



© Bertrand

Innenraumklimatisierung der Zukunft

AUTOR



Dr.-Ing. Kristofer Leach ist verantwortlich für das Thermomanagement und die elektrische Antriebsentwicklung bei Bertrand in Ingolstadt.

Die Innenraumklimatisierung ist ein wesentlicher Faktor für das Wohlbefinden der Fahrzeuginsassen. An warmen Tagen wird die Fahrgastzelle durch den Kältekreis gekühlt und bei niedrigen Außentemperaturen durch Motorabwärme geheizt. Bertrand zeigt, wie sich moderne Systeme anpassen müssen, um der Elektromobilität und dem autonomen Fahren gerecht zu werden.

HERAUSFORDERUNG ELEKTROFAHRZEUG

Der rein elektrische Antrieb stellt eine neue Herausforderung dar. Aufgrund des hohen Wirkungsgrads der E-Maschine ist dessen Abwärme so gering, dass dedizierte Komponenten für das Aufheizen des Innenraums bei kalten Außentemperaturen herangezogen werden müssen,

die als zusätzliche Verbraucher die Batterie belasten. Dennoch ist die Grundidee in einem Elektrofahrzeug die gleiche wie in einem konventionell angetriebenen Pkw: die Temperierung der gesamten Fahrzeuginnenatmosphäre. Angesaugte Frischluft wird durch die Klimaanlage entfeuchtet und auf eine für die Insassen angenehme Temperatur gebracht. Diese aufbereitete Zuluft wird

anschließend in erster Linie über das Cockpit und den Fußraum in die Fahrgastzelle befördert und entgegen der Fahrtrichtung durch den Innenraum geführt. Auslässe befinden sich gängigerweise im hinteren Teil des Fahrzeugs.

Zwar mag die Schaffung einer solchen Mikroatmosphäre ein scheinbar natürliches Vorgehen darstellen, jedoch ist diese Methode aus energetischer Sicht äußerst ineffizient – vor allem mit dem Vormarsch des Megatrends Elektromobilität und der damit verbundenen Reichweitenthematik.

NEUES INNENRAUMKONZEPT, NEUE KLIMATISIERUNGSMETHODEN

Ein weiterer Trend ist das autonome Fahren, wodurch eine einschlägige Umgestaltung des Fahrzeuginnenraums erfolgen muss. Ob das Entfallen des Lenkrads und des Cockpits, eine dynamische Sitzanordnung oder ein fahrbares Wohnzimmer – momentan stehen viele mögliche Zukunftsszenarien für den Innenraum zur Diskussion. Noch unklar ist, welche Varianten sich durchsetzen werden. Allerdings steht schon heute fest, dass es eine gravierende Umgestaltung und Modernisierung des Innenraums geben wird. Eine große Herausforderung ist die Entwicklung neuartiger Klimatisierungsmethoden, die sich in den Innenraum der Zukunft integrieren lassen, äußerst effizient arbeiten und unabhängig von Sitzanordnung und -ausrichtung sind.

Eine Möglichkeit ist die körpernahe Klimatisierung, **BILD 1**. Hier werden die Insassen unmittelbarer durch Wärmeleitung und Konvektion temperierter Luft klimatisiert. Erste Ansätze wie den Klimasitz gibt es bereits bei mehreren OEM in Serie. Sie unterstützen nach aktuellem

Stand nur den Komfort und arbeiten nicht autark auf die Klimatisierung der Insassen hin. Prototypen eines Klimasitzes versprechen eine selbstständig arbeitende Lösung, die mit Peltierelementen Wärme und Kälte erzeugen können. Der Wärmefluss wird zum einen über Kontaktflächen und zum anderen durch Luftstrom realisiert. Der Luftstrom erfolgt sowohl über die Sitzfläche als auch über seitliche Anströmung und schafft somit einen temperierten Kokon um den Körper. Als Ergebnis wird nahezu die gesamte Fläche des Insassen aus unmittelbarer Nähe geheizt und gekühlt. Energieverluste durch eine unnötig hohe Entfernung zwischen Klimaeinheit und Insasse werden so deutlich reduziert.

VARIANTEN DER ZUKUNFT

Weitere Möglichkeiten bieten eine zonengesteuerte Kühlung über Lufteinlässe im Fahrzeughimmel, gekoppelt mit Auslässen im Boden oder im Fußraum. Zwar wird hier wieder die gesamte Innenraumatmosphäre temperiert, jedoch ist dieser Ansatz, ähnlich wie der Klimasitz, deutlich flexibler bezogen auf die Anordnung der Insassen. In Anbetracht der Tatsache, dass bei einer überwiegend durch körpernahe Methoden umgesetzten Lösung die gesamte Luft im Innenraum bezüglich Temperatur und Feuchtigkeit für die Insassen angenehm wirken muss, kann die Belüftung über den Fahrzeughimmel eine gute sekundäre und damit energiesparende Alternative darstellen. Ebenfalls denkbar, wenn auch unter anderem mit dem Problem der thermischen Trägheit verbunden, ist eine Fußbodenheizung, die sogar durch Batterieabwärme unterstützt werden

kann. Rein bezogen auf das Wärmen der Insassen können im Innenraum geschickt angeordnete Infrarotflächen auch als eine sehr effiziente und schnell spürbare Methode dienen.

Auch passive Lösungsansätze können helfen, den Energiehaushalt zu optimieren. So stellt sich die Frage, ob ein autonom fahrendes Fahrzeug überhaupt noch transparente Scheiben benötigt. Hier würden beispielsweise opake Materialien die Innenraumklimatisierung durch bessere Dämmeigenschaften effizienter machen und der Blick nach draußen kann über Displays erfolgen. Ein ebenso interessanter Ansatz ist, durch spezielle Materialien im Verbund mit neuartigen Technologien, Wärme- beziehungsweise Kältespeicher für den Innenraum zu entwickeln. So kann die Restenergie der letzten Fahrzeugnutzung gespeichert werden, um diese bei der nächsten Fahrt oder bei Bedarf sofort abrufen zu können.

INDIVIDUALITÄT IM FOKUS

Um neue Klimatisierungsmethoden realisieren zu können, müssen neue Technologien entwickelt werden, die den thermischen und energetischen Anforderungen gerecht werden, **BILD 2**. Erste Schritte macht so zum Beispiel die thermoelektrische Wärmepumpe, die mit niedrigem Energieverbrauch Temperierung liefern kann. Eine Anbindung an ein Kühlsystem kann die Wirkung sogar noch verbessern. Unabhängig davon, welche Methoden sich in Zukunft durchsetzen werden, wird eine individuelle Insassenklimatisierung nötig sein, um Energie mit größtmöglicher Effizienz nutzen zu können. Bereits heute sind Vier-Zonen-Klimaanlagen im Premiumsegment gän-

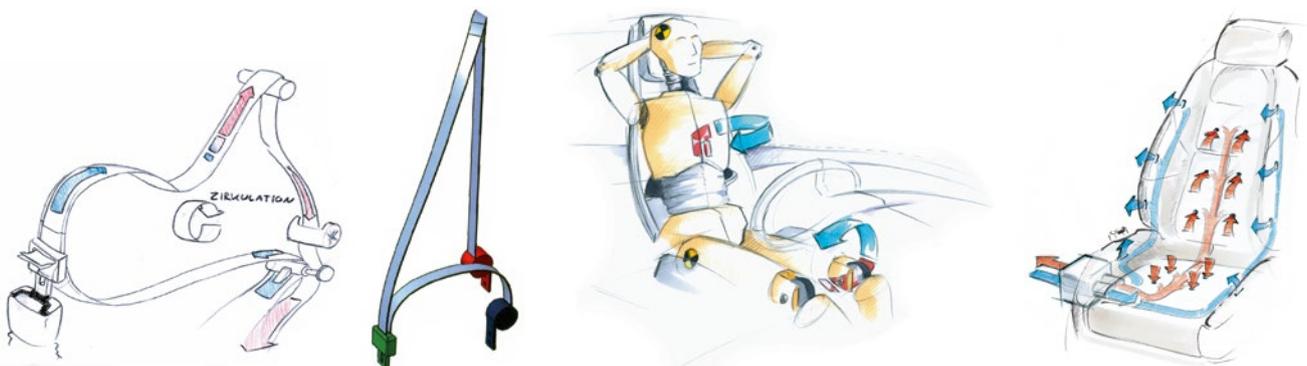


BILD 1 Körpernahe Klimatisierungsansätze – Klimagurt (links), seitliche Belüftung (2. von rechts), Klimasitz (rechts) © Bertrandt

INTERIEUR

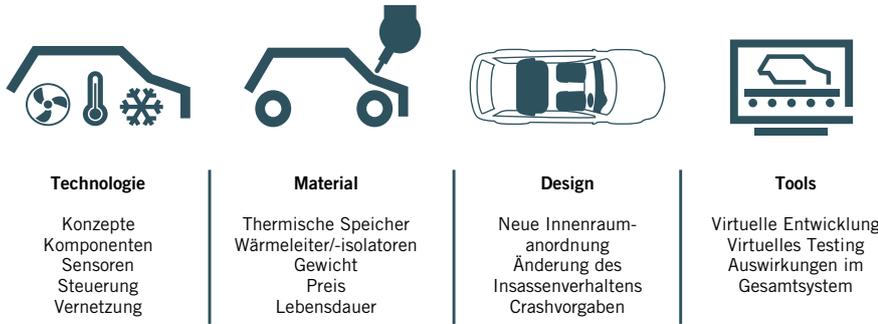


BILD 2 Die Herausforderungen an die Entwicklung des zukünftigen Innenraums sind vielfältig und erfordern eine interdisziplinäre Zusammenarbeit (© Bertrandt)

gig. Dieser Ansatz lässt sich noch weiter präzisieren, indem beispielsweise die Klimaregelung biometrische Echtzeitdaten wie Puls, Körpertemperatur, Transpiration oder Blutdruck der einzelnen

Insassen erfassen kann und die Temperierung entsprechend regelt. Weitere hilfreiche Daten liefert das vernetzte Fahren: anstehende Veränderungen hinsichtlich Verkehrslage oder Wetter, Navi-

gationsdaten, aber auch Erfahrungswerte für bestimmte Kombinationen aus Personen, Strecke, Wetterlage, Uhrzeit und terminlicher Situation, die mittels lernfähigen Technologien kontinuierlich

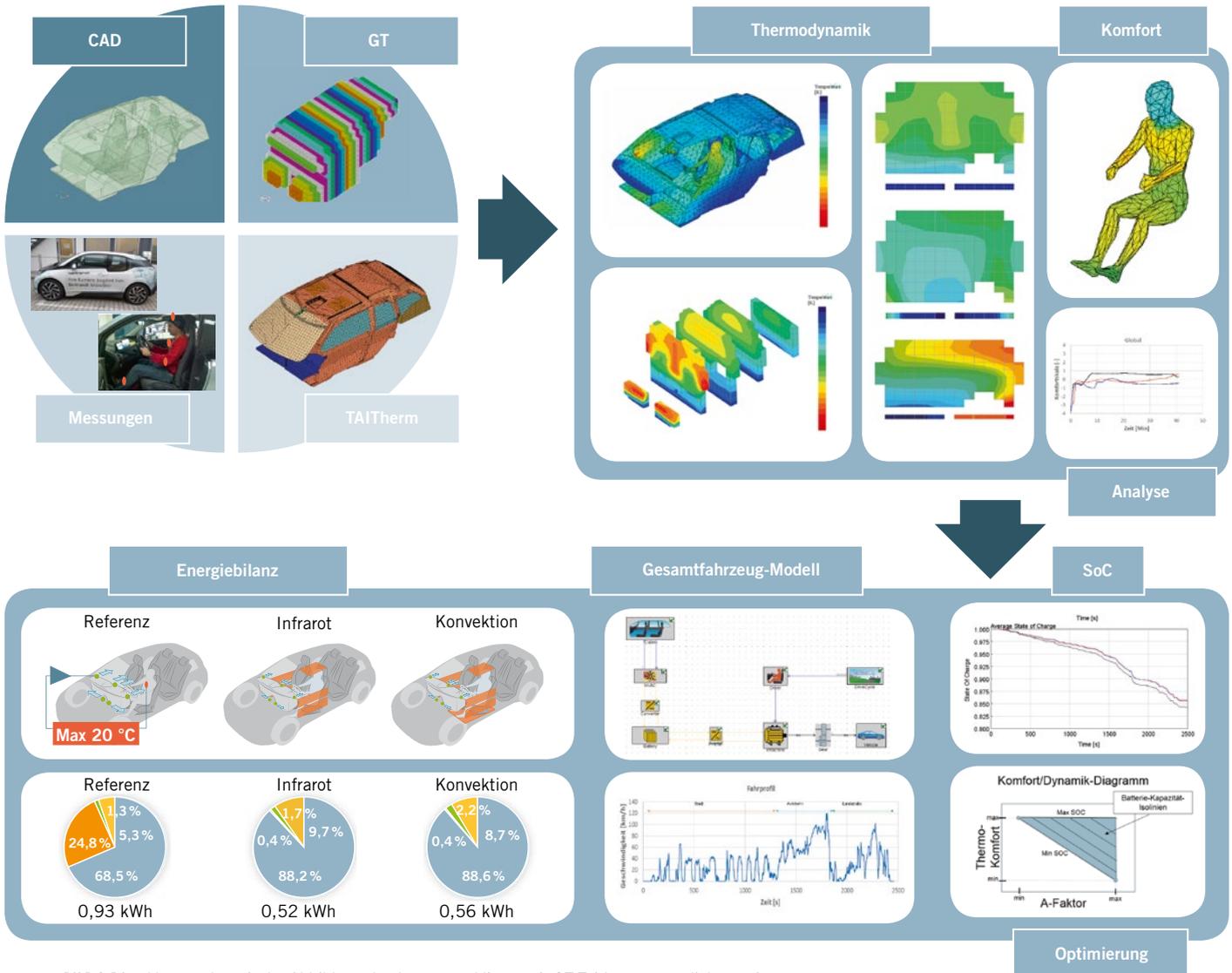


BILD 3 Die akkurate thermische Abbildung des Innenraumklimas mit GT-Taitherm ermöglicht es, Aussagen zum Energiehaushalt des Gesamtsystems zu treffen (© Bertrandt)

angepasst und präzisiert werden. Dies stellt die Entwickler vor große Herausforderungen. Es müssen entsprechende Sensoren und Systeme entwickelt werden, die diese Daten erfassen und verarbeiten können. Die Lösungen sollten ebenfalls unabhängig von Sitzposition und -ausrichtung sein, flexibel in das Fahrzeug integrierbar sein und dabei keine große Variantenvielfalt erzeugen. Kosten und Gewicht sowie in erster Linie der Energieverbrauch müssen ebenfalls im Rahmen bleiben.

FAZIT

Noch gibt es bezüglich der zukünftigen Gestaltung des Innenraums keinen klaren Favoriten. Klar ist jedoch schon heute, dass es mehrere große Veränderungen geben wird, die einschlägige Auswirkungen auf die Klimatisierung haben werden. Um die Innenraumklimatisierung der Zukunft sinnvoll und effizient gestalten zu können, sind Entwicklungstools nötig, die mit verträglichem

Rechenaufwand genaue Ergebnisse erzeugen. Diese virtuellen Entwicklungsmethoden für die thermische Auslegung des Innenraums gibt es schon heute. Über geschickte Kopplung des 1-D-Tools GT und des 3-D-Tools Taitherm wird eine komplexe und aufwendige Strömungs- und Festkörpersimulation ersetzt, **BILD 3**. Der Innenraum wird über 1-D-Volumina in GT abgebildet und mit einem Oberflächenmodell gekoppelt, dessen Festkörper mit dem Innenraum in direktem Kontakt stehen. Letzteres erfolgt im Tool Taitherm, das die Festkörper nicht voll abbilden muss, sondern hinter der Oberfläche mit Randbedingungsmodellen arbeitet. Diese Kopplung ermöglicht eine genaue Betrachtung der Wärme- und Temperaturverteilung im Innenraum. Einflüsse aus der Umwelt, aus der Karosserie, unterschiedliche Fahrstile sowie die Berücksichtigung einzelner Insassen und deren lokale Behaglichkeit sind nur ein Teil des Repertoires. Über die Einbindung des resultierenden thermischen Modells in einen virtuellen Antriebs-

strang lassen sich die Auswirkungen auf das Gesamtsystem sehr detailliert untersuchen. So können zum Beispiel Aussagen über den State of Charge (SoC) der Batterie beziehungsweise die Gesamtreichweite bei unterschiedlichen Klimatisierungsstrategien getroffen werden.



**DIESER BEITRAG IST IM E-MAGAZIN
VERFÜGBAR UNTER:**

www.emag.springerprofessional.de/atz