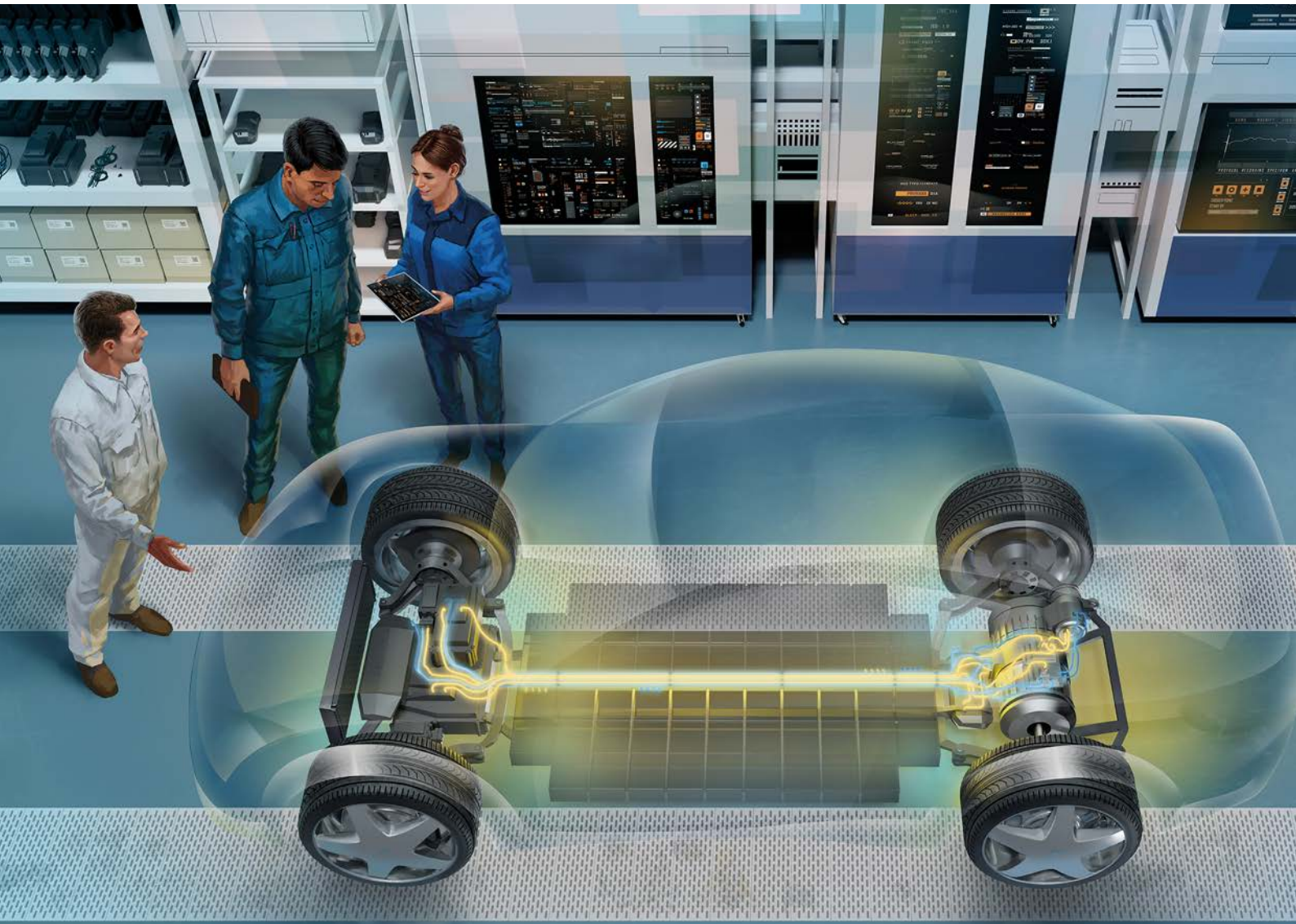
SCALE-UP
E-DRIVE



# Transformations-Factsheet „Innovationsbenchmark Leistungselektronik“

AUSGABE 11, JUNI 2025

© e-mobil BW/Sergej Schell

**Autoren:**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. – Institut für Fahrzeugkonzepte

Benjamin Frieske, Hagen Spielmann

TU München

Nico Rosenberger, Jan Koloch

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

SCALE-UP E-DRIVE

## Hintergrund

Der Transformations-Hub „Scale-up E-Drive" unterstützt insbesondere kleine und mittlere Unternehmen der Automobilwirtschaft in Deutschland bei der Transformation hin zu elektrifizierten Antriebssträngen, indem relevante Trends und Entwicklungen zu Branchen-, Markt-, Technologie-, Produkt- und Produktionswissen aufbereitet, in den internationalen Kontext eingeordnet und in Form von Transformations-Factsheets und -Dashboards bereitgestellt werden.

Diese Informationen bereiten die wesentlichen Entwicklungen im Zuge der Transformation des Antriebsstrangs zielgruppengerecht in kompakter Form auf und dienen der Unterstützung von strategischen Entscheidungsprozessen in den Unternehmen. Übergeordnetes Ziel ist die Erhaltung von Innovations- und technologischer Wettbewerbsfähigkeit, um Wertschöpfung und Beschäftigung auch bei den neuen Produkten und Technologien des Antriebsstrangs in Deutschland zu sichern.

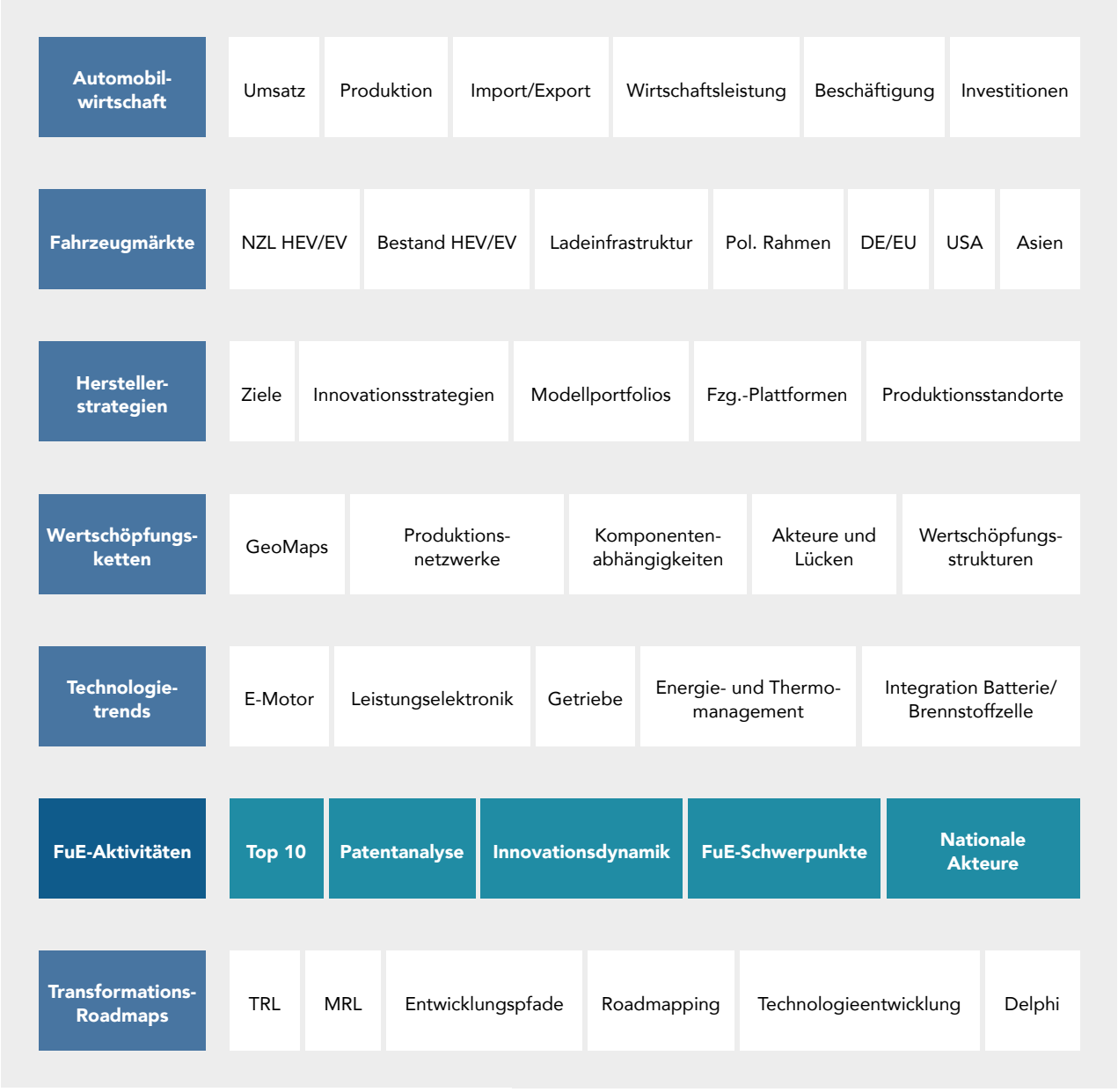
Der Hub fokussiert sich auf folgende Komponenten im Antriebsstrang: E-Motor, Leistungselektronik, Getriebe, Energie- und Thermomanagement sowie die Integration von Batterien und Brennstoffzellen. Dabei stehen unterschiedliche Fahrzeugtypen im Zentrum der Betrachtung.

Entwicklungen und Trends mit Fokus auf die in Abbildung 1 dargestellten Themenschwerpunkte werden kontinuierlich im Laufe des Projekts in Form von Transformations-Factsheets und -Dashboards aufbereitet.

Quelle: DLR

Abbildung 1: Themenschwerpunkte der Transformations-Factsheets und -Dashboards

Das vorliegende Dashboard ist, wie in Abbildung 2 dargestellt, im Bereich „Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten“ (FuE-Aktivitäten) angesiedelt und stellt relevante Kennzahlen und Entwicklungen bei Innovationstätigkeiten für die Leistungselektronik mit Bezug zur Fahrzeuganwendung im internationalen Vergleich dar.




Quelle: DLR

Abbildung 2: Fokusthemen der Dashboard-Publikationsreihe

## Patentanmeldungen Leistungselektronik für die Fahrzeuganwendung

2013–2023

**42.903**
Patentfamilien

## Bedeutung der Patentmärkte

| | 2013 | 2023 |
|---|---|---|
| DE | 12,2% | 6,3% |
| CN | 26,9% | 77,9% |
| JP | 25,6% | 3,8% |

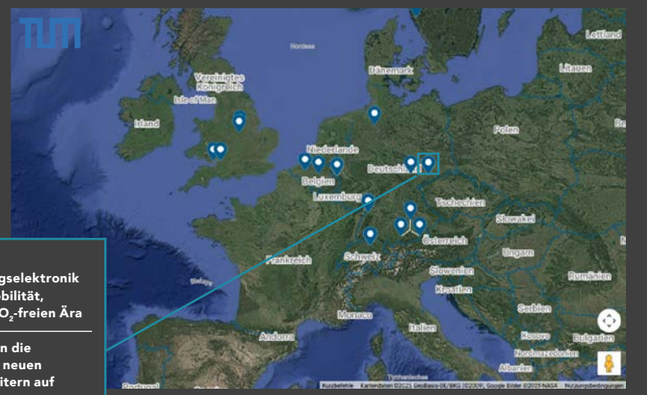
## FuE-Anteile China

2013
**24,4%**

2023
**82,1%**

SCALE-UP
**E-DRIVE**

## Forschungsmonitor FuE-Projekte



TU Chemnitz
**[Power2Power] Silizium-Leistungselektronik der nächsten Generation für Mobilität, Industrie und Stromnetze der $CO_2$-freien Ära**

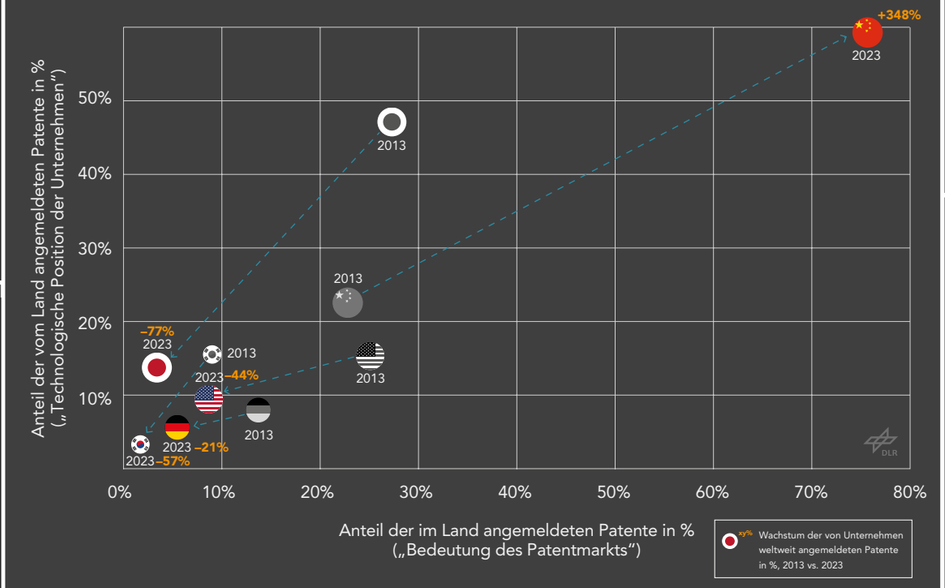
**Im Projekt Power2Power werden die Grundlagen zur Fertigung einer neuen Generation von Leistungshalbleitern auf 300-mm-Wafern entwickelt.**

Komponente: Leistungselektronik

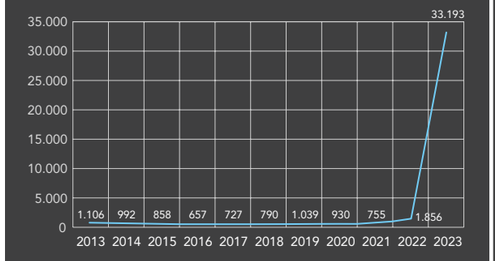
## FuE-Schwerpunkte in Patentschriften

- Leistungselektroniktypen 20,2%
  DC-Konverter (DC-DC) | Gleichrichter (AC-DC) | Inverter (DC-AC) | AC-Konverter (AC-AC)
- Halbleiter 19,6%
  Silizium (Si) | Siliziumkarbid (SiC) | Galliumnitrid (GaN)
- Thermomanagement 13,1%
- Steuerung, Regelung 9,4%
- Produktionsprozesse 9,1%

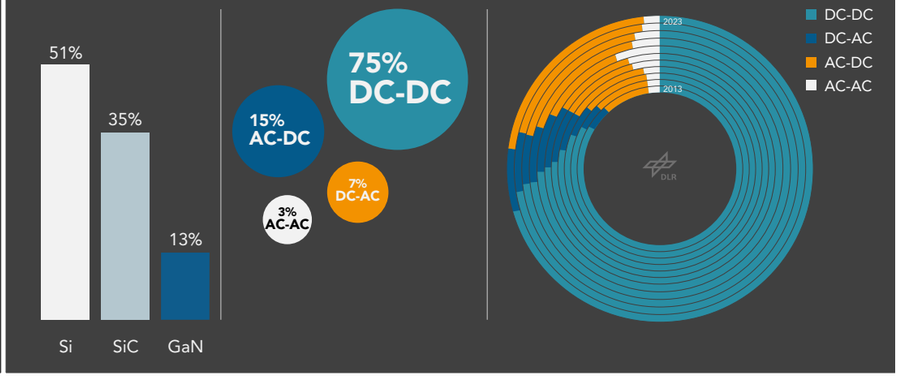
## Benchmark der technologischen Position | FuE-Aktivitäten | 2013 vs. 2023




## Trendentwicklung Patentanmeldungen 2013–2023



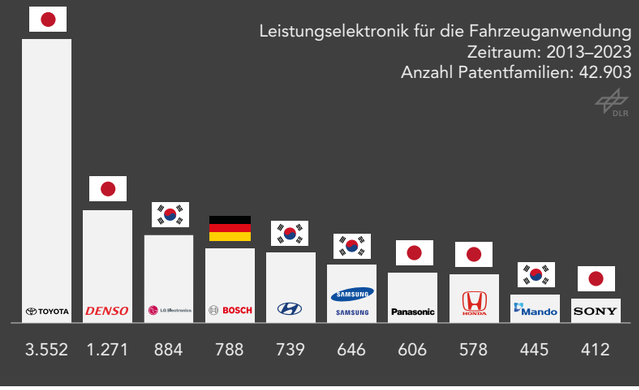

## Trendentwicklung FuE-Anteile ausgewählter Technologien | 2013–2023



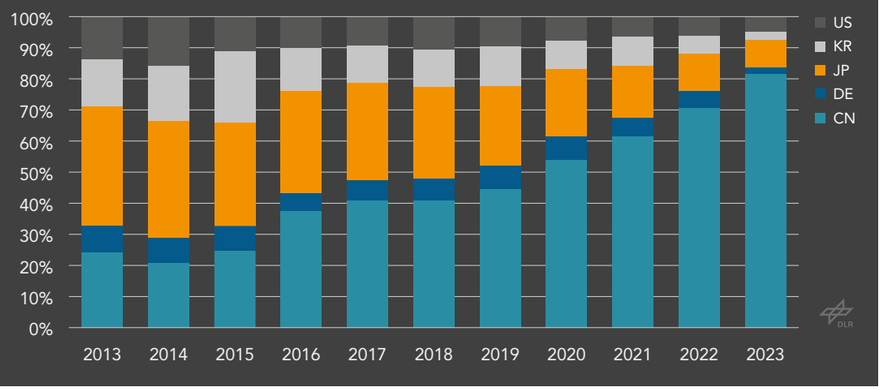

## Patentportfolios: führende deutsche Unternehmen

| | | | |
|---|---|---|---|
| Robert Bosch GmbH | 788 | Infineon AG | 49 |
| Continental AG | 215 | SB Limotive | 38 |
| ZF Friedrichshafen AG | 193 | Vitesco Technologies AG | 28 |
| Mercedes-Benz Group | 164 | Brose SE & Co. KG | 20 |
| BMW AG | 146 | Alfred Teves GmbH | 17 |
| Siemens AG | 133 | | |
| Volkswagen AG | 94 | | |
| Audi AG | 85 | | |
| Porsche AG | 68 | | |
| Schaeffler AG | 63 | | |

## TOP-10-Unternehmensranking weltweit




## Trendentwicklung FuE-Anteile ausgewählter Länder | 2013–2023




Quelle: DLR

Abbildung 3: Transformations-Dashboard „Innovationsbenchmark Leistungselektronik“

Kontakt: benjamin.frieske@dlr.de // Quellen: CNIPA (2025), DLR (2025), e-mobil BW (2023), EPO (2025), JPO (2025), KIPO (2025), USPTO (2025), Transformationswissen BW (2024), TU München (2025)

## Einleitung und Übersicht

Technologische Entwicklungen im Antriebsstrang neuartiger Pkw und Lkw sind grundlegende Voraussetzung zum Erhalt der technologischen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie. Diese Entwicklungen haben mit dem Markthochlauf elektrifizierter Fahrzeuge in den letzten Jahren deutlich an Dynamik gewonnen. Die Antriebsstrangentwicklung war über Jahrzehnte durch eine evolutionäre Weiterentwicklung des Verbrennungsmotors geprägt. Heute liegt der Fokus auf der Elektrifizierung. Die Automobilhersteller und -zulieferer investieren intensiv in Forschungs- und Entwicklungsleistungen, die alle notwendigen Technologiebereiche abdecken. Hierzu gehören Batterie, Leistungselektronik, E-Motor und Thermomanagement. Im Folgenden liegt der Fokus auf Innovationstätigkeiten im Bereich „Leistungselektronik im elektrifizierten Fahrzeugantriebsstrang“.

Die Leistungselektronik ist neben der Batterie und dem Elektromotor eine Schlüsseltechnologie der Elektrifizierung. Hauptaufgabe der Komponente ist es, die Energieflüsse im Fahrzeug zu steuern und den elektrischen Verbrauchern in geeigneter Form zur Verfügung zu stellen. Beispielsweise muss der von der Batterie bereitgestellte Gleichstrom für den Elektromotor in einen Wechselstrom gewandelt werden – beim Rekuperationsvorgang in umgekehrter Richtung. Obwohl die Leistungselektronik seit Jahrzehnten in unterschiedlichen Varianten Anwendung findet, investieren Original Equipment Manufacturer (OEM) und Zulieferer in die Weiterentwicklung der Technologie, um die speziellen Anforderungen an die Systeme im Automotivebereich zu bedienen und sich durch überlegene Leistungseigenschaften Wettbewerbsvorteile zu sichern (Transformationswissen BW, 2024).

In elektrifizierten Fahrzeugen kommen mehrere Leistungselektroniksysteme zum Einsatz, da mehrere Bordnetze mit unterschiedlichen Spannungen (z. B. 12/48 V) installiert sind. Zudem wird ein Anschluss an das Hochvoltnetz der Batterie und an externe Stromquellen für den Ladevorgang des Fahrzeugs benötigt. Die Systeme sind hocheffizient mit Wirkungsgraden von mehr als 95 % und zeichnen sich zudem durch Langlebigkeit und Wartungsfreiheit aus.

FuE-Anstrengungen konzentrieren sich derzeit wesentlich darauf, Volumen und Masse der Komponente zu verringern sowie Effizienz und Temperaturbeständigkeit für eine Anwendung im Automobil zu erhöhen. Ziel der Hersteller ist es, die Leistungselektronik in der Nähe zur E-Maschine wirkungsortnah zu integrieren oder gar eine Hochintegration im Fahrzeug zu realisieren. Das bedeutet, dass E-Maschine und Leistungselektronik in einem einzigen, kompakten System vereint werden. So können Komplexität und Kosten, z. B. für Kabelstränge im Fahrzeug, verringert werden. Ein weiterer Trend liegt darin, die Spannungen im Fahrzeug weiter zu steigern, um Wirkungsgradverluste zu verringern und Kühlanforderungen zu vermindern. Dabei sind Spannungen von 800 bis 1.000 V denkbar. Zusätzlich ist die Entwicklung neuer Halbleitermaterialien für die Hersteller und Zulieferer von hoher Relevanz, um die Leistungselektronik kleiner, leichter und effizienter zu gestalten sowie ggf. ganz ohne aktive Kühlung betreiben zu können. Zu den zentralen technologischen Voraussetzungen zählen sogenannte Wide-Bandgap-Materialien wie Siliziumkarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN), die mit höheren Frequenzen arbeiten und klassische Silizium-Halbleiter (Si) zunehmend ablösen könnten. Allerdings müssen die Herstellungskosten dieser Bauteile noch weiter verringert werden, um mit den konventionellen Si-Modulen auch in preissensiblen Volumenmärkten konkurrieren zu können (DLR, 2025; Transformationswissen BW, 2024; e-mobil BW 2023).

Die neuen Antriebskonzepte und -technologien sowie die damit verbundenen Veränderungen in den Wertschöpfungs-

strukturen stellen die deutsche Automobilwirtschaft vor tiefgreifende Umbrüche und besondere Herausforderungen – insbesondere im Hinblick auf die Erhaltung ihrer technologischen und marktlichen Wettbewerbsfähigkeit. Durch die zentrale Stellung der Automobilindustrie in der gesamten Wirtschaft des Landes und ihre Bedeutung für Wertschöpfung und Beschäftigung bietet ein kontinuierliches Monitoring der technologischen Position und Schwerpunktsetzung insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen einen Mehrwert. Durch ein Monitoring von FuE-Aktivitäten bei Schlüsseltechnologien können Informationen zu technologisch besonders aktiven Unternehmen und Technologieführern bereitgestellt und Veränderungen in FuE-Schwerpunkten bei OEM und Systemlieferanten (Tier 1) identifiziert werden. KMU sind so in der Lage, diese Informationen an eigenen strategischen Entwicklungspfaden zu spiegeln und ggf. Anpassungen in der Priorisierung von FuE-Projekten oder bei Kooperationspartnern vorzunehmen.

## Innovationsbenchmark

Bestandteil einer Innovationsanalyse zu Fahrzeugtechnologien ist die Identifikation und Untersuchung von innovationsorientierter Forschung zu neuartigen technologischen Lösungen. Hierfür ist es notwendig, geeignete Indikatoren heranzuziehen, auf Basis derer eine vergleichende Bewertung von (monetären) Aufwendungen in FuE und deren Ertrag (FuE-Intensität) durchgeführt werden kann. Neben Ressourcenindikatoren zur Messung des FuE-Inputs sind insbesondere Ertragsindikatoren zur Messung des FuE-Outputs relevant. Im Bereich zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung können hierfür v. a. Patentanmeldungen und referierte wissenschaftliche Publikationen herangezogen werden.

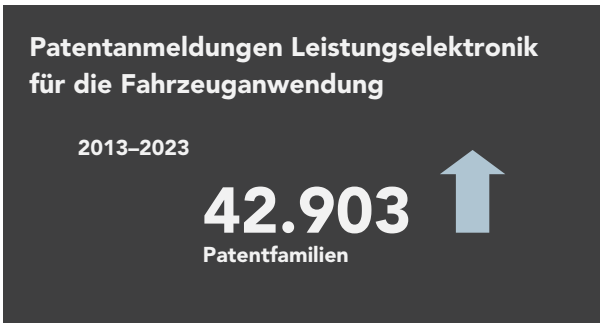
Im Rahmen dieses Factsheets soll im Sinne eines internationalen Benchmarks die technologische Position der deutschen Automobilindustrie für das Themenfeld „Leistungselektronik im elektrifizierten Fahrzeugantriebsstrang“ identifiziert und im Vergleich mit ausgewählten Weltregionen ab 2013 dargestellt werden. Für diese Zwecke werden hauptsächlich Anmeldungen transnationaler Patente herangezogen. Die Auswertung verfügbarer Metainformationen in den Patentdatenbanken des Europäischen Patentamts (EPO) sowie der US-amerikanischen (USPTO), japanischen (JPO), südkoreanischen (KIPO) und chinesischen (CNIPA) Patentbehörden ist Grundlage des Innovationsbenchmarks. Je Themenfeld wird eine dezidierte Suchstrategie entwickelt, die über eine Kombination aus IPC-Klassen (International Patent Classification) und Suchbegriffen Ergebnisse mit Bezug zur Fahrzeuganwendung ermöglicht.

Die so gewonnenen Daten werden in Technologie-Datenbanken überführt, strukturiert und harmonisiert, um sowohl quantitative Analysen (Anzahl Patente/Publikationen) per statistischer Auswertung als auch qualitative Analysen (Inhalte Patente/Publikationen) über Text- und Data-Mining-Funktionen durchführen zu können. Relevant für die Auswertung ist dabei nur die im Patent geschützte, über den Stand der Technik hinausgehende Erfindung bzw. Invention. Sofern mehrere Einzelpatente dieselbe Erfindung (z. B. auf unterschiedlichen Märkten) schützen, werden diese in nur einer Patentfamilie zusammengefasst und gehen auch nur einmal in die Auswertung ein (DLR, 2023).

Quelle: DLR

Abbildung 4: DLR TechScout

Zur Analyse wird das am DLR entwickelte Data Mining Tool DLR TechScout eingesetzt, das über Text- und Data-Mining-Algorithmen in der Lage ist, Analysen zu technologiespezifischen Innovationslandschaften auf Basis von Patentaktivitäten durchzuführen. Insgesamt wurden für die Analyse im o. g. Themenfeld 13 IPC-Klassen herangezogen (u. a. H02J, B60R, B60L, B60W, H01M, B62D und B60K) und mit relevanten Suchbegriffen kombiniert.




Quelle: DLR

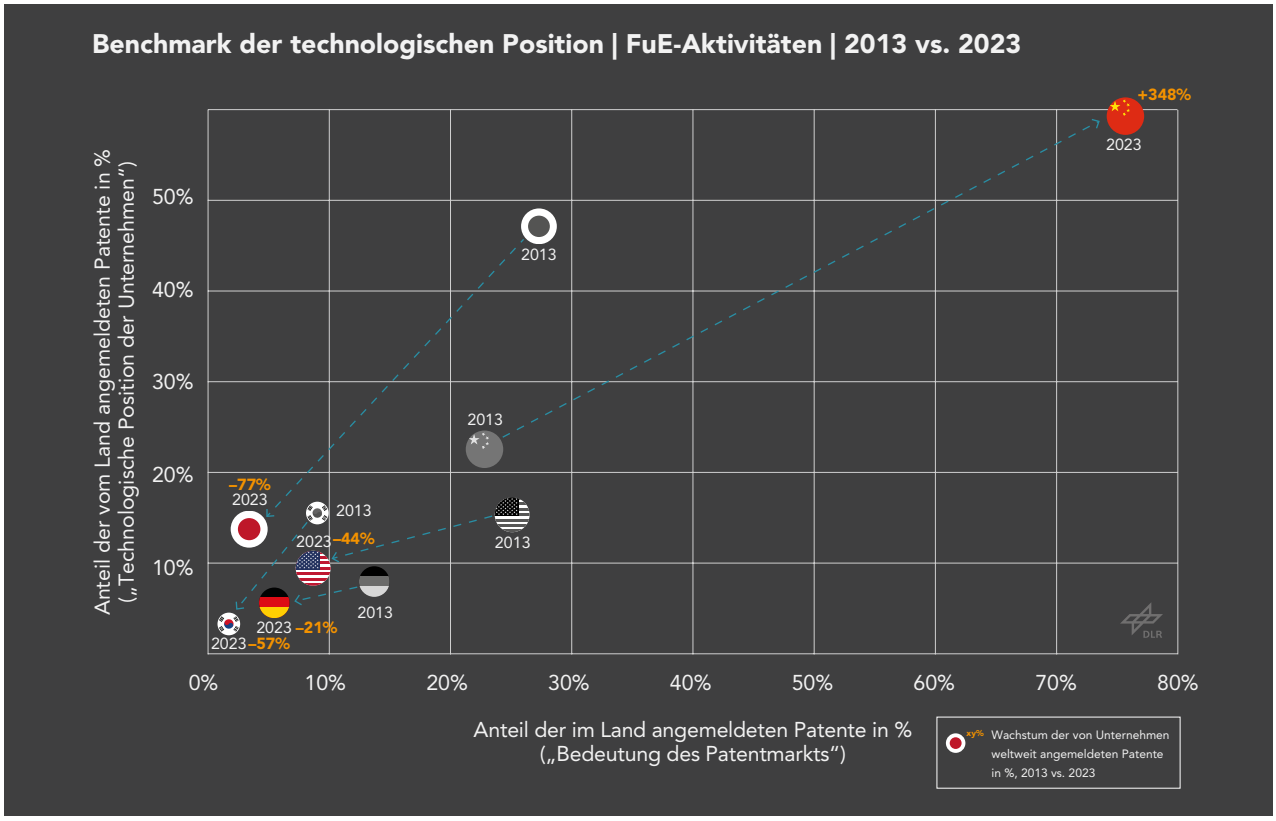
Abbildung 5: Patentanmeldungen 2013–2023

Über den gesamten Untersuchungszeitraum (1. Januar 2013 bis 31. Dezember 2023) konnten über alle Weltregionen hinweg 42.903 Patentfamilien für die „Leistungselektronik im elektrifizierten Fahrzeugantriebsstrang“ (inkl. Komponenten- und Bauteilebene) identifiziert werden, wie in Abbildung 5 dargestellt.

## Benchmark der technologischen Position

Die Analyse der technologischen Position einzelner Länder im internationalen Vergleich bezieht sich auf die in den jeweiligen Weltregionen vorhandenen Patentschriften. Analysiert werden deren Dynamik- und Schwerpunktentwicklung über einen Zeitraum von ca. elf Jahren. Aufgrund des mit Patentanmeldungen verbundenen ökonomischen Potenzials ist sie ein aussagekräftiger Indikator für kurz- bis mittelfristig zu erwartende technische Entwicklungen, die möglicherweise in innovativen Produkten Einzug finden. In der Analyse für 2013 und 2023[1] werden der Anteil der in den jeweiligen Ländern angemeldeten Patente („Bedeutung des Patentmarkts“, x-Achse) und der Anteil der vom Land bzw. der im Land ansässigen Unternehmen angemeldeten Patente („Technologische Position der Unternehmen“, y-Achse) einander gegenübergestellt und in eine Portfolio-Darstellung übertragen. Die vom Land angemeldeten Patente werden ermittelt, indem Unternehmen ihrem Hauptsitz nach geografisch zugeordnet werden. Der Fokus der Darstellung liegt auf den Ländern Deutschland, China, Japan, Südkorea und USA. Für das Jahr 2023 ist zusätzlich das Wachstum der von den jeweiligen Unternehmen weltweit angemeldeten Patente im Vergleich zu 2013 in Prozent aufgezeigt. Die Darstellung zeigt also Stand und Dynamik des Markts sowie der Technologie in Kombination. Zu sehen sind im Zeitverlauf sich z. T. radikal ändernde Positionen.

1 Die Patentzahlen der Jahre 2022 und 2023 sind noch vorläufig und können sich durch weitere Patentveröffentlichungen in der Zukunft ggf. ändern. Generell kann von einem zeitlichen Verzug von Patenteinreichung bis -veröffentlichung von ca. 1,5 Jahren ausgegangen werden.

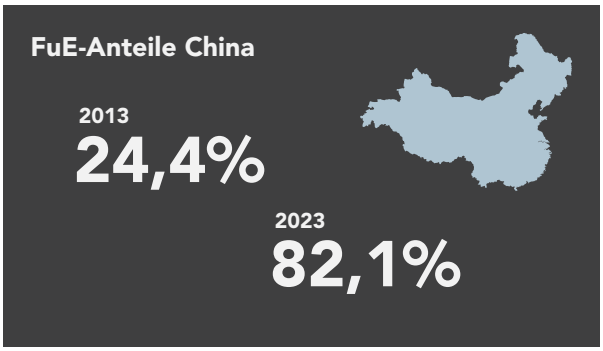



Quelle: DLR

Abbildung 6: Internationaler Benchmark der technologischen Position/FuE-Aktivitäten, 2013 vs. 2023

Insgesamt ist eine Verschiebung der geografischen Schwerpunkte bei technologischen Aktivitäten im Bereich „Leistungselektronik im elektrifizierten Fahrzeugantriebsstrang“ über den Betrachtungszeitraum zu erkennen (siehe Abbildung 6). Während die Anteile der japanischen Automobilindustrie im Jahr 2013 mit ca. 38 % noch dominant waren, sinken sie bis 2022 kontinuierlich auf nur noch 12 % ab. In der vorläufigen Auswertung für das Jahr 2023 nehmen die japanischen FuE-Anteile weiter ab und erreichen nur noch ca. 9 %.

Die chinesischen Innovationsanteile wiederum konnten im Zeitraum der Jahre 2013 bis 2022 stark gesteigert werden. Während 2013 noch ein FuE-Anteil von 24 % und 2018 ein Anteil von ca. 41 % identifiziert werden konnte, wurden im Jahr 2022 fast 71 % erreicht. In der vorläufigen Auswertung bis zum 31. Dezember 2023 steigt dieser Anteil weiter auf ca. 82 % (siehe Abbildung 7). Insgesamt ergibt sich ein Wachstum der aus China stammenden Patentanmeldungen in Höhe von +348 %. China wäre damit – sofern keine weiteren Patentschriften mehr in diesem Bereich veröffentlicht werden – dominant und mit Abstand führend. Allerdings sind die Zahlen der Jahre 2022 und 2023 aufgrund zeitlicher Verzögerungen zwischen Patenteinreichung und -veröffentlichung in vorläufiger Auswertung und können sich noch ändern. Eine wissenschaftlich valide Auswertung kann deshalb nur bis 2021 erfolgen; eine Tendenz für die Folgejahre ist dennoch bereits erkennbar.



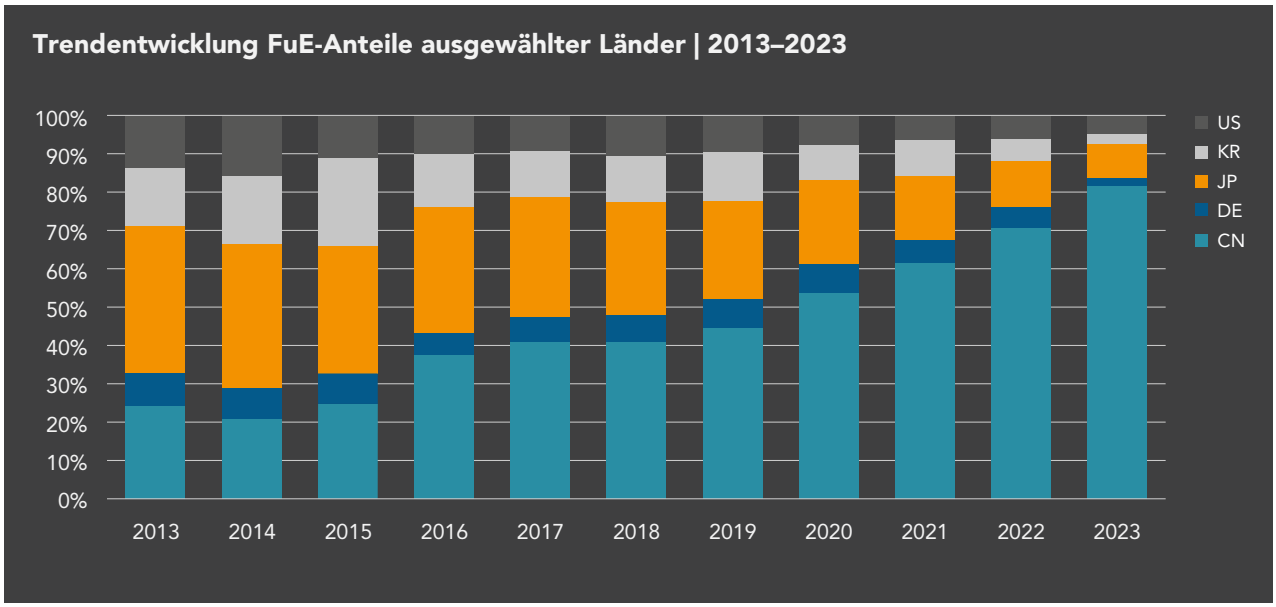

Quelle: DLR

Abbildung 7: FuE-Anteile China, 2013 vs. 2023

Die US-amerikanischen FuE-Anteile im Bereich Leistungselektronik liegen im Durchschnitt bei ca. 10 %. Ab dem Jahr 2020 sind aber konstant abnehmende Anteile zu erkennen: von ca. 8 % auf ca. 5 % im Jahr 2022. Für 2023 steigt der Anteil laut der vorläufigen Auswertung wieder auf ca. 9,5 %.

Im Betrachtungszeitraum liegen die deutschen Innovationsanteile mit durchschnittlich ca. 7 % insgesamt unter dem Niveau der US-amerikanischen und südkoreanischen. Im Jahr 2013 lagen sie bei ca. 8 %, 2022 bei nur noch ca. 5 %. In der vorläufigen Auswertung bis Ende 2023 ist mit 2 % FuE-Anteil eine fortlaufend negative Entwicklung zu erkennen.

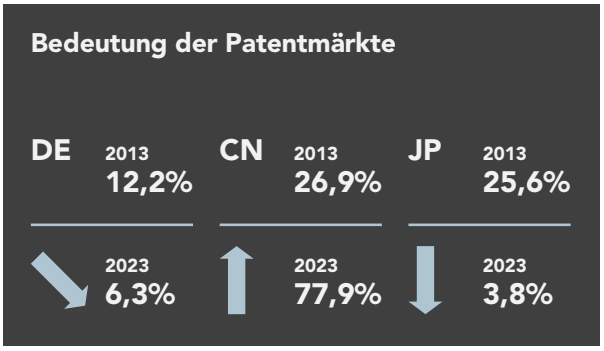
Südkoreanische FuE-Aktivitäten haben über den gesamten Zeitraum im Mittel Anteile in Höhe von ca. 12 %, jedoch mit einer absteigenden Tendenz. Während sie im Jahr 2013 noch bei ca. 16 % lagen, sinken sie in der vorläufigen Auswertung für das Jahr 2022 auf nur noch ca. 2,5 % ab.




Quelle: DLR

Abbildung 8: Benchmark der deutschen FuE-Aktivitäten im Bereich „Leistungselektronik im elektrifizierten Fahrzeugantriebsstrang“ im internationalen Vergleich, 2013–2023 (Vereinigte Staaten von Amerika (US), Südkorea (KR), Japan (JP), Deutschland (DE), China (CN); Auswertung für die Jahre 2022 und 2023 vorläufig)

Auch bei der Bedeutung der Patentmärkte ergibt sich in der Entwicklung ein ähnliches Bild (siehe Abbildung 9): Im Vergleich der Relevanz von Patentanmeldungen auf den jeweiligen deutschen, chinesischen und japanischen Patentmärkten konnte der chinesische Markt im Betrachtungszeitraum über 50 Prozentpunkte gewinnen (2013: 26,9 %; 2023: 77,9 %), während sowohl der deutsche (2013: 12,2 %; 2023: 6,3 %) als auch der japanische (2013: 25,6 %; 2023: 3,8 %) signifikant an Bedeutung verloren haben.




Quelle: DLR

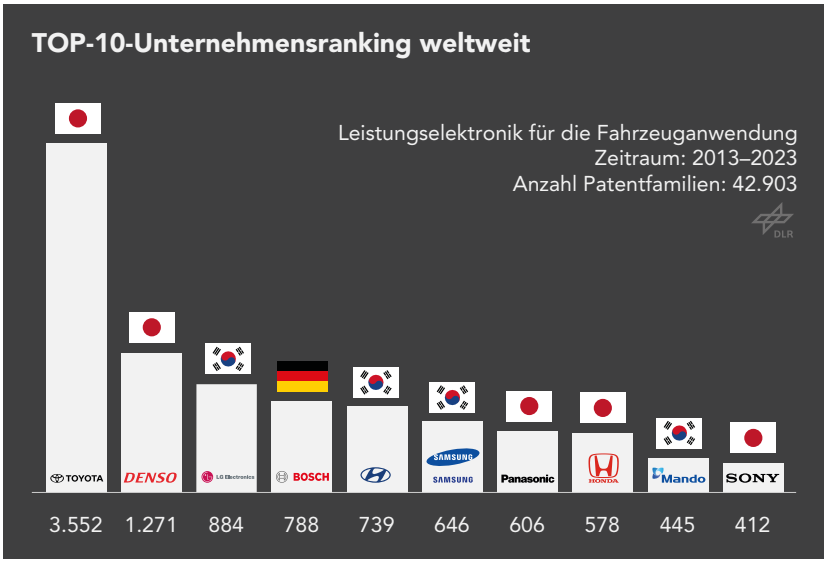
Abbildung 9: Bedeutung der Patentmärkte Deutschland (DE), China (CN) und Japan (JP), 2013 vs. 2023

## Top-10-Unternehmensranking weltweit und führende deutsche Institutionen

Bei Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Bezug auf „Leistungselektronik für die Fahrzeuganwendung“ sind weltweit sowohl die Automobilhersteller selbst und deren Zulieferer als auch Forschungsinstitutionen und Universitäten aktiv. Die FuE-Ausgaben der Unternehmen sind als Investitionen in technologische Vorteile zu verstehen, die möglichst konkret in Produkten Eingang finden sollen. Patente schützen das gewonnene Know-how für die Hersteller und stellen sicher, dass die Erfindung nicht (straffrei) kopiert werden kann. Entsprechend groß ist der Zusammenhang zwischen FuE-Investitionen auf der einen und Patentanmeldungen auf der anderen Seite, da diese oftmals direktes – und messbares – Ergebnis der Aufwendungen sind.

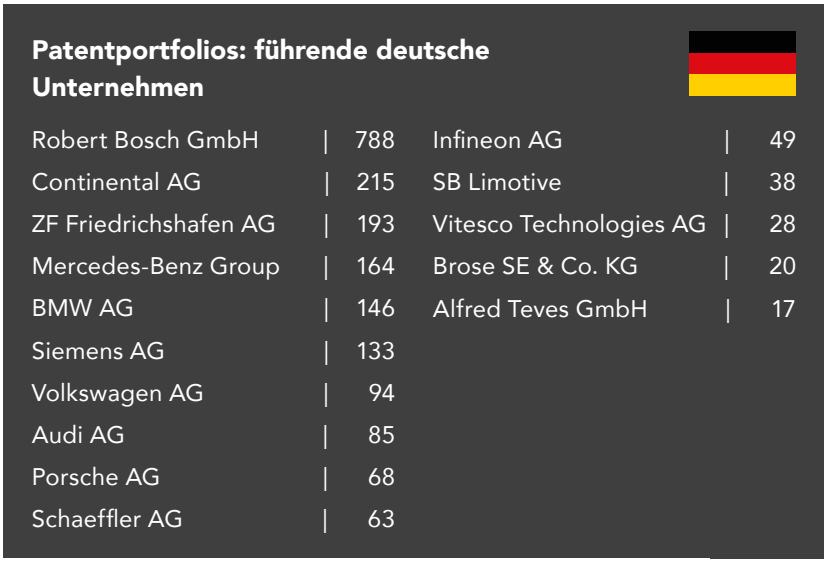
Insgesamt belegen japanische Unternehmen die ersten beiden Plätze unter den weltweit führenden Institutionen im Bereich FuE-Aktivitäten (siehe Abbildung 10). Toyota führt die Rangliste mit insgesamt 3.552 Patentfamilien im Patentportfolio an, gefolgt von Denso (1.271). Auf den Plätzen sieben, acht und zehn komplettieren die Unternehmen Panasonic (606), Honda (578) und Sony (412) die Top 10 aus japanischer Perspektive. Auch südkoreanische Institutionen sind in der Entwicklung und Patentierung neuer Lösungen im Bereich Leistungselektronik stark vertreten: Das bestplatzierte südkoreanische Unternehmen ist LG auf Rang 3 mit 788 Patentfamilien. Auf den Plätzen fünf und sechs folgen mit Hyundai (739) und Samsung zwei weitere südkoreanische Automobilhersteller bzw. Systemzulieferer. Die Mando Corporation (445) ist als Zulieferer auf Rang neun platziert. Mit der Robert Bosch GmbH steht das in diesem Vergleich bestplatzierte deutsche Unternehmen mit 788 Patentfamilien im Portfolio auf Rang vier. Chinesische Unternehmen sind in dieser Bestenliste nicht vertreten.

Insgesamt zeigt sich, dass viele weitere deutsche Unternehmen – v. a. OEM und Systemlieferanten – in der Technologieentwicklung aktiv sind und Erfindungen im Bereich elektrischer Antriebe über Patente schützen (siehe Abbildung 11). Die nach der Robert Bosch GmbH platzierten weiteren deutschen Firmen mit den meisten Patentanmeldungen sind: Continental (215), ZF Friedrichshafen (193), Mercedes-Benz (164), BMW (146), Siemens (133), Volkswagen (94), Audi (85), Porsche (68), Schaeffler (63), Infineon (49), SB Limotive (38), Vitesco (28), Brose (30) und Teves (17).




Quelle: DLR

Abbildung 10: Patentportfolios – Top 10 Unternehmensranking weltweit, Leistungselektronik für die Fahrzeuganwendung

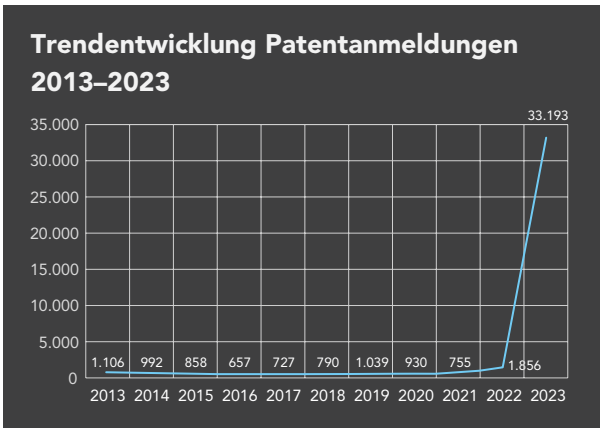



Quelle: DLR

Abbildung 11: Patentportfolios – führende deutsche Unternehmen

## FuE-Schwerpunkte und Trendentwicklung

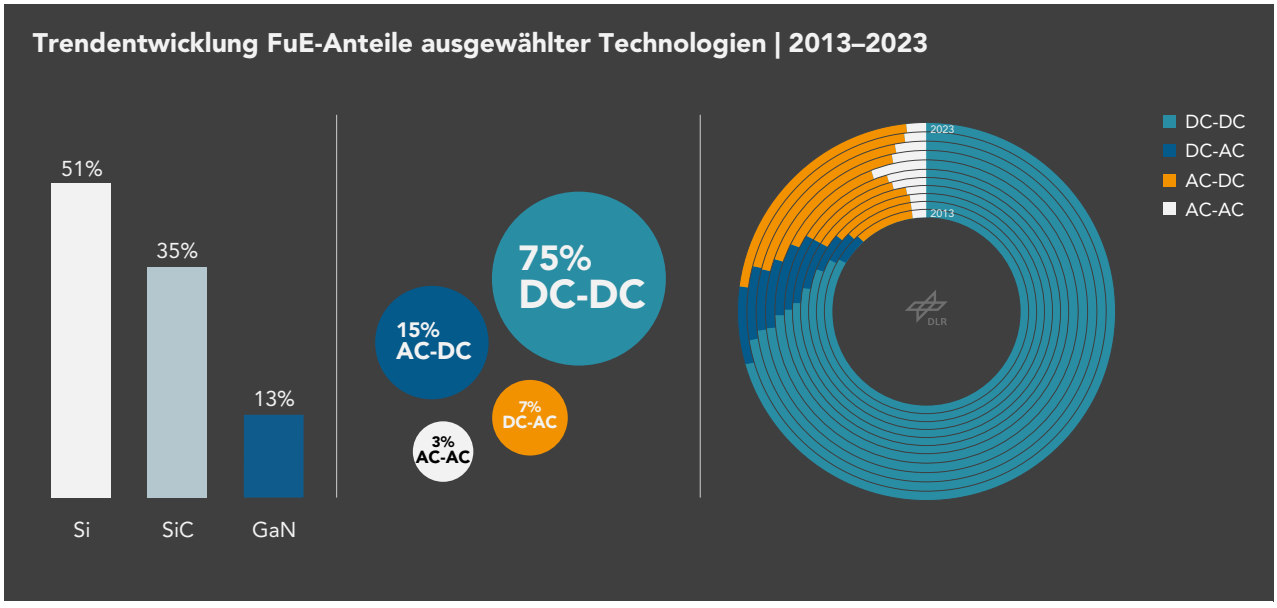
Der zeitliche Verlauf der Patentanmeldungen im Betrachtungszeitraum 2013 bis 2023 lässt sich in zwei unterschiedliche Entwicklungspfade einteilen (siehe Abbildung 12): Während in den Jahren bis 2022 eine relativ konstante Zahl von Patentanmeldungen zu beobachten ist, mit sogar leicht negativen Wachstumsraten von durchschnittlich -3,2% pro Jahr (2013: 1.106 Patentanmeldungen; 2021: 755), steigen die Anmeldungen im darauffolgenden Jahr 2022 stark an (1.856), gefolgt von einem extremen Wachstum im Jahr 2023 (33.193). Das größte Wachstum ist im letzten Jahr der Analyse zu verzeichnen, mit einem Anstieg der Patentzahlen um rund +1.688% im Vergleich zum Vorjahr. Interessant dabei ist, dass diese Steigerung hauptsächlich auf Anmeldungen chinesischer Institutionen mit Fokus auf Halbleiter zurückzuführen ist.




Quelle: DLR

Abbildung 12: Trendentwicklung und -dynamik bei Patentanmeldungen, 2013–2023

Auch technologisch ist über den gesamten Betrachtungszeitraum eine klare Schwerpunktsetzung auf bestimmte Halbleitermaterialien zu erkennen. Die im Rahmen der Patentschriften gesicherten Inhalte umfassen im Durchschnitt 51% Erfindungen, die sich auf Silizium-basierte Entwicklungen beziehen, gefolgt von Siliziumkarbid (Silicon Carbide, SiC) mit Anteilen



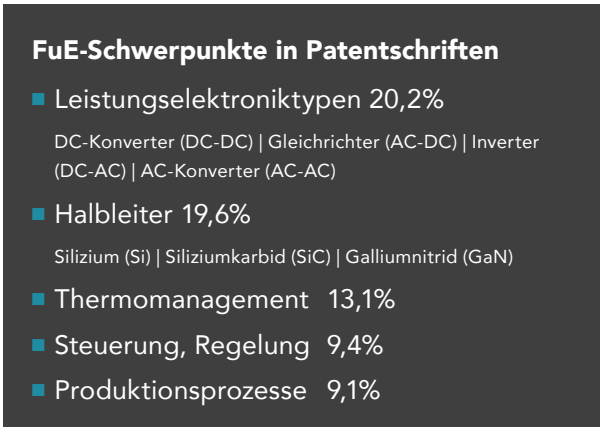

Quelle: DLR

Abbildung 13: Trendentwicklung FuE-Anteile ausgewählter Halbleitermaterialien sowie Leistungselektroniktypen, 2013–2023

von 35 %. Eine geringere Zahl (13 %) fokussiert sich auf Erfindungen, die sich auf das Halbleitermaterial Galliumnitrid (Gallium Nitride, GaN) beziehen (siehe Abbildung 13). Bei den beiden letztgenannten Materialien ist aber insbesondere ab den Jahren 2020 eine höhere Wachstumsrate zu erkennen.

Insgesamt nehmen Erfindungen im Bereich Halbleiter mit 19,6 % den zweiten Platz ein. An erster Stelle stehen mit 20,2 % Erfindungen, die sich generell auf unterschiedliche Leistungselektroniktypen beziehen. Hierbei nimmt der DC-DC-Konverter mit 75 % den mit Abstand größten Anteil ein, gefolgt vom AC-DC-Gleichrichter (15 %), dem DC-AC-Inverter (7 %) sowie dem AC-AC-Konverter (3 %).

Bei Betrachtung weiterer FuE-Schwerpunkte auf Komponenten- und Bauteilebene lassen sich zusätzliche Prioritäten erkennen, siehe Abbildung 14: 13,1 % der Patentschriften umfassen Inhalte, die sich auf Weiterentwicklungen im Bereich Thermomanagement beziehen, gefolgt von Steuerungs- und Regelungsthemen (9,4 %) sowie Erfindungen, die sich auf die Optimierung von Produktionsprozessen zur Herstellung der Leistungselektroniksysteme oder einzelner Bauteile beziehen (9,1 %).




Quelle: DLR

Abbildung 14: FuE-Schwerpunkte in Patentschriften

## Forschungsmonitor

Ein Zusammenhang von FuE-Investitionen und technologischem Fortschritt kann nicht nur über Innovationsindikatoren wie Patente oder wissenschaftliche Veröffentlichungen gemessen werden, sondern ebenfalls über konkret in den Markt eingeführte Produkte bzw. Prototypen und Demonstratoren in einer Vorstufe der Markteinführung. Diese werden zu großen Teilen durch Bereitstellung öffentlicher Fördergelder in FuE-Projekten unterstützt, um neue technologische Lösungen auf nationaler Ebene zielorientiert zu entwickeln oder in die (prototypische) Anwendung zu bringen bzw. weiter zu skalieren.

Eine Übersicht über exemplarische internationale Forschungsprojekte zur Leistungselektronik (siehe Abbildung 15) sowie zu weiteren Komponenten des Antriebsstrangs bietet der interaktive Forschungsmonitor des Transformations-Hubs Scale-up E-Drive, der von der TU München kontinuierlich weiterentwickelt und unter folgendem Link bereitgestellt wird: https://www.hub-edrive.de/transformationswissen/forschungsmonitor

Quelle: TU München

Abbildung 15: Internationaler Forschungsmonitor von FuE-Projekten im Bereich „Leistungselektronik"

## Literatur


CNIPA (2025):
China International Intellectual Property Administration: Patent Search. Online verfügbar unter https://pss-system.cponline.cnipa.gov.cn/conventionalSearch, zuletzt abgerufen am 04.02.2025.

DLR (2025):
Transformations-Factsheet „Technologische Trends Leistungselektronik". Transformations-Hub Scale-up E-Drive (Hrsg.), online verfügbar unter https://www.hub-edrive.de/fileadmin/media/Dashboard/10_Technologische_Trends_Leistungselektronik/Transformations-Factsheet_10_Technologische_Trends_Leistungselektronik.pdf, zuletzt abgerufen am 12.06.2025.

DLR (2023):
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. – DLR Technology and Innovation Scout (DLR TechScout).

e-mobil BW (Hrsg.) (2023):
Strukturstudie BW 2023 – Transformation der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie in Baden-Württemberg durch Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung. Online verfügbar unter https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/e-mobil_BW_Strukturstudie_BW_2023.pdf, zuletzt abgerufen am 12.06.2025.

EPO (2025):
European Patent Office – Espacenet Patent Search. Online verfügbar unter https://worldwide.espacenet.com/, zuletzt abgerufen am 05.02.2025.

JPO (2025):
Japan Patent Office – Platpat Patent Search. Online verfügbar unter https://www.j-platpat.inpit.go.jp/, zuletzt abgerufen am 05.02.2025.

KIPO (2025):
Korean Intellectual Property Office – KIPRIS Patent Search. Online verfügbar unter http://eng.kipris.or.kr/enghome/main.jsp, zuletzt abgerufen am 04.02.2025.

USPTO (2025):
United States Patent and Trademark Office – Patent Public Search. Online verfügbar unter https://ppubs.uspto.gov/pubwebapp/, zuletzt abgerufen am 06.02.2025.

Transformationswissen BW (Hrsg.) (2024):
Wissen Kompakt – Monitoring von FuE-Aktivitäten im Bereich Leistungselektronik. Online verfügbar unter https://www.transformationswissen-bw.de/fileadmin/media/Publikationen/e-mobil_Studien/Wissen_kompakt_FuE_elektrische_Antriebe.pdf, zuletzt abgerufen am 20.05.2025.

TU München (2025):
Transformations-Hub Scale-Up E-Drive – Forschungsmonitor. Online verfügbar unter https://www.hub-edrive.de/transformationswissen/forschungsmonitor, zuletzt abgerufen am 10.06.2025.

**Hintergrund**

Das Projekt „Transformations-Hub Scale-up E-Drive“ wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) gefördert. Mit dem Transformations-Hub Scale-up E-Drive werden insbesondere kleine und mittlere Unternehmen befähigt, neue Technologietrends aufzunehmen, geeignete Partner zu finden und sich neue Geschäftsfelder zu erschließen. Dafür wird der bundesweit agierende Hub vorwettbewerbliche und fachspezifische Inhalte vermitteln sowie neue Chancenfelder in Bezug auf den elektrischen Antriebsstrang aufzeigen und durch gezielte Vernetzung neue Kooperationen initiieren.

Die Publikationsreihe „Transformations-Factsheet“ bereitet aktuelle Trends und Entwicklungen zu Branchen-, Markt-, Technologie-, Produkt- und Produktionswissen in kompakter Form auf und ordnet diese in den internationalen Kontext ein.

SCALE-UP
**E-DRIVE**

**Herausgeber**
Transformations-Hub Scale-up E-Drive
c/o e-mobil BW GmbH
Leuschnerstraße 45, 70176 Stuttgart
Telefon +49 711 892385-43
hub-edrive@e-mobilbw.de

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages