

Verbessertes Thermomanagement durch neue Isolationssysteme

Die Entwicklungen bei den Abgasvorschriften stellen Automobilhersteller und -zulieferer vor immer neue Herausforderungen. Um die Emissionen zu verringern, fokussieren sie sich zunehmend auch auf die Optimierung des Thermomanagements. Die Isolite GmbH entwickelt intelligente Dämmsysteme, um das Thermomanagement der Fahrzeuge in allen Betriebszuständen mit entsprechenden Lösungen zu unterstützen.

NEUE GESETZGEBUNG – NEUE ANFORDERUNGEN

Hersteller und Zulieferer werden mit jeder neuen Emissionsnorm vor größere Herausforderungen gestellt. Seit Septem-

ber 2017 gelten in der EU für Pkw die Abgasnormen Euro 6c und Euro 6d TEMP, mit denen die zulässigen Grenzwerte für Kohlenstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Kohlenwasserstoff sowie Partikelmasse und -anzahl erneut verschärft

wurden. Die für die Einhaltung der gesetzlich geforderten Höchstwerte an Schadstoffemissionen erforderlichen Abgasnachbehandlungssysteme werden in der Folge immer komplexer. Sämtliche an der Reinigung beteiligten Komponenten sind dabei auf eine Mindestarbeitstemperatur, die sogenannte Light-off-Temperatur, angewiesen. Eine reguläre Herausfilterung der einzelnen Schadstoffe ist nur gewährleistet, wenn die einzelnen Bestandteile des entsprechenden Nachbehandlungssystems, bestehend aus Partikelfilter sowie Speicher-, Oxidations- und SCR(Selektive Catalytic Reduction)-Katalysator, eine Arbeitstemperatur zwischen 250 und 400 °C aufweisen. Diese Problematik betraf in der Vergangenheit zunächst Dieselfahrzeuge, welche die Reinigung, bedingt



AUTOREN



Michael Knoll

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



Manuel Kühn

B. Eng. arbeitet in der Abteilung Forschung und Entwicklung bei der Isolite GmbH in Ludwigshafen.



Jonas Boettcher

B. Eng. arbeitet in der Abteilung Forschung und Entwicklung bei der Isolite GmbH in Ludwigshafen.

durch ihre niedrigen Abgastemperaturen von 250 °C im Leerlauf und 800 °C im Vollastbereich, nicht durchgehend ordnungsgemäß umsetzen können. In Folge von Wärmeleitung und -strahlung sowie Konvektion treten im Bereich der abgasführenden Komponenten beträchtliche Wärmeverluste auf, welche die Temperatur des Abgases unter die zur Nachbehandlung notwendigen Mindestwerte sinken lässt. Diesem Effekt wird einerseits durch Dämmung und andererseits durch Energiezufuhr in Form von Kraftstoffeinspritzung entgegengewirkt.

Infolge der jüngst in Kraft getretenen Abgasnorm sind inzwischen auch Ottomotoren von der Thematik betroffen und werden mit einem Partikelfilter ausgestattet beziehungsweise nachgerüstet. Um ein vorschriftsmäßiges Arbeiten der

Nachbehandlungsanlage zu gewährleisten, wird diese idealerweise in direkter Nähe zum Motor platziert. Bauraumbedingt ist diese Umsetzung nicht immer realisierbar, weshalb Temperaturverluste im Abgas auf dem Weg zum Nachbehandlungssystem entstehen können. Entsprechend benötigen die Automobilhersteller deswegen zunehmend Isolations- und Dämmsysteme, um mittels Wärme- und der damit einhergehenden Energieerhaltung die Komponenten der Abgasnachbehandlung möglichst durchgängig aufzuheizen.

Doch auch die Isolation kann erst bei vollständiger Durchwärmung ihr Potenzial optimal nutzen. Basierend auf der Wärmebedarfsrechnung $Q_{\text{Iso}} = m \cdot c_p \cdot \Delta T$ kann die abgeführte Wärmemenge Q_{Iso} erst nach Erreichen einer kleinst-

möglichen Differenz zwischen Anfangs- und Endtemperatur, ΔT , reduziert und folglich im Abgasstrang erhalten werden, wodurch selbst ein passives System einen positiven Einfluss auf die Nachbehandlung nehmen kann. Die notwendige Zeit zum Aufheizen, auch Light-off-Phase genannt, gilt es im Hinblick auf den Kaltstart des Fahrzeuges sowie den Start-Stopp-Betrieb möglichst kurz zu halten, denn speziell bei diesen beiden Betriebspunkten ist der Emissionsausstoß ohne ausreichende Temperaturen im Abgassystem aktuell noch sehr hoch. Um diesem Effekt sowie dem – wenn auch nur geringfügig – durch die zusätzliche Kraftstoffeinspritzung gesteigerten Kraftstoffverbrauch entgegenzuwirken, arbeitet die Isolite GmbH an der Umsetzung entsprechender Lösungen.

MATERIALWAHL FÜR DIE ISOLATION

Heutige Pkw-Motoren können Abgastemperaturen von 800 bis 1050 °C generieren. Im Bereich heißer Abgas-komponenten, dem sogenannten Hot-End, werden folglich entsprechend hitzebeständige Materialien benötigt, mit deren optimierter Nutzung sich Isolite beschäftigt. Die den Anforderungen entsprechenden Isolationswerkstoffe werden zum Oberflächenschutz sowie zur Abschirmung der umliegenden Bauteile mit einem austenitischen, korrosionsbeständigen Stahl ummantelt, um den Wärmeerhalt zu gewährleisten. Die dreidimensionalen Faserformkörper, auf welchen die im Folgenden beschriebenen Systeme basieren, entstehen in einem speziellen Formgebungsprozess. Mithilfe von Additiven wird dabei eine auf die Anforderung des Kunden zugeschnittene Lösung geschaffen, die neben den thermischen und akustischen Eigenschaften auch Stabilität und Beständigkeit gewährleistet.

Je nach Anwendungsfall kann der Isolationswerkstoff gemäß Einsatzbereich und Anwendungstemperatur entsprechend gewählt werden. Die höchste Stabilität bei einer Daueranwendungstemperatur von 1000 °C weist dabei Silikatfaser auf. Alternativ lassen sich auch Glasfasern als ECR-Glas (Electro-Glass Corrosion Resistance) mit einer Beständigkeit bis 800 °C oder als sogenanntes E-Glas (Electro-Glass, bis 600 °C) einarbeiten.

INNOVATIVE ISOLATIONSSYSTEME

Um den neuen Herausforderungen entsprechend entgegenzuwirken, entwickelte Isolite ein passives, iTex Econ genanntes Dämmsystem, welches in ähnlicher Form bereits seit mehreren Jahren als iTex Ref-Iso Verwendung findet. Es basiert auf einem dreidimensionalen Faserformkörper mit strahlungsreflektierender Oberfläche, der mittels einer speziellen Beschichtung einen erhöhten TSR-Wert (Total Solar Reflectance) erreicht und somit durch Reflektion der Wärmestrahlung eine wirksame Energieerhaltung bietet.

Um das bestehende System für die Abgasmachbehandlung weiter zu optimieren, entwickelte Isolite die Basis des Ref-Iso-Patents weiter und brachte das Ergebnis Anfang 2017 auf den Markt. Das passive Dämmsystem iTex Econ unterscheidet sich in erster Linie im Hinblick auf seine Struktur und Funktionsweise von seinem Vorgänger, ist jedoch Formkörper und Installation betreffend vergleichbar. Unter dem Metallaußenmantel befindet sich eine Füllstoffisolation aus Fasermaterial, welches für eine geringe Wärmeleitfähigkeit sorgt. Entgegen der bisherigen Konstruktion weist die Isolierung eine gleichmäßige Struktur auf, wodurch in Verbindung mit dem abzudichtenden Bauteil rillenartige Hohlräume entstehen, **BILD 1**. Diese zwischen der Füllstoffisolation und der

BILD 1 Beim Dämmsystem iTex Econ durchziehen rillenartige Hohlräume den Bereich zwischen Füllstoffisolation und Metallummantelung zum zusätzlichen Energieerhalt (© Isolite)



Kontaktfläche verlaufenden Luftspeicher begünstigen den Energieerhalt zusätzlich. Luft benötigt im Vergleich zu herkömmlichen Isolationswerkstoffen eine weitaus geringere Energiemenge, um sich aufzuwärmen, wodurch der Energieverlust speziell in Aufheizphasen redu-

ziert wird. Die Kavitäten erlauben außerdem kaum Konvektion, was zur Folge hat, dass nahezu die gesamte Wärmeenergie im isolierten Bereich erhalten bleibt. Zugleich pendelt sich die für das Thermomanagement nötige Wärmeleitfähigkeit des Gesamtsystems, **BILD 2**, zwischen der von Luft und der der entsprechenden Füllstoffisolation (in diesem Fall Silikatfaser) ein. Die neue Isolationstechnologie findet in dieser Form bereits im Nutzfahrzeug- sowie im Pkw-Bereich Anwendung.

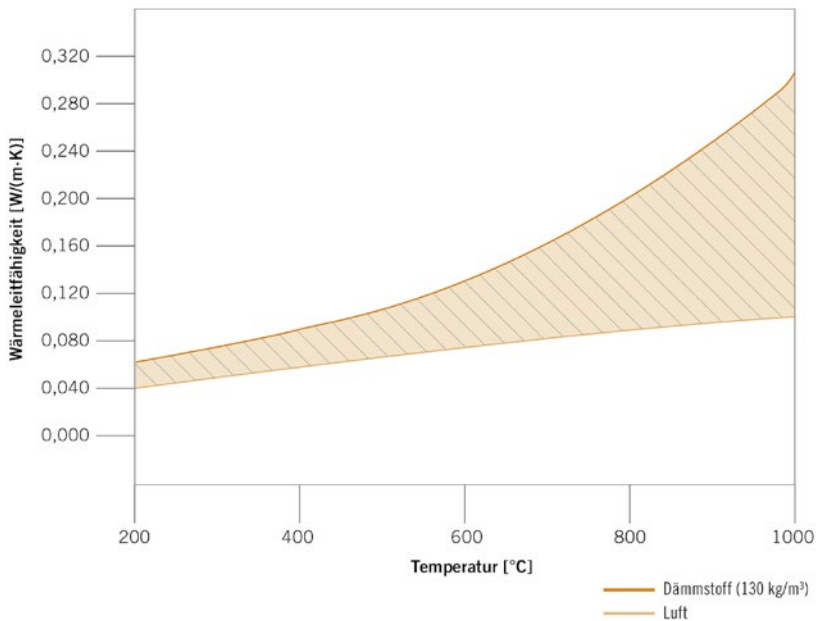


BILD 2 Wärmeleitfähigkeit von Silikatfaser und ruhender Luft im Vergleich (© Isolite)

AKTIVES THERMOMANAGEMENT

Neben der iTex-Econ-Technologie stellt Isolite zusätzlich eine aktive Regulierung des Thermomanagements im Isolationsystem zur Verfügung. Das speziell entwickelte sogenannte Heatpack unterscheidet sich durch den Isolationsansatz vom iTex Econ. Im Hinblick auf seine Wirkweise lässt es sich mit einem Heizkörper vergleichen, da elektrische Energie durch einen integrierten Heizleiter in Wärmeenergie umgewandelt wird, **BILD 3**. Eine Steuerelektronik ermöglicht die permanente Überwachung des Abgases und übermittelt so Echtzeitdaten an das System, das sich bei einem Abfall unter die

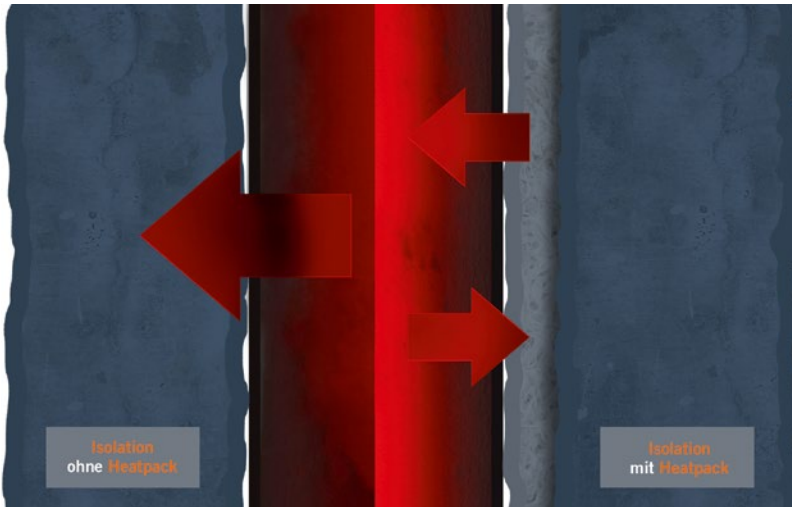


BILD 3 Die Isolation im Wärmemanagementsystem mit und ohne Heatpack (© Isolite)

Mindestarbeitstemperatur unverzüglich zuschaltet. Im Folgenden erhöht sich die Temperatur im Abgasstrang, wodurch auch in der Kaltstartphase, **BILD 4**, oder im instationären Betrieb, **BILD 5**, des Fahrzeugs die Temperaturdifferenz ΔT innerhalb kürzester Zeit ausgeglichen werden kann. Eine Umkehrung der Wärmestromrichtung während der Aufheizphase des Heatpacks ermöglicht zusätzlich eine weitere Verkürzung der Light-off-Phase. Je nach Bedarf lässt sich das Heatpack entweder eigenständig verwenden oder aber in das System integrieren. Auf diese Weise kann es in jedem Bereich eingesetzt werden, in dem aktiv Energie zugeführt werden muss.

Zusätzlich zu den passiven respektive aktiven Lösungen für die Direktisolation einzelner Bauteile des Abgasstrangs hat Isolite auch ein teilaktives, modulares System, den sogenannten Spülluftkanal, zur Isolation ganzer Bauteilgruppen ent-

wickelt, **BILD 6**. Derzeit exklusiv in einer Modellreihe eines deutschen Premiumherstellers verbaut, befindet sich eine universale Version bereits in der Entwicklung. In Hinblick auf die Bauweise setzt sich der Spülluftkanal aus zwei tiefgezogenen Edelstahlblechen zusammen. Die Konstruktion basiert auf zwei separaten Halbschalen mit einer in der Mitte entsprechend einem Sandwichaufbau eingearbeiteten Füllstoffisolation. Eigens entwickelte Verbindungs- und Verschlusselemente sowie ein Hochtemperaturdichtungssystem verbinden sie jeweils möglichst undurchlässig miteinander und wirken Undichtigkeiten entgegen.

Abhängig vom jeweiligen Betriebspunkt des Fahrzeugs sowie der benötigten Energiemenge wird die Abgasnachbehandlung durch die vorhandene Wärmemenge aktiv beeinflusst. Direkt im Bereich der Krümmer des Motors angebracht, umschließt der Spülluftkanal den

Abschnitt der abgasführenden bis hin zu den abgasreinigenden Komponenten und unterstützt die Optimierung des motornahen Thermomanagements. Er ist vor allem bei leistungsstarken Motoren mit vielen Zusatzaggregaten beziehungsweise bei Motoren, die in Folge von Downsizing eine erhöhte Hitzeentwicklung aufweisen, sinnvoll einsetzbar. Über die Regelung des elektrischen Steuergeräts lässt sich mithilfe des Motorlüfters je nach Bedarf Stauwärme erhalten oder abführen, wodurch sich etwaige Temperaturschwankungen im Motorbereich minimieren. Aufgrund dieser Möglichkeiten wird überschüssige Wärmenergie im Bereich des Motorblocks, der Turbolader sowie der Krümmer nicht nur zweckmäßig durch Kühlung als Verlustwärme abgeführt, sondern kann durch die umschließende Struktur in Bereiche der Abgasanlage mit erhöhtem Energiebedarf transferiert werden.

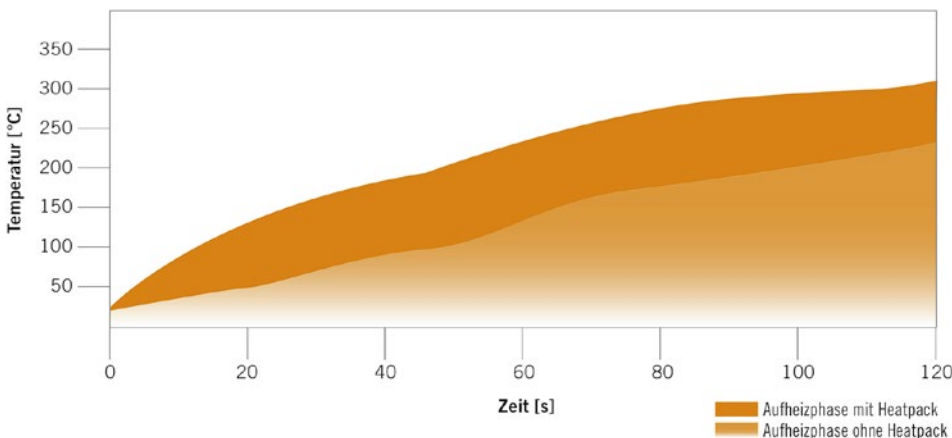
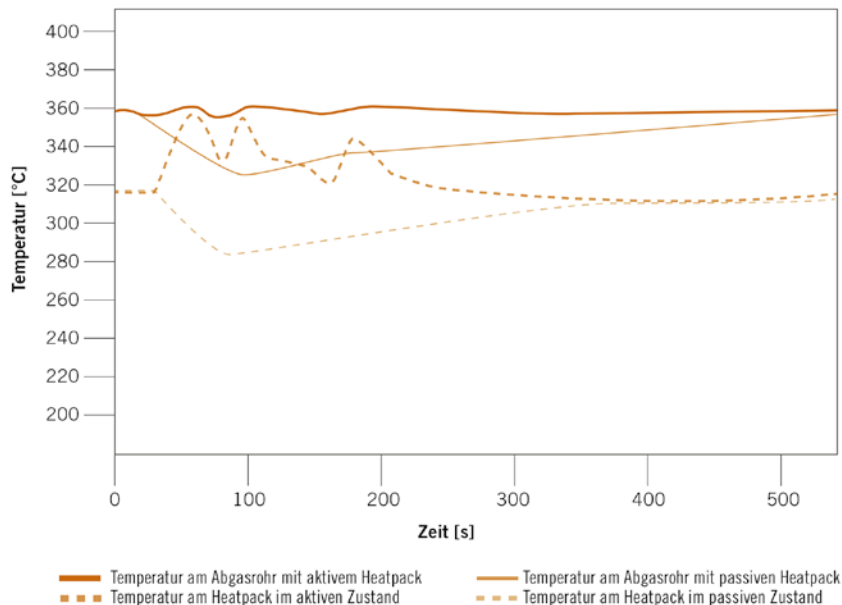


BILD 4 Simulation eines Kaltstarts: Messung der Anspringtemperatur mit und ohne Heatpack-System zeigt eine deutliche Steigerung der Temperaturen, wodurch das Abgasnachbehandlungssystem effektiver arbeitet (© Isolite)

BILD 5 Simulation der Start-Stopp-Phase: Mit aktivem Heatpack-System weisen die Abgase eine konstante Temperatur am Abgasrohr auf, was ein dauerhaftes regelkonformes Funktionieren des Abgasnachbehandlungssystems ermöglicht (© Isolite)



AUSBLICK AUF KÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN

Mit den Erfahrungen auf dem Gebiet der Hochtemperaturisolation entwickelt Isolite bestehende Systeme im Hinblick auf aktuelle und zukünftige Marktentwicklungen kontinuierlich weiter. So beschäftigt sich das Unternehmen aktuell beispielsweise mit Versuchsreihen zum Einsatz des Heatpacks im Hochspannungsbereich sowie einer Version des Spülluftkanals aus Polymer, um sein Gewicht zu reduzieren und somit auch seine Einsatzmöglichkeiten zu erhöhen.

Doch auch die aktuellen Trends und Entwicklungen der Automobilindustrie hin zur Elektromobilität werden Isolationen benötigen. Die Abgasnachbehandlung wird beim CO₂-neutralen Individualverkehr zwar keine Rolle mehr spielen, jedoch wird das Thermomanagement von zentraler Bedeutung sein. Intelligente Dämm- und Isolationsysteme bilden auch in Zukunft die Grundvoraussetzung für eine möglichst effektive Regulierung der im Elektrofahrzeug anfallenden Wärmeströme und stellen somit auch einen Faktor für dessen Leistungsfähigkeit dar. Entsprechende Technologien sind essentiell für das Management sowie den Transport der im Fahrzeug anfallenden Wärme- und Kälteströme. So spielt ein leistungsfähiges Thermomanagement für die Verfügbarkeit der Batterie unter allen Betriebsbedingungen im Elektrofahrzeug eine ebenso große Rolle wie für die Reduktion des benötigten Energieaufwands. Eine entsprechende Isolation unterstützt die Batterie beispielsweise beim Halten ihres optimalen Betriebspunkts und stellt damit einen essentiellen Aspekt für ihre Leistungsfähigkeit dar. Auch die Reichweite, die im aktuellen Diskurs eine große Rolle spielt, kann mittels eines entsprechend ausgelegten Thermomanagements deutlich erweitert werden. Isolite forscht an der Übertragbarkeit der bereits bestehenden Systeme sowie an der Konstruktion neuer Lösungen für den künftigen Kundenbedarf.



BILD 6 Der Spülluftkanal umschließt die abgasführenden bis hin zu den abgasreinigenden Komponenten (© Isolite)



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

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

