

# Automatisiertes Fahren bei der BMW Group. Inhaltsverzeichnis.

<b>1. Einleitung.</b> .....	2
<b>2. (Hoch-)Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.</b> Historie und aktueller Stand. ....	3
<b>3. Fahrerassistenzsysteme (Level 2) und automatisiertes/autonomes Fahren (Level 3 bis 5).</b> .....	3
3.1 Technologie und technische Voraussetzungen heutiger Prototypen. ....	6
3.2 Zukünftig notwendige technische Voraussetzungen. ....	8
<b>4. Fail-operational-System.</b> .....	9
<b>5. Autonomes Fahren.</b> Unfallstatistik und Ethik. ....	10
<b>6. Campus Unterschleißheim.</b> Neues Entwicklungszentrum für autonomes Fahren. ....	11
<b>7. Fahrzeuge in der Entwicklung.</b> 40 automatisierte BMW 7er bis Ende 2017. ....	12
<b>8. Künstliche Intelligenz im Rahmen des autonomen Fahrens.</b> .....	13
<b>9. Partnerschaften und Beteiligungen.</b> .....	15

Presse-Information

Datum 30. Mai 2017

Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.

Seite 2

## 1. Einleitung.

Die individuelle Mobilität und ihre industrielle Umsetzung befinden sich vor einem technologischen Quantensprung. Das Automobil und seine Technologien werden sich in den nächsten 10 Jahren stärker verändern als in den vergangenen 30 Jahren. Dieser Herausforderung sieht die BMW Group gut aufgestellt entgegen.

In den vergangenen Jahren hat die BMW Group im Rahmen verschiedener Events die wesentlichen Voraussetzungen für autonomes Fahren demonstriert. Bereits 2006 umrundete ein BMW 3er selbstständig den Hockenheimring und seit 2011 werden automatisierte Prototypen der BMW Group auf der A9 zwischen München und Nürnberg auf der Straße erprobt. Seit dem Jahr 2014 verfügen höher entwickelte Prototypen der BMW Group über eine 360°-Umfeldwahrnehmung und sind damit in der Lage, Unfälle zu vermeiden. Im selben Jahr driftete erstmals ein BMW Group Prototyp automatisiert über den Las Vegas Speedway und bewies, dass auch das Fahren im Grenzbereich beherrscht werden kann. Mittlerweile sind automatisierte Fahrzeuge in der Lage, sich – gesteuert über einfache Gesten – selbst zu parken (automatisiertes Valet-Parking).

Im Visionsfahrzeug BMW Vision Next 100 vereinen sich all diese Funktionen und helfen dem Besitzer auch noch seinen Tagesablauf zu managen.

Mittlerweile ist die BMW Group noch einen Schritt weiter: Durch die 2014 eingegangene Beteiligung an HERE sowie die Kooperationen mit Intel, Mobileye (seit 2016) und weiteren Partnern hat die BMW Group den Startschuss für die Serienentwicklung des BMW iNext gegeben.

Die BMW Group und ihre Partner arbeiten gemeinsam an Standards, Plattformen und einem Backend für die Zukunft des automatisierten Fahrens und sind jederzeit offen dafür, neue Partner in ihrem Verbund willkommen zu heißen.

## **2. (Hoch-)Automatisiertes Fahren bei der BMW Group. Historie und aktueller Stand.**

- 2006: Erster autonom fahrender Track Trainer (BMW 3er) umrundet den Hockenheimring auf der Ideallinie.
- seit 2011: Hochautomatisiert fahrende Versuchsfahrzeuge auf der Autobahn 9 in Deutschland.
- 2014 CES: Driftassistent beweist perfekte Fahrzeugbeherrschung auch im fahrdynamischen Grenzbereich.
- 2015 CES: 360°-Kollisionsvermeidung und Remote Valet Parking Assistant im BMW i3 vorgestellt.
- 2016 CES: Selbstständiges Gesture Control Parking im BMW i3.

## **3. Fahrerassistenzsysteme (Level 2) und automatisiertes/autonomes Fahren (Level 3 bis 5).**

### **ÜBERSICHT.**

#### **Level 2 (heute):**

Fahrerassistenzsysteme als Vorstufe zum automatisierten Fahren. Der Fahrer bleibt permanent in der Fahrverantwortung (Hands-on Detection).

#### **Level 3 (ab 2021 mit BMW iNext):**

Erstmals ab Level 3 ist eine Teilung der Verantwortung für die Fahrzeugsteuerung zwischen Fahrer und Fahrzeug möglich. Der Fahrer kann sich während einer hochautomatisierten Fahrt im gleichgerichteten, vom Gegenverkehr abgegrenzten Straßenverkehr über einen längeren

Presse-Information  
Datum 30. Mai 2017  
Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.  
Seite 4

Zeitraum mit bordeigenen Nebentätigkeiten beschäftigen bzw. entspannen (Eyes off). Er muss weiterhin in der Lage sein, die Fahraufgabe, nach Aufforderung durch das System, innerhalb einer angemessenen Zeit (einige Sekunden) wieder zu übernehmen.

**Level 4 (technisch vorgehalten ab 2021, BMW iNext):**

Vollautomatisiertes Fahren im Stadtverkehr und in einer erweiterten Ausbaustufe im gleichgerichteten, vom Gegenverkehr abgegrenzten Verkehr. Der Fahrer kann während der Fahrt auf langen Strecken ggf. schlafen. Wesentlicher Unterschied zu Level 3: deutlich ausgedehnteres Zeitintervall bis zur erneuten Übernahme des Steuerers (Mind off).

**Level 5 (parallele Entwicklungen zu Level 3 und 4 in Pilotprojekten voraussichtlich nach 2020 möglich):**

Autonomes Fahren, Lenkrad und Pedalerie nicht mehr zwingend erforderlich, Passagiere sitzen ohne Fahraufgabe im Fahrzeug; Fahrerlaubnis nicht erforderlich (Driver off). Sofern Pedalerie und Lenkrad vorhanden sind, kann der Fahrer das Fahren übernehmen, muss aber niemals.

**DIE AUTOMATISIERUNGSLEVEL IM DETAIL.****Level 2 (Fahrerassistenzsysteme heute).**

Von den in der Branche definierten fünf Level der Fahrzeugautomatisierung befinden sich Serienfahrzeuge heute im Level 2 (Fahrerassistenzsysteme). Hier spricht die BMW Group bewusst von Fahrerassistenzsystemen, wie dem Driving Assistant Plus im neuen BMW 7er und BMW 5er. Die Unterstützung der Längs- und Querführung des Fahrzeugs ermöglicht ein entspanntes, sichereres Fahren, was den Fahrer deutlich geringer beansprucht. Gleichwohl erfordern die aktuellen Systeme – bedingt auch durch den aktuellen Technikstand sowie die aktuelle Rechtslage –, dass der Fahrer seine Aufmerksamkeit ununterbrochen auf den Verkehr richtet. Der Fahrer verantwortet die Fahraufgabe permanent. Sichergestellt wird dies unter anderem durch eine „Hands-on Detection“.

Presse-Information  
Datum 30. Mai 2017  
Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.  
Seite 5

**Level 3 (hochautomatisiertes Fahren).**

Fahrzeuge auf diesem Level werden in der Lage sein, im gleichgerichteten, abgegrenzten Straßenverkehr, zum Beispiel auf einer Autobahn oder einer autobahnähnlich ausgebauten Straße, vollkommen automatisiert zu fahren und damit die Fahrzeugsteuerung zu übernehmen. Der Fahrer wird sich während dieser Zeit mit anderen Tätigkeiten beschäftigen können („Eyes off“), muss aber in komplexen Situationen in der Lage bleiben, die Fahraufgabe, nach Aufforderung durch das System, innerhalb einer angemessenen Zeit (einige Sekunden) wieder zu übernehmen. Ein Beispiel wäre eine unübersichtliche, neue Baustelle mit einer komplexen Fahrbahnführung. In jedem Fall muss der Fahrer einen Führerschein besitzen und zum Führen eines Kraftfahrzeugs in der Lage sein.

**Level 4 (vollautomatisiertes Fahren).**

Technologisch ist Level 4 die evolutionäre Weiterentwicklung von Level 3. Der Fahrer wird lediglich in äußerst komplexen Situationen das Fahren übernehmen müssen bzw. bei vorausliegenden extremen Wetterverhältnissen. Zwar muss der Fahrer auch auf diesem Level eine gültige Fahrerlaubnis besitzen und körperlich fahrtüchtig sein, doch theoretisch ist hier bereits ein Fahren im „Mind off“-Modus denkbar, der es dem Fahrer gestatten würde, während der Fahrt zu schlafen.

Level 3 und Level 4 unterscheiden sich vor allem hinsichtlich der Zeitspanne, in der der Fahrer die Fahraufgabe wieder übernehmen muss, und der Fähigkeit, im Level 4 vollautomatisiert den Stadtverkehr zu bewältigen. So hat der Fahrer in Level 3 das Steuer innerhalb einer angemessenen Zeit (einige Sekunden) wieder zu übernehmen. Tut er dies nicht, bringt sich das Fahrzeug selbstständig in einen risikoarmen Zustand, hält also beispielsweise kontrolliert am Standstreifen. Die Übernahmezeit beim automatisierten Fahren auf Level 4 wird deutlich länger.

Presse-Information

Datum 30. Mai 2017

Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.

Seite 6

Level 4 unterscheidet sich von Level 5 im Wesentlichen dadurch, dass der Fahrer in Level 5 zwar das Fahren übernehmen kann, aber niemals muss.

### **Level 5 (autonomes Fahren).**

Im Gegensatz zu Level 3 und 4 ist beim autonomen Fahren weder eine Fahrtüchtigkeit noch eine Fahrerlaubnis erforderlich – Lenkrad und Pedalerie sind somit entbehrlich. Das Fahrzeug übernimmt alle Fahrfunktionen. Die Komplexität, bzw. die Anforderung an technische Lösungen, ist dabei ausgesprochen hoch. Deshalb werden autonom fahrende Fahrzeuge zunächst mit relativ geringen Geschwindigkeiten im Stadtverkehr unterwegs sein. Ihr Einsatz wird sich daher zu Beginn auf Innenstädte und dort auf zunächst begrenzte Bereiche fokussieren.

Parallel zum hochautomatisierten Fahren ist die Realisierung autonom fahrender Fahrzeuge in den Jahren zwischen 2020 und 2030 denkbar. Während dieses Jahrzehnts dürften erste Pilotprojekte mit autonomen Fahrzeugen in ausgesuchten Innenstädten umgesetzt werden. Eine Aussage zur zeitlichen Umsetzung ist jedoch spekulativ. Hochautomatisierte Fahrzeuge werden somit zunächst auf Autobahnen unterwegs sein, während parallel dazu autonom fahrende Fahrzeuge im Rahmen von Pilotprojekten in Innenstädten starten werden.

### **3.1. Technologie und technische Voraussetzungen heutiger Prototypen.**

Das hochautomatisierte Fahren (Level 3) ist mit einer Reihe technologischer Voraussetzungen verbunden, die im Zusammenspiel aller einzelnen Komponenten hochautomatisiertes Fahren ermöglichen. Zu diesem Zweck liefern die einzelnen Sensoren Daten, die zu einem 360°-Umfeldmodell der Fahrzeugumgebung zusammengeführt werden. Die Fahrstrategie errechnet daraus die nötigen Fahrmanöver.

- Laserscanner messen präzise die jeweiligen Distanzen zu anderen Objekten im Umfeld des Fahrzeugs und ermitteln deren Größe und Geschwindigkeit.

## Presse-Information

Datum

30. Mai 2017

Thema

Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.

Seite

7

So wird ein Bild errechnet, welche Bereiche befahrbar und frei von Hindernissen sind.

- Die hinter der Frontscheibe installierten Kameras bestimmen die Positionen anderer Verkehrsteilnehmer und erkennen, ob es sich um einen Pkw, einen Lkw, ein Motorrad oder einen Fußgänger handelt. Zusätzlich erkennt die Kamera Fahrbahnmarkierungen und liefert so exakte Informationen über die Position des Fahrzeugs auf der eigenen Fahrspur.
- Die nach vorn und nach hinten ausgerichteten Radarsensoren vermessen die Positionen von anderen Verkehrsteilnehmern. Sie erkennen die Richtung, aus welcher sich Objekte nähern, und ermitteln fortlaufend die Distanz zu diesen sowie deren Geschwindigkeit.
- Die Ultraschallsensoren erkennen andere Fahrzeuge und die sich in unmittelbarer Nähe befindlichen Hindernisse. Zu diesem Zweck befinden sich an jeder Fahrzeugseite sowie vorn und hinten Sensoren.
- Das GPS (Global Positioning System) positioniert das Fahrzeug zusammen mit Informationen aus den bordeigenen Sensoren auf einer hochgenauen HD-Karte. Diese enthält u. a. Informationen über die Anzahl der Fahrspuren, über Ein- und Ausfahrten sowie exakt vermessene „Landmarken“. Auf diese Weise ist eine spurgenaue Positionsbestimmung möglich. Und im Abgleich mit der Kamera am Innenspiegel kann das Fahrzeug ermitteln, wie nah es an den Fahrspurbegrenzungen oder dem Fahrbahnrand ist.

Das „Rechenzentrum“ zur Verarbeitung aller aufgenommenen Informationen befindet sich derzeit im Kofferraum eines jeden Prototyps. Basierend auf den gesammelten Informationen erfolgt dort die Berechnung der Fahrstrategie, die das Verhalten des Fahrzeugs im Verkehr vorgibt und mittels Lenkung, Fahrpedal und Bremse fahrdynamisch umsetzt.

Presse-Information

Datum 30. Mai 2017

Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.

Seite 8

### **3.2 Zukünftig notwendige technische Voraussetzungen.**

Der Schritt zum hochautomatisierten Fahren stellt eine große technische Herausforderung dar, insbesondere aufgrund des Wegfalls der dauerhaften Überwachung durch den Fahrer. Deshalb muss das System in der Lage sein, jeden denkbaren Fehlerfall selbstständig zu beherrschen. Hieraus ergeben sich enorme, bisher nicht bekannte Anforderungen an die Verfügbarkeit sowie die Zuverlässigkeit eines hochautomatisierten Fahrsystems.

Durch hochauflösende Karten kann der Vorausschauhorizont über die Reichweite der Sensoren hinaus ausgeweitet werden. Somit besteht die Möglichkeit, Systemgrenzen bzw. Situationen, die ein hochautomatisiertes Fahrzeug in seltenen Ausnahmen nicht perfekt beherrscht, frühzeitig zu erkennen und die Fahraufgabe rechtzeitig wieder an den Fahrer zu übergeben. Zum anderen werden Zuverlässigkeit und Qualität der Umfeldprognose, die 360°-Umfeldwahrnehmung, durch Verwendung von hochpräzisem Kartenmaterial nochmals deutlich erhöht. So lässt sich beispielsweise der exakte Verlauf der Fahrspuren einer Karte entnehmen. In der Karte hinterlegte Landmarken machen zudem die exakte Bestimmung der eigenen Fahrzeugposition möglich. Hochgenauen Karten kommt daher eine essenzielle Rolle zur Beherrschung der enormen Herausforderungen des hochautomatisierten Fahrens zu, weswegen sich die BMW Group unter anderem am Kartenhersteller HERE beteiligt hat.

Gegenstand aktueller Konzeptentwicklung ist die Frage, wie hoch die Dichte der in der Karte hinterlegten Informationen sein muss. Ziel der Entwicklung ist es, den optimalen Kompromiss zwischen der Qualität und Menge an Karteninformationen einerseits sowie der Anzahl und Güte der verwendeten Fahrzeugsensoren bzw. der Intelligenz der Algorithmen andererseits zu ermitteln.



Presse-Information

Datum 30. Mai 2017

Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.

Seite 9

## 4. Fail-operational-System.

In Deutschland wird es rechtlich voraussichtlich schon in diesem Jahr und in weiteren Ländern in nächster Zukunft möglich sein, die Verantwortung der Fahrzeugsteuerung für eine bestimmte Zeit an das Fahrzeug zu übergeben. Der Fahrer ist heute fortwährend für die Fahraufgabe verantwortlich, auch wenn er für einige Sekunden die Hände vom Lenkrad nehmen kann und er dadurch besonders auf langen Fahrten deutlich entlastet wird. Der Mensch ist zwar für die meisten Verkehrsunfälle verantwortlich, er ist aber gleichzeitig auch der beste Verhinderer von Unfällen. Heutige Systeme funktionieren schon sehr gut, können aber die Intelligenz eines Menschen in bestimmten Situationen sicherlich noch nicht ersetzen. Das muss der Fahrer wissen.

Deshalb legt die BMW Group großen Wert darauf, ihren Kunden gegenüber klar zum Ausdruck zu bringen, dass es sich bei den derzeitigen Lösungen um Fahrerassistenzsysteme handelt, und benennt diese entsprechend. Gegenwärtig befindet sich die technologische Entwicklung an der Schwelle zum hochautomatisierten Fahren. Dabei geht es nicht nur um die Weiterentwicklung bestehender Sensoriken, sondern um ein völlig neues Verständnis von Sicherheit, ein stabiles cloudbasiertes Backend und hochdynamische HD-Karteninformationen. Der technologische Sprung ist groß und anspruchsvoll. Wenn ein Fahrzeug für eine bestimmte Zeit die Verantwortung für die Fahrzeugsteuerung übernimmt, dann benötigen wir Fail-operational-Systeme, bei denen ein Fehler nicht zum Ausfall des gesamten Systems führt. Bremsen, Lenkung und das sie versorgende Bordnetz bedürfen einer doppelten Absicherung, um sicherzustellen, dass im Fehlerfall der Fahrbetrieb aufrechterhalten werden kann. Diese umfassenden Aufgaben wird die BMW Group bis 2021 gemeinsam mit ihren Partnern lösen.

## 5. **Autonomes Fahren: Unfallstatistik und Ethik.**

Hoch- beziehungsweise vollautomatisierte sowie autonome Fahrzeuge werden einen maßgeblichen Beitrag dazu leisten, die Gesamtzahl von Unfällen zukünftig deutlich zu reduzieren. In den ersten Generationen des autonomen Fahrens werden sie ethische Entscheidungen jedoch weder technisch treffen können noch im Rahmen des Grundgesetzes treffen dürfen.

Der ethischen Frage, ob ein Fahrzeug in der Lage sein soll, eine Entscheidung über Leben und Tod zu treffen, misst die BMW Group eine zentrale Bedeutung für die gesellschaftliche Akzeptanz des autonomen Fahrens bei. Allerdings belegen die Erkenntnisse der Unfallforschung der BMW Group eindeutig, dass bislang keine Orientierungsbeispiele gefunden werden konnten, das heißt, sie kommen im realen Unfallgeschehen quasi nicht vor.

Das Ziel zukünftiger autonomer Fahrzeuge ist es, durch vorausschauendes Fahren eine Unfallwahrscheinlichkeit gegenüber dem heutigen Straßenverkehr nochmals deutlich zu verringern beziehungsweise Unfälle ganz zu vermeiden. Die Fahrzeuge der ersten Generationen sind im unwahrscheinlichen Fall einer solchen Dilemmasituation technisch zunächst außerdem nur in der Lage, zu erkennen, ob der Fahrbereich vor ihnen „frei und befahrbar“ oder „nicht frei“ bzw. „nicht befahrbar“ ist. In einer kritischen Situation ist das Fahrzeug so ausgelegt, dass es sofort maximal verzögert. Erkennt das Fahrzeug, dass das eingeleitete Bremsmanöver nicht ausreicht, um eine drohende Kollision zu verhindern, sucht es nach einem möglichen Ausweichmanöver und verändert gegebenenfalls die Fahrtrichtung in eine freie Gasse. Ist kein geeigneter Fahrbereich für ein solches Ausweichen verfügbar, wird die bestehende Fahrtrichtung bei maximaler Verzögerung beibehalten, damit ein möglicher Aufprall mit der geringstmöglichen Geschwindigkeit erfolgt. Hinzu kommt, dass bei üblichen Geschwindigkeiten innerorts zwischen 30 und 50 km/h ein maximales seitliches Ausweichen von 0,5 bis 1,5 Metern möglich ist.

Die meisten Unfälle im heutigen Straßenverkehr geschehen nicht ursächlich durch das Überschreiten der Geschwindigkeitsbeschränkung, sondern durch unangemessene Geschwindigkeit sowie eine dem Umfeld unangepasste Fahrweise. Mittels seiner intelligenten Vernetzung, der verfügbaren Echtzeitservices etc. wird ein autonom oder automatisiert fahrendes Fahrzeug die Fähigkeit besitzen, daraus resultierende kritische Situationen frühzeitig zu erkennen. Es wird zudem imstande sein, das Tempo unabhängig von einer bestehenden Geschwindigkeitsbeschränkung zu reduzieren und situationsangemessen anzupassen. Anders als Menschen werden automatisierte Fahrzeuge außerdem nicht abgelenkt, sie werden nicht müde und sie reagieren in kritischen Situationen konsequent.

## **6. Campus Unterschleißheim. Neues Entwicklungszentrum für autonomes Fahren.**

Ende 2016 arbeiteten rund 600 Mitarbeiter der BMW Group an der Entwicklung des hochautomatisierten Fahrens. Im Jahr 2017 bündelt die BMW Group nun alle Kompetenzen für Fahrzeugvernetzung und automatisiertes Fahren in einem neuen Campus in Unterschleißheim bei München.

Das neue Entwicklungszentrum soll eine agile, unternehmensübergreifende Zusammenarbeit sowie hohe individuelle Entscheidungskompetenz fördern. Am neuen Standort werden im Endausbau über 2.000 Mitarbeiter an den Entwicklungen für die nächsten Schritte hin zum vollautomatisierten Fahren arbeiten – von der Software bis hin zur Straßenerprobung. Parallel zum Start des Campus werden 2017 insgesamt 40 BMW 7er Testfahrzeuge für hoch- und vollautomatisiertes Fahren auf Autobahnen und im städtischen Umfeld aufgebaut und erprobt. Diese Fahrzeuge werden an den Standorten von Intel (USA), Mobileye (Israel) und der BMW Group (München) eingesetzt.

Presse-Information  
Datum 30. Mai 2017  
Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.  
Seite 12

## **7. Fahrzeuge in der Entwicklung. 40 automatisierte BMW 7er bis Ende 2017.**

Auf der CES 2017 in Las Vegas hat die BMW Group gemeinsam mit ihren Kooperationspartnern Intel und Mobileye angekündigt, bis Ende 2017 sukzessive eine Prototypenflotte mit 40 hoch- und vollautomatisiert fahrenden BMW 7er Limousinen aufzubauen. Der Schwerpunkt der Versuchsfahrten wird im öffentlichen Straßenverkehr auf dem gleichgerichteten Verkehr (Autobahnen) einerseits und auf innerstädtischen Bereichen andererseits liegen. Der geografische Schwerpunkt der Testfahrten liegt dabei in den USA, in Israel und in Deutschland – den Herkunftsländern der drei Kooperationspartner.

Die gemeinsame Weiterentwicklung dieser BMW 7er Prototypen dient zur Absicherung des Starttermins für das erste hochautomatisiert fahrende Serienfahrzeug (Level 3) der BMW Group, den für 2021 angekündigten BMW iNext. Mit dem BMW iNext bietet die BMW Group erstmalig hochautomatisiertes Fahren an. Technisch wird der BMW iNext auch für Level 4 und Level 5 befähigt sein. Ob ein solches Angebot umsetzbar ist, hängt jedoch von Rahmenbedingungen ab, deren Erfüllung heute noch nicht absehbar ist.

Die Entwicklung eines marktreifen, automatisiert fahrenden Fahrzeugs erfordert, dass das Fahrzeug in allen erdenklichen Fahrsituationen sicher, zuverlässig und für die anderen Verkehrsteilnehmer nachvollziehbar reagiert. Theoretische Betrachtungen zeigen, dass zur Absicherung all dieser Situationen rund 240 Millionen Testkilometer auf öffentlichen Straßen notwendig werden. Dies ist insbesondere deshalb weder praktikabel noch sinnvoll umsetzbar, da nicht die Zahl der gefahrenen Kilometer, sondern die wesentlich kleinere Zahl der kritischen Fahrsituationen relevant ist. Die Absicherung automatisierter Fahrzeuge erfolgt daher auf der Analyse real untersuchter „Basissituationen“, die mit Hilfe der stochastisch variierten Simulation zu einer gesamthaften

Validierung extrapoliert werden. BMW wird daher künftig in der Lage sein, beispielsweise für jeden neuen Softwarestand zirka fünf Millionen Fahrsituationen per Simulation innerhalb sehr kurzer Zeit zu untersuchen.

## **8. Künstliche Intelligenz im Rahmen des autonomen Fahrens.**

Künstliche Intelligenz ist eine Teildisziplin der Informatik. Sie befasst sich mit der Lösung von Problemen durch Computerprogramme. Es handelt sich dabei um Probleme, für deren Lösung der Mensch seine Intelligenz einsetzen müsste. Künstliche Intelligenz ist eine wichtige Schlüsseltechnologie für zahlreiche Aspekte gegenwärtiger und künftiger Mobilität.

Sie hat bei der BMW Group viele unterschiedliche Anwendungsgebiete. So werden mit ihrer Hilfe Abläufe in der Produktion optimiert und wird auf Basis natürlicher Sprache maßgeschneiderte Interaktion für den Kunden entwickelt. Ein weiteres Anwendungsfeld ist das Erstellen hochgenauer Straßenkarten mit dynamischen Inhalten wie temporären Hindernissen oder dem aktuellen Verkehrsaufkommen. Aber auch für intelligentes multimodales Routing, intelligentes Carsharing und Ridesharing, Angebote von Location-based Services sowie von anderen personalisierten Diensten im Kontext des Nutzers kommt künstlicher Intelligenz eine Schlüsselfunktion zu.

Auf all diesen Gebieten ist die BMW Group bereits aktiv und arbeitet daran, diese zu einem sinnvollen und begeisternden Gesamt-Nutzer-Erlebnis zusammenzuführen.

Künstliche Intelligenz ermöglicht es Computern zunehmend, Lösungen für hochkomplexe Aufgabenstellungen zu finden, die noch vor einigen Jahren gänzlich undenkbar waren. Und die Softwareentwickler der BMW Group sind

Presse-Information

Datum 30. Mai 2017

Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.

Seite 14

maßgeblich an dieser Entwicklung beteiligt und in der Position, die neue Technologie direkt am Produkt zu erleben.

**Künstliche Intelligenz als Schlüssel zum autonomen Fahren.**

Schon früh hat sich gezeigt, dass autonomes Fahren nicht ausschließlich über regelbasierte Ansätze zu gestalten sein wird. Vielmehr braucht es lernfähige Maschinen, um die Vision des autonomen Fahrens Wirklichkeit werden zu lassen.

Für den datengetriebenen Entwicklungskreislauf müssen zunächst über die im Fahrzeug verbaute Sensorik vielfältige Daten über die Realität gesammelt werden. Die dabei entstehenden großen Datenmengen werden intelligent aufbereitet und bereitgestellt. Dies findet im Data Center statt, das derzeit in Kooperation mit Intel aufgebaut und in den kommenden Monaten weiter ausgebaut wird. Für das Training der neuronalen Netze und die Weiterentwicklung der Algorithmen werden diese Daten schnell zugänglich gehalten, und entsprechende Rechenleistung ist eingerichtet. Darüber hinaus werden im Data Center zum Beispiel Szenarien simuliert, die in der Realität zu selten vorkommen, um eine möglichst umfassende Abbildung zu gewährleisten.

Das Resultat ist künstliche Intelligenz, deren Fähigkeit, Modelle der Realität zu entwickeln, fortlaufend wächst.

Erst mit Hilfe der künstlichen Intelligenz kann das System im Fahrzeug daraus eine intelligente Interpretation der gegebenen Situation ableiten und kann die Festlegung einer souveränen Fahrstrategie erfolgen.

Für den Serieneinsatz ist das maschinelle Lernen allerdings mit einer Reihe von Herausforderungen verbunden, die es zu bewältigen gilt.

Daten:

- Weltweite koordinierte Aufzeichnung
- Zentrale Datenhaltung
- Labeling
- Langfristige Verwendbarkeit der Daten

Know-how: – Anwendungsbezogene Modellierung der neuronalen Netze  
– Parametrierung von Lernverfahren  
– Umgang mit großen Datenmengen

Hardware: – Hochleistungs-Recheninfrastruktur für Training  
– Leistungsfähige Rechnerplattform im Fahrzeug  
– Backend-Anbindung für Updates und Feedback-Schleifen

Absicherung: – Generalisierung auf völlig neue Situationen  
– Sichere Degradation  
– Umgang mit außergewöhnlichen Gefahrensituationen

## 9. Partnerschaften und Beteiligungen.

Die BMW Group verfolgt eine klare Strategie für das autonome Fahren und hat drei zentrale technologische Bestandteile identifiziert:

- Eine hochgenaue (HD) Live-Karte.
- Hochleistungsfähige Sensorik, ein Supercomputer sowie intelligente Software für die zuverlässige Erfassung und Echtzeitverarbeitung von Umfeldinformationen sowie die Ableitung sicherer und authentischer Manöverentscheidungen.
- Vollständige Integration eines hochverfügbaren und sicheren Systems im Fahrzeug.

### **Beteiligung an HERE.**

Schon heute kommt hochgenauen und stets aktuellen Karten eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung des hochautomatisierten Fahrens zu. Deshalb hat die BMW Group gemeinsam mit der Audi AG und der Daimler AG im Dezember 2015 den Kauf des digitalen Kartengeschäfts HERE von Nokia

## Presse-Information

Datum

30. Mai 2017

Thema

Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.

Seite

16

erfolgreich abgeschlossen. HERE gehört zu den führenden Technologieanbietern im Bereich der Navigationsdaten. Der Aufbau und die Etablierung eines führenden Datenökosystems mit Location Based Services bilden dabei eines der wesentlichen Ziele. Die zugrundeliegende HERE Location-Plattform wird für alle relevanten Marktteilnehmer offen sein. Die geänderte Eigentümer- und Governance-Struktur bei HERE wurde so ausgelegt, dass die Unabhängigkeit von HERE sichergestellt bleibt und das operative Geschäft nicht beeinflusst wird.

Die von HERE entwickelte Location-Plattform kombiniert hochauflösende Karten mit ortsbezogenen Echtzeit-Verkehrsinformationen und liefert dem Nutzer ein detail- und sekundengenaueres Abbild der realen Welt. Als Basis dienen die führende Kartentechnologie von HERE in Kombination mit Informationen einer Vielzahl von Datenquellen, wie Fahrzeugen, Mobiltelefonen, dem Transport- und Logistikbereich sowie der Infrastruktur. Zusätzlich sollen künftig auch Daten, die die Sensoren mehrerer Millionen Fahrzeuge liefern, als Quelle eingebunden werden, um dadurch die Entwicklung einer „shared“ Location-Plattform zu beschleunigen. Ziel: noch genauere Informationen über das Umfeld des Fahrzeugs. Daraus resultiert ein enormer Nutzen für alle HERE Kunden, der den Fahr- und Reisekomfort verbessert, für mehr Verkehrssicherheit sorgt, die Zahl der Staus reduziert und unter dem Strich zu weniger Emissionen und saubereren Städten führt. Schon heute stellt BMW anonymisierte Sensordaten wie Verkehrsinformation oder Verkehrszeichen bereit. Der nächste Schritt, die Aktualisierung der HD-Karte durch die BMW-Flotte, wird aktuell entwickelt und steht kurz bevor.

HERE baut seine Geschäftsbereiche kontinuierlich weiter aus. Neben der Marktführerschaft im Automotive-Markt wird das Unternehmen auch seine Aktivitäten auf den Geschäftsfeldern Consumer und Enterprise weiter intensivieren. Hierfür wird HERE die Kundenakquise außerhalb der Autoindustrie verstärken.

**Kooperation mit Intel und Mobileye.**

Im Juli 2016 haben die BMW Group, Intel und Mobileye eine umfassende Zusammenarbeit angekündigt, um durch die Bündelung der Kräfte die Vision



## Presse-Information

Datum 30. Mai 2017  
Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.  
Seite 17

vom selbstfahrenden Automobil zu realisieren sowie die Entwicklung moderner, zukunftssträchtiger Mobilitätskonzepte voranzutreiben.

Seitdem haben die drei Unternehmen eine skalierbare Architektur entwickelt, die von anderen Herstellern und Entwicklern adaptiert werden kann, um eigene Designoptionen zu verfolgen und damit eine markenspezifische Differenzierung zu ermöglichen. Das Angebot der nichtexklusiven Plattform ist ein Ecosystem für die Entwicklung des autonomen Fahrens. Es umfasst fahrzeugseitig die wesentlichen Elemente wie Sensor-, Funktions- und Sicherheitskonzepte sowie die Funktionssoftware bestehend aus Umfeldmodell und Fahrstrategie. Außerhalb des Fahrzeugs werden eine durchgängige Datenmanagement-Toolkette sowie eine Hochleistungssimulation den Anwendern wie OEM und Tier1 alles an die Hand gegeben, um hochwertige und sichere automatische Fahrfunktionen implementieren zu können.

Intel bringt innovative High-Performance-Computing-Elemente in die Partnerschaft ein, deren Anwendungspalette vom Fahrzeug bis zum Rechenzentrum reicht. Zudem verfügt Intel über die weltweit führenden Prozessoren- und FPGA-Technologien für die effizienteste Balance aus Rechengeschwindigkeit und -kapazität, die zudem die strengen Vorgaben der Automobil-Industrie bei Wärmeentwicklung und Sicherheit erfüllen.

Mobileye bringt seinen patentrechtlich geschützten EyeQ<sup>®</sup>5 High-Performance-Computer-Vision-Prozessor ein, der die weltweit führende Bildverarbeitungstechnologie in höchstem Maße energieeffizient und sicher verarbeitet. Der EyeQ<sup>®</sup>5 ist für die Verarbeitung und Interpretation eines 8-fach-Kamerasystems für einen 360°-Rundumblick ausgelegt, was insbesondere in der urbanen Anwendung notwendig wird. Zusammen mit den Intel CPUs (Central Processing Unit) sowie den Altera-FPGA entsteht die zentrale, automotive-taugliche Super-Computing-Plattform für die Anwendung von Level 3 bis Level 5.

Die BMW Group und Mobileye entwickeln gemeinsam entsprechende Lösungen für den Bereich Sensordaten-Fusion, um ein vollständiges Modell der Fahrzeugumgebung aus dem Input von Radar-, Kamera-, Lidar- und Ultraschall-Sensorik zu erstellen. Zudem wird eine Driving Policy auf Basis künstlicher

Presse-Information  
Datum 30. Mai 2017  
Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.  
Seite 18

Intelligenz entwickelt, um die unendlich vielen und komplexen Verkehrssituationen meistern zu können.

Die REM™-Technologie (Mobileye Road Experience Management) zur Datenerhebung wird mit der HERE-basierten Backend-Technologie verknüpft und in allen neuen BMW Modellen mit Marktstart 2018 genutzt. Die Entscheidung der beiden Partner BMW Group und Mobileye bildet den Startpunkt für eine stetig wachsende Fahrzeugflotte, die über kamerabasierte, fortschrittliche Fahrerassistenztechnologien (Advanced Driver Assistance Systems – ADAS) eine Crowd-Source-Datensammlung in Echtzeit ermöglichen. Sie markiert zugleich den wesentlichen Meilenstein für autonomes Fahren unter Nutzung von hochauflösenden (HD) Karten, die darauf ausgelegt sind, das Autofahren noch sicherer und effizienter zu machen.

Im Rahmen dieser richtungsweisenden Partnerschaften liegen die Verantwortung und das unternehmerische Ziel der BMW Group in der Entwicklung der Kernfunktionen und der Test- und Absicherungslandschaft einschließlich der Simulation. Ein besonderes Gewicht legt BMW auf die Gestaltung des Sicherheitskonzeptes, um anderen Plattformanwendern die bestmögliche Ausgangssituation für eine individuelle Implementierung bieten und ein Grundvertrauen in die entwickelte Plattform etablieren zu können.

### **Ergänzende Informationen hierzu:**

#### **Pressemeldung von BMW Group, Intel und Mobileye (Juli 2016).**

BMW Group, Intel and Mobileye Team Up to Bring Fully Autonomous Driving to Streets by 2021

(<https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0261586EN/bmw-group-intel-and-mobileye-team-up-to-bring-fully-autonomous-driving-to-streets-by-2021>)

#### **Pressemeldung von BMW Group, Intel und Mobileye (Januar 2017).**

BMW Group, Intel und Mobileye testen ab der zweiten Jahreshälfte 2017 autonomes Fahren auf der Straße

(<https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0266961DE/bmw>)

Presse-Information  
Datum 30. Mai 2017  
Thema Automatisiertes Fahren bei der BMW Group.  
Seite 19

[-group-intel-und-mobileye-testen-ab-der-zweiten-jahreshaelfte-2017-autonomes-fahren-auf-der-strasse\)](#)

### **Pressemeldung von BMW Group und Mobileye (Februar 2017).**

Crowd sourcing for automated driving: BMW Group and Mobileye agree to generate new kind of sensor data

([http://s2.q4cdn.com/670976801/files/doc\\_news/Crowd-sourcing-for-automated-driving-BMW-Group-and-Mobileye-agree-to-generate-new-kind-of-sensor-data.pdf](http://s2.q4cdn.com/670976801/files/doc_news/Crowd-sourcing-for-automated-driving-BMW-Group-and-Mobileye-agree-to-generate-new-kind-of-sensor-data.pdf))

#### **Bitte wenden Sie sich bei Rückfragen an:**

Manfred Poschenrieder, Kommunikation Autonomes Fahren  
E-Mail: [manfred.poschenrieder@bmwgroup.de](mailto:manfred.poschenrieder@bmwgroup.de)

Cypselus von Frankenberg, Leiter Innovations- und Designkommunikation  
BMW Group Innovations- und Designkommunikation  
Tel.: +49-89-382-30641, E-Mail: [Cypselus.von-Frankenberg@bmw.de](mailto:Cypselus.von-Frankenberg@bmw.de)

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

#### **Die BMW Group**

Die BMW Group ist mit ihren Marken BMW, MINI, Rolls-Royce und BMW Motorrad der weltweit führende Premium-Hersteller von Automobilen und Motorrädern und Anbieter von Premium-Finanz- und Mobilitätsdienstleistungen. Als internationaler Konzern betreibt das Unternehmen 31 Produktions- und Montagestätten in 14 Ländern sowie ein globales Vertriebsnetzwerk mit Vertretungen in über 140 Ländern.

Im Jahr 2016 erzielte die BMW Group einen weltweiten Absatz von rund 2,367 Millionen Automobilen und 145.000 Motorrädern. Das Ergebnis vor Steuern belief sich auf rund 9,67 Mrd. €, der Umsatz auf 94,16 Mrd. €. Zum 31. Dezember 2016 beschäftigte das Unternehmen weltweit 124.729 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Seit jeher sind langfristiges Denken und verantwortungsvolles Handeln die Grundlage des wirtschaftlichen Erfolges der BMW Group. Das Unternehmen hat ökologische und soziale Nachhaltigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette, umfassende Produktverantwortung sowie ein klares Bekenntnis zur Schonung von Ressourcen fest in seiner Strategie verankert.

[www.bmwgroup.com](http://www.bmwgroup.com)  
Facebook: <http://www.facebook.com/BMWGroup>  
Twitter: <http://twitter.com/BMWGroup>  
YouTube: <http://www.youtube.com/BMWGroupview>  
Google+: <http://googleplus.bmwgroup.com>