

Technologiepotentiale und Herausforderungen von Automobilstandorten vor dem Hintergrund des globalen Wettbewerbs

Technological chances and challenges of automotive locations facing global competition

Dipl.-Kfm. Ingo **Olschewski**

Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen (fka)

Dipl.-Ing. Arndt **Freialdenhoven**

Institut für Kraftfahrwesen Aachen (ika)

Zusammenfassung

Die Automobilindustrie besitzt einen hohen Anteil an der gesamten globalen Wertschöpfung und ist häufig nicht nur Technologietreiber für die eigene Branche, sondern hat auch branchenübergreifend einen hohen Einfluss auf andere Industrien, wie z.B. die Elektroindustrie. Mit dem Ziel den Innovationsgrad und damit die Attraktivität eines automobilen Standortes zu erhöhen gilt es, technologische Potentiale zu identifizieren.

In Bezug auf die vorgestellte Thematik ist es notwendig, in einem ersten Schritt die Einflussfaktoren auf die Automobillandschaft zu analysieren. Nachdem diese Treiber der technologischen Entwicklungen identifiziert sind, werden die Akteure betrachtet, die an der Realisierung der geforderten Technologieentwicklung beteiligt sind. Am Beispiel von Antriebssystemen wird abschließend die Umsetzung der technologischen Entwicklungen in zukünftige Produkte beschrieben.

Summary

The automotive industry owns a high ratio on the global economic value added and is often a technology driver not only for the branch itself, but has also influence across other branches on industries like e.g. the electric industry. In order to increase the degree of innovations and the attractiveness of the automotive location, the aim of the players is to identify potentials for innovative technologies.

In terms of the introduced topic it is necessary to analyse in a first step the factors that influence the automotive landscape. Second the players have to be identified, which are involved in the process of realising the demanded technology. Finally the transformation of technological know-how into future products will be shown by using the example of powertrain systems.

1 Einleitung

Die Automobilindustrie besitzt weltweit eine hohe wirtschaftliche Relevanz. Sie ist neben z.B. dem Maschinenbau eine der globalen Schlüsselindustrien. Schlüsselindustrien werden charakterisiert durch Merkmale wie Innovationsstärke oder einem Imagefaktor für das jeweilige Land. In den 39 größten Automobilbau-Ländern sind weltweit mehr als 8,5 Mio. Menschen direkt in der Automobilindustrie beschäftigt, die fast 2 Billionen Euro Umsatz erwirtschaften, Abb. 1.

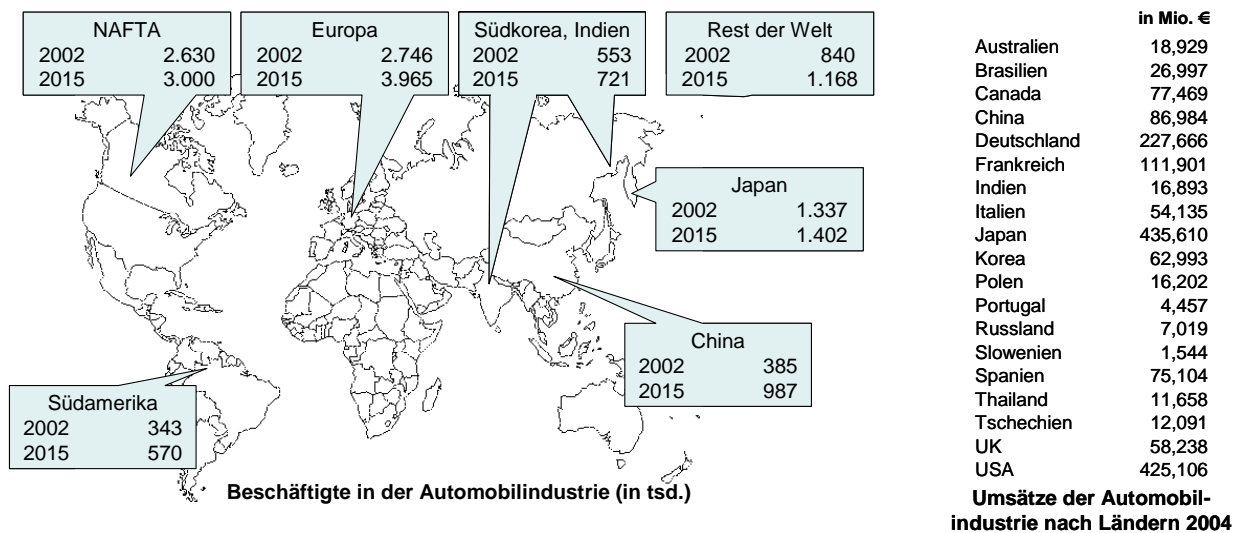


Abb. 1: Wirtschaftliche Relevanz der Automobilindustrie weltweit (Mercer)

In Deutschland nimmt die Automobilindustrie traditionell eine hohe wirtschaftliche Bedeutung ein. Der Umsatz hat sich hier in den letzten zehn Jahren mehr als verdoppelt, während der Anteil am Gesamtumsatz der deutschen Industrie von 12 auf 19 % gesteigert werden konnte, Abb. 2.

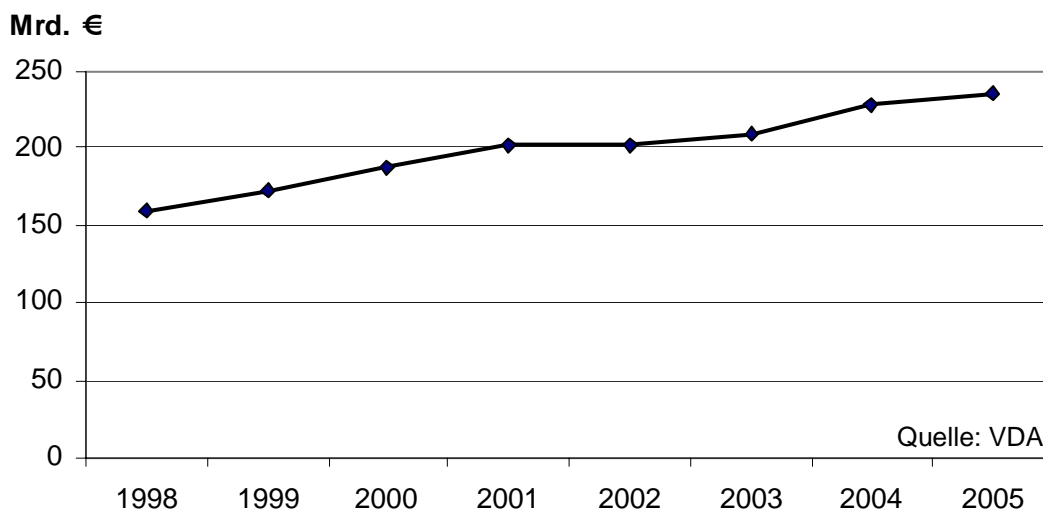


Abb. 2: Umsatz der deutschen Automobilindustrie (VDA)

Diesen positiven Effekten stehen jedoch auch immer wieder negative Meldungen gegenüber. Es wird oft zitiert, dass die Automobilindustrie in Deutschland unter einem hohen Druck steht. In der Presse mehren sich seit längerer Zeit Krisenmeldungen hinsichtlich Stellenabbau und möglichen Standortstreichungen in Deutschland.

Vor dem Hintergrund des globalen Wettbewerbs muss die Frage geklärt werden, welche Technologien entsprechende Potentiale bieten, die den derzeitigen Standort weiterhin attraktiv halten, damit die Verlagerung von Forschungs- und Entwicklungsleistungen in Billiglohnländer auch zukünftig begrenzt bzw. vermieden werden kann. Dazu ist es notwendig, in einem ersten Schritt die Einflussfaktoren auf die Automobillandschaft zu analysieren. Nachdem diese Treiber der technologischen Entwicklungen identifiziert worden sind, werden die Akteure dargestellt, die an der Realisierung der geforderten Technologieentwicklung beteiligt sind. Abschließend wird am Beispiel von Antriebssystemen die Umsetzung der technologischen Entwicklungen in zukünftige Produkte beschrieben.

2 Einflussfaktoren auf die Automobillandschaft

Die technologische Entwicklung unterliegt vielfältigen Einflussfaktoren, Abb. 3. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um:

- Kundenforderungen, z.B. Nutzen, Emotion, Image
- Gesetzgeber, z.B. Umwelt- und Sicherheitsanforderungen
- Hersteller und Zulieferer, z.B. operativer Gewinn, Umsatz

Entscheidend für den Erfolg einer Technologie ist die Erfüllung der Kundenanforderungen hinsichtlich Funktion und Wirtschaftlichkeit unter Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen. Im Folgenden werden die Einflussfaktoren auf die Automobillandschaft dargestellt. Dabei wird analysiert, welche Forderungen der Kunden und der Gesetzgebung im Hinblick auf Energie und Emissionen die technologische Entwicklung eines Automobils global beeinflussen. Neue Wachstumsmärkte sowie gesellschaftliche Trends und Rahmenbedingungen in allen Märkten brauchen kundengerechte Fahrzeuge mit umweltverträglichen Antrieben. Ein erhöhter Energiebedarf weltweit mit wachsender weltweiter Mobilität, knapper werdenden Rohstoffen und erhöhten Umweltauflagen erfordern nachhaltig wirkende technologische Entwicklungen.

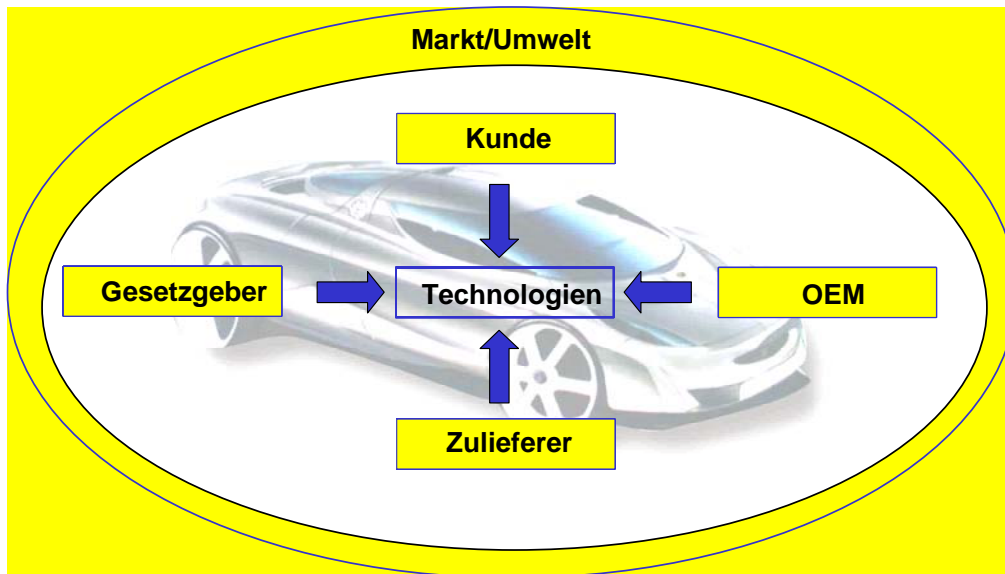


Abb. 3: Einflussfaktoren auf die Technologieentwicklung

2.1 Veränderungstreiber am Beispiel „Energie und Emission“ mit Fokus auf die USA (Kalifornien)

In der kalifornischen Gesetzgebung werden die Emissionsgrenzwerte durch den Low Emission Vehicle (LEV) bzw. Low Emission Vehicle II (LEV II) Standard vorgeschrieben. Die LEV-Regularien schreiben geringere Emissionsgrenzwerte vor als die allgemein in den USA geltenden Tier1- und Tier2-Richtlinien. Die LEV-Richtlinien sind von folgenden Staaten in ähnlicher Form aufgegriffen worden:

- New York
- Massachusetts
- Maine
- Vermont.

Zudem haben die US-amerikanischen Bundesstaaten Connecticut, Rhode Island, Pennsylvania, New Jersey, Oregon und Washington die Einführung der verschärften LEV-Richtlinien in Erwägung gezogen.

Am 5. November 1998 wurde in Kalifornien der LEV II Standard für die Jahre 2004 bis 2010 beschlossen. Im Rahmen der LEV II-Richtlinie werden die Fahrzeugklassen der leichten Nutzfahrzeuge (LDTs) und mittelschwerer LKWs (MDVs) ab 2007 neu eingestuft. Pkw, sowie LDTs und MDVs mit einem maximalen Gewicht von 8500lbs (ca. 3,9t) müssen dieselben Emissionsgrenzwerte einhalten.

Der LEV II Standard schreibt im Verhältnis zur LEV verschärfte Grenzwerte für den Ausstoß von Kohlenmonoxid (CO), organischen Nichtmethangasen (NMOG), Stick-

oxiden (Nox), sowie Formaldehyden (HCHO) und für dieselbetriebene Fahrzeuge zudem den Ausstoß von Partikeln (PM) vor. Die Richtlinien müssen gleichermaßen von Fahrzeugen mit Diesel- oder Ottomotoren erfüllt werden.

Hinsichtlich des Kundenverhaltens kann ein langsam steigendes Bewusstsein in Bezug auf Energiekosten und Umweltschonung beobachtet werden. Treiber dieses Verhaltens sind die deutlich gestiegenen Kraftstoffpreise auf dem US-amerikanischen Markt und die höheren Finanzierungskosten bei Neuanschaffungen als Folge des kontinuierlich gestiegenen Zinsniveaus. Käufer bevorzugen weiterhin Fahrzeuge mit großem Raumangebot und hoher Zuladung, z.B. SUV (Porsche Cayenne) oder Pick-up (Dodge RAM).

2.2 Veränderungstreiber am Beispiel „Energie und Emission“ mit Fokus auf China

Emissionsstandards für Automobile und Motoren werden in China durch die „State Environmental Protection Administration (SEPA)“ umgesetzt. Die chinesischen Standards basieren auf europäischen Vorschriften, die mit einem gewissen Zeitverzug von mehreren Jahren umgesetzt werden.

Großstädte, wie Beijing oder Shanghai, planen ein schnelleres Umsetzungsverfahren. Beijing plant die Einführung des Euro 4 Standards für leichte Nutzfahrzeuge (Nfz) ab 2008, dem Jahr der Olympischen Spiele in China, Abb. 4.

Vorschrift	Datum	Region
Euro 1	01.01.2000	Landesweit
Euro 2	01.08.2002	Beijing
	01.03.2003	Shanghai
	Benzin: 01.07.2004	Landesweit
	Diesel: 01.09.2003	Landesweit
	01.01.2003	Beijing
Euro 3	01.07.2007	Landesweit
	01.01.2008	Beijing
Euro 4	01.07.2010	Landesweit

Abb. 4: Terminierung der Umsetzung von Emissionsstandards für leichte Nfz

Bei den automobilen Kunden lässt sich ein langsam aufkommendes Bewusstsein in Bezug auf Energiekosten und Umweltschonung feststellen. Chinas Wirtschaft wächst mit enormer Geschwindigkeit. Dieses rasante Wirtschaftswachstum hat ebenfalls Auswirkungen auf die Umweltverschmutzung. Nach einer Reihe von Katastrophen mit gravierenden Folgen, z.B. vergiftete Flüsse, verpestete Luft oder verheerende Überflutungen, setzt in China langsam ein Umdenken ein. Das zeigt sich unter anderem daran, dass die Regierung einen "Grünen Tag" eingerichtet hat, der eine Steigerung des Umweltbewusstseins bei der Bevölkerung bewirken soll.

Beim Absatz von Pkws ist weiterhin ein Boom im Segment der Billig-Autos bei gleichzeitigem Bedeutungszuwachs der Mittelklasse zu verzeichnen. Der Bedeu-

tungszuwachs in der Mittelklasse ist auf den Anstieg der Einkommen der chinesischen Automobilkäufer zurückzuführen. Die derzeitige Nachfrage in der Mittelklasse beläuft sich auf ca. 30%. Prognosen zufolge wird dieser Anteil bis zum Jahr 2010 auf 40% steigen.

2.3 Veränderungstreiber am Beispiel „Energie und Emission“ mit Fokus auf Europa

Der Gesetzgeber in Europa übt in mehrerer Hinsicht Druck auf die Automobilhersteller aus. Neben den direkten Reglementierungen von Abgas- und Geräuschemissionen wirken sich auch Forderungen nach Kraftstoff-Verbrauchsreduzierung oder die Preisentwicklung der Kraftstoffe auf die Automobilindustrie aus.

Die 2006 vom EU- Parlament festgelegten Abgasemissionsvorschriften Euro 5 und 6 sehen eine drastische Verschärfung der Grenzwerte, vor allem für dieselbetriebene Fahrzeuge vor, Abb. 5.

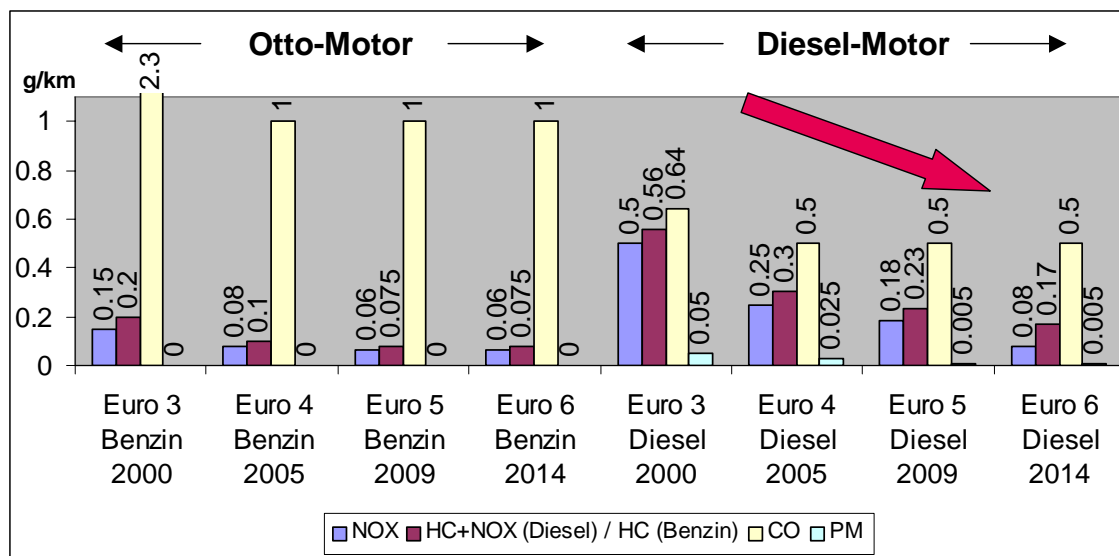


Abb. 5: Abgasemissionsvorschriften für den Europäischen Raum

Bei der automobilen Käuferschaft ist ein vorhandenes und stetig steigendes Bewusstsein in Bezug auf Energiekosten und Umwelt zu verzeichnen. Einflussfaktoren auf dieses Kundenverhalten sind die steigenden Kraftstoffpreise und die anhaltende Klimadiskussion. Die Käufer bevorzugen Fahrzeuge aus der Kompakt- (VW Golf) und Mittelklasse (Audi A4).

3 Standorte im Regionenvergleich

Neben der Berücksichtigung der Veränderungstreiber, die Einfluss auf die Automobil-landschaft haben, spielen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen sowie OEMs an verschiedenen Standorten eine wichtige Rolle bei der Realisierung der technolo-

gischen Entwicklungen, die aus den Forderungen der Gesetzgeber und der Kunden hinsichtlich der Thematik „Energie und Emissionen“ abgeleitet werden können. Im Folgenden werden verschiedene Standorte in Bezug auf innovative Hochschul-Forschung sowie industrielle Forschung bei ausgewählten OEMs dargestellt.

3.1 Innovative Hochschul-Forschung

Automobile Hochschul-Forschung und Entwicklung ist ein bedeutender Aspekt bei der Realisierung von technologischen Veränderungen und deren Umsetzung in reale Produkte. Einen Überblick ausgewählter Hochschulstandorte mit Automobilbezug gibt Abb. 6.

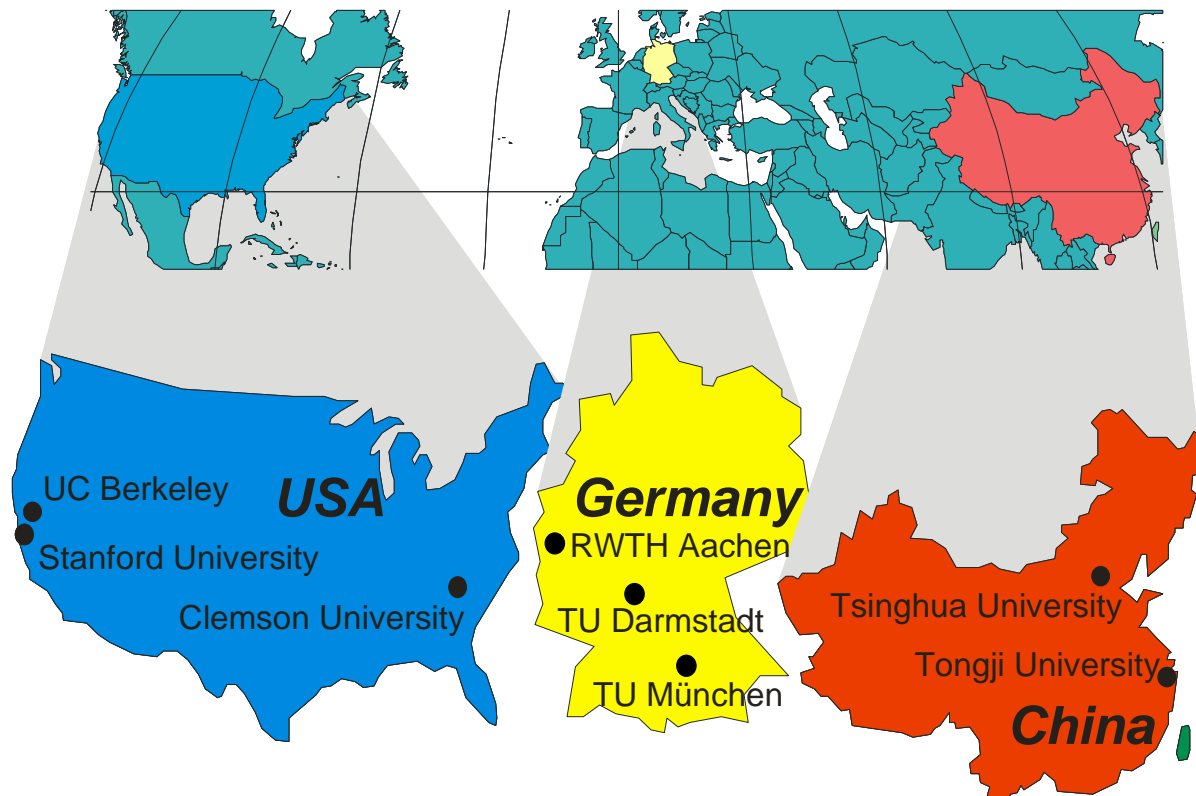


Abb. 6: Auswahl bedeutender Hochschulstandorte mit Automobilbezug

Forschung und Entwicklung an Universitäten in den USA und Asien werden vorwiegend durch Professoren, Studenten und eine geringen Zahl von PhD-Studenten durchgeführt. Die Studenten arbeiten direkt für die Professoren und die entsprechende Forschungsaufgabe. Normale „Ingenieur-Mitarbeiter“ sind nur begrenzt verfügbar.

In den USA und in China sucht die Industrie den direkten Verbund mit den Universitäten, z.B. über Stiftungslehrstühle und die Installation von den Unternehmen gehörenden Prüfständen in den Universitätslaboren.

Darüber hinaus unterstützt die chinesische Regierung die Universitäten intensiv mit Infrastrukturmaßnahmen und öffentlichen Forschungsprojekten.

In Europa wird automobilrelevante Forschung und Entwicklung an Universitäten von Professoren, Ingenieuren und Technikern durchgeführt. Studenten erhalten ein Gehalt, wenn sie die Ingenieure in öffentlichen und industriellen Projekten unterstützen. Die Ingenieure arbeiten in Vollzeit an öffentlichen und industriellen Projekten. Sie erhalten direkte Einblicke in Marktanforderungen und in die wettbewerbsorientierten Unternehmen. Zusätzlich zur wissenschaftlichen Arbeit erhalten die Ingenieure in Europa Einblicke in ökonomische Aspekte, z.B.

- Fähigkeiten für Teamarbeit
- Ergebnisorientiertes Projekt-Management
- Industrie bezogene Forschung
- Konzentration auf interne und externe Kunden
- Risiko-Management.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Forschungsaufgaben überall auf der Welt ähnlich sind. Sie ergeben sich aus den technologischen Möglichkeiten und den Anforderungen der Gesetzgebung und des Kunden in Bezug auf die individuelle Mobilität.

Eine ideale Realisierung von regionaler Hochschul-Forschung wäre die Kombination des direkten Verbundes der Industrie mit den Universitäten sowie der öffentlichen Förderung in China und den USA, gemeinsam mit einem deutschen Mitarbeiterstab. Diese Verknüpfung würde eine erfolgreiche Zukunft im Hinblick auf neue Technologien sowohl für die Automobilindustrie als auch für die Universitäten erzeugen.

3.2 Innovative Forschung und Entwicklung bei ausgewählten OEMs

Als Reaktion auf z.B. den hohen Entwicklungsaufwand von neuen Technologien streben OEMs Kooperationen an. Der PSA Konzern kooperiert beispielsweise bei der Entwicklung und Produktion von Benzinmotoren mit BMW, Abb. 7.

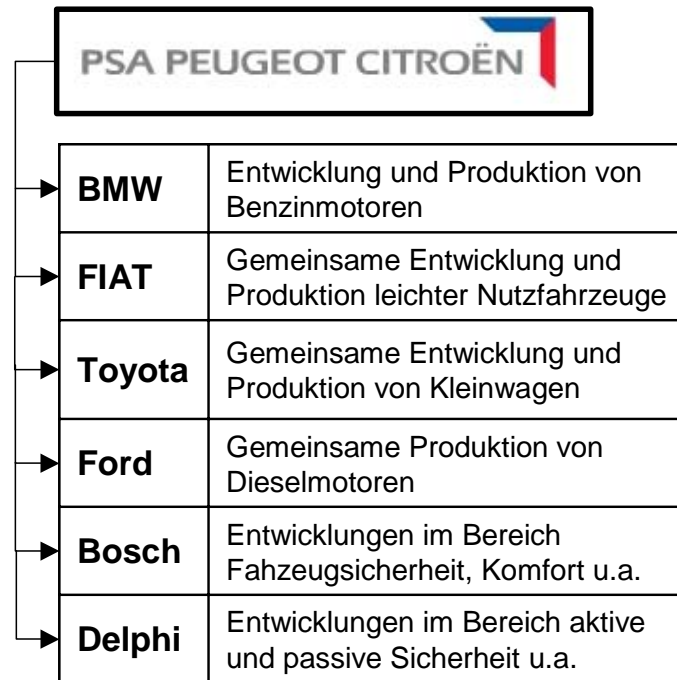


Abb. 7: Auszug der Kooperationspartner des PSA Konzerns im Jahr 2007

Ein weiteres Joint Venture ist der PSA Konzern mit Toyota auf dem Gebiet der gemeinsamen Entwicklung und Produktion von Kleinwagen eingegangen. Im Jahr 2002 entschlossen sich PSA und Toyota gemeinsam ein neues Werk im tschechischen Kolín aufzubauen, um dort Fahrzeuge herzustellen, die dem Segment der Kleinwagen zuzurechnen sind. Es werden die drei Modelle Toyota Aygo, Citroen C1 und Peugeot 107 produziert, die eine gemeinsame Plattform besitzen. Mit über 92 % Gleichteilen werden, bis auf eine markendifferenzierende Optik, nahezu identische Fahrzeuge hergestellt, die von kleinen Benzin oder Dieselmotoren (1,0 bzw. 1,4 l) angetrieben werden. Die Fabrik nahm im Jahr 2005 ihren Betrieb auf und ist auf 300.000 Fahrzeuge pro Jahr ausgelegt, Abb. 8.

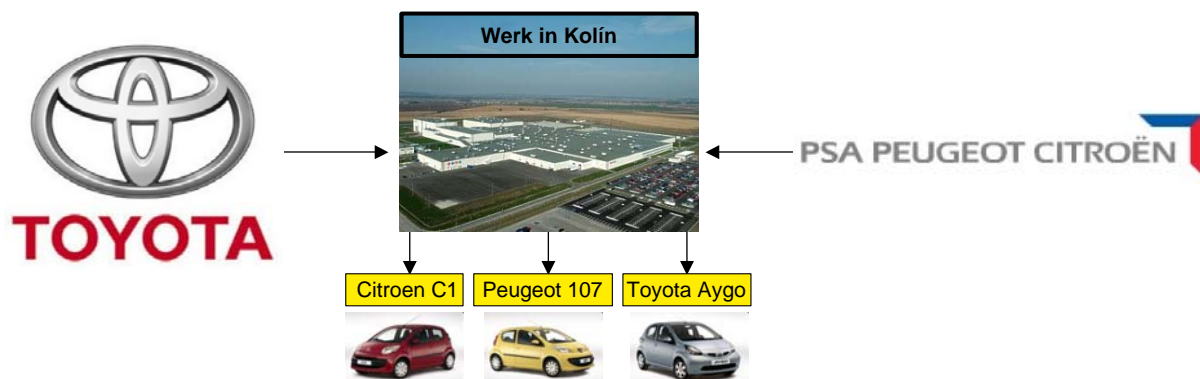


Abb. 8: Joint Venture zwischen Toyota und PSA

4 Technologiepotentiale am Beispiel von Antriebssystemen

Nach der Analyse der Einflussfaktoren und der Identifikation der Veränderungstreiber durch die Gesetzgebung und die Kundenforderungen sowie der Darstellung ausgewählter Akteure, die an der Realisierung der technologischen Entwicklungen beteiligt sind, wird im Folgenden am Beispiel von Antriebssystemen die Umsetzung der technologischen Entwicklungen in reale Produkte verdeutlicht.

Die Innovationen im Bereich der Antriebstechnologie werden derzeit und zukünftig durch die Optimierung des klassischen Verbrennungsmotors und die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Hybrid- und Brennstoffzellentechnologie bestimmt. Eine Übersicht zu innovativen Antriebstechniken wird in Abb. 9 durch eine Roadmap gegeben.

Die nachfolgende Betrachtung konzentriert sich auf die Potentiale innerhalb der Hybridtechnologie sowie die daraus resultierenden Veränderungen in der Industriestruktur und den strategische Herausforderungen durch zukünftige Antriebssysteme.

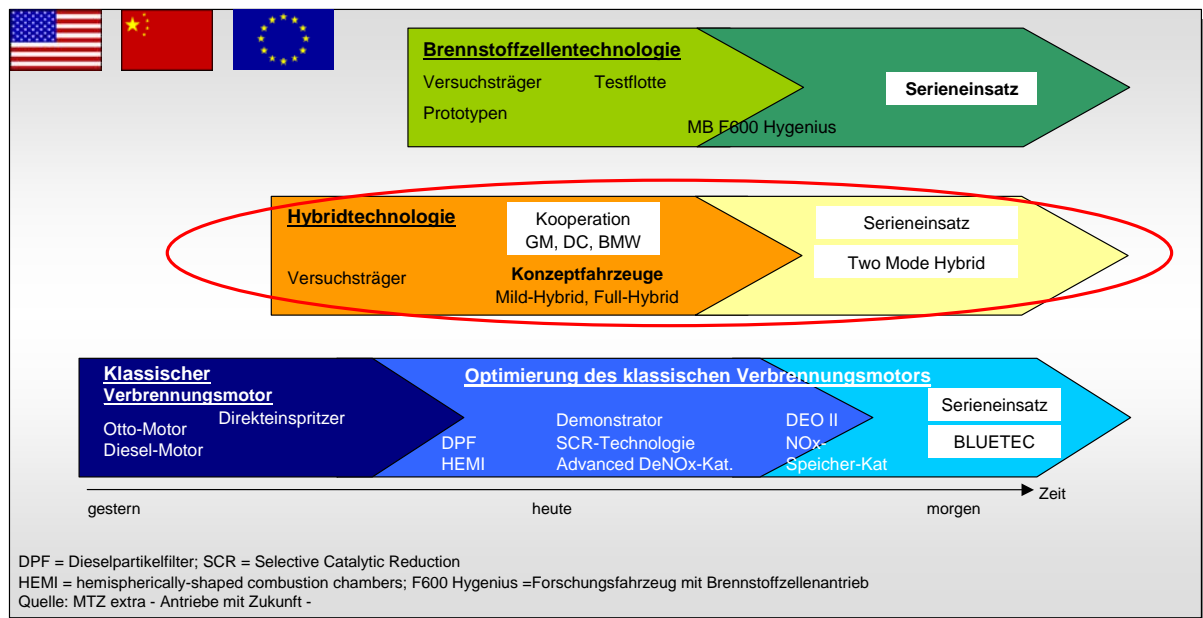


Abb. 9: Roadmap für innovative Antriebstechniken

4.1 Hybridantriebe

Der Funktionsumfang und die Leistungsfähigkeit des Elektromotors bestimmen maßgeblich die Klasseneinteilung verschiedener hybrider Antriebskonzepte, Abb. 10.

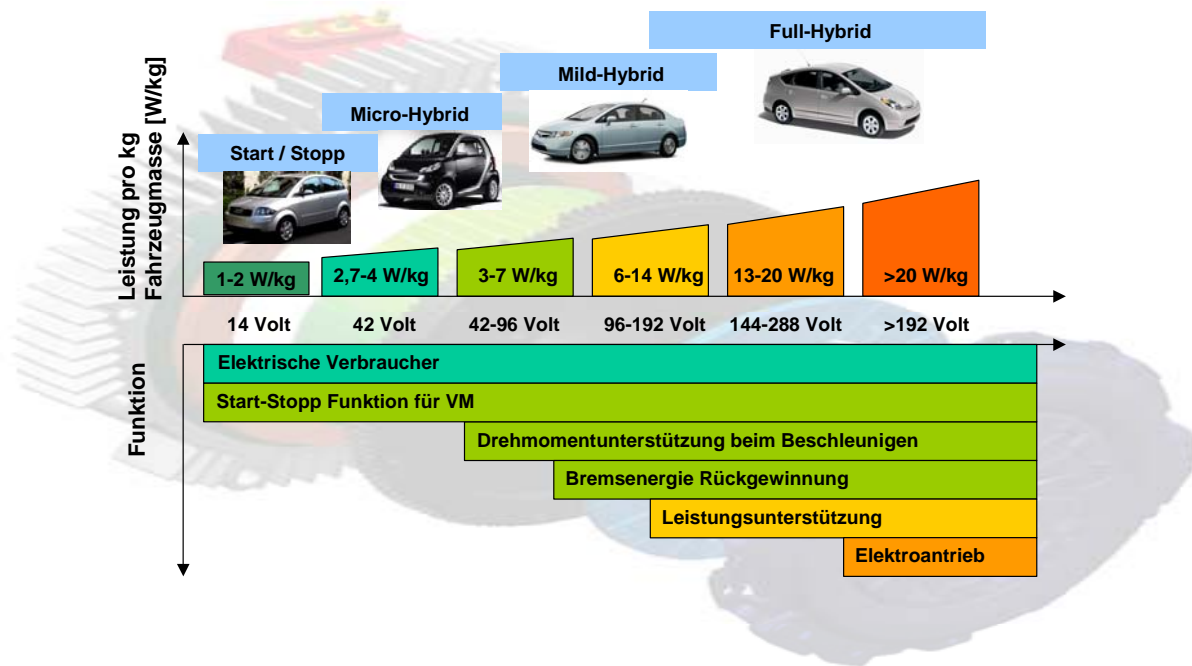


Abb. 10: Funktionen und Elektromotorleistung bei Hybridantrieben

Die Vorstufe zum eigentlichen Hybrid ist eine Start / Stopp Funktionalität, die typischerweise durch ein Ausschalten des Motors beim Anhalten an Ampeln und ein Starten des Motors beim Anfahren charakterisiert werden kann. Auf Funktionsebene kommen elektrische Verbraucher zur Stromerzeugung und eine Start-Stopp Funktion für Verbrennungsmotoren zum Einsatz.

Der Micro-Hybrid greift das Prinzip der Start-Stopp Funktion auf und erweitert es um einen Starter Generator, der anstelle eines konventionellen Generators eine z.B. riemengetriebene Elektromaschine besitzt. Das Verbrauchsenkungspotenzial bei diesem Hybridkonzept kann auf ca. 8% eingeschätzt werden.

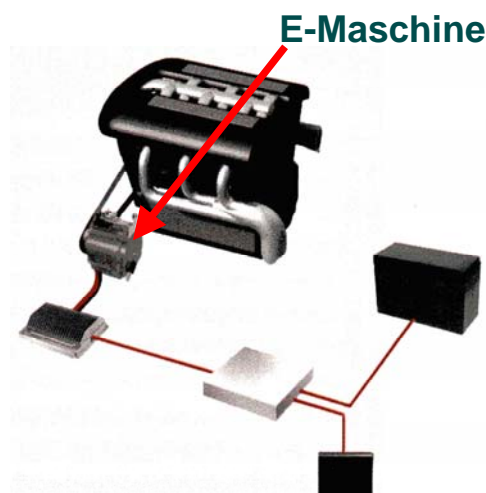


Abb. 11: Konzeptdarstellung Micro-Hybrid

Beim Konzept des Mild-Hybrids werden die vorgestellten Funktionalitäten um die Rekuperation der kinetischen Energie bei Schubetrieb und Bremsen sowie der Drehmomentunterstützung beim Beschleunigen, welche als Booster zur Unterstützung des Verbrennungsmotors benötigt wird, erweitert. Eine Elektromaschine im Antriebsstrang, die üblicherweise auf der Kurbelwelle angebracht wird, kommt als zusätzliche Komponente zum Einsatz. Das Verbrauchsenkungspotential wird hier auf ca. 20% eingeschätzt.

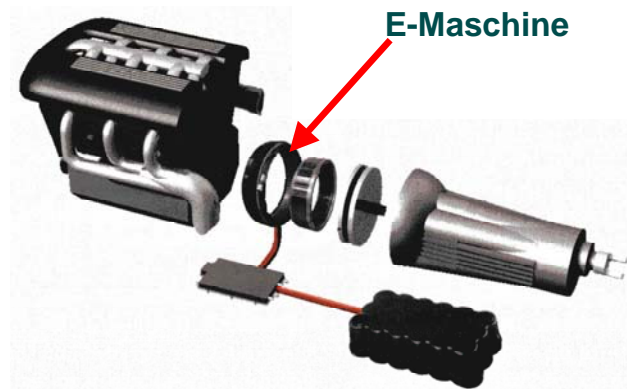


Abb. 12: Konzeptdarstellung Mild-Hybrid

Die derzeit höchste Ausbaustufe innerhalb der hybriden Antriebstechnologien stellt der Full-Hybrid dar. Neben den genannten Funktionalitäten ermöglicht bei diesem Konzept eine Leistungsunterstützung bei höheren Drehzahlen und ein Elektroantrieb ein rein elektrisches Fahren. Dabei kommt zusätzlich zur Elektromaschine im Antriebsstrang eine zweite motorseitig angebrachte Kupplung zur Abkopplung des Verbrennungsmotors zum Einsatz. Durch Verwendung der Full-Hybrid Technologie ist es möglich, den Verbrauch um bis zu 45% zu senken.

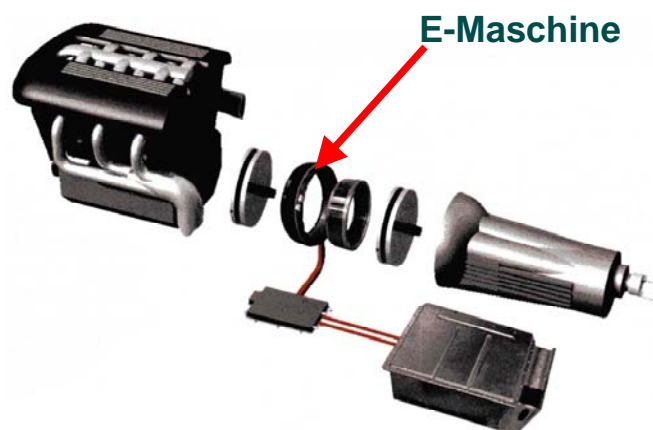


Abb. 13: Konzeptdarstellung Full-Hybrid

Die vorgestellten Hybridkonzepte sind als Antriebssysteme noch nicht im Massenmarkt vertreten, da eine Verbrauchsreduktion über andere Maßnahmen möglich ist, die Technik teuer und noch nicht ausgereift ist. Insbesondere der Punkt des relativ

niedrigen Reifegrades der Technik bietet Potential, um die Hybridtechnologie weiter voran zu bringen.

Hinsichtlich der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Hybridtechnologie zeichnete sich in den letzten Jahren ein Trend zu konzernübergreifenden Kooperationen bei den OEMs an, um die Entwicklungskosten zu minimieren, am Wissen der Partner zu partizipieren, das Produkt kostengünstig am Markt anbieten zu können und somit eine Win- Win- Situation für alle Partner zu erzeugen.

Im Jahr 2005 gingen BMW, DaimlerChrysler und GM eine strategische Allianz auf dem Gebiet der Hybridtechnologie ein. Ziel ist die Entwicklung eines modularen "Two- Mode"- Hybridantriebes, welcher deutliche Verbrauchsreduzierungen, ohne Kompromisse bei den Fahreigenschaften bieten soll. Die drei Unternehmen sind in der Lage, das Hybridantriebssystem individuell den jeweiligen spezifischen Anforderungen anzupassen, um die Markendifferenzierung aufrecht zu erhalten. Momentan werden Full-Hybrid-Systeme für Pkw mit Front- und Heckantrieb, leichte Nutzfahrzeuge und SUVs entwickelt. In einem gemeinsamen "GM, DaimlerChrysler and BMW Hybrid Development Center" mit Sitz in Troy, Michigan, werden das modulare Gesamtsystem sowie die einzelnen Komponenten entwickelt. Dazu zählen Elektromotoren, Leistungselektronik, Verkabelung, Sicherheitssysteme, Energiemanagement sowie die Steuerung des Gesamtsystems.

Gründe für diese strategische Allianz lagen in den unerwartet hohen Absatzzahlen von Hybridfahrzeugen der Hersteller Toyota und Honda und der Etablierung der Technologie auf den Weltmärkten in Verbindung mit der Abwesenheit technologisch konkurrenzfähiger Modelle im eigenen Produkt-Portfolio.

Im Zeitalter der steigenden Kraftstoffkosten und bei zunehmendem Umweltbewusstsein der Konsumenten sowie schärferen Reglementierungen kann dies zu nicht unerheblichen Wettbewerbsnachteilen führen. Der technologische Vorsprung von Toyota im Hybridbereich wurde 2006 auf mehrere Jahre geschätzt. Aus Sicht von GM, DaimlerChrysler und BMW ist dieser gemeinsam allerdings schneller aufholbar.

Folgende Implikationen lassen sich aus den vorgestellten Technologiepotentialen im Bereich der Antriebstechnologien ableiten:

- alternative Antriebssysteme werden auf Kosten des konventionellen Benzin und Diesel Antriebsstrangs ihren Marktanteil steigern, z.B. Hybridantrieb 18...30% (2020)
- Marktpotential für Hybridantrieb kann zwei mal so groß werden wie geplant, wodurch flexible Firmen neue Marktanteile bekommen können
- neue Antriebskomponenten, wie Hybrid-Komponenten, CNG-Tanks und Abgasnachbehandlungssysteme werden bis zum Jahr 2020 ihren Marktanteil von 2% heute auf ca. 50% erhöhen

- einige Durchbrüche im Bereich Antrieb erfordern die Zusammenarbeit der Akteure in F&E, der Entwicklung einer Kraftstoffinfrastruktur und der Imagebildung.

Durch die dargestellten Veränderungen in der Industriestruktur und den strategischen Herausforderungen durch zukünftige Antriebssysteme lässt sich als Handlungsbedarf für die individuellen Akteure folgern, dass OEMs, Zulieferer sowie Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen vernetzt Technologiepotentiale in Abhängigkeit von den Marktzielen (z.B. Regionalmärkte, Kundensegmente) und den gewünschten Wertvorstellungen (z.B. low/zero emission, low cost) entwickeln und umsetzen müssen.

5 Zusammenfassung

Auf Basis der durchgeführten Analyse konnte gezeigt werden, dass die Automobilindustrie aufgrund Ihrer weltweit hohen ökonomischen Relevanz vielfältigen Einflussfaktoren unterliegt. Diese gelten als Veränderungstreiber für die verschiedenen Akteure in der Automobilindustrie. Relevante Treiber in den vorgestellten Ländern USA, Europa und China sind geprägt durch Forderungen von Kunden und Gesetzgebern nach strikteren Emissionsvorschriften, die vor allem die Optimierung bestehender Antriebssysteme und die Entwicklung neuer alternativer Antriebskonzepte zur Folge haben. Diese externen Forderungen nach innovativen Technologien müssen die Akteure vernetzt begegnen, um auch zukünftig im globalen Wettbewerb bestehen zu können. Diverse Formen der Kooperation bieten sich für diese Vorgehensweise an, z.B. strategische Allianzen bei den OEMs auf dem Gebiet der Entwicklung der Hybridtechnologie. Es ist außerdem wichtig Hochschul-Forschung und industrielle Forschung frühzeitig zu vernetzen, um einen interdisziplinären Ansatz zu betreiben und Synergiepotentiale in allen Phasen des Entwicklungsprozesses, von der Konzeption bis zum Serienprodukt, auszunutzen.