

**Pressemitteilung****FOSTA - Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.****Dipl.-Ing. Rainer Salomon**

08.02.2013

<http://idw-online.de/de/news518545>Forschungs- / Wissenstransfer, Forschungsergebnisse,  
Gesellschaft, Maschinenbau, Meer / Klima, Umwelt / Ökologie, Werkstoffwissenschaften  
überregional**Kältemittel für KFZ-Klimaanlagen - CO<sub>2</sub> ist eine Alternative**

Als Alternative zum Kältemittel R1234yf als Nachfolger von R134a ist auch der Einsatz von CO<sub>2</sub> als Kältemittel für KFZ-Klimaanlagen denkbar. Die Verwendung des nicht brennbaren und umweltneutralen CO<sub>2</sub> als Kältemittel erfordert aber eine andere Konstruktion der Klimaanlagen. Diese mit CO<sub>2</sub> betriebenen Klimaanlagen bieten außerdem den Vorteil, dass sie sowohl zum Kühlen als auch zum Heizen eingesetzt werden können. Bereits 2007 hat die FOSTA - Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. ein Forschungsvorhaben zur Unterstützung des CO<sub>2</sub>-Einsatzes für Kfz-Klimaanlagen erfolgreich abgeschlossen.

In dem Forschungsvorhaben P 619 "Qualifizierung von Stahlgehäusen für Verdichter einer neuen Generation von Kfz-Klimaanlagen" wurde als Demonstrator ein Verdichter entwickelt und erprobt, dessen Gehäuse aus Stahl hergestellt ist. Mit dem Stahlgehäuse wurde somit ein neuer Weg beschritten. Der Grund hierfür war, dass bei den neuen Verdichtern mit deutlich höheren Gehäuseinnendrücken bis 132 bar und Temperaturen bis 150 °C für Klimaanlagen zu rechnen ist, die eine Zeitstandbeanspruchung des Aluminiums bewirken dürften, mit der ein mögliches Dauerfestigkeitsproblem und nicht tolerierbare Kriechdehnungen zu erwarten sind. Bei Stahl hingegen ist Kriechen im Temperaturbereich bis 300 °C zu vernachlässigen.

Für das Stahlgehäuse bot sich im Hinblick auf eine möglichst kostengünstige Fertigung eine zylindrische Form an. Um die mechanische Bearbeitung auf ein Minimum zu reduzieren, wurde diese über Kaltfließpressen vorgeformt. Im Rahmen des Vorhabens wurden mehrere Entwicklungsstufen des Gehäuses erprobt. Die letzte stellt eine Schweißkonstruktion dar. Der zylindrische Bereich des Gehäuses mit Boden (Housing Tube) ist aus Werkstoff S420NL (1.8912) kaltfließgepresst, das sogenannte Insert, das im Wesentlichen die Lagerung der Antriebswelle übernimmt, ist aus Werkstoff S460N (1.8901) spanend gefertigt und über eine Laser-Rundnaht in den Gehäuseboden eingeschweißt. Das Festigkeits- und Lebensdauerpotential des Gehäuses wurde sowohl experimentell anhand von Berst- und Schwingversuchen als auch numerisch über Finite Elemente Analysen untersucht. Die Charakterisierung des Gehäusewerkstoffes, der Nahtqualität und des Zustandes der Gehäuse nach den experimentellen Erprobungen erfolgte über mechanisch-technologische, zerstörungsfreie, metallografische und fraktografische Prüfmethoden. Parallel hierzu wurde vom Verdichterhersteller die in den R134a-Anlagen bewährte Verdichtertechnik an die zylindrische Gehäuseform angepasst, für die wesentlich höheren Betriebsdrücke und -temperaturen neu ausgelegt und in Prüfstandsuntersuchungen erprobt und ertüchtigt.

Für die das Vorhaben abschließenden Gehäuseuntersuchungen wurden zwei Erprobungsserien zu je zwanzig Gehäusen gefertigt. Hiervon wurden neun vor allem in dem mit besonderem Augenmerk zu betrachtenden Bereich der Laser-Rundnaht zerstörungsfrei und metallografisch untersucht. Bis auf Poren, die primär im Nahtauslauf auftraten, ergaben sich keine Befunde, die negativ zu bewerten waren. Bei den durchgeführten Berst- und Schwingversuchen trat in keinem Fall ein durch die Poren initiiertes Versagen auf. Die Lebensdauerbewertung der Gehäuse erfolgte anhand der aus Finite Elemente Analysen und Bauteil-Schwingversuchen erzielten Ergebnisse. Hierzu herangezogen wurden die zwei Betriebslastfälle "Extrembetrieb" (Einschalten der Klimaanlage unter sehr hohen Umgebungstemperaturen) und "AC-Normalbetrieb". Für ersteren ergab sich auf der Basis der vorgegebenen Betriebszyklen eine Schwingspielsicherheit

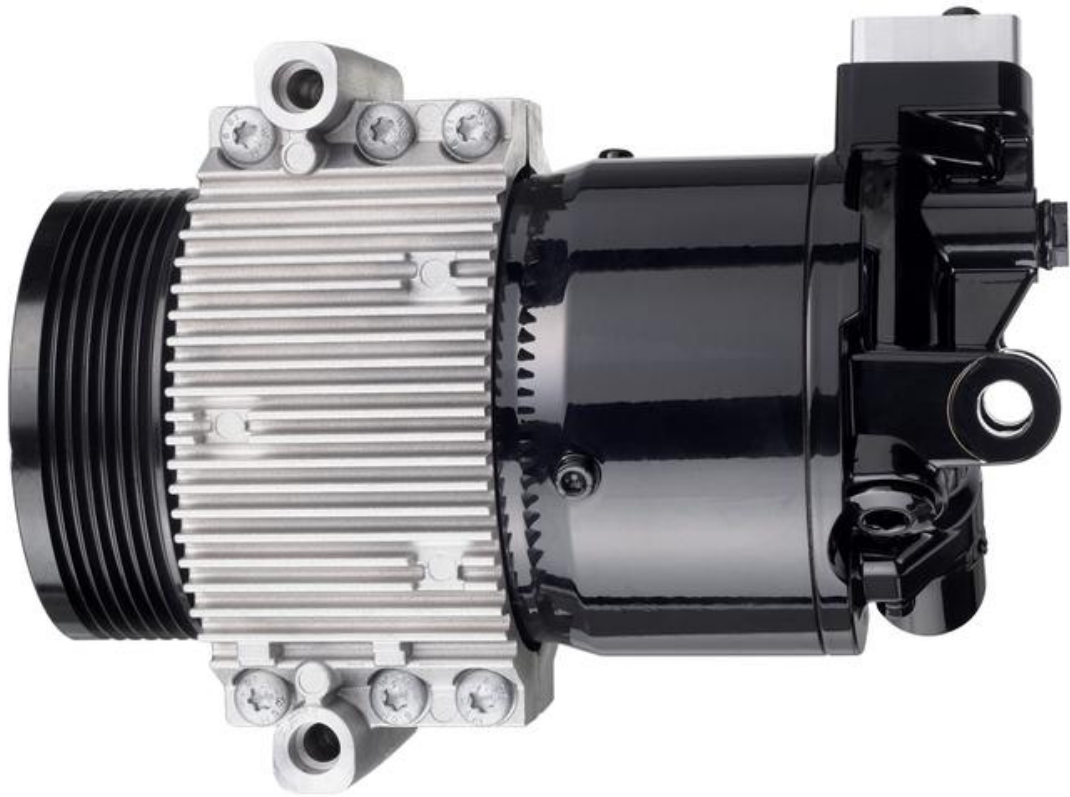
von  $S > 300$ . Für den "AC-Normalbetrieb" ist unter der Maßgabe der Definition der Gehäusedauerfestigkeit mit  $N > 10^7$  Schwingspielen bei einer Betriebsdauer von 5000 h eine Gehäuseausfallwahrscheinlichkeit von 0,1 bis 1,0 % anzusetzen. Mit zwei Gehäusen, die für den Belastungsfall "Extrembetrieb" erprobt wurden und hierbei  $N \approx 10^7$  Schwingspiele ertrugen, was quasi gleichzusetzen ist mit dem Betriebsende (Ende of Life, EOL), wurden bei 150 °C und -40 °C Berstversuche durchgeführt. Die erzielten Maximaldrücke lagen jeweils über den von SAE für die Gehäuse im EOL-Zustand geforderten Mindest-Versagensdrücken. In keinem Fall trat Versagen durch Bersten auf, sondern jeweils infolge Undichtheit an der Abdichtung der Schraubverbindung zwischen Gehäuse und Zylinderkopf.

Die erzielten Untersuchungsergebnisse beschreiben somit einen Stand des Verdichtergehäuses aus Stahl, der als gute Basis für die Optimierung des Gehäuses hin zur Serienreife betrachtet werden kann. Gegenüber Aluminiumgehäusen dürfte sich hierbei als Vorteil erweisen, dass ein mögliches, die Lebensdauer beeinflussendes Kriechverhalten bei den gegebenen Betriebstemperaturen beim Werkstoff Stahl nicht zu erwarten ist.

Das Forschungsvorhaben wurde an der Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart, mit fachlicher Begleitung und mit finanzieller Förderung durch die Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, aus Mitteln der Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen, durchgeführt. Der ausführliche Forschungsbericht zu diesem Vorhaben kann bei der Verlag und Vertriebsgesellschaft per Fax (+49 (0)211 67 07 129) bestellt werden und umfasst 188 Seiten. Schutzgebühr: € 46,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-45-3.

Mitglieder der FOSTA sind führende Stahlhersteller, Stahl verarbeitende Unternehmen und Forschungsinstitute. Zu den Mitgliedern gehören Arcelor Mittal Bremen GmbH, Arcelor Mittal Eisenhüttenstadt GmbH, ArcelorMittal Steel Germany GmbH, Deutsche Edelstahlwerke GmbH, Edelstahl Vereinigung, Georgsmarienhütte GmbH, Outokumpu Nirosta GmbH, Salzgitter AG Stahl und Technologie, Saarstahl AG, Stahlwerk Thüringen GmbH, ThyssenKrupp Steel Europe AG, V & M DEUTSCHLAND GmbH, voestalpine Stahl GmbH, Benteler AG, Daimler AG, Volkswagen AG u.a.

URL zur Pressemitteilung: <http://www.stahlforschung.de>



Demonstrator: Kfz-Klimaanlage mit Verdichtergehäuse aus Stahl