



© I LOVE ADVENTURE | AdobeStock

Bauraum und Gewicht sparen

Flüssigkeitskühlung elektronischer Steuergeräte

In Kooperation mit dem Wuppertaler Unternehmen Aptiv hat die WKW.group ein Kühlkonzept entwickelt, das maßgeblich zur Reduzierung von Gewicht und Bauraum bei Fahrzeugen mit Assistenzsystemen beiträgt.

Lothar Löchte, Stefan Hackländer und Frank Adam

Moderne Fahrzeuge verfügen über bis zu 100 Steuergeräte, die wiederum jeweils verschiedene Elektronikkomponenten enthalten. Bereits bei Elektronikbauteilen für heutige Fahrzeuge – beispielsweise für Fahrassistenzsysteme – sind beachtliche Wärmemengen abzuführen.

Mit der zunehmenden Elektrifizierung und zunehmenden autonomen Fahrfunktionen zukünftiger Mobilitätskonzepte wird die benötigte Rechenleistung der zentralen elektronischen Steuereinheiten (Electronic Control Unit, ECU) der Fahrzeuge ansteigen. Die dafür benötigten leistungsfähigeren Prozessoren und Systems-on-a-Chip (SoCs) werden die zukünftig benötigte elektrische Leistung und damit wiederum die produzierte Abwärme deutlich ansteigen lassen, die zum sicheren Betrieb der ECUs aus deren Gehäusen abtrans-

portiert werden muss. Ab einer elektrischen Leistung von ca. 150 W können nur flüssigkeitsgekühlte Systeme eine ausreichende Entwärmungsleistung zur Kühlung der ECU zur Verfügung stellen. Bei zu erwartenden Verlustleistungen künftiger Steuergeräte ist es allerdings auch absehbar, dass aktuelle Flüssig-

keitskühlungen und ihre Kühlplatten (Coldplates) die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit erreichen werden.

Neues Kühlkonzept

Neben den Prozessoren für autonome Fahrfunktionen hat auch die Leistungs-

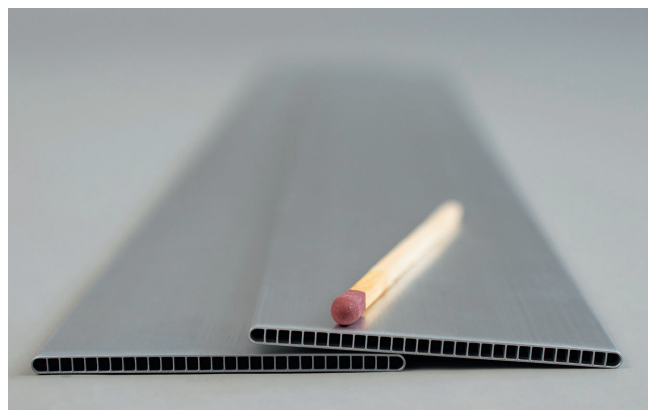


Bild 1: Micro Multi Port (MMP) mit der Abmessung 60 mm x 3 mm und 29 Kamern. © WKWgroup



Bild 2: Übersichtsaufnahme des Prototyps ©WKW.group

elektronik batterieelektrischer Fahrzeuge Kühlbedarf. Die Leistungselektronik in Elektro- oder auch Hybridfahrzeugen stellt das zentrale Bindeglied zwischen Elektromotor und Hochvolt-Batterie her. Eine der wesentlichen Aufgaben ist u.a. die Wandlung von Gleich- in Wechselstrom und zurück. Auch diese Kühlaufgabe ist zumeist nur mit Flüssigkeitskühlung zu lösen.

In einer Kooperation zwischen Aptiv und der WKW.group wurde im Rahmen einer Konzeptstudie ein Kühlkonzept am Beispiel einer PCB für ein Fahrzeug mit Assistenzsystemen entwickelt, das nicht nur die erforderlichen Kühlbedingungen erfüllt, sondern auch noch Gewicht und Bauraum der Kühleinheit minimiert.

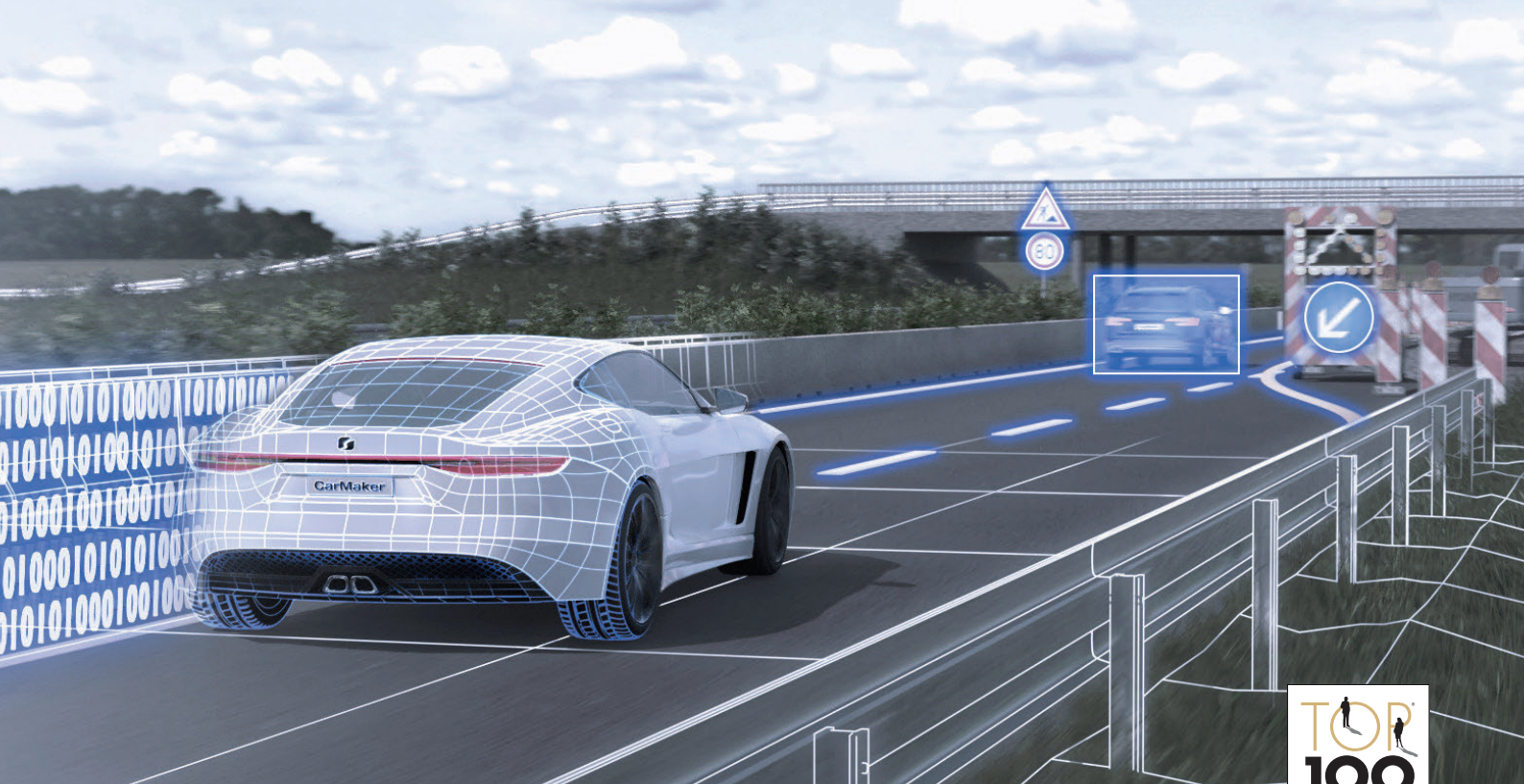
Die neu entwickelte optimierte Coldplate basiert auf Mehrkanalfachrohren

(Micro Multi Port, MMP) aus Aluminium der 3000er Serie (z.B. EN AW 3102). MMPs sind nicht nur für die Komponenten von Klimaanlagen und Verdampfern seit vielen Jahren in der Serienanwendung, sondern auch für Batteriekühlungslösungen von Elektrofahrzeugen. Durch ihre geringen Wandstärken, die Vielzahl äußerst kleiner Kammern und die dadurch sehr hohe innere Oberfläche, sowie die gute Wärmeleitfähigkeit von 160 bis 200 W/mK versus ca. 130 W/mK bei Druckgusswerkstoffen können sie hohe Wärmemengen in kurzer Zeit abtransportieren. Als Medium sind handelsübliche Kühlmittel (Wasser/Glykol) oder auch Kältemittel (R1234yf oder CO₂) wählbar und seit geraumer Zeit im Serieneinsatz.

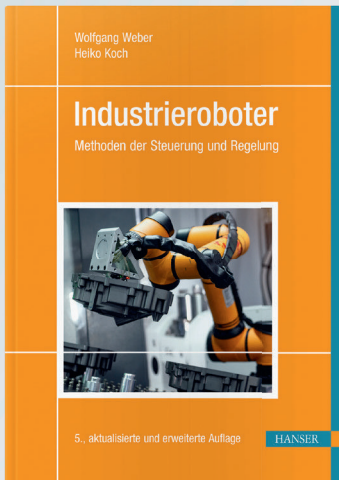
Wärmeleitpaste reduzieren

Für einen Prototyp der neuartigen Flüssigkeitskühlung wurde ein MMP (Bild 1) mit den Außenabmessungen 60 mm x 3 mm, einer Wandstärke von 0,35

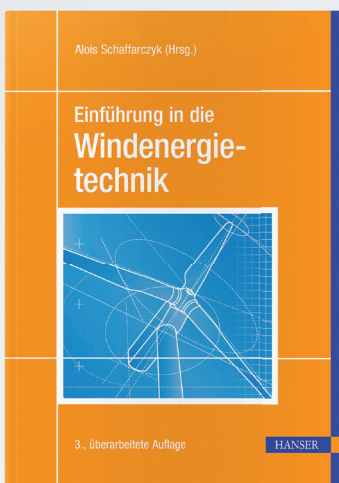
Ihr Partner für den virtuellen Fahrversuch



Kompakter Einstieg und Überblick



ISBN 978-3-446-46869-6 | € 34,99



ISBN 978-3-446-46576-3 | € 49,99



ISBN 978-3-446-46914-3 | € 34,99

mm und 29 Kammern verwendet. Diese Geometrie ist gut geeignet für die Nutzung von Wasser/Glykol als Kühlmedium.

Das MMP und die eigentliche Kühlplatte sind durch Lötens miteinander verbunden (**Bild 2**). Der flächige metallische Kontakt stellt die bestmögliche Wärmeleitung sicher. Die Wahl eines geeigneten Lots ermöglicht das Lötens an Luft-Atmosphäre. Die Coldplate wiederum ist mit den zu kühlenden Bauelementen auf der Leiterplatte der ECU in gutem thermischem Kontakt. Um Fertigungsstreuungen der elektronischen Bauelemente auszugleichen, wird üblicherweise Wärmeleitpaste zwischen der Kühlplatte und den Bauelementen aufgetragen. Das neue Konzept erlaubte es, die Menge an nötiger Wärmeleitpaste auf ein Minimum zu reduzieren. Das ist äußerst wichtig, weil die Wärmeleitfähigkeit der Wärmeleitpasten um einen Faktor 40 geringer ist, als die der verwendeten Aluminiumlegierungen. Daher stellen diese notwendigen Wärmeleitpasten immer einen thermischen Widerstand im Entwärmungspfad dar, den es zu optimieren gilt. Neben der verbesserten Entwärmungsleistung kann über die Minimierung an Wärmeleitpaste eine Kosteneinsparung erzielt werden.

Die Coldplates des Prototyps werden durch einen externen, fahrzeugeitigen Kühlmittelkreislauf mit Kühlmittel versorgt. Das Kühlmittel wird am Gehäuse der elektronischen Steuereinheit in einen Kühlmittelanschluss gespeist und von dort durch die MMPs zu einem zweiten Kühlmittelanschluss transportiert, um dort das Gehäuse wieder zu verlassen. Das Kühlmittel lässt sich im Anschluss wieder über einen Chiller herunterkühlen.

Thermische Simulation

Die Entwärmungsleistung des Prototyps wurde mit Hilfe thermischer Simulationen charakterisiert. Die Coldplate stellt sicher, dass sich die Bauelemente nicht oberhalb von ihrer spezifizierten Betriebstemperatur erwärmen. Die Kühlleistung ist gegenüber konventionellen Kühlkörpern um bis zu 10 Prozent verbessert. Darüber hinaus können im Vergleich zu herkömmlichen, über Druckguss hergestellten Lösungen rund 35 Prozent Gewicht eingespart werden, was ungefähr einem Kilogramm entspricht. Darüber hinaus



Bild 3: Detailaufnahme der Anschlussstechnik des Prototyps. ©WKW.group

bieten sich durch das kompakte Design, insbesondere der MMPs, Möglichkeiten der Minimierung des benötigten Bauraums. Im Vergleich zu Druckgusslösungen werden bei der MMP-basierten Coldplate maximal 10 mm in Z-Richtung benötigt, was einer Einsparung von ca. 50 Prozent entspricht.

Schlussfolgerungen

Die Coldplate bedient den Bedarf nach Flüssigkeitskühlung elektronischer Steuereinheiten heutiger und zukünftiger Mobilitätskonzepte. Die benötigte Kühlleistung kann bei deutlich reduziertem Gewicht, nämlich ca. 35 Prozent Einsparung, gegenüber einer herkömmlichen Druckgusslösung gewährleistet werden und ermöglicht außerdem Einsparung von Bauraum in Z-Richtung durch das flache Design der verwendeten MMPs. Neben dem für den Prototyp verwendeten Kühlmittel (Wasser/Glykol) eröffnet die Verwendung von MMPs auch die Möglichkeit der Nutzung von Kältemittel aus der Klimaanlage und somit noch einen weiteren deutlichen Sprung in der Entwärmungsleistung. ■ (eck)

www.wkw.com



Dr.-Ing. Lothar Löchte leitet bei der Erbslöh Aluminium GmbH (WKW.extrusion) den Bereich Produktengineering. ©WKW.group



Stefan Hackländer betreut als Teil von WKW Engineering (WKW.automotive) Neuentwicklungen und Entwicklungsprojekte. ©WKW.group



Dipl.-Phys. Frank Adam betreut bei Aptiv Services Deutschland Projekte und numerische Simulationen in der Vorentwicklung Hardware. ©Aptiv