

Akustik: ein Kriterium der Behaglichkeit

DIE NOVELLIERTE VDI 2081 ERKLÄRT

Ein Grundsatz bei der Planung von Gebäuden ist, den Nutzern eine behagliche Umgebung zu schaffen. Neben der thermischen Behaglichkeit und der Luftqualität gehört auch die Akustik im Raum zu den Behaglichkeitskriterien. Ein zu hoher Geräuschpegel beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit und kann sogar zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen, wie Schlafstörungen oder der Produktion von Stresshormonen führen. Eine typische Quelle für zu hohe Schallemissionen im Raum sind raumlufttechnische Anlagen. In den Kanalleitungen breitet sich das Geräusch vom Ventilator zu jedem Durchlass aus. Auf dem Weg zum Auslass wird das Geräusch von den Bauteilen des Netzes beeinflusst. Die Lautstärke wird durch Strömungsgeräusche erhöht, gleichzeitig dämpfen bestimmte Bauteile den Geräuschpegel wieder. Um die Einhaltung der Grenzwerte in den Räumen sicherzustellen, ist es bei der Planung einer raumlufttechnischen Anlage zwingend erforderlich, eine akustische Berechnung durchzuführen. Die VDI 2081 liefert die Grundlage für die Berechnung. Die Norm ist im März 2019 novelliert worden. Die Novellierung nehmen wir zum Anlass, mit diesem Artikel einmal die Grundlagen der Akustikberechnung nach VDI 2081 aufzufrischen und Ihnen die Umsetzung der Berechnung in liNear Analyse Ventilation vorzustellen.

SCHALLPEGEL, SCHALLDRUCK UND SCHALLEISTUNG

Der Schalldruckpegel und der Schalleistungspegel besitzen dieselbe Einheit Dezibel (dB) und werden im Alltag häufig verwechselt. Die Unterscheidung zwischen den beiden Größen ist in der Schallberechnung und Schallbewertung wichtig. Die Schalleistung wird von einem Objekt emittiert und kann als Ursache interpretiert werden. Von dem Objekt breitet sich der Schall als Druckschwankungen im Raum aus und wird z. B. vom Ohr als Schalldruck wahrgenommen, somit kann der Schalldruck als Wirkung betrachtet werden.

Da sich der Wertebereich des Schalldrucks und der Schalleistung über mehrere Zehnerpotenzen erstreckt, wird in der Akustik für eine bessere Darstellung in Pegeln gerechnet. Bei einem Pegel wird der Quotient der Größe zum jeweiligen Bezugswert logarithmiert und mit dem Faktor 10 bei der Schalleistung und dem Faktor 20 beim Schalldruck multipliziert. Durch den Logarithmus ist das Rechnen mit Pegeln nicht intuitiv. So führt eine Verdopplung des Schalldrucks nicht zu einem doppelt so großen Pegel, sondern der Pegel erhöht sich um ca. 6 dB. Eine Addition von zwei Pegeln, die sich mehr als 10 dB unterscheiden, ergibt den Wert des höheren Pegels, somit hat der niedrigere Pegel in dem Fall nur einen geringen Einfluss auf die Gesamtlautstärke.

Ein Geräusch besteht aus Schallwellen, die sich aus einer Vielzahl von Frequenzen zusammensetzen. In der Akustik werden die vom Menschen wahrnehmbaren Frequenzen zu acht Oktavbändern zusammengefasst (63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz, 8 000 Hz). Um die Schalldruckpegel auf die menschliche Wahrnehmung umzurechnen, wird in der Akustik die A-Bewertung durchgeführt. Für die A-Bewertung wird von jedem Oktavband ein festgelegter Pegel subtrahiert. Eine durchgeführte A-Bewertung eines Schallpegels wird durch die Einheit dB(A) ausgedrückt. Aus der Prämisse heraus, dass den Personen im Raum ein akustisch behagliches Umfeld geschaffen werden soll, sind die einzuhaltenden Grenzwerte als A-bewertete Schalldruckpegel definiert.

SCHALLBERECHNUNG NACH VDI 2081

Die novellierte VDI 2081 ändert nur Kleinigkeiten an der Berechnung der Strömungsgeräusche und Dämpfungen der Bauteile. Am Berechnungsablauf als solchem hat sich nichts geändert. Für ein paar Bauteile sind die empirischen Formeln oder Koeffizienten angepasst worden. Die neuen Formeln und Koeffizienten führen zu Ergebnisse in der gleichen Größenordnung wie vorher, sodass die Auswirkungen auf das Gesamtergebnis eine untergeordnete Rolle spielen. Für eine bessere maschinelle Berechnung wurden die vereinzelt vorhandenen Auslegungsdiagramme der alten Norm in Berechnungsformeln überführt.

Der Berechnungsablauf nach der VDI 2081 startet mit dem Ventilator als Schallquelle. Für den Ventilator werden die Schalleistungspegel der acht Oktavbänder in Abhängigkeit von der Bauform, dem Volumenstrom und der Pressung des Ventilators berechnet. Die Schalleistungspegel aller acht Oktavbänder des Ventilators werden als Eintrittsgeräusch an das angrenzende Bauteil übergeben. In jedem Bauteil wird von den eintretenden

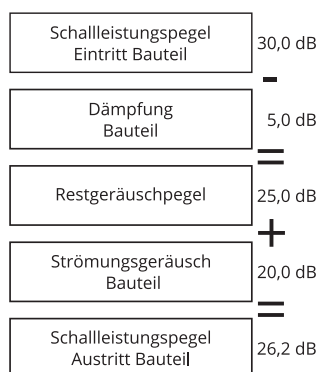
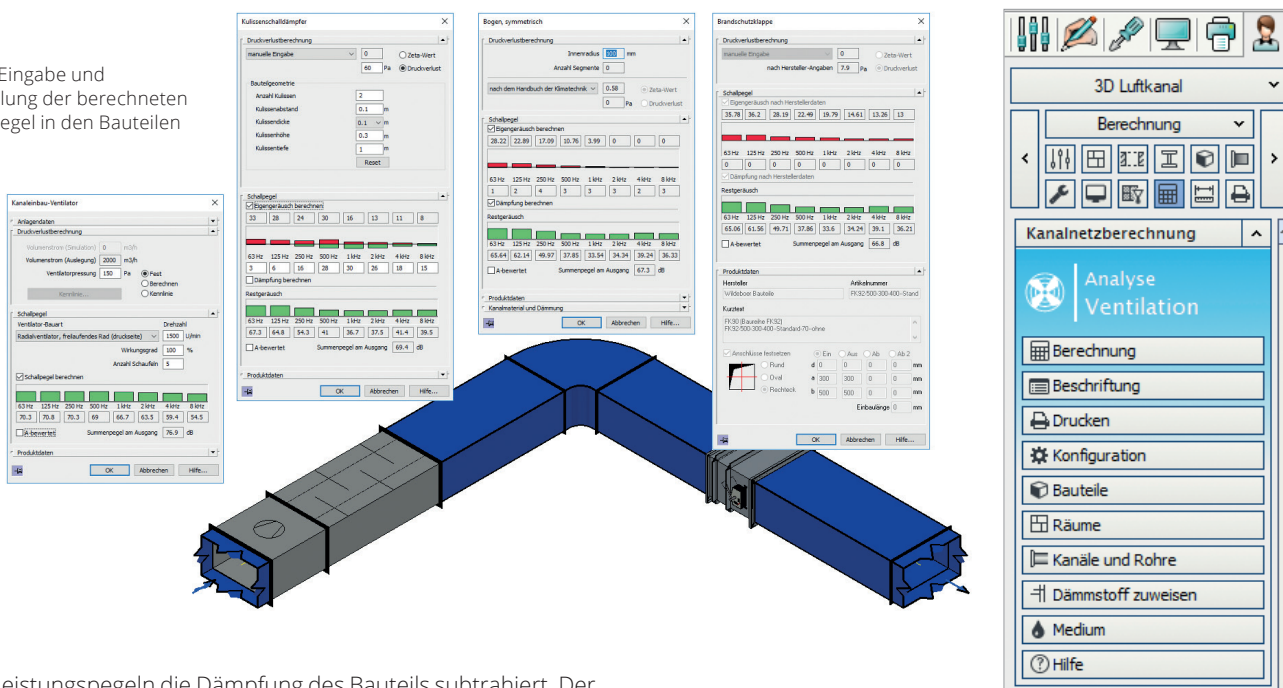


Abb. 1: Berechnungsablauf Schallberechnung VDI 2081 mit Beispielpegeln

Abb 2: Eingabe und Darstellung der berechneten Schallpegel in den Bauteilen



Schalleistungspegeln die Dämpfung des Bauteils subtrahiert. Der resultierende Restgeräuschpegel wird mit dem Strömungsgeräusch des Bauteils addiert, woraus sich die acht Schalleistungspegel am Austritt des Bauteils ergeben. Wichtig ist dabei zwischen der Subtraktion der Dämpfung und der Addition des Strömungsgeräuschs zu unterscheiden. Die Subtraktion einer Dämpfung von einem Pegel erfolgt arithmetisch. Eine Dämpfung von 5 dB bei einem Pegel von 30 dB ergibt einen Restgeräuschpegel von 25 dB. Die Addition der Pegel erfolgt logarithmisch. Die Berechnung der Schalleistungspegel wird für jedes Bauteil entlang des Kanalsystems wiederholt (Abb. 1).

Durch diesen Berechnungsablauf werden für alle Luftdurchlässe die Schalleistungspegel ermittelt. Mit diesen Werten werden die sich ergebenden Schalldruckpegel im Raum berechnet. Der Schalldruckpegel im Raum berechnet sich aus den Parametern der Raumart (kubischer Raum, Lang- oder Flachraum), des Abstands des Luftdurchlasses zum Referenzpunkt, der Position des Luftdurchlasses z. B. in einer Wand, der Nachhallzeit des Raums und dem Pegel aller anderen eventuell vorhandenen Luftdurchlässe in dem Raum. Die Planung einer akustisch behaglichen raumluftechnischen Anlage ist erfüllt, wenn der berechnete Schalldruckpegel im Raum unterhalb des geforderten Grenzwerts liegt.

SCHALLBERECHNUNG MIT liNear

Bei der Berechnung eines Kanalnetzes mit liNear Analyse Ventilation wird standardmäßig eine Schallberechnung durchgeführt. Die Schallberechnung erfolgt selbstverständlich über alle Bauteile in den acht Oktavbändern. In den Bauteil-Dialogen gibt es den Bereich *Schallpegel*, in dem entweder die Berechnungsdaten manuell eingeben werden oder abhängig vom Bauteiltyp nach der VDI 2081 ermittelt werden (Abb. 2). Wenn Herstellerbauteile aus dem liNear CAD Browser genutzt werden, sind automatisch die Druckverlust- und Schalldaten als Funktion des Volumenstroms in dem Bauteil hinterlegt. Sollte irgendwo im Kanalnetz ein Volumenstrom angepasst werden, ist somit sichergestellt, dass mit den korrekten Daten gerechnet wird.

Im Dialog *Räume* werden die sich im Raum befindenden Luftdurchlässe und die einzuhaltenden Grenzwerte angegeben. Der Grenzwert wird mit dem berechneten Schalldruckpegel am Referenzpunkt verglichen. Bei einer Überschreitung wird dieses durch eine Fehlermeldung mitgeteilt. Im Berechnungsdialog oder im Ausdruck sind einfach und schnell zu laute Bauteile identifizierbar. Dadurch können gezielt konstruktive Maßnahmen zur Pegelminderung am Kanalnetz durchgeführt werden.

BERECHNUNG VON DER QUELLE BIS ZUM DURCHLASS

liNear Analyse Ventilation mit neuer VDI 2081 wird Ihnen mit der Version 20.03, die voraussichtlich im September 2019 erscheint, bereitgestellt. Die Implementierung ist genutzt worden, weitere Stellen in der Kanalnetzberechnung zu optimieren. Eine wichtige Neuerung ist die Betrachtung der Ansaug- bzw. Ausblasseite an Zentralgeräten analog zu den verzweigten Zuluft- oder Abluftnetzen. Mit der neuen Version ist der Ventilator das Startbauteil sowohl der druck- als auch der saugseitigen Fließwege. Dadurch ist es nun unter anderem möglich, verzweigte Außenluft- oder Fortluftkanalabschnitte mit mehreren Wetterschutzgittern korrekt zu erfassen und zu berechnen (Abb. 3).

Peter Hollenbeck

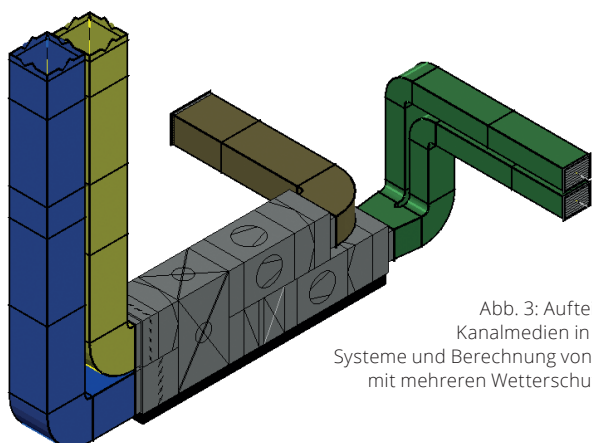


Abb. 3: Aufteilung der Kanalmedien in einzelne Systeme und Berechnung von Anlagen mit mehreren Wetterschutzgittern