

Kanalschalldämpfer für RLT-Anlagen nach DIN EN 13779

Sicherheit hinsichtlich Planung, Ausführung und Inspektionen bei gleichzeitiger Kostenoptimierung

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Luft, Produktmanager

Schalldämpfer in RLT-Anlagen haben die Aufgabe, Geräusche, die bei der Raumluftbereitstellung entstehen, auf ein akzeptables Niveau zu reduzieren. Die Schalldämpfer sollen dabei neben einer möglichst hohen Dämpfung und geringer Eigenschallerzeugung mit einem niedrigen Druckverlust die energetische Bilanz eines Luftleitungssystems bzw. der kompletten RLT-Anlage so wenig wie möglich beeinflussen, ganz im Sinne der Energieeinsparziele der EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) und EnEV (Energieeinsparverordnung). Während heutzutage immer noch meist nur die Dämpfung bei 250 Hz „das Auswahlkriterium“ für Schalldämpfer ist, wird die Auswirkung des Druckverlustes bei Schalldämpfern auf die Energieeffizienz einer RLT-Anlage oft noch unterschätzt. Dabei wird übersehen, dass gerade die Norm DIN EN 13779 dem Planer ganz klare Richtwerte für zulässige Druckverluste über den Schalldämpfer an die Hand gibt, die die Planung und die Ausführung vereinfachen und die Einhaltung der Planungsgrößen ermöglichen.

Auf die nicht optimale Schalldämpferauswahl nur anhand der Dämpfung bei 250 Hz wird in Fachartikeln immer wieder hingewiesen^[1, 2] und sie soll hier nicht Thema sein. Lindab berücksichtigt grundsätzlich das ganze Oktav-Spektrum. Zusätzlich wird in zunehmendem Maße die Einhaltung der hygienischen Kriterien gefordert, die z.B. in der VDI 6022 erwähnt werden und denen gerade hier bei Schalldämpfern große Bedeutung beigemessen wird: „Schalldämpfer/Schalldämpferkulissen sind auswechselbar zu gestalten. Schalldämmelemente müssen mit einem dauerhaft abriebfesten, reinigungsbeständigen Material kaschiert sein, das gesundheitlich unbedenklich ist, wie z.B. Glasseidengewebe“. Natürlich gelten auch alle weiteren hygienischen Anforderungen, die in VDI 6022 für Kanäle (Luftleitungen) aufgeführt werden. Lindab hat die nachfolgend dargestellten eigenen Entwicklungen prüfen lassen, sowie die akustischen und lufttechnischen Werte in Referenzmessungen durch anerkannte Institute verifizieren lassen.

AKUSTISCHE UND LUFTECHNISCHE VORTEILE DER NEUEN BAUREIHE AERODIM

Aufgabenstellung für die Weiterentwicklung der Lindab-Kulissenschalldämpfer war, die in DIN EN 13779 gestellten For-

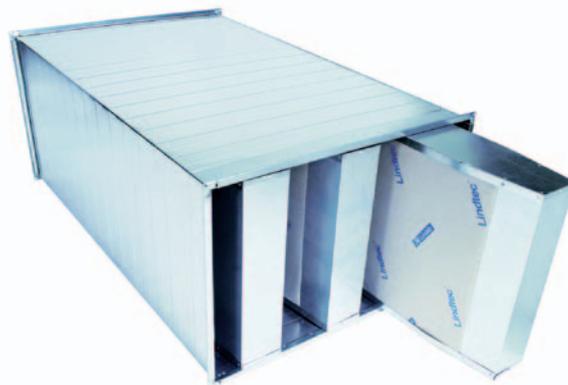


Abb.1: Die Schalldämpfer der Baureihen AeroDIM sind einfach auszuwählen. Die Schalldämpferauslegung ist als eigenständiges Programm – DIMsilencer – erhältlich und in das umfassende AutoCAD-basierte 3D Konstruktions- und Planungsprogramm CADvent integriert.

derungen nach Energieeinsparung in RLT-Anlagen umzusetzen, natürlich bei gleichzeitiger Erfüllung der akustischen Anforderungen. Durch ein besonderes, in Simulationen optimiertes An- und Ab-

strömprofil und die strömungsgünstige Gesamtform der Kulissen konnte bei den Schalldämpfern mit der Typbezeichnung AeroDIM, Abb.1, eine deutliche Verbesserung der Dämpfungs- und Druckverlustwerte erreicht werden, die erhebliche Energieeinsparungen ermöglicht. Mit der Minderung des Druckverlustes reduziert sich quadratisch die benötigte Ventilatorleistung und verbessert damit die Energiebilanz erheblich. Dies wirkt sich sofort positiv aus bei der Berechnung des Energiebedarfes für die Luftförderung nach DIN 18599-3 bzw. im Gebäudeenergiepass. Ebenso reduziert sich eine weitere Kenngröße, die spezifische Ventilatorleistung SFP nach DIN EN 13779, deren (Standardwerte-)Einhaltung ohnehin nicht unproblematisch ist. Die DIN EN 13779 gibt im Anhang A Beispiele für typische Druckverluste von Schalldämpfern an, die klassifiziert sind in:

- ▶ niedrig = 30 Pa
- ▶ mittel = 50 Pa
- ▶ hoch = 80 Pa

Eine Druckverlustverbesserung von der Stufe hoch auf niedrig kann so pro Schalldämpfer bei heute ausgeführten Anlagen einer Reduzierung des Gesamtdruckverlustes von 5-10% entsprechen – also einer nicht unerheblichen Energieeinsparung nur durch die richtige Schalldämpferauswahl (50 Pa = 10% von 500 Pa Gesamtdruckverlust oder 5% von 1000 Pa). Auf den internen Druckverlust von Luftbehandlungsgeräten bezogen, kann die Druckverlustreduzierung der Gerätekulissen noch einen höheren Prozentsatz ausmachen. Für die Erreichung niedrigster Druckverluste sind die Dimensionierung des Schalldämpfers sowie die Einbausituation (strömungsoptimale Lage) allein nicht mehr ausreichend – hier hat auch die strömungsgünstige Ausführung der Kulissen einen großen Einfluss. An dieser Stelle hat Lindab mit den Optimierungsüberlegungen angesetzt, s. Abb. 2. Die Schalldämpferbaureihe AeroDIM zeichnet sich durch extrem niedrige Druck-

Schalldämpfer immens abnehmen. Dies wirkt sich sowohl auf die Eigenschallwerte als auch auf die Druckverluste aus, s. Abb. 3 und 4. Durch die komplette strömungsgünstige Optimierung der Kulisse ist die Herstellung der Kulissen zwangsläufig etwas aufwändiger. Diesem einmaligen Aufwand steht jedoch ein dauerhaft niedrigerer Druckverlust gegenüber, so dass sich die vielleicht etwas höheren Anschaffungskosten in kürzester Zeit amortisieren.

Die technischen Daten der Schalldämpfer wurden im Lindab-Labor in Farum, Dänemark nach DIN EN ISO 7235 ermittelt.

Diese Daten wurden nach Abschluss der Entwicklung in Referenzmessungen beim IBP Fraunhofer Institut für Bauphysik in Stuttgart bestätigt.

ENEV

Die Notwendigkeit in einer energetisch optimierten Gesamtplanung nach der DIN EN 13779 auch energetisch optimierte

hier bei uns in Deutschland über die EnEV. Die EnEV-2009 gibt unter 5.2 Raumlufttechnik Referenzwerte zur spezifischen Leistungsaufnahme für Zu- und Abluftanlagen mit geregelter Luftkonditionierung an. Für einfache Anlagen sind dort folgende SFP-Werte benannt:

- ▶ Zuluftventilator PSFP = 1,5 kW/(m³/s)
- ▶ Abluftventilator PSFP = 1,0 kW/(m³/s)

Daraus ergibt sich unter der Annahme eines Wirkungsgrades von 60% nach der umgestellten Ventilatorformel ein zulässiger Gesamtdruckverlust von:

$$\Delta p_{t_{Zuluft}} = \frac{1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s}) - 1000 - 0,6}{1 \text{ m}^3/\text{s}} = 900 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{t_{Abluft}} = \frac{1 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s}) - 1000 - 0,6}{1 \text{ m}^3/\text{s}} = 600 \text{ Pa}$$

Für zusätzliche Einbaukomponenten wie Filter, Wärmerückgewinnung usw. gibt es zwar Zuschläge in der EnEV, aber dennoch: Nicht selten wird bereits die Hälfte des zulässigen Druckverlustes durch den internen Druckverlust des Gerätes „aufgebraucht“.

Eine ganzheitliche Sichtweise auf die RL-Anlage ist daher notwendig. Ggf. muss an einer anderen Stelle/mit anderen Komponenten kompensiert werden, was u.U. verfahrenstechnisch im Einzelfall unumgänglich ist. [3]

HYGIENE

Oft werden die eingangs genannten Hygiene-Kriterien lediglich durch eine Sichtkontrolle geprüft, die sich in erster Linie am Glasseidengewebe orientiert, egal welcher Qualität und Herkunft das Material sein mag und wie die Schalldämpfer sonst ausgeführt sind. Tatsächlich ist es jedoch eine Vielzahl von Materialien und Faktoren, aus denen ein Schalldämpfer besteht bzw. die dessen bestimmungsgemäße Funktionen dauerhaft sicherstellen.

Neben der selbstverständlichen Kenntnis der akustischen und strömungstechnischen Daten sind daher einzelne Materialeigenschaften, chemische Beständigkeiten, mikrobiologisches Verhalten, Partikel- sowie Stoffemissionsverhalten

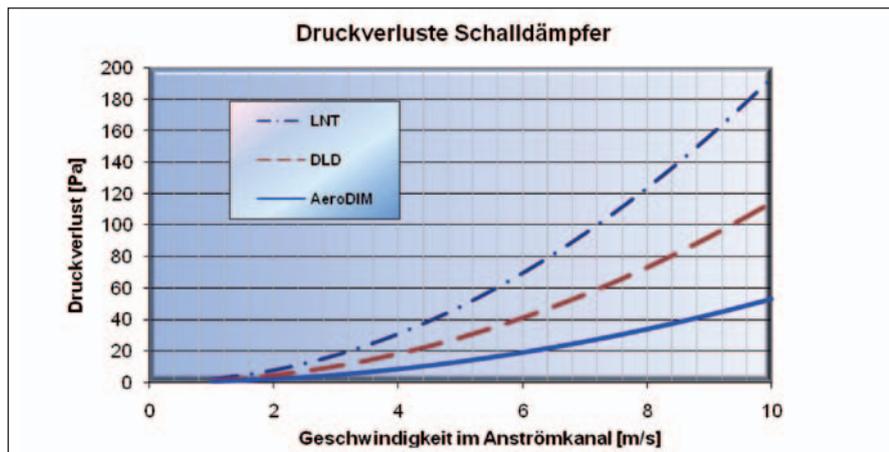


Abb. 2: Vergleich der Druckverluste unterschiedlicher Schalldämpfertypen gleicher Abmessung und gleicher Schalldämm Anforderung

LNT: eckige Kulissenbauart; DLD: strömungsverbesserte Kulisse mit Einströmprofil R = 30 mm; AeroDIM: strömungsoptimierte Kulisse mit Ein- und Ausströmprofil

verluste aus, da hier nicht nur die Kulissenrahmen entsprechend profiliert sind, sondern die komplette Kulisse strömungsgünstig optimiert wurde.

Dazu wurden unter anderem CFD-Simulationen (computational fluid dynamics) eingesetzt, die auch durch Visualisierung den Entwicklungsfortschritt deutlich machen. Abb. 3+4 zeigen die Geschwindigkeitsprofile einer herkömmlichen und der neuen AeroDIM Bauart an. Es ist offensichtlich, dass die Verwirbelungen hinter dem

Einzelkomponenten in einer Klima-/Lüftungsanlage einzusetzen, wird verstärkt durch folgenden Sachverhalt: Die EPBD-Richtlinie (RICHTLINIE 2002/91/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES vom 16. Dezember 2002 über die Energieeffizienz von Gebäuden) schreibt ab 4.1.2006 regelmäßige energetische Inspektionen vor, bei denen die aufgenommene und die spezifische Ventilatorleistung, die maßgeblich vom Druckverlust abhängt, geprüft werden. Die Umsetzung erfolgt

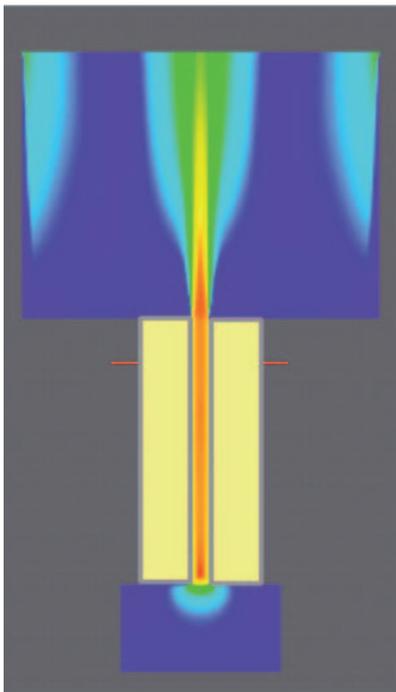


Abb.3: Herkömmliche Kulissee

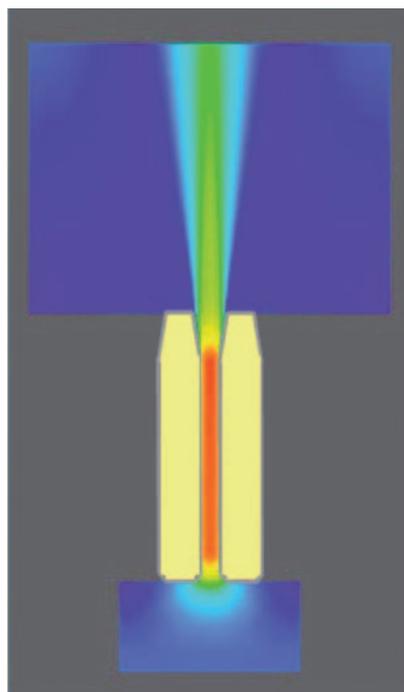


Abb.4: AeroDIM-Kulissee

usw. zu prüfen, um dem Betreiber die notwendige Sicherheit bezüglich Personenschutz, aber auch hinsichtlich Prozesssicherheit in Produktionsanlagen zu geben. In Ausschreibungen nach LEED oder DGNB wird bereits die Einhaltung von konkreten Emissionswertengefordert. Im Rahmen der Entwicklung des LindabClean-Luftleitungssystems wurde auch für die Schalldämpfermaterialien der erreichte Stand der Technik durch das Fraunhofer IPA geprüft. Ebenfalls testete man hier neben den Materialuntersuchungen die spezielle Mineralwoll-/Glasseidengewebekombination Lindtec.

Geprüft wurden eine Vorentwicklung der Kanalschalldämpfertypenreihe AeroDIM in der LindabClean-Ausführung, aber auch die Schalldämpferbaureihe LRCA mit rundem Anschlussquerschnitt.

Zuerst wurde die partikuläre Oberflächenbelastung (Staubdichte) im Anlieferungszustand, wie für alle LindabClean-Bauteile, ermittelt, welche deutlich besser ist, wie nach VDI 6022 gefordert und an der Nachweisgrenze des eingesetzten Messgerätes liegt. Als Ergebnis der mikrobiologischen Untersuchungen (Verstoffwechselbarkeit, DIN EN ISO 846) wurden die „inerten“ oder „fungistatischen“ Eigenschaften sowie die Resistenz gegenüber Bakterien bescheinigt. Ein wichtiger Punkt, da hier gerade bei

Schalldämpfern aufgrund der aufnahmefähigen Oberflächeneigenschaften der Mineralwolle oft ein besonderes Risiko gesehen wird.

Die Messungen zur Partikelemission (Faserfreisetzung etc.) bestätigten für die in einem Reinraum der Luftreinheitsklasse ISO Klasse 1 geprüften Schalldämpferbauarten, „dass der Prüfling keinen signifikanten Beitrag zu erhöhten Staub- oder Partikelbelastungen in der erzeugten Luftströmung leistet.“^[4]

Die vereinzelt im Zusammenhang mit Mineralwolle kritisch angesehene Partikelemission hat sich also für Lindab-Schalldämpfer als unbegründet bestätigt.

Selbst bei der Prüfung des Ausgasungsverhaltens bei Temperaturen bis 120°C wurden bei der in den AeroDIM-Baureihen eingesetzten Mineralwoll-/Glasseidengewebekombination Lindtec keine flüchtigen organischen Emissionen detektiert.

Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden auf Basis weiterer Normen (z.B. VDI 2083-4) aus dem Reinraumbereich ausgewertet und mit einer Qualifizierungsbescheinigung dokumentiert bzw. unter der IPA-Report-No. LI 0502-319 beurkundet.

Die Schalldämpferbauarten wurden auch durch Unternehmen aus dem Instandhaltungs- und Wartungsbereich positiv begutachtet, so dass auch die einfache

Reinigungsmöglichkeit im Rahmen von Wartungsarbeiten sichergestellt ist. Somit entsprechen die Schalldämpfer nicht nur den Anforderungen nach VDI 6022 für normale RLT-Anwendungen, sondern erfüllen noch weitergehende Voraussetzungen, um in „reinen Räumen“, z. B. zusammen mit dem Luftleitungssystem LindabClean „zum Einsatz zu gelangen.“

Zusammenfassung

Folgende Anforderungen sind also an Schalldämpfer in Luftleitungen zu stellen:

- ▶ Energieeffizienz
 - niedriger Druckverlust
 - optimierte An- und Abströmung
- ▶ Akustik
 - den Anforderungen entsprechende Schalldämpfung
 - niedrige Eigenschallerzeugung
- ▶ Hygiene
 - mikrobiell inerte Materialauswahl
 - geringste Partikelemission
 - keine Schadstoffemission
- ▶ Wartungsfreundlichkeit
 - Zugänglichkeit
 - Reinigbarkeit
- ▶ Ziel
 - Reduzierte Kosten während des Lebenskreislaufes (LCC)

Anmerkung: Die Kosten während des Lebenskreislaufes (LCC) sind gemäß DIN EN 13779 wie folgt definiert:

Summe aus Anfangsinvestitionen und dem gegenwärtigen Wert der gesamten Betriebs- und Instandhaltungskosten.

Die vorliegenden Messergebnisse sowohl von akustischer/lufttechnischer Seite wie auch seitens der im Rahmen der Fraunhofer-Untersuchung durchgeführten hygiene- und reinheitsrelevanten Untersuchungen, dokumentieren den heutigen Stand der Technik. Frühzeitige Berücksichtigung der geeigneten Schalldämpfer im Planungsstadium und in der Folge eine fachgerechte Anlagenerrichtung tragen dazu bei, die normativen Energieeinspar- und Hygieneziele nachhaltig zu erreichen, eine hohe Anlagenverfügbarkeit zu sichern sowie Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen zu ermöglichen und somit

zu einer Kostenoptimierung über die Anlagenlebensdauer beizutragen. Um für den Planer größtmögliche Sicherheit bei der tatsächlichen Erreichung des geplanten Energiebedarfes zu ermöglichen, sollte die Ausschreibung von Schalldämpfern ergänzt werden um die Anforderungsstufen nach DIN EN 13779 hinsichtlich des Druckes.

- ▶ niedrig ≤ 30 Pa
- ▶ mittel ≤ 50 Pa
- ▶ hoch ≤ 80 Pa

Für Ausschreibungen in GAEB ist diese Klassifizierung bereits eingeführt. So kann die Planung mit einer Obergrenze für den Druckverlust erfolgen und der Anbieter hat dennoch einen gewissen Spielraum. Kulissen-Schalldämpfer der AeroDIM-Baureihen bieten gerade unter diesem Gesichtspunkt nicht nur Vorteile hinsichtlich Hygiene nach VDI 6022 oder den künftigen energetischen Anforderungen nach EnEV

bzw. EPBD, sondern insbesondere auch bei einer ganzheitlichen Kostenbetrachtung.

Erwähnte Richtlinien und Normen:

EPBD RICHTLINIE 2002/91/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

EnEV 2009 Energieeinsparverordnung, Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden

VDI 6022 Blatt 1 Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte

DIN V 18599-3 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

DIN EN 13779 Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Klima- und Lüftungsanlagen, Sept. 2007

DIN EN ISO 846 Kunststoffe – Bestimmung der Einwirkung von Mikroorganismen auf Kunststoffe
VDI 2083 Blatt 4 Reinraumtechnik - Oberflächereinheit

Literaturverweise:

- [1] Grundlagen der Schalldämpferauslegung, Prof. Dr.-Ing. Helmut V. Fuchs, ehemals IBP, Fraunhofer Stuttgart; IKZ Fachplaner 12/2007
- [2] Schalldämpfer für Lüftungsanlagen, Jan Behrens, Lindab GmbH; IKZ Fachplaner 7/2006
- [3] „Spezifisch weniger Leistung“, CCI 08/2010
- [4] Reinheitstauglichkeitsuntersuchungen an RLT-Komponenten der Fa. Lindab, Report No. LI 0502-319, Fraunhofer IPA, Stuttgart, 03/2005 (Qualifizierungsbescheinigungen können von Lindab im Auftragsfall zur Verfügung gestellt werden)

Autor

*Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Luft,
Produktmanager
Lindab, 22941 Bargteheide
Fotos / Grafiken: Lindab
www.lindab.de*

AL-KO

LÜFTUNGS- UND KLIMAGERÄTE EASYAIR®



**Kompakt –
hocheffizient**

! WRG bis 90 %
(trocken DIN EN 308)

! für Luftmengen von
650 – 13.000 m³/h

! EC-Ventilatoren

DER EINFACHE WEG ZUM EASYAIR®

EASYAIR® select

<http://easyair.al-ko.de>