



# China auf dem Weg zur führenden Technologie-nation

Analyse der Patentaktivität Chinas sowie ausgewählter Schlüsseltechnologien und -branchen des 14. Fünfjahresplans

Maike Haag / Enno Kohlisch / Oliver Koppel

Köln, 19.10.2023

**IW-Report 53/2023**

Wirtschaftliche Untersuchungen,  
Berichte und Sachverhalte



#### **Herausgeber**

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

Postfach 10 19 42

50459 Köln

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)

Instagram

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

#### **Autoren**

##### **Maike Haag**

Referentin Patentdatenbank

[haag@iwkoeln.de](mailto:haag@iwkoeln.de)

0221 – 4981-224

##### **Enno Kohlisch**

Economist Patentdatenbank

[kohlisch@iwkoeln.de](mailto:kohlisch@iwkoeln.de)

0221 – 4981-879

##### **Dr. Oliver Koppel**

Teamleiter Patentdatenbank

[koppel@iwkoeln.de](mailto:koppel@iwkoeln.de)

0221 – 4981-716

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

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

#### **Stand:**

August 2023

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Patentanalyse Chinas sowie ausgewählter Schlüsseltechnologien und -branchen des 14. Fünfjahresplans .....</b>	<b>7</b>
2.1 Methodik und Datengrundlage .....	7
2.1.1 Die IW-Patentdatenbank .....	7
2.2 Rahmendaten zur Patentaktivität aus China.....	8
2.3 Informations- und Kommunikationstechnologie der neuen Generation.....	11
2.4 Biotechnologie.....	16
2.5 Elektrifizierung der Kfz-Industrie.....	18
<b>3 Offene Forschungsfragen zu Chinas Patentstrategie.....</b>	<b>22</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>25</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>25</b>

## JEL-Klassifikation

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

O53 – Länderstudien: Asien und Naher Osten

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

L62 – Kraftfahrzeuge; sonstige Transportgeräte; Verwandte Teile und Geräte

L63 – Mikroelektronik; Computer; Kommunikationsgeräte

L65 – Chemikalien; Kautschuk, Gummi; Medikamente; Biotechnologie; Kunststoffe

## Zusammenfassung

China ist aus eigener Forschungskraft („Make“) auf dem Weg in die Weltspitze der technologischen Innovatoren und bereits heute einer der wichtigsten Konkurrenten für Deutschland. In einzelnen Technologiebereichen (z.B. Kfz) besteht sogar die akute Gefahr eines Leapfroggings. Daneben erwirbt China über verschiedene Kanäle Patente und damit exklusives technologisches Wissen aus Deutschland („Buy“). Diese Patentstrategie des „Make and Buy“ repräsentiert eines der wichtigsten Elemente für die Umsetzung des aktuellen 14. Fünfjahresplans. Letzterer identifiziert Schlüsseltechnologien und -branchen, in denen die Volksrepublik in den kommenden Jahren besondere Forschungs- und Innovationsanstrengungen unternehmen wird. Das Ziel besteht darin, Abhängigkeiten vom Ausland zu reduzieren sowie die Innovationskraft der heimischen Wirtschaft in besonders relevanten Bereichen zu stärken. Die vorliegende Studie analysiert die Patentaktivität Chinas in drei dieser Bereiche, konkret der Digitalisierungstechnologie, der Biotechnologie sowie der Elektrifizierung der Kfz-Industrie. Damit misst sie die Ausgangssituation und ermittelt zusätzlich diejenigen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die maßgeblich für die Patentanmeldungen in diesen Bereichen verantwortlich zeichnen. Es zeigt sich, dass China in allen drei analysierten Technologiebereichen des aktuellen Fünfjahresplans de facto bereits vor dessen Einsetzen sehr große Fortschritte erzielt hat.

Anders als in Deutschland, wo der Großteil der Digitalisierungspatente von der Kfz-Industrie hervorgebracht wird, stammen 84 Prozent der chinesischen Digitalisierungspatente aus der Elektroindustrie. In nahezu sämtlichen Facetten der Digitalisierungstechnologie weist China in Folge einer immensen Patentdynamik inzwischen ein sehr gutes Fundament auf, um im internationalen Technologiewettbewerb erfolgreich zu bestehen. Einzig im Bereich der Halbleitertechnologie zeigen sich noch komparative Schwächen. So entfallen auf sie lediglich 6,1 Prozent aller chinesischen Digitalisierungspatente, während Taiwan einen internationalen Spitzenwert von 32,8 Prozent aufweist. Diese Patentdaten illustrieren auch die in der entsprechenden Importstatistik abzulesende Abhängigkeit Chinas von Taiwan bei Halbleitern. Im Bereich der Biotechnologie haben sich die Patentanmeldungen aus China in den letzten zehn Jahren mehr als versiebenfacht, ihr Anteil an allen chinesischen Patentanmeldungen hat sich verdoppelt. Auch hier sind im Betrachtungszeitraum zahlreiche neue chinesische Unternehmen entstanden, die an der Schwelle stehen, in die Weltspitze vorzudringen. Mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit wird China Deutschland noch vor dem Ende des laufenden Fünfjahresplans im Jahr 2025 in der Biotechnologie deutlich überholt haben. In der Kfz-Industrie schließlich, deren Patentleistung sich in den letzten Jahren verzehnfacht hat, und insbesondere im Bereich des elektrifizierten Kfz-Antriebsstrangs hat China bereits sehr große Fortschritte erzielt. Konkret gilt dies – nicht zuletzt dank Unternehmen wie CATL und BYD – für die Batterie- und Akkumulatortechnik. Anders als beispielsweise Deutschland hat China in den letzten Jahren keine nennenswerte Patentaktivität im Bereich des konventionellen (Verbrenner-)Antriebsstrangs mehr zu verzeichnen und in der Folge auch keinerlei Lasten eines Strukturwandels zu tragen.

Um ein Verständnis der Patentströme zwischen China und Deutschland erlangen zu können, sollte eine vollständige Patentbilanz zwischen den beiden Ländern erstellt werden. Zentrale Fragen dabei lauten: Unter Berücksichtigung sämtlicher Wirkungskanäle (Aufkauf deutscher Unternehmen, Aufkauf von deutschen Unternehmen hervorgebrachter Patentanmeldungen, Betrieb deutscher Tochtergesellschaften chinesischer Unternehmen, Ko-Anmeldungen chinesischer und deutscher Unternehmen bzw. Forschungseinrichtungen), in welchem Umfang fließen deutsche Patentanmeldungen nach China ab? Und welche Branchen und Regionen in Deutschland sind von diesen Entwicklungen besonders betroffen?

## 1 Einleitung

Ein Meilenstein für die wirtschaftliche Entwicklung Chinas war seine Aufnahme in die Welthandelsorganisation im Jahr 2001. Seitdem liegt der Fokus auf wissenschaftlichem und technologischem Ausbau der unternehmerischen Infrastruktur (Xia/Liu, 2021). Teil dieser Strategie waren und sind Investitionen ins Ausland zum Erwerb von Know-how. Bereits im Jahr 2008 war China zur zweitstärksten globalen Wirtschaftsmacht aufgestiegen. Und wenngleich das Wachstum seither etwas an Dynamik verloren hat, werden weiterhin Programme wie „Made in China 2025“ ins Leben gerufen, um den langfristigen Aufstieg zu untermauern. Die Volksrepublik setzt dabei auf eigene Vorgehensweisen, wie dieser auszusehen hat. Neben einer klugen Analyse der Rahmenbedingungen westlicher Wirtschaftssysteme, deren Erkenntnisse in die Ausgestaltung chinesischer Institutionen eingeflossen sind, hat Chinas wirtschaftlicher Erfolg seine Ursachen auch in den sogenannten Fünfjahresplänen. Letztere legen die Entwicklung und Ausrichtung des Landes systematisch und strategisch fest und gehen mit einer Priorisierung der Investitionen einher. Waren die Fünfjahrespläne des letzten Jahrtausends noch maßgeblich durch sozialistische Ideologie geprägt, so findet sich in den jüngeren Ausgaben ein Mix von kapitalistischen und planwirtschaftlichen Elementen, deren Einsatz mit Vehemenz erfolgt und maßgeblich der Stärkung der wirtschaftlichen Entwicklung dienen soll.

Der inzwischen 14. Fünfjahresplan erstreckt sich über den Zeitraum der Jahre 2021 bis 2025. In ihm verschreibt sich China erstmals dem „Doppelten Wirtschaftskreislauf“<sup>1</sup>, welcher als zentrales Konzept Chinas Souveränität sichern und seinen Wohlstand mehren soll. Die Dualität bezieht sich auf einen internen und externen Wirtschaftskreislauf. Damit soll zum einen die mittelfristige Unabhängigkeit des Landes von Importen erreicht werden („Decoupling“). Zu diesem Zweck werden eigene Technologien entwickelt und lokale Unternehmen gestärkt (Schmitt, 2020a). Chinas Ziel besteht darin, auf eine weitgehend autonome Binnenwirtschaft zurückzugreifen. Gleichzeitig werden weiterhin Beziehungen zum Ausland unterhalten. Hierbei ist Deutschland nicht nur Investitionsmarkt, sondern auch der größte europäische Handelspartner und Technologielieferant (Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., o. J.).

Ein Schwerpunkt der chinesischen Ziele im Technologiesektor ist die Reduktion der eigenen Abhängigkeit von Zulieferern im Halbleiterbereich, insbesondere der Hochleistungschips. Die heimische Elektroindustrie kann die Nachfrage nicht aus eigenen Mitteln decken, so dass Halbleiter in großen Mengen importiert werden müssen. Zu 68 Prozent stammen diese aus Taiwan und westlichen Industrienationen (Matthes/Iglesias, 2023). Zudem zeichnen sich zunehmend Hürden ab, beispielsweise durch Sanktionen und Beschränkungen von US-Unternehmen hinsichtlich ihrer Exporte von Halbleiterkomponenten nach China (Rohde, 2023). Dadurch erhöht sich aus chinesischer Perspektive die Dringlichkeit, in eigene Forschung und Entwicklung sowie Lieferketten zu investieren.<sup>2</sup> In puncto Software ist China hingegen nahezu autark und insbesondere unabhängig von US-amerikanischen, marktführenden Dienstleistern (Lundvall/Rikap, 2022).

China ist sich seiner bestehenden Abhängigkeiten sehr bewusst und investiert mit staatlichen Finanzierungsprogrammen vorwiegend in den für Forschung und Innovationen elementaren MINT-Bereich. Durch Förderungen des sogenannten Open Application Funds konnte ein schneller Anstieg an wissenschaftlich-technologischen Aktivitäten induziert werden (Hu, 2020). Die Ausgaben für Forschung und Entwicklung beliefen sich

<sup>1</sup> Dieser Begriff wurde vom Staatspräsidenten der Volksrepublik China Xi Jinping im Jahr 2020 geprägt (Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag, 2020).

<sup>2</sup> Aufgrund der Bedeutung der Halbleiterindustrie für die Informations- und Kommunikationstechnologie wird dieses Thema im Abschnitt 2.3 eingehend behandelt.

im Jahr 2018 gemessen am Bruttoinlandsprodukt bereits auf 2,1 Prozent (Unesco Institute of Statistics, 2023), die Summe bezifferte sich auf ungefähr 300 Milliarden US-Dollar (Zenglein/Holzmann, 2019). Bis 2025 soll der Anteil auf 2,8 Prozent gesteigert werden. Damit einhergehend ist eine jährliche Erhöhung der F&E Ausgaben um 7 Prozent avisiert. Auch für die Patentaktivität sind inzwischen Zielwerte vorgegeben (Botschaft der Volksrepublik China in der Bundesrepublik Deutschland, 2021).

Im Gegensatz zu früheren Fünfjahresplänen sind im aktuellen keine operationalisierten (Wachstums-)Ziele benannt, sondern vorwiegend qualitative Vorhaben aufgeführt. Zusätzlich werden langfristige Perspektiven im Fünfzehnjahresplan „Vision 2035“ illustriert. Demzufolge hat sich China zum Ziel gesetzt, ein politisch, wirtschaftlich und militärisch global führendes Land zu werden (Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag, 2020). Das Bruttoinlandsprodukt soll bis 2035 verdoppelt werden. Die historische Erfolgsquote entsprechender Planungen ist beachtlich, wurde doch die angestrebte Wachstumsquote seit dem sechsten Fünfjahresplan (1981 bis 1985) stets erfüllt (Yu, 2021). Der vergangene Fünfjahresplan konnte jedoch nicht alle gesetzten Ziele erreichen. So blieb beispielsweise der Energie- und Wasserverbrauch höher als geplant (Schmitt, 2020b). Durch den Kurswechsel zu nicht hart messbaren Wachstumszielen entzieht sich die chinesische Regierung einer quantitativen Bilanz nach Ablauf des aktuellen Fünfjahresplans.

Laut Analyse des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz soll sich der interne Wirtschaftskreislauf auf die Entwicklung neuer Technologiefelder fokussieren, um in Bereichen wie der Künstlichen Intelligenz mittel- bis langfristig die globale Technologieführerschaft zu übernehmen (Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag, 2020). Chinas bereits vorhandene Technologiemarktführer haben dabei den weltweiten Vorteil, auf ihre inländischen Informationsquellen zugreifen zu können (Lundvall/Rikap, 2022). Daten von Unternehmen wie Tencent oder dem Tiktok-Mutterkonzern Bytedance sind in der Erforschung von Künstlicher Intelligenz ein hocheffektiver Zugewinn. Zusätzlich möchte China internationale Wissenschafts- und Forschungskooperationen ausbauen. Zielpartner für Kollaborationen in Deutschland sind z.B. die Fraunhofer-Gesellschaft, die Max-Planck-Gesellschaft und die Helmholtz-Gemeinschaft (Zenglein/Holzmann, 2019). Mit Nachdruck wird auch der Aufbau und die Entwicklung fortschrittlicher Fertigungscluster im eigenen Land verfolgt (Otte, 2021). Die folgenden Schlüsseltechnologien und -branchen werden im aktuellen Fünfjahresplan konkret identifiziert:<sup>3</sup>

1. Informations- und Kommunikationstechnologie der neuen Generation
2. Maschinen für die Landwirtschaft
3. Schiffbau und Meerestechnik
4. Elektrifizierung der Kfz-Industrie
5. High-End gesteuerte Werkzeugmaschinen und Robotertechnologie
6. Elektrizitätsanlagen und Energieeinsparung
7. Luft- und Raumfahrttechnik
8. Neue Werkstoffe und Materialien
9. Moderne Anlagen für den Schienenverkehr
10. Biomedizin und High-Performance Medizingeräte
11. Biotechnologie
12. Tier- und Pflanzenzucht

<sup>3</sup> Eigene Zusammenstellung auf Basis von Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag (2020), Botschaft der Volksrepublik China in der Bundesrepublik Deutschland (2021) und Schmitt (2020b). Die Themen Neue Energien, (Grüne) Wasserstofftechnologie, Dekarbonisierung und generell Umweltschutz tauchen nicht in dem Sinne als explizite Punkte im Fünfjahresplan auf, als dass sie mit konkreten Handlungsinhalten oder gar budgetärer Priorisierung benannt wären. Vielmehr nehmen sie eher den Rang von Absichtsbekundungen mit Langfristperspektive ein.

Im nachfolgenden Abschnitt analysiert die vorliegende Studie die Patentaktivität Chinas in drei dieser Bereiche, konkret der Informations- und Kommunikationstechnologie der neuen Generation, der Biotechnologie sowie der Elektrifizierung der Kfz-Industrie für die Jahre 2010 bis 2019 und misst folglich die Ausgangssituation Chinas zu Beginn des Fünfjahresplans.

## 2 Patentanalyse Chinas sowie ausgewählter Schlüsseltechnologien und -branchen des 14. Fünfjahresplans

### 2.1 Methodik und Datengrundlage

#### 2.1.1 Die IW-Patentdatenbank

Die IW-Patentdatenbank beinhaltet sämtliche rund 4,5 Millionen Patentanmeldungen, die seit dem Jahr 1994 Schutzwirkung für Deutschland oder darüber hinaus anstreben oder angestrebt haben, sei es über eine Anmeldung beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA), beim Europäischen Patentamt (EPA) oder der Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO). Durch diesen integrierten Ansatz ist es möglich, die Gesamtheit der Patentaktivität zu erfassen.

Im Applicants-Modul der IW-Patentdatenbank sind alle seit dem Jahr 1994 patentaktiven Anmelder erfasst. Dies gilt für Erstanmelder und aktuelle Anmelder gleichermaßen, so dass auch Eigentümerwechsel von Patenten nachvollzogen werden können. Über einen Arbeitszeitraum von 6 Jahren wurden inzwischen sämtliche Patentanmeldungen aus Deutschland passgenau einzelnen juristischen Personen oder dem Aggregat natürlicher Personen zugeordnet. Für die übrigen Länder der Welt sind durchschnittlich 92 Prozent aller Patentanmeldungen passgenau zugeordnet. Bei den übrigen 8 Prozent liegt die Patentaktivität ihrer Merkmalsträger unterhalb einer Bagatellgrenze, so dass diese juristischen Personen nach Überprüfung einem von 16 Branchenaggregaten (z.B. Kraftfahrzeugbau, Maschinenbau, Elektrotechnik, Chemische Industrie, Pharmazeutische Industrie, ...) zugewiesen wurden. Für juristische Personen werden neben der Branche auf Gruppenebene („Dreisteller“) der aktuellen Klassifikation der Wirtschaftszweige (Statistisches Bundesamt, 2008) auch eine mögliche Beherrschungsstruktur inklusive Global Ultimate Owner (GUO) sowie die Gewinnerzielungsabsicht erhoben.<sup>4</sup> Aktuell verzeichnet das Applicants-Modul bei steigender Tendenz 252 patentaktive deutsche Unternehmen, die sich im Besitz von 143 verschiedenen GUOs aus China, Hongkong oder Macau befinden.

Für die vorliegende Analyse verortet das Regions-Modul die Patentaktivität durch Analyse des verifizierten Länderkürzels auf Ebene der Staaten.<sup>5</sup> Die Verifizierung der Länderkürzel ist notwendig, da beispielsweise mehrere Tausend Patentanmeldungen aus Taiwan in den Rohdaten das Länderkürzel CN tragen. Auch tragen mehrere Tausend US-amerikanische Patentanmeldungen statt des korrekten Länderkürzels US fälschlicherweise jenes ihres betreffenden Bundesstaates (CA: California vs. Canada; IL: Illinois vs. Israel, PA: Pennsylvania vs. Panama, ...), so dass ohne Verifizierung eine Fehlzuordnung quantitativ relevanten Ausmaßes die Folge

<sup>4</sup> Für juristische Personen mit Gewinnerzielungsabsicht aus Deutschland sind zusätzlich deren Jahresumsatz und Mitarbeiteranzahl sowie die Größenklasse ihrer Gesamtverflechtung respektive ihres Konzerns verfügbar. Juristische Personen aus dem Non- bzw. Low-Profit Bereich sind für alle Länder vollumfänglich erfasst und können entsprechend ihrer maßgeblichen Mittelquelle in staatliche oder private Finanzierung differenziert werden.

<sup>5</sup> Für Anmeldungen aus Deutschland könnte die regionale Zuordnung auf Basis einer simultanen Postleitzahl- und Ortsanalyse sogar trennscharf bis hinunter auf die Ebene von Gemeinden erfolgen.



gewesen wäre. Ko-Anmeldungen werden fraktional erfasst, das heißt, wenn ein Anmelder aus China beispielsweise gemeinsam mit einem Anmelder aus dem Ausland ein Patent anmeldet, so wird dieses nur zur Hälfte China zugerechnet. Bei Anmeldern ausschließlich aus China erfolgt die Zurechnung hingegen zur Gänze.

Das Technology-Modul schließlich beinhaltet verschiedene Technologieabgrenzungen wie beispielweise Biotechnologie, Digitalisierungstechnologie und Elektrifizierter Kfz-Antriebsstrang und ermöglicht somit die Erfassung aktueller Forschungstrends. Die Abgrenzung erfolgt auf Basis der rund 69.000 Untergruppen der Internationalen Patentklassifikation (IPC) und nutzt bestehende Vorarbeiten zu den Bereichen Digitalisierung (Kohlisch/Koppel, 2023), Biotechnologie (OECD, 2023) sowie Elektrifizierter Kfz-Antriebsstrang (Kohlisch et al., 2022). Die Kombination dieser drei Module ermöglicht die im Folgenden präsentierte Analyse der Patentaktivität aus China.

## 2.2 Rahmendaten zur Patentaktivität aus China

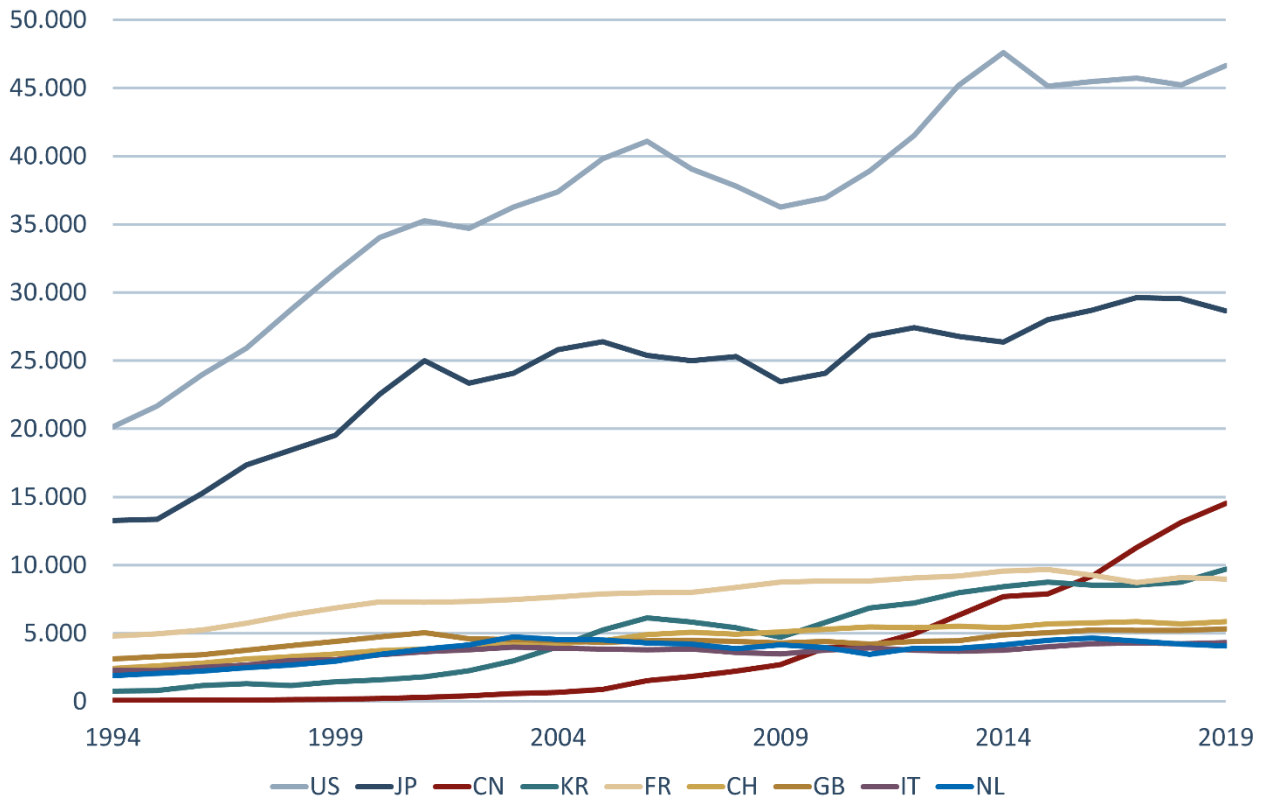
In der vorliegenden Analyse werden Patentanmeldungen mit angestrebter Schutzwirkung für Deutschland analysiert. Dadurch wird ein einheitlicher und hoher Standard gewährleistet, denn jede Anmeldung aus jedem Land unterliegt dabei denselben strengen Prüf- und Erteilungskriterien und muss dieselbe Qualitätshürde überwinden. Patentanmeldungen mit Schutzwirkung für China oder die USA können hingegen eine geringere und auch uneinheitlichere Qualität aufweisen, da dort für viele Erfindungen ein Patent erteilt wird, die in Deutschland bestenfalls Schutzwirkung als Gebrauchsmuster erhalten würden oder – wie im Falle reiner Software oder Geschäftsmodelle – erst gar nicht patentfähig sind.

Soweit nicht anders vermerkt, wird die Bezeichnung „China“ in der nachfolgenden Patentanalyse im Sinne von „China inklusive Hongkong und Macau“ verwendet. Diese Aggregation erscheint nicht nur geopolitisch sinnvoll, sondern wird auch dadurch gerechtfertigt, dass eine quantitativ relevante Anzahl chinesischer Unternehmen ihre Patente aus steuerrechtlichen Gründen in den Sonderwirtschaftszonen Hongkong und Macau anmeldet.

Bezogen auf die Anzahl an Patentanmeldungen zeigt Abbildung 2-1 die Entwicklung der relevantesten Anmeldernationen über den Zeitraum der Jahre 1994 bis 2019. Während China noch zu Beginn des Jahrtausends keine nennenswerte Patentaktivität hervorgebracht hat, ist das Land mit zuletzt rund 15.000 Patentanmeldungen auf den dritten Platz unter den ausländischen Anmeldernationen vorgezogen. Dabei hat es sukzessive Länder wie die Schweiz, Großbritannien und Italien, seit dem Jahr 2017 auch Frankreich und Korea distanziert. Sämtliche Konkurrenten Chinas weisen eine geringere Dynamik ihrer Patentaktivität auf, in Frankreich ist sie seit dem Jahr 2015 gar rückläufig. China hingegen hat seine Patentaktivität seit dem Jahr 2010 um durchschnittlich 15,7 Prozent jedes Jahr gesteigert und damit deutlich stärker als das zweitplatzierte Korea (+5,9 Prozent) oder die USA (+2,6 Prozent) auf Platz 3. Bei Fortschreibung der Daten auf Basis dieser Wachstumsdynamik würde China Japan noch vor Ablauf des aktuellen Fünfjahresplans von Platz 2 im Bestand verdrängen.

**Abbildung 2-1: Patentanmeldungen der Jahre 1994 bis 2019 nach Ländern**

DPMA-, EPA- oder WIPO-Anmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland; Erstanmelder; fraktionale Zählweise; Anmeldersitz; Anmeldertyp: Alle



Quelle: IW-Patentdatenbank, eigene Berechnungen.

Internationale Vergleichsstatistiken, in denen die Patentaktivität um die Bevölkerungszahl relativiert wird, weisen China wenig überraschend nur einen Platz im unteren Mittelfeld zu. Für die Kräfteverhältnisse im internationalen Technologiewettbewerb ist jedoch in erster Linie die absolute Patentstärke ausschlaggebend. Und diesbezüglich gilt der Befund, dass sich China während der 2010er-Jahre bereits in der Weltspitze der Industrienationen etabliert hat.

Die Ursachen hierfür sind nicht zuletzt in den zurückliegenden Fünfjahresplänen zu finden. Bereits mit dem 11. Fünfjahresplan im Jahr 2006 hatte China angekündigt, bis zum Jahr 2050 zur weltweit führenden Technonation aufsteigen zu wollen. Trotz der Tatsache, dass China dieser Ankündigung unmittelbar und in Form immenser Investitionen in Forschung und Entwicklung (FuE) Taten folgen ließ, wurde dieser Ankündigung in Deutschland kaum Bedeutung beigemessen.<sup>6</sup> In den Patentanmeldungen, die üblicherweise einen Nachlauf von etwa drei Jahren aufweisen, haben sich diese FuE-Investitionen Chinas folgerichtig niedergeschlagen. Bei Fortschreibung der FuE- und Patentdynamik dürfte China seine Ankündigung sogar bereits vor dem Jahr 2050 in die Tat umgesetzt haben.

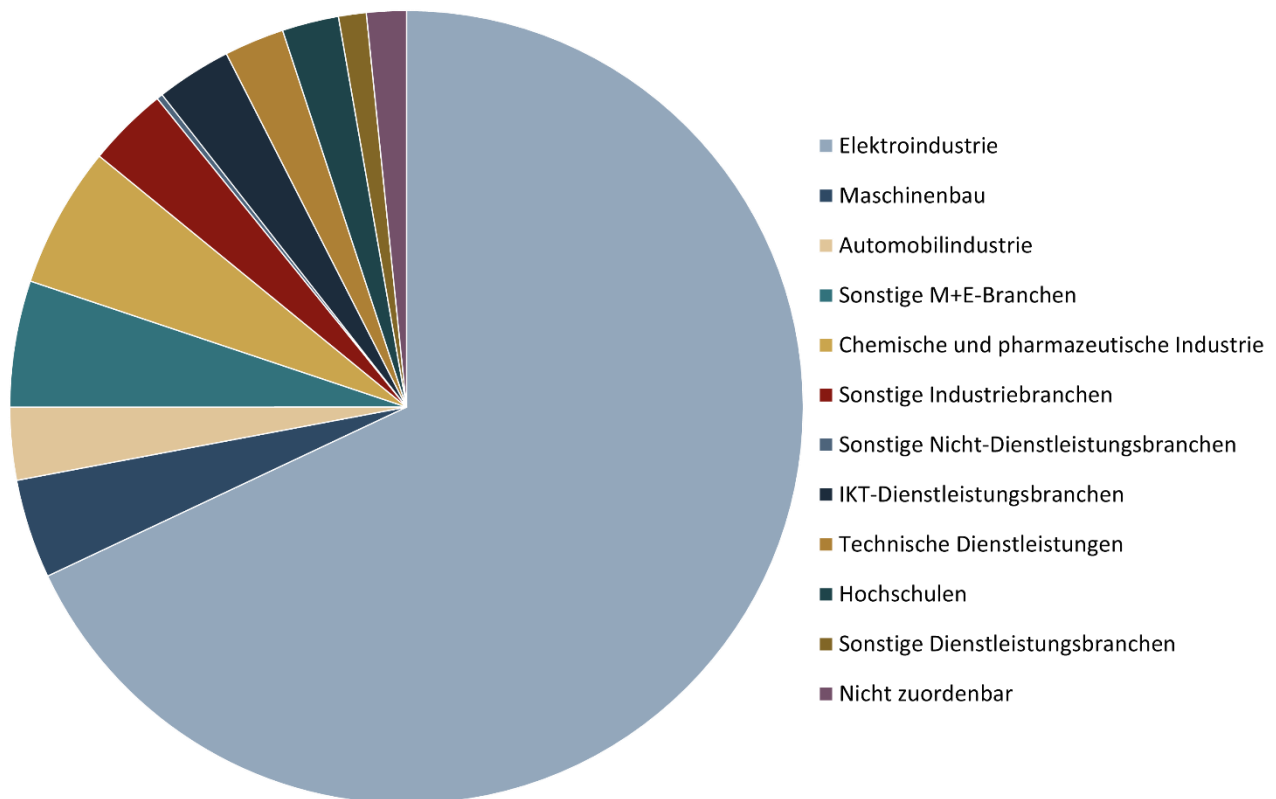
Lediglich 2 Prozent aller Patentanmeldungen aus China werden von natürlichen Personen („Freien Erfindern“) eingereicht. Da letztere keine nennenswerte Patentaktivität in den zu untersuchenden Bereichen aufweisen, erfolgen die nachfolgenden Analysen auf Basis der Patentanmeldungen juristischer Personen. Aus

<sup>6</sup> Eine der wenigen Ausnahmen bildet iwD (2013).

Gründen der einfacheren Lesbarkeit werden unter Patentanmeldungen von nun an Patentanmeldungen von juristischen Personen verstanden, so auch in Abbildung 2-2, welche die Binnenstruktur der Patentanmeldungen aus China nach Branchen respektive Branchenaggregaten kumuliert für die Jahre 2010 bis 2019 zeigt.

**Abbildung 2-2: Patentanmeldungen aus China nach Branchen**

DPMA-, EPA- oder WIPO-Anmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland; Erstanmelder; Jahre 2010 bis 2019 kumuliert; fraktionale Zählweise; Anmeldersitz; Anmeldertyp: Juristische Personen



Quelle: IW-Patentdatenbank, eigene Berechnungen.

Den Branchen und Branchenaggregaten sind die folgenden Abteilungen und Gruppen der Klassifikation der Wirtschaftszweige zugeordnet: Elektroindustrie: 26-27, Maschinenbau: 28, Automobilindustrie: 29, Sonstige M+E-Branchen: 24-25 / 30-33, Chemische und pharmazeutische Industrie: 20-21, Sonstige Industriebranchen: 05-19 / 22-23, Sonstige Nicht-Dienstleistungsbranchen: 01-03 / 35-43, IKT-Dienstleistungsbranchen: 60-63, Technische Dienstleistungen: 71-72, Hochschulen: 85.4, Sonstige Dienstleistungsbranchen: 45-59 / 64-70 / 73-85.3 / 85.5-99.

Mit einem Anteil von 68,0 Prozent wird der Großteil der chinesischen Patentanmeldungen von Unternehmen der Elektroindustrie getätigt. Eine derartige Dominanz ist einzigartig im internationalen Vergleich der Industrienationen. Mit großem Abstand und einem Anteil von 5,8 Prozent folgt die chemische und pharmazeutische Industrie. Die in Deutschland mit einem Anteil von 36,0 Prozent dominierende Automobilindustrie nimmt in China mit einem Patentanteil von lediglich 3,0 Prozent hingegen eine ebenso untergeordnete Rolle ein wie der Maschinenbau (4,0 Prozent).

Nachdem nun die Rahmendaten zur Patentaktivität aus China abgehandelt wurden, wird in den folgenden Abschnitten die Patentaktivität von Anmeldern aus China in den drei ausgewählten Schlüsseltechnologien und -branchen des 14. Fünfjahresplans analysiert.

## 2.3 Informations- und Kommunikationstechnologie der neuen Generation

Die Informations- und Kommunikationstechnologie der neuen Generation betrifft den ersten Punkt der Definition von Schlüsseltechnologien und -branchen aus dem 14. Fünfjahresplan (vgl. Abschnitt 1). Letzterer gibt keine exakte Definition, welche Technologiebereiche unter dem Begriff Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) der neuen Generation verstanden werden, sondern erwähnt lediglich einzelne besonders prominente Beispiele wie Cloud Computing, Datenversenden und -empfangen, den Ausbau des Mobilfunkstandards 5G sowie die Weiterentwicklung von Künstlicher Intelligenz. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Begriff umfassender gemeint ist und dass beispielsweise auch Bereiche wie Machine Learning, IKT-basierte naturwissenschaftliche Analyse, Spracherkennung und -verarbeitung, digitale Sicherheitstechnik sowie Halbleiter, Chips und andere digitale elektrische Bauteile inkludiert sind, ohne dass sie explizit Erwähnung finden. Daher wird in der Patentanalyse des vorliegenden Abschnitts eine umfassende Abgrenzung im Sinne von Digitalisierungstechnologie verwendet, die nach verschiedenen Einsatzgebieten differenziert betrachtet werden kann.

### Abgrenzung digitalisierungsaffiner Technologieklassen

Die verwendete Abgrenzung (vgl. Kohlisch/Koppel, 2023) versteht Digitalisierungstechnologie im Sinne der Umwandlung analoger Signale in digitale Werte und Formate, der Erhebung oder Erzeugung digitaler Daten, der Weiterverarbeitung oder Speicherung in einem digitaltechnischen System oder der Erstellung primär digitaler Repräsentationen. Dieser Definition folgend werden die Patentanmeldungen auf Ebene von Untergruppen der IPC technologisch kategorisiert.

Einige der insgesamt rund 69.000 IPC-Untergruppen weisen einen derart spezifischen Digitalisierungsbezug auf, dass sie zweifelsfrei in die resultierende Positivliste aufgenommen werden müssen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Digitalisierung in den entsprechenden Erfindungen bereits seit längerem den technologischen Standard darstellt. Beispiele hierfür sind jegliche Form von Telekommunikations- und Datenübertragungstechnologie. Im Mobilfunkbereich etwa wurde das analoge C-Netz bereits Ende des Jahres 2000 durch das digitale D-Netz abgelöst. In den Bereichen Internet und Telefonie wurde bereits in den 1990er-Jahren der ISDN-Standard (Integrated Services Digital Network) eingeführt; seit 1997 sind die entsprechenden Netze vollständig digitalisiert.

Im Bereich der Unterhaltungselektronik setzte die Digitalisierung sogar bereits Anfang der 1980er-Jahre mit der Markteinführung der CD (vollständige Bezeichnung: Compact Disc Digital Audio) ein, so dass auch dieser Bereich inzwischen als durchdigitalisiert gelten kann. Ebenso eindeutig sind Halbleiter, Videospiele, programm-basierte Dienstleistungsprozesse und industrielle Arbeitsverfahren, Optoelektronik, computerunterstützte Medizintechnik sowie Mess- und Regeltechnik (mit Ausnahme nicht-elektrischer Untergruppen) dem Bereich Digitalisierungstechnologie zuzuordnen. Und auch der gesamte Bereich der Fahrzeugelektronik ist inzwischen in einem derart hohen Maße digitalisiert, dass die entsprechenden IPC-Untergruppen geschlossen hierzugerechnet werden müssen. Des Weiteren inbegriffen sind jegliche Formen von Umsetzern und Konvertern, z.B. Analog-Digital-Umsetzer oder Kodierer und auch der Bereich Datenverarbeitung und -speicherung wurde mit Ausnahme seiner nicht-digitalen Ausreißer wie z.B. mechanischen Rechenwerken und Analogrechnern geschlossen in die Positivliste einbezogen – ebenso wie IPC-Untergruppen interdisziplinärer Schnittstellentechnik mit ausgeprägtem Digitalisierungsbezug wie z.B. bio- oder chemoinformatische IKT-Anwendungen.

Umgekehrt weist das Gros der rund 69.000 IPC-Untergruppen für sich genommen einen fehlenden Digitalisierungsbezug auf und wird daher nicht in die Positivliste aufgenommen. Nicht inbegriffen sind z.B. neben sämtlichen mechanischen, biologischen, pharmazeutischen und chemischen Technologieklassen insbesondere auch bestimmte elektrotechnische IPC-Untergruppen wie Wandler oder Umrichter, da die entsprechenden Erfindungen lediglich eine Energieform in eine andere Energieform umwandeln und womöglich zwar einen Elektrizitätsbezug, jedoch keinen Digitalisierungsbezug aufweisen. Ebenfalls ausgeschlossen sind elektronische Bauelemente, die Supra- oder Hyperleitfähigkeit nutzen, da letztere zwar theoretisch auch in digitalisierungsaffinen Produkten wie Prozessoren eingesetzt werden könnten, dies jedoch aufgrund ihrer im Vergleich zu Halbleitern ungünstigeren ökonomischen und technischen Eigenschaften (noch) nicht werden.

### Beispiele für die Durchdringung mit Digitalisierungstechnologie

Digitalisierungstechnologie beschränkt sich nicht auf sortenrein digitale Anwendungsbereiche (wie z.B. Quantencomputer oder 5G-Datenübertragung), sondern durchdringt immer mehr Facetten und somit auch Erfindungen, in denen sie vor einigen Jahren noch vergleichsweise selten vorzufinden war. Ein Beispiel hierfür sind Fahrrad- oder Motorradschlösser, deren Kernaspekt zwar weiterhin die mechanische Schutzfunktion vor unbefugtem Zugriff darstellt, die jedoch neuerdings in ihren fest verbauten Varianten häufig eine Vorrichtung zur GPS-Ortung beinhalten. Ein Schloss mit einer rein mechanischen Verriegelung weist keinen Digitalisierungsbezug auf, eines mit einer ergänzenden GPS-Vorrichtung stellt diesen Bezug hingegen her. Ein weiteres Beispiel sind landwirtschaftliche Anhängermaschinen, in denen ebenfalls zunehmend Digitalisierungstechnologie verbaut wird – etwa in Form von Sensoren, welche neben der Position noch weitere Informationen wie etwa die Bodenbeschaffenheit messen und nach digitaler Kommunikation mit einer zentralen Recheneinheit neben der Fahrtrichtung auch die Schnitthöhe, Düngermenge, etc. regulieren. Ältere landwirtschaftliche Anhängermaschinen beschränkten sich hingegen auf rein mechanische bzw. elektro-mechanische Funktionen ohne digital-autonomen Charakter.

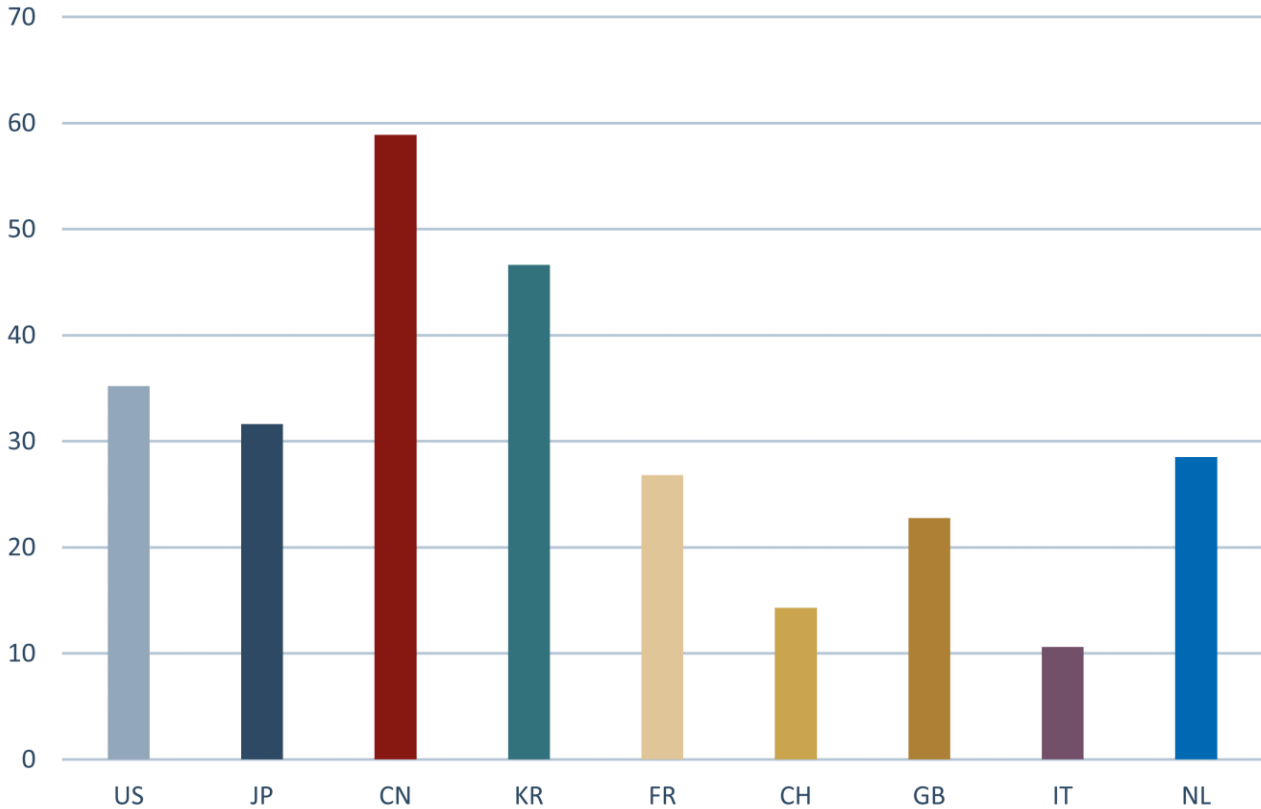
In den Patentanmeldungen ist die Durchdringung mit Digitalisierungstechnologie daran abzulesen, dass im Zeitverlauf zunehmend digitalisierungsaffine mit nicht digitalisierungsaffinen IPC-Untergruppen zitiert werden, also das mechanische Fahrradschloss in Kombination mit digitaler GPS-Technologie. Um diese Durchdringung adäquat zu erfassen, wird eine Patentanmeldung in der vorliegenden Analyse dann als digitalisierungsaffin gewertet, sobald sie mindestens eine digitalisierungsaffine Technologiekategorie zitiert. Alternative Erfassungsmethoden – etwa eine fraktionale Zählung nur der digitalisierungsaffinen Technologieklassen einer Patentanmeldung oder aber gar eine Zählung nur der Patentanmeldungen, die ausschließlich digitalisierungsaffine Technologieklassen zitieren – würde in einer gravierenden Untererfassung der tatsächlichen Durchdringung resultieren.

Im Zeitraum der Jahre 2010 bis 2019 hat sich die Anzahl digitalisierungsaffiner Patentanmeldungen aus China in etwa vervierfacht. Abbildung 2-3 zeigt den Anteil digitalisierungsaffiner an allen Patentanmeldungen juristischer Personen im Durchschnitt dieses Zeitraums für den Länderkanon aus Abbildung 2-1. Chinas patentbezogene Digitalisierungsdichte liegt bei 58,9 Prozent, womit rund 6 von 10 der Patentanmeldungen aus China durch einen expliziten Digitalisierungsbezug charakterisiert sind. Die Digitalisierungsdichte der anderen patentstarken Nationen lag auf einem deutlich niedrigeren Niveau.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Der Referenzwert für Deutschland liegt bei 18 Prozent und damit um ein Vielfaches niedriger.

**Abbildung 2-3: Anteil digitalisierungsaffiner an allen Patentanmeldungen nach Ländern**

DPMA-, EPA- oder WIPO-Anmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland; Erstanmelder; Jahre 2010 bis 2019 kumuliert; fraktionale Zählweise; Anmeldersitz; Anmeldertyp: Juristische Personen; in Prozent



Quelle: IW-Patentdatenbank, eigene Berechnungen.

Für die chinesischen Digitalisierungspatente zeichnen in erster Linie wenige große Industrieunternehmen verantwortlich. Die zehn im Zeitraum der Jahre 2010 bis 2019 größten Anmelder lauten Huawei Technologies Co., Ltd., ZTE Corporation, Guangdong Oppo Mobile Telecommunications Corp., Ltd., BOE Technology Group Co., Ltd., Xiaomi Inc., Tencent Holdings, China Academy of Telecommunications Technology (CATT)<sup>8</sup>, Vivo Mobile Communication Co., Ltd., Baidu Ltd. sowie Shenzhen Goodix Technology Co., Ltd. Diese zehn Unternehmen haben 73,3 Prozent aller im Betrachtungszeitraum angemeldeten Digitalisierungspatente aus China hervorgebracht. Allein auf die Huawei Technologies Co., Ltd., die ihre Patentaktivität im Digitalisierungsbe- reich dem chinesischen Gesamttrend folgend im Betrachtungszeitraum vervierfacht hat, entfallen bereits 40,9 Prozent. Unter Berücksichtigung ökonomischer Beherrschungsstrukturen läge die entsprechende Kon- zentration nochmals höher. Beispielsweise sind Guangdong Oppo Mobile Telecommunications Corp., Ltd. und Vivo Mobile Communication Co., Ltd. Tochterunternehmen derselben Konzernmutter BBK Electronics Corp Ltd., dem Stand 2020 zweitgrößten Smartphone-Hersteller der Welt, die selber nicht als Patentanmel- derin in Erscheinung tritt, jedoch als Global Ultimate Owner fungiert.

**Binnenstruktur nach Einsatzgebieten**

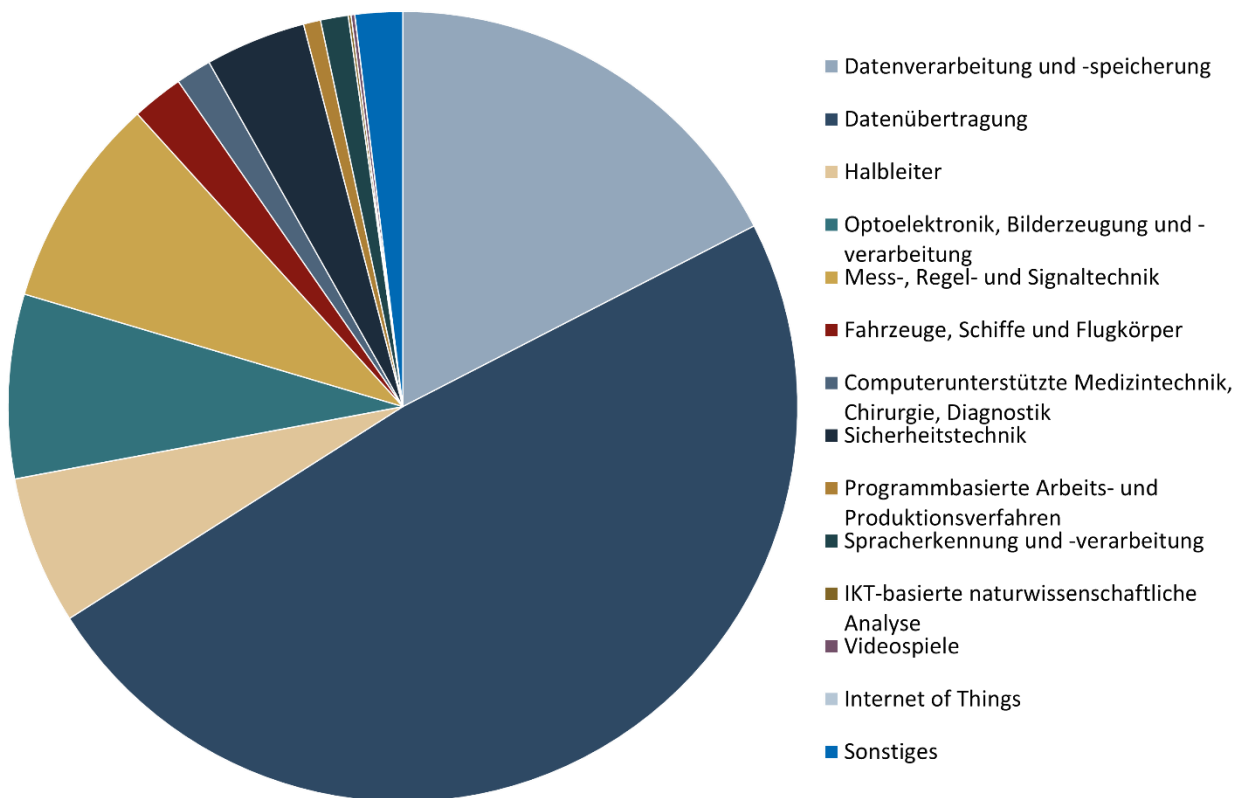
Abbildung 2-4 zeigt die Verteilung der digitalisierungsaffinen Patentanmeldungen aus China nach Einsatzge- bieten. Die Aufteilung auf die 14 Einsatzgebiete erfolgt auf Basis der IPC-Untergruppen und wiederum

<sup>8</sup> Besser bekannt unter ihrem Handelsnamen Datang Telecom Technology & Industry Group.

fraktional, wobei nicht digitalisierungsaffine IPC-Untergruppen entfallen. Eine Patentanmeldung die beispielsweise eine IPC-Untergruppe aus dem Einsatzgebiet Spracherkennung und -verarbeitung, eine IPC-Untergruppe aus dem Einsatzgebiet Datenverarbeitung und -speicherung und eine IPC-Untergruppe aus einem nicht digitalisierungsaffinen Einsatzgebiet zitiert, wird hälftig den jeweiligen digitalisierungsaffinen Einsatzgebieten zugerechnet.

**Abbildung 2-4: Digitalisierungsaffine Patentanmeldungen aus China nach Einsatzgebieten**

DPMA-, EPA- oder WIPO-Anmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland; Erstanmelder; Jahre 2010-2019 kumuliert, fraktionale Zählweise; Anmeldersitz; Anmeldertyp: Juristische Personen



Quelle: IW-Patentdatenbank, eigene Berechnungen.

Im Zeitraum der Jahre 2010 bis 2019 weist China folglich innerhalb seiner Digitalisierungspatente eine deutliche Spezialisierung auf Datenübertragungstechnologie auf, was mit seiner starken Wettbewerbsposition im Bereich des Mobilfunkstandards 5G korrespondiert. Auch der technologisch betrachtet ähnliche Bereich der Datenverarbeitung und -speicherung wird von zahlreichen chinesischen Digitalisierungspatenten abgedeckt. Jedoch liegt der Anteil der Patentanmeldungen aus dem Einsatzgebiet „Halbleiter“ bei lediglich 6,1 Prozent. Viele andere Industrienationen können mit einem deutlich höheren Referenzwert aufwarten, Korea beispielsweise mit 13,4 Prozent, Japan mit 18,5 Prozent. Die unangefochtene Spitzenposition im internationalen Vergleich nimmt Taiwan mit 32,8 Prozent ein. Diese Patentdaten spiegeln sich unmittelbar in der entsprechenden Importstatistik wider, konkret den sehr hohen Importen Chinas von taiwanesischen Halbleitern (Matthes/Iglesias, 2023), und belegen eine hohe Abhängigkeit Chinas von Taiwan in diesem Technologiebereich.

Die Priorisierung des Schlüsselgebiets „Informations- und Kommunikationstechnologie der neuen Generation“ im Rahmen des 14. Fünfjahresplans spricht dafür, dass China dieser komparativen Schwäche mit

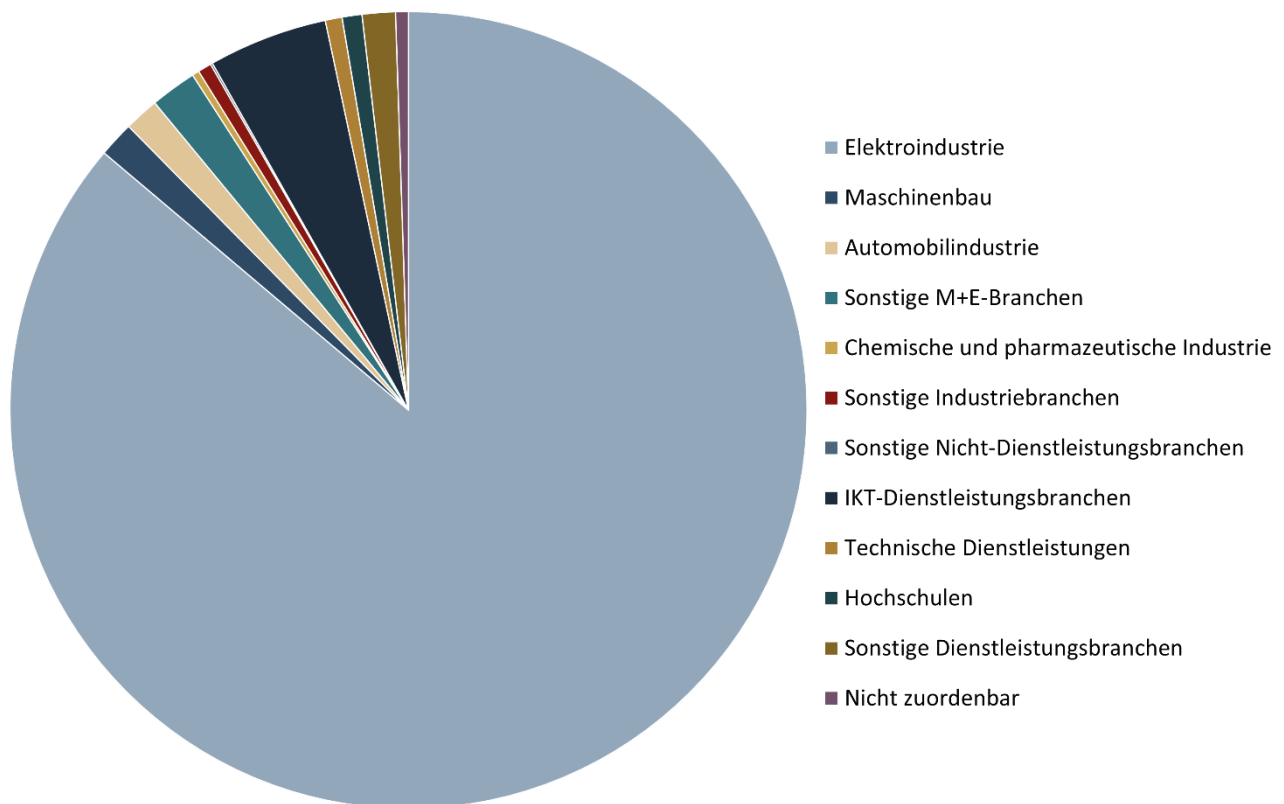
großem Einsatz entgegenwirken wird. Die elementare Herausforderung liegt dabei folglich nicht in den Einsatzgebieten der Datenübertragung, -speicherung oder -verarbeitung, sondern eindeutig im Bereich der Halbleitertechnologie.

### Binnenstruktur nach Branchen

Neben der Verteilung nach Einsatzgebieten liefert auch die Verteilung auf die verschiedenen Branchen/-aggregate Chinas relevante Erkenntnisse (vgl. Abbildung 2-5). Nicht weniger als 86,2 Prozent aller Digitalisierungspatente des Zeitraums 2010 bis 2019 stammen von Unternehmen aus der Elektroindustrie. Damit vereint die Elektroindustrie im Digitalisierungsbereich einen nochmals 18 Prozentpunkte höheren Anteil auf sich als bereits im Durchschnitt aller Patentanmeldungen aus China. Dies belegt die deutliche Spezialisierung der chinesischen Elektroindustrie auf digitale Produkte.

#### Abbildung 2-5: Digitalisierungsaffine Patentanmeldungen aus China nach Branchen

DPMA-, EPA- oder WIPO-Anmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland; Erstanmelder; Jahre 2010-2019 kumuliert, fraktionale Zählweise; Anmeldersitz; Anmeldertyp: Juristische Personen



Quelle: IW-Patentdatenbank, eigene Berechnungen.  
Zur Abgrenzung der Branchen und Branchenaggregate vgl. Abbildung 2-2.

Während in Deutschland die Automobilindustrie auch den Großteil der Digitalisierungspatentanmeldungen hervorbringt, liegt der entsprechende Anteil in China bei lediglich 1,4 Prozent – bei einem Anteil der Automobilindustrie von 3,0 Prozent an allen Patentanmeldungen (vgl. Abbildung 2-2).



## 2.4 Biotechnologie

Die Biotechnologie betrifft den elften Punkt der Definition von Schlüsseltechnologien und -branchen aus dem aktuellen Fünfjahresplan (vgl. Abschnitt 1). Sie weist den Charakter einer klassischen Querschnittstechnologie auf, die viele verschiedene Einsatzgebiete und damit auch zahlreiche Branchen umfasst – von der Pharmazeutischen Industrie bis zur Agrartechnik, von der Medizintechnik bis zur Lebensmittelindustrie. Definitorisch beschreibt Biotechnologie die Anwendung von Wissenschaft und Technologie auf lebende Organismen, Teile von ihnen oder ihre Produkte. Der Zweck besteht darin, den Wissensstand zu erweitern sowie Güter oder Dienstleistungen zu produzieren (OECD, 2022). Für die technologische Operationalisierung der Patentanalyse wird an dieser Stelle auf die IPC-basierte Abgrenzung der OECD zurückgegriffen (OECD, o. J.). Eine Patentanmeldung wird – analog zur Digitalisierungstechnologie – vollumfänglich als biotechnologieaffin gezählt, sofern sie mindestens eine der von der OECD benannten biotechnologieaffinen IPC-Klassen zitiert.

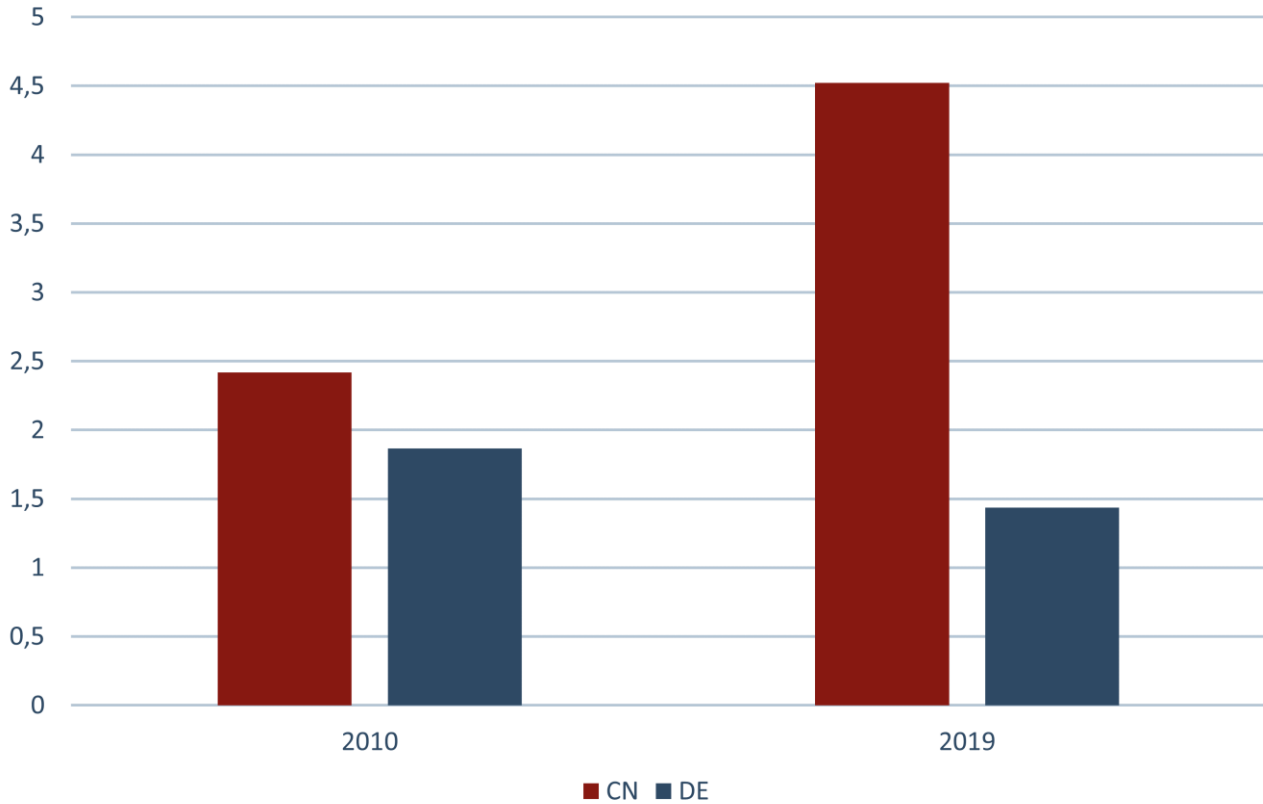
Innerhalb der Jahre 2010 bis 2019 hat sich die Anzahl der biotechnologischen Patentanmeldungen aus China mehr als versiebenfacht, die entsprechenden Anmeldungen aus Deutschland hatten zeitgleich einen Rückgang um 16 Prozent zu verzeichnen. Auch die relative Bedeutung der Biotechnologie unter den Patentanmeldungen hat in China deutlich gewonnen. Im Jahr 2010 entfielen erst 2,4 Prozent aller Anmeldungen juristischer Personen auf diesen Bereich, 2019 waren es bereits 4,5 Prozent, während der entsprechende Anteil der Biotechnologie in Deutschland von 1,9 Prozent auf 1,4 Prozent gesunken ist (vgl. Abbildung 2-6).

Für die Dynamik der chinesischen Biotechnologiepatente zeichnen zahlreiche Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen verantwortlich. Die zehn im Zeitraum der Jahre 2010 bis 2019 größten Anmelder lauten BGI Group/Beijing Genomics Institute, Chinese University of Hong Kong, Jiangsu Hengrui Pharmaceuticals Co., Ltd., University of Hong Kong, Tsinghua University, Peking University, Xiamen University, Shanghai Hengrui Pharmaceutical Co. Ltd., Legend Biotechnology Co., Ltd. sowie MGI Tech Co., Ltd. Diese zehn juristischen Personen haben lediglich 15,1 Prozent aller im Betrachtungszeitraum angemeldeten Biotechnologiepatente aus China hervorgebracht, was auf eine nahezu atomistische Marktstruktur hindeutet.

Unter Berücksichtigung ökonomischer Beherrschungsstrukturen läge die entsprechende Konzentration geringfügig höher. Beispielsweise operiert die Shanghai Hengrui Pharmaceutical Co. Ltd. als Tochtergesellschaft der Jiangsu Hengrui Pharmaceuticals Co., Ltd., die ihrerseits als Global Ultimate Owner fungiert. Unberührt hiervon bleibt die Feststellung, dass sich die biotechnologischen Patentanmeldungen aus China und die Dynamik ihres Wachstums auf eine Vielzahl in puncto Patentkraft (noch) kleiner juristischer Personen verteilen – völlig anders als digitalisierungsaffine Anmeldungen (vgl. Abschnitt 2.3) oder Anmeldungen aus der Kfz-industrie (vgl. Abschnitt 2.5).

**Abbildung 2-6: Anteil biotechnologischer an allen Patentanmeldungen nach Ländern**

DPMA-, EPA- oder WIPO-Anmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland; Erstanmelder; fraktionale Zählweise; Anmeldersitz; Anmeldertyp: Juristische Personen

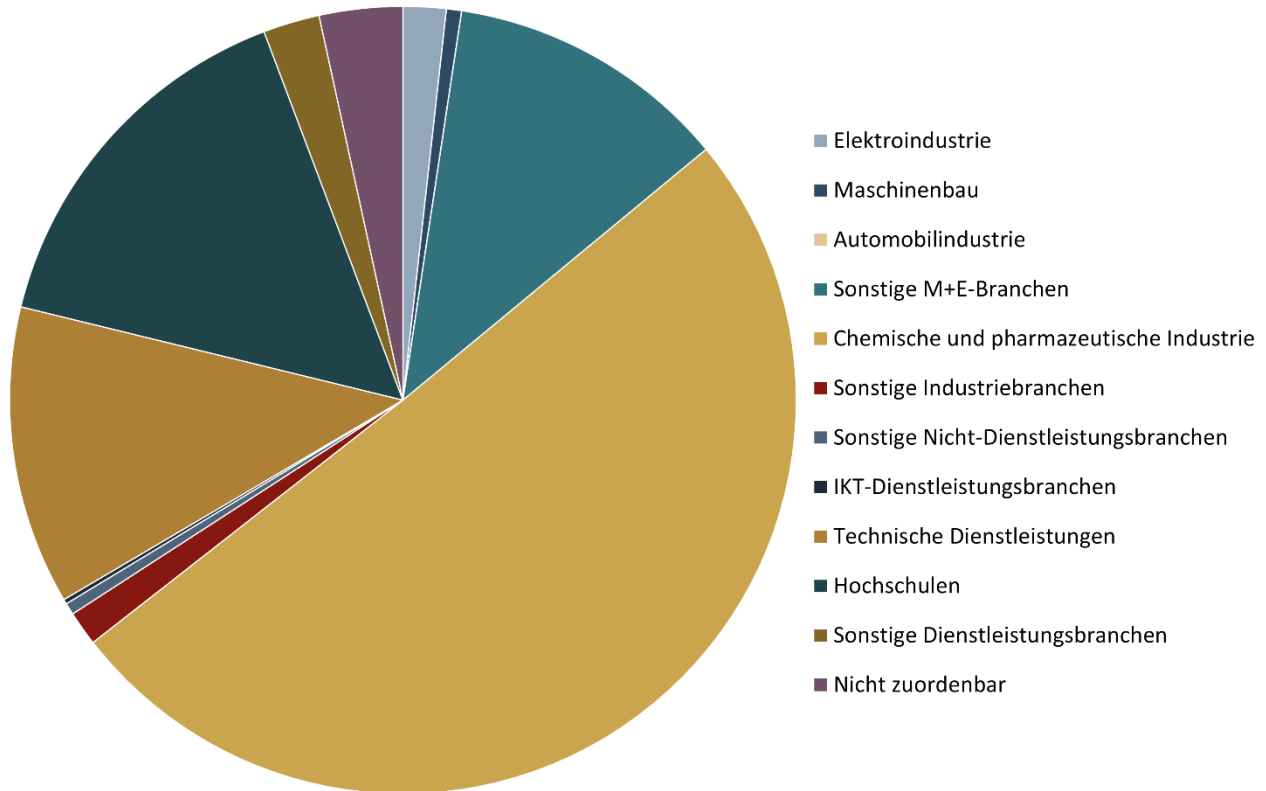


Quelle: IW-Patentdatenbank, eigene Berechnung.

Abbildung 2-7 zeigt, welche Branchen für die biotechnologischen Patentanmeldungen aus China verantwortlich zeichnen. Wie zu erwarten wird der Großteil von der chemischen und pharmazeutischen Industrie hervorgebracht. Mit 50,4 Prozent weist sie einen mehr als dreimal so hohen Anteil auf wie die Hochschulen (15,4 Prozent) und gar einen viermal so hohen Anteil wie die technischen Dienstleister (12,3 Prozent), zu denen insbesondere private Institute zählen, die für die pharmazeutische Industrie Auftragsforschung betreiben. Die gleichwohl sehr hohen Anteile sowohl der Hochschulen als auch der technischen Dienstleister sind auch im internationalen Quervergleich spezifisch für biotechnologische Patentanmeldungen. Der ebenfalls beachtliche Wert der sonstigen M+E-Branchen erklärt sich in erster Linie durch die hier subsidierte Medizintechnikbranche, die Biotechnologie zunehmend in ihren diagnostischen Geräten einsetzt. Die übrigen Branchen sind für das Aufkommen biotechnologischer Patentanmeldungen aus China lediglich von untergeordneter Bedeutung.

**Abbildung 2-7: Biotechnologische Patentanmeldungen aus China nach Branchen**

DPMA-, EPA- oder WIPO-Anmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland; Erstanmelder; Jahre 2010-2019 kumuliert, fraktionale Zählweise; Anmeldersitz; Anmeldertyp: Juristische Personen



Quelle: IW-Patentdatenbank, eigene Berechnungen.  
Zur Abgrenzung der Branchen und Branchenaggregate vgl. Abbildung 2-2.

Die gemessen an der Patentdynamik stark wachsende Bedeutung der chinesischen Biotechnologie wird durch die Ergebnisse in Han et al. (2021) bestätigt. Ihre Studie belegt, dass insbesondere der Biopharma-Sektor in China zunehmend als Innovator an Bedeutung gewonnen hat und nicht mehr nur als bloßer Generikahersteller fungiert. Abschließend bleibt für die Biotechnologie festzuhalten, dass China seine entsprechenden FuE-Ressourcen weiter ausbauen wird (Staatsrat der Volksrepublik China, 2022) und Deutschland hinsichtlich des Outputs biotechnologischer Patentanmeldungen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit noch vor dem Ende des laufenden Fünfjahresplans im Jahr 2025 deutlich überholt haben wird.

**2.5 Elektrifizierung der Kfz-Industrie**

Einen weiteren wichtigen Baustein des Fünfjahresplans, konkret den vierten Punkt der Definition von Schlüsseltechnologien und -branchen (vgl. Abschnitt 1), repräsentiert der technologische Wandel der Kraftfahrzeugindustrie im Allgemeinen und der Automobilindustrie im Speziellen vom konventionellen Verbrenner hin zur Elektromobilität. Für die deutsche Kraftfahrzeugindustrie wurde die technische Transformation bereits in Kohlisch et al. (2023) und Kohlisch et al. (2021) untersucht. Die hier durchgeführte Analyse der chinesischen Kfz-Industrie folgt dem dort bereits entwickeltem Muster, angewendet auf Erstanmelder mit Sitz in China, Hongkong oder Macau.

## Methodik

Für die Analyse wurden zum einen alle chinesischen Erstanmelder daraufhin überprüft, ob sie der Kfz-Industrie hinzurechnen sind. Als Kfz-Unternehmen werden alle juristischen Personen mit Gewinnerzielungsabsicht gewertet, die eine dominierende Geschäftstätigkeit in der Entwicklung oder Herstellung von Kraftfahrzeugen<sup>9</sup> aufweisen. Zum anderen wurden alle von Kfz-Unternehmen angemeldeten Patente daraufhin überprüft, ob sie technologisch der Kfz-Industrie zuzurechnen sind. Auf Basis der Internationalen Patentklassifikation filtert der Kfz-Technologiefilter zunächst jene Patentanmeldungen von Kfz-Unternehmen heraus, die einen expliziten Kfz-Bezug aufweisen (vgl. Koppel et al., 2019, S. 23 ff.). Einige Unternehmen – in Deutschland beispielsweise Technologiekonzerne wie Bosch oder Schaeffler – weisen in ihrer Forschungsaktivität zwar einen eindeutigen Kfz-Schwerpunkt auf, melden jedoch auch Kfz-fremde Patente an. Die besonders patentaktive Robert Bosch GmbH kommt auf einen Anteil von gut 10 Prozent Kfz-fremder Patentanmeldungen, etwa für elektrische Handwerkzeuge, Hausgeräte, Industriemaschinen oder Smarthome-Anwendungen.

Als disjunkte Teilbereiche des Kfz-Technologiefilters können Filter für den elektrifizierten oder den konventionellen Antriebsstrang entwickelt werden. Ersterer beinhaltet solche IPC-Klassen des rein batterieelektrischen Antriebs als auch des Hybridantriebs (vgl. Kohlisch et al., 2021, S. 74 ff.), letzterer jene des klassischen Verbrenners und der mechanischen Kraftübertragung. Eine Patentanmeldung wird vollumfänglich zum Bereich des konventionellen Antriebsstrangs gezählt, sobald sie mindestens eine Technologieklasse aus dem Bereich klassischer Verbrenner plus mechanische Kraftübertragung zitiert und keine Technologieklasse aus dem Bereich des elektrifizierten Antriebs. Hingegen wird eine Patentanmeldung vollumfänglich zum Bereich des elektrifizierten Antriebsstrangs gezählt, sobald sie mindestens eine Technologieklasse aus dem entsprechenden Technologiefilter zitiert. Eine Betrachtung dieser beiden Technologien im Bereich der Kfz-Industrie zeigt auf, wie weit die Transformationen hin zu einer elektrifizierten Kfz-Industrie bereits vorangeschritten ist.

Zusammenfassend fokussiert die nachfolgende Analyse auf jene Patentanmeldungen, die Schutzwirkung für Deutschland oder darüber hinaus anstreben, an denen mindestens ein Kfz-Unternehmen mit Anmeldersitz in China, Hongkong oder Macau beteiligt war und die in einen Kfz-bezogenen Technologiebereich fallen. Der Anteil eines Kfz-Unternehmens an einer Patentanmeldung wird dabei fraktional durch die Anzahl aller innerhalb einer Patentanmeldung genannten Anmelder bestimmt. Definitionsgemäß werden keine Patentanmeldungen gezählt, die Kfz-fremde IPC-Klassen zitieren. Kooperationsanmeldungen von Kfz-Unternehmen mit Kfz-fremden Akteuren werden hingegen anteilig gezählt.

## Ergebnisse

Innerhalb der chinesischen Wirtschaft haben die Patentanmeldungen der Kfz-Industrie einen deutlich geringeren Anteil an allen Patentanmeldungen als in Deutschland. Wuchs der Anteil in Deutschland von circa 31 Prozent im Anmeldejahr 2010 auf 41 Prozent im Anmeldejahr 2019, so veränderte sich der Referenzwert für China von 2,6 Prozent auf 6,2 Prozent. Die Tatsache, dass sich die Anzahl der Patentanmeldungen von juristischen Personen mit Sitz in China im Betrachtungszeitraum nahezu vervierfacht hat und sich der entsprechende Anteil der Kfz-Industrie währenddessen verdoppelt hat, zeigt die deutliche Dynamik innerhalb der

<sup>9</sup> Für die Definition eines Kraftfahrzeugs siehe Kohlisch et al. (2023), S. 25. Neben der Automobilindustrie fallen unter die Definition der Kfz-Industrie beispielsweise auch Hersteller von Motorrädern, E-Scootern und Traktoren sowie auf den Kfz-Bereich spezialisierte Entwicklungsdienstleister. Für Deutschland zeigt sich, dass die Anteilswerte der Kfz-Industrie nur geringfügig über jenen der reinen Automobilindustrie liegen.

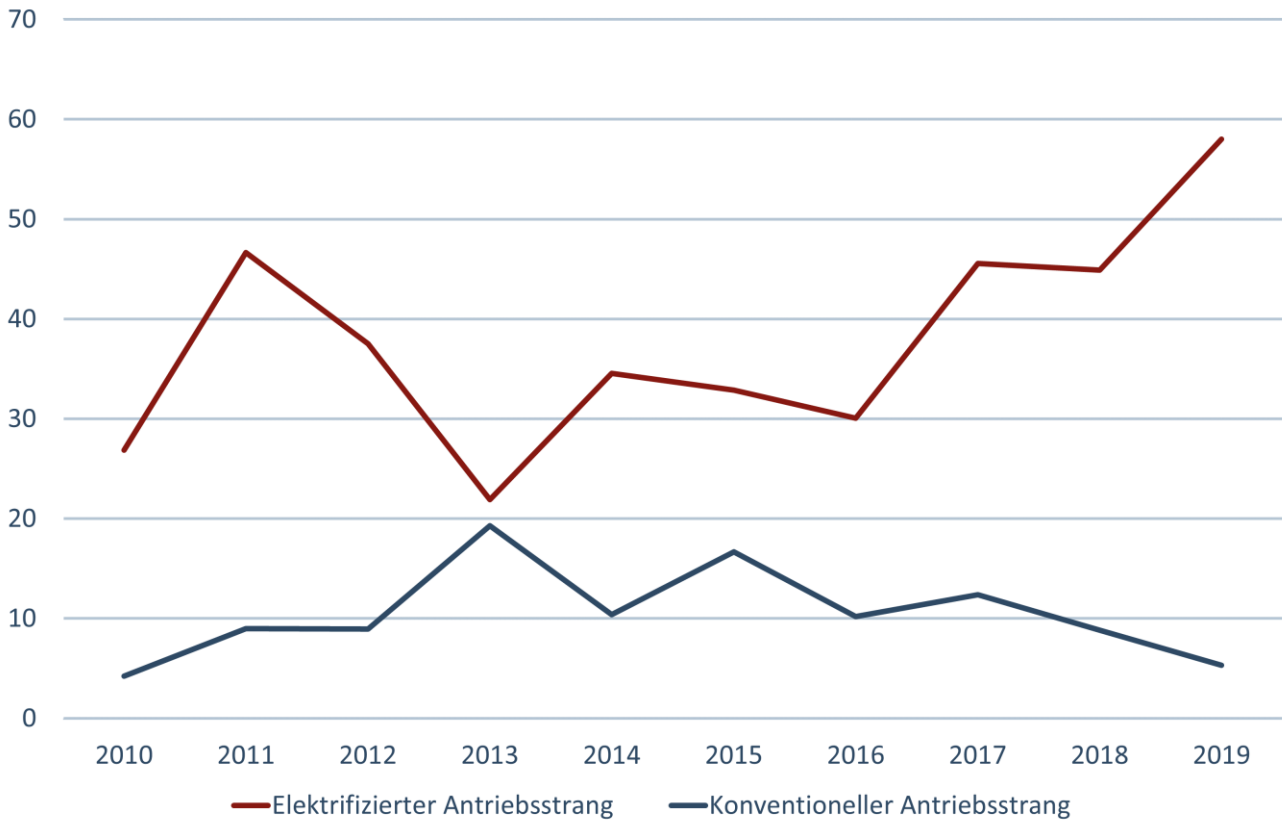
chinesischen Kfz-Industrie – wenngleich von einem im internationalen Vergleich deutlich geringeren Ausgangsniveau kommend.

Im Betrachtungszeitraum der Jahre 2010 bis 2019 waren 91 verschiedene Unternehmen aus China patentaktiv in dem Sinne, dass sie an mindestens einer Kfz-Patentanmeldung beteiligt waren. CATL, BYD, Geely, NIO, Thunder Power, BWI, HASCO Vision Technology, die chinesischen Tochtergesellschaften der Robert Bosch GmbH und der Valeo SA sowie die Gogoro Ltd. sind innerhalb des Betrachtungszeitraums die zehn Unternehmen mit den kumuliert meisten Kfz-Patentanmeldungen, wobei sie circa 70 Prozent aller Kfz-Anmeldungen aus China repräsentieren. Die Top-10 Patentanmelder der deutschen Kfz-Industrie und deren Rangplätze erweisen sich über die einzelnen Jahre des Betrachtungszeitraums als nahezu konstant. Konkret ändert sich das Ranking nur alle paar Jahre bei der Vergabe des zehnten Platzes. Für die chinesische Kfz-Industrie ergibt sich hingegen ein vollständig anderes Bild. Über die zehn betrachteten Jahre tauchen 33 verschiedene Unternehmen in den jeweiligen Top-10 Listen auf. BYD und BWI sind die einzigen beiden Unternehmen der chinesischen Kfz-Industrie, die dauerhaft einen Platz in der Top-10 innehaben. Im Anmeldejahr 2010 waren diese beiden Unternehmen noch für 70 Prozent aller Patentanmeldungen verantwortlich und es gab insgesamt nur 14 verschiedene Kfz-Unternehmen. Sehr viele chinesische Kfz-Unternehmen wurden innerhalb des Betrachtungszeitraums erstmalig patentaktiv und konnten ihr Portfolio seither stetig ausbauen. Beispielsweise war CATL bis zum Jahr 2015 nicht patentaktiv und ist im Anmeldejahr 2019 bereits für 45 Prozent aller Anmeldungen der chinesischen Kfz-Industrie verantwortlich. Im Anmeldejahr 2019 gibt es immerhin 57 verschiedene chinesische Kfz-Unternehmen. NIO schaffte es ebenfalls mit einer starken Dynamik in den Anmeldejahren 2018 und 2019 in die Top-10 über alle Jahre. In den jüngeren Anmeldejahren sind ebenfalls noch Great Wall Motor und xPeng als Unternehmen mit einer außergewöhnlichen Dynamik hervorzuheben. Andere Unternehmen konnten jedoch im stark wachsenden Markt der chinesischen Kfz-Industrie nicht schritthalten und sind in ihrer Patentaktivität abgefallen. Insgesamt konnte die chinesische Kfz-Industrie aber ihre Anzahl an verschiedenen Akteuren und die Summe aller Patentanmeldungen über den Betrachtungszeitraum deutlich ausbauen.

Diese eindrucksvolle Entwicklung setzt sich bei einer Analyse der Patentanmeldungen im Bereich des elektrifizierten Antriebstrangs fort. Angelehnt an Abbildung 3 aus Kohlisch et al. (2023) zeigt Abbildung 2-8 die Entwicklung der Patentaktivität im Bereich des elektrifizierten Antriebsstrangs im direkten Vergleich zu jener des konventionellen Antriebsstrangs. Im Gegensatz zur deutschen Kfz-Industrie wird deutlich, dass in der chinesischen Kfz-Industrie kein technologischer Wandel vom konventionellen zum elektrifizierten Antriebsstrang existent ist, da nie ein quantitativ relevantes Patentportfolio im Bereich des konventionellen Antriebsstrangs aufgebaut wurde. Das noch geringe Niveau an Patentanmeldungen der chinesischen Kfz-Industrie in den ersten Jahren des Betrachtungszeitraums – im Anmeldejahr 2010 waren erst vier Akteure innerhalb des elektrifizierten Antriebstrangs patentaktiv – hat höhere Schwankungen zur Folge. Seit 2014 wird aber deutlich erkennbar, dass die chinesische Kfz-Industrie die Technologie des konventionellen Antriebsstrangs faktisch übersprungen hat und direkt im Bereich des elektrifizierten Antriebsstrangs innoviert hat. Gemessen an allen Kfz-Patentanmeldungen aus China lag der Anteil des elektrifizierten Antriebsstrangs im Jahr 2019 bereits bei fast 60 Prozent, während sich der Anteil des konventionellen Antriebsstrangs mit lediglich 5 Prozent bereits in Richtung der Bedeutungslosigkeit entwickelt hat. Im Gegensatz dazu zeigt Abbildung 3 in Kohlisch et al. (2023), dass die Kfz-Industrie am Standort Deutschland im Jahr 2019 einen Anteil von 20 Prozent für den konventionellen und von 15 Prozent für den elektrifizierten Antriebsstrang aufwies.

**Abbildung 2-8: Anteil der Antriebsstrangvarianten an allen Kfz-Patentanmeldungen aus China**

DPMA-, EPA- oder WIPO-Anmeldungen mit Schutzwirkung für Deutschland; Erstanmelder; fraktionale Zählweise; Anmeldersitz; Anmeldertyp: Juristische Personen; in Prozent



Quelle: IW-Patentdatenbank, eigene Berechnungen.

Im Anmeldejahr 2019 ist CATL für nahezu 80 Prozent der chinesischen Patentanmeldungen im Bereich des elektrifizierten Antriebsstrangs verantwortlich. Folgerichtig weist letzterer einen starken Fokus im Bereich die Batterietechnik auf. Immerhin existierten in China im Jahr 2019 bereits 20 verschiedene Akteure, die im Bereich des elektrifizierten Antriebsstrangs patentaktiv waren, wobei BYD und Geely für eine große Anzahl der nicht von CATL getätigten Patentanmeldungen verantwortlich zeichnen.

Wie bereits in den Schlüsselbereichen der Informations- und Kommunikationstechnologie der neuen Generation und der Biotechnologie hat China auch bei der Elektrifizierung der Kfz-Industrie bereits in den Jahren vor Einsetzen des 14. Fünfjahresplans substanzielle Fortschritte erzielt. Gleichwohl wird die Dynamik der chinesischen Kfz-Industrie in den kommenden Jahren spannend zu verfolgen sein. Wenn die chinesische Kfz-Industrie 65 Prozent ihrer Patentanmeldungen innerhalb der Antriebstechnik tätigt (60 im elektrifizierten, 5 im konventionellen Antriebsstrang), lautet eine Konsequenz, dass nur noch 35 Prozent der Anmeldungen in anderen wichtigen Einsatzgebieten wie Interieur, Kfz-spezifischen Assistenzsystemen, Fahrgestell oder Exterieur zu finden sind. Einen Großteil dieser auch in der elektrifizierten Antriebswelt weiterhin notwendigen Komponenten muss die chinesische Kfz-Industrie folglich zukaufen. Die entscheidende Frage in puncto Lieferketten lautet dabei, ob es der chinesischen Kfz-Industrie gelingt, das im aktuellen Fünfjahresplan avisierte Decoupling vom Ausland zu vollziehen und diese Komponenten in einer für den internationalen Wettbewerb ausreichenden Qualität z.B. von der heimischen Elektroindustrie zu beziehen.

### 3 Offene Forschungsfragen zu Chinas Patentstrategie

Die vorliegende Studie hat die allgemeine Patentaktivität aus China analysiert sowie für drei der identifizierten Schlüsseltechnologien und -branchen des 14. Fünfjahresplans eine Antwort auf die Frage gegeben, welche Patentaktivität Anmelder aus China bereits vor Einsetzen des aktuellen Fünfjahresplans verzeichnet haben. Damit wurde für diese drei Bereiche die Nullmessung vollzogen, auf deren Basis ein systematisches Monitoring sowie eine jährliche Fortschreibung der – mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit weiterhin stark zunehmenden – Patentaktivität chinesischer Anmelder möglich ist. Für eine vollständige Abdeckung müsste das Monitoring entsprechend weiterentwickelt und auf die übrigen 9 Schlüsseltechnologien/-branchen des 14. Fünfjahresplans ausgedehnt werden.

Um die industriepolitische Dimension eines Patent-Monitorings bestmöglich nutzen zu können, wäre darüber hinaus in Erweiterung der jeweiligen Top-10 aus den drei Technologieabschnitten der vorliegenden Studie eine Aufschlüsselung der Patentaktivität auf konkrete Unternehmen, Konzernverbände, Forschungseinrichtungen, etc. notwendig. Konkret sollte die Frage beantwortet werden, welche Unternehmen aus welchen Branchen und welchen Technologiebereichen in welchem Umfang für die Patentaktivität aus China in den Schlüsseltechnologien/-branchen des 14. Fünfjahresplans verantwortlich zeichnen.

#### Ermittlung der vollständigen Patentbilanz Chinas mit Deutschland

Die von Anmeldern aus China hervorgebrachten Patentanmeldungen repräsentieren die quantitativ bedeutendste Säule der Patentaktivität Chinas. Um ein ganzheitliches Verständnis der Patentstrategie Chinas erlangen zu können, müssen jedoch alle relevanten Bestandteile chinesischer Patentaktivität in Betracht gezogen werden. Dies kann nur mittels der Erhebung einer vollständigen Patentbilanz zwischen China und Deutschland gelingen, in deren Rahmen sämtliche Bestandsgrößen, aber auch die Ab- und Zuflüsse unter expliziter Berücksichtigung der zum Teil komplexen Eigentümerstrukturen berücksichtigt werden. Aufbauend auf der Patentaktivität von Anmeldern aus China und diese ergänzend sowie präzisierend müsste hierzu insbesondere analysiert werden,

1. ...welche patentaktiven Unternehmen aus Deutschland – und damit deren Patentanmeldungen – sich durch Kauf im Besitz und damit unter der Kontrolle chinesischer Unternehmen, Privatpersonen oder des chinesischen Staates (im Folgenden verkürzt Chinas) befinden,
2. ...welche patentgeschützten Erfindungen unter dem Namen deutscher Tochtergesellschaften chinesischer Unternehmen und öffentlichen Institutionen hervorgebracht werden und sich folglich ebenfalls unter der Kontrolle Chinas befinden,
3. ...welche Patente, die von Anmeldern aus Deutschland hervorgebracht wurden, durch gezielten Kauf einzelner intellektueller Eigentumsrechte unter die Kontrolle Chinas gewandert sind und
4. ...welche nominell chinesischen Patentanmeldungen sich analog zu den Punkten 1 bis 3 im Besitz von Deutschland befinden.

Ein prominentes Beispiel für Punkt 1 ist das Augsburger Unternehmen Kuka AG, welches sich seit dem Jahr 2016 im Mehrheitsbesitz der chinesischen Midea-Gruppe (und damit der natürlichen Person He Xiangjian) befindet. Wenngleich die Patentanmeldungen der Kuka AG weiterhin in deren Namen – und damit nominell aus Deutschland – erfolgen, liegen die Kontrollrechte des intellektuellen Eigentums inzwischen in China.

Ein Beispiel für Punkt 2 ist die im eigenen Namen – und damit nominell aus Deutschland – patentaktive Huawei Technologies Düsseldorf GmbH, die als deutsche Tochtergesellschaft des chinesischen Huawei-Konzerns gegründet wurde.

Ein Beispiel für Punkt 3 ist die DPMA-Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 10 2014 003 294.9, bei der – wie in rund 40 analogen Fällen – die Eigentumsrechte von der in deutschem Mehrheitsbesitz befindlichen Heidelberger Druckmaschinen AG auf die in chinesischem Mehrheitsbesitz befindliche Masterwork Group Co., Ltd. aus Tianjin überschrieben wurden, ohne dass die Heidelberger Druckmaschinen AG selbst unter chinesischer Kontrolle steht.

Beispiele für Punkt 4 dürften deutlich seltener zu finden sein. Die entsprechende Gegenbuchung zu Punkt 1 ist in der Vergangenheit bereits dadurch erschwert respektive verhindert worden, dass der direkte Erwerb chinesischer Unternehmen durch ausländische Besitzer bis vor Kurzem ausgeschlossen und in relevanten Industriebereichen lediglich Joint-Ventures unter chinesischer Mehrheitsbeteiligung möglich waren. Diese Einschränkung wirkt sich auch auf die Gegenbuchungen zu Punkt 2 aus, für welche die in Peking ansässige und zu 100 Prozent in Besitz der deutschen Volkswagen AG befindliche Volkswagen China Investment Co., Ltd. ein Beispiel ist, deren Patentanmeldungen zwar aus China erfolgen, die entsprechenden Kontrollrechte jedoch in Deutschland liegen. In der Regel waren Patentanmeldungen deutscher Unternehmen aus China bislang nur durch Repräsentanzbüros möglich. Und auch Gegenbuchungen zu Punkt 3 dürften selten sein bzw. sich als Übertragung von einem chinesischen auf ein deutsches Unternehmen erweisen, welches seinerseits im Endbesitz eines chinesischen Unternehmens agiert – wie im Beispiel des in der Europäischen Patentanmeldung EP2960382 erfolgten Wechsels von der chinesischen Guangzhou Seagull Kitchen And Bath Products Co., Ltd. auf die deutsche Roman Dietsche GmbH, die ihrerseits als Global Ultimate Owner die in Hongkong ansässige Apex Gold International Limited aufweist.

In der Strategieabgrenzung „Make or Buy?“ sind die obigen Punkte 1 und 3 aus der Perspektive Chinas unter „Buy“ zu subsumieren, der Punkt 2 sowie die aus China selbst erbrachten Patentanmeldungen hingegen unter „Make“ – jeweils unter Berücksichtigung der Gegenbuchungen aus Punkt 4. Es dürfte sich zeigen, dass China im Patentbereich die Strategie eines „Make and Buy“ verfolgt, wobei es in erster Linie durch Forschung und Entwicklung im eigenen Land Patentanmeldungen hervorbringt, jedoch in relevantem Ausmaß auch intellektuelle Eigentumsrechte aus Deutschland aufkauft, sei es durch den Erwerb ganzer Unternehmen oder aber den gezielten Kauf einzelner Patente. Umgekehrt dürften die deutschen Gegenbuchungen gemäß Punkt 4 – nicht zuletzt aufgrund der bisherigen Einschränkungen seitens Chinas – eher gering ausfallen. Jedoch sollten sie bereits während der Laufzeit des aktuellen Fünfjahresplans deutlich an Bedeutung gewinnen, da China den alleinigen Besitz chinesischer Unternehmen durch ausländische Gesellschafter als so genannte Wholly Foreign-Owned Enterprises (WFOE) jüngst deutlich erleichtert bzw. erstmals überhaupt ermöglicht hat.

## Deutsch-chinesische Patentkooperationen

Eine in der obigen Gesamtbilanz bereits enthaltene Facette, die jedoch ein gesondertes Augenmerk verdient, sind deutsch-chinesische Forschungsk Kooperationen, die sich in gemeinsamen Patentanmeldungen niederschlagen. Im Rahmen einer Bilanz immaterieller Eigentumsrechte sind derartige Ko-Anmeldungen gesondert zu bewerten, da die Kontrollrechte jedem der beteiligten Akteure zwar nur anteilig zustehen, das gemeinsam erschaffene erfindungsrelevante Wissen jedoch jedem Ko-Anmelder vollumfänglich zur Verfügung steht. Um eine industriepolitisch adäquate Bewertung vornehmen zu können, sollte darüber hinaus insbesondere zwischen Ko-Anmeldungen öffentlich finanzierter Institutionen, Ko-Anmeldungen von Unternehmen sowie Mischfällen unterschieden werden. Auch sollte bei der Analyse explizit beachtet werden, welche Technologiebereiche von diesen Entwicklungen besonders betroffen sind. Die so gewonnenen Daten würden beispielsweise wichtige Erkenntnisse für die Beantwortung der Fragen liefern, welche Aspekte deutsch-



chinesischer Patentkooperationen kritisch zu hinterfragen sind und speziell ob öffentlich finanzierte deutsche Forschungseinrichtungen Aufträge für chinesische Unternehmen ausführen sollten.

### **Kontrolle von Patentrechten durch den chinesischen Staat**

Ebenfalls von hoher Relevanz ist die Frage nach der Kontrolle von Patentrechten durch den chinesischen Staat, sei es als direkter Global Ultimate Owner oder über eine der zahlreichen hierarchisch untergeordneten Institutionen wie beispielsweise das State-owned Assets Supervision and Administration Commission of the State Council/SASAC, das Beijing People's Government State-owned Property Control Governing Council oder das Shanghai Municipal People's Government. Die Daten der IW-Patentdatenbank deuten darauf hin, dass die Kontrollrechte eines mindestens zweistelligen Anteils aller Patentanmeldungen aus China mittels ökonomischer Kontrolle, die aus Beteiligungsprozenten oder Aktienstimmrechten resultiert, oder in Folge von hierarchisch-behördlicher Kontrolle beim chinesischen Staat zusammenlaufen. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass der tatsächliche Einfluss des chinesischen Staats auf die Innovations- und Patentpolitik der chinesischen Unternehmen um ein Vielfaches höher ausfällt, als es anhand transparenter ökonomischer oder hierarchisch-behördlicher Kontrollrechte abzulesen ist, und auch solche Unternehmen betrifft, die sich nicht in Staatbesitz befinden. Über den harten Kern hinaus, für den sich die staatliche Kontrolle aus transparenten Kontrollrechten herleiten lässt, sollte daher zumindest für die quantitativ relevanten übrigen patentaktiven Unternehmen eine begründete Einschätzung des staatlichen Einflusses auf ihre Patent- und Innovationspolitik getätigt werden.

Die zentralen Fragen eines wirksamen Patent-Monitorings lauten daher: Unter Berücksichtigung sämtlicher Wirkungskanäle, in welchem Umfang fließen deutsche Patentanmeldungen nach China ab (Aufkauf deutscher Unternehmen, Aufkauf von deutschen Unternehmen hervorgebrachter Patentanmeldungen, Betrieb deutscher Tochtergesellschaften chinesischer Unternehmen, Ko-Anmeldungen chinesischer und deutscher Unternehmen bzw. Forschungseinrichtungen)? Und welche Branchen und Regionen in Deutschland sind von diesen Entwicklungen besonders betroffen?

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Patentanmeldungen der Jahre 1994 bis 2019 nach Ländern .....	9
Abbildung 2-2: Patentanmeldungen aus China nach Branchen.....	10
Abbildung 2-3: Anteil digitalisierungsaffiner an allen Patentanmeldungen nach Ländern.....	13
Abbildung 2-4: Digitalisierungsaffine Patentanmeldungen aus China nach Einsatzgebieten.....	14
Abbildung 2-5: Digitalisierungsaffine Patentanmeldungen aus China nach Branchen.....	15
Abbildung 2-6: Anteil biotechnologischer an allen Patentanmeldungen nach Ländern.....	17
Abbildung 2-7: Biotechnologische Patentanmeldungen aus China nach Branchen .....	18
Abbildung 2-8: Anteil der Antriebsstrangvarianten an allen Kfz-Anmeldungen aus China .....	21

## Literaturverzeichnis

Botschaft der Volksrepublik China in der Bundesrepublik Deutschland, 2021, Newsletter der Chinesischen Botschaft in Deutschland – Sonderausgabe 14. Fünfjahresplan –, in Botschaft der Volksrepublik China in der Bundesrepublik Deutschland: <http://de.china-embassy.gov.cn/det/zt/Newsletter/202104/P020210912054562562053.pdf> [05.06.2023]

Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., ohne Jahr, China – Partner und Systemwettbewerber, in Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.: <https://bdi.eu/themenfelder/aussenwirtschaft/china> [12.06.2023]

Han, Kiki / Le Deu, Franck / Zhang, Fangning / Zhou, Josie, 2021, The dawn of China biopharma innovation, in McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/the-dawn-of-china-biopharma-innovation> [13.06.2023]

Hu, Albert, 2020, Public funding and the ascent of Chinese science: Evidence from the National Natural Science Foundation of China. Research Policy, 49(5), in <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733320300639> [07.06.2023]

iwd, 2013, China auf dem Weg zur Nummer eins, URL: [https://www.iwd.de/fileadmin/iwd\\_Archiv/2013\\_Archiv/IWD\\_2013-50.pdf](https://www.iwd.de/fileadmin/iwd_Archiv/2013_Archiv/IWD_2013-50.pdf) [28.07.2023]

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. 23–43

Kohlisch, Enno / Koppel, Oliver / Küper, Malte / Puls, Thomas, 2023, Forschungsschwerpunkte der Kfz-Industrie am Standort Deutschland, in: IW-Trends, 50 Jg., Nr. 1, S. 69–88

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

Lundvall, Bengt-Åke / Rikap, Cecilia, 2022, China's catching-up in artificial intelligence seen as a co-evolution of corporate and national innovation systems. *Research Policy*, 51(1), in <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733321001918> [07.06.2023]

Matthes, Jürgen / Iglesias, Simon Gerards, 2023, Chinas Abhängigkeit vom Westen bei Importen und Technologien, in Institut der deutschen Wirtschaft: <https://www.iwkoeln.de/studien/simon-gerards-iglesias-juergen-matthes-chinas-abhaengigkeit-vom-westen-bei-importen-und-technologien.html> [07.06.2023]

OECD, 2022, Key biotechnology indicators, in OECD: <https://www.oecd.org/science/keybiotechnologyindicators.htm> [07.06.2023]

OECD, ohne Jahr, Main IPC Classes and Selected Technology Domains: Total Patents nowcasts > Total Patents > Biotechnology, in OECD.Stat: [https://stats.oecd.org/OECDStat\\_Metadata/ShowMetadata.ashx?Dataset=PATS\\_IPC&Coords=%5BIPC%5D.%5BBIOTECH%5D&ShowOnWeb=true&Lang=en](https://stats.oecd.org/OECDStat_Metadata/ShowMetadata.ashx?Dataset=PATS_IPC&Coords=%5BIPC%5D.%5BBIOTECH%5D&ShowOnWeb=true&Lang=en) [13.06.2023]

Otte, Christina, 2021, China fördert moderne Fertigungscluster, in Germany Trade & Invest: <https://www.gtai.de/de/trade/china/branchen/china-foerdert-moderne-fertigungscluster-677396> [07.06.2023]

Rohde, Roland, 2023, Chinas Halbleiterindustrie droht Rückfall um Jahrzehnte, in Germany Trade & Invest: <https://www.gtai.de/de/trade/china/branchen/chinas-halbleiterindustrie-droht-rueckfall-um-jahrzehnte-975882> [12.06.2023]

Schmitt, Stefanie, 2020a, China treibt Unabhängigkeit vom Ausland voran, in Germany Trade & Invest: <https://www.gtai.de/de/trade/china/wirtschaftsumfeld/china-treibt-unabhaengigkeit-vom-ausland-voran-575080> [06.06.2023]

Schmitt, Stefanie, 2020b, Chinas 14. Fünfjahresplan setzt auf eigene Kraft, in Germany Trade & Invest: <https://www.gtai.de/de/trade/china/wirtschaftsumfeld/chinas-14-fuenfjahresplan-setzt-auf-eigene-kraft-574604> [12.06.2023]

Staatsrat der Volksrepublik China, 2022, Bioeconomy prominent on growth agenda, [https://english.www.gov.cn/policies/policywatch/202205/11/content\\_WS627b169ec6d02e533532a879.html](https://english.www.gov.cn/policies/policywatch/202205/11/content_WS627b169ec6d02e533532a879.html) [13.06.2023]

Statistisches Bundesamt, 2008, Klassifikation der Wirtschaftszweige – Mit Erläuterungen, [https://www.klassifikationsserver.de/klassService/jsp/variant/downloadexport?type=EXPORT\\_PDF\\_COMPLETE&variant=wz2008&language=DE](https://www.klassifikationsserver.de/klassService/jsp/variant/downloadexport?type=EXPORT_PDF_COMPLETE&variant=wz2008&language=DE) [11.07.2023]

Unesco Institute of Statistics, 2023, Science, technology and innovation: 9.5.1 Research and development expenditure as a proportion of GDP, in UIS.Stat: <http://data.uis.unesco.org/index.aspx?queryid=3684> [12.06.2023]

Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag, 2020, 14. Fünfjahresplan der Volksrepublik China, in Deutscher Bundestag: <https://www.bundestag.de/resource/blob/815806/715fc6323a399f045ef33c19a0896899/WD-5-127-20-pdf-data.pdf> [12.06.2023]

Xia, Xinming / Liu, Wan-Hsin, 2021, China's Investments in Germany and the Impact of the COVID-19 Pandemic. *Intereconomics*(56), 113-119, in <https://link.springer.com/article/10.1007/s10272-021-0962-0> [06.06.2023]