

Koppel, Oliver; Puls, Thomas; Röben, Enno

Research Report

Die Patentleistung der deutschen KFZ-Unternehmen: Eine Analyse der Patentanmeldungen beim deutschen Patent- und Markenamt unter Berücksichtigung von branchen- und technologiespezifischen Schwerpunkten

IW-Report, No. 34/2018

Provided in Cooperation with:

German Economic Institute (IW), Cologne

Suggested Citation: Koppel, Oliver; Puls, Thomas; Röben, Enno (2018) : Die Patentleistung der deutschen KFZ-Unternehmen: Eine Analyse der Patentanmeldungen beim deutschen Patent- und Markenamt unter Berücksichtigung von branchen- und technologiespezifischen Schwerpunkten, IW-Report, No. 34/2018, Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Köln

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/182529>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



IW-Report 34/18

Die Patentleistung der deutschen KFZ-Unternehmen

Eine Analyse der Patentanmeldungen beim deutschen Patent- und Markenamt unter Berücksichtigung von branchen- und technologiespezifischen Schwerpunkten

Oliver Koppel, Thomas Puls, Enno Röben

Köln, 18.09.2018



Kontaktdaten Ansprechpartner

Oliver Koppel
+49 (0)221 / 4981 - 716
koppel@iwkoeln.de

Thomas Puls
+49 (0)221 / 4981 - 766
puls@iwkoeln.de

Enno Röben
+49 (0)221 / 4981 - 879
roeben@iwkoeln.de

Institut der deutschen Wirtschaft Köln
Postfach 10 19 42
50459 Köln

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Einleitung	5
2 Methodik	6
2.1 Erstellung des Datensatzes	6
2.2 Abgrenzung der KFZ-Unternehmen	6
2.3 Abgrenzung der KFZ-Technologie	7
2.4 Auswertung des Datensatzes	8
2.5 Exkurs 1: Patentanmeldungen ausländischer Mutterkonzerne	10
2.6 Exkurs 2: Branchen-Technologie-Konkordanz	11
3 Anwendungsfall: Auswertung der Patentanmeldungen der deutschen Kraftfahrzeugbranche im Jahr 2015	12
3.1 Identifizierung der patentaktiven Unternehmen im Jahr 2015	13
3.2 Patentanmeldungen nach Herstellern und Zulieferern	15
3.3 Analyse der im Jahr 2015 verwendeten Technologieklassen	18
3.4 Clusterung der Technologieklassen nach Anwendungsbereichen	20
Abstract	24
Literatur	26

JEL-Klassifikation:

L62 - Kraftfahrzeuge; sonstige Transportgeräte; Verwandte Teile und Geräte

O30 - Innovation; Forschung und Entwicklung (F&E); Technischer Wandel (Technologie); Geistige Eigentumsrechte: Allgemeines

C81 - Methoden zur Sammlung, Schätzung und Organisation mikroökonomischer Daten; Datenanalyse

Zusammenfassung

Megatrends wie die zunehmende Elektrifizierung des Antriebsstrangs und das autonome Fahren führen zu einem gravierenden Strukturwandel im Fahrzeugbau. Die vorliegende Studie analysiert, wie gut die deutschen KFZ-Unternehmen auf diesen Strukturwandel vorbereitet sind. Hierzu werden die Patentanmeldungen der deutschen Hersteller, Zulieferer und Entwicklungsdienstleister des aktuellsten verfügbaren Jahres analysiert und folgende Fragen beantwortet: Welcher Anteil aller deutschen Patentanmeldungen entfällt aktuell auf den KFZ-Bereich? Leisten dabei Hersteller oder Zulieferer einen höheren Beitrag zum Innovationsgeschehen? In welchen Technologiebereichen sind die deutschen KFZ-Unternehmen mit Bezug auf die Internationale Patentklassifikation (IPC) besonders forschungsaktiv und welche Bedeutung nimmt dabei der konventionelle Antriebsstrang ein, der durch den Strukturwandel an relativer Bedeutung verlieren wird?

Die Ergebnisse beziehen sich auf die Patentanmeldungen des aktuellsten verfügbaren Jahres und zeigen, dass die deutschen KFZ-Unternehmen bereits heute viel besser und zukunftsicherer aufgestellt sind, als von der öffentlichen Meinung kolportiert wird. Konkret bedeutet dies:

- Die KFZ-Branche zeichnet für 40 Prozent aller Patentanmeldungen aus Deutschland verantwortlich und ist damit die mit Abstand innovativste aller Branchen.
- Nur noch 30 Prozent der Patentanmeldungen aus dem KFZ-Bereich entfallen auf den konventionellen Antriebsstrang (Verbrennungsmotor, mechanische Kraftübertragung, Abgasanlage, etc.) und dürften von dem anstehenden Strukturwandel hin zum elektrifizierten Antriebsstrang mittelfristig negativ betroffen sein. Die restlichen 70 Prozent entfallen auf Technologiebereiche wie Elektrik und Elektronik, Interieur und Exterieur, Chassis, Reifen, Bremsen, Schösser etc., die als zukunftsicher angesehen werden können.
- Die KFZ-Unternehmen nehmen eine Vorreiterrolle beim Thema Digitalisierung ein. Sie vereinen 43 Prozent aller Nennungen im Bereich der IPC-Gruppe "Elektrische digitale Datenverarbeitung" und sogar mehr als jede sechste Patentanmeldung im Bereich 3D-Druck auf sich. Typische Anwendungsbereiche für Digitalisierung im Fahrzeugkontext sind das autonome Fahren, 3D-Druck-Leichtbaukomponenten sowie Fahrassistenz- beziehungsweise Sicherheitssysteme.
- Zwei Drittel der Patentanmeldungen aus dem KFZ-Bereich stammen von Zulieferern, wobei der Schwerpunkt bei den großen Systemzulieferern wie Bosch, Brose, Continental, Schaeffler und ZF liegt. Auch die Hersteller sind hochinnovativ, doch der Kern der Innovationskraft kommt von den Zulieferern.

1 Einleitung

In nahezu allen relevanten Innovationsindikatoren nimmt der deutsche Fahrzeugbau im Vergleich mit anderen Branchen einen Platz in der Spitzengruppe ein. So werden hier rund 30 Prozent aller unternehmerischen Innovationsaufwendungen investiert (Platz 1), der Anteil der Innovationsaufwendungen am Branchenumsatz liegt bei 10 Prozent (Platz 3), 64,6 Prozent der Branchenbeschäftigten sind technisch-naturwissenschaftliche Arbeitskräfte (Platz 3) und 48 Prozent des Branchenumsatzes werden mit Produkten erzielt, die erst innerhalb der letzten drei Jahre auf den Markt gebracht wurden (Platz 1).¹

Wie aber steht es um die Patentanmeldungen der deutschen KFZ-Unternehmen? Patente gehören zu den aussagefähigsten Messgrößen für die Innovationskraft einer Branche, stellen sie doch die oft notwendige – wenngleich nicht hinreichende – Bedingung für erfolgreiche technologiebasierte Innovationen dar (Koppel, 2011). Darüber hinaus geben sie Auskunft darüber, in welchen Technologiebereichen die betreffenden Unternehmen forschen und somit über die technologische Binnenstruktur einer Branche. Notwendige Voraussetzung für die Erteilung eines Patents wiederum ist eine Patentanmeldung, die dem Anmelder bei erfolgreicher Prüfung durch das Patentamt für einen Zeitraum von typischerweise 20 Jahren exklusive Nutzungsrechte an seiner technischen Erfindung verleiht, was die Berechtigung einschließt, anderen die Benutzung der Erfindung zu untersagen.

Die vorliegende Studie erweitert und ergänzt die bisherige Indikatorik der Innovationskraft, indem sie auf Basis einer Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank erstmals die Patentanmeldungen der deutschen KFZ-Unternehmen ermittelt, konkret diejenigen, die einen expliziten Bezug zum Thema Kraftfahrzeug² aufweisen. Die regionale Verteilung der deutschen Patentanmeldungen lässt bereits einen hohen Beitrag der deutschen KFZ-Unternehmen erwarten. Gemessen an den Beschäftigten werden unter den 85 deutschen Wirtschaftsräumen technologie- und anmelderübergreifend die meisten Patente in den Regionen rund um Stuttgart, Ingolstadt, München, Konstanz und Wolfsburg angemeldet (Berger et al., 2017a). Eben dort haben die großen deutschen KFZ-Hersteller und -Zulieferer ihren Hauptsitz.

Nachdem in Kapitel 2 der vorliegenden Studie die Methodik der Analyse erläutert wurde, gibt Kapitel 3 auf Basis der Analyseergebnisse Antwort auf die folgenden Fragen: Welcher Anteil aller deutschen Patentanmeldungen entfällt aktuell auf den KFZ-Bereich? Leisten dabei Hersteller oder Zulieferer einen höheren Beitrag zum Innovationsgeschehen? In welchen Technologiebereichen sind die deutschen KFZ-Unternehmen besonders forschungsaktiv und wie gut sind sie technologisch für den bereits zu beobachtenden Strukturwandel im Fahrzeugbereich gerüstet?

¹ Vgl. Anger et al. (2018, S. 10) sowie Rammer et al. (2018).

² Ein Kraftfahrzeug wird in dieser Studie als gleisloses Landfahrzeug verstanden, welches vollständig durch einen Motor angetrieben wird und (auch) im Straßenverkehr Einsatz findet, also ein Kraftwagen, ein Kraffrad oder eine entsprechende Zugmaschine, nicht jedoch Eisenbahnen, Schiffe, Flugzeuge sowie Fahrzeuge mit Hilfsmotor zur Unterstützung der menschlichen Kraft (Pedelegs, Hubwagen, etc.) und Arbeitsgeräte ohne Straßenzulassung (Gabelstapler, Aufsitzrasenmäher, etc.). Diese Definition orientiert sich an § 1 Abs. 2 Straßenverkehrsgesetz.

2 Methodik

2.1 Erstellung des Datensatzes

Zur Messung der Innovationskraft der deutschen KFZ-Unternehmen werden Erstanmeldungen (Prioritätsjahr) beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) betrachtet. Im Regelfall kodifizieren in Deutschland ansässige KFZ-Unternehmen ihre innovationsrelevanten Forschungsergebnisse zunächst mittels einer Anmeldung beim DPMA und folglich mit Schutzwirkung für Deutschland. Innerhalb eines Jahres hat der Anmelder dann die Möglichkeit, die Schutzwirkung unter Hinweis auf diese sogenannte Priorität durch eine Nachanmeldung beim Europäischen Patentamt (EPA) oder der World Intellectual Property Organization (WIPO) auch für weitere Länder anzustreben. Bei EPA- oder WIPO-Anmeldungen der deutschen KFZ-Industrie handelt es sich in der Regel um derartige Nachanmeldungen von DPMA-Erstanmeldungen. Diese Nachanmeldungen würden bei einer reinen Fallbetrachtung zu Doppelzählungen führen, da es sich um ein und dieselbe Erfindung handelt. EPA- oder WIPO-Erstanmeldungen werden in der deutschen KFZ-Industrie nur selten genutzt, so dass sie in der vorliegenden Analyse ausgeklammert werden.

Den Ausgangspunkt der Analyse bilden alle rund 420.000 DPMA-Erstanmeldungen der Jahre 2005 bis 2015³, bei denen mindestens ein Anmelder seinen Sitz in Deutschland hatte. Die zugehörigen Informationen wurden mittels einer algorithmusbasierten Big-Data-Analyse gewonnen und sind rund 35.000 verschiedenen Anmeldernennungen zuordenbar. In der Regel handelt es sich bei den Anmeldern um Unternehmen und bei den zugehörigen Erfindern um deren Angestellte. Letztere haben ihre Nutzungsrechte des Patents in der Regel im Rahmen des Arbeitnehmererfindungsgesetzes an ihren Arbeitgeber abgetreten (vgl. auch Abbildung 2-1). Das Unternehmen fungiert somit im Falle einer Patenterteilung als Inhaber der Nutzungsrechte. Ein geringer Prozentsatz von Patenten wird darüber hinaus von sogenannten freien Erfindern angemeldet, Privatpersonen also, die gleichzeitig als Erfinder und Anmelder fungieren. Ein noch geringerer Prozentsatz wird von Hochschulen, öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen, Bundesinstituten oder Ähnliches angemeldet. Für die vorliegende Analyse werden ausschließlich Anmeldungen von Unternehmen berücksichtigt.

2.2 Abgrenzung der KFZ-Unternehmen

Um auf Basis dieses Datensatzes die Patentanmeldungen aus dem KFZ-Bereich sinnvoll erfassen zu können, wurden in einem zweiten Schritt anhand eines Abgleichs mit Unternehmensdatenbanken sowie mittels Internetrecherchen jene Patentanmelder herausgefiltert, deren Geschäftstätigkeit einen dominierenden Schwerpunkt in der oder für die KFZ-Industrie aufweist. Einen ersten Ansatz hierzu bietet die Klassifikation der Wirtschaftszweige (Statistisches Bundesamt, 2010) mit den dort aufgeführten Wirtschaftszweigen 29.1 (Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren), 29.2 (Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern) sowie 29.3

³ Da Patentinformationen in der Regel erst frühestens 18 Monate nach der Anmeldung offengelegt werden, bildet das Jahr 2015 den aktuellsten verfügbaren Datenstand eines vollständigen Jahres.

(Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen). Unternehmen aus diesen Wirtschaftszweigen sind geschlossenen Gegenstand der vorliegenden Analyse. Hinzu kommen Hersteller sonstiger Fahrzeuge wie etwa von Traktoren oder Motorrädern, die in den Wirtschaftszweigen 28.3 (Herstellung von land- und fortwirtschaftlichen Maschinen) respektive 30.9 (Herstellung von sonstigen Fahrzeugen) subsumiert sind. Ebenfalls Teil des Unternehmenssamples sind weitere Unternehmen, die eine dominierende Geschäftstätigkeit im KFZ-Bereich aufweisen. So erbringen beispielsweise zahlreiche spezialisierte Entwicklungsdienstleister Forschung und Entwicklung im Auftrag von oder in Kooperation mit Herstellern und Zulieferern. Diese Unternehmen, die gemäß der Branchenlogik den Wirtschaftszweigen 71.1 (Architektur- und Ingenieurbüros) beziehungsweise 72.1 (Forschung und Entwicklung im Bereich Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin) und damit dem Dienstleistungsbereich zugeordnet sind, werden ebenso in die Analyse aufgenommen wie beispielsweise metallverarbeitende Unternehmen, welche prioritär die KFZ-Industrie beliefern. Nicht berücksichtigt werden hingegen Unternehmen aus den nachgelagerten Wirtschaftszweigen KFZ-Reparatur und -Handel, da sie keine quantitativ relevante Patentierungsaktivität verzeichnen. Ebenso ausgeschlossen werden Unternehmen, die zwar die KFZ-Industrie beliefern, in einem relevanten Ausmaß jedoch auch Kunden in anderen Wirtschaftszweigen und jenseits des Themas Kraftfahrzeug. Als Beispiele für Unternehmen dieser Kategorie dienen Siemens und ThyssenKrupp. Zwar wird hierdurch womöglich ein Teil der KFZ-bezogenen Patentanmeldungen nicht erfasst, doch wird die Grundgesamtheit der KFZ-Unternehmen hierdurch möglichst trennscharf gehalten. Die Alternative bestünde darin, zahlreiche Patentanmeldungen mitzuzählen, die ersichtlich keinen KFZ-Bezug aufweisen, ohne diese in einer späteren Kontrolle der Technologiebereiche (vgl. Abschnitt 2.3) noch eliminieren zu können.

Bei der Analyse des Anmeldeverhaltens zeigte sich, dass viele Konzerne Patente im Namen ihrer Tochtergesellschaften anmelden. Um präzise und vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wurde eine entsprechende Konsolidierung auf Konzernebene vorgenommen, was sich als besondere Herausforderung erwiesen hat. Allein die Continental AG hat zwischen 2005 und 2015 rund 50 verschiedene Anmeldersynonyme im Sinne von Tochtergesellschaften oder alternierenden Schreibweisen verwendet.

2.3 Abgrenzung der KFZ-Technologie

Ergänzend zu der Branchenperspektive wird in der vorliegenden Studie auch die technologische Perspektive berücksichtigt. Einige Unternehmen, darunter insbesondere Technologiekonzerne wie Bosch, weisen zwar einen eindeutigen KFZ-Schwerpunkt auf, melden aber beispielsweise auch zahlreiche Patente für Weißware oder elektrische Handwerkzeuge an. Diese Patentanmeldungen weisen keinerlei Bezug zum Thema Kraftfahrzeug auf und werden in der vorliegenden Analyse ausgeschlossen. In einem dritten Schritt wurde hierzu die Internationale Patentklassifikation (IPC) angewendet, um aus den Patentanmeldungen der gemäß Abschnitt 2.2 ermittelten KFZ-Unternehmen jene Technologieklassen herauszufiltern, die einen expliziten KFZ-Kontext aufweisen. Auf jeder Patentanmeldung werden eine oder mehrere IPC-Gruppen vermerkt, denen die zugrundeliegende Erfindung zugeordnet werden kann. Die IPC teilt Patentanmeldungen in ein stark differenziertes hierarchisches System ein (DPMA, 2018), wobei zum Zwecke dieser Analyse auf der untersten Hierarchieebene alle Untergruppen mit ihrer jeweiligen Hauptgruppe

zu einer gemeinsamen IPC-Gruppe zusammengefasst wurden, in Summe etwa 50.000. In etwa 3.800 davon haben deutsche KFZ-Unternehmen während der Jahre 2005 bis 2015 Patente angemeldet. Diese 3.800 IPC-Gruppen wurden händisch kontrolliert und danach klassifiziert, ob es sich um eine im Wesentlichen KFZ-spezifische, eine zumindest KFZ-affine oder um keine KFZ-affine IPC-Gruppe handelt. Entscheidendes Kriterium ist dabei der technologische Bezug.

KFZ-spezifische IPC-Gruppen weisen einen dominierenden technologischen Bezug zum Thema KFZ auf. Ein typisches Beispiel für eine KFZ-spezifische IPC-Gruppe ist die B60K 6.⁴ Diese IPC-Gruppe wurde im Jahr 2015 insgesamt 399-mal in Patentanmeldungen verwendet, wovon 378 Nennungen oder 95 Prozent auf KFZ-Unternehmen entfallen. **KFZ-affine** IPC-Gruppen haben aus Sicht der KFZ-Unternehmen den Charakter einer Querschnittstechnologie, das heißt, sie weisen einen positiven, jedoch keinen exklusiven technologischen Bezug zum Thema KFZ auf und werden gleichzeitig in einem relevanten Ausmaß auch von Unternehmen jenseits des KFZ-Bereichs verwendet. Ein typisches Beispiel für eine KFZ-affine IPC-Gruppe ist die C21D 1.⁵ Diese IPC-Gruppe wurde im Jahr 2015 insgesamt 58-mal in Patentanmeldungen verwendet, wovon 32 Nennungen oder 55 Prozent auf KFZ-Unternehmen entfallen. In Kombination mit der Anmeldung durch ein KFZ-Unternehmen wird bei diesen KFZ-affinen IPC-Gruppen ein expliziter KFZ-Bezug sehr wahrscheinlich. **Nicht KFZ-affine** IPC-Gruppen weisen hingegen keinen technologischen Bezug zum Thema KFZ auf, selbst wenn sie im Einzelfall sogar in einem dominanten Ausmaß von KFZ-Unternehmen verwendet werden. Ein typisches Beispiel für eine nicht KFZ-affine IPC-Gruppe ist die D06F 23.⁶ Diese IPC-Gruppe wurde im Jahr 2015 insgesamt 9-mal in Patentanmeldungen verwendet, wovon 7 Nennungen oder 78 Prozent auf KFZ-Unternehmen entfallen. Im Zuge der technologischen Sichtung wurden knapp 1.700 der von KFZ-Unternehmen verwendeten 3.800 IPC-Gruppen als nicht KFZ-affin eingeordnet. Patentanmeldungen, die auch nur eine dieser nicht KFZ-affinen IPC-Gruppen enthielten, wurden von der weiteren Betrachtung in Gänze ausgespart. Dabei handelte es sich beispielsweise um Kühlschränke, Waschmaschinen, Stichsägen etc.

2.4 Auswertung des Datensatzes

Da sich die IW-Patentdatenbank noch im Aufbau befindet, erfolgt die Ergebnisauswertung des Datensatzes zunächst für das Jahr 2015. Eine Fortschreibung der Ergebnisse sowie der Aufbau einer entsprechenden Zeitreihe sind in Planung. Die Zuordnung einer Patentanmeldung auf die Ergebniskategorien erfolgt in sämtlichen Auswertungsdimensionen gleichgewichtet fraktioniert. Im Regelfall eines einzigen Anmelders mit Sitz in Deutschland wird eine Patentanmeldung mit dem Faktor 1, im Fall mehrerer deutscher Anmelder paritätisch erfasst, jedoch in Summe mit dem Faktor 1. Im Fall eines oder mehrerer Anmelder mit ausländischem Wohnsitz erfolgt

⁴ Anordnung oder Einbau mehrerer unterschiedlicher Antriebsmaschinen zum wechselweisen oder gemeinsamen Antrieb, z. B. Hybrid-Antriebssysteme mit Elektromotoren und Brennkraftmaschinen mit innerer Verbrennung

⁵ Allgemeine Verfahren oder Vorrichtungen für die Wärmebehandlung, z. B. Glühen, Härten, Abschrecken oder Anlassen

⁶ Waschmaschinen mit Behältern, z. B. gelochten, die beim Waschen rotieren, z. B. mit Drehrichtungsumkehr, wobei derselbe Behälter zum Waschen und Entwässern durch Schleudern dient

dies ebenfalls paritätisch, jedoch abzüglich der ausländischen Anmeldern zuordenbaren Patentanteile und folglich mit einem Faktor kleiner eins.⁷

Als fiktives Beispiel diene eine gemeinschaftliche Anmeldung eines deutschen Zulieferers mit einem deutschen Hersteller und einem US-amerikanischen Entwicklungsdienstleister. Auf dieser Patentanmeldung seien drei IPC-Gruppen vermerkt, von denen jede entweder als KFZ-spezifisch oder aber KFZ-affin kategorisiert wurde (vgl. Abschnitt 2.3). In diesem Fall erhält jede der IPC-Gruppen den Wert ein Drittel, der im Falle der deutschen Anmelder auch einem der Technologiecluster aus Abschnitt 3.4 zugerechnet wird. Sobald hingegen auch nur eine der drei IPC-Gruppen als nicht KFZ-affin kategorisiert wurde, fällt die Patentanmeldung geschlossen aus der Analyse heraus.⁸

Bei der Zuordnung in der Kategorie Anmelder wird dem Hersteller beziehungsweise dem Zulieferer jeweils der Wert ein Drittel zugewiesen, der US-amerikanische Entwicklungsdienstleister erhält hingegen den Wert Null. Somit werden in Summe nur die zwei Drittel der Patentanmeldung gewertet, die auf die beiden deutschen KFZ-Unternehmen entfallen. Fraktionierte Werte von Anmeldern, die nicht als KFZ-Unternehmen kategorisiert wurden, entfallen bei der Kumulierung ebenso wie grundsätzlich jene von Anmeldern mit Sitz im Ausland. Sämtliche fraktionierte Werte größer Null werden entsprechend der Kategorie des jeweiligen Anmelders einer der Kategorien „Zulieferer“, „Hersteller“ etc. zugerechnet (vgl. Abschnitt 3.2).

Unter dem Strich lautet die relevante Frage in der vorliegenden Studie nicht, wie viele Patente Unternehmen aus den Wirtschaftszweigen 29.1 bis 29.3 anmelden, sondern wie viele Patente deutsche Unternehmen mit einer dominierenden Geschäftstätigkeit im KFZ-Bereich in solchen Technologiebereichen anmelden, die auch tatsächlich einen expliziten KFZ-Bezug aufweisen. Entsprechend werden in der vorliegenden Studie nur solche DPMA-Erstanmeldungen von Unternehmen analysiert, bei denen

1. mindestens ein Anmelder seinen Sitz in Deutschland hat (Regionalbezug),
2. die Geschäftstätigkeit dieses Anmelders einen dominierenden Schwerpunkt in der oder als Zulieferer für die KFZ-Industrie aufweist (Branchenbezug) und
3. das angemeldete Patent einen expliziten Bezug zur KFZ-Technologie hat (Technologiebezug).

⁷ Da in dieser Analyse die Innovationsleistung von KFZ-Unternehmen mit Sitz in Deutschland gemessen wird (vgl. auch Abschnitt 2.5), werden hierdurch folglich die Anteile von Co-Anmeldern mit ausländischem Sitz eliminiert.

⁸ Zur Verdeutlichung dieser Logik dienen zwei fiktive Patentanmeldungen, die jeweils der IPC-Gruppe "Elektromotoren" und einer weiteren IPC-Gruppe zugeordnet seien. In Kombination mit der KFZ-spezifischen IPC-Gruppe B60J 1 (Fenster, Windschutzscheiben und bewegbare Dächer, Türen oder Ähnliches für Fahrzeuge) handelt es sich bei der Patentanmeldung um einen KFZ-Fensterheber oder Ähnliches, in Kombination mit der nicht KFZ-affinen IPC-Gruppe B25D 11 (Tragbare Schlagwerkzeuge mit elektromotorischem Antrieb) jedoch um eine Schlagbohrmaschine.

2.5 Exkurs 1: Patentanmeldungen ausländischer Mutterkonzerne

Eine Besonderheit der deutschen KFZ-Unternehmen stellen deutsche Tochtergesellschaften dar, deren ausländische Mutterkonzerne als Patentanmelder fungieren. Diese Situation ist insbesondere bei Ford und Opel gegeben. Im Fall von Ford wurden im Jahr 2015 insgesamt 238 DPMA-Erstanmeldungen über die Ford Global Technologies mit Sitz in Dearborn (USA) und im Fall von Opel 169 über die GM Global Technology Operations mit Sitz in Delaware (USA) angemeldet, bei denen mindestens ein und in der Regel sogar alle zugehörigen Erfinder in Deutschland wohnhaft waren. Nicht zuletzt aufgrund der bei diesen Anmeldungen typischerweise gegebenen Nähe der Erfinderwohnsitze (siehe Abbildung 2-1) zu den deutschen Produktions- und Forschungseinrichtungen von Ford und Opel (u. a. in Köln, Aachen und Rüsselsheim) ist davon auszugehen, dass diese Innovationen maßgeblich in den deutschen Tochtergesellschaften entwickelt, jedoch im Namen der US-amerikanischen Mutterkonzerne angemeldet wurden.

Abbildung 2-1: Anmeldung eines vermutlich von Opel entwickelten GM-Patents



(12) Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 015 939.9**
 (22) Anmeldetag: **08.12.2015**
 (43) Offenlegungstag: **08.06.2017**

(51) Int Cl.: **B60N 2/42 (2006.01)**
B60N 2/015 (2006.01)
B60N 2/07 (2006.01)

(71) Anmelder: GM Global Technology Operations LLC (n. d. Ges. d. Staates Delaware), Detroit, Mich., US	(72) Erfinder: Mildner, Udo, 65428 Rüsselsheim, DE; Teske, Lothar, 63743 Aschaffenburg, DE
(74) Vertreter: Spitzfaden, Ralf, Dr., 65428 Rüsselsheim am Main, DE	(56) Ermittelter Stand der Technik: DE 39 28 869 A1 DE 10 2010 045 997 A1 US 2006 / 0 202 513 A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftfahrzeugsitzanordnung**

Quelle: DPMA, 2018c

Aus Sicht des Wirtschaftsstandorts Deutschland bildet dieser Umstand einen entscheidenden Unterschied, denn die wichtigen Kontroll- und Nutzungsrechte der möglichen Patente liegen nicht in Deutschland. Auch fließen mögliche Lizenzgebühren nicht an die Tochtergesellschaft. Dieses sprichwörtliche Tafelsilber ist von elementarer Bedeutung für die Innovationskraft, denn andernfalls sind die Tochtergesellschaften in der Regel auf Lizenzen durch den Mutterkonzern angewiesen. Dass sich dieser Umstand als gravierender Nachteil für die Tochtergesellschaften

erweisen kann, war nicht zuletzt im Rahmen der Übernahme von Opel durch PSA zu beobachten. Dagegen ist eine im Ausland entwickelte, aber von einem deutschen Mutterkonzern kontrollierte Patentanmeldung (wie sie beispielsweise im Falle der brasilianischen Tochtergesellschaft von VW gegeben ist), aus Sicht des Wirtschaftsstandorts Deutschland diametral entgegengesetzt zu bewerten. Folglich werden letztere in der vorliegenden Studie dem deutschen KFZ-Standort zugerechnet, erstere hingegen nicht. Die obigen Opel- und Ford-Patentanmeldungen repräsentieren einen Anteil von rund 2,5 Prozent gemessen an den Patentanmeldungen, die von deutschen Herstellern, Zulieferern etc. getätigt und kontrolliert werden.

2.6 Exkurs 2: Branchen-Technologie-Konkordanz

Der auch in heutigen Analysen noch regelmäßig verwendete Ansatz einer Branchen-Technologie-Konkordanz stammt von Schmoch et al. (2003). Die Autoren haben im Rahmen ihrer grundlegenden Arbeit die Beziehungen zwischen IPC-Unterklassen, also Aggregaten aus mehreren IPC-Gruppen, und -Branchen untersucht und daraus eine entsprechende Matrix abgeleitet. Aus verschiedenen Gründen wurde diese Konkordanz für die vorliegende Studie jedoch nicht verwendet. Erstens weist die Konkordanz von Schmoch et al. (2003) IPC-Unterklassen exklusiv bestimmten Branchen zu und zwar jenen, die den höchsten Anteil an Patenten in dieser IPC-Unterkategorie auf sich vereinen. Durch dieses Vorgehen ist es zwar möglich, den technologischen Kern einer Branche, nicht jedoch deren gesamte technologische Struktur zu erfassen. Wie nicht anders zu erwarten, zählen bei Schmoch et al. (2003) der Verbrennungsmotor und viele weitere der auch in der vorliegenden Studie als KFZ-spezifisch erfassten IPC-Gruppen zum Kern des Fahrzeugbaus. Zum Gesamtportfolio des Fahrzeugbaus gehören aber nun einmal, wie die Liste im Anhang (https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2018/IW-Report_2018-34_Anhang_Patentleistung_KFZ_Unternehmen.xlsx) dieser Studie sowie die Ergebnisse aus Abschnitt 3.4 dokumentieren, auch zahlreiche Querschnittstechnologien wie beispielsweise Digitalisierung oder Werkstoffe. Diese sind für den KFZ-Bereich von elementarer Bedeutung, werden in der Konkordanz von Schmoch et al. (2003) jedoch exklusiv anderen Branchen zugeordnet.

Zweitens zeigen die Ausführungen zur Abgrenzung des Fahrzeugbaus in Abschnitt 2.2, dass eine Beschränkung auf dessen Kernbranchen, wie sie in Schmoch et al. (2003) Anwendung findet, wesentliche KFZ-spezifische Unternehmen außer Acht lässt. Drittens erweist es sich als Problem, dass der Datenstand in Schmoch et al. (2003) im Wesentlichen die Jahre vor 2000 beinhaltet. Jede Konkordanz kann jedoch infolge technologischen Fortschritts nur für einen begrenzten Zeitraum Gültigkeit aufweisen und verliert mit der Zeit notwendigerweise an Präzision. Mit Bezug auf den KFZ-Bereich sind beispielsweise ganze IPC-Unterklassen wie die B60W (u. a. Steuerungs- oder Regelungssysteme besonders ausgebildet für Hybrid-Fahrzeuge) oder B33Y (Additive [generative] Fertigungstechnik) neu hinzugekommen, die in der ursprünglichen Konkordanz nicht einmal existierten. Auch haben im KFZ-Bereich in den zurückliegenden Jahren gravierende Strukturverschiebungen innerhalb von und zwischen Technologiebereichen stattgefunden. Durch die zusätzliche Kategorie der KFZ-affinen IPC-Gruppen ist die vorliegende Studie in der Lage, nicht nur den Kern der Fahrzeugtechnologie, sondern deren gesamtes Spektrum inklusive der Querschnittstechnologien zu erfassen. Unter dem Strich sind Querschnittstechnologien wie Elektronik, Werkstoffe etc. inzwischen sogar von größerer Bedeutung als der klassische Kernbereich rund um den Verbrennungsmotor (vgl. Abschnitt 3.4).

3 Anwendungsfall: Auswertung der Patentanmeldungen der deutschen Kraftfahrzeugbranche im Jahr 2015

Wie im voranstehenden Kapitel beschrieben, haben wir im Rahmen der methodischen Vorarbeiten unter Verwendung eines Bottom-Up-Ansatzes Unternehmen und Technologieklassen identifiziert, die wir der deutschen Kraftfahrzeugbranche zurechnen können. In einem nächsten Schritt haben wir auf dieser Basis die Patentanmeldungen des Jahres 2015 ausgewertet und die Patentleistung der Unternehmen analysiert, die wir der deutschen Kraftfahrzeugbranche zugeordnet haben. Das Ergebnis bildet den aktuell erfassbaren Rand der Patentleistung ab (vgl. Fußnote 3).

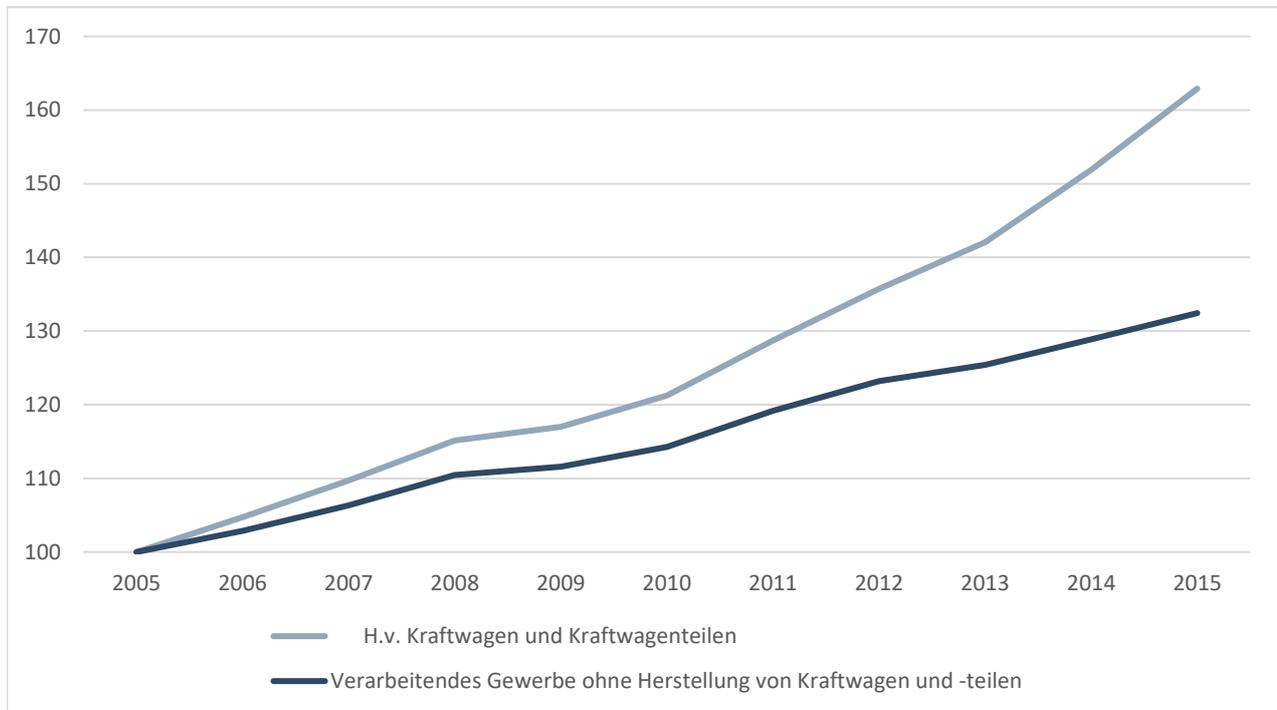
Für die vorliegende Analyse wurden für das Jahr 2015 technologie- und anmelderübergreifend insgesamt 38.196 DPMA-Erstanmeldungen ermittelt, von denen abzüglich der kumulierten Anteile ausländischer Co-Anmelder rund 38.080 vollpatentäquivalente Anmeldungen auf Anmelder mit Sitz in Deutschland entfallen (Filter: Deutschland). Von diesen entfallen abzüglich der reinen Anmeldungen durch Nicht-KFZ-Unternehmen sowie deren kumulierter Anteile von Co-Anmeldungen mit KFZ-Unternehmen rund 17.321 vollpatentäquivalente Anmeldungen auf KFZ-Unternehmen mit Sitz in Deutschland (Filter: KFZ-Unternehmen). Von diesen Anmeldungen wiederum entfallen rund 15.195 vollpatentäquivalente Anmeldungen auf ausschließlich KFZ-spezifische oder -affine IPC-Gruppen (Filter: KFZ-Technologie).⁹ Damit zeichnen KFZ-Patente (sprich: Anmeldungen deutscher KFZ-Unternehmen im Bereich KFZ-Technologie) für 40 Prozent aller DPMA-Erstanmeldungen des Jahres 2015 verantwortlich.

Dieser sehr hohe Anteil an den gesamten Patentanmeldungen des Jahres 2015 unterstreicht die hohe Bedeutung der KFZ-Unternehmen für die Innovationsleistung in Deutschland. Die Ergebnisse passen dabei gut zu anderen Indikatoren für die Bedeutung der Branche als Treiber von Forschung und Entwicklung in Deutschland. Zu nennen sind hier die bereits in der Einleitung genannten forschungs- und innovationsrelevanten Indikatoren. Aber auch die Erhebungen der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (Statistisches Bundesamt, 2018) unterstreichen den deutlich überproportionalen Anteil der KFZ-Branche an der Forschungsleistung in Deutschland. Einen Hinweis in dieser Richtung liefert die Entwicklung des Bruttoanlagevermögens in Sonstigen Anlagen (Geistiges Eigentum, Nutztiere und Nutzpflanzungen) seit dem Jahr 2005. In der Branchenabgrenzung des Statistischen Bundesamtes – die nicht komplett deckungsgleich mit der im Rahmen der Studie entwickelten Branchenabgrenzung ist – haben die Hersteller von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (also die Wirtschaftszweige 29.1 bis 29.3) ihr Anlagevermögen in Form von geistigem Eigentum zwischen 2005 und 2015 um etwas mehr als 63 Prozent gesteigert (s. Abbildung 3-1). Im verarbeitenden Gewerbe ohne die Hersteller von Kraftwagen und Kraftwagenteilen wuchs diese Anlagekategorie hingegen um etwa 32 Prozent.

⁹ Das heißt, kumuliert 2.126 der kumuliert 17.321 vollpatentäquivalenten Anmeldungen von deutschen KFZ-Unternehmen und damit eine quantitativ relevante Menge wurden aufgrund eines fehlenden KFZ-Bezugs nicht mitgezählt, weil es sich dabei beispielsweise um Waschmaschinen, Schlagbohrer, o. Ä. handelte.

Abbildung 3-1: Bruttoanlagevermögen (Sonstige Anlagen) zu Wiederbeschaffungspreisen; 2005 = 100

Die sonstigen Anlagen umfassen Investitionen in geistiges Eigentum (Software und Datenbanken, Forschung und Entwicklung, Urheberrechte, Suchbohrungen), Nutztiere und Nutzpflanzungen



Quelle: Statistisches Bundesamt, 2018

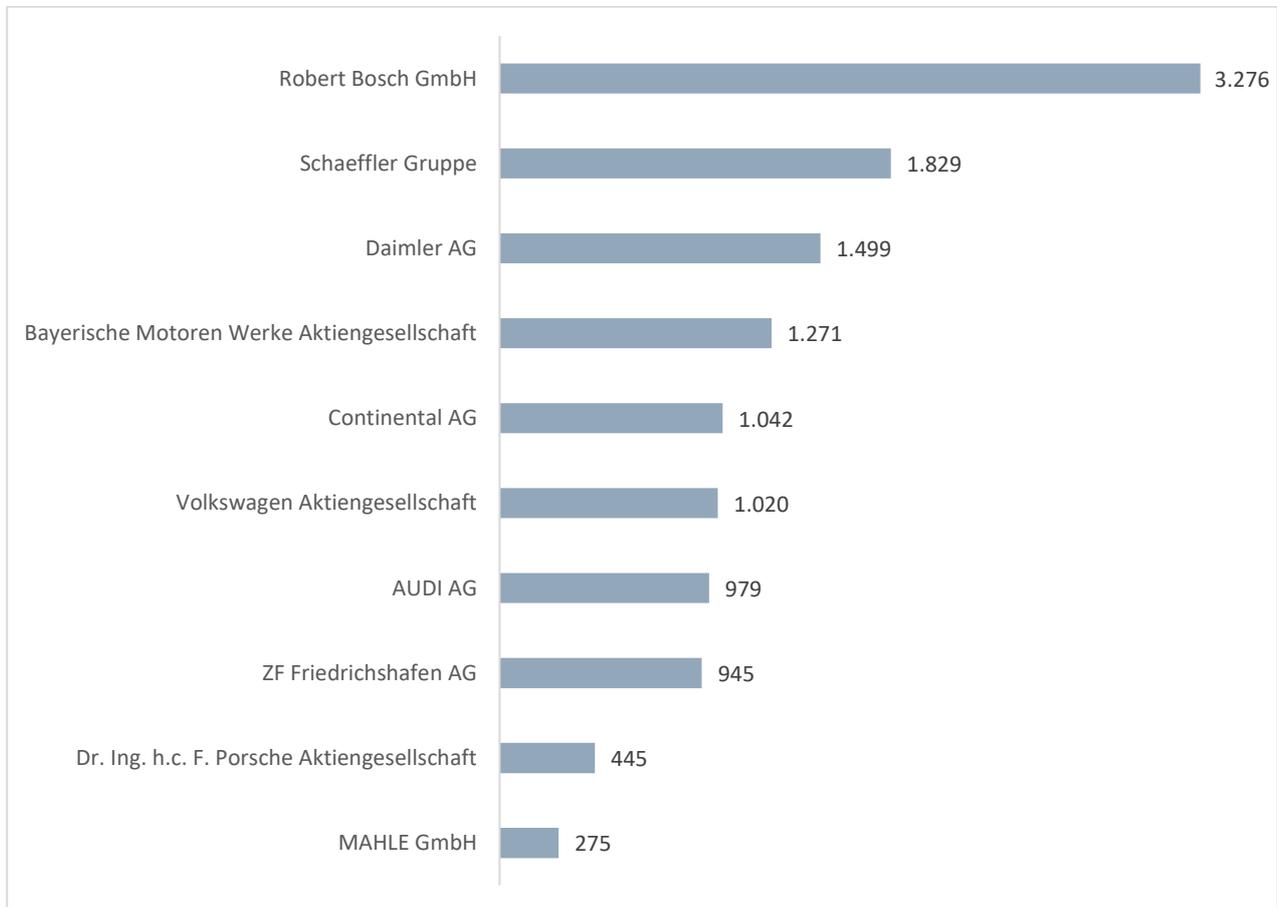
Hierbei ist anzumerken, dass der Abstand zwischen der Kraftfahrzeugbranche und dem restlichen verarbeitenden Gewerbe am aktuellen Rand sichtbar zunimmt. Bis etwa zum Jahr 2000 hin gab es hingegen keinen nennenswerten Entwicklungsunterschied zwischen den beiden Gruppen. Zieht man zudem die Megatrends in der globalen Fahrzeugindustrie wie etwa die Elektrifizierung des Antriebsstrangs oder das autonome Fahren (Buss/Berking, 2018) in Betracht, so spricht aus heutiger Sicht vieles dafür, dass der Anteil der Kraftfahrzeugbranche an den Patentanmeldungen der Folgejahre eher noch steigen dürfte.

3.1 Identifizierung der patentaktiven Unternehmen im Jahr 2015

Im Rahmen der methodischen Vorarbeiten wurde ein Sample von patentaktiven Unternehmen identifiziert, welche wir der deutschen Kraftfahrzeugbranche zurechnen. Aus dieser Gruppe waren 226 Unternehmen im Jahr 2015 patentaktiv, traten also mindestens einmal als Anmelder eines Patents in Erscheinung. Die weitere Analyse dieser Unternehmen zeigte zudem erhebliche Unterschiede in der Patentaktivität der Unternehmen. Besonders augenfällig ist die Konzentration der Patentanmeldungen auf vergleichsweise wenige Unternehmen. Unter Berücksichtigung der fraktionierten Zählweise (vgl. Abschnitt 2.4) kamen lediglich 84 Unternehmen auf mehr als fünf vollpatentäquivalente Anmeldungen mit KFZ-Bezug, nur 16 Unternehmen meldeten mehr als 100 an. Stolze 12.579 vollpatentäquivalente Anmeldungen entfielen hingegen auf die zehn patentaktivsten Unternehmen im Sample (s. Abbildung 3-2).

Abbildung 3-2: Die Top-10 der Patentanmelder aus der KFZ-Branche im Jahr 2015

Vollpatentäquivalente Anmeldungen in zumindest KFZ-affinen IPC-Gruppen

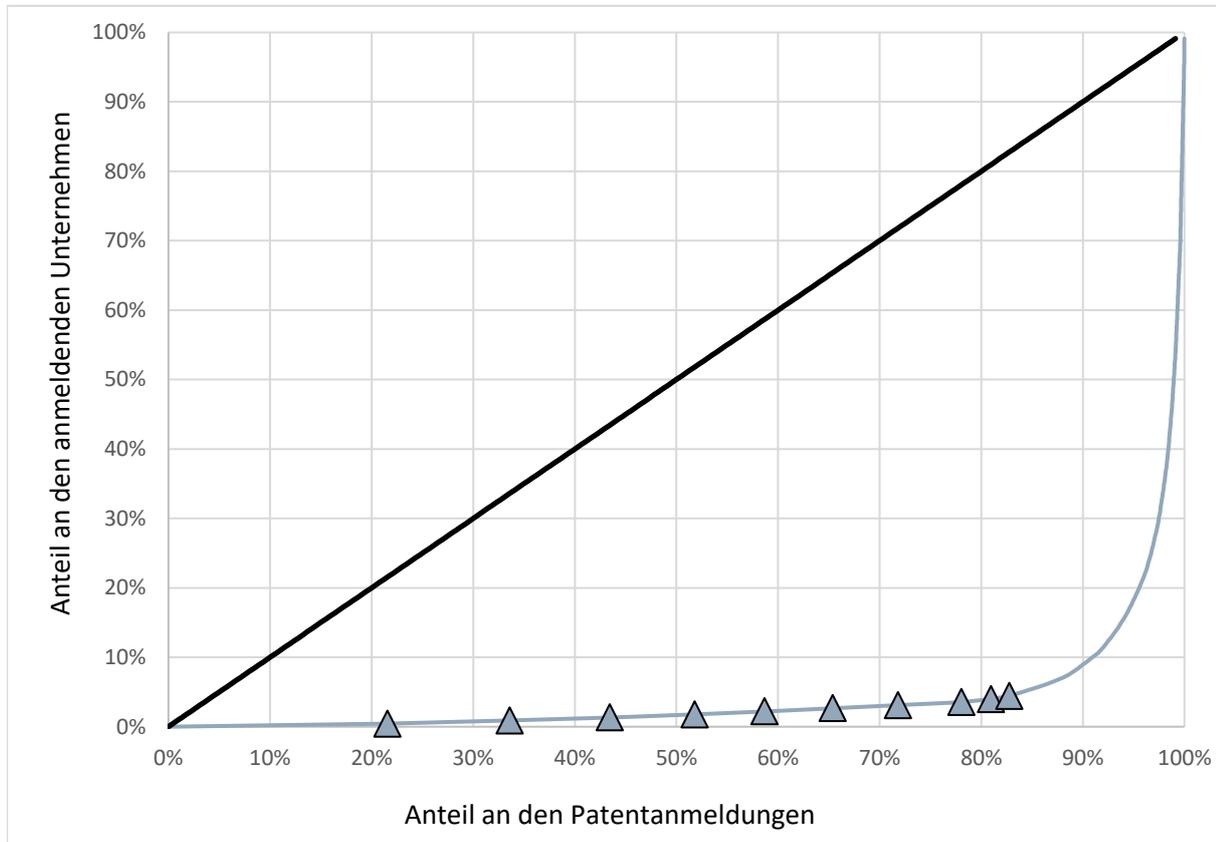


Quelle: IW-Patentdatenbank; DPMA, 2018c, eigene Berechnungen

Das entspricht einem Anteil von fast 83 Prozent an den der Kraftfahrzeugbranche zugerechneten Patentanmeldungen des Untersuchungsjahres. Aber auch unter den zehn anmeldestärksten Unternehmen sind die Diskrepanzen sehr groß. Das anmeldestärkste Unternehmen des Jahres 2015 hatte fast zwölfmal so viele vollpatentäquivalente Anmeldungen vorzuweisen, wie die Nummer zehn auf der Liste. Diese starken Unterschiede führen zu einer sehr hohen Konzentration der Patenaktivität auf sehr wenige Unternehmen, die sich in Form einer Lorenzkurve gut illustrieren lässt (s. Abbildung 3-3). In der folgenden Darstellung ist die kumulierte Häufigkeit der vollpatentäquivalenten Anmeldungen über die patentaktiven KFZ-Unternehmen im Jahr 2015 geplottet, wobei die zehn in Abbildung 3-2 aufgeführten Unternehmen gesondert markiert sind.

Abbildung 3-3: Starke Konzentration der Patentanmeldungen

Kumulierter Anteil der vollpatentäquivalenten Anmeldungen über die patentaktiven KFZ-Unternehmen im Jahr 2015



Quelle: IW-Patentdatenbank; DPMA, 2018c; eigene Berechnungen

Dabei ist zu erwähnen, dass wir aufgrund der im Datensatz zu beobachtenden Anmeldestrategie des Unternehmens drauf verzichtet haben, für den Volkswagenkonzern eine Konsolidierung der Patentanmeldungen auf Konzernebene vorzunehmen. Rechnet man die oben angegebenen Patentanmeldungen von Volkswagen, Audi und Porsche zusammen und addiert die Anmeldungen des Nutzfahrzeugherstellers MAN SE – der in der Liste der patentaktiven Unternehmen der Kraftfahrzeugbranche im Jahr 2015 auf Platz zwölf steht – hinzu, so ergibt sich für den Volkswagenkonzern in der fraktionierten Zählweise eine Gesamtsumme von 2.589,6 vollpatentäquivalenten Anmeldungen für das Untersuchungsjahr. Unter Nutzung eines konsolidierten Volkswagenkonzerns würde sich die Patentleistung der zehn patentaktivsten Unternehmen des Jahres 2015 auf 13.014,1 vollpatentäquivalente Anmeldungen erhöhen. Damit betrüge ihr Anteil an der gesamten vollpatentäquivalenten Anmeldeaktivität der Kraftfahrzeugbranche im Jahr 2015 bereits 85,6 Prozent und die oben stehende Abbildung legt nahe, dass dieser Wert sehr stabil ist.

3.2 Patentanmeldungen nach Herstellern und Zulieferern

In der Liste der zehn patentaktivsten Unternehmen (s. Abbildung 3-2) stehen ausschließlich bekannte Namen aus der Branche. Neben den bekannten deutschen Herstellern finden sich in dieser Liste auch die größten Automobilzulieferer Deutschlands. Das legt bereits nahe, dass der

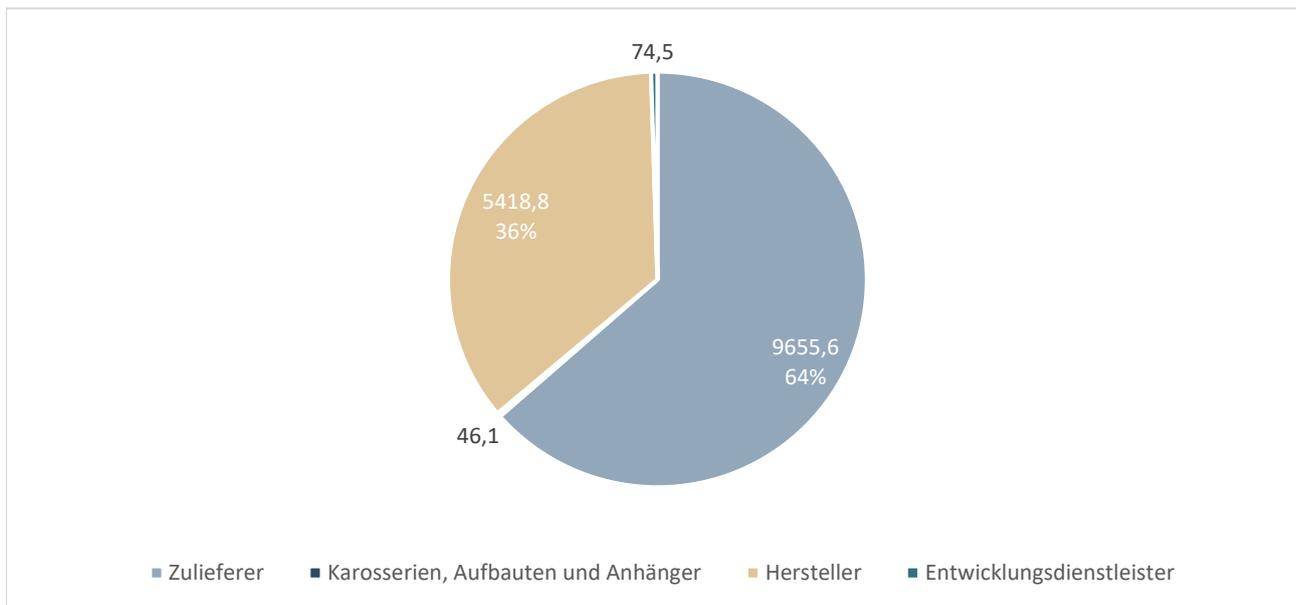
Hauptanteil der Innovationen von den großen Unternehmen im oberen Bereich der Wertschöpfungskette generiert wird.

Es war der Anspruch dieser Untersuchung, die Wertschöpfungskette der Kraftfahrzeugbranche möglichst komplett abzubilden. Daher gehören natürlich alle Kraftfahrzeughersteller zu den analysierten Unternehmen, die weitaus meisten der 226 patentaktiven KFZ-Unternehmen entfallen aber auf die Gruppe der Zulieferer. Diese Gruppe deckt die Spanne vom Systemzulieferer bis hin zu Firmen ab, die einzelne Komponenten für Jene fertigen. Neben Fahrzeugherstellern und Zulieferern haben wir zudem die Hersteller von Anhängern, Aufbauten und Sonderfahrzeugen und Entwicklungsdienstleister als eigene Gruppen in unserem Unternehmenssample definiert.

In einem weiteren Analyseschritt haben wir die Patentaktivität des Jahres 2015 auf diese vier Gruppen aufgeteilt (s. Abbildung 3-4), um herauszufinden, an welchen Stellen der Wertschöpfungskette die meisten Patente angemeldet wurden.

Abbildung 3-4: Innovationsstarke Zulieferindustrie

Vollpatentäquivalente Anmeldungen des Jahres 2015 nach KFZ-Unternehmenstypen



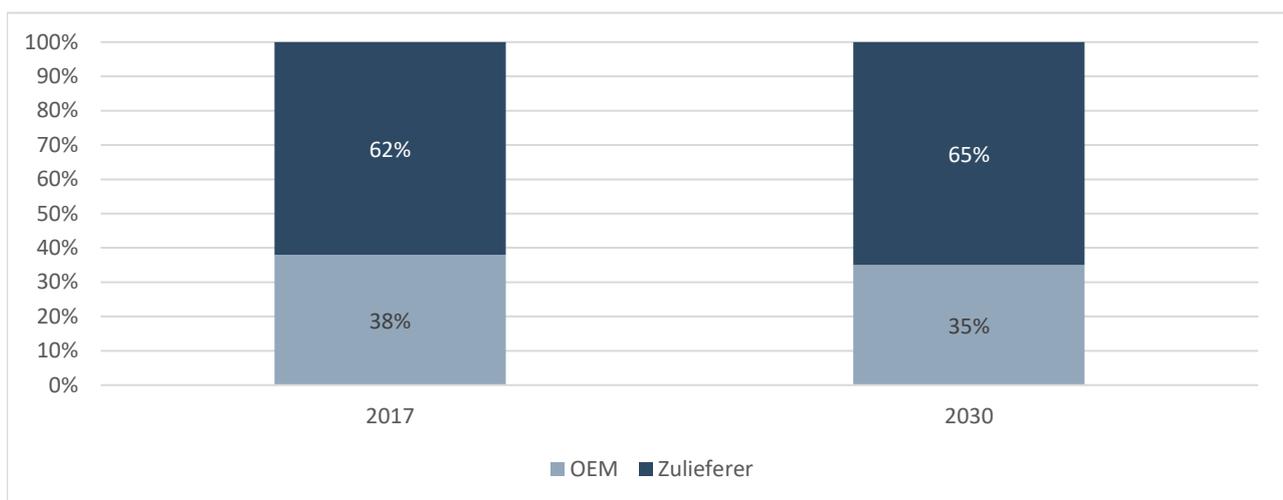
Quelle: IW-Patentdatenbank; DPMA, 2018c; eigene Berechnungen

Auch hier zeigt sich ein eindeutiges Bild. Die Patentaktivität fand zu fast zwei Dritteln bei den Zulieferern statt, wobei die absolute Masse der Anmeldungen auf die großen Systemzulieferer entfällt. Die zehn patentaktivsten Zulieferer kamen 2015 auf etwas mehr als 8.017 vollpatentäquivalente Anmeldungen, also in etwa 83 Prozent aller vollpatentäquivalenten Anmeldungen aus dieser Untergruppe. Die Fahrzeughersteller meldeten etwas mehr als ein Drittel der Vollpatentäquivalente der deutschen Kraftfahrzeugbranche an, was gemessen an der geringen Zahl von Fahrzeugherstellern eine beachtliche Quote darstellt. An dieser Stelle ist aber auch zu erwähnen, dass die Analyse der Patentanmeldungen die Nutzungsrechte an den angemeldeten Erfindungen abbildet. Das kann dazu führen, dass Auftragsforschungen nicht dem Innovator,

sondern dem Auftraggeber zugerechnet werden. Dies dürfte die wesentliche Erklärung für die vermeintlich geringe Patentaktivität der Entwicklungsdienstleister sein. Ihre Bedeutung für die Patentanmeldungen wird in unserer Betrachtung notwendigerweise untererfasst, da sie oftmals nicht als Patentanmelder auftreten. Dasselbe Problem kann auch im Binnenverhältnis von Fahrzeughersteller und Zulieferer existieren, da größere Teile der Wertschöpfung – und auch der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten – von den Fahrzeugherstellern an die Zulieferer ausgelagert werden (Stifterverband, 2015). Selbst wenn jedoch die tatsächliche Forschungs- und Patentaktivität infolge dieses Umstands am unteren/oberen Ende der Wertschöpfungskette leicht unter-/übererfasst wird, so verbleibt doch unter dem Strich eine deutliche Dominanz der Zulieferer, die sich im Übrigen auch mit anderen Kennzahlen aus der Branche deckt. So sorgen die Zulieferer auch für den Großteil der Wertschöpfung in der globalen Kraftfahrzeugbranche. Am aktuellen Rand werden den Zulieferern näherungsweise zwei Drittel der Gesamtwertschöpfung zugeschrieben (s. Abbildung 3-5). In Deutschland mit seiner starken Zulieferindustrie ist eher von einem Wertschöpfungsanteil von bis zu 70 Prozent auszugehen.

Abbildung 3-5: Globale Wertschöpfungsanteile nach Typ der Marktteilnehmer

Angabe in Prozent der Wertschöpfung in der Produktion von Automobilen



Quelle: Buss / Berking, 2018, S. 55

Die obige Prognose geht sogar davon aus, dass der Wertschöpfungsanteil der Zulieferer in Zukunft weiter steigen wird (s. Abbildung 3-5). Als Treiber treten hier erneut Megatrends wie die Elektrifizierung des Antriebsstrangs und das automatisierte Fahren auf, welche tendenziell die Stellung der Systemzulieferer begünstigen werden. Diese Trends werden aber auch zu deutlichen Verschiebungen innerhalb der Zulieferindustrie führen. Elektrik- und Elektronikkompetenzen werden wichtiger werden, Fähigkeiten bei der Herstellung konventioneller Antriebsstränge oder bei der Metallverarbeitung an Bedeutung verlieren. Die seit Jahren zu beobachtenden Konzentrationsprozesse in der Zulieferindustrie dürften auch als Vorbereitung auf diese Veränderungen zu verstehen sein. Systemzulieferer kaufen vermehrt Kompetenzen in zukunftsträchtigen Technologiebereichen hinzu. In einem weiteren Schritt wird daher untersucht, welche Gewichtung diese besonders zukunftsträchtigen Technologiekompetenzen an der Patentaktivität des Jahres 2015 haben. Hierfür ist es zunächst erforderlich, eine Untersuchung der im Jahr 2015 von der deutschen Kraftfahrzeugbranche verwendeten IPC-Gruppen vorzunehmen.

3.3 Analyse der im Jahr 2015 verwendeten Technologieklassen

Neben der unternehmensbezogenen Auswertung der Patentaktivität der deutschen Kraftfahrzeugbranche des Jahres 2015 steht im Rahmen dieser Untersuchung auch die technologiebezogene Auswertung im Fokus. Im Rahmen der methodischen Vorarbeiten haben wir insgesamt 3.770 IPC-Gruppen identifiziert, die von Unternehmen der deutschen Kraftfahrzeugbranche im Zeitraum von 2005 bis 2015 bei Patentanmeldungen verwendet wurden. Im Rahmen einer händischen Kontrolle haben wir insgesamt 2.057 IPC-Gruppen identifiziert, die wir entweder als KFZ-spezifisch oder als zumindest KFZ-affin eingestuft haben (https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2018/IW-Report_2018-34_Anhang_Patentleistung_KFZ_Unternehmen.xlsx). Im Jahr 2015 wurden insgesamt 1.317 von diesen bei Patentanmeldungen verwendet, die wir der deutschen Kraftfahrzeugbranche zugerechnet haben.

Da eine Patentanmeldung in der Regel mehreren Technologieklassen zugeordnet wird, liegt die Gesamtzahl der Nennungen von IPC-Gruppen mit 36.550 weit über der Zahl der angemeldeten Patente. Im Durchschnitt kommen also knapp 28 Nennungen auf jede IPC-Gruppe. Die Analyse des Datensatzes zeigt aber, dass auch bei den im Jahr 2015 verwendeten IPC-Gruppen eine starke Konzentration zu beobachten ist. Diese ist zwar nicht so stark ausgeprägt wie in der Unternehmensbetrachtung, fällt aber dennoch deutlich aus. So entfielen auf die 15 meist verwendeten IPC-Gruppen (s. Tabelle 3-1) bereits 20 Prozent der Nennungen. Die Hälfte der Nennungen verteilt sich auf 80 IPC-Gruppen und die 75 Prozent Marke wird unter Verwendung von 223 IPC-Gruppen erreicht. Das letzte Dezil der Nennungen wird aus 865 IPC-Gruppen gebildet, die oft nur in einer Anmeldung Verwendung finden. Diese Zahlen unterstreichen, dass die Unternehmen der deutschen Kraftfahrzeugbranche eindeutige technologische Schwerpunkte bei ihren Patentanmeldungen haben. Wie Tabelle 3-1 zeigt, stammen die am häufigsten genutzten IPC-Gruppen des Jahres 2015 aus sehr verschiedenen Sektionen. Ein klarer Schwerpunkt liegt bei Elektronikbauteilen, Sensoren und elektronischen Steuereinrichtungen. So beschäftigen sich drei der 15 meistgenutzten IPC-Gruppen mit der direkten Umwandlung von chemischer in elektrische Energie (H01M 2/8/10), was im Wesentlichen auf Batterietechnologie schließen lässt. Zwei weitere befassen sich mit der Integration verschiedener Antriebe (B60K 6; B60W 10), sind also Hybridfahrzeugen zuzurechnen. Diese fünf Kategorien wurden auch von anderen Autoren (Aghion et al., 2016) den alternativen Antrieben zugerechnet, allerdings im Rahmen eines Top-Down-Ansatzes. In einem weiteren Schritt haben wir für alle IPC-Gruppen, die von den deutschen KFZ-Unternehmen im Jahr 2015 verwendet wurden, anmelderübergreifend aus allen Patentanmeldungen die Anzahl der Nennungen aller Unternehmen ausgewertet und den resultierenden Anteil der deutschen KFZ-Unternehmen errechnet. Es zeigte sich, dass diese Quote gerade auch bei den meistgenutzten Technologieklassen sehr hoch ausfällt (s. Tabelle 3-1). Die geringsten Anteile finden sich bei den drei batteriebezogenen IPC-Gruppen, was nicht überraschen sollte, da Batterien auch in zahlreichen Anwendungen eingesetzt werden, die nicht der Kraftfahrzeugbranche zuzurechnen sind. Aber sogar hier liegt der Anteil der KFZ-Unternehmen zwischen 81,3 Prozent und 81,1 Prozent. In den anderen Kategorien liegt diese Quote noch deutlich höher mit dem Maximalwert von 99,8 Prozent in der Kategorie Reibungskupplungen. Diese Werte untermauern, dass es sich hierbei wirklich um Technologieklassen handelt, welche für die Kraftfahrzeugbranche prägend sind.

Tabelle 3-1: Die 15 meistgenutzten IPC-Gruppen deutscher KFZ-Unternehmen

Nennungen und Anteil der deutschen KFZ Unternehmen an allen Nennungen; Jahr 2015

IPC-Gruppe	Nennungen	Quote	Beschreibung der IPC-Gruppe (z.T. gekürzt)
B60R 16	793	93,8%	Elektrische oder Fluid-Schaltkreise, besonders für Fahrzeuge ausgebildet und nicht anderweitig vorgesehen
G08G 1	785	88,1%	Anlagen zur Verkehrsregelung oder -überwachung für Straßenfahrzeuge (ohne Verkehrszeichen)
B60W 30	740	96,2%	Verwendungszwecke von Antriebs-Steuerungssystemen von Straßenfahrzeugen, die nicht die Steuerung oder Regelung eines best. Unteraggregats betreffen
F16D 13	572	99,8%	Reibungskupplungen
F16F 15	543	92,5%	Unterdrückung von Schwingungen in Systemen
B60W 40	493	97,0%	Berechnung von Fahr-Parametern von Antriebs-Steuerungssystemen von Straßenfahrzeugen
H01M 10	471	81,3%	Sekundärelemente zur direkten Umwandlung chemischer in elektrische Energie; Herstellung derselben
F02D 41	433	94,9%	Elektrische Steuerung oder Regelung der Zufuhr eines brennbaren Gemisches oder seiner Bestandteile
H01M 2	419	85,1%	Bauliche Einzelheiten zur direkten Umwandlung chemischer in elektrische Energie oder Verfahren zur Herstellung der nichtaktiven Teile
H01M 8	390	84,7%	Brennstoffelemente zur direkten Umwandlung chemischer in elektrische Energie; Herstellung derselben
B60K 6	378	94,7%	Anordnung oder Einbau mehrerer unterschiedlicher Antriebsmaschinen zum wechselweisen oder gemeinsamen Antrieb, z. B. Hybrid-Antriebssysteme
B60W 10	356	92,7%	Gemeinsame Steuerung oder Regelung von Fahrzeug-Unteraggregaten verschiedenen Typs oder verschiedener Funktion
B60R 21	342	93,9%	Anordnungen oder Ausrüstungen bei Fahrzeugen zum Schutz vor oder zur Verhütung von Verletzungen bei Fahrzeuginsassen oder Fußgängern im Falle von Unfällen oder anderen Gefahren im Verkehr
F01L 1	330	92,7%	Ventilsteuerung oder Ventilanordnungen, z. B. Hubventilsteuerung
B62D 25	328	93,7%	Aufbau-Baugruppen; Teile oder Einzelheiten davon, soweit nicht anderweitig vorgesehen

Quelle: IW-Patentdatenbank; DPMA, 2018c; eigene Berechnungen

Die hohen Anteile sind nicht spezifisch für die meistgenutzten Technologieklassen (siehe https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2018/IW-Report_2018-34_Anhang_Patentleistung_KFZ_Unternehmen.xlsx). So entfallen auf die von uns als KFZ-spezifisch eingeordneten Technologieklassen insgesamt 8.276 Nennungen. Davon sind 313 in Technologieklassen einzuordnen, in denen der Anteil der Unternehmen der Kraftfahrzeugbranche an den Gesamtnennungen unter 75 Prozent liegt. Lediglich 42 Nennungen erfolgen in solchen von uns als KFZ-spezifisch eingeordneten Kategorien, in denen weniger als 50 Prozent der Nennungen den Unternehmen der deutschen Kraftfahrzeugbranche zuzurechnen waren.

Bei den KFZ-affinen IPC-Gruppen liegt diese Quote erwartungsgemäß etwas geringer, da von einer Nutzung dieser Technologieklassen auch durch andere Branchen auszugehen ist. Typische Beispiele hierfür sind Patentanmeldungen auf chemische Verfahren, allgemeine elektronische Bauteile oder auch Methoden der Kunststoffverarbeitung. Aus die Kategorie der KFZ-affinen IPC-Gruppen entfallen insgesamt 28.494 Nennungen, davon 13.766 auf solche, in denen der Anteil der KFZ-Unternehmen an den Gesamtnennungen unter 75 Prozent liegt. Legt man die Grenze auf einen Anteil von 50 Prozent, so verbleiben 6.055 Nennungen in IPC-Gruppen mit einer geringeren Quote.

In den Patentanmeldungen der Unternehmen der Kraftfahrzeugbranche des Jahres 2015 werden insgesamt 3.086 mal IPC-Gruppen genannt, die zu einer Exklusion der Veröffentlichungsschrift aus unserer Betrachtung führten. Hierunter finden sich vereinzelt auch Klassen, die sowohl eine relevante Zahl von Nennungen, als auch eine hohe Quote aufwiesen. Eine händische Kontrolle dieser Technologieklassen zeigte aber deutlich, dass diese spezifisch für Haushaltsgeräte und Werkzeuge waren und daher zu Recht zu einer Exklusion führten.

Nicht zuletzt die oben genannten Relationen zeigen, dass es im Rahmen der vorliegenden Studie gelungen ist, die gesamte technologische Breite der deutschen Kraftfahrzeugbranche möglichst passgenau abzubilden. Die Analyse von Schmoch et al. (2003, S. 34) zeigt auf Basis der dort verwendeten Branchen-Technologie-Konkordanz, dass die Verteilung der im Fahrzeugbau verwendeten IPC-Gruppen im internationalen Vergleich das homogenste Muster aller Branchen aufweist. Von daher sind wir optimistisch, dass vergleichbare Auswertungen auch für die KFZ-Branchen anderer Länder durchführbar sind. Um solche Untersuchungen zu erleichtern, stellen wir die komplette Liste der von uns untersuchten IPC-Gruppen sowie die Anzahl der Nennungen dieser Klassen zum Download (https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2018/IW-Report_2018-34_Anhang_Patentleistung_KFZ_Unternehmen.xlsx) oder auf Anfrage zur Verfügung.

3.4 Clusterung der Technologieklassen nach Anwendungsbereichen

Als letzten Schritt haben wir die verwendeten IPC-Gruppen des Jahres 2015 nach Anwendungsgebieten geclustert, um untersuchen zu können, wo die Schwerpunkte der Patentaktivität deutscher KFZ-Unternehmen lagen. Zudem wollen wir damit der Frage nachgehen, welches Gewicht die besonders vom anstehenden technologischen Wandel betroffenen Baugruppen von Fahrzeugen an der Patentaktivität des Auswertungsjahres hatten und wie stark letztere in besonders zukunftssträchtigen Einsatzgebieten ausfiel. Hierzu haben wir die KFZ-spezifischen und die KFZ-

affinen Technologieklassen händisch in insgesamt acht Kategorien unterteilt. Dabei haben wir das Ziel verfolgt, Cluster zu bilden, die einen Eindruck darüber vermitteln, in welchem Umfang die Patentaktivität der deutschen KFZ-Unternehmen in solchen Bereichen stattfindet, die zu den globalen Megatrends im Kraftfahrzeugmarkt kompatibel sind. Hierbei haben wir erneut einen Bottom-Up-Ansatz verwendet und dabei alle als zumindest KFZ-affin definierten IPC-Gruppen einem Cluster zugewiesen. Die von uns abgegrenzten Technologiecluster lauten wie folgt:

1. **Digitalisierung:** Die Auswahl der zugehörigen Technologieklassen wurde von Berger et al. (2017b) übernommen. Zu ihr gehören insgesamt 88 IPC-Gruppen, die im Jahr 2015 in Veröffentlichungsschriften der Unternehmen der Kraftfahrzeugbranche auftauchten. Der Schwerpunkt dieses Clusters liegt in den Bereichen der elektronischen Nachrichtenübermittlung und der Datenverarbeitung.
2. **Konventioneller Antriebsstrang und mechanische Kraftübertragung:** In diesen Cluster fallen Technologieklassen, die jenen Teil des Fahrzeuges abbilden, der durch eine fortgesetzte Elektrifizierung des Antriebsstrangs in seiner Bedeutung negativ tangiert wird. In diese Kategorie fallen insgesamt 408 IPC-Gruppen, von denen 291 im Jahr 2015 verwendet wurden. Der Schwerpunkt liegt bei Patentanmeldungen auf Verbrennungskraftmaschinen (inklusive deren Steuerung) und mechanischen Kraftübertragungssystemen (Kupplungen, Getriebe, Hydraulik). Ein weiteres nennenswertes Anwendungsgebiet aus diesem Cluster liegt im Abgasstrang.
3. **Elektrik, Elektronik und Sensoren:** In diesen Cluster fallen jene Technologieklassen, die sich mit der Verwendung elektrischen Stroms im Fahrzeug beschäftigen. In diese Kategorie fallen insgesamt 345 IPC-Gruppen, von denen 235 im Jahr 2015 verwendet wurden. Die Spanne reicht dabei von Kabeln und Steckern bis hin zu Bauteilen der elektronischen Datenverarbeitung. Zu den Schwerpunkten gehören die Wandlung von chemischer in elektrische Energie, Steuerungs- und Regelungselektronik, sowie alle Arten von Sensoren und Geräten zur Verarbeitung von Sensordaten (soweit nicht unter 1. subsumiert).
4. **Anordnungen, Verfahren, Werkzeuge:** In diesen Misch-Cluster fallen jene Technologieklassen, die sich nicht auf bestimmte Geräte beziehen, sondern auf die Anwendung von Konstruktions- und Materialwissen abzielen. In diese Kategorie fallen insgesamt 377 IPC-Gruppen, von denen 272 im Jahr 2015 verwendet wurden. Die Schwerpunkte liegen bei der Anordnung von Komponenten wie Sensoren und Antrieben, Mess- und Prüfverfahren sowie bei Verfahren zur Herstellung von Stoffen und Bauteilen.
5. **Thermomanagement:** In diesen Cluster fallen alle Technologieklassen, die sich mit der Erzeugung oder Regulierung von Wärme und Kälte im Fahrzeug befassen. In diese Kategorie fallen insgesamt 68 IPC-Gruppen, von denen 48 im Jahr 2015 verwendet wurden.
6. **Sonstiges:** In diesen Cluster fallen alle Technologieklassen, die sich keinem anderen Cluster zuordnen ließen, beispielsweise solche für Klebstoffe oder Arten von chemischen Verbindungen, die mit vertretbarem Aufwand nicht spezifisch zuordenbar waren. In diese Kategorie fallen insgesamt 409 IPC-Gruppen, von denen 222 im Jahr 2015 verwendet wurden. Da die IPC-Gruppen dieses Clusters in der Regel nur wenige Nennungen aufweisen, lässt sich kein Schwerpunkt ausmachen.
7. **Fahrzeugkomponenten:** In diesen Cluster fallen jene Technologieklassen, die sich mit Baugruppen wie Interieur, Exterieur oder Fahrwerk befassen. Insbesondere diese sollten

von den aktuellen Megatrends weitgehend unberührt sein. In diese Kategorie fallen insgesamt 197 IPC-Gruppen, von denen 137 im Jahr 2015 verwendet wurden. Schwerpunkte sind Reifen und Fahrwerk sowie Beleuchtungs- und Sicherheitssysteme.

8. **Anhänger, Aufbauten Sonderfahrzeuge:** In diesen Cluster fallen jene Technologieklassen, die im Wesentlichen mit der Konstruktion von LKW-Anhängern und Aufbauten in Verbindung zu bringen sind. Hinzu kommen solche für Sonderfahrzeuge, deren Spanne in unserer Abgrenzung vom Krankenwagen bis zum motorisierten Mähdrescher reicht. In diese Kategorie fallen 169 IPC-Gruppen, von denen 88 im Jahr 2015 verwendet wurden.

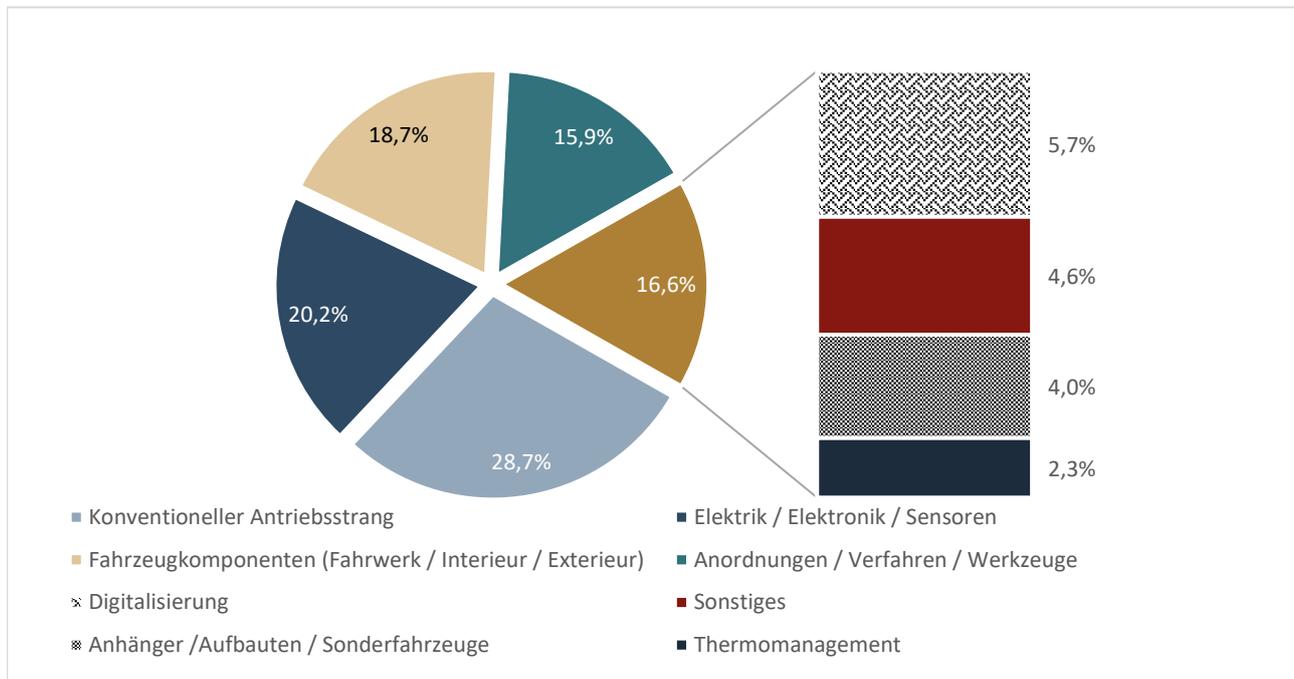
Mit der obigen Clusterung können wir die gesamte Breite der Patentanmeldungen der deutschen Kraftfahrzeugbranche möglichst trennscharf abbilden. Unsicherheiten verbleiben lediglich in solchen Technologieklassen, deren Beschreibung keine eindeutige Zuordnung ermöglicht. So ist es beispielsweise in der Regel nicht möglich festzustellen, ob eine Pumpe in einem Hydrauliksystem oder in einem Kühlsystem eingesetzt wird. Im Zweifel wurden solche IPC-Klassen der Kategorie 4 zugeordnet. Diese Unschärfe betrifft jedoch in aller Regel wenig genutzte Technologieklassen, so dass die Ergebnisse insgesamt als sehr stabil anzusehen sind. Ein Abgleich mit einer im Top-Down-Ansatz erfolgten Clusterung (Aghion et. al, 2016) zeigte jedenfalls eine hohe Kongruenz bezüglich der Einordnungen von Technologieklassen, wobei sich Aghion et al. (2016) wie bereits erläutert auf wenige ausgewählte Technologiebereiche wie den Verbrennungsmotor oder den Hybridantrieb beschränken.

Im Rahmen der Auswertung haben wir wie gewohnt jene Patentanmeldungen, die mit Technologieklassen aus verschiedenen Clustern versehen waren, fraktioniert zugewiesen. Abbildung 3-6 illustriert die Aufteilung der KFZ-bezogenen Patentanmeldungen deutscher KFZ-Unternehmen und zeigt, dass der konventionelle Antriebsstrang nach wie vor eine bedeutende, bei weitem jedoch keine dominierende Rolle bei den Patentanmeldungen mehr spielt. Der Anteil des Clusters „Konventioneller Antriebsstrang und mechanische Kraftübertragung“ an allen 15.195 vollpatentäquivalenten Anmeldungen liegt bei unter 30 Prozent. Damit entfallen 70 Prozent der Patentaktivität auf Cluster, die vergleichsweise wenig von den aktuellen Megatrends der Kraftfahrzeugbranche negativ betroffen sein sollten. Mit einem Anteil von 5,7 Prozent im Bereich Digitalisierung und 20,2 Prozent im Cluster „Elektrik, Elektronik und Sensoren“ erreichen die für die Einführung von alternativen Antrieben und automatisiertem Fahren besonders wichtigen Kategorien bereits fast einen Gleichstand mit dem konventionellen Antriebsstrang. Bezüglich der entsprechenden Herausforderungen der deutschen KFZ-Unternehmen postulierte beispielsweise der Stifterverband im Jahr 2015, „dass die digitalen Komponenten eines Fahrzeugs eine mindestens gleichwertige Bedeutung wie traditionelle Fertigungsteile besitzen.“ (Stifterverband, 2015). Die vorliegende Auswertung zeigt, dass sich die deutschen KFZ-Unternehmen dieser Herausforderung in puncto Digitalisierung und Fortentwicklung in zukunftsfähigen High-Tech-Bereichen bereits erfolgreich gestellt haben. Im Quervergleich mit anderen Branchen wird darüber hinaus ersichtlich, dass die KFZ-Branche in Deutschland inzwischen eine Vorreiterrolle beim Thema Digitalisierung einnimmt. So entfielen im Jahr 2015 beispielsweise rund 43 Prozent

aller Patentanmeldungen im Bereich der IPC-Unterklasse G06F (Elektrische digitale Datenverarbeitung) auf KFZ-Unternehmen.¹⁰ Als weiteres Beispiel aus dem Bereich Digitalisierung sei an dieser Stelle erwähnt, dass mehr als jedes sechste deutsche Patent im Bereich 3D-Druck von einem KFZ-Unternehmen angemeldet wurde.

Abbildung 3-6: Keine Dominanz des konventionellen Antriebsstrangs

Patentanmeldungen deutscher KFZ-Unternehmen des Jahres 2015 nach Technologieclustern



N=15.195 vollpatentäquivalente Anmeldungen auf KFZ-spezifische oder -affine IPC-Gruppen durch KFZ-Unternehmen

Quelle: IW-Patentdatenbank; DPMA, 2018c; eigene Berechnungen

Zu beachten ist, dass auch die Nennungen im Cluster „Anordnungen, Verfahren, Werkzeuge“ auf Digitalisierungsthemen bezogen sein können. Insbesondere bei Sensoranordnungen und Messverfahren ist dies der Fall. Die tatsächliche Bedeutung von Digitalisierungstechnologie im KFZ-Bereich dürfte folglich noch deutlich über die Kategorie hinausgehen. Diese Zahlen sprechen für eine hohe Gewichtung der Zukunftsthemen in den Entwicklungsaktivitäten der Kraftfahrzeugbranche bei konsequenter Weiterentwicklung des konventionellen Antriebsstrangs. Damit zeichnen unsere Ergebnisse die Umsetzung der Fächerstrategie nach und widerlegen den in Öffentlichkeit und Politik häufig erhobenen Vorwurf des „Verpennens der Zukunftstechnologie“. Keinesfalls unterschätzt werden sollte die Bedeutung der Fortentwicklungen, die im Cluster „Fahrzeugkomponenten“ zusammengefasst sind. Die Spezifikationen von Bremsen, Lenkung, Bedieneinrichtungen, Sitzen oder Schössern haben einen großen Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft der Kunden, da diese Komponenten den wahrgenommenen Nutzwert des Fahrzeuges stark mitprägen. Für einen Markterfolg sind sie daher von großer Bedeutung, werden aber dennoch in vielen Betrachtungen über die Innovationskraft ausgeklammert. Der Anteil von fast 19 Prozent an den Patentanmeldungen zeigt, dass auch dieser Bereich konsequent weiterentwickelt wird. Auch dies gehört zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der KFZ-Branche.

¹⁰ Schmoch et al. (2003) ordneten diese IPC-Unterklasse noch exklusiv der Telekommunikationsbranche zu.

Anzumerken ist noch, dass die Auswertung auf dem Stand des Jahres 2015 basiert. Dieses Jahr kann als Wendepunkt gesehen werden, ab dem die Entwicklung von alternativen Antrieben und von Anlagen zum autonomen Fahren noch einmal deutlich an Dynamik gewonnen hat. Es spricht also einiges dafür, dass sich die Gewichte in den Folgejahren eher noch vom konventionellen Antriebsstrang wegentwickeln werden. Es bleibt eine Aufgabe von Folgeuntersuchungen, diese These zu überprüfen.

Abstract

Trends like power train electrification and autonomous driving are causing a major structural change in vehicle manufacturing. To what extent are German companies ready to cope with these challenges? The present study analyses the latest trends in vehicle-related patenting activity by German vehicle manufacturers, suppliers, and service providers, focussing on the following questions: What share of overall patenting activity can be attributed to vehicle constructing companies? Vehicle manufacturers or suppliers, who of the two accounts for the majority of patent applications and hence innovations? With respect to the International Patent Classification (IPC), what are the major technological fields vehicle manufacturers are focussing on? With the conventional power train comparatively losing significance, what share of patenting activity does it still account for?

The data set comprises the latest annual tranche of patent applications with the German patent office (DPMA). Our results show that German vehicle manufacturers are already well suited for the "new age", thus sharply contrasting with those opinions which claim that German vehicle manufacturing is sleeping through the structural change. Specifically, we find the following evidence:

- German vehicle manufacturing companies account for a 40 percent share of overall German patent applications making it the by far most innovative sector.
- A mere 30 percent share of vehicle-related patent applications are allotted to the conventional power train (combustion engine, power transmission, exhaust system,...). This and only this portion of innovations can be expected to be hit in a negative manner by the structural change towards power train electrification. The remaining 70 percent share is already allotted to "future-proof" areas like vehicle electrics and electronics, interior and exterior, chassis, tyres, brakes, and locks.
- German vehicle manufacturers are leading the way when it comes to digitalization, accounting for a 43 percent share of total entries in IPC-subclass "Electric Digital Data Processing" as well as for one in six entries in "Additive Manufacturing". Typical examples for vehicle-related digitalisation technology are autonomous driving, additive manufacturing of light constructional components, and driver assistance systems.

- Two thirds of vehicle-related patent applications are allotted to suppliers, vastly focussing on system suppliers like Bosch, Brose, Continental, Schaeffler, and ZF. Even if vehicle manufacturers, too, are highly productive with respect to R&D and patenting, the suppliers account for the core innovations in German vehicle manufacturing.

Literatur

Aghion, Philippe / Dechezleprêtre, Antoine / Hémous, David / Martin, Ralf / van Reenen, John, 2016, Carbon Taxes, Path Dependency, and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry, in: Journal of Political Economy 124 (1), S. 1-51

Anger, Christina / Koppel, Oliver / Plünnecke, Axel, 2018, MINT-Frühjahrsreport 2018: MINT – Offenheit, Chancen, Innovationen, Köln

Berger, Sarah / Kempermann, Hanno / Koppel, Oliver / Orth, Anja Katrin / Röben, Enno, 2017a, Innovationsatlas 2017 – Wo Deutschlands Ideen entstehen, IW-Analyse Nr. 117, Köln

Berger, Sarah / Koppel, Oliver / Röben, Enno, 2017b, Deutschlands Hochburgen der Digitalisierung, IW-Kurzbericht, Nr. 42/2017, Köln

Buss, Jörn / Berking, Johannes, 2018, Future Automotive Industry Structure – FAST 2030, Berlin

DPMA - Deutsches Patent- und Markenamt, 2018a, IPC-Verzeichnis, URL: <https://depatisnet.dpma.de/ipc/> [28.08.2018]

DPMA - Deutsches Patent- und Markenamt, 2018b, Internationale Patentklassifikation - Handbuch zur IPC, Ausgabe 2018, URL: https://www.dpma.de/docs/recherche/handbuch_ipc.pdf

DPMA - Deutsches Patent- und Markenamt, 2018c, DEPATISnet - Datenbank des Deutschen Patent- und Markenamtes für Online-Recherchen zu Patentveröffentlichungen aus aller Welt, URL: <https://depatisnet.dpma.de/DepatisNet/depatisnet?action=ikofax>

Koppel, Oliver, 2011, Patente. Unverzichtbarer Schutz des geistigen Eigentums in der globalisierten Wirtschaft, IW-Positionen, Nr. 48, Köln

Rammer, Christian / Berger, Marius / Doherr, Thorsten / Hud, Martin / Iferd, Younes / Krieger, Bastian / Peters, Bettina / Schubert, Torben / von der Burg, Julian, 2018, Innovationen in der deutschen Wirtschaft – Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2017, Mannheim

Schmoch, Ulrich / Laville, Françoise / Patel, Pari / Frietsch, Rainer, 2003, Linking technology areas to industrial sectors. Final Report to the European Commission, DG Research, 1(0), 100, Paris

Statistisches Bundesamt, 2010, Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008), Wiesbaden

Statistisches Bundesamt, 2018, Fachserie 18 Reihe 1.4 Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen - Inlandsproduktrechnungen detaillierte Jahresergebnisse, Wiesbaden

Stifterverband, 2015, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2013: Datenreport mit Analysen und Grafiken, Essen