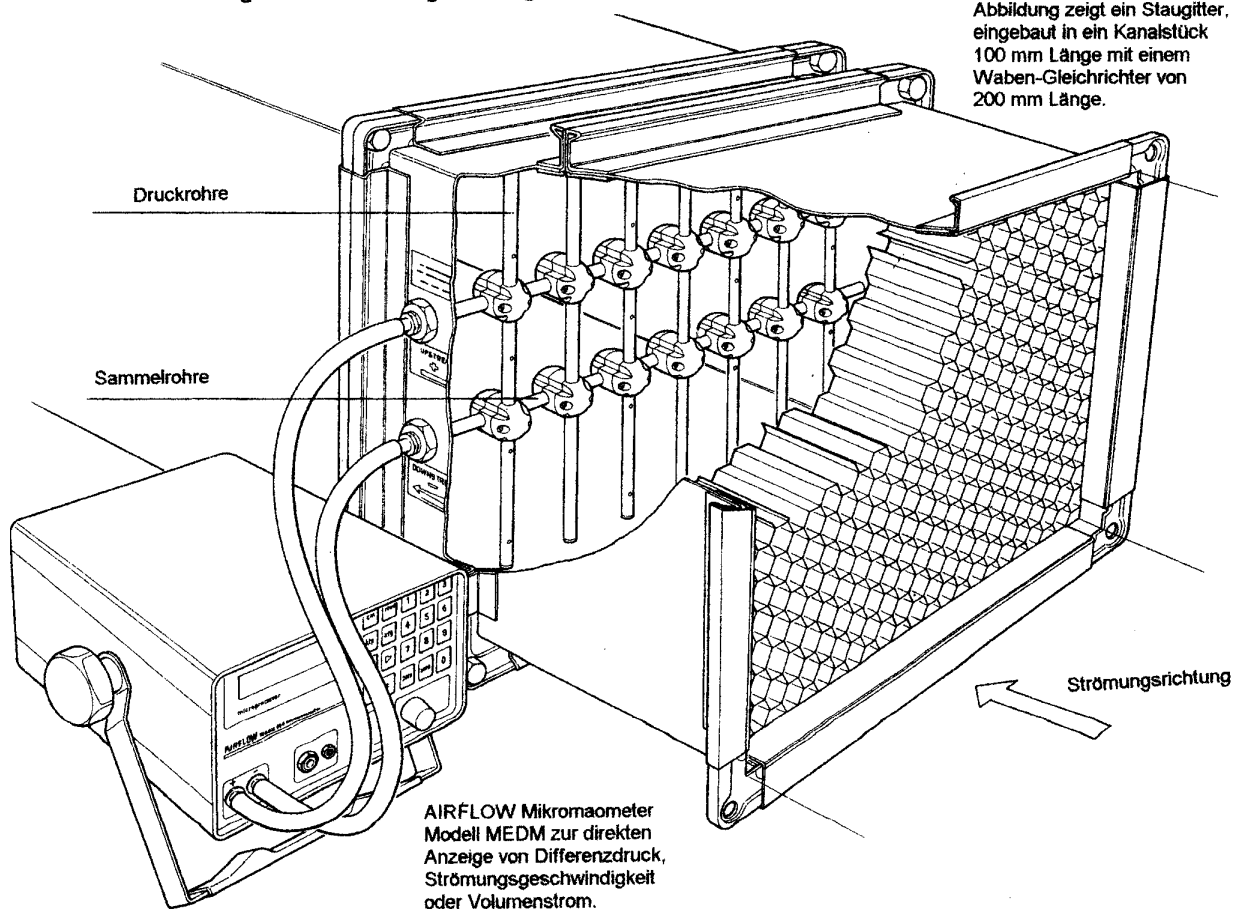


Wilson Staugitter Montage- und Gebrauchsanleitung

Inhaltsverzeichnis:

- | | |
|--|--|
| 1. Funktionsweise | 10. Signalauswertung |
| 2. Konstruktion | 11. Leistungskurven |
| 3. Anwendungsmöglichkeiten | 12. Kalibrierung vor Ort |
| 4. Positionierung | 13. Staugitter in übergroßen Kanälen |
| 5. Charakteristik | 14. Sonderanfertigungen |
| 6. Installation (vormontiertes Kanalstück) | 15. Genauigkeit und Reproduzierbarkeit |
| 7. Installation in rechteckigen Kanälen | 16. Wartung |
| 8. Installation in runden Kanälen | 17. Patente |
| 9. Instrumentierung | |

Abb. 1: Anordnung eines rechteckigen Staugitters mit Gleichrichter



Airflow Lufttechnik GmbH, Postfach 1208, D-53349 Rheinbach

Telefon 0 22 26 / 92 05-0, Telefax 0 22 26 / 92 05-11, eMail: info@airflow.de, Internet: <http://www.airflow.com>

Airflow Developments Ltd., High Wycombe, England, Phone +44-1494/525252, Fax +44-1494/461073

Airflow Lufttechnik GmbH, o. s. Praha, Česká republika, Phone +420 274 772 230, Fax +420 274 772 370

1. Funktionsweise

1.1 Rechteckige Staugitter

Ein rechteckiges Staugitter besteht aus parallel angeordneten Rohren, die im rechten Winkel zur Strömung eine Art "Zaun" bilden. Diese Rohre sind mit einer Reihe gleichgroßer Bohrungen versehen, zum einen zeigen sie direkt der Strömung entgegen und sammeln den Gesamtdruck, zum anderen zeigen sie strömungsabwärts und nehmen den "substatischen" Druck auf. Diese Drücke werden jeweils gemittelt und über Sammelleitungen nach draußen geführt.

1.2 Runde Staugitter

Runde Staugitter bestehen aus sternförmig um eine zentrale Nabe angeordneten Rohren. Diese sind mit Bohrungen versehen, die zur Hälfte den Gesamtdruck und zur anderen Hälfte den substatischen Druck aufnehmen. In der zentralen Nabe werden die Drücke getrennt gesammelt und durch Kapillarröhrchen zu den Druckanschlußstutzen geführt.

Die so erhaltene Druckdifferenz steht im Verhältnis zur Strömungsgeschwindigkeit bzw. des Volumenstromes und kann dann entweder zur Anzeige gebracht werden oder mit einem geeigneten Druckmeßumformer in ein entsprechendes Analogsignal umgeformt werden.

Bitte beachten Sie, daß mit den AIRFLOW Staugittern kann nicht der statische Systemdruck gemessen werden kann.

1.3 Verteilung der Bohrungen auf den Rohren

Bei rechteckigen Staugittern entspricht die Verteilung der Bohrungen den Regeln nach Log Tchebycheff, bei runden Staugittern sind die Bohrungen nach der Log Linear Regel verteilt. Da das Druckdifferenzsignal aus den jeweiligen Staugittern im quadratischen Zusammenhang mit der mittleren Strömungsgeschwindigkeit steht, kann leicht der Massen- oder Volumenstrom berechnet werden.

2. Konstruktion

2.1 Rechteckige Staugitter

Die Staugitterrohre bestehen aus rostfreiem Edelstahl. Die Verbindungsstücke bei rechteckigen Staurohren sowie die Endkappen bestehen aus Acetatkunststoff. Die Druckanschlußstutzen haben einen Durchmesser von 6,4 mm. Staugitter werden auf Wunsch vormontiert geliefert, d.h., ein entsprechendes verzinktes Kanalstück mit dem Staugitter eingebaut, und mit MEZ-Flanschen zum Einbau. Wird das Staugitter allein geliefert, so ist eine grau hammerschlaglackierte Montageplatte angeschraubt. Diese Platte wird auf der kurzen Kanalseite montiert, Sonderversionen können auch auf der langen Kanalseite montiert werden. Standardversionen dürfen nicht mehr als 80° C ausgesetzt werden, komplett geschweißte Sonderversionen können bis zu 450° C ausgesetzt werden.

2.2 Runde Staugitter

Runde Staurohre werden komplett aus rostfreiem Stahl hergestellt und sind komplett verschweißt. Die Druckanschlußstutzen haben einen Durchmesser von 6,4 mm. Runde Staugitter werden auf Wunsch in ein Rohrstück vormontiert geliefert, ansonsten wird das Staugitter mittels Schrauben an vier Rohrenden montiert: die Druckanschlußstutzen und zwei entgegengesetzte Rohrenden haben ein Innengewinde.

Runde Staugitter dürfen mit Mediumtemperaturen bis zu 450° C betrieben werden.

3. Anwendungsmöglichkeiten

Das AIRFLOW Staugitter liefert nützliche und zuverlässige Ergebnisse im breiten Anwendungsbereich. Allerdings sollten Staugitter nicht oder nur bedingt dort eingesetzt werden, wo hohe Luftfeuchtigkeit mit Kondensatbildung, oder Verschmutzung durch Material klebriger Konsistenz vorhanden sind. In Luftkanälen mit höherer Staubbelastung sollte auf Zugriffsmöglichkeiten für eine regelmäßige Kontrolle und Reinigung geachtet werden. Das Meßsignal eines AIRFLOW Staugitters kann auf verschiedene Weise genutzt werden:

- zur Anzeige einer Geschwindigkeit oder eines Volumenstroms z.B. mit einem Mikromanometer,
- als Warngerät in Verbindung mit einem AIRFLOW-Kontaktmanometer,
- als Kontroll- und Regeleinrichtung in Verbindung mit einem Druckmeßumformer mit elektrischem Ausgang und einer entsprechenden Steuerung,
- zur optischen Volumenstrom-Kontrolle mit einem einfachen flüssigkeitsgefüllten Manometer.

4. Positionierung

Vormontierte Staugitter sind auf dem entsprechenden Kanalstück mit einem Pfeil, der die Strömungsrichtung vorgibt, versehen. Wenn Gleichrichter vorgesehen sind, sind diese immer in Strömungsrichtung gesehen vor dem Staugitter zu montieren.

AIRFLOW Staugitter, die nicht vormontiert sind, sind in geraden Kanalstücken und im rechten Winkel zur Kanalachse zu montieren. Folgende Hinweise sind zu beachten:

- Halten Sie Abstand von mindestens 3 D zu Bögen ($r=1D$) strömungsaufwärts und kleineren Störstellen.
- gravierende Störstellen (z.B. rechtwinklige Bögen, Stellklappen) benötigen längere Beruhigungsstrecke, siehe dazu auch Tabelle 1.
- Strömungsabwärts sollte mindestens 1D freie Auslaufstrecke vorhanden sein, kürzere Abstände könnten den Druckverlust erhöhen.
- Vermeiden Sie plötzlichen Erweiterungen des Kanals direkt vor dem Staugitter (Bild 3a)
- eine örtliche Verjüngung ist nützlich zur Erhöhung der Druckdifferenz bei niedrigen Geschwindigkeiten (Bild 3b).
- Bei starken Turbulenzen sollte im Abstand mindestens 1 D vor dem Staugitter ein Gleichrichter eingebaut werden.

Tabelle 1

Art des Hindernisses	Für eine Toleranz von $\pm 5\%$ gerade Strecke vor und nach WFG im Abstand von	Für eine Toleranz von $\pm 10\%$ gerade Strecke vor und nach WFG im Abstand von
rechtwinkliges Kniestück	5 D	3 D
Bogen ($R = < 1 D$)	5 D	2 D
Schalldämpfer	5 D	2 D
Bogen 30°	3 D	1 D
Verjüngung	2 D	1 D
plötzliche Verengung	2 D	1 D

Anmerkung:

bei rechteckigen Kanälen ist $D = \frac{\text{Breite} + \text{Höhe}}{2}$

bei runden Kanälen ist $D = \text{Durchmesser}$

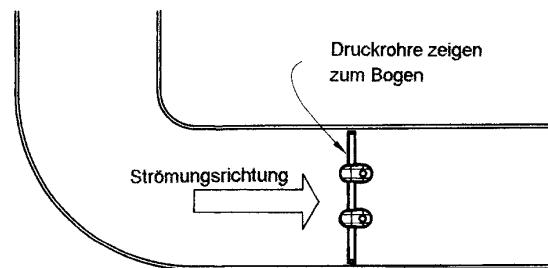


Abb. 2: Position des Staugitters hinter einem Bogen

Wenn mit andauernden Verwirbelungen zu rechnen ist, sollte auf jeden Fall ein Gleichrichter installiert werden.

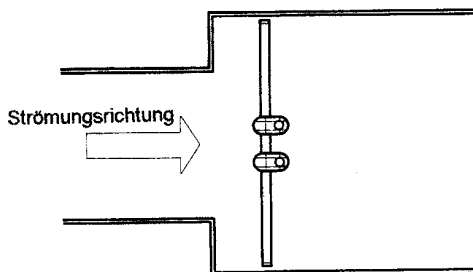


Abb. 3a: Nicht akzeptable Erweiterung

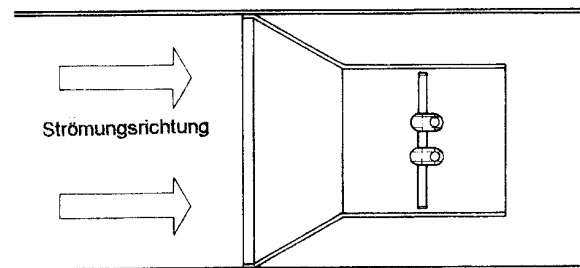


Abb. 3b: Empfohlene Verjüngung

5. Charakteristik

Staugitter bis zu einer Fläche von $0,64 \text{ m}^2$ werden mit Volumenstrom- und Differenzdruckkurven ausgeliefert, aus denen auch der Verlustfaktor und die Verstärkung abgelesen werden können. Wenn so ein Staugitter montiert wird, kann man mit Genauigkeiten, die in der Tabelle 1 angegeben sind, rechnen, ohne eine Vor-Ort-Kalibrierung vornehmen zu müssen. Bei größeren Anforderungen an die Genauigkeit muß eine Vor-Ort-Kalibrierung gemäß Kapitel 4 vorgenommen werden.

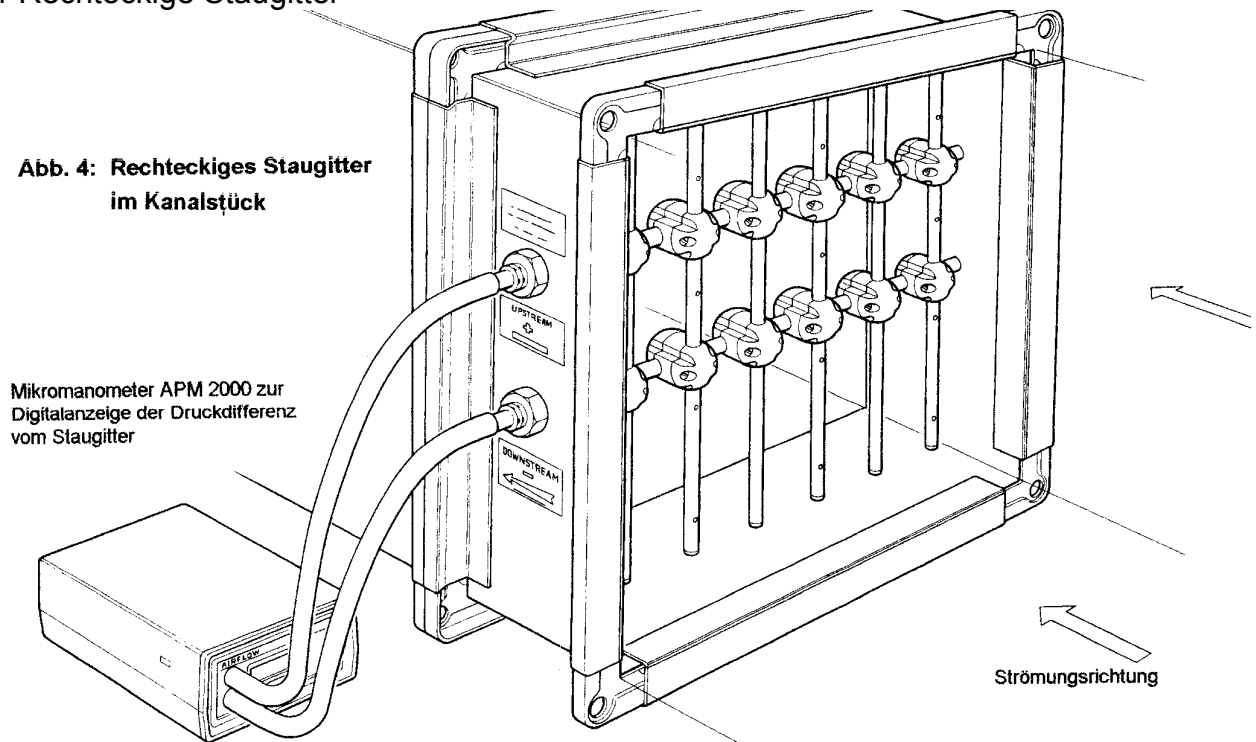
Für alle Staugitter mit einer größeren Fläche als $0,64 \text{ m}^2$ kann nur eine Abschätzung des verstärkungsfaktors gegeben werden, und eine Vor-Ort-Kalibrierung ist unerlässlich (siehe Kapitel 4).

6. Installation bei Lieferung im Kanalstück

Staugitter, die vormontiert in einem kurzen Kanalstück geliefert werden, sollten in den bestmöglichen Positionen montiert werden, um eine maximale Genauigkeit zu bekommen. Die Kanalstücke sind mit einem Pfeil, der die Strömungsrichtung vorgibt, markiert. Die Druckanschlußstutzen sind mit "upstream +" = Gesamtdruck und "downstream -" = substatischer Druck markiert.

6.1 Rechteckige Staugitter

Abb. 4: Rechteckiges Staugitter im Kanalstück



6.2 Runde Staugitter

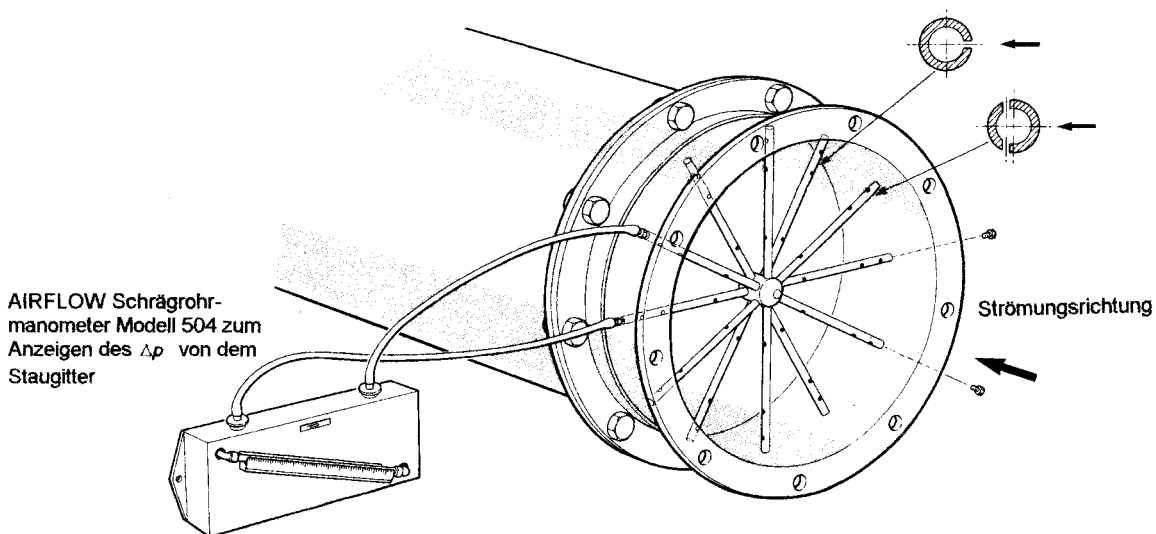


Abb. 5: Rundes Staugitter in einem Rohrstück L = 100 mm

7. Installation in rechteckigen Kanälen

Dieser Abschnitt beschreibt die Montage für Staugitter, die ohne Kanalstück, also quasi nackt, geliefert werden.

Diese Staugitter werden mit einer Frontblende, an der die Druckanschlußstutzen befestigt sind, geliefert. Auf der Frontblende ist die Strömungsrichtung markiert, der gesamtdruckanschlußstutzen (upstream +) sowie der Stutzen des substatischen (downstream -) Druckes. Das Staugitter wird von einer Schmalseite aus in den Kanal geschoben, ungeachtet, ob die Schmalseite seitlich oder oben/unten angeordnet ist. Zuvor muß ein Schlitz in den Kanal geschnitten werden (siehe Bild 7 und Tabelle 2). Auf der Gegenseite werden zwei Bohrungen angebracht, um die Stutzen zu befestigen. Es ist nicht ausreichend, nur die Frontblende anzuschrauben, volle Stabilität erhalten Sie nur, wenn auch die rückwärtigen Stutzen verschraubt werden. Entfernen Sie die Muttern und Unterlegschrauben von den Stutzen, schieben das Staugitter an seinen Platz, und sichern die Stutzen wieder. Die Frontblende wird mit entsprechenden Blechschrauben befestigt. Falls Probleme mit Leckage an der Frontblende auftreten, muß die Frontblende mit entsprechendem Dichtmaterial unterlegt werden.

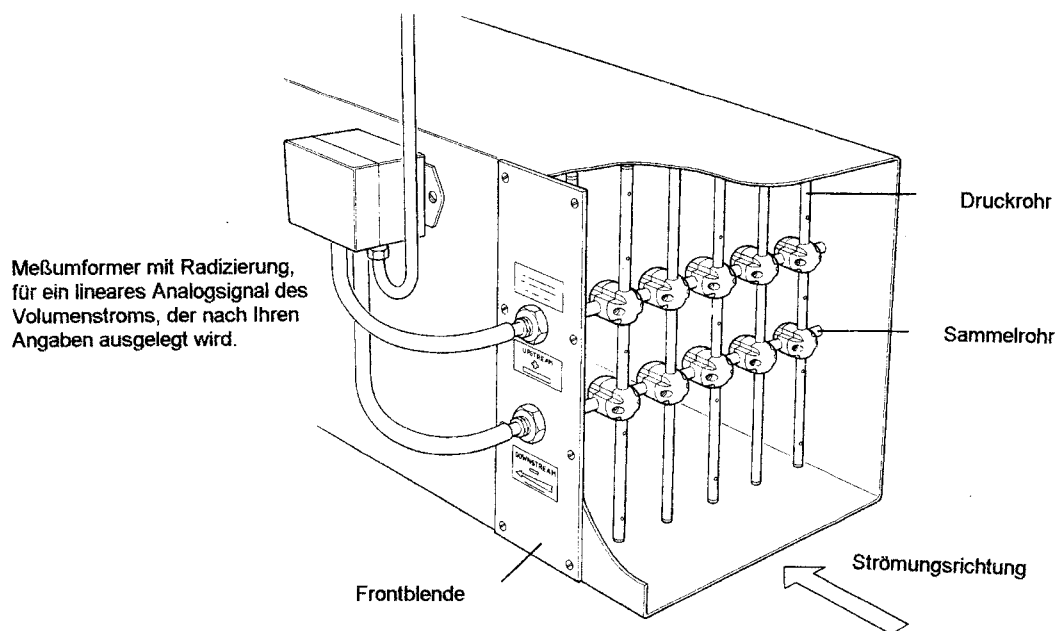


Abb. 6: Frontblende und Verbindung zum Druckmeßumformer

Bohrungen zur Montage der Frontblende. Markieren Sie die Bohrstellen nach Einschub des Staugitters in den Kanal und bohren danach die Kanalwand zur Montage des Staugitters an.

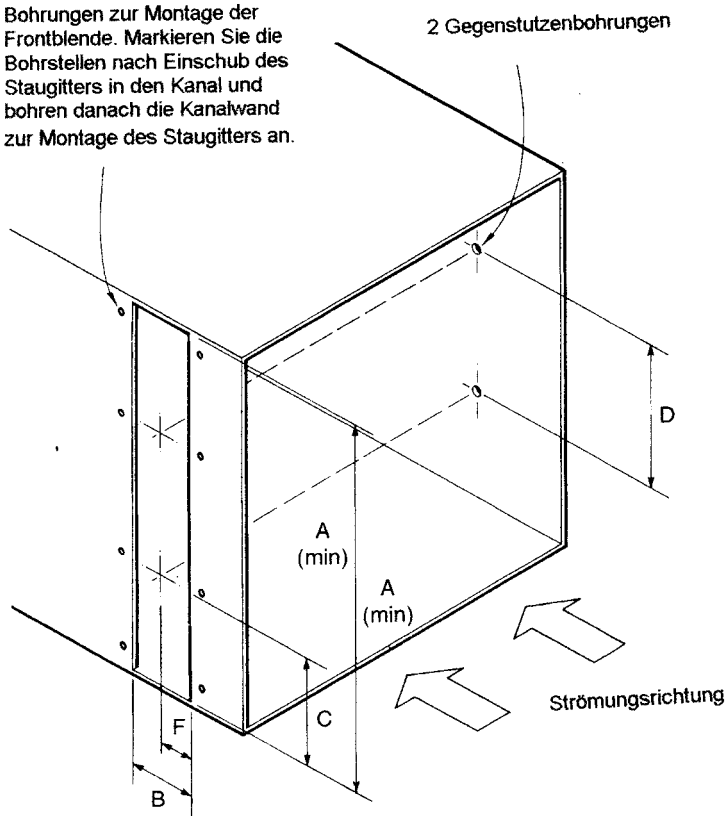
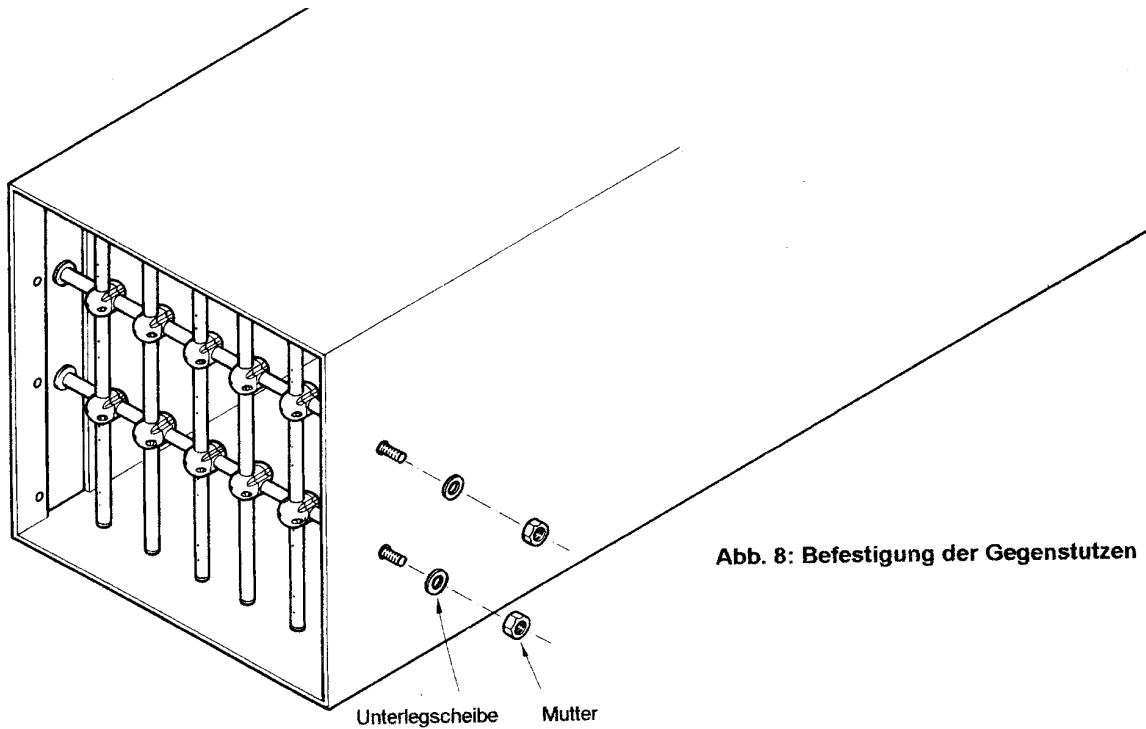


Abb. 7: Bohrschema für rechteckigen Kanal

Tabelle 2 Standardausschnittmaße für Staugitter

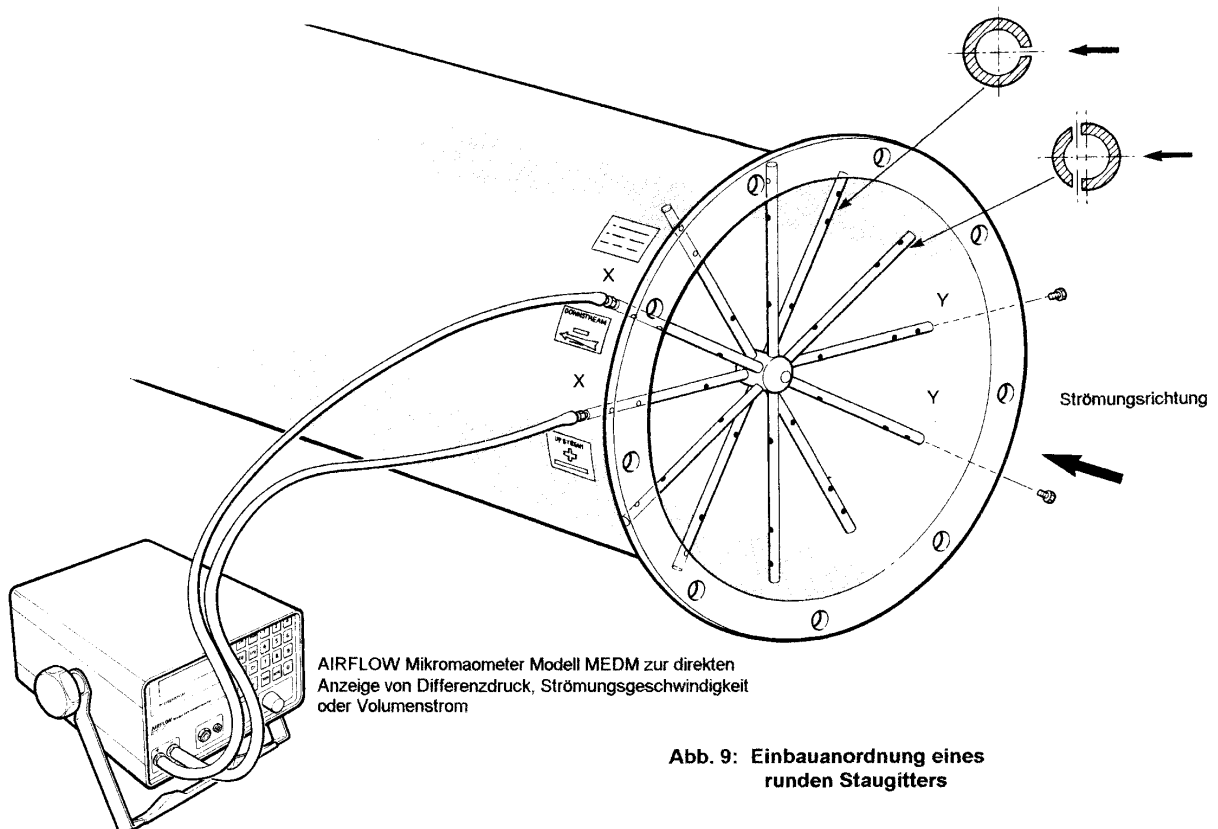
Druckrohr- länge	Rohrdurch- messer	Lochabstände					
		Maßangaben in mm					
mm	mm	A	B	C	D	E	F
200	6,4	198	35	59	80	5	22,7
250	6,4	248	35	84	80	5	22,7
300	6,4	298	35	109	80	5	22,7
400	6,4	398	35	159	80	5	22,7
400	12,7	396	55	118	160	6,7	36,9
500	12,7	496	55	168	160	6,7	36,9
600	12,7	596	55	218	160	6,7	36,9
700	12,7	696	55	268	160	6,7	36,9
800	12,7	796	55	318	160	6,7	36,9
700	25,4	694	85	217	260	8	59,5
800	25,4	794	85	267	260	8	59,5



8. Installation von runden Staugittern

Staugitter für runde Kanäle bestehen aus einer radialen Konstruktion, in der die Rohre in zwei Ebenen angeordnet sind. Vier dieser Rohre sind als Befestigungen ausgelegt (s.a. Kapitel 2.2 und Bild 9).

Die bevorzugte Methode der Montage ist die einer Vormontage in ein noch nicht montiertes Rohrstück.



Demontieren Sie die Druckanschlußflansche (Vorsicht, dünne Kapillarröhrchen) und die zwei Befestigungsschrauben und Unterlegscheiben an den Enden der anderen zwei Rohre. Bestimmen Sie die für die Druckanschlüsse am besten geeignete Seite und halten das Staugitter in das Rohrstück. Markieren Sie die Bohrstellen und bohren die Löcher gemäß der nachfolgenden Tabelle 3:

Staugitterrohr- durchmesser (mm)	Löcher X	Löcher X
Ø 6,4 Typ A	Ø 5,6 mm	Ø 5 mm
Ø 12,7 Typ B	Ø 11 mm	Ø 6 mm
Ø 25,4 Typ C	Ø 12 mm	Ø 8 mm

Halten Sie anschließend das Gitter in Position, schrauben es an den vier Stellen fest und kleben die mitgelieferten Aufkleber 1-Lieferant, 2-Staugittergröße und "UPSTREAM" sowie 3-Richtungspfeil und "DOWNSTREAM" an die entsprechenden Druckanschlußstutzen.

Tabelle 4 Runde Staugitter – Standardgrößen

Kanaldurch- messer (mm)	Staugitterdurch- messer (mm)	Rohrdurchmesse r (mm)
200	198	6,4 Typ A
250	248	6,4 Typ A
300	298	6,4 Typ A
305	303	6,4 Typ A
350	348	6,4 Typ A
400	398	6,4 Typ A
450	448	6,4 Typ A
500	498	6,4 Typ A
600	596	12,7 Typ B
610	606	12,7 Typ B
630	626	12,7 Typ B
800	796	12,7 Typ B
815	811	12,7 Typ B
915	911	12,7 Typ B
1000	996	12,7 Typ B

9. Instrumentierung

Die AIRFLOW Staugitter sind kein komplettes Meßsystem zur Vervollständigung der Anlage ist noch eine nachgeordnete Meßtechnik notwendig.

- für gelegentliche Überprüfungen sind die portablen Handmeßgeräte aus dem AIRFLOW Meßgeräteprogramm (PVM100, MEDM 500) nützlich, wobei mit dem MEDM 500 unmittelbar Druck, Mediumgeschwindigkeit und Volumenstrom angezeigt werden kann.
- mit einem **Druckmeßumformer** kann ein Industriestandartsignal bereitgestellt werden, AIRFLOW hat eine Palette dieser Umformer im Programm.

Als Zubehör benötigen Sie flexiblen PVC-Schlauch, um die Druckanschlußstutzen mit den entsprechenden Meßgeräten zu verbinden.

10. Signalauswertung

- Strömungsgeschwindigkeit und Volumenstrom

Der mit dem AIRFLOW Staugitter ermittelte Differenzdruck ist proportional zum dynamischen Druck des Systems. Mit einem geeigneten Meßumformer wird der dynamische Druck in ein elektrisches Signal umgeformt und durch elektronische Radizierung linearisiert. **AIRFLOW bietet Ihnen den entsprechend optimalen Meßbereich an.** Das analoge Meßsignal entspricht dann von 0 bis 100 % dem Volumenstrom Ihrer Anlage.

- Verstärkungsfaktor

Das Verhältnis zwischen dem mit dem AIRFLOW Staugitter ermittelten Differenzdruck und dem mittleren dynamischen Druck bei gegebener Strömungsgeschwindigkeit ist der Verstärkungsfaktor M.

Formel 1 - Verstärkungsfaktor $M = \frac{\Delta p}{Pv}$

Formel 2 - Herleitung der Strömungsgeschwindigkeit $\dot{v} = \sqrt{\frac{2}{\delta} \times Pv}$

Formel 3 - daraus folgt die Grundformel für das Staugitter $\dot{v} = \sqrt{\frac{2}{\delta} \times \frac{\Delta p}{M}}$

Formel 4 - bei Berücksichtigung der Luftdichte entsteht $\dot{v} = \sqrt{\frac{2}{\delta} \times \frac{\Delta p}{M} \times CF}$

Formel 5 - Volumenstrom in m³/s $Q = A \times \dot{v}$

Abkürzungen in den Formeln bedeuten:

v = Strömungsgeschwindigkeit in m/s

Δp = Differenzdruck aus dem Staugitter in Pa

M = Verstärkungsfaktor

ρ = Dichte der Luft in kg/m³

Pv = Differenzdruck der Luftgeschwindigkeit

ρ = Dichte der Luft in kg/m³

CF = Korrekturfaktor

B = barometrischer Luftdruck in Pa

T = absolute Lufttemperatur in K (= Temp. in °C + 273)

Q = Volumenstrom in m³/h

A = Querschnitt des Kanals in m².

- Druckverluste

Das Staugitter bildet einen Systemwiderstand, der in einem Druckverlust resultiert.

Der Druckverlust wird jeweils 1/2 D vor und hinter dem Staugitter gemessen.

Der Druckverlust wird nach folgender Formel berechnet:

11. Leistungskurven

Bild 10 zeigt eine Kurve, in der auf der Y-Achse der vom Staugitter abgegebene Differenzdruck, auf der X-Achse die entsprechende Strömungsgeschwindigkeit dargestellt ist. Die Kurve gilt für Standardbedingungen und Luft einer Dichte $\delta = 1,2 \text{ kg/m}^3$. Für höherer Genauigkeiten muß eine Kalibrierung vor Ort (s. nächsten Absatz) gemacht werden. Bild 9 stellt den Verstärkungsfaktor M und den Verlustfaktor L graphisch dar.

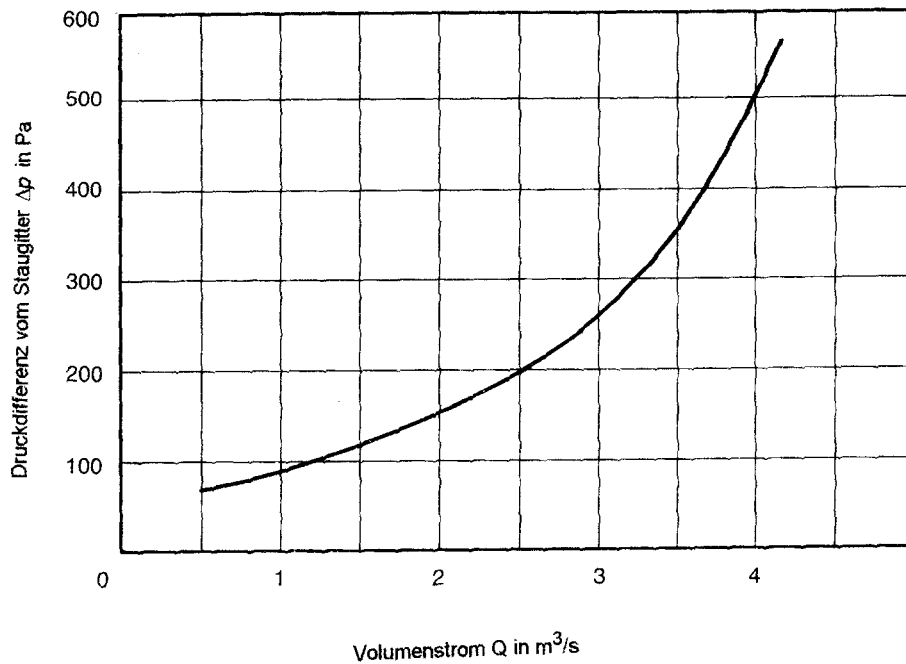


Abb. 10: Typische Volumenstromkurve für ein Staugitter 400 x 500 mm

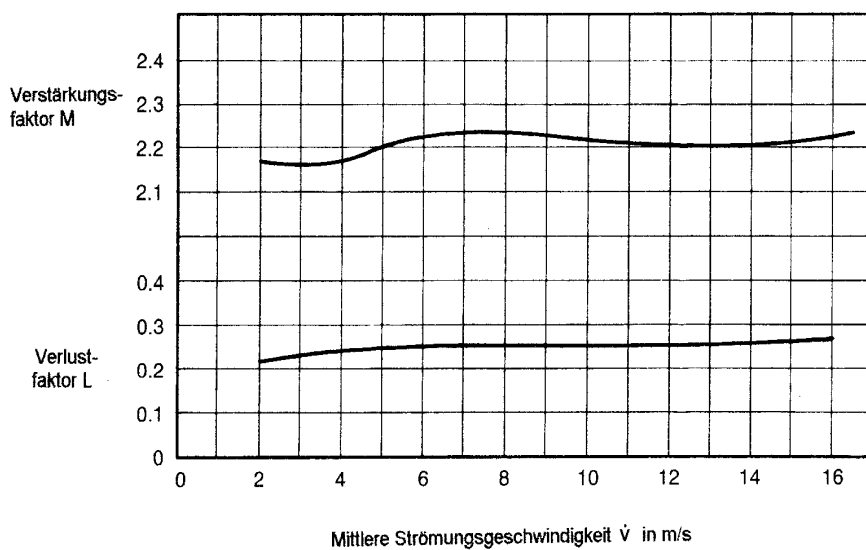


Abb. 11: Typische Kurven der Verstärkungs- und Verlustfaktoren für ein Staugitter 400 x 500 mm

12. Kalibrierung vor Ort

Zum Erreichen der höchst möglichen Genauigkeit müssen AIRFLOW Staugittere vor Ort eingemessen werden. Jede technisch sinnvolle Methode kann genutzt werden, um den tatsächlichen Volumenstrom im System zu bestimmen und in Relation zum Staugittersignal zu setzen. Die im folgenden beschriebene Methode bedient sich des Staurohres, um mit einer Netzmessung den durchschnittlichen dynamischen Druck und somit die tatsächliche Geschwindigkeit festzustellen. Staurohre und Mikromanometer sind in einer großen Auswahl bei AIRFLOW erhältlich.

- Installieren Sie das AIRFLOW Staugitter wie in Absatz 4,6, 7 + 8 beschrieben und verbinden Sie es mit einem Manometer oder Meßumformer passenden Meßbereichs.
- Bereiten Sie eine genügend große Anzahl von Bohrungen strömungsaufwärts des Staugitteres vor, um durch eine Netzmessung ein repräsentatives Meßergebnis zu erhalten.
- Bringen Sie das System in einen charakteristischen Arbeitszustand und führen die Staurohrmessung durch. Notieren Sie die ermittelten Werte sowohl vom Staugitter als auch vom Staurohr.
- Wenn möglich, machen Sie die Messungen bei mindestens drei unterschiedlichen Betriebszuständen der Anlage.
- Die Berechnungen werden nach den Formeln durchgeführt, wie im Absatz 10 beschrieben.

Als Service bietet Airflow die achträgliche Einmessung vor Ort von Wilson-Staugittern, Messkreuzen und Staurohren in Verbindung mit Druckmessumformern an.

Es erfolgt eine Volumenstrommessung mittels Staurohr oder Volumenstromhaube sowie die Überprüfung und Einjustierung des Ausgangssignals am Druckmessumformer.

(Artikel Nr.: 00501)

Wenden Sie sich hierzu bei Bedarf an den Airflow Service (02226 9205 50)

13. Staugitter in übergroßen Kanälen

Staugitter können auch in zu große Kanäle montiert werden. Folgendes muß beachtet werden:

- Montieren Sie Das Staugitter in die Mitte des Kanals.
- Reduzieren Sie den Kanalquerschnitt entsprechend Bild 3 und rechnen mit den reduzierten Querschnittsmaßen.
- Wenn eine Querschnittverengung nicht möglich ist, sollte das Verhältnis zwischen Kanalmaß und Staugittermaß 1,25 : 1 nicht überschreiten. Da der Volumenstrom nicht die gesamte Fläche des Staugitters durchströmt, muß mit einem geringeren Druckdifferenzsignal gerechnet werden. Umgekehrt gesagt, das aus dieser Situation resultierende Staugittersignal entspricht einem höheren Volumenstrom, als die normale Berechnung ergeben würde.
- Bild 12 zeigt den Zusammenhang zwischen Volumenstrom und Verhältnis Staugitter/Kanalgröße.

Hinweis:

Berechnen Sie (oder entnehmen dem Volumenstromdiagramm) den Volumenstrom zu dem gemessenen Differenzdruck. Anschließend entnehmen Sie aus dem Bild 12 die zu erwartende Reduzierung entsprechend dem Staugitter/Kanalgrößenverhältnis. Beachten Sie bitte für diese Fälle, wo Staugitter in übergroßen Kanälen montiert werden, daß die Log Tchebycheff Regel bezüglich der Verteilung der Druckaufnahmebohrungen nicht mehr eingehalten wurde und bei Zweifeln an der Genauigkeit des Systems eine Vor-Ortkalibrierung nach Kapitel 12 durchgeführt werden muß.

14. Sondermaße und Sonderanfertigungen

Mit der Standardpalette der verfügbaren Staugitter können die meisten Kanalgrößen abgedeckt werden, es sei denn, besondere Anforderungen an die Materialien oder besondere (hohe) Mediumtemperaturen erfordern Sonderanfertigungen. AIRFLOW kennt die Anforderungen aus der Praxis und kann sowohl Ausführungen für hohe Temperaturen als auch Anpassungen an individuelle Kanalgrößen vornehmen. Beispiel: ein Staugitter soll direkt hinter einem Schalldämpfer montiert werden, dann wird eine Sonderausfertigung mit parallel zu den Schalldämpferkulissen liegenden Druckaufnahmebohrungen gefertigt.

Wenn die Strömungsgeschwindigkeit im System so hoch ist, daß ein Verstärkungsfaktor >1 nicht mehr erforderlich oder gar hinderlich ist, so kann auch dieses Problem mit einer Sonderanfertigung behoben werden, ohne aber auf die automatische Mittelung der jeweiligen Drücke zu verzichten.

Bei eingeschränktem Zugriff auf die Kanäle können Staugitter in Teilstücke vormontiert geliefert werden.

Sollten Sie Probleme anderer Art haben, Ihren Volumensstrom zu messen, nehmen Sie Kontakt mit uns auf, wir können Ihnen sicherlich eine Sonderapplikation bauen.

15. Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Meßwerte.

Hat man eine gerade Strecke von $L = 5+D$ strömungsaufwärts und $L = 1+D$ strömungsabwärts zur Verfügung, ist die Wiederholgenauigkeit $\pm 5\%$. Durch Kalibrierung vor Ort kann eine Fehlertoleranz von weniger als $\pm 2\%$ erreicht werden.

16. Wartung

Unter normalen Konditionen in Lüftungs- und Klimaanlageanlagen ist keine besondere Pflege und Wartung der Staugitter erforderlich. An Meßstellen, wo mit höherem Staubanteil zu rechnen ist, muß die Freigängigkeit der Bohrungen zumindest einer gelegentlichen optischen Prüfung unterzogen werden. Eine Reinigung im Falle von Ablagerungen ist ggf. notwendig.

Höhere Temperatur als 80°C sind unbedingt zu vermeiden. Sollten Messungen in höheren Temperaturen erforderlich sein, fragen Sie nach Wilson Staugittern, die in voll geschweißter Ausführung für Hochtemperaturanwendung geeignet sind.

17. Patente

Das Wilson Staugitter besitzt folgende Patente:

Großbritannien	1476147
USA	4040293
Kanada	1051223