit dem Absorptionsfaktor der Oberfläche.

### Umrechnung zwischen Schalleistung und Schalldruck

Die Umrechnung zwischen Schalleistung und Schalldruck erfolgt über die folgende Formel  $L_p = L_w + \Delta L$ .  $\Delta L$  ist die Dämpfung des Raumes und wird durch  $\Delta L = 10 \cdot \log \frac{Q}{4 \cdot \pi r^2} + \frac{4}{A}$  berechnet.

Statt die Dämpfung durch obige Formel zu berechnen kann das folgende Diagramm verwendet werden.



## Tabellen und Diagramme zur Dimensionierung

### Elektrische Grundformeln

#### Stromstärke

Gleichstrom und Einphasenwechselstrom bei $\cos\varphi=1$	3-Phasen-Wechselstrom Y-Verbindung	3-Phasen-Wechselstrom $\Delta$ -Verbindung
$I=U/R=P/U$	$I_f=I$	$I=I_f\sqrt{3}$

#### Spannung

Gleichstrom und Einphasenwechselstrom bei $\cos\varphi=1$	3-Phasen-Wechselstrom Y-Verbindung	3-Phasen-Wechselstrom $\Delta$ -Verbindung
$U=RI$	$U=U_f\sqrt{3}$	$U_f=U$

#### Leistung

Gleichstrom und Einphasenwechselstrom bei $\cos\varphi=1$	3-Phasen-Wechselstrom Y-Verbindung	3-Phasen-Wechselstrom $\Delta$ -Verbindung
$P=UI$	$P=\sqrt{3}UI\cos\varphi$	$P=\sqrt{3}UI\cos\varphi$

U = Betriebsspannung in Volt: bei Gleichstrom und Einphasenwechselstrom zwischen den zwei Leitern, bei 3-Phasen-Wechselstrom zwischen zwei Phasen (nicht zwischen Phase und Null).

$U_f$  = Spannung zwischen Phase und Null in einem Kabel mit 3 Phasen.

$\sqrt{3} \cong 1.73$

I = Strom in Ampère

$I_f$  = Strom in Ampère in der Phasenleitung

R = Widerstand in Ohm

P = Leistung in Watt

#### Symbole für Modelltypen

- = Standard (kein Symbol), IPX0
- = tropfwassergeschützt, IPX1
- = spritzwassergeschützt, IPX4
- = strahlwassergeschützt, IPX5

### Schutzarten für Elektromaterial

IP, zweite Stelle	Schutz gegen feste Objekte
0	Kein Schutz
1	Schutz gegen feste Objekte $\geq 50$ mm
2	Schutz gegen feste Objekte $\geq 12,5$ mm
3	Schutz gegen feste Objekte $\geq 2,5$ mm
4	Schutz gegen feste Objekte $\geq 1,0$ mm
5	Schutz gegen Staub
6	Staubdicht
IP, zweite Stelle	Schutz gegen Wasser
0	Kein Schutz
1	Schutz gegen vertikal auftropfendes Wasser
2	Schutz gegen Tropfwasser im Winkel von max. 15°
3	Schutz gegen Spritzwasser
4	Schutz gegen Sprühwasser
5	Schutz gegen Strahlwasser
6	Schutz gegen schwere See
7	Schutz gegen kurzfristiges Eintauchen in Wasser
8	Schutz gegen Auswirkungen von langfristigem Eintauchen in Wasser

### Dimensionierungstabelle für Kabel und Drähte

Installationskabel, offen oder in Leitung		Schaltleitungen		
Fläche [mm <sup>2</sup> ]	Sicherung [A]	Fläche [mm <sup>2</sup> ]	Dauerstrom [A]	Sicherung [A]
1,5	10	0,75	6	10
2,5	16	1	10	10
4	20			
6	25	1,5	16	16
10	35	2,5	25	20
16	63	4	32	25
25	80	6	40	35
35	100	10	63	63
50	125			
70	160			
95	200			
120	250			
150	250			
185	315			
240	315			
300	400			
400	500			

### Dimensionierungstabelle

#### Stromstärke bei unterschiedlicher Leistung und Spannung

Leistung [kW]	Spannung [V]					
	127/1	230/1	400/1	230/3	400/3	500/3
1.0	7,85	4,34	2,50	2,51	1,46	1,16
1.1	8,65	4,78	2,75	2,76	1,59	1,27
1.2	9,45	5,22	3,00	3,02	1,73	1,39
1.3	10,2	5,65	3,25	3,27	1,88	1,50
1.4	11,0	6,09	3,50	3,52	2,02	1,62
1.5	11,8	6,52	3,75	3,77	2,17	1,73
1.6	12,6	6,96	4,00	4,02	2,31	1,85
1.7	13,4	7,39	4,25	4,27	2,46	1,96
1.8	14,2	7,83	4,50	4,52	2,60	2,08
1.9	15,0	8,26	4,75	4,78	2,75	2,20
2.0	15,8	8,70	5,00	5,03	2,89	2,31
2.2	17,3	9,67	5,50	5,53	3,18	2,54
2.3	18,1	10,0	5,75	5,78	3,32	2,66
2.4	18,9	10,4	6,00	6,03	3,47	2,77
2.6	20,5	11,3	6,50	6,53	3,76	3,01
2.8	22,0	12,2	7,00	7,03	4,05	3,24
3.0	23,6	13,0	7,50	7,54	4,34	3,47
3.2	25,2	13,9	8,00	8,04	4,62	3,70
3.4	26,8	14,8	8,50	8,54	4,91	3,93
3.6	28,4	15,7	9,00	9,05	5,20	4,15
3.8	29,9	16,5	9,50	9,55	5,49	4,39
4.0	31,15	17,4	10,0	10,05	5,78	4,62
4.5	35,4	19,6	11,25	11,31	6,50	5,20
5.0	39,4	21,7	12,50	12,57	7,23	5,78
5.5	43,3	23,9	13,75	13,82	7,95	6,36
6.0	47,3	26,1	15,0	15,1	8,67	6,94
6.5	51,2	28,3	16,25	16,3	9,39	7,51
7.0	55,0	30,4	17,50	17,6	10,1	8,09
7.5	59,0	32,6	18,75	18,8	10,8	8,67
8.0	63,0	34,8	20,0	20,1	11,6	9,25
8.5	67,0	37,0	21,25	21,4	12,3	9,83
9.0	71,0	39,1	22,5	22,6	13,0	10,4
9.5	75,0	41,3	23,75	23,9	13,7	11,0
10.0	78,5	43,5	25,0	25,1	14,5	11,6

Bei Ausgangsleistungen zwischen 0,1 und 1 kW, Ampereangabe mit 0,1 multiplizieren. Bei Ausgangsleistungen zwischen 10 und 100 kW, Ampereangabe mit 10 multiplizieren.

**GELU-Frico GmbH**  
*A Frico Group Company*

Dieselstraße 4 · 73278 Schlierbach  
Tel.: (07021) 97003-0, Fax: (07021) 76841  
info@gelu-frico.de · www.gelu-frico.de