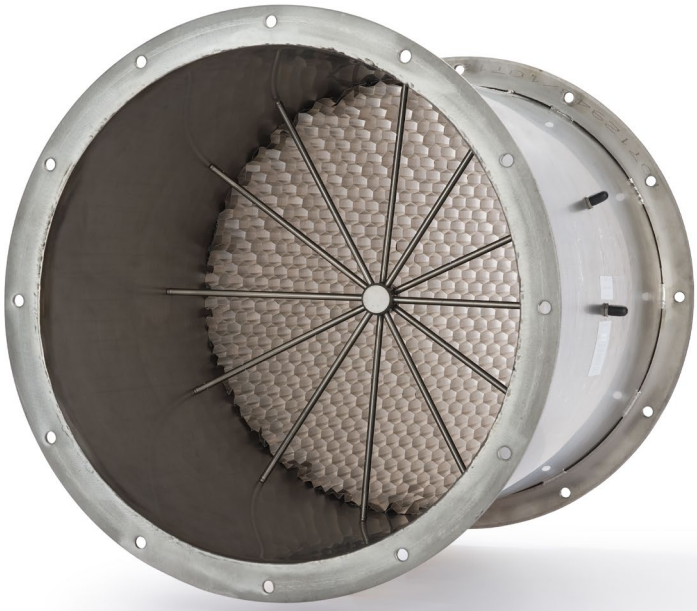
Montage und Bedienungsanleitung
Wilson-Staugitter



AIRFLOW®

SPEZIALISTEN IN DER LÜFTUNGSTECHNIK

Inhalt

Wilson-Staugitter ..... Fehler! Textmarke nicht definiert.
Montage und Bedienungsanleitung 1
1. Funktionsweise 4
1.1. Rechteckige Staugitter 4
1.2. Runde Staugitter 4
1.3. Verteilung der Bohrungen auf den Rohren 4
2. Konstruktion 4
2.1. Rechteckige Staugitter 4
2.2. Runde Staugitter 5
3. Anwendungsmöglichkeiten 5
4. Positionierung 5
5. Charakteristik 6
6. Installation in rechteckigen Kanälen 7
7. Installation von runden Staugittern 9
8. Instrumentierung 10
9. Signalauswertung 11
10. Leistungskurven 12
11. Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messwerte 13
12. Kalibrierung vor Ort 13
13. Sondermaße und Sonderanfertigungen 14
14. Wartung 14

Die Abbildung 1 zeigt ein Staugitter eingebaut in ein Kanalstück mit einem Waben-Gleichrichter.

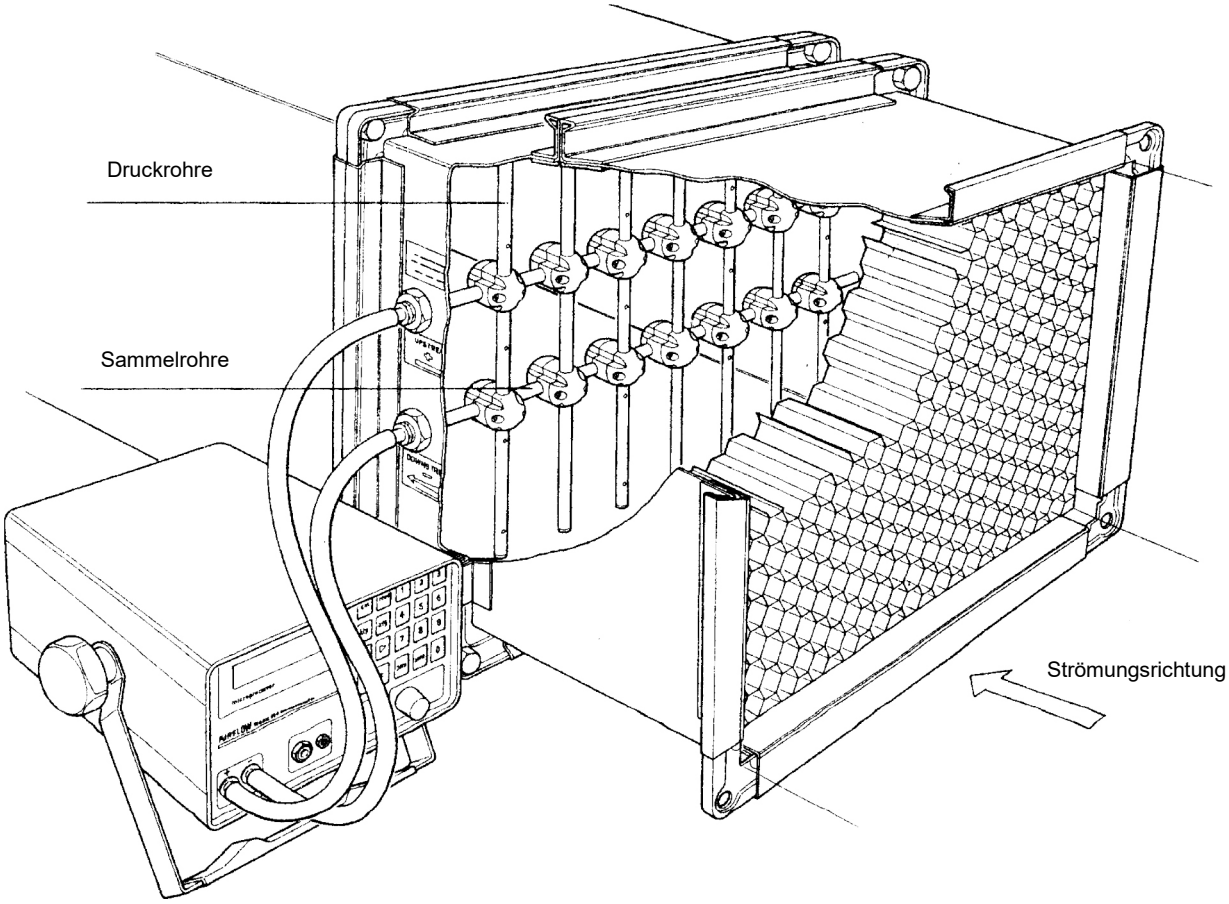


Abb. 1: Anordnung eines rechteckigen Staugitters mit Gleichrichter

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 Rohren, welche sternförmig um eine zentrale Nabe angeordnet sind. 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 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 Edelstahl 1.4541. 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 Edelstahl 1.4541 hergestellt und sind komplett verschweißt. Die Druckanschlussstutzen haben einen Durchmesser von 6,4 mm. Runde Staugitter werden mittels Schrauben an vier Rohrenden montiert: die Druckanschlussstutzen und zwei entgegen gesetzte Rohrenden haben ein Innengewinde.
Runde Staugitter dürfen mit Mediumstemperaturen 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 Druckmessumformer
- als Kontroll- und Regeleinrichtung in Verbindung mit einem Druckmessumformer mit elektrischem Ausgang und einer entsprechenden Steuerung
- zur Volumenstromerfassung und -zählung mit einem Druckmessumformer mit Zählfunktion und der Erfassung in einem nachgeschalteten System

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 plötzliche 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 ± 5 % gerade Strecke vor und nach WFG im Abstand von	Für eine Toleranz von ± 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 = $\frac{\text{Breite + Höhe}}{2}$

bei runden Kanälen ist D = Durchmesser

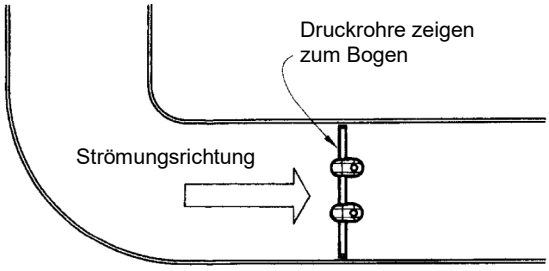


Abb. 2: Position des Staugitters hinter einem Boten

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

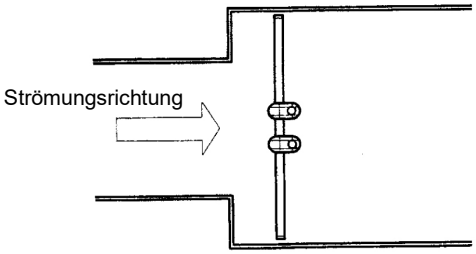


Abb. 3a: Nicht akzeptable Erweiterung

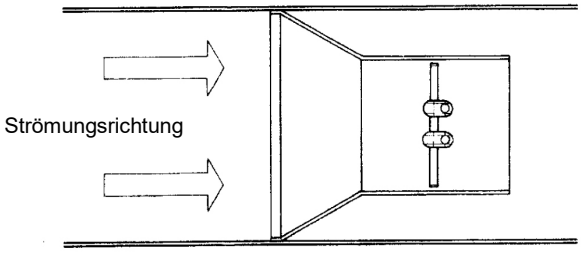


Abb. 3b: Empfohlene Verjüngung

5. Charakteristik

Staugitter bis zu einer Fläche von 0,64 m² 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-Kabibrierung vorgenommen werden. Für alle Staugitter mit einer größeren Fläche als 0,64 m² kann nur eine Abschätzung des Verstärkungsfaktors gegeben werden, und eine Vor-Ort-Kalibrierung ist unerlässlich.

6. Installation in rechteckigen Kanälen

Rechteckige 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 5 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.

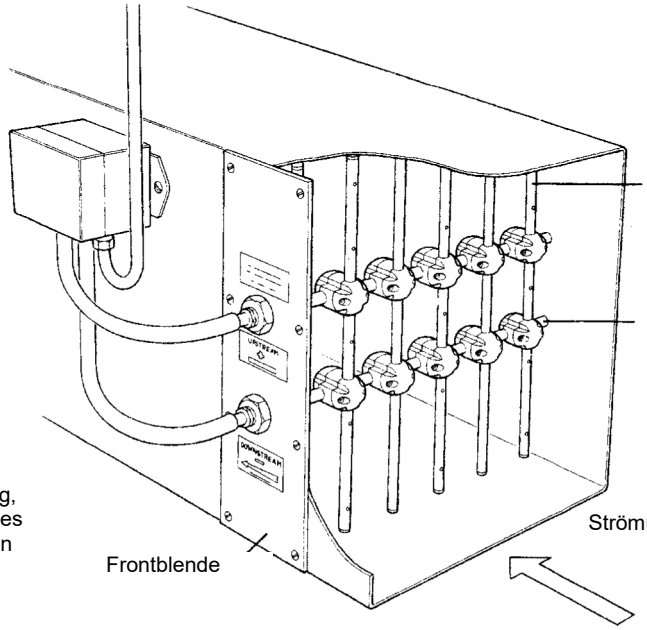


Abb. 4: Frontblende und Verbindung zum Druckmessumformer

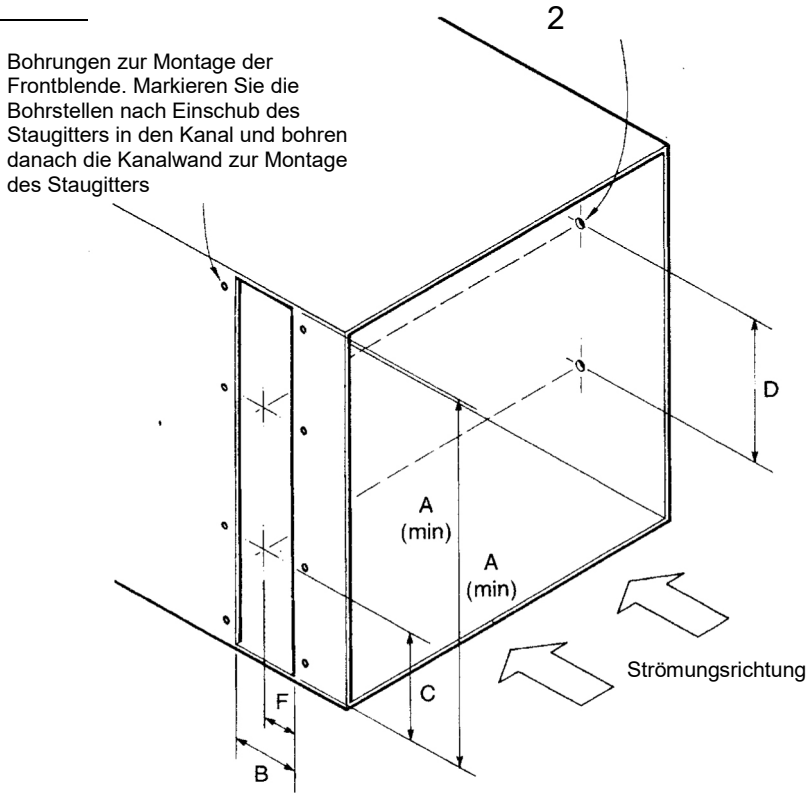


Abb. 5: Bohrschema für rechteckigen Kanal

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

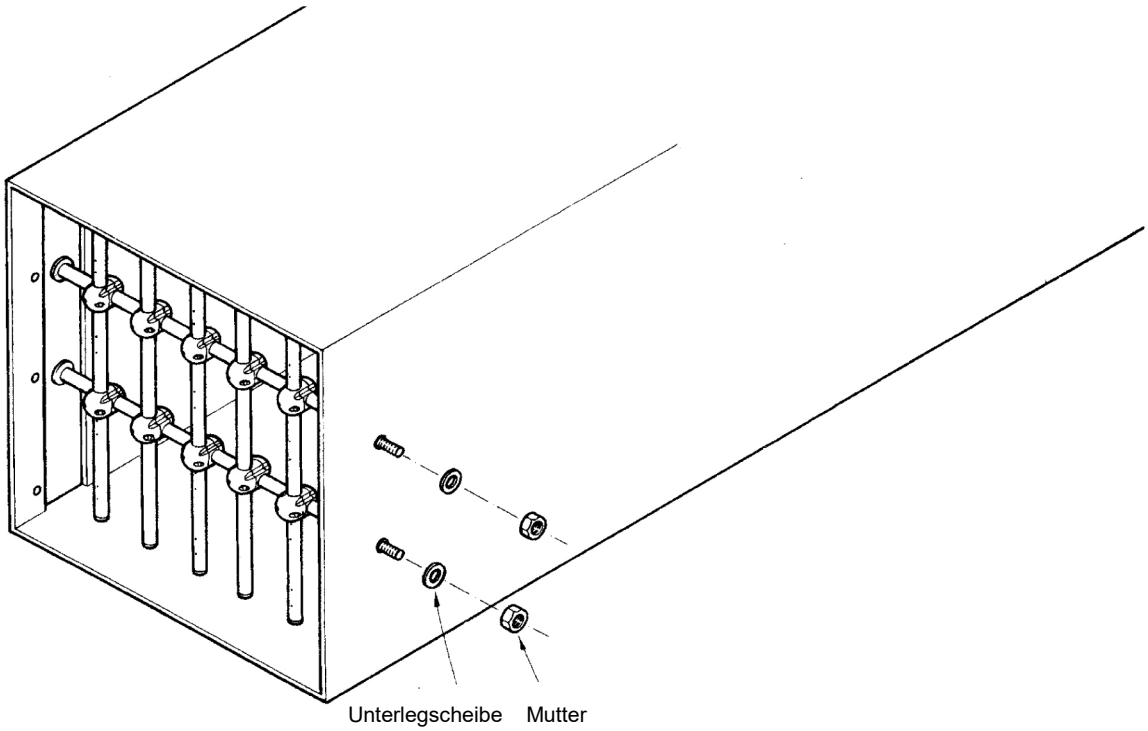


Abb. 6: Befestigung der Gegenstutzen

7. 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. Kapitel 2.2 und Abb. 7). Die bevorzugte Methode der Montage ist die einer Vormontage in ein noch nicht montiertes Rohrstück.

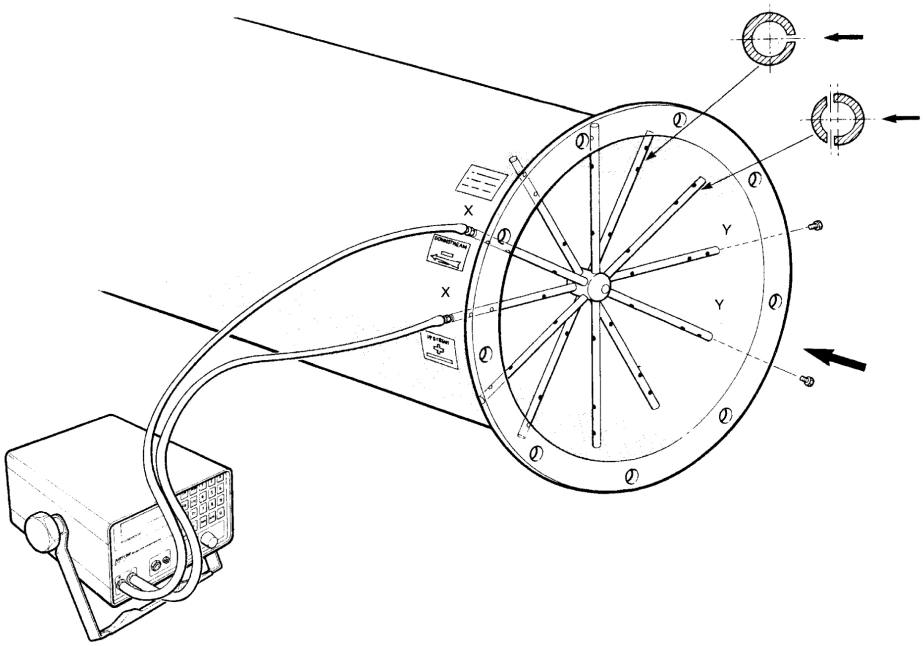


Abb. 7: Einbauanordnung eines runden Staugitters

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:

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)	Rohrdurch-messer (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

8. 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 nützlich.
- 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.

9. 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.

Die Strömungsgeschwindigkeit kann bei der Messung aus dem Staudruckwert des dynamischen Druckes unter Anwendung folgender vereinfachter Formel ausgerechnet werden.

$$v\,(m/s) = 1{,}29 \times \sqrt{p_{dyn}\,\frac{(Pa)}{M}}$$

Die vereinfachte Formel gilt für Standardluft von 1,2 kg/m³ (entsprechend den verschiedenen Normen: 16 °C bei 1000 hPa bzw. 20 °C bei 1013 hPa, beides bei 55 % rel. Luftfeuchte). Da der Staudruck stark durch die Dichte des Mediums (in kg/m/³) beeinflusst wird, ist nachstehend die Korrekturformel aufgeführt. Die Korrektur erübrigt sich in der Praxis, wenn der statische Druck im System nicht mehr als 1000 Pa und die anderen Parameter nicht mehr als ca. 2 bis 3 % abweichen. Für eventuelle Korrekturen bei stärker abweichenden Werten benutzt man vorteilhaft den AIRFLOW-Rechenschieber oder kalkuliert selbst mit folgender Formel nach:

$$v = \sqrt{\frac{2}{p_f} \times \frac{p_{dyn}}{M}} \qquad p_f = 1{,}2931 \times \frac{p_{atm} + p_{stat}}{b_0} \times \frac{T_0}{T_0 + T}$$

Volumenstrom in m³/h $\quad Q = 3600 \times A \times v$

Abkürzungen in den Formeln:

- v: Strömungsgeschwindigkeit (m/s) im Betriebszustand des Mediums
- p_f: Dichte des Mediums
- p_n: 1,2931, Konstante für Standardluft
- b_0: barometrisches Normal (1013 hPa)
- T_{0a}: Temperaturnormal (293 K)
- p_{dyn}: dynamischer Staudruck (Pa), gemessen
- p_{atm}: barometrischer Druck (hPa), gemessen
- p_{stat}: statischer Druck im System (Pa), gemessen
- T: Temperatur des Mediums (°C), gemessen
- Q: Volumenstrom in m³/h
- A: Querschnitt des Kanals in m²
- M: Verstärkungsfaktor

10. 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 Standardkonditionen und Luft einer Dichte δ = 1,2 kg/m3. 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.

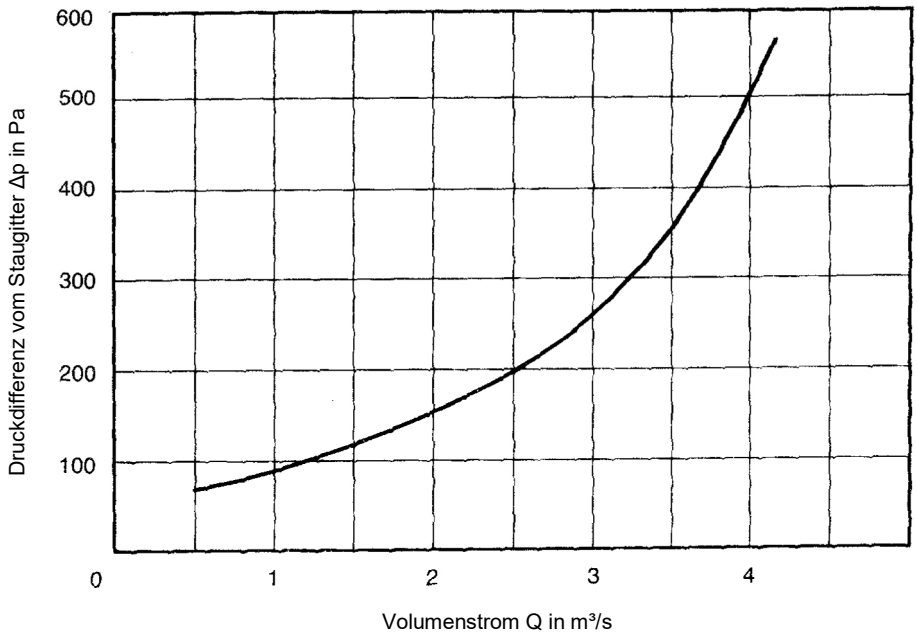


Abb. 10: Typische Volumenstromkurve für ein Staugitter 400 x 500 mm

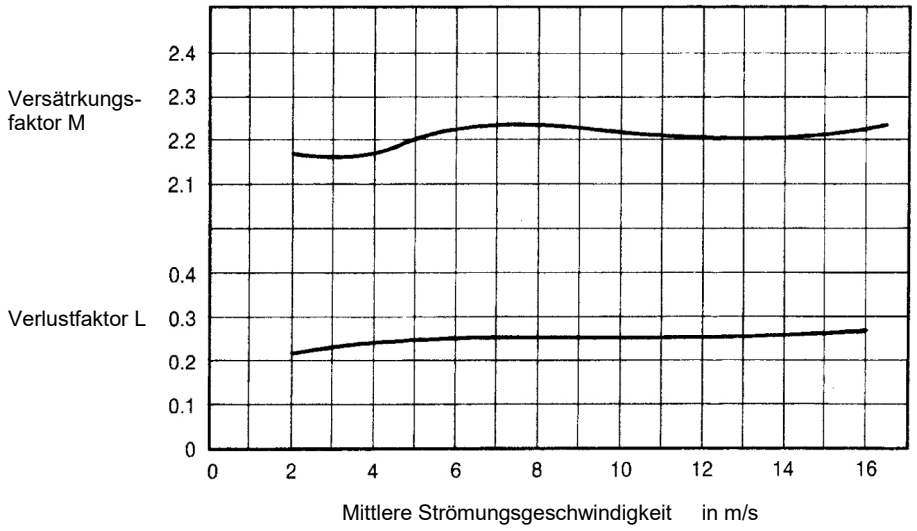


Abb.11: Typische Kurven der Verstärkungs- und Verlustfaktoren für ein Staugitter 400 x 500 mm

11. Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messwerte

Hat man eine gerade Strecke von L = 5+D strömungsaufwärts und L = 1+D strömungsabwärts zur Verfügung oder führt eine Kalibrierung vor Ort durch, ist die Wiederholgenauigkeit von ± 5 % erreichbar.

12. Kalibrierung vor Ort

Zum Erreichen der höchst möglichen Genauigkeit müssen AIRFLOW Staugitter 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 Staugitters 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 nachträgliche 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. 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) Mediumstemperaturen 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 Druckaufnahmerohren gefertigt. Wenn die Strömungsgeschwindigkeit im System so hoch ist, das 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 Volumenstrom zu messen, nehmen Sie Kontakt mit uns auf, wir können Ihnen sicherlich eine Sonderapplikation bauen.

14. Wartung

Unter normalen Konditionen in Lüftungs- und Klimaanlagen 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 Temperaturen 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.

Notizen:

Airflow Lufttechnik GmbH
Wolbersacker 16 | 53359 Rheinbach
Telefon: 02226/9205-0 | Fax: 02226/9205-12
messtechnik@airflow.de | www.airflow.de

Version Januar 2023 – Änderungen vorbehalten.