

© Isolite

Formkörper für reduzierte akustische Emissionen im Cold-End-Bereich

AUTOREN



Michael Knoll, B. Eng.
ist Technischer Direktor bei der Isolite GmbH in Ludwigshafen.



Manuel Kühn, B. Eng.
arbeitet in der Abteilung Forschung & Entwicklung bei der Isolite GmbH in Ludwigshafen.

Nahezu jeder Endschalldämpfer ist innenliegend gedämmt, jedoch unterscheiden sich die verschiedenen Einbringungsweisen und Wirkungen. Der Dämmspezialist Isolite hat auf Basis einer effekttexturierten ECR-Endlosglasfaser (E-Glass Corrosion Resistant) einen passgenauen Formkörper ohne organische Bindemittel entwickelt. Neben seinen akustischen Eigenschaften überzeugt das Material im Cold-End-Bereich der Abgasanlage unter anderem durch seine hohe Umweltverträglichkeit.

MATERIALVORGABEN

Der akustische Absorptionsgrad α einer Dämmung ergibt sich primär aus der Masse und Struktur des eingesetzten Bauteils. Gerade die Anwendung im Bereich des Endschalldämpfers stellt spezielle Forderungen an die entwickelnden Ingenieure. Hier stehen die thermischen

Materialansprüche heißgasführender Rohre der durch komplexe Bauraumstrukturen bedingten, herausfordernden Einbringung des Dämmkörpers gegenüber. Gleichzeitig bedeutet der Applikationsort eine hohe NVH-Beanspruchung des Materials wie auch der Konstruktion.

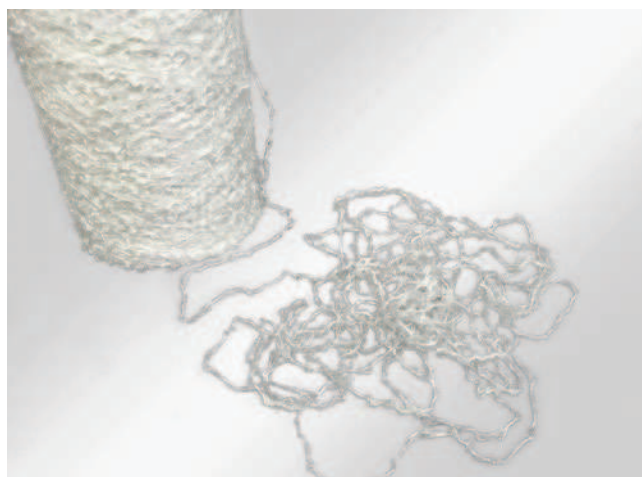
Isolite setzt bei der serienfähigen Lösung auf eine ECR-Glasfaser mit geöff-

netter Struktur. Stand der Technik ist hier eine effekttexturierte Endlosfaser. Dabei wird das Endlofilament im Produktionsprozess von der Roving-Spule ausgehend in einem mechanischen Vorgang geöffnet, **BILD 1**. Auf diese Weise verfügt die Faser über eine eigengedämpfte Funktion und wirkt dadurch später im Dämmkörper gleichermaßen als poröser wie auch Resonanzabsorber. Poröse Absorber nehmen auftretende Schallwellen aufgrund ihrer offenporigen Oberfläche extrem effektiv auf. Sie wirken besonders bei hohen Frequenzen und werden deshalb auch häufig als „Hochtonschlucken“ bezeichnet.

Resonanzabsorber stellen gewissermaßen die sinnvolle Ergänzung dar, da sie bevorzugt für tiefe Frequenzen eingesetzt werden. Sie wirken als „Feder-Masse-System“, bei dem auftretende Schallwellen Schwingungen anregen und nahe der Resonanzfrequenz über eine charakteristische Schallabsorption verfügen.

Einen Standard-Endschalldämpfer durchqueren ein oder mehrere heißgasführende Rohre, die thermische Belastung ist entsprechend hoch. Aus diesem Grund entschied sich der Dämmspezialist mit iTex estop für eine ECR-Glasfaser, die bis zu 750 °C stabil bleibt und je nach Tex-Zahl (Garnfeinheit) über einen Filament-Durchmesser von 14 bis 27 µm verfügt. Gegenüber Standardlösungen aus Dämmmatten mit einer vergleichsweise hohen Dichte bietet die geöffnete Faser ein wesentlich höheres Volumen. Dadurch kommt es zu einer maßgeblichen positiven Beeinflussung des thermoakustischen Potenzials, **BILD 2**.

BILD 1 Basis des Formkörpers ist eine hochvoluminisierte, effekttexturierte ECR-Endlosglasfaser (© Isolite)



GENUTZTES OPTIMIERUNGSPOTENZIAL

Bei der Dämmung von Endschalldämpfern konnten sich verschiedene Verfahren am Markt etablieren. Gerade bei besonders fordernden Bauraumgeometrien kommen gegenwärtig häufig Lösungen mit Schüttgut, lose eingebrachte oder mit organischen Hilfsstoffen versetzte Fasern (beispielsweise Mineralwollmatten) zum Einsatz. Eine weitere Möglichkeit bei weniger anspruchsvollen Bauräumen ist die Formgebung von Fasern mittels umgebender Beutel oder Strümpfe aus Polypropylen (PP) oder Polyethylen (PE). All diese Ansätze weisen mindestens zwei Gemeinsamkeiten auf: sie füllen den Bauraum nicht dauerhaft zu 100 % aus und sie bieten keine Positionstreu. Schüttgut und lose Fasern erreichen zwar auch verwinkelte Berei-

che, aber im Anwendungsalltag verrutschen sie leicht und lagern sich semi-permanent an bestimmten Positionen im Schalldämpfer verdichtet an. Langfristig ist eine gleichmäßige Dämmung auf diese Weise kaum möglich.

Zudem geht mit den meisten genannten Ansätzen durch ihre organischen Anteile ein zumindest kurzzeitig erhöhter Schadstoffausstoß einher. So verbrennen die PP-/PE-Beutel oder -Strümpfe bei der ersten Inbetriebnahme, eingesetzte gängige organische Bindemittel wie Phenolharz, Epoxidharz oder ungesättigtes Polyesterharz dampfen aus. Um diesem entgegenzutreten, entwickelte Isolite eine Lösung, die ohne jegliche organische Zusätze auskommt und trotzdem langfristig formstabil und positionstreu bleibt, **BILD 3**.

Der komplette und vor allem homogene Dämmkörper der Ludwigshafener



BILD 2 Die offenporige Oberfläche der 3-D-Formkörper sowie die effekttexturierte Struktur der Endlosfaser ermöglichen das hohe thermoakustische Potenzial (© Isolite)



BILD 3 Der Aufbau des Dämmkörpers ermöglicht es, auch herausfordernde Bauraumgeometrien widerzuspiegeln (© Isolite)

Spezialisten besteht aus einem einzigen Endlosglasfaserstrang, der ohne zusätzliche mechanische Verfestigung durch textile Verfahren wie Vernadeln oder Nähen auskommt. Vielmehr nutzten die Ingenieure ein eigens entwickeltes anorganisches Bindemittel, das bis zu einer Anwendungstemperatur von über 1000 °C stabil bleibt. Der eingesetzte Hilfsstoff aus einem kolloidalen Mineral wird bereits im Produktionsprozess eingebracht. Indem das Einzelfilament vor der Ablage in der Form mit dem Bindemittel versetzt wird, ist dieses später automatisch gleichmäßig im Bauteil verteilt. Durch die Formulierung des Bindemittels aus verschiedenen mineralischen Dispersionen entsteht eine homogene Mischung verschiedener Molekülgrößen, wodurch eine optimale Verbindung mit der Faser gewährleistet wird.

FORMDEFINITION UND EINBRINGUNG DES DÄMMKÖRPERS

Über die Tex-Zahl ist es möglich, die geforderte Masse des Formteils innerhalb eines besonders engen Toleranzbereichs zu realisieren, indem das Gewicht über die Abspulllänge der Endlosfaser definiert wird. Der Anlagerungs- beziehungsweise Ablagevorgang der Fasern in einer maximal detaillierten Negativform erlaubt es, auch komplexe Geometrien abzubilden.

Nach Einbringung des Bindemittels in die vorkonfektionierte ECR-Faser entsteht der Dämmkörper im Verlauf eines hochmodernen Thermoforming-Prozesses. Zuführte Wärme härtet dabei das

Bindemittel durch die gezielte Verflüchtigung der Flüssigkeitsrückstände besonders zügig wie auch materialschonend aus, wodurch eine dauerhafte Formstabilität entsteht. Die homogene Faseranordnung bleibt auf diese Weise permanent erhalten.

Obgleich es sich um ein einziges Multifilament handelt, besteht das Bauteil dennoch aus mehreren, fließend ineinander übergehenden Schichten. Hier sorgt die von außen nach innen zunehmende Flexibilität sowohl für eine hohe Montagefreundlichkeit als auch für eine effektive Schallabsorption im gesamten Bauteil. Speziell im Bereich von etwa 1000 bis 4500 Hz bietet die Lösung aus iTX estop einen deutlich besseren Absorptionsgrad (α) als aktuell am Markt verbreitete Produkte, **BILD 4**.

VORTEILE IM ANWENDUNGSFALL

Durch seine relativ feste aber dennoch offenporige äußere Schicht (Außenmantel) ist das Formteil eigenstabil und durch den faserigen Kern gleichzeitig eigengedämpft. Diese Charakteristika ermöglichen eine hohe Flexibilität bei der Verbauung des Formteils. Es kann zeitweilig nicht-permanent verformt und somit kurzfristig minimal komprimiert eingebracht werden. Indem es nach dem eigentlichen Montagevorgang wieder seine ursprüngliche Form einnimmt, bietet es auch bei anspruchsvollen Geometrien und einer angestrebten Dichte von 80 bis 120 g/l eine Raumauffüllung von bis zu 100 %. Gleichzeitig geht mit der höheren Flexibilität eine reduzierte Wahrscheinlichkeit für das Brechen der

Fasern beim Einbringen in den Bauraum einher.

Aktuell kommt die Dämmlösung bereits bei einem deutschen Premiumhersteller zum Einsatz. Hier bestehen durch eine besonders herausfordernde Architektur des Endschalldämpferinnenraums spezielle Formatansprüche, beispielsweise führen zwei heißgasführende Rohrleitungen durch den zu isolierenden Bereich. Die individuelle Lösung von Isolite konnte problemlos in den Montageprozess beim Hersteller implementiert werden. Bis dato am Markt verfügbare Ansätze mit PP-/PE-Strümpfen oder -Beuteln erwiesen sich als ebenso wenig zielführend und realisierbar wie vernadelte Matten oder lose eingebrachte Fasern. Letztere sind nicht nur deutlich weniger montagefreundlich durch potenziell abstehende Fasern, vielmehr bestünde zudem kaum eine Möglichkeit, die hindurchführenden Leitungen passgenau zu umschließen.

Der Dämmkörper aus ECR-Glasfaser hingegen bietet genau das. Indem das benötigte Volumen mittels Tex-Zahl besonders detail- und damit passgenau berechnet und produziert werden kann, ist bereits ein entscheidender Vorteil gegenüber den anderen Lösungen gegeben. Ein weiterer ergibt sich aus der flexiblen Faserstruktur: diese erlaubt einerseits eine temporäre Komprimierung ohne Faserbrüche, andererseits legt sich der Dämmkörper an den vorgesehenen Ausschnitten eng und mit nur minimalen Spaltmaßen um die Rohre, **BILD 5**. Gleiches gilt auch für die schlüssige Abdichtung des Dämmkörpers mit der Ummantelung des Endschalldämpfers.

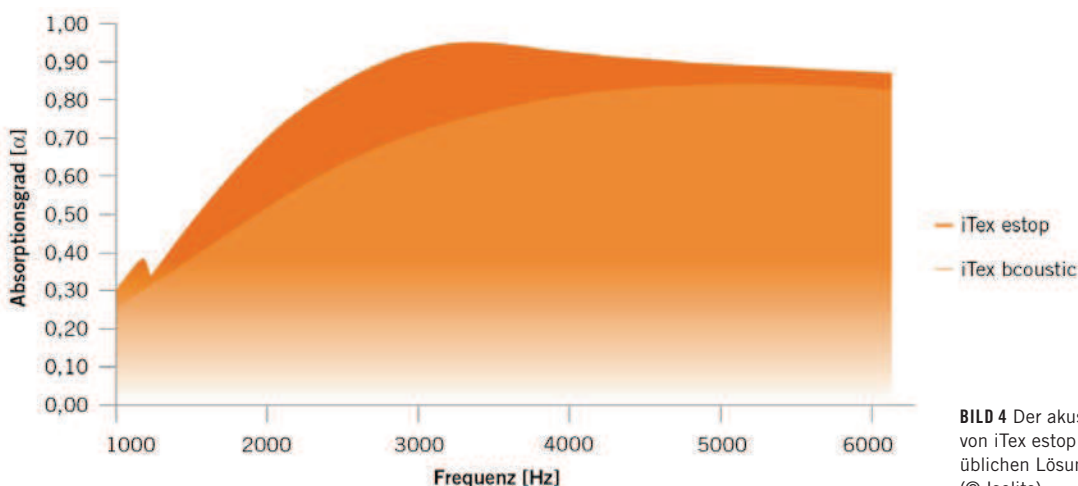


BILD 4 Der akustische Absorptionsgrad α von iTX estop ist im Vergleich zu marktüblichen Lösungen deutlich höher © Isolite

Die sich daraus ergebende hohe Positionstreue ermöglicht es, eine dauerhafte akustische Isolationswirkung von nahezu 100 % zu erzielen. Darüber hinaus realisiert Isolite die Positionstreue ohne Vermittlerstoffe. Die Lösung verwendet keinerlei Klebstoffe, die sich potenziell emissionserhöhend auswirken können, sondern nutzt ausschließlich Kompressionsdruck und Reibungswiderstand auf den Oberflächen der innenliegenden Trennwände, um den Dämmkörper dauerhaft im Endschalldämpfer zu positionieren. Selbst bei großen Amplituden der Außentemperatur behält das Formteil seine Lage zuverlässig bei, denn sowohl die ECR-Fasern als auch das Bindemittel verfügen über eine hohe Resistenz gegenüber äußeren Einflüssen. Mit einem Glühverlust von $\leq 1\%$ und einer linearen Schrumpfung von $\leq 1\%$ überzeugt iTex estop mit einer besonders stabilen Faserstruktur.

WIRKSAMES ZUSAMMENSPIEL

Den Endschalldämpfer durchfließen ein- und wieder ausgeleitete Heißgasströme. Die dabei wirkenden hohen Strömungsgeschwindigkeiten üben Druck auf die Fasern aus. Hierdurch entsteht bei Standardlösungen im Regelfall das Problem des sogenannten „Ausblasens“ von Fasern beim permanenten Kontakt mit dem Abgasstrom. Diese Gefahr besteht bei der neuen Lösung von Isolite nicht. Wie nicht nur das aktuelle Anwendungsbeispiel deutlich macht, arbeiten Fasermaterial und Bindemittel effektiv zusammen. Um das Formteil herum legt sich ein Mantel aus Bindemittel und sorgt für eine hohe Faserstabilität. Die offenporige Oberfläche und generelle Struktur unterstützt dies zusätzlich, da sie eine Durchströmung des Bauteils ermöglicht. Ein zusätzlicher Schutz wie beispielsweise durch Stahlwolle ist somit nicht notwendig, **BILD 6**.

Die strukturelle und thermische Stabilität der ECR-Fasern geht theoretisch über den Einsatz im Cold-End-Bereich deutlich hinaus und bietet dadurch wertvolle ergänzende Sicherheitsaspekte. Obwohl in der Region des Endschalldämpfers lediglich Temperaturen von circa 300 °C erreicht werden, sind die verwendeten Materialien bis 750 °C (ECR-Fasern) beziehungsweise sogar über 1000 °C (Bindemittel) einsetzbar. Auf diese Weise stellt auch eine punktu-

BILD 5 Der Dämmkörper legt sich an den vorgesehenen Ausschnitten eng und mit nur minimalen Spaltmaßen um die Rohre (© Isolite)



BILD 6 Der 3-D-Formkörper aus effekttexturierter ECR-Glasfaser kombiniert einen hohen Schallabsorptionsgrad, Montagefreundlichkeit, Passgenauigkeit sowie Umweltverträglichkeit mit einer konsequenten Positionstreue (© Isolite)



ell höhere thermische Belastung keinerlei Problem dar und weitere Einsatzbereiche im Vor- und Mittelschalldämpfer sowie anderen Applikationen bis 750 °C sind möglich.

AUSBLICK

Die Bedeutung akustischer Dämm Lösungen im Cold-End-Bereich geht längst über ein reines Komfortthema hinaus. Dazu tragen unter anderem die gesetzlichen Bemühungen um eine Reduzierung beziehungsweise Beschränkung des Vorbeifahr lärms in den Innenstädten bei. Sie sorgen für eine steigende Bedeutung der Thematik und machen neue Applikationsmöglichkeiten abseits des Premiumsegments denkbar. Dabei stellen kommunale Nutzfahrzeuge nur eine von vielen potenziellen Anwendungsbeispielen dar.

Der Dämmkörper von Isolite kombiniert seine zahlreichen Vorteile zu einer aktuell einzigartigen Lösung auf dem Markt. Ein hoher Schallabsorptionsgrad, hohe Montagefreundlichkeit und Passgenauigkeit sowie Umweltverträglichkeit und konsequente Positionstreue ergänzen dabei die zuverlässige und bis zu 100 % umfassende Raumfüllung komplexer Schalldämpfergeometrien bei homogener Faserverteilung. Aus diesen Gründen erfüllt Isolite mit seiner Lösung auch die relevanten und international anerkannten Normen eines deutschen Großserienherstellers.



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

Test now for 30 days free of charge:
www.atz-worldwide.com