



Verwendung

Flügelradanemometer werden verwendet, um die Geschwindigkeiten in gerichteten, drall- und wirbelfreien Luftströmungen zu messen.

Durch die kleine, stabile Bauform ist das Gerät für ambulanten Einsatz und auch für einen stationären Einbau geeignet. Als Beispiel sei die Kontrolle von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage genannt, wenn die Luftströmung in Luftaufbereitungskammern oder nach Rohr- und Schachtverzweigungen ermittelt werden muß. Weitere Anwendungsgebiete sind Leistungsprüfungen von Verdichtern, Strömungsmessungen in Kühlräumen, Trockenkammern, Versammlungs-, Lager- und Aufenthaltsräumen.

Im Gegensatz zu Strömungsmessungen mit Staudruckgeräten ist die Messung mit einem Flügelradanemometer weitgehend unabhängig von der jeweiligen Luftdichte. Somit können Messungen auch bei schwankenden Temperaturen bzw. bei veränderlichem Druck in weiten Grenzen durchgeführt werden, ohne Korrekturen vornehmen zu müssen.

HINWEIS! FLÜGELRADANEMOMETER SIND PRÄZISE FEINMECHANISCHE GERÄTE, DIE VOR NÄSSE, SCHMUTZ UND STOß ZU SCHÜTZEN SIND.

Funktion

Als Meßelement enthalten Flügelradanemometer 10 radial in einer Kreisebene angeordnete, leichte Druckplatten, die im Zentrum des Ringes starr miteinander verbunden sind - das sogenannte Flügelrad. Das Flügelrad ist sehr leicht gehalten und besitzt im Mittelpunkt senkrecht zur Kreisebene eine Rotationsachse.

Da alle Druckplatten (Flügel) gleichmäßig in bestimmtem Winkel zur Rotationsebene stehen, übt jede in Achsrichtung verlaufende Strömung auf das Meßelement ein stets in gleicher Richtung wirkendes Drehmoment aus, unter dessen Einfluß das System rotiert. Die Drehzahl ist praktisch proportional der Anströmgeschwindigkeit.

Modellvarianten

Um den unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden, wird die Rotation des Flügelrades mit unterschiedlichen Meßsystemen ermittelt.

1468	Best.Nr. 00 .14680. 020 400
Flügelradanemometer mit Gleichstrom-Meßgenerator	
Ausgang:	0...4 mA = 0...20 m/s ($R_a=105 \Omega$)
Stromkennlinie	$v = 4,9 I + 0,4$
1468 I 507	Best.Nr. 00 .14683. 015 070
Flügelradanemometer mit Induktivabgriff nach NAMUR (DIN 19 234)	
Ausgang:	300 Hz \pm 6 Hz bei 10 m/s
Betriebsspannung:	8 V DC
1468 S9	Best.Nr. 00 .14689. 005 020
Flügelradanemometer mit 2 Induktivabgriffen nach NAMUR (DIN 19 234) für richtungswechselnde Strömungen	

1468

Flügelradanemometer mit Gleichstromgenerator

Bei dieser Ausführung befindet sich die Flügelradwelle auf der gleichen Achse mit dem Rotor des Gleichstromgenerators. Der Generator ist als sehr leichter, eisenloser Glockenanker mit freitragender Wicklung ausgebildet. Er ist besonders trägheitsarm und kann allen Drehzahländerungen des Flügelrades weitgehend verzögerungsfrei folgen.

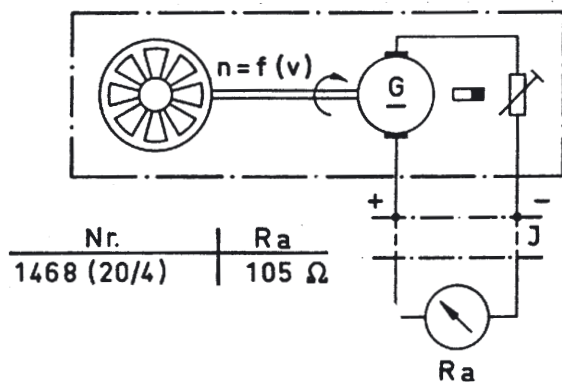
Der Rotor dreht sich im permanenten Feld eines Innenkernmagneten. Über einen völlig korrosionssicheren Edelmetallkollektor wird der in den Wicklungen durch Induktion erzeugte Strom abgeführt. Die EMK des Generators und damit der Strom im geschlossenen Stromkreis ist abhängig von der Rotordrehgeschwindigkeit. Der Ausschlag eines angeschlossenen Milliampereometers ist demnach unmittelbar ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit.

Als wesentliches Merkmal der Flügelradanemometer mit Gleichstromferngeber ergibt sich, einerseits wegen des außerordentlich geringen Leistungsbedarfs, andererseits wegen der streng linearen Abhängigkeit des abgegebenen Generatorstromes von der Rotordrehzahl, eine lineare Zuordnung des abgegebenen Stromes zur Strömungsgeschwindigkeit. Die Linearität ist über den gesamten Meßbereich bis hinunter zum Anlaufwert vorhanden.

Technische Daten

Meßbereich: 0...20 m/s
 Anlaufwert: ca. 0,5 m/s
 Temperatureinsatzbereich: -30...+60 °C
 Ausgang: 4 mA bei 20 m/s
 und $R_a = 105 \Omega$
 Stromkennlinie: $v = 4,9 I + 0,4$

Elektrischer Anschluß



1468 I 507

Flügelradanemometer mit Induktivabgriff

Hier ist die Flügelradwelle mit einer Impulsscheibe verbunden. Die Drehzahländerung des Flügelrades wird mit einem Näherungsschalter nach NAMUR (DIN 19 234) ermittelt. Dieses reibungsarme Meßprinzip hat einen besonders niedrigen Anlaufwert.

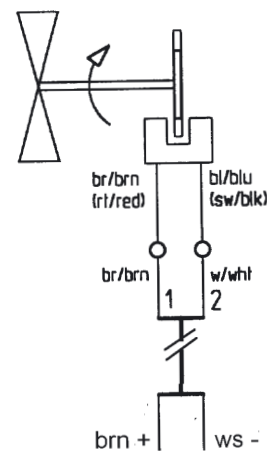
Die Impulsscheibe des Rotors läuft permanent zwischen dem Abgriff des Näherungsschalters. Durch die unterschiedliche Leitfähigkeit der einzelnen Sektoren der Impulsscheibe werden Ströme induziert. Diese Impulse werden elektronisch verstärkt und über 2 Leitungen abgeführt.

Technische Daten

Meßbereich: 0...20 m/s
 Anlaufwert: ca. 0,1 m/s
 Temperatureinsatzbereich: -25...+100 °C
 Ausgang: 300 Hz ± 6 Hz
 bei 10 m/s
 Betriebsspannung: 8 V DC
 Innenwiderstand: ca 1 kΩ

Geschwindigkeit/Velocity	Frequenz/Frequency
5 m/s	149 Hz
6 m/s	179 Hz
10 m/s	300 Hz
20 m/s	603 Hz

Elektrischer Anschluß



1468 S9

Flügelradanemometer mit 2fachem Induktivabgriff

Hier ist die Flügelradwelle ebenso mit einer Impulsscheibe verbunden. Die Drehzahländerung des Flügelrades wird jedoch mit zwei Näherungsschalter nach NAMUR (DIN 19 234) ermittelt, um auch wechselnde Strömungsrichtungen erkennen zu können, z.B. in Verbindung mit dem Drehrichtungsmelder der DRM.

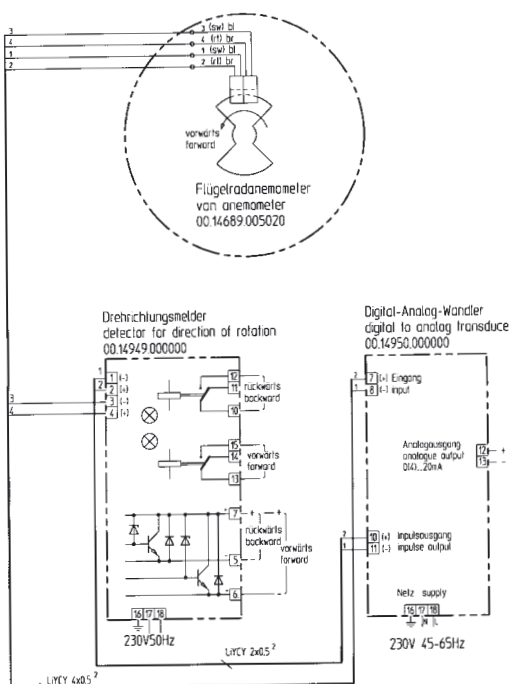
Technische Daten

Meßbereich: 0...20 m/s
 Anlaufwert: ca. 0,1 m/s
 Temperatureinsatzbereich: -30...+60 °C
 Ausgang: 2 mal 170 Hz ± 4 Hz bei 20 m/s
 Betriebsspannung: 8 V DC
 Innenwiderstand: ca 1 kΩ

Geschwindigkeit/Velocity	Frequenz/Frequency
5 m/s	43 Hz
6 m/s	52 Hz
10 m/s	86 Hz
20 m/s	172 Hz

Elektrischer Anschluß

Beispielapplikation SWF 2427b: Flügelradanemometer 1468 S9 mit Drehrichtungsgeber und Digital-Analog-Wandler



Projektierungshilfe zum Flügelradanemometer 1468 mit Induktivabgriff

Die DIN 19 234 (NAMUR)

Die DIN 19 234 legt die technischen Daten der Schnittstelle zwischen einem Näherungsschalter nach NAMUR (allgemeiner Begriff: elektrische Wegfühler) und einem elektronischen Verstärker fest. Die Verbindung erfolgt über eine zweiadrige Leitung. Über diese wird der Näherungsschalter auch mit Strom versorgt. Der Verstärker wird über die durch äußere Einflußnahme veränderliche Stromaufnahme des Näherungsschalters gesteuert.

Damit ein sicheres Zusammenwirken zwischen Näherungsschalter und Verstärker gewährleistet ist, sind in der DIN 19 234 für den Verstärker folgende Werte festgelegt:

1. Stromversorgung für den Steuerstromkreis
 Leerlaufspannung U_0 : 7...9 V
 Vorzugswert 8,2 V
 Kurzschlußstrom I_K : 7...16 mA
 Vorzugswert 8,2 mA
2. Stromabhängige Schalt- bzw. Überwachungspunkte
 - 2a. Schaltpunkt
 Der Schaltpunkt des Verstärkers muß im Bereich einer Stromaufnahme des Näherungsschalters von 1,2 mA bis 2,1 mA liegen.
 - 2b. Leitungsbruchüberwachung
 Unterschreitet die Stromaufnahme des Näherungsschalters einen bestimmten Wert, wird davon ausgegangen, daß ein Leitungsbruch oder ein entsprechender Fehler im Näherungsschalter vorliegt. Die Leitungsbruchüberwachung muß im Strombereich von 0,05 mA bis 0,15 mA ansprechen.
 - 2c. Leitungskurzschlußüberwachung
 Überschreitet die Stromaufnahme des Näherungsschalters einen bestimmten Wert, muß davon ausgegangen werden, daß ein Leitungskurzschluß oder ein entsprechender Fehler im Näherungsschalter vorliegt. Die Kurzschlußüberwachung muß in einem Strombereich ansprechen, der einem Ersatzwiderstand des Näherungsschalters von 360 bis 1000 Ohm entspricht. Bei einer Vorzugsstromversorgung nach Punkt 1 ist das ein Strombereich von 6,0 bis 7,45 mA.

Aus diesen in der DIN 19 234 festgelegten Daten geht hervor, daß zur Auslösung von Schalt- bzw. Überwachungsvorgängen der Strom in der Schnittstelle zwischen dem Näherungsschalter und dem Verstärker maßgebend ist. Beim Aufbau und der Auslegung eines Verstärkers für Näherungsschalter nach DIN 19 234 soll daher eine Stromauswertung vorgenommen werden.

Der Leitungswiderstand darf 100 Ohm nicht überschreiten.

Wahl der Meßstelle

Voraussetzung für einwandfreie Meßergebnisse ist in jedem Fall eine gerichtete, drall und wirbelfreie Strömung an der Meßstelle (siehe auch DIN 1946 „VDI-Lüftungs-Regeln“).

In geschlossenen Kanälen ist eine solche Strömung im allgemeinen dann vorhanden, wenn eine störungsfreie Beruhigungsstrecke ohne plötzliche Querschnittsveränderungen, Krümmer oder Absperrorgane von $6 \times D$ (D = Lichter Durchmesser der Rohrleitung bzw. gleichwertiger Durchmesser bei rechteckigen Kanälen) vor und $4 \times D$ hinter der Meßstelle zur Verfügung steht. Hinter Krümmern ist eine Beruhigungsstrecke von $40 \times D$ erforderlich. Durch zweckentsprechend angeordnete Umlenkleche kann auch hier die Einlaufstrecke auf ca. $6 \times D$ verringert werden.

Ist die Strömung verdreht oder verwirbelt, muß vor dem Anemometer in der Entfernung von ca. $1 \times D$ ein Gleichrichter vorgesehen werden. Er läßt sich aus einer Anzahl dünnwandiger Rohre zusammensetzen. Die Rohre sollen einen Durchmesser von ca. $1/10 D$ und eine Länge von ca. $3/10 D$ aufweisen. Sie sind, den ganzen Strömungsquerschnitt ausfüllend, axial in die Rohrleitung einzubauen. Bei Messungen in Rohren mit weniger als $500 \text{ mm } \varnothing$ (ca. $0,2 \text{ m}^2$) macht sich die Querschnittsverringerng durch den Einbau des Anemometers bemerkbar. Die Geschwindigkeitswerte werden dann zu hoch angezeigt.

Messungen vor Ansaug- und hinter Zuluftöffnungen sind oft mit gewissen Schwierigkeiten verbunden, da die Geschwindigkeit außerhalb des Kanals mit der Entfernung vom Durchlaß sehr schnell abnimmt. Der Strahlquerschnitt vergrößert sich unter gleichzeitiger Änderung der Strömungsrichtung. Soweit es die örtlichen Verhältnisse zulassen, sollte deshalb an solche Öffnungen ein Kanalstück mit gleichem Querschnitt angesetzt und die Geschwindigkeit in diesem Ansatz gemessen werden. Die Länge des Kanalstückes ist unter Berücksichtigung der oben genannten Beruhigungsstrecken festzulegen. Eine Verringerung des Querschnittes zum Zweck der Verkürzung des Ansatzstückes ist unzweckmäßig, da dadurch die Messungen verfälschende Druckverluste hervorgerufen werden. Richtige Meßergebnisse lassen sich im Freistrahle ohne Kanalverlängerung an großen Luftdurchlässen bei geringer Geschwindigkeit erzielen.

Messungen durchführen

Bei ambulantem Einsatz ist das Anemometer an einem anschraubbaren, dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßten Handgriff zu halten, der als Option erhältlich ist. Zur Befestigung des Griffes dienen das zentrische M8-Innengewinde in der Fußplatte oder die beiden rechts und links davon befindlichen M5-Innengewinde.

Unter Benutzung der gleichen Gewinde können Anemometer auch ortsfest eingebaut werden. Vorher ist aber das Geschwindigkeitsprofil auszumessen (siehe unten), um dann das Gerät an einer Stelle mit mittlerer Geschwindigkeit zu befestigen. Dementsprechend liegt das Anemometer nicht immer zentrisch im Meßquerschnitt.

Flügelradanemometer mit Gleichstromferengeber arbeiten lage-, nicht aber strömungsrichtungsunabhängig. Sie müssen normalerweise so gehalten bzw. eingebaut werden, daß die Strömung in Richtung des auf dem Schutzring angebrachten Pfeiles auf das Flügelrad trifft. Abweichungen hiervon bis zu 10° sind maximal zulässig. Rückläufige Strömungen können grundsätzlich auch erfaßt werden. Es kehrt sich dann die Polarität der Geberspannung um. Wegen der veränderten Strömungsverhältnisse ist in diesem Fall die Skalenfestlegung des Meßwertempfängers nach einer gesonderten, individuell zu erstellenden Stromkennlinie erforderlich.

Ambulante Messungen

Bei ambulanten Messungen ist es zweckmäßig, das Flügelrad vor Einbringen in die Strömung durch Anblasen in Lauf zu versetzen. Auf diese Weise läßt sich eine zu starke stoßweise Belastung vermeiden.

Mittelwertbildung

Die Strömungsgeschwindigkeit ist im allgemeinen nicht an allen Punkten eines Kanalquerschnittes oder eines Luftdurchlasses gleich. Zur Erzielung exakter Meßergebnisse in großen Querschnitten ist es deshalb erforderlich, eine Reihe von Einzelmessungen auszuführen, deren Mittel dann die tatsächliche Strömungsgeschwindigkeit ist. Diese Messungen können nach unterschiedlichen Verfahren ausgeführt werden.

Netzmessung

Man teilt den Querschnitt in eine möglichst große Zahl flächengleicher Felder ein, in deren Schwerpunkt je eine Messung ausgeführt wird. Der Mittelwert aller Messungen ist die Durchschnittsgeschwindigkeit. Sie ist für die Bestimmung der Durchflußmenge maßgebend. Die Durchflußmenge kann auch gefunden werden - das trifft besonders für teilweise abgedeckte Durchlässe zu -, wenn die einzelnen gemessenen Geschwindigkeitswerte mit den zugehörigen Querschnitten multipliziert werden. Die Summe aller Einzelmessungen ist dann die Durchflußmenge.

Schwerelinienmessung

In einem Rohr mit rundem Querschnitt sind zur Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit Messungen in zwei senkrecht zueinander stehenden Durchmessern auszuführen. Die Ergebnisse werden in Abhängigkeit vom Durchmesser graphisch aufgetragen und danach die Geschwindigkeitsprofile gezeichnet. Der Durchmesser ist nunmehr so aufzuteilen, daß 5 oder 10 flächengleiche Kreisringe entstehen. Die den

Schwerpunktkreisen dieser Ringe (einschl. dem Schwerpunktkreis der mittleren Kreisfläche) entsprechenden Geschwindigkeiten werden der graphischen Darstellung entnommen. Ihr arithmetischer Mittelwert ist die mittlere Geschwindigkeit. Das Produkt aus mittlerer Geschwindigkeit und lichtigem Rohrquerschnitt ist die Durchflußmenge. Die graphische Darstellung kann entfallen, wenn die Messungen in den Schwerpunktkreisen ausgeführt werden.

Die Schwerpunktradien bei Aufteilung eines kreisförmigen Querschnittes mit dem Radius $r = 1$ in $n = 5$ Ringe (10 Meßpunkte auf dem Durchmesser) bzw. $n = 10$ Ringe (20 Meßpunkte auf dem Durchmesser) gibt die nachstehende Tabelle an. Durch Multiplikation mit dem tatsächlich vorhandenen Radius des Rohres ergeben sich unmittelbar die Radien der Schwerpunktkreise, die bei der Messung berücksichtigt werden müssen.

Schwerpunktradien Radii of the center of gravity										
n	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9	n_{10}
5	0,95	0,84	0,71	0,55	0,32					
10	0,97	0,92	0,87	0,81	0,75	0,67	0,59	0,50	0,39	0,22

n = Anzahl der flächengleichen Kreisringe

Auch bei Messungen in Kanälen mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt reicht es im allgemeinen aus, lediglich die Geschwindigkeitsprofile der beiden senkrecht zueinander stehenden Symmetrieachsen aufzunehmen und deren arithmetisches Mittel als Maß für die mittlere Geschwindigkeit zu bestimmen.

Schleifenmessung

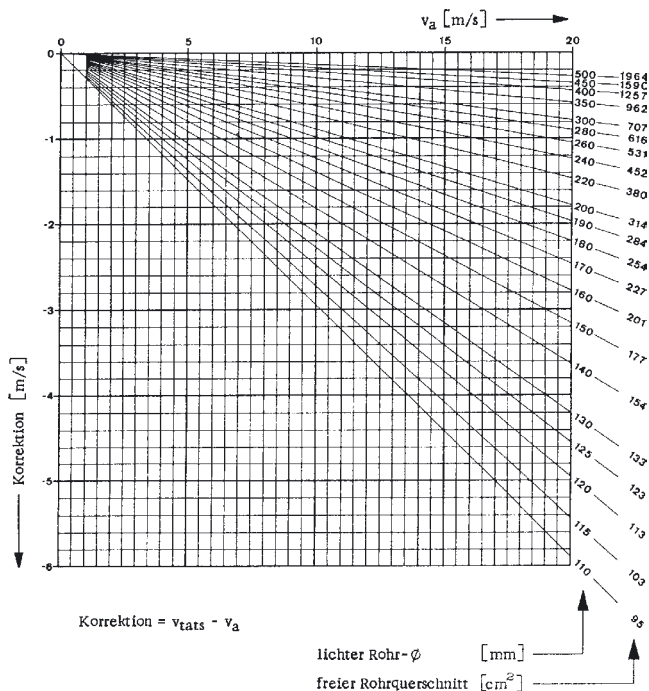
Bei sehr weiten Kanälen, Stollen bzw. Schächten führt die Schleifenmessung zu völlig befriedigenden Resultaten. Das Instrument ist dazu während der Meßzeit in Schlangenlinien oder weiten Achterschleifen über den Meßquerschnitt zu bewegen.

Korrektion bei kleinem Meßquerschnitt

Die in den technischen Daten angegebenen Ausgangsgrößen sind dann richtig, wenn die Meßwertgeber in einem verhältnismäßig großem Meßquerschnitt eingesetzt werden. Bei Messungen in geschlossenen Rohrleitungen mit weniger als 500 mm lichtigem Durchmesser (Querschnittsfläche ca. $0,2 \text{ m}^2$) macht sich die Querschnittsverengung durch den Einbau des Gerätes bemerkbar. Hierdurch werden je nach Rohrdurchmesser mehr oder weniger zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten gemessen. Die tatsächliche Geschwindigkeit v_{tats} läßt sich dann aus abgelesener Geschwindigkeit v_a , aus lichtigem Rohrquerschnitt F_R und dem ideellen Querschnitt des Anemometers F_i anhand der folgenden Formel ermitteln:

$$v_{\text{tats}} = \frac{(F_R - F_i)}{F_R} * v_a$$

Das Anemometer hat einen ideellen Querschnitt $F_i = 2795 \text{ mm}^2$, wenn der lichte Durchmesser F_R größer als 109 mm ist. Sind der lichte Rohrdurchmesser und der lichte Schutzringdurchmesser des Anemometers gleich 105 mm, so ist der ideelle Querschnitt $F_i = 2124 \text{ mm}^2$.



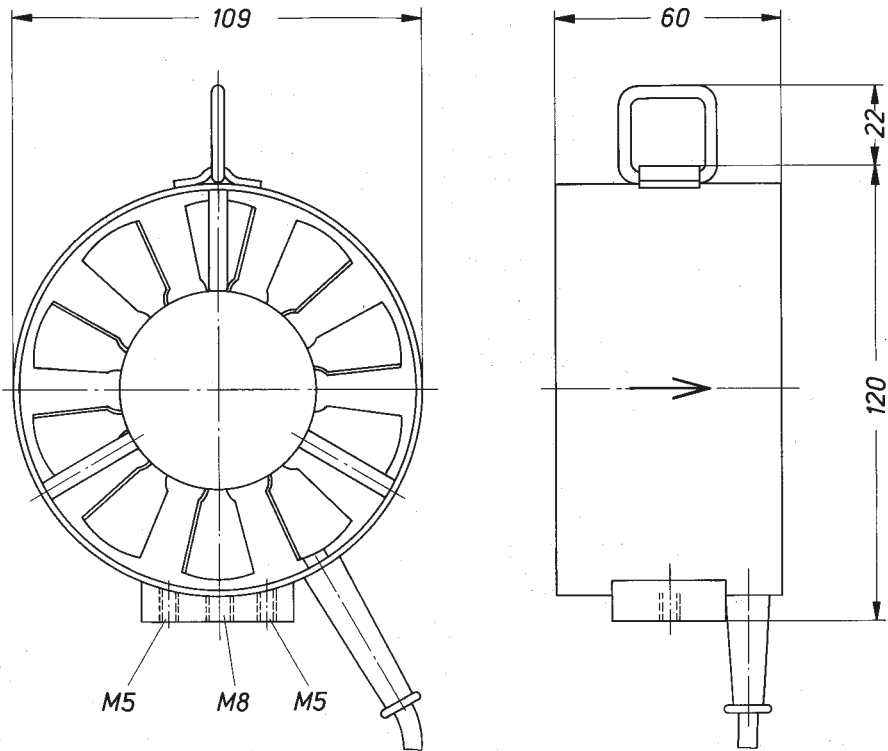
Wartung

Das Flügelrad ist aus einer harten Leichtmetall-Legierung gefertigt und daher gegen mechanische Einflüsse weitgehend unempfindlich. Es muß dennoch beachtet werden, daß jedes gewaltsame Biegen an den Flügeln die ursprüngliche Justierung beeinflußt.

In Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad der zu untersuchenden Luft sollte die Oberfläche des Gerätes mit einem feuchten Tuch (ohne scharfe Reinigungsmittel) gereinigt werden. Eine Säuberung und Neuölung der Flügelrad-Kugellager sollte in keinem Fall eigenständig durchgeführt werden, da hierdurch die Laufeigenschaften des Gerätes stark beeinflußt werden (im Extremfall wird das Gerät unbrauchbar).

Ist eine prägnante Änderung in den Laufeigenschaften des Gerätes festzustellen, sollten Sie eine Überprüfung im Hause Lambrecht vornehmen lassen.

Maßbild



Quality System certified by DQS according to
DIN EN ISO 9001 Reg. No. 3748

Technische Änderungen vorbehalten

14680_b-d.pmd 04.03

MessCom GmbH
Augustinusstraße 11c
50226 Frechen
Germany

Tel +49-(0)2234-96 41-0
Fax +49-(0)2234-96 41-10
E-Mail info@messcom.de
Internet www.messcom.de