

# IW-Trends

## Transformation der Automobilindustrie

Enno Kohlisch / Oliver Koppel / Thomas Puls

**IW-Trends 4/2023**

Vierteljahresschrift zur  
empirischen Wirtschaftsforschung  
Jahrgang 50



## Herausgeber

### Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V.

Postfach 10 19 42  
50459 Köln  
[www.iwkoeln.de](http://www.iwkoeln.de)

Das Institut der deutschen Wirtschaft (IW) ist ein privates Wirtschaftsforschungsinstitut, das sich für eine freiheitliche Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung einsetzt. Unsere Aufgabe ist es, das Verständnis wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Zusammenhänge zu verbessern.

## Das IW in den sozialen Medien

Twitter  
[@iw\\_koeln](https://twitter.com/iw_koeln)

LinkedIn  
[@Institut der deutschen Wirtschaft](https://www.linkedin.com/company/institut-der-deutschen-wirtschaft)

Facebook  
[@IWKoeln](https://www.facebook.com/IWKoeln)

Instagram  
[@IW\\_Koeln](https://www.instagram.com/IW_Koeln)

## Verantwortliche Redakteure

### Prof. Dr. Michael Grömling

Senior Economist  
[groemling@iwkoeln.de](mailto:groemling@iwkoeln.de)  
0221 4981-776

### Holger Schäfer

Senior Economist  
[schaefer.holger@iwkoeln.de](mailto:schaefer.holger@iwkoeln.de)  
030 27877-124

**Alle Studien finden Sie unter**  
[www.iwkoeln.de](http://www.iwkoeln.de)

Rechte für den Nachdruck oder die elektronische Verwertung erhalten Sie über [lizenzen@iwkoeln.de](mailto:lizenzen@iwkoeln.de).

In dieser Publikation wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit regelmäßig das grammatische Geschlecht (Genus) verwendet. Damit sind hier ausdrücklich alle Geschlechteridentitäten gemeint.

ISSN 1864-810X (Onlineversion)

© 2023  
Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH  
Postfach 10 18 63, 50458 Köln  
Konrad-Adenauer-Ufer 21, 50668 Köln  
Telefon: 0221 4981-450  
[iwmedien@iwkoeln.de](mailto:iwmedien@iwkoeln.de)  
[iwmedien.de](http://iwmedien.de)

# Transformation der Automobilindustrie: Deutschlands Investitionsperformance im internationalen Vergleich

Enno Kohlisch / Oliver Koppel / Thomas Puls, November 2023

## Zusammenfassung

Die Automobilindustrie befindet sich in einem umfassenden Technologiewandel, der die etablierten Wertschöpfungsketten infrage stellt. Den laufenden Wandel mit heimischer Forschung mitzugestalten, ist daher für die Automobilstandorte von großer Bedeutung. In dem vorliegenden Beitrag wird die internationale Patentaktivität an den wichtigen Forschungsstandorten der Branche analysiert. Es zeigt sich, dass die Forschung der globalen Kfz-Industrie räumlich konzentriert ist. Fast neun von zehn aller internationalen Patentanmeldungen der Kfz-Industrie stammen aus nur sechs Ländern. Aus Deutschland kam im Jahr 2020 die absolut größte Anzahl an internationalen Kfz-Patenten, in China hat sich deren Zahl zwischen 2015 und 2020 verdreifacht. Nahezu 60 Prozent aller in China entwickelten Kfz-Patentanmeldungen des Jahres 2020 entfielen auf den elektrifizierten Antriebsstrang. Maßgeblich verantwortlich hierfür war mit dem Batteriezellhersteller CATL eine einzelne Firma. An den anderen großen Kfz-Forschungsstandorten liegt der Anteil der Patentanmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang unter 20 Prozent. Global gesehen übertrafen Anmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang im Jahr 2020 erstmals jene zum konventionellen Antriebsstrang. Am Standort Deutschland wurde mengenmäßig die größte Anzahl an Patenten zum elektrifizierten Antriebsstrang entwickelt. Jedoch kam die technische Transformation hierzulande im Jahr 2020 ins Stocken, während sie sich andernorts weiter beschleunigte. In den meisten Ländern mit nennenswerten internationalen Kfz-Patentanmeldungen dominieren die Zulieferer das Innovationsgeschehen.

Stichwörter: Automobilindustrie, Innovationen, Patente, Elektromobilität

JEL-Klassifikation: L62, O30, C81

DOI: 10.2373/1864-810X.23-04-02

## Strukturverschiebungen in der globalen Automobilindustrie

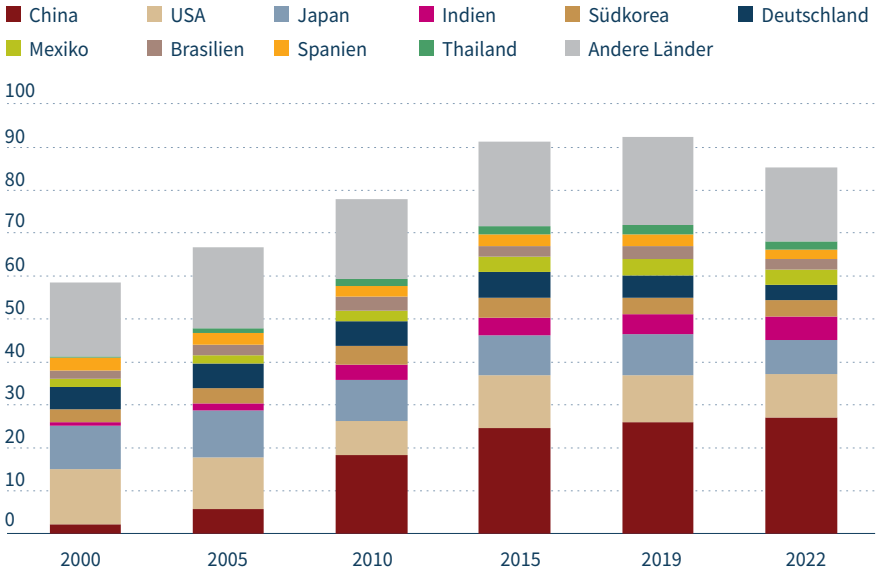
Innerhalb der globalen Automobilindustrie gibt es seit der Jahrtausendwende massive Verschiebungen. Der Schwerpunkt der Automobilindustrie liegt heute in Asien. Das gilt sowohl für die Fahrzeugproduktion als auch für die verkauften Stückzahlen. Mit Blick auf die Produktionsentwicklung von Automobilen (Pkw und Lkw) in den zehn größten Produktionsländern im Zeitraum 2000 bis 2022 zeigen sich die Verschiebungen der globalen Produktionsschwerpunkte. Unter den in Abbildung 1 dargestellten zehn größten Kfz-Produktionsstandorten der Welt befinden sich einerseits mit Deutschland (Rang 6) und Spanien (Rang 9) nur noch zwei europäische Länder. Andererseits gibt es fünf asiatische Länder, von denen mit China (Rang 1), Japan (Rang 3), Indien (Rang 4) und Südkorea (Rang 5) vier unter den Top 5 zu finden sind. Hinzu kommt Thailand auf dem zehnten Platz. Dagegen nahm zur Jahrtausendwende Frankreich noch den vierten Platz in der Liste ein, heute den zwölften. Das Vereinigte Königreich (UK) ist von Rang 10 auf Rang 17 gefallen, Italien von 11 auf 18. Alles in allem hatte Europa im Jahr 2000 einen Anteil von fast 35 Prozent an der globalen Automobilproduktion, im Jahr 2022 waren es noch etwa 19 Prozent. Dieser relative Rückgang korrespondiert mit einem absoluten Produktionsrückgang in Europa von etwa 20 Prozent zwischen den Jahren 2000 und 2022. Es kam zudem zu einer deutlichen Umverteilung der Produktion innerhalb Europas. Osteuropäische Länder steigerten die Produktion, während traditionelle Standorte wie Frankreich, Italien oder das UK über die Hälfte ihrer Produktion verloren. Der Anteil asiatischer Länder hat sich bei einem wachsenden Weltmarkt im gleichen Zeitraum von fast 31 Prozent auf etwa 59 Prozent nahezu verdoppelt. Das Automobil ist in den letzten 20 Jahren von einem europäischen zu einem asiatisch geprägten Produkt geworden.

Abbildung 1 zeigt auch, dass die treibende Kraft der Entwicklung bis 2019 der Standort China war. Der heute mit Abstand größte Produktionsstandort für Automobile hat seine Produktion zwischen den Jahren 2000 und 2022 in etwa verzwölffacht. Betrachtet man nur Pkw, hat sich die chinesische Produktion um den Faktor 38 gesteigert. Heute werden in China etwa so viele Pkw und Lkw produziert wie in Europa und den USA zusammen. Während die globale Produktion zwischen den Jahren 2000 und 2022 um etwa 46 Prozent gewachsen ist, hätte sie ohne China nur um etwa 3,5 Prozent zugelegt. In den letzten Jahren hat sich das Wachstum in China spürbar verlangsamt und in In-

## Globale Struktur der Automobilproduktion

Abbildung 1

Anzahl der produzierten Pkw und Lkw nach Herstellungsländern in Millionen



Aufgrund der starken Produktions- und Nachfragebeeinträchtigungen wird das Jahr 2020 nicht dargestellt.  
Quellen: OICA, 2023; Institut der deutschen Wirtschaft

Abbildung 1: <http://dl.iwkoeln.de/index.php/s/BFnRoHyTjBJCeLD>

dien oder Thailand sind höhere Dynamiken zu verzeichnen. Der Blick auf den Länderkanon der größten Produktionsstandorte zeigt zudem, dass sich hier viele Standorte finden, die über wenige bis keine heimischen Fahrzeughersteller verfügen, sondern eher die Standorte von Werken global tätiger Hersteller sind. In diese Kategorie fallen Mexiko, Brasilien, Spanien und Thailand. Dagegen verfügt Indien beispielsweise mit Tata über einen großen heimischen Hersteller, der über seine Konzernmarken Land Rover und Jaguar auch international aktiv ist.

Im Folgenden wird analysiert, ob sich die in Abbildung 1 erkennbaren Strukturverschiebungen bei der globalen Automobilindustrie auch in der Innovationsperformance der internationalen Standorte zeigen. Dies geschieht anhand von den am Institut der deutschen Wirtschaft (IW) in den letzten Jahren entwickelten Methoden zur Analyse

der Patentaktivität der Automobilindustrie am Standort Deutschland. Diese Methodik wird nun erstmals für einen internationalen Vergleich genutzt.

### **Datenbasis und Untersuchungsmethodik**

Um die Transformation der Automobilindustrie im internationalen Vergleich zu analysieren, wird die Methodik von Kohlisch et al. (2023) um das Konzept der internationalen Patentfamilien erweitert. Bei einer Betrachtung des Innovationsstandorts Deutschland und dessen einzelnen Akteuren ist es für eine tiefgehende Analyse notwendig, alle Patentanmeldungen zu betrachten, die Schutzwirkung für Deutschland anstreben. Dabei handelt es sich zum einen um Akteure aus Deutschland, die auch ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in Deutschland haben. Durch eine Anmeldung beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) haben sie eine im Vergleich zu einer Anmeldung beim Europäischen Patentamt (EPA) oder bei der Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO) kosteneffiziente Möglichkeit, ihre Innovationen auf dem heimischen Markt schützen zu lassen. Zum anderen handelt es sich um Akteure aus Deutschland, die aufgrund ihrer größeren Internationalisierung ein Interesse daran haben, ihre Innovationen auch in anderen Märkten schützen zu lassen. Würde man diese beiden Gruppen mit der Gruppe an ausländischen Akteuren, die auf dem für sie ausländischen deutschen Markt eine Schutzwirkung für Deutschland anstreben, vergleichen, würde dies zu einer Überschätzung der deutschen Innovationskraft im internationalen Vergleich führen. Um diesen Home Bias zu minimieren, bezieht sich die nachfolgende Analyse auf all jene Patentanmeldungen, die Schutzwirkung für Deutschland und darüber hinaus angestrebt haben. Dafür wurden alle Patentanmeldungen aus der IW-Patentdatenbank, die eine Schutzwirkung für Deutschland anvisiert haben, mit der 2023er Spring Edition von PATSTAT Global verknüpft und daraufhin überprüft, ob es innerhalb einer Patentfamilie Anmeldungen bei anderen Patentämtern gab, eine Anmeldung also nicht ausschließlich für Deutschland getätigt wurde und somit zusätzlich eine Schutzwirkung außerhalb des deutschen Marktes angestrebt wurde. Um ein vergleichbares und möglichst hohes Niveau hinsichtlich Erfindungshöhe und damit Qualität der Patente zu gewährleisten, werden solche Patentanmeldungen gezählt, die verpflichtend eine Schutzwirkung für Deutschland sowie für mindestens ein beliebiges anderes Land anvisieren. Unabhängig vom Land des Anmelders müssen in der Folge alle Patentanmeldungen dieselbe hohe Hürde überwinden.

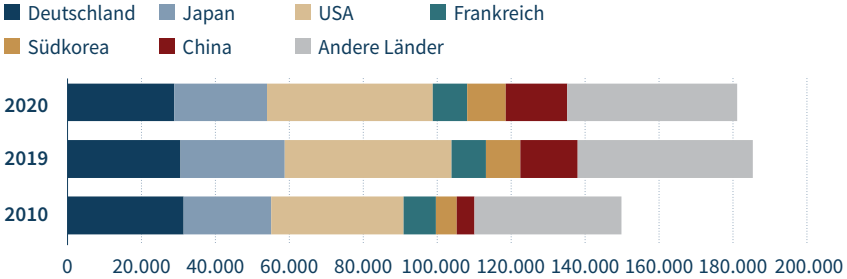
Der obere Teil von Abbildung 2 zeigt zur Einordnung die Anzahl der um Doppelungen bereinigten Patentanmeldungen für alle Bereiche innerhalb von internationalen Familien, regionalisiert nach dem Erfindersitz für ausgewählte Länder in den Anmelde Jahren 2010, 2019 und 2020. Die Zahlen sind vergleichbar mit den Jahreswerten nach Anmeldersitz des Europäischen Patentamtes (EPA, 2023), wobei die in Abbildung 2 gezeigten Zahlen tendenziell etwas höher sind, da die hier gewählte Zählweise auch Patentstrategien berücksichtigt, die sich für die Erreichung einer internationalen Abdeckung auf eine Kombination von rein nationalen Patentämtern konzentriert. Der Anteil der sechs größten Länder an allen internationalen Patentanmeldungen für alle Bereiche liegt vergleichsweise konstant bei rund 75 Prozent. Im Vergleich zum Jahr 2010 gab es 20 Prozent mehr Anmeldungen, wobei Deutschland eine negative Entwicklung und China den größten prozentualen Zuwachs zu verzeichnen hat. Bei der Interpretation der Ergebnisse für das Jahr 2020 ist zu berücksichtigen, dass die Einschränkungen im Gefolge der Pandemie möglicherweise auch die Anzahl von Patentanmeldungen beeinflusst haben. Für das Anmeldejahr 2020 ergibt sich, dass die in Abbildung 2 gezeigte Anzahl internationaler Patentanmeldungen am Forschungsstandort Deutschland einem Anteil von 63 Prozent aller Patentanmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland am Forschungsstandort Deutschland entspricht. Bei den übrigen 37 Prozent handelt es sich demnach um rein nationale Anmeldungen. Für die anderen abgebildeten Forschungsstandorte ergibt sich, dass zwischen 96 und 100 Prozent der Anmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland auch eine Schutzwirkung darüber hinaus angestrebt haben. Der Forschungsstandort Österreich kommt durch die räumliche und wirtschaftliche Nähe mit 92 Prozent auf den zweitniedrigsten Anteil von internationalen Patentanmeldungen an allen Patentanmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland. Dies macht die Notwendigkeit für eine Betrachtung von internationalen Familien deutlich, um den Home Bias für den Forschungsstandort Deutschland zu minimieren.

Für eine Analyse der internationalen Automobilindustrie werden auf alle so ermittelten internationalen Patentanmeldungen die in vorhergehenden Studien verwendeten Filterungsstufen Kfz-Technologie und Kfz-Branche angewendet (Kohlisch et al., 2023). In der Folge werden alle Patentanmeldungen gezählt, die mindestens ein Kfz-Unternehmen als Erstanmelder nennen und bei denen alle aufgelisteten IPC-Klassen in einen Kfz-

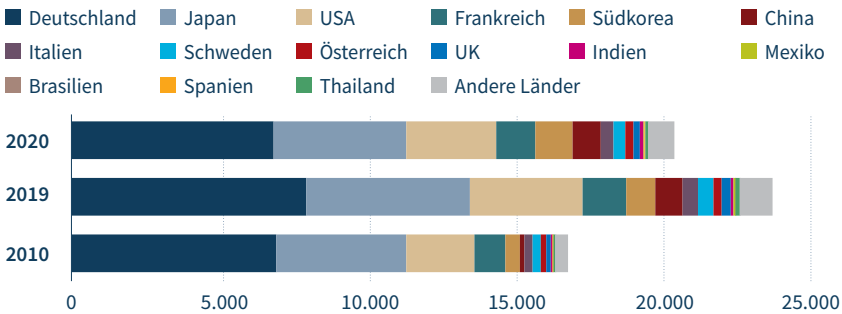
**Internationale Patentanmeldungen**  
 Anzahl internationaler Patentanmeldungen nach Erfindersitz

Abbildung 2

**Patente insgesamt**



**Kfz-Patente**



Auswertung auf Basis der IW-Patentdatenbank.  
 Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft

Abbildung 2: <http://dl.iwkoeln.de/index.php/s/o8jRPirNyKLeHzJ>

bezogenen Technologiebereich fallen. Regionalisiert werden die gezählten Patentanmeldungen nach dem Erfindersitz, um das Entstehungsland der Innovation zu erfassen. In diesem Land liegen nicht zwangsläufig die Rechte der Patentanmeldung, doch soll an dieser Stelle bewusst der Entstehungsort von Innovationen gemessen werden, da dieser und das generierte Wissen sich im Humankapital der Forschenden und der Region verfestigt und damit die Innovationsfähigkeit der entsprechenden Länder stärkt. Dieser Logik folgend wird beispielsweise eine internationale Patentanmeldung aus dem Technologiebereich Kfz, die von einem Kfz-Unternehmen aus Deutschland



und einem Kfz-Unternehmen aus den USA als Erstanmelder getätigt wurde und an der drei Erfinder aus den USA sowie ein Erfinder aus Deutschland beteiligt waren, zu drei Vierteln dem Forschungsstandort USA und zu einem Viertel dem Forschungsstandort Deutschland sowie in der Folge zu jeweils drei Achteln den beiden beteiligten Kfz-Unternehmen am Forschungsstandort USA und zu jeweils einem Achtel dem Forschungsstandort Deutschland zugerechnet. Eventuelle Anteile von Nicht-Kfz-Unternehmen entfallen aus der Zählung. Durch den Fokus auf die technologische Transformation hin zur Elektromobilität wird als Beginn des Analysezeitraums das Jahr 2010 und als Ende 2020 gewählt, da Letzteres angesichts der Offenlegungsfrist mit dem zum Zeitpunkt der Auswertung aktuellen vollständigen Jahrgang korrespondiert.

Der untere Teil von Abbildung 2 veranschaulicht die Innovatoren in der globalen Kfz-Industrie auf Basis der internationalen Patentanmeldungen. Daraus folgt eine gänzlich andere räumliche Verteilung als bei der Produktion (s. Abbildung 1). Bezogen auf die Innovatoren rücken mit Frankreich, Italien, Schweden, Österreich und dem UK fünf europäische Länder in die Top-10-Liste auf und verdrängen die zuvor angesprochenen Länder ohne global tätigen einheimischen Hersteller. Zudem zeigt sich eine erhebliche Konzentration der Innovatoren. Fast 88 Prozent der internationalen Kfz-Patentanmeldungen des Jahres 2020 stammten von den sechs größten Forschungsstandorten: Deutschland, Japan, USA, Frankreich, Südkorea und China. Die Top-10-Kfz-Forschungsstandorte kommen zusammen auf annähernd 95 Prozent der internationalen Kfz-Patentanmeldungen. Die Forschungsstandorte der globalen Kfz-Industrie sind somit viel stärker konzentriert als die Produktionsstandorte. Auch im Vergleich mit allen technologie- und branchenübergreifenden internationalen Patentanmeldungen (Abbildung 2, oberer Teil) liegt der Anteil der zehn wichtigsten Forschungsstandorte im Kfz-Bereich um etwa 20 Prozentpunkte höher. Die Innovationstätigkeit der Kfz-Industrie ist folglich erkennbar stark räumlich konzentriert.

Zudem werden im Zeitablauf erhebliche Verschiebungen sichtbar. Besonders auffallend ist dies mit Blick auf den Forschungsstandort China. Während China im Jahr 2010 erst einen Anteil von 2,9 Prozent an den internationalen Kfz-Patentanmeldungen hatte, waren es im Jahr 2020 bereits 6,2 Prozent. Dies bleibt gleichwohl deutlich hinter Chinas Anteil an allen internationalen Patenten von 9,2 Prozent zurück. Bemerkens-

wert ist an dieser Stelle die Dynamik Chinas am aktuellen Rand. Zwischen den Jahren 2010 und 2015 ist die Anzahl der am Forschungsstandort China hervorgebrachten internationalen Kfz-Patentanmeldungen sehr langsam, aber kontinuierlich gestiegen. Danach begann eine neue Entwicklungsphase und in nur fünf Jahren hat sich die Patentaktivität am Standort China annähernd verdreifacht. China ist zudem neben Südkorea das einzige Land unter den Top-Innovatoren, das die absolute Anzahl seiner internationalen Kfz-Patentanmeldungen auch im Pandemiejahr 2020 steigern konnte. In den anderen Ländern war hingegen bereits ab 2019 ein Rückgang zu verzeichnen, der sich 2020 deutlich beschleunigte. Deutschland verzeichnete in diesen Jahren einen besonders starken Rückgang und war der einzige große Innovationsstandort, der in absoluten Zahlen im Jahr 2020 weniger internationale Kfz-Patente hervorbrachte als im Jahr 2010. Dementsprechend sank der deutsche Anteil an den internationalen Kfz-Patentanmeldungen auch um gut 8 Prozentpunkte ab. Diese Entwicklung muss auch im Kontext der zuvor beschriebenen Verschiebung der Produktionsstandorte (s. Abbildung 1) gesehen werden. Sie ist zudem besorgniserregend für den gesamten Standort Deutschland, wenn man bedenkt, dass hierzulande über 24 Prozent aller internationalen Patentanmeldungen auf den Kfz-Bereich entfallen. An den Forschungsstandorten USA (7 Prozent) oder China (6 Prozent) liegen die entsprechenden Anteile deutlich niedriger, in Japan und Südkorea liegen sie immerhin bei 18 und 14 Prozent.

Der Anteil der deutschen Kfz-Industrie an allen Patentanmeldungen aus Deutschland wäre noch deutlich höher, wenn nicht nur internationale Patentanmeldungen betrachtet werden. Bei allen Patentanmeldungen hatte die deutsche Kfz-Industrie im Jahr 2020 einen Anteil von 35 Prozent, denn an allen rein nationalen Patentanmeldungen belief sich der Anteil der deutschen Kfz-Industrie auf 54 Prozent. Hieraus kann gefolgert werden, dass die Unternehmen der deutschen Kfz-Industrie eine von den anderen Teilen der deutschen Wirtschaft abweichende Patentierungsstrategie verfolgen und einen deutlich geringeren Anteil ihrer Patentanmeldungen internationalisieren, als es in den anderen Branchen der Fall ist.

### **Unternehmenskonzentration bei Kfz-Patenten**

Durch die Betrachtung des Erfindersitzes ist es möglich, dass Unternehmen die Anzahl der Patentanmeldungen in mehreren Ländern prägen können, wenn sie in diesen über

Entwicklungsstandorte verfügen. Verknüpft man die Auswertung nach Erfindersitzen mit der Angabe der anmeldenden Firma, dann zeigt sich, dass die Anmeldungen von internationalen Kfz-Patenten durch vergleichsweise wenige Firmen dominiert werden, die teilweise in mehreren Ländern forschen lassen. Um dies zu illustrieren, werden in Tabelle 1 für alle Kfz-Forschungsstandorte mit mehr als 250 internationalen Kfz-Anmeldungen im Jahr 2020 die drei größten Anmelder mit ihren Anteilen an den gesamten internationalen Kfz-Anmeldungen aus diesem Land zusammengefasst.

Diese Darstellung basiert auf den Einzelunternehmen, die unterschiedliche Schreibweisen verschiedener Anmelder (Volkswagen AG, Volkswagen Aktiengesellschaft, VOLKSWAGEN AG) berücksichtigt, jedoch nicht etwaige Tochtergesellschaften wie etwa Audi oder Porsche zum Gesamtkonzern aggregiert. Hierbei zeigen sich einige be-

### Konzentration der internationalen Kfz-Patentanmeldungen nach Ländern und Firmen

Tabelle 1

Die drei größten Anmelder von internationalen Kfz-Patentanmeldungen nach Forschungsstandorten im Jahr 2020 in Prozent aller internationalen Kfz-Patentanmeldungen mit Erfindersitz in dem jeweiligen Land

	Platz 1	Anteil	Platz 2	Anteil	Platz 3	Anteil	Anteil Top 3
Deutschland	Robert Bosch	24,7	Volkswagen	8,1	BMW	5,2	38,0
Japan	Toyota	17,0	Denso	10,9	Hitachi Ltd.	6,5	34,4
USA	Ford	31,7	General Motors	13,3	Robert Bosch	3,8	48,8
Frankreich	Valeo	24,6	Renault	14,5	PSA Group	13,3	52,4
Südkorea	Hyundai	48,2	KIA	30,8	StradVision	6,0	85,0
China	CATL	44,0	BYD & Co.	6,7	Great Wall	4,8	55,5
Italien	Pirelli	10,3	Bridgestone	7,8	CNH Industrial	7,6	25,7
Schweden	Volvo AB	33,0	Volvo Car	19,1	Scania AB	16,8	68,9
Österreich	AVL List	23,0	ZKW Group	17,5	Magna	12,8	53,3

Anmelder internationaler Kfz-Patentanmeldungen aus Ländern mit mehr als 250 internationalen Kfz-Patentanmeldungen; Einzelunternehmen ohne Berücksichtigung von Konzernverflechtungen. Auswertung auf Basis der IW-Patentdatenbank.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft

Tabelle 1: <http://dl.iwkoeln.de/index.php/s/KRABYjjbYAqpFRK>

merkenswerte Aspekte. So findet sich beispielsweise die Robert Bosch GmbH nicht nur in Deutschland, sondern auch in den USA unter den drei größten Anmeldern internationaler Kfz-Patente. Eine Stellung, die Bosch auch in den wichtigen Produktionsstandorten Indien, Brasilien und Thailand erreicht. Aber auch in China ist Bosch der sechstgrößte Anmelder internationaler Kfz-Patente. Mit Blick auf China fällt zudem die dominante Position von Contemporary Amperex Technology Co. Limited (CATL) auf. Insgesamt 44 Prozent der am Forschungsstandort China entwickelten internationalen Kfz-Patentanmeldungen werden von diesem erst im Dezember 2011 gegründeten Unternehmen eingereicht, welches auf die Entwicklung und Produktion von Kfz-Batteriezellen spezialisiert ist. Bemerkenswert ist besonders der enorme Abstand zum Konkurrenten BYD, der im Gegensatz zu CATL eigene Elektroautos produziert und mit diesen seit Ende 2021 im europäischen Markt präsent ist. Die Dynamik der Kfz-Patentanmeldungen am Forschungsstandort China lässt sich deutlich anhand von Neueinsteigern in die Kfz-Industrie beobachten und kaum bei den seit Langem etablierten Autoherstellern, zu denen etwa die mit den deutschen Herstellern verbundenen Joint-Venture-Partner (z. B. SAIC, Brilliance) zu zählen sind. Ein Blick auf die drei größten Anmelder aus Italien zeigt, dass die bekannten Fahrzeughersteller wie Fiat oder Iveco fehlen. Stattdessen sind es hier zwei Firmen, die vor allem für die Reifenproduktion bekannt sind sowie ein Hersteller von Land- und Baumaschinen.

### **Wandel vom konventionellen zum elektrifizierten Antriebsstrang**

Im Gefolge der langjährigen Analyse der Patentaktivität der Kfz-Industrie am Standort Deutschland wurde im IW eine Methodik entwickelt, die eine zielsichere Abgrenzung von Patentanmeldungen zum konventionellen und zum elektrifizierten Antriebsstrang ermöglicht (Kohlisch et al., 2021; 2023). Diese Methodik wird im Folgenden erstmalig auch auf internationale Forschungsstandorte angewendet.

In Abbildung 3 wird die Entwicklung der Forschungen zum konventionellen und zum elektrifizierten Antriebsstrang an den sechs größten Forschungsstandorten der Kfz-Industrie aufgezeigt. Als Messgröße wird dazu der Anteil der Patentanmeldungen mit Bezug zu den beiden Antriebsstrangvarianten an allen internationalen Kfz-Patentanmeldungen des entsprechenden Landes verwendet. Der Betrachtungszeitraum erstreckt sich wiederum auf die Jahre 2010 bis 2020. Dabei ergibt sich für fünf der

sechs dargestellten Länder ein sowohl qualitativ als auch quantitativ vergleichbares Bild. Die Ausnahme stellt China dar, das seine Kfz-Forschung in hohem Ausmaß auf den elektrifizierten Antriebsstrang spezialisiert hat. Betrachtet man zunächst die fünf traditionellen Standorte unter den großen Innovatoren, so zeigen sich allenfalls Niveauunterschiede, die grundlegenden Tendenzen stimmen aber überein. Zum aktuellen Rand hin sinkt der Anteil von internationalen Kfz-Patentanmeldungen mit Bezug zum konventionellen Antriebsstrang deutlich ab. Der Abwärtstrend setzte sich im Jahr 2020 fort, in dem auch die Gesamtzahl der an den Forschungsstandorten Deutschland, Japan, USA und Frankreich angemeldeten internationalen Kfz-Patente spürbar zurückging.

Im Jahr 2020 lag der Anteil des konventionellen Antriebsstrangs an den internationalen Patentanmeldungen des Forschungsstandorts Deutschland bei gut 17 Prozent, was eine Halbierung gegenüber 2010 darstellt. Noch drastischer fiel der Rückgang am Forschungsstandort USA aus, deren Quote von 41 Prozent im Jahr 2010 auf 15 Prozent im Jahr 2020 sank. Letztlich lagen die Anteile des konventionellen Antriebsstrangs an den internationalen Kfz-Patentanmeldungen im Jahr 2020 noch zwischen 13 Prozent im Fall von Frankreich und 21 Prozent am Forschungsstandort Japan. Für alle Länder sank der Anteil des konventionellen Antriebsstrangs auch im Jahr 2020, wobei sich das Reduktionstempo ab dem Jahr 2016 drastisch beschleunigt hat und auch im Jahr 2020 unverändert hoch blieb. In Südkorea sank dieser Anteil im letzten Jahr des Betrachtungszeitraums sogar um gut 4,5 Prozentpunkte und das, obwohl die Gesamtzahl der internationalen Kfz-Patentanmeldungen am Forschungsstandort Südkorea gleichzeitig um gut 25 Prozent angestiegen war. Diese Zahlen zeigen deutlich, dass schon zur Mitte des letzten Jahrzehnts an allen Forschungsstandorten der Kfz-Industrie massiv umgesteuert wurde. Der Anteil des konventionellen Antriebsstrangs an den Forschungsanstrengungen wurde stark reduziert und mit Ausnahme Südkoreas sank an allen Standorten auch die Gesamtzahl der internationalen Kfz-Patentanmeldungen mit Bezug zum Antriebsstrang merklich.

Die korrespondierenden Ergebnisse zum elektrifizierten Antriebsstrang weisen darauf hin, dass hier der Zuwachs an internationalen Patentanmeldungen typischerweise deutlich langsamer verläuft als die Reduktion im Bereich des konventionellen Antriebs-

## Schwerpunktverschiebungen bei der Forschung zum Antriebsstrang

Abbildung 3

Anteile von Patentanmeldungen zum konventionellen und elektrifizierten Antriebsstrang in Prozent aller internationalen Kfz-Patentanmeldungen nach Erfindersitz der entsprechenden Länder



Auswertung auf Basis der IW-Patentdatenbank.  
Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft

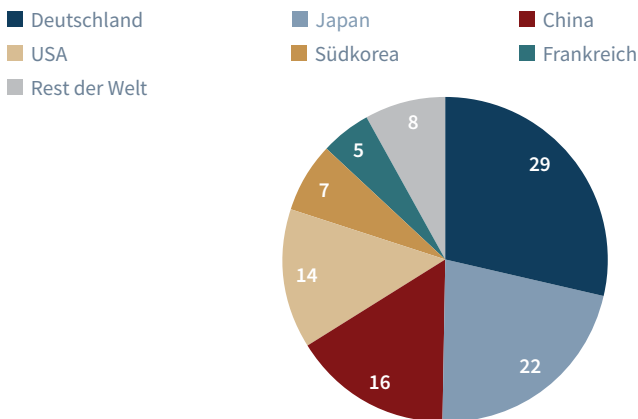
Abbildung 3: <http://dl.iwkoeln.de/index.php/s/J7SkPBDX7PCtm3N>

strangs. Auch an diesen Zahlen lässt sich ein Umschwenken ab der Mitte des letzten Jahrzehnts beobachten. In Deutschland und den USA begann der Hochlauf etwas früher als in Japan und Frankreich. Auffallend ist die Entwicklung in Südkorea, wo im Jahr 2020 der Anteil des elektrifizierten Antriebsstrangs an den internationalen Kfz-Patentanmeldungen um fast 4 Prozentpunkte anstieg. In absoluten Zahlen betrug der Zuwachs sogar mehr als 50 Prozent. Auch in den anderen betrachteten Ländern wuchs der Anteil des elektrifizierten Antriebsstrangs im Jahr 2020, wohingegen in Deutschland die Quote von 15,9 auf 15,0 Prozent zurückging. Somit lag die Quote im Jahr 2020 nur in Frankreich mit 13,6 Prozent niedriger als in Deutschland. Dieser prozentuale Rückgang ändert aber nichts daran, dass Deutschland auch im Jahr 2020 die größte Anzahl an Patentanmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang produziert hat. In Summe waren es mehr als aus den Forschungsstandorten USA, Frankreich und Südkorea zusammen. Betrachtet man die gesamte internationale Patentleistung des Jahres 2020 zum elektrifizierten Antriebsstrang, so zeigt sich, dass dieser Technologiewandel nur an sechs Forschungsstandorten vorangetrieben wird (Abbildung 4).

### Konzentration der Forschung zum elektrifizierten Antriebsstrang

Abbildung 4

Anteile an den Patentanmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang des Jahres 2020 in Prozent



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft

Abbildung 4: <http://dl.iwkoeln.de/index.php/s/j3QTdq5pTaroMMS>

Der Anteil dieser sechs Forschungsstandorte an allen internationalen Patentanmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang lag im Jahr 2020 bei über 92 Prozent und somit noch einmal fast 5 Prozentpunkte über ihrem Anteil an allen internationalen Kfz-Patentanmeldungen (s. Abbildung 2). Weitere 2,9 Prozent stammten von schwedischen Erfindern. Trotz eines deutlichen Rückgangs der gezählten Patentanmeldungen im Jahr 2020 konnte der Forschungsstandort Deutschland seinen Spitzenplatz deutlich verteidigen. Gleichwohl kann der rückläufige Trend als Alarmzeichen gedeutet werden, denn die anderen großen Forschungsstandorte weisen derzeit ein höheres Transformationstempo hin zum elektrifizierten Antriebsstrang auf. Über alle Länder hinweg gab es im Jahr 2020 zum ersten Mal mehr Patentanmeldungen aus dem Bereich des elektrifizierten als aus dem Bereich des konventionellen Antriebsstrangs.

### Tempo des Transformationsprozesses

Um die Entwicklung des Transformationsprozesses unabhängig von der Gesamtzahl der internationalen Patentanmeldungen veranschaulichen zu können, wird ein Transformationsindikator gebildet. Hierfür werden die erfassten Anmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang ins Verhältnis zu den korrespondierenden internationalen Patentanmeldungen mit Bezug zum konventionellen Antriebsstrang in Beziehung gesetzt. Die Angaben in Tabelle 2 sind folglich so zu lesen, dass auf jede internationale Kfz-Patentanmeldung mit Bezug zum konventionellen Antriebsstrang die angegebene Anzahl von Anmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang kommt. In dieser Betrachtung wird der Tempoverlust in Deutschland sehr deutlich. In gut der Hälfte der hier betrachteten Forschungsstandorte der globalen Kfz-Industrie wurden im Jahr 2020 mehr internationale Patentanmeldungen zum elektrifizierten als zum konventionellen Antriebsstrang hervorgebracht (Indikatorwert  $> 1$ ). Deutschland und Japan hängen mit Werten von 0,87 und 0,81 etwas hinterher. Auffällig ist im Vergleich mit den fünf am weitesten fortgeschrittenen Ländern die schwache Dynamik in Deutschland. Erstere zeigten im Jahr 2020 zumeist eine Transformationsbeschleunigung, in Deutschland ließ das Tempo hingegen sichtbar nach. Tabelle 2 enthüllt zwei Ausreißer.

Das ist zum einen der Forschungsstandort Italien, wo der elektrifizierte, gemessen am konventionellen Antriebsstrang, die mit Abstand geringste Bedeutung aufweist und darüber hinaus eine Transformationsdynamik kaum erkennbar ist. Wie bereits in



## Tempo des Technologiewandels im Bereich Antriebsstrang

Tabelle 2

Anzahl internationaler Patentanmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang je internationale Patentanmeldung zum konventionellen Antriebsstrang.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
China	1,81	3,14	1,29	0,76	1,14	0,93	1,63	2,11	3,64	8,52	9,26
Schweden	0,48	0,25	0,36	0,69	0,40	0,47	0,51	0,35	0,46	0,90	1,58
Südkorea	0,70	0,83	0,63	0,65	0,75	0,54	0,47	0,75	0,63	0,77	1,26
USA	0,33	0,44	0,54	0,47	0,41	0,53	0,41	0,53	0,71	0,86	1,11
Frankreich	0,33	0,40	0,45	0,46	0,53	0,30	0,39	0,40	0,41	0,73	1,04
Deutschland	0,26	0,29	0,40	0,30	0,34	0,33	0,37	0,50	0,60	0,81	0,87
Japan	0,45	0,66	0,66	0,63	0,53	0,53	0,44	0,52	0,60	0,69	0,81
Österreich	0,20	0,30	0,54	0,50	0,22	0,35	0,23	0,40	0,54	0,51	0,52
Italien	0,19	0,10	0,22	0,14	0,19	0,16	0,16	0,16	0,14	0,34	0,27

Anmeldungen an den jeweiligen Forschungsstandorten nach Erfindersitz. Auswertung auf Basis der IW-Patentdatenbank. Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft

Tabelle 2: <http://dl.iwkoeln.de/index.php/s/2obkxCeWe36ttN3>

Tabelle 1 indirekt sichtbar wird, ist besonders die niedrige Anzahl der internationalen Kfz-Patentanmeldungen von Fiat auffallend. Der auf Krafträder spezialisierte Hersteller Piaggio kam 2020 auf die gleiche Anzahl internationaler Kfz-Anmeldungen am Forschungsstandort Italien wie die zu diesem Zeitpunkt noch existierende Fiat Chrysler Automobiles.

Zum anderen ist China ein bemerkenswerter Ausreißer. Wie in Abbildung 3 und Tabelle 2 abzulesen ist, werden am Forschungsstandort China nur sehr wenige internationale Kfz-Patentanmeldungen zum konventionellen Antriebsstrang eingereicht. In absoluten Zahlen ausgedrückt kommen von den italienischen Erfindern doppelt so viele dieser Patentanmeldungen wie von den chinesischen Erfindern. Die in Abbildung 3 dargestellten vergleichsweise hohen Anteile des konventionellen Antriebsstrangs bis zum Jahr 2015 waren stark von der in diesen Jahren noch geringen Gesamtanzahl von internationalen Kfz-Patentanmeldungen aus China geschuldet. Ein anderes Bild

ergibt sich beim elektrifizierten Antriebsstrang, zu dem im Jahr 2020 am Forschungsstandort China mehr internationale Kfz-Patentanmeldungen eingereicht wurden als in den USA. Wie Abbildung 3 zeigt, kam es auch in China ab dem Jahr 2016 zu einer deutlichen Strukturveränderung, wenn auch von einem bereits hohen Ausgangsniveau ausgehend und mit einer beispiellosen Konsequenz. So lag der Anteil des elektrifizierten Antriebsstrangs im Jahr 2016 bereits bei gut 27 Prozent der internationalen Kfz-Patentanmeldungen und stieg bis zum Jahr 2020 auf 60 Prozent. In absoluten Zahlen ausgedrückt hat sich die Anzahl der am Forschungsstandort China hervorgebrachten internationalen Kfz-Patentanmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang zwischen 2010 und 2020 mehr als verzwanzigfacht. Dies erklärt auch, warum im Jahr 2020 das in Tabelle 2 dargestellte Verhältnis bei fast zehn zu eins zugunsten des elektrifizierten Antriebsstrangs lag. Auch an anderer Stelle ist diese Entwicklung zu sehen. Etwa zwei Drittel des in Abbildung 2 (unterer Teil) dokumentierten Anstiegs der Gesamtzahl internationaler Kfz-Patentanmeldungen des Forschungsstandorts China sind auf den elektrifizierten Antriebsstrang zurückzuführen. Das verdeutlicht, in welchem Ausmaß der strategische Schwerpunkt der Kfz-Forschung in China auf den elektrifizierten Antriebsstrang gelegt wurde. Forschungen in anderen Gebieten werden in China hingegen nur nachrangig in Form von internationalen Patentanmeldungen hervorgebracht. Das zeugt von einer Strategie im Sinne von „Überholen, ohne einzuholen.“ Zieht man zudem in Betracht, dass chinesische Firmen bereits seit Jahren dabei sind, patentaktive Zulieferer aus anderen Ländern aufzukaufen (Koppel et al., 2019), dann zeichnet sich ab, dass die chinesische Kfz-Industrie eher nicht in Forschungsbereiche abseits des elektrifizierten Antriebsstrangs einsteigen will. Stattdessen kaufen die chinesischen Firmen die Kompetenzen in Form von Zulieferungen oder von patentaktiven Firmen auf. Hier liegt ein großer strategischer Unterschied der Kompetenzgewinnung zur südkoreanischen Kfz-Industrie, die ab dem Jahr 2000 stark in Kompetenzen im klassischen Fahrzeugbau investiert hat. China setzt hingegen voll auf den Technologiewandel im Antriebsstrang, um sich im Weltmarkt zu etablieren.

Wenn man die Entwicklung des Kfz-Forschungsstandorts Chinas analysiert, fällt umgehend ein einzelnes Unternehmen auf, das bei der Innovationsperformance die Schlüsselstellung einnimmt. Dabei handelt es sich um die Contemporary Amperex Technology Co. Limited (CATL). Wie bereits in Tabelle 1 deutlich wird, kam von den

Erfindern dieses Unternehmens fast die Hälfte der im Jahr 2020 aus China eingereichten internationalen Kfz-Patentanmeldungen. Diese Anzahl unterschätzt noch die Bedeutung von CATL für die bislang beschriebenen Entwicklungen. Das tritt deutlich zutage, wenn man die Patenthistorie dieser Firma mit jener des Standorts China abgleicht. CATL ist auf die Entwicklung und den Bau von Kfz-Batteriezellen spezialisiert. Daher sind beinahe alle ihre Patentanmeldungen dem elektrifizierten Antriebsstrang zuzurechnen. Der Anteil von CATL an den im Jahr 2020 von chinesischen Erfindern stammenden internationalen Kfz-Patentanmeldungen mit Bezug zum elektrifizierten Antriebsstrang lag bei fast 75 Prozent. Das ist umso bemerkenswerter, da CATL erstmals im Jahr 2015 eine entsprechende Patentanmeldung einreichte und sich im Jahr 2020 bereits zum Unternehmen mit den siebtmeisten internationalen Kfz-Patentanmeldungen insgesamt entwickelt hatte. Letztlich geht der dargestellte Transformationsvorsprung Chinas im Bereich des Antriebsstrangs ab dem Jahr 2015 nahezu exklusiv auf CATL zurück.

### **Dominanz der Zulieferer bei internationalen Kfz-Patentanmeldungen**

In vorhergehenden Analysen wurde die gesamte Patentleistung der Kfz-Industrie am Standort Deutschland erfasst und auf verschiedene Anmeldergruppen wie Fahrzeughersteller, Zulieferer oder Entwicklungsdienstleister aufgeteilt. Die Hersteller erreichten bei der letzten Auswertung (Kohlisch et al., 2021, 79) einen Anteil von gut einem Drittel, Entwicklungsdienstleister etwas über 1 Prozent und die Zulieferer fast 60 Prozent der gesamten Patentleistung der Kfz-Industrie am Standort Deutschland, wobei bereits die drei umsatzstärksten Zulieferer (Bosch, Schaeffler/Continental, ZF) für über 43 Prozent der erfassten Patentanmeldungen standen. Abbildung 5 zeigt die Unterscheidung nach Anmeldergruppen für internationale Kfz-Patentanmeldungen differenziert nach Forschungsstandorten für das Jahr 2020.

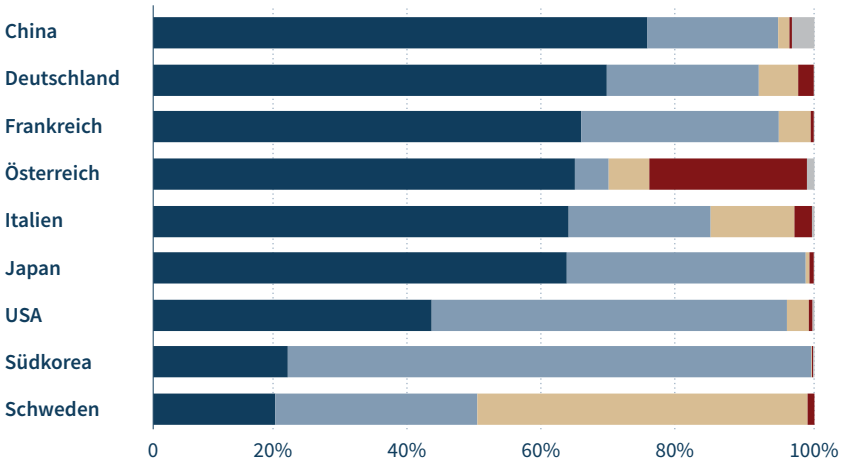
Die über Forschungsstandorte hinweg breiteste Übereinstimmung stellt die starke Position der Zulieferer bei den internationalen Kfz-Patentanmeldungen dar. Besonders ausgeprägt ist dies in China und Deutschland, wobei es im Fall von China die Firma CATL ist, die im Wesentlichen für diesen Befund sorgt. In Deutschland tragen die drei bereits genannten Zulieferer fast 50 Prozent zu allen internationalen Kfz-Patentanmeldungen des Jahres 2020 bei. Für die weiteren Zulieferer verbleibt damit ein Anteil von

## Struktur der internationalen Kfz-Patentanmeldungen nach Anmeldegruppen

Abbildung 5

Kfz-Patentanmeldungen nach Anmeldegruppen in Prozent

■ Zulieferer                      ■ Hersteller Individualverkehr                      ■ Hersteller Nutzfahrzeuge  
■ Entwicklungsdienstleister                      ■ Sonstige



Angaben für alle Forschungsstandorte mit mehr als 250 internationalen Kfz-Patentanmeldungen für das Jahr 2020. Auswertung auf Basis der IW-Patentdatenbank. Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft

Abbildung 5: <http://dl.iwkoeln.de/index.php/s/538tZFEyJF52WB>

etwa 18 Prozent. Vergleicht man diese Angaben mit den bereits erwähnten früheren Ergebnissen über die gesamte Patentleistung der Kfz-Industrie am Standort Deutschland, so zeigen sich trotz methodischer Unterschiede – die Zahlen sind nur eingeschränkt vergleichbar durch den Wechsel zwischen Anmelde- und Erfindersitzperspektive – Indizien dafür, dass die deutschen Hersteller von Individualfahrzeugen eine von den Zulieferern abweichende Patentierungsstrategie verfolgen, wenn es darum geht zu entscheiden, ob eine Patentanmeldung lediglich in Deutschland oder zusätzlich darüber hinaus angemeldet wird.

Sehr hohe Anteile der Zulieferer an den internationalen Kfz-Patentanmeldungen finden sich auch für die Forschungsstandorte Frankreich, Österreich, Italien und Japan. Für

die Länder Japan, Frankreich und Österreich zeigt eine weitere Analyse, dass der hohe Zuliefereranteil als Ausdruck einer innovativen Branche zu interpretieren ist. Im Fall von Italien deutet es eher auf die bereits angesprochene Innovationsschwäche der Hersteller von Individualfahrzeugen hin. Aus dem Rahmen fallen hingegen die Zuliefereranteile an den Forschungsstandorten Schweden, Südkorea und mit Abstrichen auch den USA. Schweden weist dabei eine spezifische Struktur der Anmeldegruppen auf. Hier sind es die beiden großen Nutzfahrzeugproduzenten des Landes, die zusammen die Hälfte der internationalen Kfz-Patente des Standorts einreichen. Zum Vergleich: Das Land mit dem zweithöchsten Anteil von Nutzfahrzeugherstellern an den internationalen Kfz-Patentanmeldungen war Italien mit 12 Prozent. Auffällig ist die Anmeldestruktur auch für internationale Kfz-Patentanmeldungen am Standort Südkorea. Hier spielen die Zulieferer nur eine untergeordnete Rolle, während fast 80 Prozent der Patentanmeldungen von den beiden Pkw-Herstellern des Landes stammten. Auffällig ist auch, dass der drittgrößte Anmelder von internationalen Patentanmeldungen aus Südkorea mit StradVision (s. Tabelle 1) eine Firma ist, die erstmals 2017 international patentaktiv geworden ist und die auf das neue Technologiefeld des autonomen Fahrens spezialisiert ist. Vor dem Aufkommen dieses Newcomer waren die Zuliefereranteile im Fall Südkoreas sogar noch geringer. Auch in der Anmeldestruktur der USA sind die Zulieferer unterdurchschnittlich repräsentiert, während der Anteil der Hersteller von Individualfahrzeugen relativ hoch ist. Anzumerken ist auch die vom Durchschnitt abweichende Struktur in Österreich. Österreich ist das einzige Land, das ohne einen nennenswerten heimischen Hersteller in die Riege der Standorte mit mehr als 250 internationalen Patentanmeldungen aufgerückt ist. Insgesamt entstammen dem Forschungsstandort Österreich etwa so viele internationale Kfz-Anmeldungen wie den Standorten Indien, Brasilien, Mexiko, Spanien und Thailand zusammen. Diese Länder standen dabei für fast 20 Prozent der weltweiten Fahrzeugproduktion im letzten Jahr (s. Abbildung 1). Die Besonderheit Österreichs liegt in der starken Stellung von Entwicklungsdienstleistern, welche die Anteile übernehmen, die andernorts von den Herstellern eingenommen werden. Österreichs Kfz-Branche scheint neben den innovativen Zulieferern ungewöhnlich stark auf Dienstleistungen für ausländische Hersteller wie Auftragsfertigung und Entwicklungsdienstleistung ausgerichtet zu sein, wobei anzumerken ist, dass die Gruppe der Entwicklungsdienstleister stark von einem einzelnen Unternehmen geprägt wird.

Die vorliegende Analyse zeigt, dass die Transformation der Kfz-Industrie global in vollem Gang ist. Der Forschungsstandort Deutschland gehört unzweifelhaft zu den Treibern dieser Entwicklung. Dies kann einem Pessimismus über die Zukunft der deutschen Kfz-Industrie entgegengesetzt werden. Gleichwohl weisen andere Standorte ein deutlich schnelleres Transformationstempo auf.

## Literatur

EPA – Europäisches Patentamt, 2023, European patent applications, [https://report-archive.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/statistics/2020/statistics/patent-applications\\_de.html](https://report-archive.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/statistics/2020/statistics/patent-applications_de.html) [25.9.2023]

Kohlisch, Enno / Koppel, Oliver / Küper, Malte / Puls, Thomas, 2021, Innovationswandel in der deutschen Kfz-Industrie: Eine Analyse mit der IW-Patentdatenbank, in: IW-Trends, 48. Jg., Nr. 3, S. 69–88

Kohlisch, Enno / Koppel, Oliver / Küper, Malte / Puls, Thomas, 2023, Forschungsschwerpunkte der Kfz-Industrie am Standort Deutschland, in: IW-Trends, 50. Jg., Nr. 1, S. 23–43

Koppel, Oliver / Puls, Thomas / Röben, Enno, 2019, Innovationstreiber Kfz-Unternehmen, Eine Analyse der Patentanmeldungen in Deutschland für die Jahre 2005 bis 2016, IW-Analysen, Nr. 132, Köln

OICA – Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles, 2023, Production Statistics, <https://www.oica.net/category/production-statistics/2022-statistics/> [5.9.2023]

## **The Transformation of the Automotive Industry: An International Comparison of Germany's Innovation Performance**

The automotive industry is undergoing a comprehensive technological transformation that is challenging established value chains. Making sure that domestic research helps to shape this ongoing transformation is therefore an important task for countries with a significant car industry. This paper analyses international patent activity in those countries where the industry's key research is carried out. The results show that within the global motor vehicle industry research is geographically concentrated. Almost 90 per cent of all international patent applications in the automotive sector come from just six countries. In 2020 the country with the largest number in absolute terms was Germany, although between 2015 and 2020 the number of motor vehicle patent applications in China tripled. Of those submitted in the latter year nearly 60 per cent were for electrified powertrains, and a single company, battery cell manufacturer CATL, accounted for most of these. In all other major centres of automotive research, the share of electrified powertrain patent applications is below 20 percent. In 2020 worldwide, patent applications relating to electric powertrains exceeded those for their conventional counterparts for the first time. In that year, the largest number of patents for electrified powertrains were developed in Germany. However, at that point the technical transformation in this country stalled, whereas it continued to accelerate elsewhere. In most countries with significant international automotive patent applications, the innovation scene is dominated by the component suppliers.