

Vierteljahresschrift zur empirischen
Wirtschaftsforschung, Jg. 43



■ Hubertus Bardt

Autonomes Fahren

Eine Herausforderung für die deutsche Autoindustrie

Vorabversion aus: IW-Trends, 43. Jg. Nr. 2
Herausgegeben vom Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Verantwortliche Redakteure:

Prof. Dr. Michael Grömling, Telefon: 0221 4981-776

Dr. Oliver Stettes, Telefon: 0221 4981-697

groemling@iwkoeln.de · stettes@iwkoeln.de · www.iwkoeln.de

Die IW-Trends erscheinen viermal jährlich, Bezugspreis € 50,75/Jahr inkl. Versandkosten.

Rechte für den Nachdruck oder die elektronische Verwertung erhalten Sie über
lizenzen@iwkoeln.de, die erforderlichen Rechte für elektronische Pressespiegel unter
www.pressemonitor.de.

ISSN 0941-6838 (Printversion)

ISSN 1864-810X (Onlineversion)

© 2016 Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH

Postfach 10 18 63, 50458 Köln

Konrad-Adenauer-Ufer 21, 50668 Köln

Telefon: 0221 4981-452

Fax: 0221 4981-445

iwmedien@iwkoeln.de

www.iwmedien.de

Autonomes Fahren – Eine Herausforderung für die deutsche Autoindustrie

Hubertus Bardt, Juni 2016

Teil- und vollautonome Fahrzeuge sind neben alternativen Antriebssystemen wie der Elektromobilität einer der Megatrends in der Automobilindustrie. Die damit verbundene Vernetzung öffnet die Autoindustrie auch für potenzielle Neueinsteiger aus der Elektronikindustrie und der Internet-Technologie, die in diesem Bereich hohe Kompetenzen besitzen. Für etablierte Anbieter stellt eine mögliche disruptive Veränderung eine Bedrohung bestehender Märkte dar. Aber auch eine schrittweise Einführung der neuen Technologien verstärkt den Wettbewerb. Gleichwohl sind deutsche Autounternehmen aufgrund ihrer Marktpositionierung im Premiumsegment, besonders aber auch wegen der hohen Forschungsleistung gut aufgestellt, um die Herausforderungen erfolgreich anzunehmen.

Stichwörter: Automobilindustrie, Innovationen

JEL-Klassifikation: L62, O31

Neues Wettbewerbsumfeld

Die Automobilindustrie gehört in Deutschland nicht nur mit Blick auf Umsätze, Beschäftigung und Exporte zu den wichtigsten Industriezweigen, sondern auch zu den wichtigsten Innovatoren. Im Jahr 2014 wurden 33 Prozent der gesamtwirtschaftlichen Innovationsaufwendungen vom Fahrzeugbau investiert (ZEW, 2016) – bei einem Branchenanteil von weniger als 4 Prozent an der Beschäftigung. Mit einem Anteil von 46 Prozent wird nahezu die Hälfte des Umsatzes im Fahrzeugbau mit Produktinnovationen erzielt, was einen unangefochtenen Spitzenwert im Branchenvergleich bedeutet. Mit qualitativ hochwertigen und innovativen Produkten haben sich die deutschen Hersteller über die Jahrzehnte eine starke Marktposition auf den internationalen Märkten erarbeiten können. Diese Position wurde von neuen Anbietern immer wieder infrage gestellt, besonders auch durch die Erfolge asiatischer Hersteller. Stetige Innovationen waren eine entscheidende Grundlage für die bisherigen Markterfolge trotz wachsender Konkurrenz. Für die deutsche Volkswirtschaft liegt in diesem Erfolg eine wichtige Grundlage des Wohlstands. Zwei grundlegende technische Entwicklungen haben derzeit das Potenzial, beste-

hende Marktverhältnisse auf den verschiedenen international differenzierten Märkten nachhaltig zu verändern. Die Elektrifizierung des Antriebs und die Digitalisierung des Fahrzeugs erfordern neue Technologien und neue Kompetenzen. Sie schaffen zudem Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle und neue Anbieter. Dies kann die bisherigen Geschäftsmodelle und Erfolge etablierter Hersteller infrage stellen und möglicherweise gefährden. Damit hat diese Entwicklung für Deutschland auch eine hohe volkswirtschaftliche Relevanz. Dabei werden die Entwicklung und die wirtschaftliche Bedeutung dieses Marktsegments entscheidend von rechtlichen Rahmenbedingungen abhängig sein, durch die beispielsweise Roboterfahrzeuge zugelassen oder verhindert werden können.

Während die Perspektive der Elektromobilität bereits seit einigen Jahren intensiv diskutiert wird (z. B. Heymann et al., 2011; 2012), sind die disruptiven Potenziale der Digitalisierung des Autos, die sich in die Perspektive der Industrie 4.0 einbetten und im selbstfahrenden Auto einen Höhepunkt erreichen kann, noch weit weniger diskutiert. Vor diesem Hintergrund werden in dem folgenden Beitrag die wesentlichen Trends in Bezug auf die deutschen Hersteller beleuchtet und die Position der Anbieter im Wettbewerb um autonome Fahrzeuge betrachtet.

Charakteristika autonomer Fahrzeuge

Automatisiertes Fahren zeigt sich in einer Bandbreite von Varianten (Übersicht). International hat die Klassifikation der Society of Automotive Engineers (SAE international, 2014) große Aufmerksamkeit gewonnen. Die Bundesanstalt für Straßenwesen (bast, 2012) differenziert leicht abweichend zwischen „drivers only“, assistiert, teilautomatisiert, hochautomatisiert und vollautomatisiert. Die jeweiligen Unterschiede in der Abgrenzung werden hier nicht weiter beleuchtet. Entscheidend ist die einhellige Auffassung, dass die Differenzierung zwischen automatisiertem und nicht automatisiertem Fahrzeug keine 0-1-Entscheidung darstellt, sondern ein Kontinuum aus aufeinander aufbauenden Automatisierungsschritten.

Noch nicht als automatisiert gilt beispielsweise der reine Einsatz von Spurverlassenswarnern. Spurhalteassistenten gehen einen Schritt weiter und übernehmen Lenkfunktionen. Autonomes Fahren auf der Autobahn gilt als hochautomatisiert,

während fahrerunabhängiges Fahren in der Stadt, beispielsweise als Robotertaxi,

Stufen automatisierten Fahrens

Übersicht

| SAE-Level | Bezeichnung | Beschreibung | Ausführung von Lenkung, Bremsen, Beschleunigung | Beobachtung des Fahrumfelds | Rückfall-Leistung der dynamischen Fahraufgaben | Systemfähigkeit (Fahrmodi) |
|-----------|-------------|--------------|---|-----------------------------|--|----------------------------|
|-----------|-------------|--------------|---|-----------------------------|--|----------------------------|

Menschlicher Fahrer überwacht das Fahrumfeld

| | | | | | | |
|---|-----------------------|---|-------------------|--------|--------|-----------------|
| 0 | Keine Automatisierung | Vollständige Übernahme der dynamischen Fahrfunktionen durch den Fahrer, gegebenenfalls unterstützt durch Warn- und Interventionssysteme | Fahrer | Fahrer | Fahrer | - |
| 1 | Fahrerassistenz | Abhängig vom Fahrmodus, Ausführung von Lenken oder Bremsen/Beschleunigen durch ein Fahrerassistenzsystem; basierend auf Informationen über die Fahrumgebung und unter der Annahme, dass der Fahrer alle übrigen Elemente der Fahraufgabe übernimmt | Fahrer und System | Fahrer | Fahrer | Einige Fahrmodi |
| 2 | Teilautomatisierung | Abhängig vom Fahrmodus, Ausführung von Lenken und Bremsen/Beschleunigen durch ein oder mehrere Fahrerassistenzsysteme; basierend auf Informationen über die Fahrumgebung und unter der Annahme, dass der Fahrer alle übrigen Elemente der Fahraufgabe übernimmt | System | Fahrer | Fahrer | Einige Fahrmodi |

Automatisiertes System überwacht das Fahrumfeld

| | | | | | | |
|---|--------------------------|--|--------|--------|--------|-----------------|
| 3 | Bedingte Automatisierung | Abhängig vom Fahrmodus, Übernahme aller Elemente der dynamischen Fahraufgabe durch ein automatisches Fahrsystem; der Fahrer reagiert angemessen auf die Anforderung einzugreifen | System | System | Fahrer | Einige Fahrmodi |
| 4 | Hochautomatisierung | Abhängig vom Fahrmodus, Übernahme aller Elemente der dynamischen Fahraufgabe durch ein automatisches Fahrsystem; selbst wenn der Fahrer nicht angemessen auf die Anforderung einzugreifen reagiert | System | System | System | Einige Fahrmodi |
| 5 | Vollautomatisierung | Vollständige Übernahme aller Elemente der dynamischen Fahraufgabe durch ein automatisches Fahrsystem bei allen Fahr- und Umweltbedingungen, die auch ein Fahrer bewältigen kann | System | System | System | Alle Fahrmodi |

Quellen: SAE international, 2014; Institut der deutschen Wirtschaft Köln

als vollautomatisch klassifiziert ist.

Dies bedeutet auch, dass der Wettbewerb um teil- oder vollautonome Fahrzeugkonzepte nicht erst mit dem selbstfahrenden Auto beginnt, sondern bereits mit heute technisch entwickelten und in einzelnen Fahrzeugklassen bereits am Markt angebotenen Assistenzsystemen begonnen hat. Dabei sind die etablierten Anbieter mit innovativen Entwicklungen präsent. Ein großer zukünftiger Entwicklungsschritt besteht darin, dass ein vernetztes autonomes Fahrzeug mit Einheiten außerhalb des Fahrzeugs kommuniziert, während bestehende Systeme nur Informationen verarbeiten, die das Fahrzeug selbst aufnimmt (Klauda, 2015).

Die unterschiedlichen Automatisierungsstufen sind für die verschiedenen Geschäftsmodelle relevant. Je weiter entwickelt das automatisierte Fahren ist, desto tiefer sind die Automatisierungstechniken mit den anderen Teilen des Systems Auto verbunden. Während Assistenzsysteme schon heute wettbewerbsrelevant sind und teilautonome Systeme in den Markt treten, sind hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge noch eine Zukunftsperspektive. Die Entwicklung eines selbstfahrenden Autos kann für einen Newcomer einen Versuch darstellen, die ersten Entwicklungsstufen zu überspringen oder von Zulieferern zu übernehmen und damit die Wettbewerbssituation disruptiv zu verändern.

Potenzielle Neuanbieter

Funktionierende Märkte sind dadurch gekennzeichnet, dass (potenzielle) Neuanbieter in den bestehenden Markt eintreten und ihn verändern können. Für etablierte Anbieter stellt dieser potenzielle Wettbewerb einen Effizienz- und Innovationsanreiz dar, der umso stärker ausgeprägt ist, je konkreter die Bedrohung bestehender Marktanteile durch potenzielle Neuanbieter ist.

Neuanbieter können als zusätzlicher Wettbewerber mit ähnlichen Angeboten in bestehende Märkte eintreten, wie dies in der Vergangenheit immer wieder beobachtet wurde. So drängen Autohersteller aus den Schwellenländern vermehrt auch in die Märkte der Triade (Europa, USA und Japan), beispielsweise durch die Übernahme von Traditionsmarken wie Volvo oder Jaguar. In diesem Fall kommt es zu einer Verschiebung von Marktanteilen oder einer Neuverteilung der Umsätze eines wachsenden Marktes. Neue Anbieter können auch die bestehenden Regeln eines

Marktes verändern, beispielsweise durch die Einbringung neuer Technologien und neuer Geschäftsmodelle. Daraus ergibt sich das Potenzial disruptiver Veränderungen eines ganzen Marktes, die etablierte Geschäftsmodelle grundsätzlich infrage stellen und damit den Erfolg etablierter Anbieter ernsthaft bedrohen können.

Autonome Fahrzeuge können eine Möglichkeit für Neuanbieter mit hoher Kompetenz in der Informationstechnologie sein, mit disruptiven Veränderungen in den bestehenden Markt für Personalfahrzeuge einzutreten. Eine Reihe von Faktoren begünstigt diese Möglichkeit und stellt umgekehrt eine besondere Herausforderung für die etablierten Unternehmen dar. Zu den wichtigsten dieser Faktoren gehören:

- **Elektromobilität:** Mit einem weiteren schrittweisen Aufkommen der Elektromobilität befindet sich die Automobilindustrie bereits in einer Umbruchphase. Bestehende Kernkompetenzen der etablierten Automobilunternehmen im Motorenbau werden tendenziell entwertet und Differenzierungsmerkmale durch die Motorisierung infrage gestellt. Neue Anbieter können mit neuen Technologien einen erfolgreichen Markteintritt versuchen, aber auch bestehende Hersteller können sich durch neue technologische Kompetenzen eine bessere Position erarbeiten. Die Kombination technologischer Vorsprünge in der Elektromobilität und der autonomen Fahrzeugtechnik erhöhen die Markteintritts- und Neupositionierungschancen, da aus Kundenperspektive ein wirklich neues Produkt angeboten werden kann, was nicht in jeder Beziehung in einem direkten Vergleich mit traditionellen Fahrzeugen stehen muss. Die Kombination aus beiden Technologien erhöht die Möglichkeiten neuer Anbieter und vergrößert das Risiko etablierter Unternehmen.
- **Digitale Kompetenz:** Unternehmen wie Apple oder Google (oder die Holding-Gesellschaft Alphabet) haben herausragende Kompetenzen in der Entwicklung digitaler Produkte und Anwendungen sowie in der Vernetzung von Teilsystemen, Fahrzeugen und Infrastrukturen. Eine Übertragung dieser Kompetenzen auf automobilen Anwendungen kann zu einem nennenswerten Know-how-Vorsprung bei digital vernetzten und autonomen Fahrzeugen führen, sofern nötige fahrzeugbezogene Kompetenzen von Zulieferern oder Herstellern bezogen werden können.
- **Datenkompetenz:** Der Umgang mit großen Datenmengen und darauf aufbauenden neuen digitalen Geschäftsmodellen ist ebenfalls eine Kompetenz, die in digital basierten Technologieunternehmen weit fortgeschritten ist. In der Ge-

nerierung und Nutzung großer Datensätze (Big Data) liegen Potenziale neuer, heute noch nicht bekannter Geschäftsmodelle rund um die individuelle Mobilität. Die bestehenden Erfahrungen in der kommerziellen Nutzung von Big Data, beispielsweise in der Online-Werbung, eröffnen Wettbewerbschancen für bestehende Internet-Unternehmen im Kontext autonomer Fahrzeuge.

- **Kapitalstärke:** Google (oder Alphabet) und Apple sind die beiden Unternehmen mit der höchsten Börsenbewertung weltweit. Uber wird weitaus höher bewertet, als dies durch die reine Vermittlung von Fahrgeschäften angemessen erscheint, und mit der Etablierung von Roboter-Taxen in Verbindung gebracht. Dies zeigt nicht nur die positiven Erwartungen der Investoren, sondern auch ein erhebliches Investitionspotenzial der Unternehmen. Risikoreiche Großinvestitionen sind ebenso möglich wie der Zukauf von Unternehmen. Damit können Eintrittsbarrieren in neue Märkte wie den Automarkt überwunden werden.
- **Disruptive Erfahrung:** Im Gegensatz zu traditionellen großen Automobilherstellern haben Unternehmen wie Google, Apple oder Uber ausgeprägte Erfahrungen mit disruptiven Geschäftsmodellen. So hat Apple nicht nur den Markt für mobiles Internet mit Einführung des iPhone entwickelt, sondern auch die Geschäftsmodelle der Musikindustrie durch den Erfolg des digitalen Downloads von Musik vollkommen verändert. Google hat beispielsweise den Anzeigenmarkt auf eine völlig neue Basis gestellt und die Geschäftsmodelle bestehender Zeitungsanbieter massiv gefährdet. Uber stellt die Strukturen des Taxigewerbes weltweit infrage. Das Denken in grundlegenden Alternativen weit außerhalb der bestehenden marktüblichen Geschäftsmodelle ist Teil der unternehmerischen Erfahrung dieser Unternehmen. Zwar kann aus der disruptiven Erfahrung der Vergangenheit nicht automatisch abgeleitet werden, dass dies für die Zukunft wieder gelingen muss. Dennoch ist zumindest ein unternehmerisches und kulturelles Potenzial vorhanden, auch den Automarkt mit disruptiven Neuerungen zu verändern. Dagegen sehen etablierte Anbieter in einer solchen Umgestaltung oder der Anpassung an weitgehende Veränderungen eine größere Herausforderung.

Attraktiver Automarkt

Die internationalen Automärkte sind bereits heute stark umkämpft. Zahlreiche Unternehmen werben in unterschiedlichen Segmenten (Größenklasse und Qualitäten) um Kunden. Trotz unterschiedlicher nationaler technischer Regulierungen

sind die großen Marken weltweit präsent. Neben den traditionellen europäischen und amerikanischen Herstellern sind in den letzten Jahrzehnten vor allem japanische, koreanische und zuletzt chinesische Anbieter auf den Markt gedrängt. Mit der Elektrifizierung des Antriebstrangs sind zudem neue Herausforderer wie Tesla auf den Markt getreten.

Trotz des starken Wettbewerbs kann der Markt für neue Wettbewerber attraktiv sein. Dies gilt beispielsweise für chinesische Unternehmen, die sich an den klassischen Produkten orientieren und in den Weltmarkt eintreten. Der Automarkt ist aber auch für Firmen aus anderen Branchen interessant. Solche neuen Akteure spielen besonders dann eine Rolle, wenn sich die tradierten Parameter des Wettbewerbs verändern oder mit neuen Technologien oder neuen Geschäftsmodellen verändern lassen. Die Attraktivität des Automarkts für Technologieunternehmen außerhalb der Branche kann eine Vielzahl von Gründen haben:

- **Zahlungsbereitschaft:** Elektronische Sonderausstattungen sind teilweise deutlich teurer als nicht in das Fahrzeug integrierte Alternativen. So ist ein externes Navigationsgerät für einen Bruchteil der Summe zu erhalten, die für ein internes und damit besser in das Fahrzeug integriertes Gerät aus der Sonderausstattungsliste berechnet wird. Dieses Phänomen war bereits vor der Vernetzung der Fahrzeuge im Fall von Autoradios zu beobachten. Auch wenn durch die Integration in das Fahrzeug Vorteile für den Konsumenten entstehen, können sich in diesem Segment margenstarke Produkte befinden, die auf eine hohe Zahlungsbereitschaft technikaffiner Kunden treffen. Damit wird das Angebot von Elektronikkomponenten, sei es im Unterhaltungsbereich, in der Vernetzung oder der (Teil-)Automatisierung, für Anbieter solcher Technologien interessant. Auch mit fahrbezogenen Sonderausstattungen können Zahlungsbereitschaften der Kunden realisiert werden. Mit einem Mehr an Komfort und Sicherheit, was das automatisierte Fahren verspricht, entstehen Markt- und Erlöspotenziale für die Hersteller und Zulieferer (Grote, 2015). Damit könnten neue Anbieter am Automobilmarkt partizipieren, ohne selbst ein Fahrzeug anbieten zu müssen.
- **Technologievorsprung:** Wenn es um die Entwicklung von digitalen Komponenten aus den Bereichen Vernetzung und Unterhaltung geht, haben die Hersteller entsprechender nicht automobiler Technologien erhebliche Know-how-Vorsprünge. Dies gilt beispielsweise für die Gestaltung, Programmierung und Aktualisierung von Apps. Auch bei künftigen Kernkomponenten wie Batterien

verfügen Firmen aus anderen Branchen über Entwicklungsvorsprünge gegenüber den Autoherstellern. Dieser Technikvorsprung stellt einen gut sichtbaren Kundennutzen dar und bietet somit große Chancen für entsprechende Technikunternehmen, auf den Markt automobiler Anwendungen vorzudringen.

- **Verschiebung der Wertschöpfung:** Eine Veränderung der Anforderungen an Autos kann zu veränderten Differenzierungsmerkmalen führen. So ist es denkbar, dass in Zukunft weniger die Motorisierung, dafür aber verstärkt die digitale Vernetzung und autonome Systeme die einzelnen Marken voneinander unterscheidbar machen und bedeutsam bei der Kaufentscheidung werden. In einer solchen Situation kann sich der Schwerpunkt der Wertschöpfung weg von den klassischen Elementen des Fahrzeugbaus und hin zu modernen Zusatztechnologien verschieben. Hier können Technologieunternehmen einen Wettbewerbsvorteil ausspielen. Im Kern geht es um die Frage, ob Fahrzeughersteller elektronische Komponenten zukaufen oder Unternehmen der Digitaltechnik die Fahrzeuge. Die Möglichkeit der Verschiebung der differenzierenden Faktoren und der Wertschöpfung hat ein großes disruptives Potenzial und enthält damit Chancen für Neueinsteiger und Gefahren für etablierte Anbieter, auch der deutschen Automobilindustrie.
- **Neue Geschäftsmodelle:** Noch weiter geht die Verschiebung der Wertschöpfung bei neuen Geschäftsmodellen, die den Besitz und die Differenzierung von Autos infrage stellen und das Auto zu einer verfügbaren Commodity machen. Dies wäre etwa denkbar, wenn ein Unternehmen wie Uber mit vollautomatisierten selbstfahrenden Autos einen Roboter-Taxidienst organisieren würde. Auch Carsharing-Angebote verschiedener Autohersteller gehen in diese Richtung.
- **Daten:** Auch aus der Sammlung und Analyse von Daten, die aus dem Betrieb von Fahrzeugen gewonnen werden können, lassen sich technologische Komponenten verbessern und neue auf Big Data basierende Geschäftsmodelle entwickeln. Hierin haben Internet-Unternehmen bereits große Erfahrungen und daher gute Chancen, die Opportunitäten rund um fahrzeuggestützte Daten kommerziell erfolgreich zu nutzen.

Im Gegensatz zu den auf grundlegenden Veränderungen der Marktbedingungen basierenden Möglichkeiten erscheint das klassische Fahrzeuggeschäft für Elektronik- und Internetunternehmen weniger interessant. Der Bau von Karosserien, der dezentrale Vertrieb, die Wartung, Reparatur und Ersatzteilversorgung sind weit von bestehenden Kompetenzen dieser potenziellen Neueinsteiger entfernt. Die

technik- und geschäftsmodellbasierten Veränderungen mit möglicherweise disruptiven Wirkungen stellen hingegen eine große Herausforderung für etablierte Fahrzeugbauer dar.

Globale Position deutscher Autohersteller

Der oftmals beobachtete und geradezu traditionelle Innovationsprozess der Automobilindustrie lässt sich typischerweise wie folgt darstellen: Innovative Technologien werden in der Regel zunächst bei Oberklasse- und Premiumfahrzeugen angeboten. Hier ist die Zahlungsbereitschaft der Kunden vergleichsweise hoch, sodass ausreichende Anreize für Innovationen bestehen. Gleichzeitig verlangen Kunden von Oberklasse- und Premiumfahrzeugen mit jedem Neukauf eines Fahrzeugs interessante Neuerungen. Erst im Lauf der Zeit werden diese Innovationen zum Standard und werden damit auch in Fahrzeugen des Volumen-Segments angeboten. Eine Ausnahme war das Elektronische Stabilitätsprogramm (ESP), das nach dem nicht bestandenen Ausweichtest in die Mercedes A-Klasse eingebaut wurde, statt schrittweise von größeren und teureren in kleinere und günstigere Fahrzeuge zu diffundieren. Insgesamt kommt den Oberklasse- und Premiumfahrzeugen eine wichtige Funktion bei der Schaffung und Durchsetzung von Innovationen im Automarkt zu. Umgekehrt müssen sich Premiumanbieter als besonders innovativ profilieren.

Deutsche Hersteller haben hinsichtlich ihres Produktportfolios eine gute Ausgangsposition im Wettbewerb um autonome Fahrzeuge – zumindest verglichen mit anderen ausländischen Fahrzeugherstellern. Der hohe Anteil der deutschen Anbieter an der Premiumproduktion sorgt für ein hohes Innovationsniveau. Kunden von Oberklasse- und Premiumfahrzeugen dürften auch für Assistenzsysteme, teilautonomes und gegebenenfalls autonomes Fahren eine entsprechende Zahlungsbereitschaft aufbringen. Gleichzeitig ermöglicht die Präsenz im Volumensegment einen späteren Einsatz im Mengenmarkt mit zusätzlichen Erlösmöglichkeiten. Die Kombination aus starken, eigenständigen Marken im Premium- und Volumensegment ist ein Alleinstellungsmerkmal der deutschen Autoindustrie und stellt auch bei der Entwicklung von autonomen Fahrzeugen einen Wettbewerbsvorteil dar. Hiervon profitiert auch der Industriestandort Deutschland im großen Maß. Denn es sind gerade die hochwertigen und hochpreisigen Fahrzeuge, die im Heimatland eines Herstellers gefertigt werden. Fast 95 Prozent der Oberklassemodell-

le deutscher Hersteller werden auch am Standort Deutschland gefertigt. Bei den Kleinwagen sind es lediglich 10 Prozent. Erst ab der Mittelklasse dominiert der heimische Standort die Produktion.

Deutsche Hersteller vereinen zusammen fast 72 Prozent des PKW-Weltmarkts im Premiumsegment auf sich (Abbildung 1). Japan folgt mit gut 11 Prozent. Das Vereinigte Königreich, Schweden und die USA kommen jeweils nur auf zwischen 6 und 5 Prozent. Zudem ist auffällig, dass es nur in Deutschland eigenständige Premiumhersteller mit relevanten Stückzahlen gibt. Die Konkurrenten im Premiumsegment in anderen Ländern sind entweder von ausländischen Herstellern übernommen worden oder sie sind eher als Sonderentwicklungslinien ihrer Mutterkonzerne zu sehen. Diese Eigenständigkeit eröffnet auch besondere Spielräume bei der Entwicklung und Markengestaltung. Unter den bestehenden Herstellern sollte damit die deutsche Autoindustrie auch bei einer digitalen und vernetzten Weiterentwicklung der angebotenen Autos eine führende Stellung wahrnehmen können. In primär durch preiswerte Autos geprägten Produktportfolios lassen sich teure Innovationen hingegen nur schwer wirtschaftlich durchsetzen. (Teil-)autonome Systeme werden sich zunächst vor allem in Premiumprodukten wiederfinden und dann im Zug der Stückkostendegression in den Volumenmarkt diffundieren. Umgekehrt kann aber für bisher weniger erfolgreiche Unternehmen gerade in einer besonderen Innovation im Bereich der Fahrzeugautomatisierung eine Chance bestehen, in das Premiumsegment vorzudringen. Ein hohes Investitionsvolumen

Weltmarkt für Premiumfahrzeuge

Abbildung 1

Anteile am Weltmarkt für Premiumfahrzeuge nach Herkunftsland im Jahr 2013 in Prozent



Quellen: Dudenhöffer, 2014; Institut der deutschen Wirtschaft Köln



<http://dl.iwkoeln.de/index.php/s/3pOcnWftPqRYx>

stellt hier allerdings ein Hindernis dar. Gleichwohl ist die gute Ausgangslage der deutschen Industrie in einem sich wandelnden Marktumfeld mit dem Risiko verbunden, dass die etablierte Position verstärkt angegriffen wird.

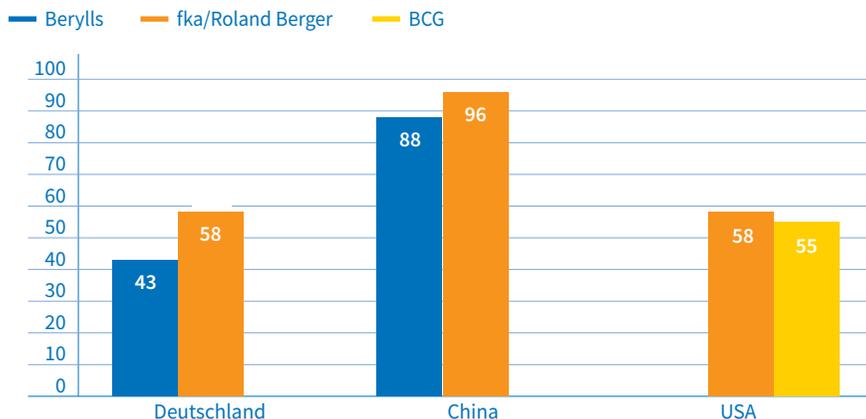
Gleichzeitig ist die deutsche Autoindustrie auf internationalen Märkten, die für autonome Fahrzeuge wichtig sind, mit hohen Marktanteilen präsent. Umfragen zufolge sind Kunden in China besonders am autonomen Fahren interessiert (Abbildung 2). Damit ist dort mit einer hohen Nachfrage nach (teil-)autonomen Fahrzeugen zu rechnen, vor allem bei den dort abgesetzten Oberklasse- und Premiumfahrzeugen. Der hohe Marktanteil deutscher Hersteller in China ist eine gute Ausgangsbasis für zukünftige Absatzerfolge mit neuen Technologien in Oberklasse- und Premiumfahrzeugen. Die Kombination aus hoher Premiumintensität und hohen Marktanteilen in China als Land mit besonders hoher Affinität zu (teil-)automatisiertem Fahren bilden eine gute Wettbewerbsposition mit autonomen Fahrzeugen.

Während den bestehenden Marken Mercedes, BMW, Audi und VW mit Anteilen zwischen 21 und 44 Prozent zugetraut wird, als erstes ein autonom fahrendes Serienfahrzeug zu produzieren, sind dies bei Apple und Google nur zwischen 8 und

Kaufinteresse für autonome Fahrzeuge

Abbildung 2

Ergebnisse verschiedener Befragungen¹⁾, Angaben in Prozent



1) Fragen: Berylls: Wie wahrscheinlich würden Sie diese Sonderausstattung (autonomes Fahren) kaufen bzw. buchen?

fka/Roland Berger: Würden Sie sich für eine automatisierte Fahrfunktion in 90% der aktuellen Situationen interessieren?

BCG: Wenn Sie daran denken, in Zukunft (bis zu fünf Jahre) ein Auto zu kaufen, wie wahrscheinlich werden Sie darüber nachdenken, ein teilweise selbst fahrendes Auto zu kaufen?

Quellen: BCG, 2015; Berylls, 2014; fka/Roland Berger, 2016; Institut der deutschen Wirtschaft Köln

17 Prozent. Die Umfragen zeigen auch, dass unter den Befragten die Jüngeren ein deutlich höheres Interesse an autonomen Fahrzeugen haben (Berylls, 2014). Potenzielle Käufer von neuen Fahrzeugen unter 25 Jahren trauen dabei Google (34 Prozent) leicht mehr zu als den führenden traditionellen Autoherstellern (zwischen 18 und 33 Prozent). Die Entwicklungszeit bis zur Serienreife autonomer Fahrzeuge kann von den herausfordernden Technikunternehmen genutzt werden, die Zielgruppe zu binden, die dann im Alter eines Neuwagenkaufs sein werden, wenn entsprechende Fahrzeuge auch angeboten werden können. Einzig in China sind auch ältere und wohlhabendere Kunden stark an autonomen Fahrzeugen interessiert. Auch dies spricht dafür, dass der chinesische Markt für die Zukunft des selbstfahrenden Autos von besonderer Bedeutung sein wird.

Innovationspotenzial für autonomes Fahren

Der Wettbewerb um das autonome Fahrzeug ist hauptsächlich ein Innovationswettbewerb. Durch den potenziellen Eintritt vollkommen neuer Konkurrenten steigerten sich der Wettbewerbsdruck und damit das technische Innovationspotenzial erheblich. Um die aktuelle Innovationstätigkeit abzubilden, werden in der folgenden Analyse die Patentanmeldungen seit 2010 analysiert. Dazu werden für 70 Unternehmen in vier Gruppen Patente, die mit autonomem Fahren in Verbindung zu bringen sind, aus der PATENTSCOPE-Datenbank der World Intellectual Property Organization identifiziert. Dazu wird eine Kombination aus Suchbegriffen in den Patentunterlagen und Kategorien der Internationalen Patentklassifikation gewählt. Die Ergebnisse werden unternehmensspezifisch ausgewiesen und nach Gruppen und Ländern konsolidiert, wodurch einzelne gemeinsame Anmeldungen herausgefiltert werden. Vereinzelt Doppelanmeldungen können jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden. Ebenso sind die Qualität der Patente und die Nähe zum konkreten Einsatz im PKW-Bereich nicht trennscharf zu berücksichtigen. Bei den einbezogenen Unternehmen handelt es sich um 22 internationale Automobilanbieter, 25 große Zulieferer, 17 internationale Elektronikunternehmen und sechs Unternehmen wie Apple, Google und Tesla, die als Herausforderer klassifiziert werden.

Insgesamt lassen sich 2.838 Patente zum autonomen Fahren finden (Abbildung 3). Davon entfällt über die Hälfte auf klassische Hersteller von Autos, gut ein Drittel auf die etablierten Zulieferer. Die Herausforderer kommen gerade einmal auf

7 Prozent der Patente. Auch wenn dieser Wert unterschätzt sein könnte, falls hier ein größerer Teil der Entwicklungen noch nicht zum Patent angemeldet ist, ist der Anteil doch ausgesprochen gering und konzentriert sich zudem noch stark auf das Unternehmen Google.

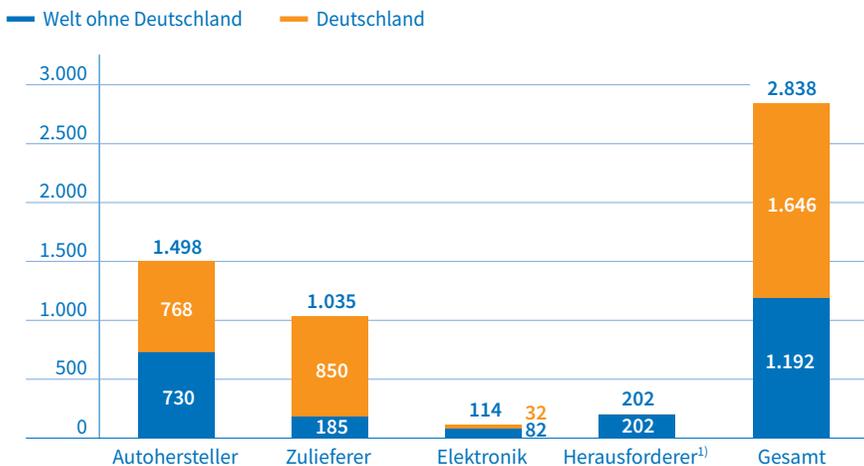
Die deutschen Unternehmen zeigen sich als besonders innovationsintensiv. 58 Prozent der weltweit angemeldeten Patente zum autonomen Fahren entfallen auf deutsche Hersteller. Die USA und Japan sind die beiden weiteren wesentlichen Innovationsländer, wenn auch mit deutlichem Abstand. Aus Deutschland stammt zwar keiner der Herausforderer. Bei den etablierten Autoherstellern entfallen aber gut 51 Prozent der weltweiten Patente auf deutsche Anbieter. Hier spielt die ausgeprägte Premiumstärke der Industrie eine wichtige Rolle. Bei den Zulieferern kommt Deutschland sogar auf einen Anteil von gut 82 Prozent der globalen Patente. Auch hier bilden Hersteller und Zulieferer einen wichtigen Innovationsverbund im Strukturwandel (IW Consult/IW Köln, 2011).

Auch der Blick auf die zehn größten Patentanmelder im Feld des autonomen Fahrens zeigt die Bedeutung deutscher Hersteller (Abbildung 4). Unter den Top 10

Erteilte Patente für autonomes Fahren

Abbildung 3

Anzahl der weltweiten Patente nach Branchen seit 2010



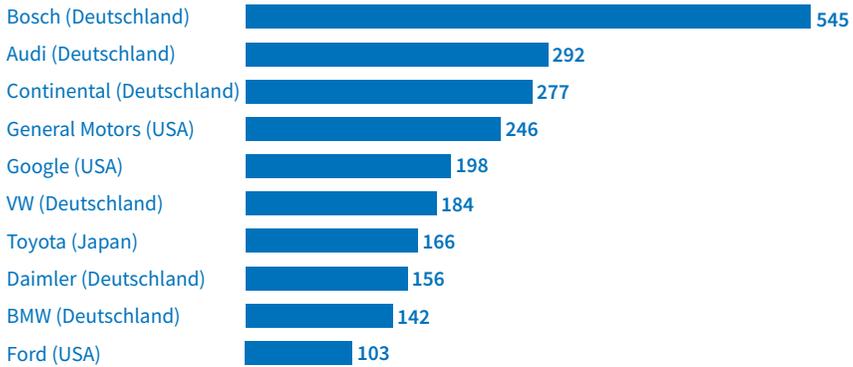
1) Herausforderer: z. B. Google, Apple.

Quellen: PATENTSCOPE; Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Top 10 der Patente zum autonomen Fahren

Abbildung 4

Anzahl der Patentanmeldungen nach Unternehmen und Firmensitz seit 2010



Quellen: PATENTSCOPE; Institut der deutschen Wirtschaft Köln



<http://dl.iwkoeln.de/index.php/s/31NZ3yOUiOOG69T>

befinden sich sechs Unternehmen aus Deutschland: vier Hersteller sowie auf den Plätzen 1 und 3 zwei Zulieferer. Unter den Herausforderern sticht Google hervor, das auf Platz 5 aller Unternehmen rangiert, die Patente zum autonomen Fahren anmelden. Hier ist vor dem Hintergrund der technischen Innovationen ein sehr ernst zu nehmender Wettbewerber zu sehen. Die Kombination aus technischen und nicht technischen Kompetenzen in datenbasierten Geschäftsmodellen und disruptiven Prozessen sowie die hohe Kapitalstärke machen die erwartete Stärke von Google im Wettbewerb zukünftiger Autos aus.

Schlussfolgerungen

Die Entwicklung des autonomen Autos bringt ein hohes disruptives Potenzial für die weltweite Autoindustrie mit sich. Neue Anbieter können auf den Markt treten, wenn sie ihren technologischen Vorsprung mit Kompetenzen im Fahrzeugbau kombinieren können, die auch von den traditionellen Herstellern und Zulieferern zugekauft werden können. Kompetenz in der Entwicklung neuer datenbasierter Geschäftsmodelle und Unternehmenskulturen, die mit disruptiven Situationen umgehen können, bieten für Newcomer wie Google große Möglichkeiten, was umgekehrt entsprechend große Herausforderungen für etablierte Unternehmen darstellt.

Die bisherige Entwicklung ist hingegen eher eine des schrittweisen technischen Fortschritts, die stark von etablierten Herstellern und Zulieferern geprägt ist. Gemessen an den erteilten Patenten sind die deutschen Unternehmen deutlich führend. Entscheidend wird für den zukünftigen Erfolg sein, über Technologien zu verfügen, mit denen Fahrzeuge am Markt differenziert werden können, da sich hier die Verteilung der Wertschöpfung der Zukunft entscheiden wird. Der Kauf des Kartenanbieters HERE durch ein Konsortium deutscher Unternehmen ist ein Schritt in diese Richtung.

Deutsche Hersteller sind derzeit gut aufgestellt: Auf dieser vergleichsweise guten Gegenwartsposition darf sich jedoch niemand ausruhen. Die Entwicklung wird durch Herausforderer wie Google beschleunigt, was den Wettbewerb deutlich verschärft hat. Die technologische Kompetenz, die Premiumstärke und die starke Zulieferindustrie sind Standortvorteile der deutschen Anbieter. In der weiteren technischen Entwicklung, besonders aber in der Etablierung völlig neuer und datenbasierter Geschäftsmodelle liegen die zentralen unternehmerischen Aufgaben. Für die deutsche Volkswirtschaft hat der weitere Erfolg der heimischen Hersteller auf den internationalen Märkten eine besondere Bedeutung.

Für wertvolle Hinweise danke ich meinen Kollegen Vera Demary, Oliver Koppel und Thomas Puls.

Literatur

bast – Bundesanstalt für Straßenwesen, 2012, Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung, in: Forschung kompakt, Nr. 11/12, Bergisch Gladbach, http://www.bast.de/DE/Publikationen/Foko/Downloads/2012-11.pdf?__blob=publicationFile [15.2.2016]

BCG – Boston Consulting Group, 2015, Revolution in the Driver's Seat – the Road to autonomous Vehicles, Boston

Berylls Strategy Advisors, 2014, Automatisiertes Fahren – „The next big thing!?“ (Slides), http://www.berylls.com/media/informationen/downloads/presse/141217BeryllsPM_SlidesAutomatisiertesFahren.pdf [6.2.2016]

Dudenhöffer, Ferdinand, 2014, Lassen sich „Hochkosten“-Standorte durch Premiumbranchen absichern? Erfahrungen aus der Automobilindustrie; in: ifo Schnelldienst, 67. Jg., Nr. 6, S. 26–30

fka – Forschungsgesellschaft Kraftverkehrswesen Aachen / Roland Berger, 2016, Index „Automatisierte Fahrzeuge“ – 1. Quartal 2016, München / Aachen, http://www.rolandberger.de/media/pdf/Roland_Berger_AV-Index_Q1-2016_Final_D_20150104.pdf [8.2.2016]

Grote, Christoph, 2015, Automatisiertes Fahren – Quo Vadis? Entwicklungen und Herausforderungen aus Herstellersicht; in: Verband der Automobilindustrie, Tagungsband zum 17. Technischen Kongress, Berlin, S. 193–208

Heymann, Eric / Koppel, Oliver / Puls, Thomas, 2011, Elektromobilität – Sinkende Kosten sind conditio sine qua non, Deutsche Bank Research, Aktuelle Themen, Nr. 526, Frankfurt, [http://www.db.com/cr/de/docs/DB_Research_-_Elektromobilitaet_Sept._2011_\(de\).pdf](http://www.db.com/cr/de/docs/DB_Research_-_Elektromobilitaet_Sept._2011_(de).pdf) [8.2.2016]

Heymann, Eric / Koppel, Oliver / Puls, Thomas, 2012, Evolution statt Revolution – Die Zukunft der Elektromobilität, IW Analysen, Nr. 84, Köln

IW Consult / Institut der deutschen Wirtschaft Köln, 2011, Zukunft der Automobilindustrie – Was bringt der Strukturwandel für die Automobilzulieferer, Köln

Klauda, Matthias, 2015, Das Fahrzeug als Internet-Knoten: Chancen und Risiken für die Automobilindustrie; in: Verband der Automobilindustrie, Tagungsband zum 17. Technischen Kongress, Berlin, S. 131–158

SAE international – Society of Automotive Engineers, 2014, Automated Driving – Levels of Driving Automation are defined in New SAE International Standard J3016, Warrendale, http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf [8.2.2016]

ZEW – Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, 2016, Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft – Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2015, http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/mip/15/mip_2015.pdf [11.2.2016]

Autonomous Driving – A Challenge for the German Automotive Industry

Along with alternative propulsion systems such as electric motors, partially and fully self-driving vehicles are one of the mega-trends in the motor industry. The integrated network of electronic data systems which this involves is opening up the car industry to potential new entrants from the electronics and IT industries with highly developed competences in this field. The possibility of disruptive change is a threat to established manufacturers' existing markets. Indeed, even a gradual introduction of these new technologies would strengthen the competition. Nevertheless, due to their positioning at the premium end of the market and their extensive research activities, German car companies are well-placed to meet and master these challenges.