

Audi Soundphilosophie bringt akustische Harmonie ins Auto

- **Fahrzeug als Klangraum mit besonderen Herausforderungen**
- **Sonos wird neuer Sound-Partner für das Kompaktsegment**
- **Ausblick: Immersiver 3D-Klang für holistisches Sounderlebnis**

Ingolstadt, 06. Mai 2021 – Natürlich, ganzheitlich und auf jedes Modell perfekt abgestimmt: Der Klang des Audio-Systems zählt bei Audi zu den zentralen Qualitätsmerkmalen. Dabei versteht die Premiummarke unter Sound und Akustik weit mehr als nur die Qualität des Infotainments. Kund_innen wünschen sich in ihrem Auto eine Umgebung, die sie zugleich entspannt und begeistert. Ein Klangraum ohne störende Nebengeräusche, mit harmonisch aufeinander abgestimmten Signal-, Warn- und Informationstönen und unaufdringlichen Betätigungsgeräuschen.

Welche Geräusche nehmen Menschen im Auto wahr und wo entstehen diese Geräusche?

Die Soundkulisse in einem Auto entsteht aus einer Mischung verschiedenster Geräusche und Töne. Dabei sind die üblichen Fahrgeräusche wie der Motorensound und die Abrollgeräusche über die Räder in jedem fahrenden Auto ebenso permanent zu hören wie durch den Fahrtwind an der Karosserie verursachte aeroakustische Geräusche. Hinzu kommen temporäre Geräuschquellen: Fensterheber surren leise, die Tür fällt satt ins Schloss. Signal- und Infotöne vermitteln im Idealfall unaufdringliche Funktionsbotschaften – das typische Blinkerklacken gehört genauso dazu wie das akustische Feedback bei der Touchbedienung im MMI-Display. Leise, aber bestimmt sollen Taster und Schalter bei der Betätigung klingen. Nur falls notwendig, fordern eindringliche Warntöne die ganze Aufmerksamkeit der Passagiere ein.

Wie kommt Audi unerwünschten Geräuschquellen auf die Spur?

Audi denkt das Thema Geräuschreduzierung ganzheitlich. Darum arbeiten Expert_innen aus verschiedenen Fachbereichen – von der Gesamtfahrzeug- und Karosserieentwicklung bis zur Qualitätssicherung – im sogenannten Knister-Knaster-Team zusammen. Die Fachleute prüfen und beurteilen jedes neue Audi-Modell auf der Straße und auf der Rüttelstrecke, aber auch auf der Hydropuls-Anlage (siehe Fotos). Das ist ein servohydraulischer 4-Stempel-Prüfstand, der das Fahrzeug in Schwingungen versetzt: Denn Störgeräusche, wie Klappern und Quietschen im Fahrgastraum, werden durch Schwingungen im niedrigen Frequenzbereich bis 50 Hertz hervorgerufen. Auf dem Prüfstand steht das Schwingungsverhalten von einzelnen Bauteilen



oder der gesamten Karosserie, um Störquellen zu untersuchen und zu lokalisieren. Geräusche werden nicht immer dort hörbar, wo sie entstehen. Die vibroakustische Abstimmung von Fahrzeugen hat spürbare Folgen für das Komfortempfinden von Fahrer_innen.

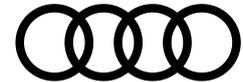
Gibt es bei Verbrennern und Elektroautos Unterschiede bei der Akustik?

Im Gegensatz zum Verbrennungsmotor verursacht ein Elektromotor kaum Schwingungen, Vibrationen und mechanische Geräusche. In einem solchen Umfeld können Geräusche in den Vordergrund treten, die bislang nicht so stark wahrnehmbar waren. Dazu gehört die Aeroakustik ebenso wie das Abrollen der Reifen. Um all diese störenden Einflüsse möglichst schon bei ihrer Entstehung zu minimieren, betreibt Audi einen hohen Aufwand. Die Karosserie des Audi e-tron zum Beispiel ist in allen Bereichen, in denen sie störenden Schall übertragen könnte, speziell gedämmt und entkoppelt. So sind konstruktionsbedingte Öffnungen und Hohlräume innerhalb der Karosserie mit Mikrofaservlies ausgefüllt. Textilgewebe und Mikrofaservliese kleiden auch die Radhäuser schallabsorbierend aus. Zudem sind relevante Flächen, wie der Bodenbelag, mit einem speziellen Material beschichtet. Es bewirkt, dass Bleche weniger schwingen.

An der Stirnwand dämmt ein komplexer Mehrschichtaufbau den Schalldurchtritt vom Vorderwagen zum Innenraum. Im Hinterwagen trägt eine solche Konstruktion der neuen Fahrzeugarchitektur mit zusätzlichem Hinterachsantrieb Rechnung. Schallreduzierende Kapseln schließen die E-Maschinen zusätzlich ein. Selbst die Unterbodenverkleidungen sind schallabsorbierend ausgelegt. Im Innenraum sorgen etwa hinterschäumte Teppiche für Ruhe. Der zweite wichtige Faktor für die entspannte Atmosphäre an Bord des Audi e-tron ist die hochentwickelte Aeroakustik. In der Regel treten bei jedem Auto ab einer Geschwindigkeit von 85 km/h Windgeräusche in den Vordergrund. Beim Audi e-tron bleiben sie dank intensiven Feinschliffs an Türdichtungen, Außenspiegeln und Wasserfangleisten sehr gering und dringen kaum in den Innenraum durch. Auch bei hohem Tempo können sich die Passagiere entspannt miteinander unterhalten. Die Frontscheibe ist serienmäßig in Doppelverglasung ausgeführt. Auf Wunsch liefert Audi auch die Seitenscheiben mit Akustikglas.

Nutzt Audi auch Möglichkeiten, um Geräusche im Auto zu verstärken oder ihnen aktiv entgegenzuwirken?

Aktive Akustik-Maßnahmen haben in den vergangenen Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Per Active Noise Cancellation (ANC) lassen sich zum Beispiel mit Gegenschall bestimmte Anteile des Motorsounds reduzieren. Das System basiert auf ANC-Mikrofonen (siehe Grafik am Beispiel des A8), die im Fahrzeughimmel verbaut sind und den Geräuschpegel im Innenraum messen. Ein Steuergerät kehrt die störenden Schallwellen um und gibt neutralisierende Schallwellen durch



die Basslautsprecher aus. Um hingegen erwünschte Geräusche zu betonen, hat der Audi SQ5 TDI sogar Aktuatoren in der Abgasanlage. Diese besonders robusten Lautsprecher lassen das Motorgeräusch auf Wunsch präsenter und dynamischer wirken. Auch beim Elektroportwagen e-tron GT lässt sich ein sportlicher Klangeffekt über die Audio-Anlage im Drive select Modus dynamic erzielen.

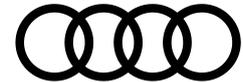
Wie lässt sich im Auto eine Atmosphäre formen, die als angenehm und nicht als störend empfunden wird?

Hier kommen die Soundentwickler_innen ins Spiel, die sich mit allen Geräuschen beschäftigen, sie – wenn nötig – anpassen, unterdrücken oder hervorheben. Denn jedes einzelne Geräusch leistet seinen Beitrag zur akustischen Harmonie im Auto. Neben vielen Störquellen stellt jedes Fahrzeug als Klangraum spezielle Herausforderungen: Die Passagiere sitzen an verschiedenen Positionen und das Raumvolumen verändert sich durch die Personenzahl im Innenraum. Ein Fahrzeug ist mit einem Panorama-Dach ausgestattet, ein anderes nicht. Zudem reflektieren und dämpfen Interieur-Materialien wie Textil- oder Lederbezüge den Schall unterschiedlich. Nicht zuletzt sind die Laufzeiten der Töne von den verschiedenen Lautsprechern zum Ohr unterschiedlich.

Wie funktioniert 3D-Klang?

3D-Klang beschreibt einen Sound, der akustisch alle drei Dimensionen eines Raums wiedergibt. Seit Erfindung der Tonaufzeichnung wurde der Sound über einen Lautsprecher – Mono – wiedergegeben. Raumklang ist so nicht möglich, der Sound klingt flach. In den 1960er Jahren setzte sich Stereophonie durch: zwei Mikrofone nehmen die Musik aus verschiedenen Positionen auf. Die aufgezeichneten Audio-Informationen – Mono-Signale – werden bei der Wiedergabe zwei unterschiedlichen Kanälen zugewiesen und entsprechend über einen linken und einen rechten Lautsprecher ausgespielt. Dadurch entsteht ein räumlicher Schalleindruck, der Stereo-Effekt. Der Begriff 1D bezeichnet diesen Stereo-Sound.

2D steht für Surround-Sound: Diese Mehrkanal-Technologie ist etwa seit der Jahrtausendwende weit verbreitet. Die Musik kommt aus einem Subwoofer und mehreren Lautsprechern – je nach Anzahl der Lautsprecher wird etwa zwischen dem 5.1- oder 8.1-Standard unterschieden – von vorne, von hinten und von den Seiten. Jeder Soundeffekt ist dennoch auf der Ebene nur einem Lautsprecher oder nur einer bestimmten Lautsprechergruppe zugewiesen.



Für 3D-Sound ist eine weitere Schallquelle nötig, die nicht in der gleichen Ebene liegt. Seit Einführung der aktuellen Modellgeneration des Q7 im Jahr 2016 bietet Audi Bang & Olufsen Sound-Systeme mit einem 3D-Klang an, der auch die räumliche Dimension der Höhe wiedergibt. Dafür nutzen die Systeme mehrere zusätzliche Breitband-Lautsprecher, die in der A-Säule und, wie beim A8 und Q8, auch in der B-Säule sowie im Dachhimmel verbaut sind. Der Innenraum wird zu einer großen Bühne, auf der sich die Musik genauso entfaltet, wie sie im Saal aufgenommen worden ist. Hinter dieser Technologie steckt ein Algorithmus, den Audi gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS entwickelt hat. Der Symphoria 2.0 3D Algorithmus errechnet aus Stereo- oder 5.1-Aufnahmen die Informationen für die dritte Dimension und bereitet sie für die 3D-Lautsprecher auf. So sind Soundeffekte flexibel im Raum platzierbar. In den Bang & Olufsen Advanced Sound Systemen als höchste Ausbaustufen in der Oberklasse arbeitet ein 1.920 Watt starker Verstärker mit digitalem Signalprozessor und 24 Kanälen zusammen mit 23 Lautsprechern. Mit dieser Technik wird der Fahrgastraum akustisch größer. Doch auch in der Kompaktklasse macht Audi bei der Soundqualität keine Abstriche, sondern passt das technische Konzept nur den Platzverhältnissen an. Im A1 zum Beispiel sind vier Mitteltöner in die Instrumententafel eingebaut, die senkrecht nach oben abstrahlen und die Frontscheibe als Reflexionsfläche nutzen. So lässt sich auch in einem Auto der Klasse eines Kleinwagens hochqualitativer 3D-Klang umsetzen – was innerhalb dieser Fahrzeugklasse durchaus eine Besonderheit darstellt.

Welche Rolle spielt die Digitalisierung bei der Soundentwicklung?

Ein zentraler Bestandteil der Soundentwicklung liegt in der Abstimmung auf ein entsprechendes Fahrzeugmodell. Für diese speziellen Bedürfnisse hat Audi den soundCUBE entwickelt: Diese Audio-Software-Lösung reduziert die Variantenvielfalt und die damit verbundenen Entwicklungszeiten deutlich. Mit dem soundCUBE stellt Audi seinen Partnerunternehmen ein Framework zur Verfügung, das sich durch eine eigene Funktionsgestaltung und eine einheitliche Bedien- und Klangphilosophie auszeichnet – kurzum eine optimale Entwicklungsumgebung. Partnerunternehmen müssen das Framework, das sozusagen die Audi DNA definiert, nur noch integrieren. So kann Audi mittels fortwährend optimierter Software Schritt für Schritt den besten zeitgemäßen Sound aus der bereits vorhandenen Hardware holen.

Eine weitere Neuerung ist die Verwendung von Boostern, die über einen einheitlichen Audio-Bus angesprochen werden. Hintergrund: Der Sound wird in der Main Unit der aktuellen Infotainment-Generation MIB 3 mittels Software generiert. Beim Premium-Soundsystem liefern Booster die zusätzlich benötigte Leistung zur Ansteuerung der High Performance Lautsprecher. Das vereinfacht auch die Systemarchitektur.



In seinem hochmodernen digitalen Soundlab entwickelt Audi neue Soundlösungen virtuell weiter. Mithilfe naturgetreuer Simulationen justieren die Expert_innen das Soundtuning für verschiedene Baureihen, schon bevor ein Prototyp entsteht. So ist es möglich, im virtuellen Referenzraum die Soundkonfiguration für jeden einzelnen Sitzplatz zu analysieren, um das bestmögliche individuelle Hörerlebnis für alle Passagiere an ihrem jeweiligen Sweet Spot zu gewährleisten.

Welchen Vorteil hat Audi von der neuen Partnerschaft mit Sonos?

Im Q4 e-tron bringt Audi eine neue HiFi-Partnerschaft ins Spiel und bleibt doch seinem natürlichen, unverfälschten Sound treu: Um die Wünsche der Kund_innen noch besser bedienen zu können, hat sich Audi im Bereich der Highend-Soundsysteme zu diesem Schritt entschieden. Während Bang & Olufsen mit seinem brillanten Klangbild perfekt zu den Ansprüchen der Mittel- und Oberklasse passt, spricht Sonos als neuer Partner von Audi mit einem basslastigeren Sound gezielt eine jüngere Zielgruppe an. Die Sound-Marke passt damit perfekt zum neuen Kompakt-SUV, der den Einstieg in die elektrische Zukunft von Audi bildet. Mitte des Jahres wird die dynamische Sound- und Tuning-Philosophie, die mit Sonos verbunden ist, auch auf andere Modelle in der Kompaktklasse ausgerollt.

Next big thing: Woran arbeiten die Soundentwickler_innen von Audi?

Schon heute beschäftigen sich die Klangspezialist_innen von Audi im Soundlab intensiv mit dem holistischen Sounderlebnis von morgen. Im Mittelpunkt steht der sogenannte immersive 3D-Sound. Beim herkömmlichen 3D-Surround-Sound werden Klänge durch bestimmte Algorithmen bestimmten Lautsprechern zugeordnet. Im Gegensatz zu dieser kanalbezogenen Wiedergabe funktioniert der immersive 3D-Sound objektbezogen. In einem solchen Verfahren sind die Klänge in den Audio-Dateien bereits mit Metadaten gekoppelt, die exakte Informationen darüber enthalten, wie und wo der entsprechende Klang im realen Raum wahrgenommen werden soll – ein perfektes Abbild der akustischen Situation bei der Aufnahme. Immersive Sound steht im Fokus ganz neuer Entertainment-Erlebnisse, die alle Sinne ansprechen. Doch erst, wenn sich Menschen zukünftig in einem automatisiert fahrenden Auto nicht mehr der Fahraufgabe widmen, haben sie alle Sinne frei, um ein solches Klangerlebnis vollends genießen zu können.

Der nächste große Schritt: Die künftige Verbreitung des schnellen Mobilfunkstandards 5G eröffnet neue, hochqualitative Streamingkanäle. Bislang nutzen viele Menschen ihr Smartphone im Auto als primären Empfänger für Audio-Streamingdienste. Das ist bequem: Die Aufnahme wird einfach per Bluetooth ins Auto übertragen. Doch weil die Bandbreite bei der Bluetooth-Funktechnologie eingeschränkt ist, entsteht ein Flaschenhals, der teils mit einem Verlust an Klangqualität einhergeht. In naher Zukunft wird Audi erstmals das Auto selbst als Empfänger



nutzen – über die eingebaute SIM-Karte und ein hochperformantes Empfangsmodul für echtes Mehrkanal-Audiostreaming. Auch aus Sicht der Soundingenieur_innen von Audi ein Meilenstein auf dem Weg in die Zukunft.

Kommunikation Produkt und Technologie

Michael Crusius

Pressesprecher Produkt und Technologie

Telefon: +49 151 54330810

E-Mail: michael.crusius@audi.de

www.audi-mediacyenter.com/de

Kommunikation Produkt und Technologie

Christoph Lungwitz

Pressesprecher Produkt und Technologie

Telefon: +49 151 54331109

E-Mail: christoph.lungwitz@audi.de

www.audi-mediacyenter.com/de



Der Audi-Konzern mit seinen Marken Audi, Ducati und Lamborghini ist einer der erfolgreichsten Hersteller von Automobilen und Motorrädern im Premiumsegment. Er ist weltweit in mehr als 100 Märkten präsent und produziert an 17 Standorten in 11 Ländern. 100-prozentige Töchter der AUDI AG sind unter anderem die Audi Sport GmbH (Neckarsulm), die Automobili Lamborghini S.p.A. (Sant'Agata Bolognese/Italien) und die Ducati Motor Holding S.p.A. (Bologna/Italien).

2020 hat der Audi-Konzern rund 1,693 Millionen Automobile der Marke Audi sowie 7.430 Sportwagen der Marke Lamborghini und 48.042 Motorräder der Marke Ducati an Kund_innen ausgeliefert. Im Geschäftsjahr 2019 erzielte der Premiumhersteller bei einem Umsatz von € 55,7 Mrd. ein Operatives Ergebnis von € 4,5 Mrd. Zurzeit arbeiten weltweit rund 87.000 Menschen für das Unternehmen, davon 60.000 in Deutschland. Mit neuen Modellen, innovativen Mobilitätsangeboten und attraktiven Services wird Audi zum Anbieter nachhaltiger, individueller Premiummobilität.
