

# Innovationstage Connected Drive 2011.

## Inhaltsverzeichnis.



Connected Drive – Mehrwert durch Vernetzung.

Einleitung. .... 3

### 1. **Der 7. Sinn – mehr Wissen, bessere Sicht und intelligente Lichtfunktionen sorgen für mehr Sicherheit im Straßenverkehr.**

#### 1.1 **Dynamic Light Spot – gezielter Lichtstrahl für mehr Sicherheit.** 4

Spot an: BMW Night Vision wird in der nächsten Generation erweitert um den Dynamic Light Spot. Fußgänger werden damit bei Nacht dank Lichtstrahl noch besser sichtbar, Unfälle vermieden.

#### 1.2 **Scheinwerfer der Zukunft – Laserlicht** ..... 7

Stärker, besser, heller, weiter – nach LED kommt Laserlicht in die Scheinwerfer.

#### 1.3 **Vernetzte Vorausschau – mehr Wissen für mehr Sicherheit.** ..... 9

Sonst nur Stoff für Hollywoodblockbuster: wissen, was genau in den nächsten zwei Minuten passiert. Das Auto der Zukunft kann das voraussehen.

### 2. **Nahezu unbegrenzte Möglichkeiten der Connectivity.**

#### 2.1 **Schöne bunte App-Welt.** ..... 13

Das App-Konzept ermöglicht neue, individuelle Funktionen im Auto – jederzeit nachladbar, einfach und sicher.

#### 2.2 **Infotainment Assistent – Ihr persönliches Multimediaangebot.** 18

Ein Autoradio, das schon vorher weiß, was Sie als Nächstes hören wollen? Ob Musik, Newspodcast oder die aktuellen Statusmeldungen Ihrer Freunde auf Facebook – Sie bekommen Ihr maßgeschneidertes Angebot.

#### 2.3 **Vernetzung der Zukunft: Möglichkeiten durch LTE – Highspeedinternet aus der Luft** ..... 20

Schneller als DSL, kabellos und überall verfügbar – die mobile Datenanbindung über LTE bringt neue Möglichkeiten für Connected Drive.

### 3. **Mehr Komfort durch innovative Bedienung und mitdenkendes Routing.**

#### 3.1 **Augmented Reality – neue Dimensionen für Fahrerassistenz und Routenführung mit dem kontaktanalogen Head-Up Display.** ..... 23

Navigationshinweise verschmelzen mit der Wirklichkeit, Gefahren sind im direkten Blickfeld gekennzeichnet: Das kontaktanaloge Head-Up Display schafft das Anzeigeerlebnis der Zukunft – intuitiv und sicher.

#### 3.2 **Bedienen per Handbewegung – Gestikbedienung im Auto.** ..... 27

Woosh – eine Handbewegung und der Song wechselt. Bedienung per Hand – im wahrsten Sinne des Wortes –, vielleicht aber auch per Kopfnicken.

#### 3.3 **Das Auto denkt mit: von A nach B im Jahr 2015?** ..... 29

Vergessen Sie Begriffe wie Routenplanung, Parkplatzsuche oder den Satz „Schatz, ich steh im Stau und komme zu spät zum Abendessen“.

- 4. Das Maß aller Dinge: der Mensch.** ..... 33
- Im Mittelpunkt der Entwicklung steht der Mensch. Und damit sind Informationen und Erkenntnisse über unsere Kunden weltweit heute und in Zukunft für uns wichtiger Bestandteil nicht nur der Marktforschung, sondern auch der Entwicklung.

# **Connected Drive – Mehrwert durch Vernetzung.**

## **Einleitung.**



Unter dem Begriff ConnectedDrive vereint die BMW Group bereits heute einzigartige innovative Funktionen, die Fahrer, Fahrzeug und Umwelt intelligent miteinander vernetzen. Sie erhöhen den Komfort, machen Infotainment in einer neuen Dimension erlebbar und steigern außerdem die Sicherheit in den Fahrzeugen der BMW Group signifikant.

Die klare Vision dieser umfassenden Vernetzung von Fahrer, Fahrzeug und Umwelt zeigt das Konzeptfahrzeug BMW Vision ConnectedDrive. Erstmals wurde damit der Vernetzung des Fahrzeugs „ein Gesicht gegeben“. Die darin dargestellten Funktionen schaffen ein einzigartiges, sicheres und komfortables Fahrerlebnis, bei dem sowohl Fahrer als auch Mitfahrer stets personalisiert und individuell unterhalten oder informiert werden. Connectivity ist zu einem selbstverständlichen Teil der Lebenswelt unserer Kunden geworden – auch im Auto.

Um diese Vision Realität werden zu lassen, forschen und entwickeln bei BMW Ingenieure, IT-Experten und viele weitere Experten in zahlreichen Projekten, was die Autos der Zukunft können sollen. Ob neue Funktionen für eine noch bedürfnisgerechtere Zielführung, die Anbindung an Webserver, kontaktanaloge Anzeigen für Navigation oder Fahrerassistenz oder die Erweiterung der Fahrzeugfunktionen durch die Einbindung von mobilen Endgeräten mit fahrzeugspezifischen Apps – dieses lebendige Innovationsfeld schafft immer neue Möglichkeiten für mehr Sicherheit, Komfort und Infotainment.

Ebenso wie bei der Konzeption des BMW Vision ConnectedDrive steht auch bei den Forschungsprojekten der BMW Group der Mensch mit seinen Bedürfnissen im Mittelpunkt. Die Entwickler befassen sich intensiv mit den Wünschen und Anforderungen, die die Fahrer heute und in Zukunft an die Fahrzeuge haben. Denn Individualität und Personalisierung sind Trends, die selbstverständlich beim Auto nicht haltmachen.

Hinsichtlich der Vernetzung von Fahrzeug, Fahrer und Umwelt ist für die Zukunft noch einiges zu erwarten. Und mit jedem Schritt rückt die Realisierung der im Konzeptfahrzeug BMW Vision ConnectedDrive gezeigten Funktionen näher.

# 1. Der 7. Sinn – mehr Wissen, bessere Sicht und intelligente Lichtfunktionen sorgen für mehr Sicherheit im Straßenverkehr.

## 1.1 Dynamic Light Spot – gezielter Lichtstrahl für mehr Sicherheit.

Das Risiko, als Fußgänger bei einem Verkehrsunfall zu sterben oder sich zu verletzen, ist bei Nacht und Dämmerung um ein Vielfaches höher als bei Tageslicht. Dasselbe gilt für die Fahrzeuginsassen selbst. Unfälle und besonders schwere Unfälle im nächtlichen Straßenverkehr sind sehr häufig auf ein zu spätes Erkennen von Personen oder anderen Lebewesen (z. B. Wild) auf der Fahrbahn zurückzuführen. Mit BMW Night Vision hat BMW innerhalb der Technologien von BMW ConnectedDrive eine sehr effektive Assistenz-Technik für Fahrten bei Dunkelheit im Einsatz. BMW Night Vision unterstützt den Fahrer durch eine Wärmebildkamera beim vorausschauenden und sicheren Fahren bei Nacht. Diese Unterstützung wird zukünftig mit „BMW Dynamic Light Spot“ um eine weitere BMW Innovation zur Erhöhung der Sicherheit bei Nachtfahrten erweitert. Das System bewirkt durch gezieltes Anleuchten von Fußgängern auf der Fahrbahn erhöhte Sicherheit für alle Beteiligten einschließlich des Fahrzeuglenkers. Denn mit dem Einsatz von „BMW Dynamic Light Spot“ kann der Fahrer einen Zusammenprall meist verhindern oder zumindest seine Schwere mindern.

Bei „BMW Dynamic Light Spot“ handelt es sich um ein so genanntes Markierungslicht, bei dem über eine Sensorik potenziell gefährdete Objekte im Fahrumfeld erfasst und dann gezielt mit einem Lichtspot angeleuchtet werden. Gleichzeitig lenkt ein Lichtstreifen auf der Fahrbahn vor dem Fahrzeug bis hin zum möglichen Kollisions-Objekt die Aufmerksamkeit des Fahrers dorthin. Durch dieses frühzeitige Erkennen des Fußgängers kann der Fahrer eine Bremsung oder ein gezieltes Ausweichmanöver einleiten.

### **Bei Nacht sind alle Katzen grau und die Sichtweite ist kurz.**

Herkömmliches Abblendlicht ermöglicht dem Autofahrer bei Nacht eine theoretische Sichtweite von etwa 50 bis 85 Metern, was aber nicht bedeutet, dass in dieser Entfernung Objekte erkannt werden können. Ein dunkel gekleideter Fußgänger wurde bei Versuchen mit Abblendlicht sogar nur bei bis zu 29 Metern Entfernung erkannt. Dies ist verständlich, da bei größerer Distanz nur die Füße angeleuchtet werden. Würde die Regel „Immer auf Sicht fahren“ befolgt, dürfte bei Dunkelheit nicht einmal mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h gefahren werden, da bei dieser Geschwindigkeit der Anhalteweg bereits 63 Meter beträgt.

### **Nachtsichtassistenten sind gut, aber es geht zukünftig noch besser.**

Mittlerweile sind Nachtsichtassistenten wie BMW Night Vision erhältlich. Sie bieten dem Fahrer auf einem Bildschirm eine Abbildung des Feldes vor dem Fahrzeug, sodass dort Fußgänger und andere Lebewesen bereits in Entfernungen von mehreren Hundert Metern gesehen werden können. Allerdings setzt dies im Fahrbetrieb voraus, dass der Fahrer das Night Vision-Bild wie einen Rückspiegel nutzt und ab und zu einen Blick darauf wirft. Die Technik funktioniert so: Bei BMW Night Vision wird eine Infrarotkamera mit einem Aufnahmewinkel von 24 Grad eingesetzt. Sie erzeugt ein Wärmebild, das warme Objekte – Menschen oder Tiere – als helle Form erscheinen lässt.

**Das Markierungslicht – gezieltes Anleuchten hilft Zeit zu gewinnen.**

Es ist heute technisch möglich, die Position von Fußgängern sehr genau zu erfassen. Ist diese Position bekannt, kann ein Scheinwerfer den Bereich gezielt erhellen und so direkt zeigen, wo sich ein eventuell gefährdeter Fußgänger befindet. Ein solches System wird bei BMW Dynamic Light Spot genannt. Der wesentliche Unterschied der BMW Eigenentwicklung gegenüber anderen Markierungslichtassistenten ist ein Lichtstreifen auf der Fahrbahn. Dieser lenkt die Aufmerksamkeit des Fahrers sicher und automatisch auf den möglichen Kollisionspartner und veranlasst ihn so zu einer intuitiven und schnellen Reaktion.

**Wer früher erkennt, kann früher reagieren.**

Allgemein wird davon ausgegangen, dass Fahrzeuglenker dorthin fahren, wo sie hinschauen. Dies zeigt sich beispielsweise bei Fahrsicherheitstrainings, wenn der Fahrer lernt, ein enges Ausweichmanöver auszuführen. Hier konzentriert er sich auf den Bereich unmittelbar vor dem Fahrzeug. Im Fahrsicherheitstraining wird deshalb trainiert, bei einer drohenden Kollision mit den Augen eine freie Gasse oder den „Fluchtweg“ abseits der Straße zu fixieren, um so mit der Blickrichtung die Ausweich-Lenkrichtung umzusetzen. Beim Dynamic Light Spot liegt der Fall anders. Wenn ein angeleuchtetes Objekt für den Fahrer sichtbar gemacht wird, das sich in einem Abstand befindet, der größer ist als der Anhalteweg, bleibt dem Fahrer ausreichend Zeit, durch Bremsen noch vor dem Hindernis zum Stehen zu kommen. Zudem werden Dynamic Light Spot und der Lichtstreifen auf der Fahrbahn im Nahbereich ausgeschaltet, sobald das normale Licht ausreicht, um das Objekt weiterhin zu beleuchten. Es geht also beim Dynamic Light Spot von BMW darum, dem Fahrer Gefahren in möglichst großer Entfernung anzuzeigen und seine Aufmerksamkeit dorthin zu lenken. Die technischen Komponenten für dieses System sind im Wesentlichen hocheffiziente Sensor- und Scheinwerfersysteme.

**Das Sensorsystem erkennt Lebewesen durch ihre Wärmestrahlung.**

Um den Fahrer frühzeitig vor Gefahren warnen zu können, sollte – unabhängig von Wetterbedingungen – die Erkennbarkeit einer Gefahr bei einer Entfernung von etwa 100 Metern gewährleistet sein. Dazu braucht das Markierungslichtsystem eine ausreichend empfindliche Sensorik. Derzeit verfügbare Night Vision Systeme auf Nahinfrarotbasis benötigen für die Bestrahlung der Umgebung vor dem Fahrzeug über 100 Watt Eingangsleistung. Dies entspricht einem nicht zeitgemäßen zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von drei g/km. Der BMW Nachtsichtassistent hat eine deutlich höhere Erkennungsreichweite und es ist keine zusätzliche Strahlquelle erforderlich. Denn BMW Night Vision nutzt zur Erkennung die von den Objekten abgegebene Wärmestrahlung und ist zudem weniger anfällig für Witterungseinflüsse. BMW Night Vision gewährleistet eine sichere Personenerkennung auf eine Entfernung von durchschnittlich 97 Metern.

**Scheinwerfersysteme: mit LED-Arrays direkt das Hindernis im Blick.**

Wenn, wie im Falle von BMW Night Vision, eine geeignete Sensorik im Fahrzeug vorhanden ist, um eine zum Erkennen von Personen ausreichende Reichweite zu realisieren, kommt für Dynamic Light Spot noch eine entsprechende Scheinwerfertechnik hinzu. Es gibt eine größere Auswahl von technischen Möglichkeiten – von Pixellichtscheinwerfern über Xenon- und Schwenkmodule bis hin zu sogenannten LED-Arrays –, jede mit spezifischen Vor- und Nachteilen. Derzeit wird das Markierungslicht über einen geschwenkten LED-Spot realisiert. Dies stellt sicher, dass bei einem geringen, zeitlich befristeten Energiebedarf mit einer hohen Dynamik ein für den Fahrer optimales Spotlicht erzeugt wird und sich durch das Schwenken ein angenehmes Lichtbild ergibt.

Bei „BMW Dynamic Light Spot“ werden diese Hochleistungs-LEDs in den Bauraum der Nebelscheinwerfer integriert, das übrige Fahrzeuglicht kann also auch mit herkömmlicher Technik arbeiten, Voll-LED-Scheinwerfer sind keine Systemvoraussetzung.

**Dynamic Light Spot kann Unfallzahlen deutlich senken.**

BMW plant die Funktion Dynamic Light Spot im Rahmen der Sonderausstattung BMW Night Vision und als ein Ergebnis der Innovationsphilosophie BMW ConnectedDrive für seine zukünftigen, neuen Modelle. Der angestrebte Sicherheitsgewinn bei Nacht für Fahrzeuglenker sowie -insassen und die möglichen Kollisionspartner ist im Rahmen der Systementwicklung bereits nachgewiesen. Bei BMW Testfahrten zur Entwicklung von Dynamic Light Spot kam es zu durchschnittlich einem Anleuchten eines Objekts pro Stunde.

## 1.2 Scheinwerfer der Zukunft – Laserlicht.

Fortschrittliche Technik in allen Bereichen des Automobilbaus gehört für die BMW Group zum Selbstverständnis als weltweit erfolgreicher Hersteller im Premiumsegment. Exklusive Innovationen und Technologiesprünge sichern BMW den Vorsprung im Wettbewerb. Auch im Bereich Fahrzeugaußenlicht nimmt BMW, z. B. mit Voll-LED-Scheinwerfern beim BMW 6er und mit Neuentwicklungen wie dem „Blendfreien Fernlichtassistenten“ sowie mit „Dynamic Light Spot“, eine führende Position ein. Der Begriff „Dynamic Light Spot“ steht für ein Markierungslichtsystem, das Fußgänger frühzeitig selbstständig anstrahlt und so die Aufmerksamkeit des Fahrers lenkt.

Der logische nächste Schritt bei der Pkw-Licht-Entwicklung ist nach der LED-Technik das Laserlicht. BMW Techniker arbeiten bereits heute daran, um in wenigen Jahren mit Laserlicht erneut eine Vorreitertechnologie in die Serienfertigung zu bringen. Dann könnte Laserlicht ganz neue Lichtfunktionen für noch mehr Sicherheit und Komfort möglich machen und gleichzeitig durch seine höhere Effizienz einen wichtigen Beitrag zur Energieeinsparung bzw. Verbrauchsreduzierung leisten.

### **Laserlicht liefert nahezu parallele Lichtstrahlen.**

Per definitionem unterscheidet sich Laserlicht sehr deutlich vom Sonnenlicht und von Licht aus den anderen bislang bekannten Quellen. Laserlicht ist monochromatisch, das heißt, es besteht nur aus einer Wellenlänge. Zudem ist es kohärent, das heißt, es schwingt synchron. So kann es ein Bündel nahezu paralleler Lichtstrahlen mit hoher Leuchtdichte liefern, das tausendmal intensiver als bei herkömmlichen LEDs ist. Mit diesen Eigenschaften lassen sich beim Einsatz von Laserlicht im Fahrzeugscheinwerfer völlig neue Funktionen realisieren. Zudem lässt sich der Energieverbrauch im Vergleich zu LED-Scheinwerfern durch die hohe Systemeffizienz des Laserlichts noch einmal mehr als halbieren. Kurz gesagt: Laserlicht spart Treibstoff.

Mögliche Risiken für Menschen und andere Lebewesen aufgrund der hohen Intensität des Laserlichts bestehen beim Einsatz dieser Lichtquelle im Pkw nicht. Das liegt u. a. daran, dass das Laserlicht nicht direkt ausgestrahlt, sondern erst passend für den Einsatz im Straßenverkehr umgewandelt wird. Das Ergebnis ist somit ein sehr helles weißes, für die Augen sehr angenehmes Licht mit einem sehr geringen Energiebedarf.

### **Laserdioden sind bereits heute im Consumer-Bereich im Einsatz.**

Bereits heute wird die Laserlichttechnologie für den Nutzer sicher in Consumer-Produkten eingesetzt und bleibt dabei doch von vielen Kunden unbemerkt. Beim Einsatz in Pkws, so wie BMW ihn plant, wird das anders sein. Die Vorteile sollen sichtbar und erlebbar sein. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Baugröße der Laserdioden. Zum Vergleich: Eine herkömmliche LED als quadratische Einzellichtquelle hat eine Seitenlänge von einem Millimeter, ist also schon sehr klein. Eine Laserdiode misst nur ein Hundertstel davon, also zehn Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ). Das eröffnet schon bei der Integration der Lichtquelle ins Fahrzeug ganz neue Möglichkeiten. Allerdings planen die BMW Techniker nicht, die Scheinwerfer extrem zu verkleinern – was theoretisch möglich wäre. Vielmehr soll die Scheinwerferoberfläche weiterhin in üblicher Größe erscheinen und auch in Zukunft ein wichtiges Gestaltungselement des BMW Designs bleiben. Die Vorteile des geringen Raumbedarfs können jedoch bei der Bautiefe und somit bei der Platzierung des Scheinwerfers und bei der Karosseriegestaltung genutzt werden.

Einen weiteren Vorteil der Laserlichttechnologie wollen die BMW Techniker in vollem Umfang nutzen: die hohe Effizienz des Laserlichts. Hier nur zwei Werte als Maßstab für die hohe Systemeffizienz: Laserlicht kann pro Watt rund 170 Lumen (fotometrische Einheit für den erzeugten Lichtstrom) liefern, LED-Licht schafft dagegen lediglich rund 100 Lumen. Bei diesen Werten liegt es auf der Hand, dass die Laserlichttechnologie von BMW auch zur Steigerung der Effizienz des Gesamtfahrzeugs genutzt werden soll. Was liegt da also näher, als die Premiere des Laserlichts in einem Konzeptfahrzeug der neuen Submarke BMW i zu feiern, dem BMW i8 Concept. Schließlich steht BMW i für ein neues Verständnis von „premium“, das sich stark über Nachhaltigkeit definiert.

**Laserlicht bietet hohe Effizienz und Sicherheit.**

Einen großen Raum bei der Entwicklung des Laserlichts für den Einsatz in Pkws nimmt die Sicherheit ein. Absolute Augensicherheit für alle Verkehrsteilnehmer und perfekte Betriebssicherheit im Alltagseinsatz haben bei BMW höchste Priorität. Bevor also das Laserlicht aus einer Anzahl von winzigen Laserdioden auf die Straße leuchtet, erfährt es eine wichtige Umwandlung. Direkt im Scheinwerfer wird der eher blaue Laserlichtstrahl mittels Phosphorleuchtstoff umgewandelt. Das Ergebnis ist ein rein weißes, sehr helles, angenehmes Licht. So lassen sich zukünftig mit Laserlicht alle bekannten und neuen BMW Lichtfunktionen wie Adaptives Kurvenlicht, das Markierungslichtsystem „Dynamic Light Spot“ und das Feature „Blendfreier Fernlichtassistent“ darstellen. Darüber hinaus werden mit BMW Laserlicht auch ganz neue Funktionen möglich – und all das mit geringstem Energieeinsatz.



## 1.3 Vernetzte Vorausschau – mehr Wissen für mehr Sicherheit.

Was liegt hinter der nächsten Kurve? Erwartet mich ein Stau auf der Strecke? Je mehr der Fahrer über den vor ihm liegenden Fahrtverlauf weiß, desto besser können er und sein Fahrzeug sich auf die kommenden Ereignisse vorbereiten und entsprechend reagieren. Deshalb beschäftigen sich die Entwickler der BMW Group bereits seit einiger Zeit damit, Informationen über die vorausliegende Strecke zu sammeln, den Fahrer zu informieren, was in gewisser Entfernung vor dem Fahrzeug passiert, und dadurch Handlungssicherheit zu fördern oder die Informationen für vorausschauende Fahrerassistenzsysteme, Navigation und Energiemanagement zu nutzen. Zwei aktuelle Forschungsprojekte der BMW Group, die hierzu ihren Beitrag leisten, sind die „Lokale Gefahrenwarnung“ und die „Vernetzte Vorausschau“.

### **Lokale Gefahrenwarnung.**

Das Ziel der lokalen Gefahrenwarnung ist es, den Fahrer rechtzeitig vor schlecht vorherzusehenden Gefahren auf der Autobahn zu warnen, beispielsweise vor Stauenden hinter Kurven, Unfällen oder engen Wanderbaustellen. Die lokale Gefahrenwarnung zeigt Gefahrenpotenziale frühzeitig an, um sie damit zu entschärfen.

„Eine Gefahr, die ich im Vorfeld bereits kenne, ist nur noch halb so gefährlich, da ich mich darauf einstellen kann.“ (Georg Obert, Projektleiter „Lokale Gefahrenwarnung“ beim BMW Group Verkehrsmanagement)

Erste Szenarien der lokalen Gefahrenwarnung testen die Entwickler der BMW Group derzeit in Hessen. Hier wurden sämtliche mobilen Baustellenanhänger von den Autobahnbehörden mit einem Sender ausgestattet, der den exakten aktuellen Ort sowie weitere relevante Informationen übermittelt. So gibt der Sender außerdem an, ob eine Spur gesperrt wurde und welche dies ist, auf welche Spur auszuweichen ist und wie hoch die im Baustellenbereich erlaubte Höchstgeschwindigkeit ist. Diese Daten gelangen über einen Server im Backend in das Testfahrzeug der Verkehrsmanager – ein aktueller BMW 5er – und werden dort weiterverarbeitet und aufbereitet. Die Baustellenanhänger sind für Testreihen hervorragend geeignet, da sie aufgrund ihrer GPS-Positionierung und der Verbindung ins Backend sehr gut nachvollziehbare Referenzorte darstellen, an denen man das Fahrzeugsystem kalibrieren kann. So liefern sie die Basisinformationen für mögliche zukünftige Ausweitungen auf andere Situationen.

Erhält das Testfahrzeug die Information über einen vorausliegenden Anhänger, informiert es den Fahrer über das Navigationssystem rechtzeitig vor der Gefahr. Gleichzeitig gibt das System dem Fahrer konkrete Hinweise zur Höchstgeschwindigkeit und zu einem eventuell vorzunehmenden Spurwechsel. Da die Entwickler der BMW Group das System momentan auf Genauigkeit und Verlässlichkeit testen, ist es derart eingestellt, dass der Warnzeitpunkt bei einem Kilometer vor dem Ereignis liegt. Wissenschaftliche Studien haben ergeben, dass dies die optimale Warndistanz für den späteren Anwendungsfall im Fahrzeug darstellt.

Die lokale Gefahrenwarnung ist mit der nächsten Generation von Navigationssystemen umsetzbar. Durch deren Fähigkeit, hochpräzise Ortsinformationen auf fünf Meter genau zu verarbeiten, lassen sich Warnzeitpunkt

sowie Gefahrenort optimal bestimmen und anzeigen. In weiteren Stufen ist denkbar, die lokale Gefahrenwarnung in Abhängigkeit von der Eigengeschwindigkeit und der umgebenden Verkehrsgeschwindigkeit auszugeben und beispielsweise Berechnungen zu Rückstaus mit einzubeziehen. Durch eine zuverlässige Eigenerkennung tragen BMW Fahrzeuge über Extended Floating Car Data bereits heute zu einer Verbesserung von Verkehrsmeldungen bei. So konnte die BMW Group im Sommer 2011 den schnellen und umfassenden Verkehrsinformationsdienst Real-Time Traffic Information (RTTI) in Serie bringen. Zukünftig können sie auch Daten erfassen, die zur Erzeugung von lokalen Gefahrenwarnungen herangezogen werden können, was RTTI optimal ergänzt.

**Vernetzte Vorausschau.**

In einem weiteren Forschungsprojekt, der vernetzten Vorausschau, haben die Entwickler der BMW Group Forschung und Technik GmbH ein besonderes Ziel:

„Mit der vernetzten Vorausschau versuchen wir in die Zukunft zu schauen und vorherzusehen, was in zwei Minuten auf unserer Route passieren wird.“  
(Dr. Ilse Kulp, Projektleiterin „Vernetzte Vorausschau“  
bei der BMW Group Forschung und Technik)

Sie arbeiten daran, den Geschwindigkeitsverlauf und damit den Verkehrsfluss auf der eigenen Route für die nächsten zwei Minuten verlässlich vorauszusagen. Je nach Fahrscenario bedeutet dies einen Blick von wenigen Hundert Metern in der Stadt bis hin zu mehreren Kilometern auf der Autobahn. Die Vorhersage der vorausliegenden Verkehrssituation soll dem Fahrer frühzeitig verkehrsrelevante Informationen zur Verfügung stellen, um ihn damit sowie durch Empfehlungen zu Geschwindigkeit und Routenführung zu unterstützen, sein Ziel sicher und effizient zu erreichen.

**Mehrere Datenquellen für höchste Zuverlässigkeit.**

Die vernetzte Vorausschau beruht auf einer Simulation des umgebenden Verkehrs für den nächsten Routenabschnitt. Um die Voraussage von vornherein so zuverlässig wie möglich zu machen, nutzt die vernetzte Vorausschau unterschiedliche Datenquellen. Darunter sind zum einen historische Verkehrsdaten: Sie basieren auf der Beobachtung eines definierten Verkehrsabschnitts über einen längeren Zeitraum und erlauben so Prognosen darüber, wie hoch zu einem gewissen Zeitpunkt an einer bestimmten Stelle das Verkehrsaufkommen und die durchschnittlich gefahrene Geschwindigkeit sein werden. Daraus lassen sich erste Rückschlüsse auf die wahrscheinliche Verkehrsdichte und damit beispielsweise auch auf eine eventuelle Staugefahr ableiten.

Hinzu kommen Daten aus der Car-2-Car- sowie der Car-2-Backend-2-Car-Kommunikation. Die Car-2-Car-Kommunikation erlaubt die direkte Kommunikation zwischen Fahrzeugen über eine Distanz von bis zu 500 Metern. So „sieht“ das eigene Fahrzeug auch, was das vorausfahrende Fahrzeug „sieht“, und kann eine Prognose über die Zeit aufstellen, die ihm bleibt, bis es an der Position des vorausfahrenden Fahrzeugs ist. Dieser Prognosehorizont wird durch die Car-2-Backend-2-Car-Kommunikation nochmals deutlich erweitert, da aufgrund der Verbindung zu einem Server keine direkte Verbindung zwischen den Fahrzeugen mehr gegeben sein muss. Wichtig sind hier beispielsweise Informationen über die Anzahl und Geschwindigkeit der sich in der näheren Umgebung des jeweiligen Fahrzeugs befindenden anderen Autos. Komplettiert werden die Daten zur Berechnung der Verkehrsflusssimulation mit den eigenen Fahrzeugdaten wie aktuellem Ort und aktueller Geschwindigkeit, dem bisherigen Fahrtverlauf sowie dem Ziel der Route.

**Ein Algorithmus berechnet die Zukunft.**

Auf Basis der intelligenten Zusammenführung dieser Daten (Datenfusion) berechnet ein Algorithmus, wie sich der Verkehr in den nächsten zwei Minuten entwickelt. Daraus leitet der Algorithmus dann Empfehlungen ab, wie sich der Fahrer am besten verhalten soll. Dies können Warnhinweise sein, aber auch Geschwindigkeitsempfehlungen, beispielsweise für ein effizientes Mitschwimmen auf der grünen Welle. Ebenso denkbar ist der frühzeitige Hinweis, dass die vorausliegende Ampel bald auf Rot schaltet und der Fahrer daher energiesparend ausrollen kann – unter Einbeziehung des erwarteten Rückstaus durch die umgebenden Fahrzeuge.

Die große Herausforderung bei der vernetzten Vorausschau liegt in der möglichst exakten Prädiktion dessen, was passieren wird – also darin, aus all den verfügbaren Daten wahrscheinliche Szenarien und zuverlässige Hinweise abzuleiten.

„Wir haben sehr viele Daten zum Istzustand, beispielsweise dazu, wie schnell vorausfahrende Fahrzeuge fahren, Ampelsignaldaten und eigene Daten. Daraus gilt es eine verlässliche Vorhersage abzuleiten, wie sich das Verkehrsgeschehen in den nächsten zwei Minuten entwickeln wird. Das klingt zunächst ein wenig wie Glaskugellesen.“ (Benno Schweiger, arbeitet bei der BMW Group Forschung und Technik an dem Algorithmus der vernetzten Vorausschau)

Die komplexe Zusammenführung in eine verlässliche Vorhersage leistet der Algorithmus über eine Mikroverkehrsflusssimulation. Hierzu wird das vorausliegende Straßenstück eindimensional erfasst und alle verfügbaren Daten aus dem Umfeld, wie beispielsweise von Fahrzeugen, die ihre Position senden, hinzugefügt. Aus den historischen Daten und der aktuellen Eigengeschwindigkeit extrahiert der Algorithmus zudem eine angenommene Verkehrsdichte und füllt die Lücken zu den bereits erfassten Fahrzeugen zufallsverteilt mit virtuellen Fahrzeugen auf. Dabei passen die virtuellen Fahrzeuge in der Simulation ihre Geschwindigkeit, basierend auf Sollgeschwindigkeit und Abstandsmodellen, automatisch an die Geschwindigkeit der umgebenden Fahrzeuge an.

**100 Szenarien pro Sekunde.**

Diese Simulation führt der Algorithmus ungefähr 100-mal pro Sekunde durch. Dabei sind die Verteilung der Fahrzeuge und das Verhalten ihrer virtuellen Fahrer zufallsverteilt stets ein bisschen anders, sodass sich pro Sekunde 100 verschiedene Varianten für die nächsten zwei Minuten ergeben. Aus dieser Menge lassen sich dann anhand der Häufigkeit bestimmter Ereignisse verlässliche Vorhersagen über die nächsten zwei Minuten in der Realität ableiten. Erkennt der Algorithmus hochwahrscheinliche Szenarien, gibt er entsprechende Warnungen oder Hinweise aus.

Mit dieser Prognose lassen sich nicht nur Staus, sondern auch die „Bewegung“ von Stauenden genau vorhersagen, da auch wachsender Rückstau mit einberechnet wird. So werden Empfehlungen zur Umfahrung besser, der Fahrer kann bei zäh fließendem Verkehr frühzeitig die Geschwindigkeit anpassen oder weiß, wo sich der Stau wieder auflöst. Was zukünftige Usecases auf Basis des Algorithmus zur vernetzten Vorausschau sein können, erarbeiten die Entwickler der BMW Group Forschung und Technik derzeit in Zusammenarbeit mit anderen Fachabteilungen.

**Fahrzeug oder Backend?**

Im aktuellen Forschungsprototyp sorgt ein großer Computer im Kofferraum für die erforderliche Rechenleistung, die theoretisch auch im Backend zur Verfügung stehen könnte. Deshalb prüfen die Entwickler momentan Mittel und Wege sowohl zur Skalierung und zur Integration der Recheneinheit ins Fahrzeug als auch zur

Verlagerung der Rechenarbeit ins Backend, um die zukünftig sinnvollste Lösung zur Verfügung stellen zu können.

Die Besonderheit und damit auch der große Vorteil der vernetzten Vorausschau liegen in der Kombination der zugrunde liegenden Daten. Informationen über unmittelbar Vorausliegendes erhält das Fahrzeug über Car-2-Car-Kommunikation sofort, weiter Vorausliegendes deckt die Car-2-Backend-2-Car-Kommunikation ab. Dazu kommen als Berechnungsgrundlage die historischen Verkehrsdaten. Um noch genauere Vorhersagen treffen zu können, sollen zukünftig auch echtzeitbasierte Verkehrsdaten wie RTTI, Ampelinformationen, Daten von Wechselverkehrszeichen oder Wetterinformationen die Datengrundlage für die Verkehrsflusssimulation erweitern.

## 2. Nahezu unbegrenzte Möglichkeiten der Connectivity.



### 2.1 Schöne bunte App-Welt.

Seit 2010 bietet die BMW Group als weltweit erster Automobilhersteller mit MINI Connected die applikationsbasierte und umfassende Integration des Apple iPhone ins Fahrzeug. Mit der Sonderausstattung MINI Connected wird das Smartphone ganz einfach über USB-Verbindung und die MINI Connected App zu einer zentralen Schnittstelle für Infotainment im Fahrzeug und rund um das Fahrzeug. Das war der Startpunkt für ein vollkommen neues In-Car-Infotainment-Erlebnis. Seit Frühjahr 2011 sind Schnittstelle (BMW Apps) und App (BMW Connected) auch für BMW Fahrzeuge erhältlich. Außerdem hat die BMW Group das App-Konzept mittlerweile auch auf die seit 2001 verfügbaren integrierten internetbasierten Dienste von BMW Online und in diesem Sommer auf BMW Live übertragen. Auch weitere kompatible Apps und somit Dienste Dritter sind integrierbar und in BMW und MINI Fahrzeugen nutzbar.

#### **Schnell und flexibel erweiterbar.**

Mit dem App-Konzept – sei es über die applikationsbasierte Integration eines Smartphones oder browserbasiert im Fahrzeug – haben die Entwickler der BMW Group eine hochflexible Plattform geschaffen, die derzeit ihresgleichen sucht. Denn mit Hilfe von automotivespezifischen und von der BMW Group zertifizierten Apps kann der Funktionsumfang des Fahrzeugs deutlich erweitert werden, sodass beispielsweise Webradio, Google™ lokale Suche oder Facebook™ im Fahrzeug sicher und bequem nutzbar werden. Doch das ist erst der Anfang: Durch das App-Konzept lässt sich der Funktionsumfang nahezu beliebig erweitern. Ein Update der App oder die Installation einer weiteren kompatiblen App bringen einfach neue Funktionen ins Auto – ohne dass dafür Veränderungen am Fahrzeug vorgenommen werden müssen.

„Beim Thema Apps geht es uns nicht nur um die einzelnen Funktionen wie Webradio oder Google im Fahrzeug, sondern auch darum, was damit erst noch möglich sein wird – diese Technologie macht unsere Fahrzeuge zukunftsfähig.“  
(Florian Reuter, Produktmanagement MINI Connected)

Ein aktuelles Beispiel für die ständige Erweiterung des Funktionsumfangs der Apps ist das neue Kalender-Feature von BMW ConnectedDrive. Nach dem Update der App steht nun auch der spezifische Kalender des iPhone sofort im Fahrzeug zur Verfügung und ermöglicht die Verknüpfung des Terminkalenders aus dem Smartphone mit dem Infotainment-System des Fahrzeugs. Der Fahrer kann den Kalender nun über das zentrale Informationsdisplay einsehen und sich sogar vorlesen lassen.

#### **„3rd-Party-Apps“ – Funktionen von Drittanbietern.**

Neben speziellen eigenen Funktionen nutzt die BMW Group die technischen Möglichkeiten von MINI Connected und BMW Apps auch als Plattform für die Einbindung von Diensten anderer Anbieter in Form von sogenannten „3rd-Party-Apps“. Damit lassen sich zukünftig zahlreiche Funktionen der Infotainment-Welt, die der Nutzer bereits von zu Hause kennt, nahtlos ins Fahrzeug übertragen und dort nutzen. So kann er, ob zu Fuß oder im Auto unterwegs, stets auf die gewünschten Dienste wie beispielsweise personalisiertes Musikstreaming zugreifen.

„Mit Apps Dritter wollen wir dem Kunden zukünftig die Möglichkeit geben, für die jeweilige Anwendung im Fahrzeug auch seinen favorisierten oder einen ihm bereits bekannten Anbieter auszuwählen. Darüber hinaus können wir ihm für neue Funktionen mit anderen Apps natürlich auch eine Empfehlung aussprechen, welcher Anbieter ihm für die gewünschte Leistung zur Verfügung steht.“  
(Andreas Schwarzmeier, BMW ConnectedDrive)

Mit der Öffnung der Plattform für Apps von anderen Anbietern unterstreicht die BMW Group ihre Führungsposition im Bereich der Integration von mobilen Endgeräten ins Fahrzeug und internetbasierter Dienste im Fahrzeug. Die Entwicklungszeiten werden noch kürzer, das Angebot breiter und kundenspezifischer und insbesondere können auch lokale Anforderungen mit einer heterogenen Angebotsstruktur optimal abgedeckt werden. In den USA können BMW Apps und MINI Connected Kunden bereits den beliebten und kostenlosen Webradiodienst Pandora® nutzen.

„In Zukunft wollen wir die Zusammenarbeit mit Premium-Infotainment-Anbietern weiter ausbauen, um unseren Kunden die ihnen bekannten Dienste auch im Fahrzeug zugänglich zu machen.“ (Andreas Schwarzmeier)

Dabei werden nur Apps, die den Anforderungen der BMW Group zur automobilen Nutzung entsprechen, von der BMW Group für MINI Connected oder BMW Apps zertifiziert und freigegeben. Entwicklungspartner unterstützen die BMW Group dafür mit entsprechenden Guidelines, Tools und ihrem automobilen Know-how.

### **Innovative Funktionen, markenspezifisch abgestimmt.**

Die Flexibilität der kommunalen Schnittstelle zeigt sich auch in der markenspezifischen Ausprägung von BMW Apps und MINI Connected. Bieten beide Apps beispielsweise Webradio und Facebook, so wurde MINI Connected gezielt mit fahr- und communityorientierten Funktionen wie dem „MINIMALISM Analyser“ oder der „Mission Control“ erweitert. BMW Apps bedient z. B. mit der aktuellen Integration des iPhone-Kalenders das Bedürfnis nach Nahtlosigkeit und Informationskomfort.

„MINI Fahrer unterscheiden sich von BMW Fahrern. Deshalb ist es für uns wichtig, dass wir ihnen mit MINI Connected ein spezifisches Angebot machen können. Das gilt auch für Apps von Drittanbietern. Wir können hier gezielt mit spannenden Partnern arbeiten und deren Dienste im MINI zugänglich machen.“ (Florian Reuter)

Die aktuelle Version von MINI Connected bietet bereits bis zu zehn verschiedene Funktionen. Und die Entwickler bei der BMW Group arbeiten an der Integration weiterer Funktionen. Neben der Integration von Hörbuchdiensten und virtuellen Reiseführern könnte foursquare<sup>R</sup> den Community-Bereich von MINI Connected um eine Verknüpfung von geobasierten Diensten und Social Networking ergänzen. Nutzer können bei foursquare ihre Umgebung oder beispielsweise ein nahes Restaurant erkunden und erfahren, welche Tipps die Community dazu bereithält. Sie sehen, wo sich die eigenen Freunde aufhalten.

„Wir haben eine kommunale Schnittstelle, die so individuell und kundenspezifisch ausgeprägt werden kann, dass jeder Kunde, ob BMW oder MINI, sein individuell passendes Funktionsset zur Verfügung gestellt bekommt.“ (Uwe Higgen, leitet das BMW Group AppCenter in München)

### **Personalisierbare Anwendungen in BMW Online.**

BMW ConnectedDrive Kunden können neben den iPhone-basierten BMW Apps das App-Erlebnis seit diesem Sommer auch über browserbasierte Anwendungen in



BMW Online erleben. Darüber hinaus können sie ihr internetfähiges Smartphone nutzen, um über BMW Live auf die aktuellsten Applikationen von BMW zuzugreifen. So bietet BMW für alle Kundengruppen und Märkte ein stets aktuelles und konfigurierbares Angebot. Für die browserbasierte Ansteuerung benötigt das Fahrzeug BMW ConnectedDrive und eine Internetverbindung zu den Servern im Backend, auf denen die Anwendungen laufen, über die integrierte SIM-Karte oder das Kundenhandy. Die Anwendungen sind dann im Menü des Bordsystems über BMW Online oder BMW Live anwählbar und sofort nutzbar. Das BMW ConnectedDrive Paket bietet damit einen BMW typischen komfortablen Zugang zu den gewünschten Anwendungen.

„Mit BMW Online und BMW Live, MINI Connected und BMW Apps bieten wir technisch verschiedene, sich ergänzende Lösungen, die unterschiedliche Kundengruppen ansprechen. Und ob Smartphone- oder Backend-Applikationen – durch die Entkopplung von der Fahrzeugentwicklung sind die Fahrzeuge über Jahre immer auf dem aktuellsten Stand.“ (Uwe Higgen)

### **My BMW Remote App goes Android.**

Die BMW Group bietet jedoch nicht nur Lösungen für die Integration von Apple-Smartphones. Auch Smartphones mit Android-Betriebssystem sollen in Zukunft die BMW und MINI Apps nutzen können. Der erste Schritt in diese Richtung ist die Android-Version der My BMW Remote App. Sie steuert die gleichen Fernfunktionen wie das iPhone-Pendant: Neben dem Öffnen und Schließen des Fahrzeugs kann der Fahrer damit auch per „Climate Control“ auf die Klimasteuerung des Fahrzeugs zugreifen und die Standlüftung bzw. Standheizung aktivieren. Darüber hinaus hat der Fahrer je nach Markt über die Funktionen „Flash Light“ oder „Horn Blow“ die Möglichkeit, sich optisch und akustisch den Standort seines Fahrzeugs anzeigen zu lassen. Steht das Fahrzeug außer Sicht- und Hörweite, ist die Ortung des Fahrzeugs im Umkreis von bis zu 1.500 Metern über den „Vehicle Finder“ möglich. Eine Karte weist dem Fahrer den Weg zum Fahrzeug. Die Funktion Google Lokale Suche rundet das Fernfunktionsportfolio ab. Hier kann der Nutzer über die Google Suchfunktion wie auch über das Smartphone Adressbuch gezielt Points of Interest (POIs) ans Navigationssystem im Fahrzeug senden. Auch die E-Mobilitäts-spezifischen Fernfunktionen des BMW ActiveE wie beispielsweise die Ladesteuerung von außerhalb des Fahrzeugs werden in der Android-Version verfügbar sein, ebenso die für Herbst 2011 angekündigte Erweiterung der My BMW Remote App um die RTTI-Funktion, also Verkehrsmeldungen in Echtzeit.

Android ist die momentan am schnellsten wachsende Softwareplattform für Smartphones und Tablets. Als Open-Source-Software kann sie an viele unterschiedliche Endgeräte verschiedener Hersteller angepasst und dort betrieben werden. Genau darin liegt die Herausforderung für die Entwickler der BMW Group. Die unterschiedlichen Auflösungen sowie technische Voraussetzungen und Besonderheiten der verschiedenen Endgeräte müssen in der Entwicklung berücksichtigt werden. So gestaltet sich die Testphase gegenüber Apps für das iPhone mit lediglich zwei Varianten deutlich umfangreicher und zeitintensiver. Auch die grafische Anpassung ist aufwendig. Android stellt andere Anforderungen an Userinterface und Bedienarchitektur. Entsprechend gilt es, das Userinterface an das Android-Look-and-Feel anzupassen, ohne das bisher gewohnte und durchdachte Erscheinungsbild der App zu stark zu verändern. Dabei berücksichtigt die Gestaltung des Android-Userinterface bereits das Feedback der bisherigen My BMW Remote App-Nutzer und ermöglicht es, noch einfacher neue Funktionen zu integrieren.

**BMW AppCenter. Ideenschmiede der Zukunft.**

Der große Stellenwert, den die BMW Group dem Thema Apps beimisst, zeigt sich auch in der Ausweitung der diesbezüglichen Entwicklungskapazitäten. Mittlerweile arbeiten drei sogenannte AppCenter in München, Mountain View (Kalifornien) und Shanghai vernetzt an der Forschung und Entwicklung zukunftsweisender Applikationen für Smartphones und browserbasierte Technologien. Mit den drei Standorten wird die BMW Group den unterschiedlichen Kundenbedürfnissen und dem Wunsch nach einem lokalen Angebot an Apps optimal gerecht.

Die regionale Nähe des AppCenters in Mountain View zum Silicon Valley erlaubt tiefe Einsichten in und spannende Kooperationen mit hochinnovativen und kreativen Start-ups, während das AppCenter in Shanghai die Bedürfnisse des asiatischen Markts in die Entwicklung einbezieht. Gemeinsam mit dem Standort München kann die BMW Group so die Entwicklung am Puls der Zeit vorantreiben. Dabei arbeiten alle drei AppCenter im Netzwerk auf Basis gleicher Plattformen, Technologien und Softwarekomponenten. Kurze Entwicklungszeiten zwischen zwei und zwölf Monaten ermöglichen die schnelle Umsetzung von qualitativ hochwertigen markt- und markenspezifischen Lösungen. Im Fokus der Entwickler stehen vor allem Apps für Community, Car-related Functions, Infotainment und Location-based Services. Je nach Marke und Zielsetzung können die Schwerpunkte jedoch variieren und spezifisch ausgeweitet werden, denn wenn es nach den Spezialisten der BMW Group geht, wird hier in Zukunft noch viel passieren.

**Seit Jahren führend.**

Die Innovationsführerschaft im Bereich der Integration von CE-Geräten hat bei der BMW Group beinahe schon Tradition. Die BMW Group war 2004 der weltweit erste Automobilhersteller, der die Integration des Apple iPod in das Audiosystem seiner Fahrzeuge ermöglichte. Und rechtzeitig zur Markteinführung des iPhone im Jahre 2007 stellte die BMW Group exklusiv die erste Technologielösung für die Integration des iPhone in das Infotainment-System ihrer Fahrzeuge vor. Seit März 2011 wird darüber hinaus mit iPod-Out die gewohnte Apple iPod-Oberfläche im Fahrzeugdisplay angezeigt und über den iDrive-Controller oder das Multifunktionslenkrad bedient. Da das Fahrzeug dabei direkt auf die iPod-Funktion des iPhone zugreift, stehen dem BMW Kunden alle nativen Erweiterungen des iPod wie z. B. Genius im Fahrzeug zur Verfügung, die dem Fahrer automatisch stimmige Wiedergabelisten aus den Liedern der eigenen Musikbibliothek generieren.



## 2.2 Infotainment Assistent – Ihr persönliches Multimediaangebot.

Mit den zunehmenden Vernetzungsmöglichkeiten von BMW ConnectedDrive wächst auch das Angebot an personalisierbarem Infotainment. Schon heute stehen im Fahrzeug zahlreiche Informations- und Unterhaltungsinhalte zur Verfügung. Zu bekannten Funktionen wie FM-, DAB+- und Satellitenradio, lokalem Infotainment-Server, USB, iPod- und iPhone-Integration sowie MP3-Playern und Mobiltelefonen kommen neue BMW ConnectedDrive Services wie beispielsweise Office-Funktionalitäten mit Zugriff auf E-Mails und Kalender oder auch neue Quellen wie Facebook, Twitter und Podcasts hinzu. Jede dieser Quellen beinhaltet Informationen, die den Kunden interessieren könnten. Um die jeweiligen Inhalte zu nutzen, erfolgt die Auswahl heute quellenbasiert – das heißt, der Fahrer muss nicht nur entscheiden, was er gerade hören will, sondern auch wissen, wo der jeweilige Inhalt liegt. Intelligente Suchfunktionen und intuitive Bedienmöglichkeiten – wie z. B. die für die gesamte Musiksammlung verfügbare Sprachbedienung von BMW ConnectedDrive – können die quellenbasierte Suche bereits wesentlich erleichtern. Der Infotainment Assistent, ein bereits in einem Fahrzeugprototyp umgesetztes aktuelles Forschungsprojekt der BMW Group, geht noch einen Schritt weiter. Dieses intelligente System überwindet die Grenzen der Quellenorientierung und macht personalisiertes Infotainment auf einem neuen Niveau möglich.

„Mit dem Infotainment Assistenten wollen wir dem Kunden aus dem gesamten im Fahrzeug verfügbaren Informations- und Unterhaltungsangebot die für ihn relevanten und interessanten Inhalte herausfiltern und ihm wie auf dem Silbertablett präsentieren.“ (Thomas Helbig, Projektleiter Online Entertainment)

Wie ein persönlicher Butler unterbreitet der Infotainment Assistent dem Fahrer während der Fahrt Vorschläge zu unterhaltenden oder informierenden Inhalten. Die Vorschläge orientieren sich dabei an den Präferenzen des Fahrers und der jeweiligen Fahrsituation, sodass der Fahrer stets ein Angebot nach Wunsch erhält.

Der Infotainment Assistent erstellt dafür ein aggregiertes Infotainment-Programm aus Office-, News- und personalisierten Musikinhalten. Dazu greift der aktuelle Prototyp auf Podcasts, einen E-Mail-Dienst, einen Kalenderdienst, eine Musikcommunity und einen Musikprovider zu. Aus diesen Inhalten sucht er situations- und kundenspezifisch Inhalte aus und schlägt sie vor. Ist der Kunde beispielsweise auf dem Weg zu einem Termin und verspätet sich, erkennt der Infotainment Assistent dies anhand des nächsten Termineintrags, der aktuellen Zeit und des Ziels in der Routenführung des Navigationssystems. Der Infotainment Assistent kann dann eine E-Mail erstellen, die die anderen Terminteilnehmer über die Verspätung informiert. Falls sich der Termin jedoch verschiebt, informiert der Assistent den Fahrer genauso über den Zeitgewinn.

Die unterschiedlichen Inhalte werden wie eine Art individuelles Radioprogramm abgespielt, wichtige E-Mails, Kalendereinträge oder von Freunden in der Community favorisierte Songs werden dynamisch eingebunden. Die Textinhalte wie E-Mails, Kalendereinträge, oder Informationen aus Communitys wie beispielsweise Twitter werden dabei mittels Text-to-Speech über die Lautsprecher ausgegeben, um den Fahrer möglichst wenig von der Fahraufgabe abzulenken.

**Der Assistent empfiehlt, der Fahrer entscheidet.**

In Ergänzung zur Audioausgabe werden die unterschiedlichen Inhalte im Prototyp über das zentrale Informationsdisplay visualisiert. Dabei bringt der Infotainment Assistent nicht nur die aktuellen und bisher wiedergegebenen Inhalte zur Anzeige. Der Fahrer sieht außerdem, was der Infotainment Assistent als Nächstes vorschlägt. Dieser individuelle „Infotainment-Horizont“ lässt sich jederzeit ändern. So kann der Fahrer beispielsweise durch „Skippen“ zum nächsten Inhalt übergehen, einen Vorschlag des Assistenten aktiv ablehnen oder mehrere Inhalte überspringen und direkt auf interessante Inhalte wie gerade eingegangene Mails zugreifen. Genauso kann der Fahrer durch seine Auswahl angeben, beim aktuellen Inhalt bleiben und beispielsweise nur noch Musik hören zu wollen. Der Infotainment Assistent registriert jeden dieser aktiven Eingriffe und verfeinert so die zukünftige Bereitstellung von Inhalten – er lernt mit jeder Eingabe dazu. Für optimale Erkennbarkeit sind die Inhalte Coverflow-ähnlich mit unterschiedlichen Icons dargestellt, durch die der Fahrer navigieren kann.

Damit der Infotainment Assistent von Beginn an über gewisse Richtlinien für Empfehlungen verfügt, kann der Fahrer vor der ersten Nutzung grundlegende Präferenzen angeben. Ziel ist hier, über wenige gezielte Angaben möglichst viele Rückschlüsse auf Gewohnheiten und Wünsche zu ziehen. Mit zunehmender Nutzung werden sie immer weiter verfeinert.

„Wichtig ist uns, dass der Infotainment Assistent dem Kunden ein persönliches und passendes Angebot macht. Der Fahrer kann die Zusammenstellung des Unterhaltungsprogramms komplett dem Assistenten überlassen. Greift er ein, lernt der Assistent automatisch dazu.“ (Dr. Wolfgang Haberl, Projektleiter Automobiles Entertainment der Zukunft bei der BMW Group Forschung und Technik)

**Morgens Nachrichten, abends Musik.**

Der Infotainment Assistent erlaubt außerdem eine kontextabhängige Anpassung der Vorschläge. So kann der Fahrer beispielsweise einstellen, auf dem Weg zur Arbeit vor allem Mails und News erhalten und dazwischen noch ein wenig Musik hören zu wollen. In einem anderen Kontext dagegen möchte er nur Musik oder nur Sportnachrichten hören. Diese „Profile“ kann der Nutzer selbst definieren und hinsichtlich der zur Verfügung gestellten Dienste speziell ausprägen.

Ziel des Infotainment Assistenten ist, den Fahrer während der Fahrt nach seinen Wünschen optimal zu unterhalten und zu informieren – unabhängig von der Quelle, aus der die Informationen und Inhalte stammen. Er bietet damit einen individuellen, einfachen und schnellen Weg zu Inhalten und lernt immer weiter dazu.

## 2.3 Vernetzung der Zukunft: Möglichkeiten durch LTE – Highspeedinternet aus der Luft.

Schon heute lassen sich Musik oder Videos aus dem Internet auf ein CE-Gerät streamen, die Daten kommen dabei über die Luftschnittstelle aus Mobilfunknetzen auf das jeweilige Gerät. Doch die Bandbreite des heutigen Standards UMTS (3G) ist begrenzt, die Qualität der gestreamten Medien oft nicht optimal. Zudem ist eine ausreichende Netzabdeckung nicht überall gegeben, und so kann es passieren, dass die sowieso schon niedrig aufgelösten Videos ruckeln oder die Musik teilweise aussetzt.

Dank LTE (Long-Term Evolution) gehört dies schon bald der Vergangenheit an. LTE, auch 4G genannt, gehört zu den Mobilfunkstandards der vierten Generation und markiert damit den nächsten großen Technologiestandard nach GSM (2G) und UMTS/HSPA (3G).

### **Hohe Datenraten, geringe Latenzen.**

Die Besonderheit von LTE liegt in der äußerst hohen Bandbreite bei gleichzeitig sehr geringen Latenzen. Während mit UMTS/HSPA derzeit eine theoretische Datenrate von bis zu 14 Mbit/s im Downlink erreicht werden kann, ist die von LTE etwa zehnmal so hoch. Mit bis zu 150 Mbit/s und Latenzen von einigen zehn Millisekunden ermöglicht LTE ein Mobiles-Internet-Erlebnis, das man sonst nur vom heimischen Computer mit Standleitung kennt – und übertrifft es teilweise sogar. Auch für den Uplink sind Datenraten in der Größenordnung von 50 Mbit/s im Standard vorgesehen. Die Steigerung der Datenraten wird bei LTE durch den Einsatz moderner Modulations- und Codierverfahren unter Verwendung von Mehrantennentechnologie ermöglicht.

Geringe Latenzen sind ein wichtiger Faktor für ein positives und verzögerungsfreies Bedienerlebnis. Sie geben beispielsweise an, wie schnell die Reaktion auf die Eingabe erfolgt. Da die Latenzen bei LTE äußerst gering sind, ist es ein wichtiger Enabler für neue Funktionen im Automobil, die über die Bereitstellung von Rechenleistung im Backend abgewickelt werden, also auf Servern und nicht im Auto berechnet werden. Denn neben der größeren Rechenleistung im Backend ermöglicht LTE auch geringe Verzögerungszeiten dank hoher Übertragungsgeschwindigkeiten. Damit rückt auch datenintensives Cloudcomputing in erreichbare Nähe. Somit können rechenintensive Abläufe auf leistungsfähige Server im Backend ausgelagert werden, die Rechenleistung muss nicht mehr im Fahrzeug vorhanden sein, was Bauraum schaffen und Gewicht und Energiebedarf des Fahrzeugs senken kann.

Außerdem ermöglicht LTE eine deutlich bessere Flächenabdeckung als die bisherigen Mobilfunknetze. LTE ist über eine deutlich größere Fläche nutzbar, da es neben dem hochfrequenten Bereich um 2,6 GHz auch niedrige Frequenzen im Bereich von 800 MHz zur Übertragung der Daten nutzt. Diese verbreiten sich aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften in der Fläche deutlich besser, wodurch die hohe Bandbreite auch bei hohen Geschwindigkeiten zur Verfügung steht. Dadurch bietet LTE gerade auch auf der Autobahn oder der Landstraße schnelles Internet.

Weiterhin hat LTE die Möglichkeit, Datenpakete zu priorisieren. Durch die neue Ausrichtung des Backends können beispielsweise Dienste, die nicht unterbrochen

werden dürfen, entsprechend hoch priorisiert werden, wodurch eine unterbrechungsfreie Übertragung wahrscheinlicher wird. Insbesondere sicherheitsrelevante Funktionen können hiervon zukünftig profitieren.

### **Effizienter Umgang mit der Luft.**

Ein Grund für die hohe Datenrate von LTE liegt in der hohen spektralen Effizienz. Sie gibt an, wie viele Bits pro Sekunde über ein Hertz an Bandbreite übertragen werden können. Lag die spektrale Effizienz von GSM noch bei 0,2, bietet LTE hier derzeit einen Maximalwert von 16 und ermöglicht damit eine 80-mal höhere Bandbreite.

„LTE geht mit der Luft, dem Medium der Datenübertragung, wesentlich effizienter um. Mit dieser Technologie nutzen wir sie deutlich besser für die Datenübertragung als bisher.“ (Dr. Michael Schraut, Leiter der Gruppe Information und Kommunikation bei der BMW Group Forschung und Technik)

Zudem kommen bei LTE erstmals Mehrantennensysteme zum Einsatz. Hier senden und empfangen je zwei räumlich getrennte Antennen auf derselben Frequenz, deren Signale durch die räumliche Trennung differenziert werden können. Dieses sogenannte MIMO-Prinzip (Multiple-Input Multiple-Output) gewährleistet die für die hohe Datenrate erforderliche Empfangssensibilität. Im Forschungsprototyp der BMW Group Forschung und Technik sind die LTE-Antennen in der BMW typischen Finne untergebracht.

### **LTE im Fahrzeug.**

Für eine automobilen Nutzung von LTE besteht die Herausforderung vor allem darin, die Vorteile der schnelleren Übertragungsverfahren mit ausreichender Bandbreite und spektraler Effizienz auch während der Fahrt erlebbar zu machen. Denn nicht immer steht die maximale Datenrate zur Verfügung. Je nach Position im Verhältnis zur stationären Sendeeinheit und Faktoren wie direktem Sichtkontakt kann die Datenrate stark variieren. Die On-Board-Empfangssysteme müssen während der Fahrt auftretende Pegelschwankungen und ebenso auftretende Dopplerverschiebungen kompensieren können.

Daher arbeiten die Spezialisten der BMW Group Forschung und Technik derzeit intensiv an der Erprobung, einhergehend mit umfangreichen Livetests zur Evaluierung von LTE im Fahrzeug. Die Livetests werden im Stadtbereich München und in ländlicher Umgebung durchgeführt. Untersucht werden Parameter wie Übertragungseigenschaften, Latenzzeiten und auch Übertragungsgeschwindigkeiten in realen Szenarien. Erste vielversprechende Ergebnisse zeigen Downloadspitzenwerte von bis zu 70 Mbit/s sowie durchschnittliche Datenraten von 23 Mbit/s innerhalb der Stadt. Insgesamt wurde eine deutlich bessere Abdeckung in der Fläche als bisher gemessen, und das bei gleichzeitig höherer Datenrate.

„LTE bringt das BMW ConnectedDrive Erlebnis auch in Zukunft perfekt ins Fahrzeug. Außerdem ermöglicht es uns neue innovative Funktionen.“  
(Michael Schraut)

Auch die bereits heute im Rahmen von BMW ConnectedDrive angebotenen mobilen Dienstleistungen können klar von LTE profitieren. Sie werden schneller, leistungsfähiger und noch flächendeckender. Serverbasierte Dienste, wie das Streaming von Videos oder Musik im Fahrzeug, gewinnen durch die hohe Bandbreite und die niedrigen Latenzen von LTE an Attraktivität. Darüber hinaus untersucht die BMW Group Forschung und Technik weitere Usecases. So könnte beispielsweise die Verkehrsschildererkennung zukünftig über eine Software auf

Servern im Backend abgewickelt werden. So kann die Frontkamera im Fahrzeug die Schilder erfassen und über LTE an das Backend streamen. Dort werden auch bislang unbekannte Schilder von einem Algorithmus erkannt und die Informationen zurückgesendet. So bleibt dieses Fahrerassistenzsystem in Zukunft auch über den Fahrzeuglebenszyklus einfach aktuell bzw. kann neue Schildertypen „erlernen“.

**Wann kommt LTE?**

LTE kommt nicht, LTE ist bereits da. Schon heute ist LTE in 20 Ländern mit 29 kommerziellen Netzen verfügbar. In den USA gibt es bereits erste LTE-Smartphones zu kaufen, und schon für 2013 haben einzelne Betreiber dort und in Deutschland angekündigt, dass LTE in einem Maß verfügbar sein wird, wie es heute UMTS ist. Darüber hinaus bietet die größere Flächenabdeckung auch auf der Autobahn oder der Landstraße hohe Bandbreiten. Sind diese Ziele hinsichtlich Verfügbarkeit und Abdeckung erreicht, wird die BMW Group bestens gerüstet sein, um die BMW ConnectedDrive Angebote im Fahrzeug auf ein neues Niveau zu heben.

### 3. Mehr Komfort durch innovative Bedienung und mit denkendes Routing.



#### 3.1 Augmented Reality – neue Dimensionen für Fahrerassistenz und Routenführung mit dem kontaktanalogen Head-Up Display.

Im Jahr 2004 bringt die BMW Group als erster Automobilhersteller mit einem mehrfarbigen Head-Up Display die Anzeige fahrrelevanter Informationen in das direkte Blickfeld des Fahrers. Seit Anfang 2011 bietet die neueste Generation sogar das volle Farbspektrum. Die Forscher und Entwickler arbeiten aber bereits an der nächsten Dimension – das Head-Up Display wird kontaktanalog und ermöglicht damit die virtuelle Markierung von realen Objekten in der Umwelt. Informationen für die Navigation oder Fahrerassistenzsysteme können so mit konkretem Ortsbezug im direkten Sichtfeld des Fahrers angezeigt werden: Navigationshinweise verschmelzen mit der Straße, Fahrzeuge oder sicherheitsrelevante Objekte werden situativ hervorgehoben oder markiert.

Augmented Reality und Kontaktanalogie – was bedeutet das?

Das Head-Up Display bedeutete den ersten Schritt hin zur Nutzung von Augmented Reality im Fahrzeug. Dabei wird die Realität mit zusätzlichen Informationen sowie künstlich erzeugten Objekten angereichert, die in Echtzeit auf die Umgebungssituation reagieren und sich anpassen. Das Head-Up Display zeigt im direkten Sichtbereich des Fahrers nützliche Informationen wie die aktuelle Geschwindigkeit und Navigationshinweise an. Doch damit ist das Potenzial der Technologie noch lange nicht ausgeschöpft, eine kontaktanaloge Darstellung erweitert die Nutzungsmöglichkeiten nochmals deutlich.

Die Kontaktanalogie ist eine spezielle Form der Augmented Reality. Hier verschmelzen die eingeblendeten Informationen mit der Umwelt. Sie erscheinen perspektivisch korrekt an dem Ort, auf den sie sich jeweils beziehen, und haften den Objekten in der Umgebung quasi an. Die Vorteile von kontaktanalogen Anzeigen sind vielfältig. Durch die Anzeige der Informationen im direkten Sichtfeld des Fahrers und die Verortung an den Objekten bleibt die Aufmerksamkeit des Fahrers in der Fahrsituation. Er muss seinen Blick nicht abwenden oder umfokussieren wie bei einem Wechsel der Blickrichtung von Instrumentenkombi oder zentralem Informationsdisplay zurück auf die Straße. Dies erlaubt eine schnellere und direktere Erfassung von fahrsituativ relevanten Informationen und ermöglicht gleichzeitig eine Anzeige von intuitiv verständlichen Handlungsanweisungen für die aktuelle Situation.

„Mit dem kontaktanalogen HUD setzen wir die Information genau dort ins Blickfeld des Fahrers, wo er sie braucht. Er muss keinen Bezug mehr zwischen abstrakter Anzeige und Fahrsituation herstellen. Da die Anzeige direkt mit der Realität verbunden ist, können wir außerdem gezielt die Aufmerksamkeit des Fahrers auf bestimmte Informationen oder Gefahren lenken, sodass er schnell und angemessen reagieren kann.“ (Dr. Bernhard Niedermaier, Leiter Mensch-Maschine-Schnittstelle bei der BMW Group Forschung und Technik)

#### **Kontaktanalogie schon heute.**

Im Idealfall würde der komplette Sichtraum des Fahrers für kontaktanaloge Anzeigen zur Verfügung stehen. Das ist technisch aber (noch) nicht möglich. Aber auch in deutlich kleineren Anzeigebereichen sind bereits kontaktanaloge



Darstellungen möglich, die einen großen Kundenmehrwert bieten. Zwei Nutzungsszenarien deuten im Folgenden die zahlreichen Möglichkeiten einer kontaktanalogen Anzeige an.

### **Guiding-Erlebnis kontaktanalog.**

Im ersten Anwendungsfall geben die Spezialisten einen Ausblick darauf, was die kontaktanaloge Anzeige für die Darstellung von Navigationshinweisen im Fahrzeug leisten kann. Sobald ein Navigationsmanöver bevorsteht, wie beispielsweise ein Abbiegen an der Kreuzung, verschmelzen Straße und Anzeigen nahezu miteinander. Der Fahrer hat so die Straße immer im Blick und fährt intuitiv richtig.

„Abbiegemanöver und Fahrspurempfehlung werden direkt auf der Straße dargestellt, der Fahrer muss nicht mehr ein abstraktes Kartenbild auf die Straße vor ihm übertragen. Das nimmt das kontaktanaloge Head-Up Display ihm ab.“  
(Robert Hein, Leiter Navigation und Datendienste der Zukunft bei der BMW Group Forschung und Technik)

Der Fahrer ist besser informiert und kann dadurch vorausschauender und souveräner agieren. Der räumliche Bezug der Anzeigen erleichtert die Informationsaufnahme auch in komplexen Situationen. In einer der ersten Ausbaustufen nutzen die Entwickler der BMW Group ein ungefähr viermal so großes Head-Up Display wie heute in Serienfahrzeugen verfügbar. Dies erlaubt es bereits, kontaktanaloge Anzeigen entlang der eigenen Fahrspur darzustellen. In einer weiteren Ausbaustufe soll sich der Anzeigebereich nochmals vergrößern und sich auch auf Nebenspuren erstrecken.

Und so funktioniert es: Auf der Grundlage von Daten digitaler Karten berechnet das Navigationssystem die optimale Route. Wenn Spurinformationen vorhanden sind, wird die Route entsprechend verfeinert und notwendige Fahrmanöver werden aus der geplanten Route extrahiert. Anhand der permanenten Positionsbestimmung durch die Kopplung von GPS-Daten und Fahrzeugsensorik erkennt das Fahrzeug den gerade befahrenen Fahrstreifen und gleicht ihn mit der optimalen Spur ab. Wird für ein bevorstehendes Manöver eine Abweichung erkannt, berechnet das System ein 3D-Modell der vorausliegenden Straßensituation aus den Signalen des Kamerasystems und zeigt es deckungsgenau mit der Realität an.

### **Einsatz in Fahrerassistenzsystemen.**

Ein zweiter Anwendungsfall für kontaktanaloge Anzeigen liegt in der Nutzung für Fahrerassistenzsysteme. Hier ermöglicht die Kontaktanalogie dem Fahrer ein besseres Verständnis des Geschehens und die leichtere Aufnahme zielgerichteter Hinweise. Aktiviert der Fahrer beispielsweise die Aktive Geschwindigkeitsregelung mit Auffahrwarnung, zeigt das System dem Fahrer nicht nur direkt in der realen Umgebung an, welches Fahrzeug gerade als Referenz dient, sondern blendet auch die Sollabstandseinstellung direkt auf der Fahrbahn ein. Übernahmeaufforderungen werden schneller und einfacher nachvollziehbar. Andere Inhalte wie Spurbegrenzungen, Spurverlassenswarnungen, Markierung von bei Nacht schlecht sichtbaren Fußgängern oder sogar Empfehlungen mit Pfadmarkierungen zum Ausweichen auf andere Spuren sind zukünftig ebenso denkbar.

### **Ausblick und technische Herausforderungen.**

Je größer der Anzeigebereich gestaltet ist, desto umfangreicher werden die Möglichkeiten einer kontaktanalogen Darstellung. Deshalb streben die Entwickler für die entferntere Zukunft auch eine entsprechende Ausweitung an. Wie die ersten Prototypen zeigen, können die Entwickler bereits auf einem nur viermal so großen Head-Up Display wie derzeit verfügbar erste kontaktanaloge Inhalte für die eigene Fahrspur darstellen. Auch breitere Anzeigeflächen zur Einblendung von

Informationen auf mehreren Spuren sind in einer Untersuchungsumgebung bereits realisiert. Damit fahr- bzw. umgebungsrelevante Einblendungen auch mit der Umgebung verschmelzen können, muss das virtuelle Bild außerdem in deutlich größerer Entfernung vom Fahrer entstehen als den für die heutigen Anzeigen sinnvollen 2,20 Metern. Auch muss der Anzeigebereich weiter nach oben, bis an den Horizont, verlegt werden, sodass die Anzeigen direkt über der Fahrsituation liegen. Die entsprechenden Bauräume oder technologischen Lösungen für Head-Up Displays dieser Art zu schaffen, ist nun eine der großen Herausforderungen für die Entwickler.

„Jetzt geht es darum, für die großen Bildgrößen neue technologische Lösungen zu entwickeln und ins Fahrzeug zu integrieren.“ (Gunnar Franz, Leiter Entwicklung Head-Up Display)

Eine andere Herausforderung der kontaktanalogen Darstellung liegt in der passgenauen Deckung von virtueller und realer Welt. Passen Einblendung und Realität nicht zusammen, kann aus dem informativen Mehrwert schnell eine Ablenkung und Irritation für den Fahrer werden. Durch intelligente Sensordatenfusion schaffen die Entwickler ein deckungsgenaueres und hochwertiges Anzeigelerlebnis. Um den Eindruck einer Verschmelzung von Realität und Anzeigen entstehen zu lassen, nutzt das System die leistungsfähige Umfelderkennung und die Sensoren des Fahrzeugs wie GPS-Daten, die Frontkamera und das Radar der Aktiven Geschwindigkeitsregelung, die zudem von weiterentwickelten digitalen Karten mit Fahrbahninformationen gestützt werden. Auf dieser Basis erfolgt die Berechnung und Anzeige der kontaktanalogen Hinweise.

Die Entwickler sehen das kontaktanaloge Head-Up Display als Schlüssel zu einer neuen Welt von Anzeigelerlebnissen. Dabei sind die beiden Anwendungsfälle für das Navigationserlebnis und bei Fahrassistenzsystemen nur erste Entwicklungsstufen. Wohin die Reise gehen kann, zeigt das Konzeptfahrzeug BMW Vision ConnectedDrive, wo zahlreiche weiterführende Informationen kontaktanalog dargestellt werden.

### **Erprobung in der Fahrsimulation.**

Erprobt werden neue Anzeigesysteme wie das kontaktanaloge Head-Up Display zunächst vor allem in den Fahrsimulatoren der BMW Group. Die Realisierung im Fahrsimulator ist kostengünstiger und Veränderungen lassen sich schneller darstellen als in einem Fahrzeugprototyp. So lassen sich im identischen Umfeld unterschiedliche Varianten schnell umsetzen und mit zahlreichen Probanden in kurzer Zeit verkehrssicher untersuchen. Denn gerade neue Anzeigekonzepte wie das kontaktanaloge Head-Up Display erfordern einen sehr hohen Absicherungsaufwand, da mit ihnen Neuland betreten wird.

Die Fahrsimulatoren der BMW Group bieten optimale Voraussetzungen für eine hochrealistische Untersuchung komplexer Anzeigevorgänge. Bis zu sieben Full-HD-Projektoren ermöglichen die hochauflösende und scharfe Darstellung der Umwelt, was vor allem für die Erfassung und Klassifizierung von weiter entfernten Objekten sowie das Erkennen von Straßenverläufen wichtig ist. Außerdem können die Spezialprojektoren auch bewegte Inhalte gestochen scharf wiedergeben. Denn gerade bei Fahrten im städtischen Umfeld mit hoher Dichte an detailreichen Objekten ist eine flüssige und scharfe Darstellung von großer Bedeutung. Sie stellt eine belastbare Beurteilung des Fahrvorgangs sicher.

Gemeinsam eröffnen die Hochleistungsprojektoren ein Sichtfeld von 240 Grad im Umkreis des Fahrers, vertikal liegt der Sichtbereich bei 45 Grad. Durch die Darstellung der Fahrszene auf den Seitenwänden neben dem Fahrzeug können



auch Kreuzungen und komplexe Abbiegevorgänge optimal dargestellt und eingeschätzt werden. Der Fahrer ist sich so seiner genauen Position in der Fahrumgebung bewusst und kann wie in der Realität zielgenau abbiegen.

Um neue Systeme untersuchen und bewerten zu können, wurde in den letzten Jahren bei der BMW Group die Darstellung einer Großstadt mit all ihrer Komplexität im Simulator entwickelt und verfeinert. Das Ergebnis dieser Arbeit ist in Form und Qualität einzigartig und verbunden mit entsprechend hoher Rechenleistung. Eine Bildwiederholrate von 60 Hertz sorgt dafür, dass die Fahrumgebung mit dichtem Verkehrsaufkommen flüssig dargestellt wird. Das heißt, das angezeigte Szenario wird 60-mal pro Sekunde gerechnet und angezeigt. Die komplexen Kreuzungslayouts und Straßenzüge dieser Großstadt bieten nun die ideale Grundlage für die Untersuchung von spurgenaue Navigation und kontaktanalogen Anzeigen.

„Je näher wir mit der Simulation an die Realität heranreichen, desto aussagekräftiger sind die gewonnenen Ergebnisse. Davon profitieren die Navigations- und Fahrerassistentenentwickler und die Spezialisten für das Anzeige-Bedien-Konzept.“ (Martin Strobl, Leiter Fahrsimulation bei der BMW Group Forschung und Technik)

Neben den vielversprechenden Untersuchungen im Simulator erproben die Entwickler der BMW Group ihre Anzeigekonzepte natürlich auch in Prototypen auf der Straße. Die Ergebnisse aus dem Simulator werden aufs Fahrzeug übertragen und dort dann weiter verfeinert. Beide Testumgebungen sind für verlässliche und valide Erkenntnisse zu Anzeige und Bedienung unverzichtbar.

## 3.2 Bedienen per Handbewegung – Gestikbedienung im Auto.

### **Gestikerkennung – das Fahrzeug gehorcht auf Fingerzeig.**

Mit Gesten lassen sich heute bereits eine Vielzahl von technischen Geräten einfach, schnell und vor allem intuitiv bedienen. Ob mit dem Finger auf dem Display eines Smartphones oder sogar zu Hause vor dem Fernseher zur Steuerung von Computerspielen – Gesten bestimmen mehr und mehr die Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Die Entwickler der BMW Group erforschen daher die Möglichkeit, Gestik auch im Fahrzeug zur Steuerung bestimmter Funktionen zu nutzen.

„Mit der Gestikbedienung schaffen wir ein vollkommen neues Bedienerlebnis, das den Fahrer eine neue Art von Kompetenz erfahren lässt und damit sehr zur Emotionalisierung des Gesamterlebnisses beiträgt. Gestikbedienung übt eine besondere Faszination aus, die Freude am Bedienen macht.“ (Dr. Verena Broy, Entwicklung Anzeige-Bedien-Konzepte)

Die Idee ist nicht neu. Bisher war jedoch die Technik zur Gestikerkennung noch nicht weit genug fortgeschritten, um eine sichere Erkennung zu gewährleisten. Das Problem bestand beispielsweise in sogenannten „False Positives“, also von der Technik als Gesten zur Eingabe gewerteten, jedoch nicht als solche gedachten Bewegungen.

### **Das Erlebnis steht im Vordergrund.**

Mittlerweile ist die Technik zur Gestikerkennung stark ausgereift. Derzeit ist der Home-Entertainment-Bereich führend. Die Entwickler setzen zur ersten Erforschung der Gestikbedienung im Fahrzeug auf handelsübliche Technologie auf. Sie bildet eine Erfahrungsplattform, denn im Vordergrund dieses jungen Forschungsprojekts stehen vor allem Erkenntnisse zum Erleben von und zum Umgang mit Gesten im Fahrzeug. Die Entwickler interessiert besonders, wie und wo sich Gesten zielführend und intuitiv einsetzen lassen, und auch, wo die Grenzen dieses Interaktionsprinzips liegen. Aus diesen Erkenntnissen sollen Potenziale und Anforderungen im Zusammenhang mit Gestiksteuerung im Fahrzeug identifiziert werden. Im nächsten Schritt geht es an die konkrete technische Umsetzung von bereits fundierten Erkenntnissen im Fahrzeug.

### **Gestik im Fahrzeug.**

Gestikbedienung im Fahrzeug unterliegt einigen Einschränkungen und Besonderheiten, muss sie doch unter bestimmten Prämissen funktionieren, die im Home-Entertainment-Bereich oder bei Smartphones eine geringere Priorität besitzen: Aufgrund der automobilen Randbedingungen müssen Gesten kurz, prägnant und eindeutig sein. Sie dürfen keine langen Ablenkungen provozieren oder die Fahraufgabe in irgendeiner Weise negativ beeinflussen. Kurz: Gestikbedienung im Fahrzeug muss die gleichen hohen Anforderungen an Unterbrechbarkeit, Ablenkungsfreiheit und auch Einfachheit erfüllen wie alle anderen Formen der Bedienung der Infotainmentfunktionen in den Premiumfahrzeugen der BMW Group auch.

Eine weitere Besonderheit bei der Bestimmung der zur Steuerung zu benutzenden Gesten liegt in den kulturellen Unterschieden verschiedener Gesten. Daher

konzentriert sich das Gestikvokabular zunächst hauptsächlich auf Gesten, bei deren Ausführung eine Bewegungsrichtung nachgeahmt wird.

**Weniger ist mehr.**

Das Forschungsprojekt arbeitet momentan an sechs unterschiedlichen Gesten, die sich auf den aktuellen Bildschirminhalt des zentralen Informationsdisplays beziehen: das Wischen der Hand nach rechts oder links, nach oben oder nach unten sowie das Annähern der Hand an die Instrumententafel oder das Entfernen der Hand davon weg.

Im Fokus stehen einfache Gesten, beispielsweise die Links-rechts-Bewegung der Hand zum Ein- oder Ausschalten des Splitscreens. Durch eine Bewegung nach oben oder unten wird durch die auf dem Splitscreen dargestellten Inhalte geschaltet und die Annäherung an den Screen sorgt für den Wechsel zurück ins Hauptmenü.

Teil der Arbeit ist auch Fehleingaben zu vermeiden, indem typische Bewegungen wie beispielsweise die Bedienung des Gangwahlschalters als solche erkannt und damit nicht als Gestikeingabe gewertet werden.

**Kein Ersatz, sondern sinnvolle Ergänzung.**

Die Gestikerkennung soll die Steuerung über den iDrive-Controller keinesfalls ersetzen, sondern an sinnvollen Stellen ergänzen und erleichtern. Weiterhin wird die Gestikbedienung keine fahr- oder sicherheitsrelevanten Funktionen steuern, wie beispielsweise Starten des Motors oder Lösen der Parkbremse. Vor allem Infotainment- und Komfortfunktionen sollen damit schnell und einfach bedienbar sein.

„Bei der Gestikbedienung geht es uns nicht darum, dass der Fahrer durch das komplette Menü navigieren kann. Vielmehr wollen wir ihm über die Gestiken eine Möglichkeit geben, beinahe magische Momente zu erleben, indem er mit einer kurzen Freihandbewegung eine Aktion auslöst.“ (Verena Broy)

### 3.3 Das Auto denkt mit: von A nach B im Jahr 2015?

Intelligente Routenplanung, also das Erreichen eines vorher definierten Ziels unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien wie Schnelligkeit, Effizienz oder Intermodalität, beschäftigt die Entwickler der BMW Group bereits seit vielen Jahren und hat mit Funktionen wie BMW Routen und Real-Time Traffic Information (RTTI) in den aktuellen Navigationssystemen bereits ein hohes Niveau erreicht. Im Rahmen weiterer Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten schaffen die Entwickler weiterhin innovative und nützliche Funktionen, die die Zielerreichung unter verschiedensten Gesichtspunkten erleichtern oder verbessern. Was heute bereits möglich ist und in absehbarer Zukunft möglich sein kann, zeigt im Folgenden ein kleines Szenario, das Sie durch Ihren Arbeitstag begleitet.

Von A nach B mit zukünftigen BMW ConnectedDrive Funktionen.

**8:00 Uhr:** Es ist Montagmorgen, Sie sind Berufspendler und bereiten sich auf die Fahrt zur Arbeit vor – diesmal jedoch etwas früher als sonst. Denn eine Stunde vor dem sonst üblichen Fahrtbeginn haben Sie eine E-Mail von der Routenplanungsfunktion des BMW Routenportals auf Ihr Smartphone erhalten. BMW empfiehlt Ihnen, wegen eines Staus auf der Autobahn, der nicht umfahrbar ist, 20 Minuten früher loszufahren, damit Sie Ihr Ziel zur gewünschten Zeit erreichen.

#### **Rechtzeitig losfahren dank BMW Routen mit RTTI.**

Den Hinweis erhalten Sie als BMW ConnectedDrive Kunde exklusiv, da Sie auf dem Onlineportal [www.bmw-routen.de](http://www.bmw-routen.de) bereits im Voraus Ihre Strecke zum Büro geplant, für montags bis freitags als Standardroute eingestellt sowie mit einer gewünschten Ankunftszeit versehen haben. Nach der Abspeicherung im Onlineportal steht diese Route auch im Fahrzeug zur Verfügung und kann dort direkt in die Zielführung des Navigationssystems übernommen werden. Die bereits seit 2008 bestehende Funktion des BMW Routenportals wurde nun um RTTI erweitert.

Durch die Nutzung der Echtzeitverkehrsdaten erfolgen Routenberechnung und eventuelle Umleitungsempfehlungen noch präziser und zuverlässiger als bisher. Denn RTTI nutzt u. a. anonymisierte Bewegungsprofile von Mobilfunkgeräten und kann aus der Anzahl und der Geschwindigkeit der Positionswechsel innerhalb des Mobilfunknetzes ein präzises Bild vom aktuellen Verkehrsgeschehen erstellen. Zusätzlich liefern bei RTTI auch Flottenfahrzeuge und Taxis, deren Navigationssysteme mit einer Leitstelle verbunden sind, weitere Echtzeitdaten, die auf Stau oder stockenden Verkehr hinweisen. So kann RTTI neben Autobahnen und Schnellstraßen auch Landstraßen sowie innerstädtische Haupt- und Nebenstraßenverbindungen präzise erfassen.

Unter Einbezug dieser Daten berechnet der Internetrouutenplaner von BMW Online die Fahrtzeit für Ihre Route. Verschiebt sich die geplante Ankunftszeit aufgrund der Verkehrssituation nach hinten, sendet die Funktion Ihnen auf Wunsch ca. bis zu eine Stunde vor Fahrtantritt einen Hinweis per E-Mail, früher loszufahren, um das Ziel zur gewünschten Zeit zu erreichen. Damit ist RTTI nicht nur im Fahrzeug nutzbar, sondern Sie können als Vertragskunde von BMW ConnectedDrive die aktuelle Verkehrslage nun auch auf dem Portal von jedem internetfähigen Endgerät aus über RTTI abrufen. Die beschriebene Onlinenutzung von RTTI außerhalb des Fahrzeugs

wird ab Herbst 2011 auch über die My BMW Remote App auf unterstützten Smartphones möglich sein.

In Zukunft sollen historische Verkehrsdaten, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit in Zukunft wiederholen, für eine Verkehrsprognose in die Routenplanung mit eingehen. Zudem ist eine Ausweitung der Benachrichtigung per SMS oder Pushnachricht einer App vorstellbar. Dies bedeutet einen ersten wichtigen Schritt der Verlagerung der Routenberechnung aus dem Fahrzeug ins Backend. Denn hier stehen deutlich mehr Rechenleistung und Informationen zur Verfügung, die dann nur noch ins Fahrzeug geschickt werden müssen. Die Qualität der Zielführung kann dadurch nochmals gesteigert werden.

### **Ballungsraumrouting.**

**8:30 Uhr:** Wie vorhergesagt herrscht auf der Autobahn stockender Verkehr. Dank des Hinweises liegen Sie nach wie vor gut in der Zeit. Sie fahren wie immer von der Autobahn ab, doch Ihr Navigationsgerät empfiehlt einen anderen Weg als sonst. Eine der Hauptverkehrsstraßen ist wegen einer Veranstaltung in den nächsten Stunden gesperrt. Dank der Daten aus dem Verkehrsmanagement der Stadt wusste Ihr Navigationssystem dies bereits und konnte eine geeignete Umfahrung mit minimalem Zeitverlust berechnen. In die Berechnung der neuen Route gehen außerdem die Ampelschaltzeiten auf der Strecke mit ein, sodass Sie automatisch auf den Weg mit einer möglichst langen „grünen Welle“ geleitet werden. Diese zukünftige Routenoption, das sogenannte Ballungsraumrouting, erstellt Ihnen eine verkehrsmanagementadaptive Strecke unter Berücksichtigung der lokalen Verkehrsplanung und ermöglicht damit eine flüssige, umweltschonende Fahrt in der Stadt.

### **Aus Parkplatz suchen wird Parkplatz finden.**

**9:00 Uhr:** Sie nähern sich Ihrem Ziel und wie immer stellt Ihnen Ihr Fahrzeug Informationen über Parkmöglichkeiten im Zielgebiet zur Verfügung. Heute empfiehlt Ihr Fahrzeug Ihnen die Straße parallel zu Ihrem Büro, denn dort ist die Wahrscheinlichkeit für einen freien Parkplatz ohne Zusatzkosten gerade am höchsten.

Bereits heute werden Parkhäuser und gekennzeichnete Parkflächen angezeigt und schon bald kann der jeweilige Füllstand von Parkhäusern berücksichtigt und auch entsprechende Ausweichempfehlungen gegeben werden. Doch gerade in Ballungsräumen befinden sich viele Parkmöglichkeiten am Straßenrand, zudem ziehen viele Autofahrer einen Straßenparkplatz dem in einem Parkhaus vor – und auch Sie gehören zu dieser Zielgruppe.

Sobald Sie sich Ihrem Ziel nähern, unterstützt Sie Ihr Navigationssystem deshalb umfassend dabei, schnell und in direkter Nähe Ihres Ziels einen Parkplatz zu finden. Es informiert Sie nicht nur über nahe gelegene Parkhäuser, sondern zeigt Ihnen außerdem auch die Straßen mit der höchsten Wahrscheinlichkeit für einen freien Parkplatz am Straßenrand an. Je nach Präferenz können Sie dann den gewünschten Parkort anfahren. Die BMW Group arbeitet beispielsweise mit Städten und Parkautomatenbetreibern zusammen, um gezielt Daten über Parkverkehr und Parkverhalten zu erheben und über die Zeit zu aggregieren. So lassen sich Straßen mit häufigen Parkplatzwechseln erkennen und daraus Wahrscheinlichkeiten ableiten, wo man aufgrund hoher Fluktuation und kurzer Parkzeiten eher einen Parkplatz bekommt. Wie interne BMW Studien zeigen, besteht das Verkehrsaufkommen in bestimmten Gegenden zu gewissen Zeiten zu bis zu 80 Prozent aus Parksuchverkehr. Durch die hier dargestellten Informationen lässt sich das Finden von Parkplätzen deutlich beschleunigen und das spart nicht nur Ihnen Zeit, sondern senkt zusätzlich das Verkehrsaufkommen.

Eine andere Möglichkeit, zeitweilig ungenutzten Parkraum für Parkplatzsuchende zu erschließen, zeigt „ParkatmyHouse“. Hier kann über eine Internetplattform privater Parkraum gemietet werden. Gerade für Innenstädte bieten sich interessante Nutzungsmöglichkeiten. So könnten beispielsweise Banken ihre nachts oder Hotels ihre tagsüber nicht genutzten Parkflächen über „ParkatmyHouse“ gezielt zur Verfügung stellen.

**Dynamische Routenführung.**

**16:00 Uhr:** Nach der Arbeit, auf dem Weg nach Hause fahren Sie wieder auf die Autobahn. Dank Echtzeitauswertung von Informationen über aktuelle Gefahrenstellen auf der Strecke erhalten Sie bald eine lokale Gefahrenwarnung vor einer Wanderbaustelle in drei Kilometern Entfernung. Die rechte Fahrbahn ist gesperrt und die Geschwindigkeit für diesen Bereich auf 80 km/h begrenzt, aber es gibt keine Stauungen oder Verzögerungen. Aufgrund des Hinweises können Sie Ihre Geschwindigkeit rechtzeitig anpassen und vorausschauend auf die linke Spur wechseln.

**Tankassistent.**

**16:30 Uhr:** Auf dem letzten Teilstück weist das Fahrzeug Sie darauf hin, doch die Möglichkeit zu nutzen, unterwegs an einer heute preisgünstigen Tankstelle zu tanken. Der Tankassistent hat auf Basis des Tankfüllstandes, Ihrer Fahrstrecke und Zielposition sowie Ihrer Präferenzen hinsichtlich Tankstellenanbietern die verschiedenen Tankmöglichkeiten entlang der Route ausgewertet und auf der Grundlage der aktuellen Preise und der Entfernung der Tankstelle eine Empfehlung erarbeitet.

**16:45 Uhr:** An der Tankstelle sehen Sie ein Plakat zu einem Konzert an diesem Abend, das Sie interessiert. Mit einem Anruf bei BMW Assist buchen Sie die Tickets. Die Adresse des Ticketvorverkaufs wird Ihnen von BMW Assist als Zwischenziel auf Ihrer Route gesendet. Sie holen die Karten und fahren anschließend nach Hause, froh am Abend nicht an der Abendkasse anstehen zu müssen.

**Mobility Packages.**

**19:00 Uhr:** Für den Weg von der eigenen Haustür zum Konzert empfiehlt Ihnen Ihre BMW Connected App die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs. Da Sie im Besitz eines Mobility Packages der BMW Group sind, können Sie ihn kostenlos nutzen. Ein solches Package ermöglicht Ihnen zukünftig ein Höchstmaß an Mobilität. Mit Abschluss Ihres Leasingvertrages für Ihr BMW Fahrzeug haben Sie nicht ein bestimmtes Kontingent an Fahrzeugnutzungskilometern erhalten, sondern an individueller Mobilität. Dies schließt durch die Kooperation mit Verkehrsunternehmen auch die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs ein, ohne dass Sie extra dafür zahlen müssen.

Bevor Sie starten, erfahren Sie über Ihre App, wann der nächste Zug in Ihrer Nähe fährt und wie viel Zeit der Weg zur Station in Anspruch nimmt. Komplizierte Tarifsysteme oder Wartezeiten am Fahrkartenschalter gibt es für Sie nicht, Sie haben Ihr Ticket bereits dabei – auf Ihrem Smartphone. Sobald Sie in den Zug steigen, loggen Sie sich über Ihr Smartphone ein und bei Erreichen der Zielstation entsprechend wieder aus. Die zurückgelegte Strecke wird automatisch von Ihrem Kontingent abgezogen. Das Gleiche gilt, wenn Sie auf dem Heimweg nach dem Zug noch ein Carsharingfahrzeug nutzen, weil es zu nieseln begonnen hat. Sie erhalten also ein integriertes, komfortables und intermodales Mobilitätspaket, das Sie unabhängig und individuell entscheiden lässt, wie Sie Ihr Ziel erreichen wollen.

Manche dieser Ideen sind noch Zukunftsmusik – so beispielsweise die Idee eines Mobility Packages oder der Empfehlung von Straßenparkplätzen. Andere Dienste wie „ParkatmyHouse“, RTTI oder auch die rechtzeitige Benachrichtigung über Verzögerungen auf der geplanten Route sind für BMW Fahrzeuge heute schon Realität.



## 4. Das Maß aller Dinge: der Mensch.



Was wünschen sich die Kunden in Zukunft von einem Fahrzeug? Was werden sie benötigen? Um Antworten auf diese Fragen zu finden und daraus neue Ideen und Innovationen für die Kunden von morgen entwickeln zu können, sind nicht nur die Spezialisten in Markt- und Trendforschung gefragt. In bestimmten Bereichen der Entwicklung, deren Ergebnisse den Menschen ganz unmittelbar berühren, müssen die Spezialisten der BMW Group die Kunden näher kennenlernen. Deshalb arbeiten beispielsweise die BMW Group Ergonomieentwicklung oder auch die Spezialisten im Bereich Anzeige-Bedien-Konzepte mit Kunden und Probanden zusammen, um mehr über sie zu erfahren. Einerseits spielt dabei die Bandbreite der unterschiedlichen Bedürfnisse und Eigenschaften eine entscheidende Rolle – beispielsweise bei der ergonomischen Auslegung neuer Sitzkonzepte –, andererseits ist es wichtig, auch die Anforderungen bestimmter Kundengruppen genauer zu kennen.

In einer aktuellen Studie der BMW Group Forschung und Technik liegt der Fokus beispielsweise nicht auf einem speziellen Technologiethema, sondern auf den Ansprüchen und Bedürfnissen einer wachsenden Gruppe von Menschen: der Altersgruppe der über 60-Jährigen. Insbesondere befasste sich die Studie mit den Bedürfnissen und Ansprüchen dieser Gruppe bezüglich Anzeige-Bedien-Konzept und den damit verbundenen Funktionen von BMW ConnectedDrive.

### **Von allen und von wenigen lernen.**

Um die Ansprüche und Wünsche einer Zielgruppe herauszufinden, tauchen die Entwickler tief in die Lebenswelt der Studienteilnehmer ein. Sie wollen auch erfahren, wie sie ihren Alltag gestalten, wie sie Technik in und außerhalb ihres Fahrzeugs nutzen, in welchem Maße und wofür. Den Experten der BMW Group ist im Rahmen der Studie besonders daran gelegen, die Studienteilnehmer nicht nur theoretisch zu verstehen, sondern sie auch als Menschen kennenzulernen.

Im Fokus der Studie steht die Nachkriegsgeneration, die dank der wirtschaftlichen Entwicklung der letzten Jahrzehnte gut ausgebildet und vermögend ist. Diese Generation unterscheidet sich in ihrem Anspruchs- und Qualitätsbewusstsein und ihren Bedürfnissen deutlich von der Vorkriegs- und Kriegsgeneration, was sich in einer neuen Qualität von Lebensfreude spiegelt.

Ziel der Studie ist es, auf Basis der gesammelten Erkenntnisse zukünftige Potenziale und mögliche Ansatzpunkte für neue kundenorientierte Entwicklungen im Bereich Anzeigen und Bedienung sowie, davon abgeleitet, bei BMW ConnectedDrive Funktionen zu identifizieren. Deshalb entschieden sich die Experten der BMW Group für ein explorativ-qualitatives Vorgehen in mehreren Stufen.

Nach einer Literaturrecherche zum aktuellen Forschungsstand wurden mehrere Themenschwerpunkte von Fitness über Freizeitgestaltung bis hin zu Familie und Werten abgeleitet. Anschließend wurden diese Themen in Interviews mit renommierten Experten aus Marktforschung, Gerontologie und Produktentwicklung vertieft und ausgeweitet. Auf Basis dieser Vorarbeiten wurden dann die Fragestellungen für die Kundenstudie entwickelt. Insgesamt nahmen 30 Personen zwischen 50 und 70 Jahren an der Studie teil. Die Teilnehmer waren zu einem



Drittel zwischen 50 und 60 Jahre, zwei Drittel waren zwischen 60 und 70 Jahre alt. Die jüngere Gruppe diente dem Ausblick auf die zukünftige Kundenentwicklung – gerade in Bezug auf die zu erwartende Technikaffinität.

Nach der Auswahl der Teilnehmer ging es in die Lebenswelt der Zielgruppe. Mit Hilfe eines Tagebuchs dokumentierten die 30 Teilnehmer fünf Tage lang ihre Aktivitäten und natürlich auch ihre Mobilität im Alltag. 15 Teilnehmer wurden anschließend zu Hause von den Experten der BMW Group besucht. Neben einem intensiven Gespräch waren die Experten vor allem daran interessiert, gemeinsam mit den besuchten Personen etwas zu erleben und sie in verschiedenen Situationen agieren zu sehen. Während einer gemeinsamen Autofahrt konnten die Versuchsleiter beispielsweise den Fahrstil beobachten und mit den Fahrern Fragen zu ihrem Fahrzeug diskutieren. Mit Hilfe von kleinen Experimenten testeten die Entwickler dann verschiedene Funktionen im Auto wie Programmieren von Musiksendern, Kofferraumnutzung oder Einstellen des Navigationsgerätes. Aus den Diskussionsergebnissen und Beobachtungen können nun erste Veränderungspotenziale abgeleitet werden.

### **Ein besseres Verständnis der Zielgruppe – und eine Überraschung.**

Allgemeine Marktforschungsergebnisse zeigen, dass Deutschlands „Rentner“ im Gegensatz zur letzten Generation nicht nur zahlreicher, sondern auch gesünder, informierter und wohlhabender sind. Sie sind technologieerfahrener und aktiver, außerdem anspruchsvoller und qualitätsbewusster. Hinzu kommt oft ein höherer Mobilitätsbedarf. Diese bereits vorhandenen Informationen konnten durch die Studie speziell für die Entwicklungsbereiche Anzeige-Bedien-Konzepte und vernetzte Dienste deutlich erweitert werden. Von Gemeinsamkeiten wie der Selbstwahrnehmung und der Bedeutung von Mobilität für die Zielgruppe bis hin zu Unterschieden, wie beispielsweise in der Techniknutzung, konnte die Studie außerdem zeigen, was die Kunden sich in Zukunft von einem Fahrzeug erhoffen. Denn während der Studie konnten mit Hilfe der Tagebuchaufzeichnungen 300 Mobilitätsereignisse erfasst werden, wovon rund 80 Prozent mit dem Auto verbunden waren.

Auf die Frage, was sie sich von einem Fahrzeug erwarten, forderten die Teilnehmer der Studie neben einem hochwertigen Innenraum vor allem auch klar Unterstützung bei der Fahrt. Funktionen zur Kompetenzerweiterung, wie die Einparkhilfen Park Distance Control oder Surround View, wurden ebenso positiv bewertet und gefordert wie Funktionen zur Entlastung wie beispielsweise ein Automatikgetriebe oder eine elektrisch schließende Heckklappe. Viele dieser Ansprüche erfüllen die Fahrzeuge der BMW Group bereits heute und Erweiterungen sind zurzeit in Arbeit oder gerade neu auf dem Markt. Zum Beispiel das berührungslose Öffnen der Heckklappe von BMW ConnectedDrive.

Bei der Nutzung von Infotainment-Angeboten im Fahrzeug stellten die Experten im Rahmen der Studie fest, dass die Offenheit für neue Technik, vor allem aber der Umgang mit dieser bei den Teilnehmern sehr unterschiedlich ausgeprägt ist. Neben den Altersunterschieden – die jüngeren Teilnehmer zeigen sich tendenziell offener gegenüber neuer Technik – sind Typunterschiede deutlich erkennbar: Es gibt generell Technikbegeisterte und Menschen, die vor allem auf den Nutzen der Technik achten. Letztere nutzen die Funktion oder die Technik nur, wenn sie einen für sie persönlich erkennbaren Mehrwert bietet. Der dritte Typus hegt starke Vorbehalte gegenüber moderner Technik. Auch Mischungen und technische Überlagerungen begegneten den Forschern. So nutzten Testpersonen zwar einen Internetrouutenplaner, nahmen dann aber einen Ausdruck mit ins Fahrzeug, da sie über kein Navigationssystem im Fahrzeug verfügten oder sich mit der Bedienung von bestimmten Navigationssystemen überfordert fühlten.

Die Wünsche der Testpersonen in Bezug auf das Informationsangebot im Auto sind vielfältig und anspruchsvoll. Von Anschlussinformationen für den öffentlichen Nahverkehr über Verkehrsmeldungen und -warnungen bis hin zu Parkinformationen oder Sehenswürdigkeiten inklusive Zielführung wurden zahlreiche Themengebiete genannt. Wichtig ist den meisten der weniger technikaffinen Testpersonen dabei, dass sie das richtige Informationsangebot zur richtigen Zeit einfach bekommen, möglichst ohne selbst viele Handlungsschritte einleiten zu müssen. Diese intuitive, personalisierte sowie zeit-, orts- oder stimmungsabhängige Informationsbereitstellung deckt sich durchaus auch mit Ansprüchen anderer Kundengruppen an ihr Fahrzeug.

Dies zeigt, dass es gerade aus BMW ConnectedDrive Sicht weniger altersspezifische Anforderungen an ein Fahrzeug gibt als gedacht. Die Erfüllung des Wunsches nach einem den eigenen Bedürfnissen angepassten – personalisierten – Informationsangebot wird zunehmend wichtiger. Mit Ideen und Visionen hinsichtlich zukünftiger Interaktionsmöglichkeiten und daraus abgeleiteten Funktionsangeboten geht die BMW Group den richtigen Weg. Beispiele sind der Infotainment-Assistent (siehe Kapitel 2.2) und das Forschungsprojekt Gestikbedienung (Kapitel 3.2), aber auch der Emotional Browser im Konzeptfahrzeug BMW Vision ConnectedDrive.

### **Demografischer Wandel und Ergonomie.**

Die Auswirkungen der demografischen Entwicklung stellen auch neue Anforderungen an die ergonomische Auslegung eines Fahrzeugs. Wie beweglich werden die Kunden zukünftig sein? Wie bleibt der Einstieg ins und Ausstieg aus dem Fahrzeug komfortabel? Dies sind nur zwei von vielen Fragen, die das Ergonomieentwicklungsteam aus Ingenieuren, Designern, Sportwissenschaftlern, Orthopäden und Ergotherapeuten beschäftigen, damit auch zukünftig die Fahrzeuge optimal zu den Eigenschaften des Menschen passen.

### **Ergonomie und Komfortempfinden.**

Alle Funktionen im Fahrzeug, die zur Entlastung des Nutzers bereitgestellt werden, dienen auch der Ergonomie und dem Komfortempfinden. Dabei ist die Grenze zwischen den beiden Gebieten fließend. Was für den einen ergonomisch eine notwendige Voraussetzung für die Fahrzeugnutzung ist, ist für den anderen ein Komfortgewinn. Ist eine elektrisch zu öffnende Heckklappe für den einen ein Plus an Komfort, ist sie für den anderen – aufgrund von dessen Körpergröße oder Beweglichkeit – ein absolutes Muss. Gurtbringer oder die Rückfahrkamera sind weitere Beispiele für Features, die neben dem Komfortgewinn auch einen direkten Nutzen beinhalten.

„Wir legen unsere Fahrzeuge für Menschen von ihrer Geburt bis ins hohe Alter aus. Kinder und Kindersitze berücksichtigen wir bei der Konzeption der Fahrzeuge ebenso wie die Anforderungen einer älter werdenden Gesellschaft. Und genauso betrachten wir anthropometrische Gegebenheiten und Veränderungen auf der gesamten Welt sehr aufmerksam.“ (Peer-Oliver Wagner, Leiter Ergonomie und Komfort)

### **Geometrische Auslegung der Fahrzeuge für die Kunden.**

Grundsätzlich sind die Fahrzeuge der BMW Group ergonomisch auf die Körpermaße vom fünften Perzentil Frau bis hin zum 95. Perzentil Mann ausgelegt. Damit erfüllen die Fahrzeuge der BMW Group die Komfortanforderungen von 95 Prozent der Bevölkerung.

Doch die Auslegung der Fahrzeuggeometrie ist immer auch eine kleine Prognose. Denn ein Fahrzeugprojekt, mit dem sich die Ergonomen derzeit befassen, geht erst sechs bis sieben Jahre später in Serie und hat dann eine ebenso lange Modelllaufzeit. Hinzu kommt das Fahrzeugalter. Die geometrische Auslegung des Fahrzeugs muss dem Kunden also auch in 20 bis 25 Jahren immer noch passen. Und Fakt ist: Körpermaße verändern sich nicht nur im Laufe eines Lebens, sondern auch mit den Generationen.

### **Akzeleration – die Veränderung von Körpermaßen über Generationen.**

Um zu erfahren, wie sich die Anthropometrie, also die Körpermaße, der Bevölkerung im Lauf der Zeit verändert, beteiligte sich die BMW Group an der deutschen Reihenummessung „SizeGERMANY“ im Jahr 2008. So konnten die Entwickler aktuelle anthropometrische Daten gewinnen und unter Abgleich mit den bereits vorhandenen Daten sehen, wie sich die Bevölkerung weiterentwickelt hat. Die festgestellte Veränderung der Körpermaße betrifft jedoch nicht nur die Körperhöhe, sondern auch die Umfangsmaße. Beide nehmen im Durchschnitt weiter zu, gleichzeitig wird die Spannweite zwischen den Extremen immer größer. Für die Körperhöhe konnte bisher durchschnittlich ein Zuwachs von ungefähr anderthalb Zentimetern pro zehn Jahre beobachtet werden. Man erwartet aber ca. ab 2025 eine deutliche Abflachung dieser Entwicklung. Dies gilt nicht für die Umfangsmaße, hier gehen die Experten davon aus, dass die Werte kontinuierlich zunehmen werden.

Und nicht nur national verändern sich die Anforderungen an die Geometrien im Fahrzeug. Betrachtet man die internationale Kundenverteilung der BMW Group, so haben sich in den letzten Jahren starke Märkte entwickelt, deren Kunden andere Anforderungen an die geometrische Auslegung eines Fahrzeugs stellen. So beträgt beispielsweise die durchschnittliche Körperhöhe eines Mannes in China 1,69 Meter, Männer in Deutschland dagegen sind im Schnitt 1,78 Meter groß. Dazu kommt eine breitere Streuung der Extrema: Nimmt man Deutschland und China zusammen, ist die Spreizung von 1,49 Meter (5. Perzentil Frau China) bis hin zu 1,93 Meter (95. Perzentil Mann Deutschland) noch größer. Gleichzeitig unterscheiden sich die Kunden hinsichtlich ihrer Proportionen wie beispielsweise des Verhältnisses von Rumpflänge zu Beinlänge. Alle diese Vorgaben müssen mit in die Auslegung der Fahrzeuge integriert werden. Deshalb nutzt die BMW Group zahlreiche internationale Datenbanken zu Körpermaßen, um die Fahrzeuggeometrien für internationale Märkte passend auslegen zu können.

### **Beweglichkeitsstudien der BMW Group.**

Da sich nicht nur die Körpermaße im Lauf des Lebens verändern, sondern auch der Mensch selbst, wirkt sich das Alter auch auf verschiedene Eigenschaften, Fertigkeiten und Fähigkeiten, wie beispielsweise das Sehvermögen, die Fähigkeit

der akustischen Aufnahme, aber vor allem auch koordinative Fähigkeiten sowie Beweglichkeit und Kraft, aus.

„Wenn man die Fachleute dieser Welt fragt, was denn die demografische Entwicklung konkret bedeutet, erhält man oft nur nebulöse Antworten. Die Problematik liegt darin, dass sich die Bandbreite der körperlichen Eigenschaften vergrößert hat. Es gibt heute 70-Jährige, die täglich joggen, und 40-Jährige, die den ganzen Tag sitzen. Eine sehr interessante Dimension für uns ist die Beweglichkeit. Das, was wir hinsichtlich Beweglichkeit bisher vielleicht einfach mit den Begriffen Jugend oder Alter verbunden haben, möchten wir auf eine objektive Basis stellen, um damit arbeiten zu können.“ (Maximilian Amereller, Doktorand im Team Ergonomie und Komfort)

Im Gegensatz zu den gut erforschten Körpermaßen gibt es zur Beweglichkeit bisher wenig verwertbares Datenmaterial. Zwar weiß man, dass Beweglichkeit tendenziell mit dem Alter abnimmt, es gibt aber nur wenig Informationen über den Istzustand sowie die Spreizung innerhalb der Altersgruppen. Auch den Anforderungen entsprechende Messinstrumente oder spezielle Methodiken, um standardisiert und unkompliziert Beweglichkeit zu messen, sind nicht verfügbar. Dabei ist gerade Beweglichkeit ein wichtiger Faktor für die Nutzung eines Fahrzeugs.

Um verwertbare Daten zu gewinnen und die Auslegung der Fahrzeuge in Zukunft noch besser an die demografische Entwicklung anpassen zu können, beschäftigt sich eine aktuelle Studie mit der Messung von Beweglichkeit und deren Objektivierbarkeit in Abhängigkeit von Faktoren wie Alter, Geschlecht, Proportionen und Fitnesszustand. Eine ähnliche Situation ergibt sich für den Parameter Kraft.

### **Ziele der Studie.**

In der Studie werden Personen ohne gravierende körperliche Einschränkungen betrachtet. Dabei werden 84 Einzelbewegungen, die den gesamten Bewegungsapparat abdecken, überprüft. Ziel ist es, herauszufinden, welche Bewegungseinschränkungen die Probanden haben und ob diese Einschränkungen eine spezifische Verteilung aufgrund bestimmter Faktoren aufweisen. Dies kann wichtige Anhaltspunkte für die zukünftige Konzipierung von Lösungen und Funktionen im Fahrzeug geben. Die Erkenntnisse sollen dann in Form von zu erwartenden Kundenanforderungen und -eigenschaften objektiviert werden, sodass eine ergonomische Bewertung von Fahrzeuggeometrien und -konzepten aufgrund dieser Beweglichkeitsprofile erfolgen kann. Auch eine Perzentilierung, also eine Aufschlüsselung der Verteilung von Beweglichkeit innerhalb der Bevölkerung, soll aus den Erkenntnissen der Studie abgeleitet werden.

Derzeit werden dafür Messmethodik und entsprechende Messgeräte entwickelt, sodass noch 2011 die Datengewinnung beginnen kann. Nach Validierung von Methode und Gerätschaften werden Reihenmessungen erfolgen, auf deren Basis perzentilierte Bewegungsdaten für Personen von 17 bis 85 Jahren erstellt werden. Diese Daten werden in bestehende Softwaresysteme zur virtuellen Absicherung implementiert, damit schon frühzeitig und ohne Modell eine genauere Bewertung der Design- und Konstruktionsarbeit im Hinblick auf Raumkonzepte, Kundenfunktionen und Komfort ermöglicht wird. Das langfristige Ziel der BMW Group hinter der Studie ist die vollständige Aufschlüsselung der körperlichen Anforderungen der Kunden in Form einer umfassenden, international gültigen und stetig wachsenden Datenbank.

„Denn für uns ist der Mensch das Maß der Dinge – und des Autos.“  
(Peer-Oliver Wagner)

**Virtuelle Prüfung von Ein- und Ausstieg.**

Einen besonderen Fall eines Bewegungsablaufs stellt das Ein- und Ausstiegsszenario dar. Ein Großteil der ergonomischen Konzeptentwicklung und späteren Auslegung erfolgt heute bereits virtuell. So können schon in der frühen Phase des Projekts Zieldaten erstellt werden, deren Erreichen erforderlich ist, um ein vorgegebenes hohes Komfortniveau zu erreichen. Sie bilden einen wichtigen Anhaltspunkt für die Fahrzeugentwickler im späteren Prozess. Für das Ein- und Ausstiegsszenario war dies virtuell bisher nicht möglich. Einstieg wie Ausstieg aus einem Fahrzeug erfordern die Bewegung des ganzen Körpers und gehören deshalb mit zu den komplexesten Bewegungsabläufen rund um das Fahrzeug. Außerdem muss eine Vielzahl von Fahrzeugmaßen in die Bewertung einfließen, die zudem miteinander in Wechselwirkung stehen.

„Wie komfortabel die Ein- und Ausstiegsbewegung erfolgen kann, wird durch die Fahrzeuggeometrie und durch die individuellen Körpermaße beeinflusst. Deshalb mussten hier bisher meist Gesamtmodelle aufgebaut werden, um den Effekt der Fahrzeuggeometrie auf die Bewegung sowie das ‚Diskomfortempfinden‘ verschiedener Testpersonen beurteilen zu können.“ (Peer-Oliver Wagner)

Dies soll sich jedoch bald ändern: Die Spezialisten der BMW Group arbeiten derzeit an einem Verfahren, um den komplexen Ein- und Ausstiegsvorgang erstmals virtuell zu simulieren und zu bewerten. Der große Vorteil liegt darin, bereits frühzeitig – ohne ein Modell gebaut zu haben – valide Abschätzungen über den Komfort eines Einstiegs und seine Eignung für ein Fahrzeug und die jeweilige Zielgruppe treffen zu können. Aus ehemals subjektiven Eindrücken von Probanden werden objektive, messbare und dadurch vergleichbare Daten.

Und so funktioniert es: Anhand von Daten zur geplanten Fahrzeuggeometrie sowie den Bewegungsdaten aus den Datenbanken der BMW Group errechnet das Tool eine Simulation der Einstiegs- oder Ausstiegsbewegung. Danach wird die errechnete Bewegung analysiert und beurteilt. Faktoren für die Beurteilung sind zum einen biomechanische Parameter wie beispielsweise auftretende Gelenkkräfte. Da zum anderen auch die Umgebung des Fahrzeugs eine Rolle für den Einstieg spielt, berücksichtigen Simulation und Beurteilung auch unterschiedliche Szenarien wie beispielsweise den Ausstieg in einer engen Parklücke. So lässt sich erkennen, in welchem Maße die Geometrie die Anforderungen an Komfort und Ergonomie erfüllt, an welcher Stelle kritische Bewegungsmuster auftauchen und wie man sie optimieren kann.

**Der lange Weg zur Bewegungssimulation.**

Bevor die Spezialisten der BMW Group die Bewegung überhaupt simulieren konnten, mussten sie eine Datenbank aus vielen Bewegungsinformationen schaffen, auf die die Simulation zurückgreifen kann. Bei einer aufwendigen Datenerfassung wurden die Einstiegsbewegungen von zahlreichen realen Versuchspersonen an einem variablen Einstiegsmodell aufgezeichnet und digitalisiert.

Das Modell ist mit Kraftsensoren und Kraftmessplatten im Fußbereich, am Lenkrad und an der Tür ausgerüstet, damit aufgezeichnet werden kann, wie viel Kraft zu welchem Zeitpunkt des Einstiegs auf den jeweiligen Bereich einwirkt. Infrarotsensoren und ein Motion-Capturing-System (bekannt aus der Filmindustrie) machen die Aufzeichnung der Ein- und Ausstiegsbewegungen der Probanden möglich. Daraus werden Bewegungs- und Kraftdaten digital rekonstruiert. Die aufgezeichneten Bewegungen werden anschließend auf ein virtuelles Menschmodell mit Muskeln und Skelett übertragen, sodass die Belastungen der einzelnen Muskeln abgebildet und nachvollzogen werden können. Denn selbst

optisch unscheinbare Bewegungen können einen hohen Kraftaufwand erfordern und dadurch unkomfortabel sein. Über den Vergleich der Berechnungen mit tatsächlich vorgenommenen Messungen sowie mit einer externen Datenbank wurde das Menschmodell anschließend validiert.

Insgesamt liegen weit über 2.000 aufgezeichnete Ein- und Ausstiegsbewegungen der Simulation zugrunde. Das variable Modell erlaubt den Entwicklern, jede Ein- und Ausstiegsgeometrie der BMW Group zu simulieren, von der des BMW Z4 bis hin zu der des BMW X5.

„Wir haben bei der Validierung der Bewegungssimulation schnell gesehen, wie hoch die Güte der berechneten Werte schon in der frühen Erprobungsphase ist. Die Simulationen sind sehr nah an der Realität.“ (Raphael Bichler, Biomechanikspezialist im Team Ergonomie und Komfort)

### **Die Beurteilung der Bewegung.**

Nach Erstellung der Datenbasis und des Berechnungsmodells für die Bewegungssimulation folgt die Beurteilung. Die Herausforderung besteht darin, die gesamte Bewegung über ihren zeitlichen Verlauf hinweg zu beurteilen und nicht nur Teile oder Auszüge aus ihr. Um die ergonomische Qualität einer Bewegung einordnen zu können, vergleichen die Entwickler sie mit einem vorher definierten, optimalen Einstiegsszenario. Diese „Less Restricted Motion“, eine Einstiegsbewegung ohne geometrische Hindernisse wie Einstiegsöffnung oder Dachholm, dient als Referenz für die zu beurteilenden Bewegungen.

Neben Parametern wie Gelenkwinkeln oder -kräften erlaubt die Beurteilung auch die fokussierte Betrachtung bestimmter Körperpartien. Über den Vergleich mit der Referenzbewegung lassen sich dann Engstellen, Hindernisse oder unangemessene Kraftverläufe identifizieren und optimieren. Dabei werden für alle Parameter Ähnlichkeitswerte berechnet, aus denen dann ein Gesamtwert, der Ähnlichkeitskoeffizient, gebildet wird. Der Ähnlichkeitskoeffizient zeigt, ob die Einstiegsbewegung nah an der Referenz liegt oder eben nicht. So lassen sich beispielsweise auch Fahrzeugkonzepte objektiv miteinander vergleichen. So stellen die BMW Group Ergonomieexperten sicher, dass Menschen auch in Zukunft unabhängig von Größe, Alter und Nationalität bequem in „ihre“ Fahrzeuge einsteigen können.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:

Katharina Singer, Technologiekommunikation, Sprecherin Forschung und Entwicklung  
Telefon: +49 89 382-11491, Fax: +49 89 382-28567

Internet: [www.press.bmwgroup.com](http://www.press.bmwgroup.com)  
E-Mail: [presse@bmw.de](mailto:presse@bmw.de)