



© Autoneum

## „Rollgeräusche kann man nicht mit Emotionen verbinden“

Mit großem Aufwand entwickeln Zulieferer neue Materialien und Technologien, um die Fahrzeugakustik zu optimieren. Im Interview mit ATZ erklärt Dr. Maurizio Mantovani, Leiter Research & Technology bei Autoneum, welche Geräusche bei Elektrofahrzeugen dominieren, wie der WLTC die Entwicklung beeinflusst und wie sich analoge und digitale Methoden bei der Geräuschreduzierung ergänzen.

**ATZ \_ Neue Fahrzeuge werden immer leiser, aber ist ein absolut ruhiger Innenraum überhaupt wünschenswert?**

**MANTOVANI** \_ Fahren heißt auch, Emotionen zu empfinden. Der Motor muss akustisch das Feedback geben, dass das Auto beschleunigt und mit welcher Kraft es beschleunigt. Wir glauben aber, dass das Bedürfnis nach immer weniger Gerä-

uschen im Pkw steigen wird, vor allem auch wenn man sich neue Mobilitätsmodelle anschaut, etwa das autonome Fahren. Auch bei Elektrofahrzeugen wünschen viele Kunden ein akustisches Feedback.

**Wie unterscheiden sich Elektroautos in Akustik und NVH von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor?**

In unserer Vergleichsanalyse haben wir festgestellt, dass es keine großen Unterschiede gibt zwischen den Lärmpaketen der Fahrzeuge, die derzeit auf dem Markt sind. Diese Fahrzeuge wurden meist noch mit traditionellen Methoden entwickelt, auch das Lärmpaket. Wir sehen aber mittlerweile, dass Elektroautos andere Herausforderungen mit sich brin-

**Dr. Marco Mantovani** (Jahrgang 1963) ist seit 2014 Leiter Research & Technology beim Automobilzulieferer Autoneum in Winterthur (Schweiz). Mantovani hat an der Polytechnischen Universität in Turin studiert und einen Masterabschluss in Atomtechnik, zusätzlich erwarb er einen Dokortitel in Schwingungsmechanik.

Mantovani verfügt außerdem über einen Master of Business Administration der Universität Bocconi in Mailand. Von 1990 bis 1998 arbeitete er im Fiat Entwicklungszentrum nahe Turin, zuletzt als Leiter der NVH-Simulationsabteilung, bevor er bis 2014 bei Autoneum verschiedene Positionen in der Akustik- und Thermomanagement-Entwicklung übernahm. Mantovani, der die italienische und schweizerische Staatsbürgerschaft besitzt, war zudem bis 2013 Wissenschaftlicher Direktor der gemeinsam von ATZ und Autoneum veranstalteten Automotive Acoustics Conference.



© Autoneum

gen. So verursacht der Elektromotor hochfrequente Töne beim Beschleunigen und auch beim Bremsen durch die Rekuperation. Das Lärmpaket muss also auch auf diese Töne abgestimmt sein.

**Vor allem bei höheren Geschwindigkeiten sind Elektrofahrzeuge kaum leiser, weshalb manche Kunden enttäuscht sind.**

Ein Elektroauto ist bei niedrigen Geschwindigkeiten und beim Beschleunigen sehr leise, da das Geräusch des Verbrennungsmotors entfällt. Bei höheren Geschwindigkeiten treten andere Geräusche in den Vordergrund, etwa Windgeräusche, und dann ist ein Elektroauto kaum leiser als eines mit Verbrennungsmotor – da kann sich tatsächlich Enttäuschung beim Kunden breit machen.

## „Das akustische System ist enorm komplex“

**Besonders störend ist auch das Rollgeräusch. Wie kann man das mindern?**

Das Rollgeräusch nimmt bei Elektrofahrzeugen durch das batteriebedingt höhere Fahrzeuggewicht zu; durch den Wegfall des Verbrennungsmotors wird es noch dominanter. Und Rollgeräusche kann man nicht mit Emotionen verbinden. Durch den Kontakt von Reifen und Straße werden Schwingungen mit tiefen Frequenzen erzeugt, die sich durch die Fahrzeugstruktur ausbreiten. Die Fahrzeughersteller arbeiten hier mit den Rei-

fenzulieferern zusammen, um das zu mindern. Sie optimieren auch die Federung und die Steifigkeit der Karosserie. Wenn die Paneele der Karosserie dennoch anfangen zu schwingen, tragen wir zur Reduktion bei. Wir haben Simulationen entwickelt, um die optimale Kombination herauszufinden aus lokalen Versteifungen der Karosserie, schwingungsdämpfenden Materialien sowie akustischer Dämmung, die die Lärmübertragung reduziert. Zusätzlich muss man die gesamten Absorptions- oder Reflexionseigenschaften der Fahrzelle mit betrachten.

**Es muss also eine Kombination aus verschiedenen Maßnahmen sein, es genügt nicht, an einer Schraube zu drehen?**

Es gibt viele Maßnahmen die man nutzen kann, um eine optimale Lösung zu finden. Um beim Rollgeräusch zu bleiben, diesmal aber bei den hochfrequenten Tönen, die aus dem Kontaktpunkt abgestrahlt werden: Eine gute Möglichkeit, das Geräusch so nah wie möglich an der Quelle zu behandeln, sind textile Radhausschalen, die den Lärm absorbieren. Sehr effizient sind auch absorbierende Unterböden. Der Unterboden hat eine sehr große Oberfläche, und wenn man ihn statt mit reflektierenden Paneelen mit absorbierenden Paneelen bedeckt, lässt sich das Geräusch weiter reduzieren.

**Welche Geräusche sind am schwierigsten zu reduzieren?**

Bei Aerodynamikgeräuschen muss man sehr viel an der Form der Karosserie arbeiten oder an Außenspiegeln und Scheiben-

wischern. Auch die Türdichtungen spielen dabei eine sehr große Rolle, ebenso die Dämmung der Scheiben. Die Methoden für die Reduzierung von Rollgeräusch und Motorgeräusch sind ähnlich, bei der Aerodynamik unterscheiden sich jedoch die Simulationen auf dem Prüfstand von den Berechnungsmethoden. Das akustische System ist enorm komplex, und alle Komponenten interagieren so stark miteinander, dass alle Geräusche gleich schwierig zu behandeln sind.

**Was sind die größten Herausforderungen auf dem Weg zur besten Lösung?**

Eine große Herausforderung ist der Kostendruck in der Automobilindustrie. Deswegen müssen wir immer weitere Innovationen auf den Markt bringen, die sehr effizient, aber auch kostengünstig sind. Ein weiteres Problem ist der mangelnde Bauraum. Oft stehen nur wenige Millimeter zur Verfügung, die wir nutzen können, und dann wird es aus physikalischen Gründen schwierig, eine hohe Dämmung und Absorption zu erreichen. Wir müssen also mit so wenig Gewicht wie möglich, so geringen Kosten wie möglich auf sehr geringem Bauraum immer höhere Leistung bringen.

**Klingt nicht leicht. Wie schaffen Sie das?**

Wir investieren rund 3 % unseres Jahresumsatzes in Produktinnovationen und -produktentwicklung. Und um unser Portfolio ständig zu verbessern, patentieren wir ungefähr zehn neue Technologien und Materialien pro Jahr. Allein hier in Winterthur beschäftigen wir rund 100 Ingenieure aus verschiedenen Bereichen.

**Macht es einen Unterschied, wo man das Geräusch dämmt? Also direkt an der Quelle oder weiter entfernt, etwa an der Stirnwand?**

Wir haben viele Studien durchgeführt, und es hat sich gezeigt, dass man das Geräusch am besten direkt an der Quelle isoliert – zum Beispiel mit einer Motorkapselung. Bei Verbrennungsmotoren hat man mit einer Kapselung noch den zusätzlichen Vorteil, dass der Motor nach dem Abstellen länger warm bleibt und man dadurch den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei kurz darauf folgenden Fahrten reduzieren kann.

**Trotzdem sind immer noch viele Motoren nicht sehr aufwendig gekapselt.**

Weil eine gute Kapselung teuer und nicht leicht zu entwickeln ist. Die Motoren sind sehr komplex, mit vielen Zu- und Ableitungen, Nebenaggregaten – die Konstruktion einer solchen Haube ist eine schwierige Aufgabe. Man braucht eine große Kompetenz im Thermomanagement, weil der Motor nicht zu heiß werden darf. Wir haben dafür die Methodik und die Materialien entwickelt. In Zukunft wird es strengere Gesetze geben für das Außengeräusch, den so genannten Vorbeifahrtlärm, und dadurch werden wir auch mehr Motorkapselungen sehen.

## „Optimal ist ein akustisches Paket aus ANC und leichten Bauteilen“

**Wie entwickeln Sie neue Materialien?**

Unsere Physiker, Simulationsexperten, Materialexperten arbeiten mit Kunden zusammen, mit Universitäten und Forschungsinstituten sowie mit Lieferanten, um neue Materialkombinationen zu entwickeln. Auch Bauteile, die von außen recht einfach aussehen, können in der Entwicklung kompliziert sein. Ein Beispiel sind Faserkomponenten: Es gibt sehr viele verschiedene Fasern, die sich in Werkstoff, Dimension, Form, Eigenschaften etc. unterscheiden. Durch eine Kombination von Fasern können wir unterschiedliche Eigenschaften erzeugen.

**Wie viel Entwicklungsarbeit übernehmen Simulationsprogramme?**

In der Vergangenheit gab es verschiedene Prototypphasen, mittlerweile gehen die meisten Automobilhersteller praktisch



Das Akustikpaket von Elektrofahrzeugen muss vor allem auf die hochfrequenten Töne des Elektromotors abgestimmt werden, sagt Maurizio Mantovani (links) im Gespräch mit ATZ-Redakteur Mathias Heerwagen

© Autoneum

ohne Prototypphase des Lärmpakets direkt in Serie. Man muss also absolut sicher sein, dass das Produkt funktioniert und die Berechnungsmethoden korrekt sind. Das ist auch der Grund, warum wir in den letzten 20 Jahren so viel investiert und eigene Berechnungswerkzeuge entwickelt haben. Wir nutzen immer weniger kommerzielle Software und immer mehr Software, die wir intern entwickelt haben. Allgemein sind die Entwicklungszeiten deutlich kürzer geworden...

**... und die Lastenhefte der Kunden umfangreicher. Welcher Punkt ist besonders schwer umzusetzen?**

Wir bekommen sehr viele Anforderungen, unter anderem an die Materialien, VOC-Emissionen, Brandschutz, Haltbarkeit, Reinigungsfähigkeit oder Dämmung. Es gibt keinen Punkt, der einfach umzusetzen ist. Wenn man an einer Stelle etwas verändert, müssen alle anderen Eigenschaften gleich bleiben oder besser werden, aber keine Eigenschaft darf sich verschlechtern.

**In den vergangenen Jahren gab es einen Trend zu kleinen, aufgeladenen Motoren – wie hat das die Entwicklung bei Autoneum beeinflusst?**

In manchen Fällen haben wir höhere Anforderungen an das Lärmpaket bekommen. Ein Abgasturbolader ist eine zusätzliche Quelle für hochfrequente Geräusche, die man reduzieren muss. Downsizing ist aber mittlerweile nicht mehr so ein gro-

ßes Thema, denn mit dem neuen WLTP, der dynamischer ist und mehr Motorleistung fordert, fallen die Vorteile von kleinen Motoren geringer aus.

**Gehen wir weg vom klassischen Dämmmaterial, hin zu digitalen Maßnahmen: Zerstören Active-Noise-Cancelling-Systeme als Antischall-Maßnahme das Geschäftsmodell von Autoneum?**

Absolut nicht, sie sind eine Ergänzung. Aus physikalischen Gründen funktionieren solche Systeme gut bei tiefen und mittleren Frequenzen: Lange Wellen lassen sich einfacher auslöschen als kurze. Bei höheren Frequenzen und entsprechend kurzer Wellenlänge funktionieren diese Systeme nicht mehr gut. Wenn man den Kopf bewegt und aus der „Ruhezone“ gelangt, ist das Schallfeld komplett anders. Wir bieten Produkte und Optimierungsmethoden, die das gesamte Frequenzspektrum abdecken. Wir nutzen unsere Innovationskraft für die Entwicklung von Leichtbaukomponenten, die vor allem bei mittleren und höheren Frequenzen sehr effektiv sind. Die Kombination von ANC und unseren leichten Komponenten ermöglicht es, das bestmögliche Akustikpaket zu schaffen, ohne das Gewicht zu erhöhen.

**Herr Dr. Mantovani, vielen Dank für das Gespräch.**

INTERVIEW: Mathias Heerwagen