

Was haben Tetrapack und Dose
mit Luftkanälen zu tun?

KANÄLE FÜR DIE KONTROLLIERTE WOHNRAUMLÜFTUNG

Hydraulische Durchmesser?

Die kontrollierte Wohnraumlüftung oder auch jeder andere Typ einer Lüftungstechnischen Anlage besteht aus einem Transportnetz für die Luft. Die vielfältigen Möglichkeiten der Kanalauswahl haben immer auch Auswirkungen auf den zu erwartenden Druckverlust bei Betrieb der Anlage.

Zwar werden die Anlagen häufig schon wie Bausätze angeliefert und der Monteur hat das Material „nur noch“ sinnvoll zu montieren. Kenntnisse über die nachfolgenden Zusammenhänge runden das Bild ab und machen deutlich, was eventuelle baustellenübliche Veränderungen bewirken.

DIE VORGABE

Der Volumenstrom für einen Anlagenabschnitt ist bestimmt worden. Für den gedachten Luftwechsel eines Raumes sollen beispielsweise 80 Kubikmeter Luft je Stunde transportiert werden. Es gilt jetzt noch, den Kanal für diese Luftmenge auszulegen und den Druckverlust bei genau diesem Luftvolumenstrom zu ermitteln. Schließlich soll später an dem zugehörigen Auslass dieses Raumes die entsprechende Luftmenge ankommen. Dazu könnte man einen sehr großzügigen Kanal verlegen: Ein Kanal beispielsweise mit den Maßen von ein Meter mal ein Meter wäre ein gewollt überzogenes Beispiel. Ein solcher Kanal würde sehr langsam ($80 \text{ m/h} = 0,0222 \text{ m/s}$), leise und bereits bei geringstem Druck durchströmt. Die Verlegung dieses Kanals im Fußboden oder einer abgehängenen Decke ist aber sicher nicht akzeptabel. Zu großzügig, auf Reserve und mit Angstzuschlag zu planen verbietet sich daher. Würde der Kanal für diese Anforderung sehr klein gewählt, etwa quadratisch mit einem Zentimeter Kantenlänge, so würde das Kanälchen locker unterzubringen sein. Die vorgegebene Luftmenge würde aber mit enormer Geschwindigkeit bewegt werden müssen ($800 \text{ km/h} = 222,22 \text{ m/s}$). Das Zischen in der Leitung würde unerträglich sein. Und der Ventilator (eher ein ausgewachsener Kompressor) für diese Anlage müsste über den gesamten Betriebszeitraum enorm hohe Drücke aufbringen und würde damit unwirtschaftlich arbeiten. Die beiden Extreme verdeutlichen also den Sinn einer angepassten Dimensionierung.

GESCHWINDIGKEITSGRENZEN

Für den auszulegenden Kanal wird daher ein Maximalwert für die Strömungsgeschwindigkeit festgelegt. Diese sollte kleiner oder gleich drei Meter pro Sekunde nicht überschreiten, wenn es sich, wie im Beispiel, um einen Nebenkanaal handelt. Ein Hauptkanal kann auch mit fünf Meter pro Sekunde durchströmt werden. Die angenommenen 80 Kubikmeter bezogen auf eine Maximalgeschwindigkeit von drei Meter pro Sekunde, benötigen also einen leicht berechenbaren Querschnitt:



Bild: Gerlach

Bausätze mit unterschiedlichen Kanaltypen werden an die Baustelle geliefert

$$A = \frac{\dot{V}}{v}$$

A ist dabei die Querschnittsfläche in Quadratmeter (m^2)

\dot{V} ist der geforderte Volumenstrom in Kubikmeter pro Stunde (m^3/h) oder besser in Kubikmeter pro Sekunde (m^3/s)

v ist die Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde (m/s)

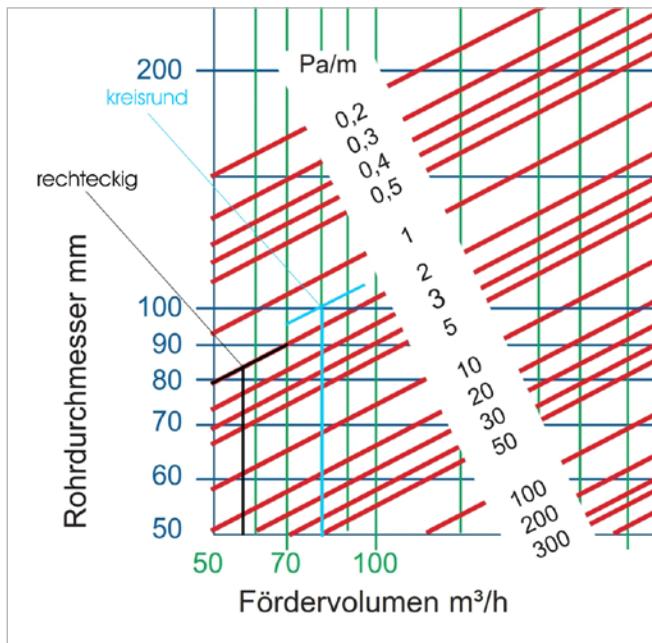
Eingesetzt für den vorgegebenen Volumenstrom von $80 \text{ m}^3/\text{h}$ oder besser umgerechnet $80 \text{ m}^3/\text{h} / 3600 \text{ s/h} = 0,0222 \text{ m}^3/\text{s}$ bei einer Maximalgeschwindigkeit von 3 m/s ergibt sich dann:

$$A = \frac{0,0222 \text{ m}^3/\text{s}}{3 \text{ m/s}} = 0,0074074 \text{ m}^2$$

Um die Vorgaben einzuhalten wird ein Kanal erwartet, der mindestens eine Querschnittsfläche von $0,00747 \text{ m}^2$ bietet. Um sich ein Bild davon vor Augen zu führen, kann man die Wurzel ziehen und erhält erstmal, vor dem geistigen Auge, die Kantenlänge eines quadratischen Kanals. Dieser müsste also mindestens $0,086$ Meter Kantenlänge besitzen, rund $8,6$ Zentimeter.

EINE RUNDE SACHE

Natürlich fertigt man jetzt keinen quadratischen Kanal mit genau diesen Maßen, das wäre zu aufwendig. In der Praxis greift man ins Regal und wählt ein bereits gefertigtes Rohr eines Herstellers. Denn für den gewählten Kanal sollte es ja auch noch passende Bogen geben und entsprechende Anschlüsse an die Luftauslässe in den Räumen oder Verbindungen und Übergänge zum Hauptkanal. Für das vorliegende Beispiel wählt man also beispielsweise einen kreisrunden Kanal als so genanntes Wickelfalzrohr. Bei einem angenom-



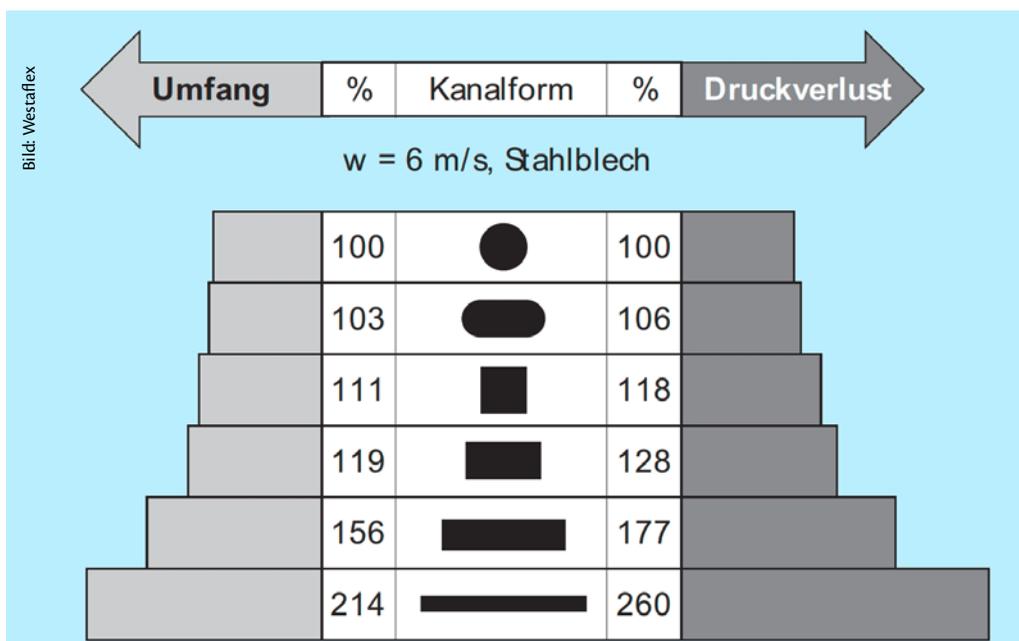
Im Diagramm kann der Druckverlust für einen beliebig geformten Kanal abgelesen werden, die Umrechnung des hydraulischen Durchmessers vorausgesetzt

menen Durchmesser von 100 Millimeter ergibt sich eine Querschnittsfläche von 0,00785 Quadratmeter. Damit liegt der Querschnitt über der errechneten Mindestforderung und die Maximalgeschwindigkeit wird unterschritten. Diese liegt dann genau bei $0,0222 \text{ m}^3/\text{s} / 0,00785 \text{ m}^2$ also bei 2,83 m/s. In einem Diagramm kann nun der Druckverlust für einen Meter dieses Rohres bei dem angenommenen Volumenstrom

abgelesen werden. Im betrachteten Beispiel ergibt sich ein Druckverlust von ca. 1,7 Pascal (siehe Diagramm in hellblau) pro Meter (Pa/m). Angenommene zehn Meter dieses Rohres würden also bei einer vorgegebenen Luftdurchströmung mit $80 \text{ m}^3/\text{h}$ einen Druckverlust von 17 Pascal verursachen. Der Ventilator müsste nun, nur bezogen auf diesen Abschnitt des Kanalnetzes, einen entsprechenden Druck aufbauen.

ANDERE FORMEN

Ein 100er kreisrunder Querschnitt lässt sich aber nicht überall unterbringen. Beispielsweise in der Zwischendecke würde dieser Kanal einen unnötig hohen Deckenabstand erfordern. Nun könnte man auf einen Querschnitt aus rechteckigem Material ausweichen und mit diesem dann statt in die Höhe, eher in die Breite gehen. Systemanbieter von Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung sind auch mit ovalen Querschnitten auf dem Markt. Die kreisrunde Form zu verlassen, bedeutet aber einige Besonderheiten zu berücksichtigen. Der Materialaufwand für einen kreisrunden Querschnitt stellt nämlich, wenn man so will, die Idealform für einen Kanal dar. Wickelt man beispielsweise das soeben ermittelte 100er Rohr ab, so erhält man einen Umfang von 0,314 Meter. Ein rechteckiger Kanal mit einer Kantenlänge von 0,06265 Meter mal 0,1253 Meter hätte die gleiche Querschnittsfläche wie das 100er Rohr, aber abgewickelt eine Länge von 0,3759 Meter. Bei gleichem Querschnitt wäre bei diesem eckigen Kanal ein Mehraufwand an Blech von rund 20 Prozent erforderlich. Die kreisrunde Form schließt einen Körper mit geringstem Materialaufwand ein. Konservendosen werden genau aus diesem Grund in dieser



Hier erkennt man den Zuwachs an Materialaufwand und Druckverlust

Form hergestellt. Tetra-Packs lassen sich im Vergleich zwar enger packen, erfordern aber mehr Hülle. Eine ideale Verpackung wäre übrigens eine Kugel, aber wer will schon das Milchkugelglas beim Öffnen des Kühlschranks auf sich zu rollen sehen?

HYDRAULISCHE DURCHMESSER

Neben dem erhöhten Materialaufwand für die nicht kreisrunden Kanäle, muss auch noch ein höherer Druckverlust bei ansonsten gleichem Querschnitt akzeptiert werden. Dazu werden zwei Formeln angesetzt um die hydraulische Ähnlichkeit zu errechnen. Für beliebige Kanalformen gilt als hydraulischer Durchmesser:

$$d_H = \frac{4 \cdot \text{Fläche}}{\text{Umfang}}$$

Setzt man den soeben gewählten Kanal mit den Maßen 0,06265 Meter mal 0,1253 ein, dann ergibt sich:

$$d_H = \frac{4 \cdot 0,06265m \cdot 0,1253m}{2 \cdot (0,06265m + 0,1253m)} = 0,08353m$$

Und die Idee zum hydraulischen Durchmesser ist dabei, dass dieser rechteckige Kanal sich verhält wie ein gleichwertiger kreisrunder Kanal mit einem Durchmesser von 0,08353 Meter. In diesem gedachten kreisrunden Querschnitt würde sich bei gleicher Geschwindigkeit der gesuchte neue Druckverlust für den realen Kanal ablesen lassen. Würde man daher im betrachteten neuen, gleichwertigen Querschnitt mit 2,83 m/s Luft bewegen, so würden rund 56 m³/h transportiert.



Flache Kanäle sind gefragt um diese im Fußboden verstecken zu können

Im Diagramm liest man dann für diesen Querschnitt den neuen Druckverlust von hier 2,0 Pascal (siehe Diagramm in schwarz) ab.

Zugegeben, eine ganz schöne theoretische Maloche mit hohem Fehlerpotenzial beim Rechnen und Ablesen. Aber so sind die Dinge nun mal. Festhalten, sollte man für sich mindestens, dass diese hydraulischen oder auch gleichwertigen Durchmesser eine Ähnlichkeitsbeziehung von beliebig geformten Kanälen darstellen. Sie lassen sich dann mit der Idealform eines Kanals, der Kreisform, vergleichen. Wo es geht, bleibt ein Kanal kreisförmig. Je flacher ein Kanal gefertigt wird, desto höher ist der Druckverlust, obwohl der eigentliche Querschnitt gegenüber dem Kreis gleich bleibt. ■