



**Kommunikation Modellreihen, Innovation und Technologie**

Christian Hartmann

Telefon: +49 841 89-45277

E-Mail: [christian.hartmann@audi.de](mailto:christian.hartmann@audi.de)

[www.audi-mediacyenter.com](http://www.audi-mediacyenter.com)

Juli 2017

**PRESSE-INFORMATION**

**Audi AI**

<b>Audi AI – mit Intelligenz und Empathie</b>	<b>2</b>
▶ Zeit	4
▶ Sicherheit	6
▶ Effizienz	6
▶ Individualisierung	6
<b>Die Technologien</b>	<b>7</b>
▶ zFAS – Rechenpower, Vernetzung und Informationsverarbeitung	7
▶ Vorentwicklungsprojekte bei Audi	8
▶ Car-to-X-Technologie	10
▶ Sprachbedienung	11
▶ Audi Fit Driver	11
<b>Empathische Technologie und Gamification</b>	<b>13</b>
▶ Konzeptauto Klara	13
▶ Konzeptauto Bonnie	13
▶ Der persönliche, intelligente Assistent (PIA)	15
<b>Datenschutz</b>	<b>15</b>



## **Audi AI – mit Intelligenz und Empathie**

**Hochvernetzt, automatisiert und elektrifiziert – diese Eigenschaften zeichnen den Audi der Zukunft aus. Audi AI ist künftig die Chiffre für eine Vielzahl innovativer Systeme, die den Fahrer entlasten und ihm zugleich neue Möglichkeiten für die Zeit bieten, die er im Auto verbringt. Audi AI nutzt dafür auch Strategien und Technologien aus dem Bereich künstlicher Intelligenz sowie des maschinellen Lernens. Damit setzt sich die Marke an die Spitze im Wettbewerb.**

Audi AI-Systeme agieren lernfähig und mitdenkend, proaktiv und individuell. Dank Audi AI werden die Modelle mit den Vier Ringen intelligent und buchstäblich mit Einfühlungsvermögen, „empathisch“ unterwegs sein. Sie können kontinuierlich mit dem Umfeld und ihren Insassen interagieren und so besser als je zuvor auf deren persönliche Bedürfnisse eingehen.

### **Freiräume im Verkehr**

Audi AI knüpft an die langjährige Erfahrung der Marke mit pilotiert fahrenden Konzeptautos an. Das neue Label bündelt innovative Audi-Systeme und Technologien, die eine elektronisch fundierte Intelligenz aufweisen. Audi AI schafft neue Freiräume für Fahrer und Mitfahrer, indem es die Komplexität im Umgang mit dem Automobil und den anderen Verkehrsteilnehmern reduziert. Auch verschiedenen Elementen der künstlichen Intelligenz kommt dabei eine tragende Rolle zu – sowohl bei der Entwicklung neuer intelligenter, empathischer Systeme als auch während ihrer späteren Nutzung. Audi evaluiert hierfür verschiedene Ansätze und Methoden des maschinellen Lernens.

### **Forschung auf dem Highway**

Bereits im Jahr 2009 zeichnete ein pilotierter Audi TTS auf dem gefrorenen Salzsee von Utah (USA) die Vier Ringe als sichtbares Zeichen der jahrzehntelangen Forschung. Ein Jahr später fuhr ein fahrerloser Audi TT auf den Pikes Peak in Colorado (USA).

Als erster Autohersteller weltweit erhielt Audi 2013 eine Testlizenz für die US-Bundesstaaten Kalifornien und Nevada. Im Januar 2015 fuhr daraufhin das Forschungsauto Audi A7 piloted driving concept 900 Kilometer pilotiert auf dem Highway von Stanford nach Las Vegas. Und im Mai 2015 war ein fahrerloser Audi im dichten Stadtverkehr von Shanghai (China) unterwegs – eine der komplexesten Situationen überhaupt.



Wo steht die Entwicklung des intelligenten Automobils heute? Ultraschall- und Radarsensoren, Laserscanner, kamerabasierte Systeme, leistungsstarke Prozessoren zur Informationsverarbeitung und schnelle Online-Anbindung über das Mobilfunknetz – all das hat der neue Audi A8 an Bord. Als regelbasierte Anwendungen haben Fahrerassistenzsysteme wie der Spurhalteassistent active lane assist, die adaptive cruise control (ACC) oder der Prädiktive Effizienzassistent das Autofahren bereits in den vergangenen Jahren sicherer, komfortabler und effizienter gemacht.

### **Das Auto sieht in die Zukunft**

Mit Audi AI folgt jetzt der nächste Schritt: Die unterwegs erfassten, großen Datenmengen der verschiedenen Assistenzsysteme werden künftig noch schneller verarbeitet – und können nahezu in Echtzeit mit den Daten anderer Verkehrsteilnehmer abgeglichen und gemeinsam genutzt werden. Das vollständig vernetzte Auto blickt dank Audi AI wesentlich weiter in die Zukunft als mit den bisher eingesetzten Systemen. Anders ausgedrückt: Das Auto der Zukunft erlangt erstmals eine Prognosefähigkeit.

Im neuen A8 wird Audi mit dem Audi AI Staupilot das weltweit erste System präsentieren, das hochautomatisiertes Fahren auf Level 3 ermöglicht. Level 3 heißt: Das Auto übernimmt in bestimmten Situationen die Fahraufgabe. Dabei muss der Fahrer alle Vorgänge – anders als noch bei Level 2 – nicht mehr permanent überwachen. Er muss lediglich in der Lage sein, die Kontrolle wieder zu übernehmen, wenn er dazu aufgefordert wird. Der neue Audi AI Staupilot ist ein technologischer Meilenstein, dem viele Jahre Forschungs- und Entwicklungsarbeit vorausgegangen sind.

### **Fahrzeugintelligenz und Interaktionsintelligenz**

Fahrzeugintelligenz ist ein wichtiger Baustein von Audi AI: Denn damit befähigte Assistenzsysteme und Technologien sind die Wegbereiter hin zum vollautonom fahrenden Automobil. Der Audi AI Staupilot im neuen Audi A8 ist ein Beispiel dafür, wie Fahrzeugintelligenz heute aussehen kann. Ein umfangreiches Set an Sensoren umfasst die Umgebung. Aus den so gewonnenen Daten errechnet das zentrale Fahrerassistenzsteuergerät (zFAS), das im neuen Audi A8 Premiere feiern wird, kontinuierlich ein Abbild der Umwelt – unterstützt durch eine zweite Datenfusion im Radar-Steuergerät. Als erstes Serienautomobil der Welt wird der neue Audi A8 die technischen Voraussetzungen erfüllen, um in einer Stausituation auf Wunsch hochautomatisiert zu fahren.

Das Automobil der Zukunft wird auf dem Weg hin zu vollautomatisierten Fahrfunktionen und der Vision des autonomen Fahrens noch mehr bieten. Zu der sich stetig weiterentwickelnden Fahrzeugintelligenz gesellt sich eine hohe Interaktionsintelligenz.



Dank Audi AI besitzt das Auto künftig eine ganz neue Charaktereigenschaft: Einfühlungsvermögen in Richtung Insassen, Empathie. Die intelligenten Systeme und Technologien machen das Auto zu einem mitdenkenden und empathischen Begleiter, weit über den Horizont seiner ursprünglichen Aufgaben hinaus. Durch Audi AI antizipieren Automobile künftig die Wünsche des Fahrers oder der Mitfahrer situationsgerecht und unterstützen so in jeder Situation proaktiv. Darüber hinaus können sie eine Dienstleistung vorschlagen und für die Passagiere buchen – selbstständig, wie ein persönlicher Concierge. Damit schafft Audi AI neue Freiräume und ein neuartiges Premium-Erlebnis.

Zusammengefasst steht Audi AI für das ganzheitliche und verantwortungsvolle Zusammenspiel innovativer Technologien, die nahtlos mit der Infrastruktur und anderen Verkehrsteilnehmern vernetzt sind. Der Audi der Zukunft lernt ständig dazu und entwickelt seine Fähigkeiten weiter. Dabei passt sich die Technik den individuellen Bedürfnissen der Menschen immer mehr an.

Die einzelnen Bausteine von Audi AI verändern den Umgang mit dem Automobil grundlegend und werten den Aufenthalt an Bord deutlich auf. Das Auto wird immer mehr zu einem „dritten Lebensraum“ – neben der Wohnung und dem Arbeitsplatz. Der individuelle Kundennutzen steht für Audi dabei im Vordergrund, ebenso wie der eindeutige Bezug zur Mobilität. Die Kundenvorteile von Audi AI sind klar definiert: Die intelligenten Systeme und Technologien zielen auf Zeit, Sicherheit, Effizienz und Individualisierung.

## **Vorteil 1: Zeit**

Funktionen wie der neue Audi AI Staupilot oder das pilotierte Parken sind nur der Anfang. Audi AI erlaubt es dem Fahrer künftig, den Aufenthalt an Bord eines vollvernetzten Autos anders zu gestalten als bisher. Nach und nach kann er das Lenkrad loslassen und stattdessen auf neuartige Weise mit dem Auto in Verbindung treten. Darüber hinaus gewinnt er Zeit, weil ihm das automatisiert fahrende Auto viele Routinetätigkeiten wie das Einparken, oder das Fahren durch die Autowäsche abnimmt.

### **Zeitersparnis und Komfortgewinn**

Die Infotainment-Funktionen erweitern sich stetig, die immer schnellere Internetanbindung ermöglicht den Austausch großer Datenmengen während der Fahrt. Gleichzeitig schreitet auch die Integration von Kommunikationsmedien in das Automobil weiter voran. Sie lassen sich zum Arbeiten an Bord nutzen, etwa für Videotelefonie. Der Fahrer hat mehr und mehr die Wahl, wie er seine Zeit unterwegs verbringen möchte. Doch nicht nur auf der Straße bietet das Auto der Zukunft großes Potenzial für Zeitersparnis und Komfortgewinn: In speziell ausgewiesenen Bereichen, sogenannten „Audi AI Zones“, erledigt ein Audi künftig verschiedene Dinge selbstständig – während der Fahrer zum Beispiel arbeitet oder Freizeit genießt.



### **Audi AI Zone:**

Der Fahrer parkt seinen Audi in einem gekennzeichneten Bereich (Übernahme-Zone). Von dort fährt das Auto selbstständig und unbemannt in ein mehrgeschossiges Parkhaus mit verschiedenen Service-Angeboten wie einer Waschanlage, einer Paket-Station, einer Tankstelle oder – im Falle eines elektrisch angetriebenen Autos – einer Ladesäule. Dank Audi AI erledigt das Auto all diese Dinge eigenständig. Der intelligente, mit seiner Umgebung vernetzte Audi findet auch einen Parkplatz selbst und steuert ihn präzise an. Zum gewünschten Zeitpunkt steht er wieder in der Übergabe-Zone bereit zur Weiterfahrt. Der Fahrer kann die Aktionen seines Autos jederzeit über eine App verfolgen und durch neue Services ergänzen.

Die durch den Besuch in einer Audi AI Zone gesparte Zeit und der damit verbundene Komfortgewinn kann für Audi-Kunden schon bald Wirklichkeit werden. Die Entwicklung einer einheitlichen Schnittstelle zum Anbinden verschiedener Smart Devices sowie eine webbasierte Integration fahrzeugspezifischer Apps stehen kurz vor der Serienreife. Der Audi der Zukunft wird damit zu einem IoT-Device (Internet of Things), das nahtlos und smart in die Welt seiner Nutzer eingebunden ist.

### **Die 25. STUNDE:**

Moderne Autos vermeiden mittels Car-to-X-Technologie Staus und andere lästige Wartezeiten. Darüber hinaus entlastet das pilotierte Fahren den Fahrer in Zukunft sogar bereits dann, wenn er noch unterwegs ist. Von den Lenkaufgaben befreit, hat er die Hände und den Kopf frei für andere Dinge – und zwar im Mittel rund eine Stunde pro Tag.

Wenn jedoch irgendwann alle Autos ohne Zutun des Fahrers durch die Stadt navigieren, wie differenziert sich dann eine Premiummarke? Im Projekt „[25. STUNDE](#)“ macht Audi seine Kunden zu souveränen Zeitmanagern. Individuelle Vorlieben stehen dabei im Mittelpunkt. Der Innenraum passt sich so an, dass Nutzer bestmöglich entspannen, Zeit ungestört mit Familie und Freunden verbringen oder sogar produktiv sein können. Mit dem Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO untersucht Audi aktuell, wie sich digitale Signale, Lichtstimmung und auditive Reize im Automobil auf den menschlichen Organismus auswirken, zum Beispiel auf das Stresslevel oder die Konzentration. Die Erkenntnisse sollen Interieur- und Usability-Designer inspirieren und dabei helfen, aus dem Auto der Zukunft zum Beispiel einen perfekten Arbeitsplatz zu machen.



## **Vorteil 2: Sicherheit**

Aktuell sind Fahrfehler ursächlich für bis zu 90 Prozent aller Verkehrsunfälle. Audi AI vermeidet in Zukunft von vornherein gefährliche Situationen, in denen Unfälle passieren können. Um irgendwann auch in unübersichtlichen Verkehrssituationen automatisiertes Fahren zu ermöglichen, sind weitere Methoden und Ansätze nötig. Diese reichen über regelbasierte Systeme hinaus und schließen Elemente von künstlicher Intelligenz ein. Die Entwicklung eines unfallvermeidenden Automobils genießt bei Audi höchste Priorität.

## **Vorteil 3: Effizienz**

Hochvernetzte und pilotiert fahrende Autos nutzen Raum und Energie effizienter, das bringt ökologische und ökonomische Vorteile. Durch Car-to-X-Technologie – die intelligente Vernetzung mit anderen Verkehrsteilnehmern und der Infrastruktur – vermeidet das Auto beispielsweise Staus und berechnet optimale Ausweichrouten. Neben dem individuellen Kundennutzen und der Energieersparnis hat das pilotierte Fahren eine weitere volkswirtschaftliche Dimension: Stark frequentierte Routen lassen sich durch gezieltes Lenken der Verkehrsströme dauerhaft entlasten.

## **Vorteil 4: Individualisierung**

Durch Audi AI lernt das Auto seine Insassen und deren Gewohnheiten individuell kennen. Mensch und Maschine kommunizieren miteinander, das schafft Vertrauen und erleichtert eine flexiblere Ausgestaltung des Tagesablaufs. Der „Audi Fit Driver“ hat den Gesundheitszustand des Fahrers im Blick, der persönliche, intelligente Assistent (PIA) lernt den Fahrer kennen und kann dank intelligenter Algorithmen eigenständig und adaptiv mit ihm interagieren.



## **Audi AI – die Technologien**

### **zFAS – Rechenpower, Vernetzung und Informationsverarbeitung**

Herzstück der Systeme für das pilotierte Fahren, die Audi entwickelt, ist das zentrale Fahrerassistenzsteuergerät (zFAS). Das Mastermind hat seine Premiere im neuen Audi A8.

Bisher erfolgte das Management der Fahrerassistenzsysteme in räumlich voneinander getrennten Steuergeräten. Als erster Automobilhersteller bündelt es Audi nun in einer zentralen Domänenarchitektur. Dafür wurden Funktionsportfolio, die erforderliche Sensorik, Elektronikhardware und Architektur der Software zu einem Zentralsystem zusammengeführt. Von Beginn an galt dabei vor allem dem Sicherheitskonzept die volle Aufmerksamkeit.

Durch die vielen, im zFAS gebündelten Sensorinformationen errechnet es blitzschnell ein vollständiges Modell der Fahrzeugumgebung und stellt diese Informationen allen Assistenzsystemen zur Verfügung. Damit ist es auch die zentrale Schnittstelle für alle Funktionen des pilotierten Fahrens.

Für seine kompakte Bauweise und gleichzeitig hohe Rechenleistung sind leistungsfähige Elektronikbausteine eine Grundvoraussetzung. Das zFAS – in etwa so groß wie ein Tablet – ist eine Hightech-Rechenzentrale. Audi hat das zFAS zusammen mit international führenden Technologiepartnern entwickelt. Es integriert Hochleistungs-Chips – von NVIDIA den Tegra K1, von Infineon den Aurix und von Altera den Cyclon V –, ergänzt durch den Prozessor EyeQ3 von Mobileye, dem weltweit führenden Unternehmen bei Bildverarbeitungs-algorithmen im Automobil-Bereich. Durch sein modulares Konzept ist das zFAS flexibel skalierbar und dadurch zukunftsfähig.

### **Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen**

Künstliche Intelligenz ermöglicht es pilotiert fahrenden Automobilen künftig, in hochkomplexen Situationen angemessen zu reagieren – ähnlich wie ein menschlicher Fahrer oder diesem sogar überlegen. Als Teilgebiet der Informatik beschäftigt sich künstliche Intelligenz damit, Maschinen mit Fähigkeiten auszustatten, die menschlichem Verhalten ähneln. Dies kann zum Beispiel durch maschinelles Lernen (Machine Learning) erreicht werden.

Maschinelles Lernen ist folglich Voraussetzung für künstliche Intelligenz. Grundlage dafür liefern Mathematik und Statistik. In äußerst komplexen Sachverhalten finden Algorithmen selbstständig Muster und Regeln – und treffen darauf basierend Entscheidungen. In jüngerer Vergangenheit hat die Forschung im Bereich künstlicher neuronaler Netze – der Imitation von Signalverbindungen innerhalb des menschlichen Gehirns – große Fortschritte erzielt. Deep Learning bildet die neuronalen Netze des Gehirns auf einem Computer nach. Das setzt eine enorme Rechenleistung und eine umfangreiche Datenbasis voraus.



Für intelligente und pilotiert fahrende Autos ergeben sich in Zukunft zahlreiche Anwendungsfälle maschinellen Lernens. Deshalb evaluiert Audi unterschiedliche Methoden – etwa Supervised Learning oder Deep Reinforcement Learning – mit dem Ziel, den jeweils optimalen Ansatz für diese Anwendungsfälle zu finden. Dabei arbeitet Audi eng mit den Top-Unternehmen der Softwarebranche sowie führenden Universitäten zusammen.

### **Objekt- und Umfelderkennung**

Eines der aktuell wichtigsten Anwendungsgebiete des maschinellen Lernens ist die Objekt- und Umfelderkennung. In den Modellen Audi A4, A5, Q5 und Q7 ist die Objekterkennung bereits mit Hilfe von Supervised Learning in der Serie umgesetzt. Dort kommt ein trainiertes System zur Anwendung: Der Lernvorgang ist also bereits abgeschlossen, bevor das Auto in die Produktion geht.

Auch im neuen Audi A8 kommt Supervised Learning bei der Objekterkennung zum Einsatz. Die vom Technologiepartner Mobileye entwickelte Bildverarbeitung basiert unter anderem auf der Methodik des Deep Learning. Tiefe neuronale Netze werden dabei mit verschiedenen Datensätzen trainiert. Das neuronale Netz lernt so, verschiedene Objekte zu klassifizieren – als Autos, als Radfahrer, als Fußgänger. Die gewonnenen Informationen stehen in der finalen Software den Fahrerassistenzsystemen und denen für das pilotierte Fahren im Auto zur Verfügung.

Erst dank dieses Verfahrens erkennt der neue Audi A8 auch Freiflächen, also freie befahrbare Bereiche. Das ist eine wichtige Voraussetzung für den neuen Audi AI Staupilot.

## **Vorentwicklungsprojekte bei Audi**

### **Audi Q2 deep learning concept:**

Auf der NIPS (Conference and Workshop on **N**eural **I**nformation **P**rocessing **S**ystems) in Barcelona zeigte Audi im Dezember 2016 erstmals im Modell-Maßstab, wie ein Auto intelligente Einpark-Strategien entwickelt. Auf einem Feld von 3x3 Metern sucht der Audi Q2 deep learning concept selbstständig eine geeignete Parkbucht in Form eines Metallrahmens und parkt dort ein.

Die Fähigkeit des autonomen Parkens erwarb das Modellauto (Maßstab 1:8) mittels Deep Reinforcement Learning. Dabei lernt das System mit Hilfe der Methode „Versuch und Irrtum“. Zu Beginn wählt das Auto seine Fahrtrichtung nach dem Zufallsprinzip. Ein Algorithmus erkennt die erfolgreichen Aktionen und verfeinert auf diese Weise die Park-Strategie immer weiter. So kann das System schließlich auch schwierige Aufgaben selbstständig lösen.





Die Sensorik des Modellautos besteht aus zwei Monokameras, die nach vorn und hinten gerichtet sind, sowie zehn Ultraschallsensoren rund um das Modell. Ein zentraler Bordrechner setzt ihre Informationen in Steuersignale für Lenkung und Elektromotor um. Auf der Fahrfläche ermittelt das Modellauto im ersten Schritt seine relative Position zum Parkplatz. Sobald es diesen erkennt, berechnet es, wie es sicher zum Ziel gelangt. Dabei rangiert das Modellauto, lenkt und fährt je nach Situation vorwärts oder rückwärts.

Der „Audi Q2 deep learning concept“ ist ein Vorentwicklungsprojekt der Audi Electronics Venture (AEV), einer Tochter der AUDI AG.

**Audi Q7 deep learning concept:**

Ein Beispiel für die Anwendung maschinellen Lernens im Maßstab 1:1 präsentierte Audi im Januar 2017 auf der Consumer Electronics Show (CES) in Las Vegas. Auf einem speziell angelegten, veränderlichen Freiflächenkurs nutzt der Audi Q7 deep learning concept zur Orientierung eine Frontkamera mit zwei Megapixel Auflösung; diese kommuniziert mit einer Recheneinheit vom Typ NVIDIA Drive PX 2, die ihrerseits wiederum die Lenkung hochpräzise betätigt. Das Steuergerät ist mit seiner Leistungsfähigkeit speziell auf Anwendungen des pilotierten Fahrens zugeschnitten.

Als Kern der Software dienen tiefe neuronale Netze, die Experten von Audi und NVIDIA gezielt auf das selbstständige Fahren und das Erkennen dynamischer Verkehrsregelungshinweise trainiert haben. Zu Beginn hat der Audi Q7 deep learning concept in mehreren Runden den Kurs mit einem Fahrer am Steuer und zusätzlicher Trainingskameras kennengelernt. Das System hat einen Zusammenhang zwischen den Reaktionen des Fahrers und den von den Kameras erkannten Ereignissen hergestellt. Dadurch versteht das Auto externe Anweisungen wie ein temporäres Verkehrssignal, kann sie interpretieren und situativ handeln.

Der größte Unterschied zwischen dem Audi Q2 deep learning concept und dem Audi Q7 deep learning concept besteht in der Methode des maschinellen Lernens: Während das 1:8-Modellauto das Einparken mittels Versuch und Irrtum erlernt (Deep Reinforcement Learning), erhält das Netzwerk des Audi Q7 deep learning concept konkrete, für ihn relevante Daten während der Trainingsläufe – es lernt also von einem menschlichen Fahrer (Supervised Learning). Beide Projekte sind wichtige Teile der Forschung zum Thema künstliche Intelligenz bei Audi und illustrieren die Bandbreite dieses Ansatzes. Audi evaluiert und erprobt zudem verschiedene Arten des maschinellen Lernens, um die Technologien gezielt für neue Anwendungen im Bereich des automatisierten Fahrens und der Personalisierung einzusetzen.



## **Car-to-X-Technologie**

Mehr sehen als das menschliche Auge oder die Infrarotkamera – die Car-to-X-Technologie erweitert den Horizont der etablierten Fahrzeugsensorik von Radar, Kamera und Ultraschall um Informationen, die weit entfernt und außerhalb des Sichtbereichs des Fahrers liegen. So lassen sich Gefahrensituationen noch früher erkennen – und Unfälle vermeiden. Bereits heute bietet die Echtzeit-Kommunikation der Autos untereinander und mit der Verkehrsinfrastruktur mehr Sicherheit, Komfort und Effizienz. Als erster Hersteller führt Audi im neuen A8 den leistungsfähigen Mobilfunkstandard LTE Advanced ein.

### **„Ampelinformation“:**

Die erste hochvernetzte Serienfunktion des Car-to-X-Bausteins heißt „Time-to-Green“. Im Audi virtual cockpit oder Head-up-Display sieht der Fahrer, ob er im Rahmen der erlaubten Geschwindigkeit die nächste grüne Ampel erreicht. Ist das nicht der Fall, zählt ein Countdown die Zeit bis zur nächsten Grünphase – so kann der Fahrer frühzeitig den Fuß vom Gas nehmen. Denkbar ist in Zukunft auch, dass Audi e-tron-Modelle beim Ausrollen an einer roten Ampel die Bremsenergie verstärkt zum Laden der Batterie nutzen. An einer roten Ampel ermöglicht die Car-to-X-Technologie künftig beim Umspringen auf Grün einen „Kolonnenstart“, bei dem mehrere Autos automatisiert und nahezu gleichzeitig anfahren. Dadurch wird der Durchfluss während jeder Grünphase deutlich erhöht.

Autofahrer sind dank dieser Ampelinformation vorausschauender unterwegs. Das beeinflusst den Verkehrsfluss positiv. In Zukunft lässt sich die Ampelinformation beispielsweise auch mit einer intelligenten Navigation koppeln und für neue Antriebskonzepte nutzen. So könnten „Grüne Wellen“ in die optimale Routenführung einfließen.

### **„On Street Parking“:**

Ein weiterer Car-to-X-Dienst ist eine Parkplatz-Suchfunktion, die Audi unter dem Projektnamen „On Street Parking“ entwickelt. Mit Car-to-X-Technologie ausgestattete Autos melden ihre jeweiligen Ein- und Ausparkvorgänge selbstständig an die Server in der Cloud. Die Anwendung registriert Parkmanöver auf Grundlage verschiedener Parameter, beispielsweise an Steuersignalen des Motors, an Fahrstufenwechsel, Lenkwinkelanschlag und Geschwindigkeit.

Mithilfe der Informationen von Ultraschallsensoren oder Kamera erkennt das System freie Parkflächen künftig auch während der Fahrt. Die Anzahl der freien Parkplätze am Straßenrand berechnet es auf Basis statistischer Modelle, die Faktoren wie die jeweilige Tageszeit beachten. In Echtzeit zeigt der Service dem Fahrer die Wahrscheinlichkeit eines freien Parkplatzes an und erleichtert ihm so besonders in Stadtzentren die Suche. Unnötige Zeit für die Parkplatzsuche wird gespart, das entlastet die Straßen.



Zugleich können Emissionen in den Ballungsräumen wirksam reduziert werden. Während heute in der Rush Hour hunderte Autos oftmals bis zu 30 Minuten in Wohngebieten auf Parkplatzsuche kreuzen, lassen sich künftig freie Parkplätze am Straßenrand und in Parkhäusern verlässlich anzeigen. Der nötige Weg beschränkt sich somit auf die direkte Fahrt. Ein einfaches Rechenbeispiel illustriert, wieviel Kraftstoff und gasförmige Emissionen sich dabei einsparen lassen: Ein durchschnittlicher Pkw konsumiert im Stadtverkehr mehr als fünf Liter Kraftstoff auf 100 Kilometer Strecke. Diese Distanz legt mancher Autofahrer im urbanen Raum jeden Monat auf Parkplatzsuche zurück – in der Summe verbraucht also jedes einzelne Auto mehr als 50 Liter oder eine ganze Tankfüllung pro Jahr.

## **Sprachbedienung**

Die nächste Stufe der Sprachbedienung stellt ein Hybrid-Konzept dar. Dieses beantwortet die Fragen des Fahrers auf zwei Wegen. Zum einen nutzt es Erkenntnisse über die Präferenzen des Benutzers, die er onboard gespeichert hat, zum anderen greift es auf das Wissen der Cloud zurück. Darüber hinaus kann der Fahrer seine Fragen oder Anweisungen frei formulieren – der selbstlernende Dialogmanager reagiert, stellt bei Bedarf Rückfragen oder bietet Auswahlmöglichkeiten. Im Dialog mit dem System kann der Fahrer zwischen Menübereichen wechseln. Beispielsweise kann er einen Kontakt aus dem Telefonbuch anrufen und die damit verbundene Anschrift als Navigationsziel übernehmen lassen. Über die Zielsuche hinaus umfasst die neue Hybrid-Sprachbedienung auch die Medien, die Klimatisierung sowie Teile der Telefonfunktionen und einige Audi connect-Dienste. In Europa arbeitet sie grenzüberschreitend.

## **Audi Fit Driver**

Bereits heute ist jeder Audi mit modernster Technologie ausgestattet und bietet ein Höchstmaß an Komfort und Sicherheit. Als privater Rückzugsort und rundum vernetzter Raum eignet sich ein Auto nicht nur ideal für Fitness-Monitoring, sondern kann auch aktiv die Gesundheit und das Wohlbefinden des Fahrers steigern. Das Projekt Audi Fit Driver macht das Auto zu einem empathischen Begleiter. Es weiß in vielen Situationen, was der Fahrer gerade braucht.



Die Zahl der Nutzer sogenannter Wearables – Fitnessarmbänder oder Smartwatches – wächst stetig. Die Geräte am Handgelenk überwachen wichtige Vitalparameter wie die Herzfrequenz oder die Hauttemperatur. In späteren Ausbaustufen können die Daten des Wearables mit denen der Fahrzeugsensorik kombiniert werden. So lassen sich verlässliche Aussagen über den aktuellen Zustand des Fahrers formulieren – und das Auto kann individuell darauf reagieren. Wenn der zukünftige Audi Fit Driver beispielsweise erhöhten Stress oder Müdigkeit erkennt, stellen sich die Fahrzeugsysteme entspannend, vitalisierend oder auch schützend auf den Fahrer ein. Dank intelligenter Algorithmen lernt das System den Fahrer immer besser kennen.

Audi Fit Driver bietet erstmals die Möglichkeit, im Auto aktiv Stress abzubauen und die Konzentration zu verbessern. Wenn das System eine hohe Belastung des Fahrers feststellt, kann diese mit einer speziellen Atemtechnik reduziert werden. Die Anleitung dafür zeigt das Display als sogenanntes Bio-Feedback im Audi virtual cockpit, ganz ähnlich wie im Leistungssport. Zusätzlich leitet eine Stimme aus den Lautsprechern die Übung an. Egal, ob entspannende Atemübung, belebende Sitzmassage im Rhythmus der Musik, spezielle Klimatisierung, adaptives Infotainment oder passende Interieur-Lichtinszenierung: Das Ziel von Audi Fit Driver ist ein optimal auf den jeweiligen Zustand des Fahrers abgestimmtes Fahrerlebnis, bei dem er am Zielort entspannter aussteigt, als er eingestiegen ist.

In einer späteren Ausbaustufe könnte Audi Fit Driver die Assistenz- und Sicherheitssysteme beziehungsweise Systeme für das pilotierte Fahren mit einbeziehen. In Extremsituationen könnte ein Audi dann einen pilotierten Nothalt durchführen und per eCall-System einen Notruf absetzen.



## **Empathische Technologie und Gamification**

**Die Konzeptstudien „Klara“ und „Bonnie“ basieren beide auf dem Audi A1, und könnten doch kaum unterschiedlicher sein. Während „Klara“ mit ihrer atmenden Karosserie einen Ausblick auf mögliche Neuerungen im Exterieur-design gibt, dreht sich bei „Bonnie“ alles um die innovative Gestaltung des Interieurs. Beide Konzepte teilen die Idee, durch empathische Technologie beziehungsweise durch den Einsatz spielerischer Elemente (Gamification) Vertrauen zwischen Mensch und Maschine aufzubauen – eine wichtige Grundvoraussetzung für pilotiertes Fahren.**

### **Konzeptauto Klara**

Vertrauen zum Auto lässt sich am besten durch Empathie gewinnen – wenn Menschen in der Umgebung eines Autos spüren, dass sie das Auto permanent wahrnimmt und einfühlsam auf sie reagiert. Die Konzeptstudie „Klara – The Living One“ gibt überraschende Antworten auf die Frage, wie sich ein Audi in zehn, zwanzig oder dreißig Jahren weiterentwickeln kann: Ein Hightech-Automobil, das Emotionen zeigt und damit zu einem persönlichen Freund und Begleiter werden könnte.

Auf den ersten Blick sieht „Klara“ aus wie ein gewöhnlicher Audi A1, doch der Schein trügt. Bei genauerem Hinsehen ist zu erkennen, dass das Auto in regelmäßigen Abständen Luft zu holen scheint. Damit die Karosserie diese atmenden Bewegungen vollführen kann, arbeiten unter dem Blech 39 elektrische Stellmotoren. Dank einer sensiblen Sensorik reagiert „Klara“ interaktiv und subjektiv auf ihre Umgebung. Nähert sich eine Person, die sie sympathisch findet, begrüßt sie diese, indem sie aufblendet. Genauso kann Klara aber auch durch Knurrgeräusche ihren Unmut äußern.

Für einen künftigen Serieneinsatz bei Audi sind vor allem Erkenntnisse interessant, wie es „Klara“ gelingt, durch ihre empathischen Reaktionen eine Kommunikationsebene – und damit auch Vertrauen – zwischen Fahrer und Auto, zwischen Mensch und Maschine, schafft.

### **Konzeptauto Bonnie**

Zahlreiche neue Individualisierungsmöglichkeiten und Innenraumideen präsentiert das Interieur-Konzeptauto „Bonnie“. Fahrer und Beifahrer können beispielsweise durch rhythmisches Trommeln auf bestimmte Oberflächen im Cockpit eigene Schlagzeug-Sounds erzeugen oder über eine App die LED-Ambientebeleuchtung an die Farbe des T-Shirts oder des Nagellacks anpassen.



Mit dem innovativen Lichtkonzept im Innenraum zeigt „Bonnie“, was Digitalisierung beim Lichtdesign alles möglich macht – und wie sich der Innenraum künftig noch stärker personalisieren lässt. Diese neuartige Personalisierung bietet den Vorteil, dass sich Fahrer und Mitfahrer besonders wohlfühlen. Jeder kann das Licht im Innenraum zu jeder Zeit in seine Lieblingsfarbe tauchen. Nutzt ein Mensch mehrere Autos, etwa im Rahmen von Carsharing, lässt sich die persönliche Lieblingsfarbe von Auto zu Auto übertragen. Dadurch fühlt er sich in jedem Auto wie in seinem eigenen. Das Gleiche gilt, wenn sich mehrere Menschen – zum Beispiel eine Familie – ein Auto teilen.

Neben der personalisierbaren LED-Ambientebeleuchtung bietet „Bonnie“ weitere Licht-Ideen: Flächenleuchten anstelle der gewohnten Dachhaltegriffe, innen-beleuchtete Luftausströmer und Lautsprecher, ein besonders helles Fuß- und Gepäckraumlicht sowie einen Lichtteppich für das direkte Fahrzeugumfeld.

Bei den Sportsitzen kommen nachhaltige Materialien zum Einsatz, die sich wie echtes Wildleder anfühlen. Der Startknopf ist in den Schaltknauf integriert, die Schalteranzeige in das unten abgeflachte Sportlenkrad eingearbeitet. Ein Smartphone- und ein Tablet-Ablagefach weisen auf die Zielgruppe dieser Konzeptstudie hin: Young Professionals und Best Ager, die ihre mobilen Endgeräte immer dabei haben. Ein Handtaschenhalter vor dem Beifahrersitz verhindert, dass die Tasche beim Bremsen nach vorne in den Fußraum rutscht. Für stark beanspruchte Turnschuhe gibt es eine Art Schmutzweimer unter dem doppelten Boden des Gepäckraums. Der in den Ladeboden eingelassene Deckel erweitert die Stauraumhöhe, beispielsweise für den Transport von Zimmerpflanzen oder etwas größere Blumensträuße.

Ein unterhaltsames Entertainmentangebot von „Bonnie“ ist die Funktion „Drumbase“. Piezo-Sensoren im Lenkrad, in den Luftausströmerdüsen und im Deckel des Handschuhfachs nehmen Trommelschläge von Fahrer und Beifahrer präzise auf, ein Rechner wandelt sie in Schlagzeug-Sounds um.

So klingt es fast, als sei ein echtes Schlagzeug mit an Bord des Audi A1. Der spielerische Ansatz sorgt für eine neuartige Möglichkeit, sich die Zeit zu vertreiben. Ähnliche Gamification-Gadgets könnten in Zukunft auch beim pilotierten Fahren interessant sein.



## **Der persönliche, intelligente Assistent (PIA)**

Das beste Bedienkonzept ist dasjenige, das sich ideal auf den Fahrer einstellt, ihm möglichst viele Handgriffe abnimmt und Routine-Bedieneingaben selbstständig ausführt – PIA, der persönliche intelligente Assistent, folgt genau diesem Ansatz. Mit Methoden der künstlichen Intelligenz verknüpft PIA Daten intelligent miteinander – Daten aus dem Auto, Daten über den Fahrer, über die aktuelle und die bevorstehende Verkehrssituation sowie Daten aus dem Internet. PIA reagiert unter anderem auf Spracheingaben und kann dank intelligenter Algorithmen eigenständig und adaptiv mit dem Nutzer interagieren.

PIA beobachtet die Tätigkeiten des Fahrers und lernt ihn anhand seiner Verhaltensmuster kennen. Daraus ergibt sich eine Vielzahl von Einsatzszenarien: die Navigation, die Auswahl der Musik, die Wahl des gewünschten Audi connect-Dienstes, die Klimatisierung, der Vorschlag eines Parkplatzes oder das Einhalten des gewohnten Abstands zum Vorfahrenden auf der Autobahn. Auf Basis der durch Methoden von Machine Learning gewonnenen Erkenntnisse stellt PIA die Funktionen des Autos auf die Verhaltensweisen und Bedürfnisse des Fahrers ein und kann aktiv Empfehlungen geben.

Ein Server in der geschützten Audi-Cloud hostet und bearbeitet die PIA-Daten. Der Kunde kann sie jederzeit über seinen myAudi-Account einsehen und verwalten. Er kann sie löschen oder ändern, beispielsweise bei einem Umzug. Zudem lassen sie sich automatisch auf weitere Autos übertragen. Das Auto erkennt den jeweiligen Nutzer, lädt das entsprechende Nutzerprofil und PIA passt das Auto sowie das Interaktionsverhalten daraufhin an.

Die Audi-Tochter Audi Electronics Venture GmbH (AEV) betreibt das Vorentwicklungsprojekt PIA federführend. Es könnte mit ersten Teilmengen noch in diesem Jahrzehnt in Serie gehen und danach Schritt für Schritt ausgebaut werden – zu einem perfekten, diskreten Assistenten des Fahrers.

## **Datenschutz**

Datenschutz genießt bei Audi eine hohe Priorität. Die jeweiligen staatlichen Gesetze zu personenbezogenen Daten, Datenschutz und Persönlichkeitsrechten befolgt Audi ohne Einschränkungen. Im Umgang mit personenbezogenen Daten der Kunden gelten für die Marke stets klare Grundsätze.