

## Blick in die Zukunft – automobiler Technik von morgen

- Audi wireless charging
- Parkhauspilot
- OLED-Technologie
- Hybrid-Materialien in der Karosserie
- Schraubenfedern aus GFK
- Multitouch-Bedienung
- Vorausschauendes Fahrwerk

*Auf einer Vielzahl von Feldern arbeiten die Entwickler und Vorentwickler von Audi an neuen Ideen und Denkansätzen. Dabei denken sie in vielen Fällen bewusst unkonventionell. Bei manchen Projekten arbeiten sie mit strategischen Partnern zusammen, um einen noch umfassenderen Blick zu gewinnen. „Denn nur aus gedanklicher Freiheit“, so betonen die Audianer, „entstehen echte Innovationen.“*

Dieses Booklet stellt sieben neue Projekte von Audi vor. Teils befinden sie sich noch in der Vorentwicklung, teils stehen sie kurz vor dem Sprung in die Produktion.

Der **Ultra-Leichtbau**, eine der stärksten Säulen von Audi, ist ein besonders fruchtbarer Nährboden für neue Ideen – ob bei der Karosserie oder in anderen Bereichen wie dem Fahrwerk. Das Gleiche gilt für das noch junge Thema Audi connect, die **vernetzte Mobilität**. Hier verleihen die rasanten Fortschritte bei der Elektronik den Autos eine wachsende Intelligenz, die die Bedienung und das ganze Fahren komfortabler macht. Das Technikfeld e-tron, die **Elektromobilität** von Audi, bietet ebenfalls viele Spielräume für innovative Ideen. Und last but not least gehört die **Lichttechnik** zu den großen Domänen der Marke.

Bei allen Projekten und Entwicklungen gilt ein klares Ziel: Audi will den sportlichen Charakter der Marke weiter schärfen und zugleich die Ressourcen schonende individuelle Mobilität berücksichtigen.

### Audi wireless charging

Audi arbeitet mit Hochdruck an der Zukunft der Elektromobilität – an den e-tron-Fahrzeugen und an ihrer Technologie. Das ganzheitliche Konzept, das die Marke mit den vier Ringen verfolgt, schließt sämtliche Aspekte ein, darunter auch das **Laden des Antriebsakkus**. Ein besonders interessanter Ansatz auf diesem Gebiet ist das **automatische kontaktlose** Laden unter der Bezeichnung Audi wireless charging.

„Wir möchten unseren Kunden einen Premium-Ladevorgang des Fahrzeugs ermöglichen – einfach, kontaktlos und vollautomatisch. Das dabei verwendete Prinzip der Induktion ist ja von der elektrischen Zahnbürste und vom Induktionsherd her bekannt“, sagt Projektleiter Dr. **Björn Elias**. „Wir nutzen es jetzt, um Autos zu laden.“

Elias leitet das Vorentwicklungsprojekt Audi wireless charging bei der Audi Electronics Venture GmbH (AEV), einer Tochter der AUDI AG. Als Vorentwicklung im Elektronikbereich von Audi hat die AEV die Aufgabe, neue Trends in der Welt der Fahrzeugelektronik ausfindig zu machen, sie auf ihre Tauglichkeit zu prüfen und sie

gegebenenfalls zusammen mit externen Unternehmen in Richtung Serie weiterzutreiben.

Ein wichtiger Partner beim kontaktlosen Laden ist die WiTricity Corporation aus Watertown bei Boston. Die Amerikaner liefern Technik-Komponenten, die in einem Fahrzeug-Gesamtsystem integriert werden. Die Komponenten sind insbesondere Spulen, die in Platten integriert sind. Die so genannte **stationäre Ladeplatte** ist in der Regel mit der Straße oder dem Parkplatz, die **mobile Ladeplatte** mit der Unterseite des Audi e-tron verbunden.

Wenn der Audi e-tron – oder ein anderes entsprechend ausgestattetes Elektroauto – über der Ladeplatte im Boden zum Stehen kommt, startet der Ladevorgang automatisch. Der Wechselstrom in der Primärspule erzeugt ein magnetisches Wechselfeld, es induziert über den Luftspalt hinweg eine Wechselspannung in der Sekundärspule im Fahrzeug. Dort wird der Strom über einen Wandler gleichgerichtet und in die Batterie eingespeist. Der Ladevorgang endet, wenn der Akku vollgeladen ist oder wenn der Fahrer losfährt. Er kann den Ladevorgang auch jederzeit manuell beenden.

Die stationäre Ladeplatte kann auf dem Boden – etwa in der heimischen Garage –, im Boden oder sogar unter ihm liegen. Regen, Eis oder Schnee beeinträchtigen sie nicht. Ihr Wechselfeld baut sich nur dann auf, wenn ein Fahrzeug über ihr steht, stellt also keine Gefahr für Menschen oder Tiere dar.

Diese Ladetechnik lässt sich nach Belieben in die Verkehrsinfrastruktur integrieren, etwa als Ausrüstung von Parkhäusern oder Wohnstraßen. Björn Elias skizziert ein mittelfristiges Szenario: „Stellen Sie sich vor, dass Sie mit Ihrem Audi e-tron zur Arbeit fahren und auf dem Rückweg noch einkaufen gehen. **Überall, wo das Auto steht, wird die Batterie nachgeladen, vielleicht sogar an der Ampel.** Die kurzen Zyklen sind das Beste, was dem Akku geschehen kann, denn **je geringer die Ladehöhe sind, desto länger ist seine Lebenserwartung.**

Auf dem Weg zur flächendeckenden Lade-Infrastruktur ist noch viel Arbeit zu leisten. Audi engagiert sich dabei in den deutschen und amerikanischen Gremien, die einen offenen und einheitlichen Standard vorantreiben. In wenigen Jahren, meint Elias, könnte die Technologie des automatischen kontaktlosen Ladens in Serie gehen. Sie hat das Potenzial, der Elektromobilität einen neuen Schub zu verleihen.

## Parkhauspilot

Autos, die sich ohne Zutun ihres Fahrers bewegen – noch wirkt diese Vorstellung wie Science-Fiction. Doch bei Audi wird sie Zug um Zug Realität. Der Parkassistent, der Modelle wie den A4 und den A6 beim Einparkvorgang unterstützt, ist schon seit einiger Zeit in Produktion. Neue Technologien zum pilotierten Parken sind aktuell in der Entwicklung. Hier gilt das visionäre Motto: „Wenn ich nicht fahren will, lasse ich fahren, wenn ich Spaß am Fahren haben will, beispielsweise auf einer schönen Landstraße, fahre ich selbst.“

„Ein typisches Beispiel dafür sind Parkhäuser und Tiefgaragen“, sagt **Stefan Stümper** von der Audi Electronics Venture, der Audi-Vorentwicklungstochter im Bereich Elektronik. „Nicht jeder Mensch fühlt sich im Parkhaus wohl. In jedem Fall kostet es erheblich Zeit, dort einen Parkplatz zu suchen, das Auto abzustellen und später wieder auszuparken. Mit unserem Projekt Parkhauspilot unterstützen wir den Fahrer bei dieser Aufgabe.“

Stümper erklärt die Technologie am Beispiel eines Audi-Fahrers, der abends ins Kino fahren möchte. Über eine **Onlineverbindung** im Fahrzeug kann er unterwegs beim **Parkhaus-Managementsystem** anfragen, wo es freie Plätze für pilotiertes Parken gibt. Die Antworten erscheinen auf dem MMI-Bildschirm; der Fahrer wählt ein Parkhaus aus und lässt sich vom Navigationssystem zu ihm leiten.

An der Einfahrt hält der Fahrer an, wählt optional gewünschte Dienstleistungen wie beispielsweise das automatische kontaktlose Laden seines e-tron-Modells über den MMI-Bildschirm aus, verlässt das Auto, schließt es ab und erteilt über sein Smartphone das **Einpark-Kommando** an das System.

Im Parkhaus ist ein zentrales Steuergerät installiert, das den pilotierten Einparkvorgang managt. Es nimmt per WLAN Kontakt mit dem Auto an der Einfahrt auf und fragt dessen wichtigste Daten ab: den **Typ** und damit die **Abmessungen**. Danach ermittelt der Rechner, wo der nächste geeignete Stellplatz liegt, und sendet eine schematisierte Routenkarte an das Auto.

Die digitale Leitschnur steuert die elektromechanische Lenkung des Audi; an ihr entlang rollt er mit einer Geschwindigkeit von fünf bis zehn Kilometern pro Stunde durch das Parkhaus. Ziel des Projekts ist eine zuverlässige Umsetzung der Funktion, ohne das Fahrzeug hierzu technisch hochrüsten zu müssen. Zur Erkennung des Umfelds nutzt der Audi daher gängige Seriensensoren. Ein intelligenter Rechen-Algorithmus fügt diese Daten zu einem vollständigen Bild der Umgebung zusammen und gleicht sie mit der Routenkarte ab.

Sollte eine Kollision drohen, bleibt der Audi stehen; das Gleiche gilt für den Fall, dass der Funkkontakt zum Zentralrechner abbrechen sollte. Das Steuergerät im Parkhaus überwacht seinerseits alle Bewegungen des Autos mit hochgenauen Laserscannern. „Wir messen auf den Zentimeter genau“, sagt Vorentwickler Stümper. „Aber die wahre Herausforderung liegt weniger in der zuverlässigen Umsetzung der einzelnen Module als vielmehr im **Zusammenspiel aller nötigen Sensor- und Steuerungsmodule** zu einem komplexen Gesamtkonzept.“

Wenn der Fahrer wieder aus dem Kino kommt, kann er den Parkhaus-Rechner per Smartphone anweisen, das Auto zur Ausfahrt zu schicken – falls er den Abholzeitpunkt nicht schon vorab festgelegt hat. In jedem Fall rollt sein Audi bis zur Ausfahrt; die Parkgebühr wird automatisch abgebucht.

„Dieses Szenario ist erst der Anfang“, sagt Stefan Stümper. „Im ersten Schritt würden wir in den Parkhäusern **separate Bereiche für pilotiertes Parken** einrichten. Der Zentralrechner managt dort alle Fahrzeuge so, dass der Verkehr zügig und sicher fließt. Weil in diesen keine Menschen unterwegs sind, können die Decken niedriger, die Parkplätze kleiner und die Beleuchtung dunkler sein, was **Raum und Energie spart**. Wir können dort automatisierte Waschanlagen und Tankanlagen einrichten und natürlich Ladestationen für die e-tron-Modelle.“

Science Fiction? Nein: Natürlich müssen für die Serienentwicklung solcher Systeme die Haftungsfragen geklärt werden. Dies ist ein besonders wichtiger Punkt auf dem Weg zu einer möglichen Einführung. Deshalb orientiert sich Audi derzeit auch an der Luftfahrt. Dort, wo seit Jahrzehnten Autopiloten gang und gäbe sind, liegt die letzte Verantwortung dennoch beim Piloten. So wird es auch beim Auto sein. Deswegen spricht Audi vom pilotierten Fahren. Der Parkhauspilot ist ein konkreter Teil der neuen vernetzten Mobilität unter dem Schlagwort Audi connect. Der Begriff fasst alle Anwendungen und Entwicklungen zusammen, welche die Modelle von Audi mit dem Besitzer, dem Internet, der Infrastruktur und anderen Fahrzeugen verbinden.

## OLED-Technologie

Der Lichtkanal im Untergeschoss des Audi-Elektronikcenters in Ingolstadt ist ein dunkler Ort der Erleuchtung. Grauer Boden, schwarz verhängte Wände, in der Mitte drei Exponate mit strahlenden Lichtern in Gelb- und Rottönen. Der Raum erinnert ein wenig an eine Bühne, und **Stephan Berlitz**, Leiter Innovation Lichttechnik und Lichtelektronik bei Audi, ist der Regisseur.

Berlitz ist einer jener Entwickler, die dazu beigetragen haben, dass Audi heute (nach Eigendefinition) die führende Marke in der automobilen Lichttechnik ist. Das LED-Tagfahrlicht und die LED-Scheinwerfer haben Meilensteine gesetzt. Der nächste Schritt werden die OLEDs sein. In der Elektronikindustrie ziehen Displays in dieser Technik bereits in die Serienfertigung ein; Berlitz und sein Team arbeiten in enger Kooperation mit dem Audi-Design daran, OLEDs als Leuchtmittel am Exterieur des Autos zu nutzen.

Das Kürzel OLED steht für „organic light emitting diode“. Im Gegensatz zu LEDs, die aus Halbleiter-Kristallen bestehen, handelt es sich hier um **organische Polymere mit Halbleiter-Eigenschaften**. Das pastöse Material liegt Nanometer-dünn zwischen einer Kathode und einer Anode. Beide tragen leitende Beschichtungen; alle Materialien sind wegen ihrer geringen Schichtdicke, die nur wenige Mikrometer beträgt, auch transparent ausführbar.

Zwei plan polierte Glasplatten umschließen den Aufbau luft- und wasserdicht; ein Metallrahmen umschließt das Sandwich, das nur etwas mehr als einen Millimeter stark ist. Wenn man eine geringe Spannung anlegt, werden im elektrischen Feld Photonen emittiert – die Fläche leuchtet auf. **Je dünner die Schicht, desto höher die Helligkeit; verschiedene Polymere erzeugen unterschiedliche Farben.**

Aufgrund ihrer Transparenz kann man einzelne OLEDs hintereinander setzen, um die Farben zu mischen; weißes Licht entsteht durch Addition der Farben.

Stephan Berlitz verweist auf eine Heckleuchte, die sein Team für den Audi Q7 aufgebaut hat. In ihrem Inneren leuchten vier kleine, rote OLED-Platten. Wie Schuppen nebeneinander liegend, erzeugen sie das Schlusslicht. Acht flache Segmente bilden den geschwungenen gelben Blinklicht-Streifen.

„Mit den LEDs von heute wäre diese homogene Erscheinung nicht möglich“, erklärt Berlitz. „Sie sind punktförmige Lichtquellen, die eine zusätzliche Optik brauchen – Reflektoren, Lichtleiter oder Streuoptiken. Bei der OLED-Technik **leuchten die Flächen selbst**, und die dünnen Platten sehen einfach gut aus. Sie sind **leicht**, sprechen **blitzschnell** an, entwickeln **wenig Wärme**, halten **mehrere zehntausend Stunden** und benötigen **nicht mehr Energie als herkömmliche Leuchtdioden.**“

Die Roadmap von Audi für den Serieneinsatz der OLEDs erstreckt sich über mehrere Jahre. Auf dem heutigen Stand vertragen die neuen Dioden nur geringe Ströme, das geeignete Temperaturfenster endet bei 80 Grad Celsius. Beim Schlusslicht werden die OLEDs in relativ naher Zukunft zum Zug kommen, beim Bremslicht, das etwa fünfmal heller sein muss, einige Jahre später. Für Tagfahrlicht und Standlicht kann sich Berlitz weiße OLEDs vorstellen.

Das größte Ziel für die Audi-Designer sind aber **dreidimensionale OLEDs**. Im Rahmen eines öffentlich geförderten Projekts entstehen gerade die ersten Prototypen – faszinierend leichte, filigrane Leuchtkörper in Ringform, auf verschiedenen Ebenen in die Rücklichter eines Audi TT eingesetzt.

Der Weg zur freien Form könnte über eine Zwischenlösung führen: die dreidimensionale Anordnung von kleinen Platten. Diese Cluster können auf der ganzen Karosserie liegen, wie ein Modell vom künftigen Audi R8 OLED concept zeigt. Es trägt an den Flanken, am Rücken und im Innenraum Streifen, die aus Hunderten dreieckiger OLEDs bestehen. „Der Kollege aus dem Design hat das ganze Auto zum Leuchtmittel gemacht“, sagt Berlitz. „Auf diese Weise werden ganz **neue Fahrzeugsignaturen** möglich, die sich immer wieder verändern lassen.“

Ein weiteres Zukunftsszenario ist der „**swarm**“, das dritte Exponat im Lichtkanal. Hier ist das Heck eines Fahrzeugs in eine große Lichtfläche verwandelt, auf der zahllose kleine Lichtpunkte fluktuieren wie Fische in einem Schwarm. Ihre Manöver folgen der Bewegung des Autos. Wenn es nach rechts abbiegt, fließen sie nach rechts, beim Bremsen strömen sie rasch nach vorne; je schneller das Auto fährt, desto fixer bewegen sie sich. **So signalisieren die OLEDs dem Hinterherfahrenden stets das aktuelle Bewegungsprofil des Wagens vor ihm.**

Beim „swarm“ sind die OLEDs in Display-Technik angeordnet – als Matrix aus zahllosen Einheiten in Pixel-Größe, die einzeln angesteuert werden. Auch der OLED-Schwarm vereint das Schöne mit dem Sinnvollen, wie Berlitz erklärt: „Er sieht sensationell gut aus und ist zugleich ein konkretes **Sicherheits-Feature.**“

## Hybrid-Materialien in der Karosserie

Auch große Durchbrüche fangen meist ganz klein an. Auf den ersten Blick wirken die Exponate, die **Benjamin Bender** präsentiert, nicht unbedingt spektakulär: schmale Streifen aus Aluminium, auf der Rückseite mit einer dünnen Schicht aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) überzogen.

Tatsächlich aber birgt das Vorentwicklungsprojekt, das Doktorand Bender im Audi Leichtbauzentrum (ALZ) am Standort Neckarsulm betreibt, zukunftsweisende Potenziale. Wenn die neuen Hybridstrukturen aus Metall und CFK eines Tages in Serie gehen, können sie den Ultra-Leichtbau von Audi ein weiteres Stück voranbringen.

Mit ihren Aluminium-Karosserien hat die Marke schon vor Jahren eine Führungsrolle im Leichtbau übernommen. Die ASF-Bauweise (Audi Space Frame) senkt bei den Modellen A8, R8 und TT das Karosseriegewicht bis zu 40 Prozent gegenüber einer herkömmlichen Stahlkonstruktion. Jetzt zündet Audi die nächste Stufe – den **Multimaterial Space Frame**, der Komponenten aus Aluminium, Stahl und faserverstärkten Kunststoffen miteinander kombiniert.

Beim Umgang mit all diesen Materialien besitzen die Audi-Ingenieure tief greifende Kompetenz. Sie müssen sich nicht starr auf einen einzigen Werkstoff fixieren, vielmehr lautet ihr Motto: „Das richtige Material am richtigen Ort für eine hervorragende Performance.“ **Die neuen Karosserien, die die Vorteile der unterschiedlichen Materialien miteinander kombinieren, werden erheblich leichter sein als konventionelle Metall-Aufbauten.**

Das Projekt von Benjamin Bender treibt die Mischbau-Philosophie einen Schritt weiter: Hier werden die einzelnen Komponenten zu Hybriden. Wenn man ein metallisches Strukturbauteil in der Karosserie – etwa eine B-Säule oder einen Schweller – gezielt mit CFK verstärkt, verbessert man seine Eigenschaften, beispielsweise seine **Festigkeit** oder auch sein **Deformationsverhalten** im Crash-Fall. Zugleich verringert sich sein Gewicht, weil das vergleichsweise schwere Metall – Stahl oder Aluminium – teilweise durch das sehr viel leichtere CFK ersetzt wird.

Im ALZ in Neckarsulm, in dem etwa 180 Spezialisten an der Zukunft der Audi-Karosserien arbeiten, beschäftigt sich Bender mit vielen Fragen. Wie muss man in den einzelnen Bauteilen das Metall und das CFK miteinander kombinieren, um die jeweils besten Eigenschaften zu erzielen? An welchen Stellen bringen die Verstärkungen die größte Wirkung? Und was ergeben die praktischen Versuche, bei denen es um das Crash- oder Korrosionsverhalten der Komponenten geht?

Ein zentrales Thema für Bender ist auch die Verbindung der beiden Werkstoffe. Üblicherweise erfolgt sie heute mit Nieten, Schrauben oder technischen Klebstoffen. Das neue Projekt geht einen smarteren Weg – es nutzt das **Kunstharz**, das auch bei der Herstellung eines reinen CFK-Bauteils erforderlich ist, gleich als verbindendes Medium.

Derzeit untersucht Bender, ob sich der Fügeprozess im **RTM-Prozess** realisieren lässt (RTM: resin transfer moulding). Das RTM-Verfahren eignet sich für größere Stückzahlen und ist eine der Schlüsseltechnologien im ALZ.

„Wenn alles so läuft wie geplant, wird die Entwicklung noch ein paar Jahre dauern“, sagt Benjamin Bender, „und dann wird noch einige Zeit bis zum Serieneinsatz vergehen.“

## Schraubenfedern aus GFK

Beim Fahrwerk ist der Ultra-Leichtbau besonders interessant, denn dort kann er die ungefederten Massen reduzieren und ebenso den Komfort wie das Handling verbessern. Das Vorentwicklungsprojekt von **Joachim Schmitt** spielt auf diesem Technikfeld. Es widmet sich einem hoch belasteten, aber unscheinbaren Bauteil, bei dem es vermeintlich schon längst nichts mehr zu verbessern gibt: der Schraubenfeder. Schmitts Ziel besteht darin, die stählernen Bauteile durch Federn zu ersetzen, die aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) bestehen.

Die GFK-Feder, die Schmitt gemeinsam mit dem Patentinhaber SOGEFI entwickelt hat, unterscheidet sich deutlich von einer herkömmlichen Stahlfeder. Sie ist hellgrün gefärbt, ihr so genannter Draht ist dicker, ihr Gesamtdurchmesser bei geringerer Windungs-Anzahl etwas größer. Vor allem aber ist sie viel leichter. „Die heutige Stahlfeder an der Vorderachse des Audi A4 wiegt 2,66 Kilogramm“, erklärt der Ingenieur. „Bei der GFK-Feder sind es nur 1,53 Kilogramm, also **gut 40 Prozent weniger Gewicht** bei ebenso guten Eigenschaften.“

Eine Helix aus glasfaserverstärktem Kunststoff eignet sich exzellent zur Aufnahme von **Torsionsspannungen**, wenn sie gezielt darauf ausgelegt ist. Als Kern der Feder dienen lange, miteinander verdrehte Glasfasern, die mit **Epoxidharz** getränkt werden. Um diese „Seele“, die wenige Millimeter Durchmesser hat, wickelt eine Maschine weitere Fasern, abwechselnd in Winkeln von +45 Grad und –45 Grad zur Längsrichtung; diese Zug- und Drucklagen stützen sich gegenseitig. Die Torsionsspannungen im Querschnitt des Bauteils werden in **Zug- und Druckspannungen** in der Faser umgewandelt.

Im nächsten Schritt wird der noch weiche und nasse Draht auf einen Metallkern aus einer niedrig schmelzenden Legierung gelegt, der die Negativform der künftigen Feder darstellt. In einem Ofen härtet das GFK-Material bei über 100 Grad Celsius aus, während die Form schmilzt. In diesem Verfahren entstehen derzeit die Prototypen. In der späteren Fertigung – zunächst in Pilotserie, dann in Großserie mit einer Million Stück im Jahr – wird der Prozess sehr viel effizienter und schneller ablaufen.

Das **Debüt der neuen GFK-Federn** wird noch 2012 im elektrisch angetriebenen Audi R8 e-tron stattfinden, 2013 soll der Einsatz in mehreren Stufen im großen Stil in den Mittel- und Oberklassemodellen folgen. Derzeit finden die Dauererprobungen auf der Straße statt, flankiert von Test-Marathons auf speziellen Prüfständen. Jeder von ihnen belastet die Feder so stark wie rund 300.000 Kilometer in Kundenhand.

„Am Anfang haben nicht allzu viele Kollegen an unser Projekt geglaubt“, berichtet Joachim Schmitt. „Aber das Material GFK hat sich von Beginn an als sehr gute Wahl erwiesen. Es ist absolut **frei von Korrosion**, auch bei Steinschlag, und praktisch **unempfindlich gegenüber Chemikalien** wie Felgenreinigern. Die Herstellung der GFK-Federn verbraucht **weniger Energie** als bei einer Stahlfeder, und im Auto sind sie beispielsweise im aktuellen Audi A4 zusammen rund vier Kilogramm leichter – das ist schon ein großer Fortschritt.

Bereits heute können Schmitt und seine Kollegen ihre GFK-Federn präzise auf die Wünsche der Fahrwerks-Ingenieure abstimmen – auf das Auto, die Achslast sowie den Komfort- und Handling-Charakter. Sie brauchen nur die **Länge** des Drahts, seinen **Durchmesser** und die **Windungszahl** anzupassen. In wenigen Jahren, erwartet der Ingenieur, wird das GFK-Material durch verbesserte Produktionsverfahren noch belastbarer werden; dann verringert sich der **Raumbedarf** auf das Maß der heutigen Stahlfedern.

Bleibt nur noch die seltsame hellgrüne Farbe. Doch auch diese Herausforderung haben die Entwickler von Audi gemeistert. „Wenn wir den GFK-Federn einen Anteil Graphit beimischen, werden sie schwarz durchgefärbt“, erklärt Schmitt. „Und für die besonders sportlichen Kunden arbeiten wir schon an den Farben Rot und Blau.“

## Multitouch-Bedienung

Der Fahrsimulator im Souterrain des Audi-Elektronikcenters in Ingolstadt ist keine schlichte Sitzkiste, sondern ein fast vollständiges Auto – ein A8, dem nur das vordere Ende samt Motor fehlt. Über dem Dach türmen sich vier große Projektoren. Sie werfen ihre Bilder auf eine gewölbte Wand, die die Limousine in einem 240-Grad-Kreissegment umgibt. Zwei weitere Projektoren schicken ihre Bilder auf eine Leinwand hinter dem Fahrzeug, somit ergibt sich eine 360-Grad-Ansicht.

Die Projektion zeigt an diesem Tag eine vierspurige Schnellstraße mit geringem Verkehr. „Der Proband am Steuer soll einem vorausfahrenden Auto folgen“, erläutert **Kristin Dettmer**, verantwortlich für das Touchpad im Bereich Entwicklung Bedienkonzepte. „Dabei stellt ihm unser Kollege auf dem Beifahrersitz verschiedene Bedienaufgaben: eine Telefonnummer zu wählen, ein neues Navigationsziel einzugeben oder einen Titel aus einer Medienliste anzuspielden.“

Schwierig oder heikel ist das nicht – dennoch beansprucht jeder Bedienschnitt eine gewisse Konzentration. Der Fahrer trägt eine Brille, die **zwei kleine Kameras** integriert: die eine filmt die **Umgebung**, die andere die **Pupille**. Wenn die Audi-Entwickler die Aufzeichnung später mithilfe einer speziellen Software auswerten, erkennen sie im Detail, ob und wie lange der Proband bei den einzelnen Schritten auf den **MMI-Monitor** oder auf das **Bedienfeld** geblickt hat.

Das Thema Bedienung hat bei Audi große Bedeutung. Mit Einführung des MMI-Systems vor zehn Jahren im A8 hat sich die Marke (laut Eigendefinition) an die Spitze des Wettbewerbs gesetzt. 2010 stellte das Touchpad – das MMI touch – erneut im A8 die nächste große Entwicklung dar, und jetzt folgt im neuen A3 seine Fusion mit dem **Dreh-/Drück-Steller**. Dabei ist klar: Die zahllosen neuen Funktionen,

die vor allem im Infotainment-Bereich möglich werden, erfordern noch smartere Bedienkonzepte.

Die Touchpads, die Audi heute für viele seiner Modelle anbietet, sind auf Singletouch-Bedienung ausgelegt, ideal vor allem zum Schreiben von Buchstaben und Ziffern mit einem Finger. Bei den neuen Generationen wird Audi auf **Multitouch-Technologie** setzen. Wenn der Benutzer **mehrere Finger** einsetzen kann, stehen ihm ganz neue Möglichkeiten offen. Auf dem aktuellen Entwicklungsstand des Systems kann er beispielsweise mit zwei Fingern die Navigationskarte rasch bewegen; mit drei Fingern kann er schnell durch lange Medienlisten scrollen. Das Touchpad weist **12x8 cm Fläche** auf – genug im Urteil der meisten Nutzer.

„Zu der neuen Bedienung gehört auch, dass wir die Menülogik und die Grafik auf dem Bildschirm überarbeitet haben“, erklärt Kristin Dettmer. „**Bislang** war sie ja voll auf den Dreh-/Drück-Steller und seine **rotatorische** Bewegung ausgelegt. **Jetzt** treten die **horizontalen** und **vertikalen** Elemente stärker in den Vordergrund, wobei wir auf den Steller nicht verzichten wollen. Er wird sicher für manche Funktionen das ideale Instrument bleiben.“

In die Entwicklung, die seit drei Jahren läuft, sind die Erkenntnisse aus vielen Versuchen eingeflossen – insbesondere aus dem Fahrsimulator, vom digitalen „Surface“-Tisch und aus einem fahrenden Audi A7 Sportback auf der Straße. Wie gut kommen die Probanden mit der Multitouch-Bedienung zurecht?

„Das iPad und das iPhone haben das Prinzip beim Publikum eingeführt“, sagt Kristin Dettmer. „Natürlich gibt es auch zwischen den Probanden Unterschiede, so gehen zum Beispiel die **älteren Personen etwas zurückhaltender** mit einer Mehrfinger-Bedienung um. Deshalb konzipieren wir unser System so, dass man es auch mit einem Finger bedienen kann. Viele Probanden fangen tatsächlich damit an, und dann erschließen sie sich die nächsten Ebenen spielerisch. Auch darin liegt der Joy of use, den wir vermitteln wollen.“

Bei der Entwicklung der neuen Bedienkonzepte denkt Audi in viele Richtungen. Ein Fokus liegt auf einer neuartigen Touchpad-Technologie, die den Fingern **haptische Rückmeldung** vermittelt, ein anderer auf einer verbesserten **Sprachbedienung**, ein dritter auf einer innovativen **Gestenbedienung** für Head-up-Displays. Auch hier arbeiten die Entwickler unter der Leitung von **Bernhard Senner** an einer besonders fortschrittlichen Lösung, die bereits als Modell existiert.

Fahrer und Beifahrer haben hier jeweils ein eigenes **Head-up-Display** zur Verfügung; für den Beifahrer zeigt es digitale Reiseführer, News und die Bilder von Video-Telefonaten. Für alle Personen im Fahrzeug einsehbar, existiert eine zentrale dritte Projektion, deren Bild scheinbar auf der Windschutzscheibe liegt.

Der Fahrer erhält jene Informationen, die für ihn relevant sind, als Symbole, Standbilder und einfache Animationen dargestellt. Einige von ihnen – etwa die Navigations-Pfeile – sieht er in einer neuartigen, **kontaktanalogen Technik**; sie scheinen direkt über der realen Umwelt zu liegen. Der Beifahrer hingegen kann in seinem Sichtbereich die vollen Videofunktionen nutzen. Sein Bild wird in der neuen **DLP-Technologie** (digital light processing) generiert, die die Helligkeit und den Kontrast steigert.

Senner erklärt die Idee, die hinter der neuen Technik steht, an einem Beispiel: „Wenn der **Beifahrer** in seinem digitalen Reiseführer ein interessantes Ziel findet, etwa ein Restaurant, kann er es mit einer einfachen Wisch-Geste in das mittlere Feld verschieben. Dort wird es als Standbild angezeigt. Wenn der **Fahrer** das Ziel dann,



ebenfalls per Wisch-Geste, in sein Head-up-Display übernimmt, kann er es in die Navigationsroute einbauen.“ Eine kleine Kamera erkennt die Bewegungen und leitet die entsprechenden Signale ins System.

## Vorausschauendes Fahrwerk

Eine Ski-Abfahrt auf einer Buckelpiste ist ein Vergnügen, das eine gute Sicht voraussetzt. Nur dann ist der Fahrer in der Lage, die ideale Spur zu finden, die Beine im richtigen Moment zu beugen und zu strecken und sicher und leicht über die Wellen zu tanzen.

„Wenn ein Auto heute über eine unebene Straße rollt, ist das so ähnlich, wie wenn ein Skifahrer eine Buckelpiste im Nebel befährt“, sagt Dr. **Andreas Schindler**, Fahrwerks-Vorentwickler bei Audi. „Beide wissen nicht, was auf sie zukommt und können **erst reagieren, wenn sie den Impuls spüren**. Wir arbeiten daran, das zu **ändern**.“

Audi hat schon vor Jahren damit begonnen, seinen Autos vorausschauende Intelligenz zu verleihen. Radar- und Kamera-basierte Assistenzsysteme wie **adaptive cruise control** (intelligente Geschwindigkeitsregelanlage) und **active lane assist** (Spurhalteassistent) unterstützen den Fahrer und tragen dazu bei, das Fahren komfortabler zu gestalten. Die Technologien, die in den nächsten Jahren folgen, werden diese Entwicklung stark weitertreiben – etwa der **Stauassistent**, der **Kreuzungsassistent** oder das vorausschauende Fahrwerk.

Bereits im vergangenen Jahr hat Audi auf dem Fahrwerks-Sektor eine Innovation vorgestellt, die den Komfort für die Passagiere erhöht – das **querkraftfreie Fahren**. Eine Videokamera erkennt die Kurven, auf die das Auto zufährt; eine aktive Mechanik im Fahrwerk, die mit wenig Energie auskommt, neigt die Karosserie so, dass die Passagiere nur noch minimale Fliehkräfte wahrnehmen. Das **vorausschauende Fahrwerk** arbeitet nach einem ähnlichen Prinzip – mit dem Unterschied, dass es **nicht die Querkräfte ausgleicht, sondern die vertikalen Kräfte**.

Die größte Herausforderung, die sich den Vorentwicklern von Audi stellt, liegt darin, die geeigneten Sensoren zu finden. Sie müssen in einem Feld von etwa **20 Metern** Länge räumlich sehen können, auch bei schwierigen Bedingungen wie einer regennassen, glänzenden Fahrbahn oder in der Nacht. Die Bilder, die sie von der Straße liefern, bedürfen einer sehr hohen Auflösung, um die Hindernisse **millimetergenau zu vermessen** – um Schlaglöcher von Querfugen und Plastiktüten zu unterscheiden.

Ein Algorithmus im Steuergerät des Systems analysiert die Informationen über die **Straßenunebenheiten** sowie die **Eigenbewegungen** des Autos und lässt sie in die Regelung des Fahrwerks einfließen. Dieser Teil des Projekts funktioniert in den Simulationen bereits sehr zuverlässig. Derzeit läuft die Konzeptentwicklung bei den **hoch auflösenden Sensoren** auf Hochtouren.

Die Ingenieure von Audi nutzen in der Sensortechnik die breiten Erfahrungen, die sie in ihrer Arbeit mit den künftigen Fahrerassistenz-Systemen gewinnen. Dort sind ganz unterschiedliche Technologien in der Erprobung, vom so genannten **PMD-Sensor** (PMD = Photomischdetektor) über **Radar-Sensoren** bis zum **Laserscanner**. **Stereokameras** versprechen beim vorausschauenden Fahrwerk ebenfalls große Potenziale. Welche Technologie am Ende das Rennen machen wird, ist heute noch offen. Sicher sei jedoch, so erklärt man bei Audi: „Wir werden eine Lösung ohne Kompromisse erarbeiten!“