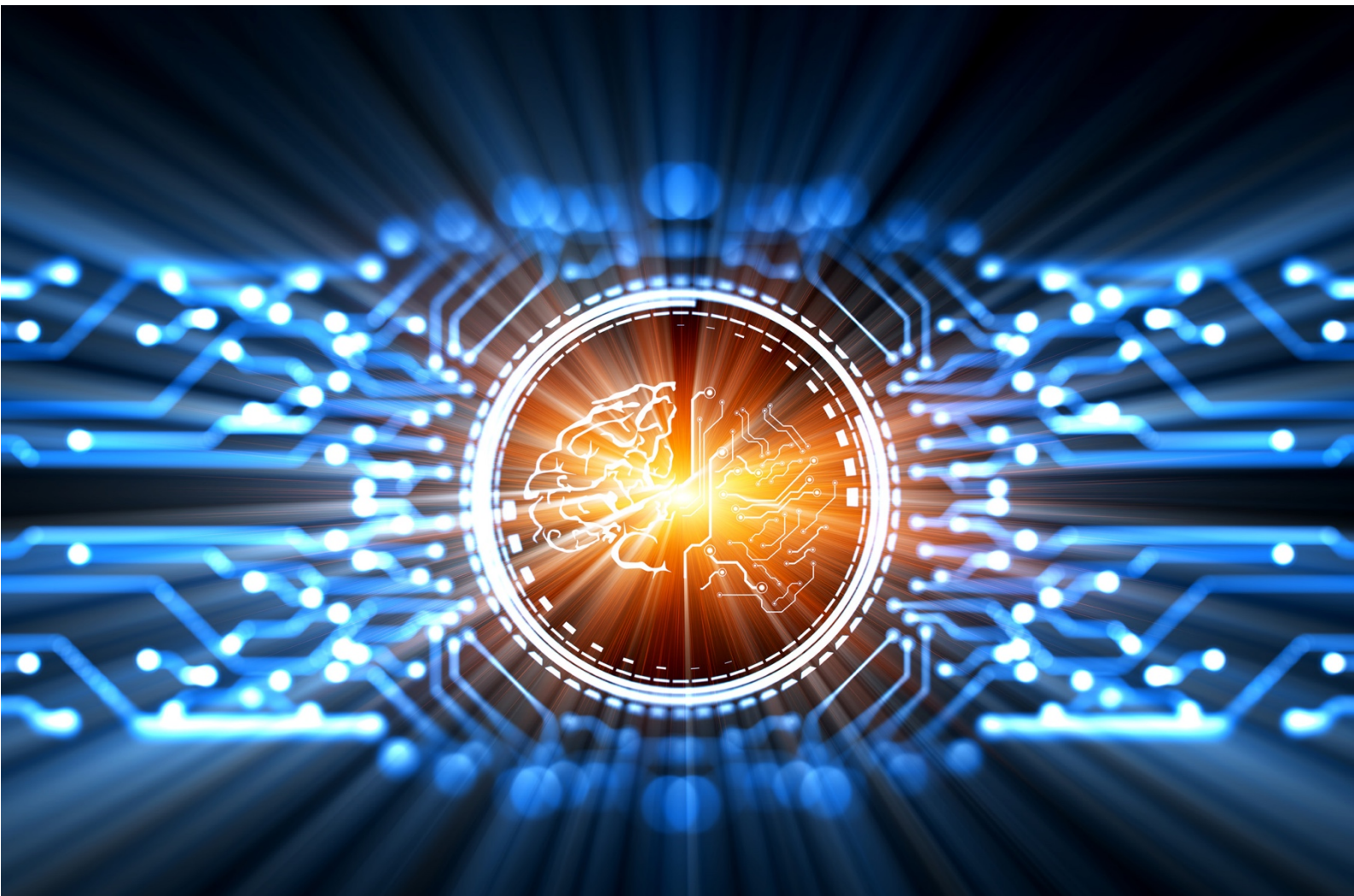


Künstliche Intelligenz

Globale Entwicklungen, Anwendungsgebiete, Innovationstreiber
und Weltklasseforschung

Januar 2019



EconSight

Trends | Analyses | Insights | Consulting

Ansprechpartner

Kai Gramke, T +41 61 811 10 10
kai.gramke@econsight.ch

Adresse

EconSight
Thiersteinerrain 126
CH-4059 Basel
T +41 61 811 10 10
M +41 79 889 67 34
info@econsight.ch
www.econsight.ch

EconSight ist ein unabhängiges Schweizer Wirtschaftsforschungs- und Beratungsinstitut der neuen Generation. Kompetent, schnell und gut vernetzt mit anderen Forschungsinstituten, Unternehmensberatungen, der Hochschullandschaft und den führenden Kommunikationsagenturen in der Schweiz und Deutschland.

EconSight befasst sich mit den Auswirkungen der grossen Trends und Entwicklungsdeterminanten wie Globalisierung, demografischer Wandel und technischer Fortschritt auf Wirtschaft, Gesellschaft und Politik. Im Mittelpunkt steht dabei die Analyse und Bewertung der politischen und gesellschaftlichen Relevanz ökonomischer Fragestellungen mit dem Ziel Wirtschaft „neu zu denken“.

Inhalt

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Das Wichtigste in Kürze | 4 |
| 2 | Einleitung | 6 |
| 3 | Hintergrund - Was ist künstliche Intelligenz | 7 |
| | Künstliche Intelligenz ist keine Technologie | 7 |
| | KI-Definitionen verändern sich über die Zeit | 7 |
| | Überhöhte und enttäuschte Erwartungshaltungen führen zu «KI-Wintern» | 7 |
| | Die Vergangenheit - regelbasierte KI-Systeme | 7 |
| | Die Gegenwart - maschinelles Lernen | 8 |
| | Die Zukunft - starke künstliche Intelligenz | 10 |
| 4 | Patentanalyse: Ansatz und Vorgehen | 11 |
| | Neuer Bewertungsansatz für Patente mit Fokus auf Weltklasse | 11 |
| | Aktives Patentportfolio statt Neuanmeldungen | 12 |
| | Erfinderadresse statt Firmensitzzuordnung | 12 |
| 5 | Technische Definition der künstlichen Intelligenz | 13 |
| 6 | Globale Patententwicklungen und Rankings | 15 |
| | Globale Patententwicklungen | 15 |
| | Rankings der besten Unternehmen und Hochschulen | 17 |
| 7 | Anwendungsfelder der künstlichen Intelligenz | 24 |
| | Gesundheit | 25 |
| | Datensicherheit | 27 |
| | Industrie 4.0 | 29 |
| | Marketing | 31 |
| | Mobilität | 33 |
| | Energie | 35 |
| | Fintech | 37 |
| 8 | Vergleich: Unternehmenshauptsitze und Forschungsstandorte | 39 |
| | Entwicklung der Weltklassepatente nach Unternehmenshauptsitz | 40 |
| | Forschungsstandorte nach Herkunftsländern der Unternehmen | 42 |
| | Bedeutung einzelner Forschungsstandorte für inländische Unternehmen | 44 |
| | Anwendungsfelder in künstlicher Intelligenz nach Herkunft der Unternehmen | 46 |
| 9 | Länderprofile | 48 |
| | Schweiz | 49 |
| | USA | 50 |
| | China | 51 |
| | Grossbritannien | 52 |
| | Deutschland | 53 |
| | Japan | 54 |
| | Frankreich | 55 |
| | Südkorea | 56 |

1 Das Wichtigste in Kürze

Künstliche Intelligenz umfassend analysiert und bewertet

Die EconSight-Studie in Kooperation mit dem Eidgenössischen Institut für Geistiges Eigentum und der PatentSight GmbH zeigt die Entwicklung der künstlichen Intelligenz, die wichtigsten Forschungsgebiete und die grössten Anwendungsfelder auf. Ausserdem identifiziert sie die bedeutendsten globalen Forschungsstandorte sowie die besten Unternehmen und Forschungsinstitutionen in der künstlichen Intelligenz. Die Studie basiert auf einer umfassenden Patentanalyse mit einem neuen Bewertungsansatz, der die Identifikation von Weltklassepatenten in den Mittelpunkt stellt.

Künstliche Intelligenz ist die Technologie der Stunde

Gegenwärtig existieren rund 140'000 Patente in künstlicher Intelligenz. Das entspricht einer Verdopplung in den letzten drei Jahren und einer Verzehnfachung in den letzten 10 Jahren.

Künstliche Intelligenz als Überbegriff für Teiltechnologien

Künstliche Intelligenz besteht aus verschiedenen Ansätzen wie Machine Learning, Neural Networks und Deep Learning, die in den Patenten eindeutig identifizierbar sind. Gegenwärtig entfallen rund zwei Drittel der KI-Patente auf Machine Learning, gefolgt von Neural Networks und Deep Learning. Deep Learning verzeichnet gegenwärtig die stärkste Dynamik. Die Ansätze werden für neue Entwicklungen in den Bereichen Spracherkennung, Bildanalyse, Zeichenerkennung und Datenanalyse genutzt.

Die sieben wichtigsten Anwendungsfelder der künstlichen Intelligenz

In der öffentlichen Diskussion steht oftmals die zukünftige universell einsetzbare starke Intelligenz mit allen Konsequenzen für Wirtschaft, Staat und Gesellschaft im Vordergrund. Heutige künstliche Intelligenzen können jedoch noch nicht universell eingesetzt werden und erzielen gute Ergebnisse vor allem in klar definierten und abgrenzten Aufgabengebieten, d.h. für einen spezifischen Anwendungszweck. Die wichtigsten Anwendungen für künstliche Intelligenz finden sich gegenwärtig im Gesundheitsbereich (2'891 Weltklassepatente), gefolgt von Datensicherheit (1'935 Patente) und Industrie 4.0 (1'674 Patente), Mobilität (1'600), Marketing (1'058), Energie (738) und Finanztechnologien (521).

Microsoft bestes Unternehmen in künstlicher Intelligenz

Das Ranking der besten 50 Unternehmen in künstlicher Intelligenz wird von den fünf grossen amerikanischen IT-Unternehmen angeführt - Microsoft ist mit 1'339 Weltklassepatenten in künstlicher Intelligenz mit grossem Abstand das beste KI-Unternehmen der Welt, gefolgt von Alphabet (901 Weltklassepatente), Intel (409), Qualcomm (353) und Apple (201). In den Top 10 befindet sich kein europäisches Unternehmen, in den Top-50 nur drei Unternehmen - Philips auf Platz 14 (108 Weltklassepatente in KI), Siemens auf Platz 16 (99) und Roche auf Platz 46 (50).

US-Unternehmen besitzen 60% der Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz

US Unternehmen dominieren die Technologie. 60% aller Weltklassepatente werden von amerikanischen Unternehmen gehalten. Unternehmen aus China (9.3%), Japan (10%) und der Europäische Union (8.8%) liegen auf ähnlichem Niveau. Die chinesischen

Unternehmen haben ihren Marktanteil in den letzten drei Jahren auf 9.3% verdoppelt, während die Anteile der US- und EU- Unternehmen rückläufig sind.

US-Unternehmen halten mehr Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz in Europa als die Europäer selbst

US-Unternehmen dominieren die KI-Forschung auch in anderen Ländern. In Grossbritannien halten amerikanische Unternehmen gegenwärtig fast 70% aller am Standort erfundenen Patente. In Frankreich und der Schweiz sind sie für jeweils 53% der Patente verantwortlich. In Deutschland liegt der Anteil der US-Unternehmen etwas niedriger bei 33%. Für die gesamte EU liegt der Anteil der amerikanischen Unternehmen bei 50%. Damit halten die US-Unternehmen mehr Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz in Europa als die Europäer selbst. In Japan (7%), China (21%) und Südkorea (17%) erbringen US-Unternehmen zwar auch die grösste Forschungsleistung aller ausländischen Unternehmen, aber die Anteile liegen deutlich niedriger.

Die Top-10 Unternehmen halten bereits mehr als ein Viertel aller Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz

Neben der grundsätzlichen Dominanz der US-Unternehmen steigt auch die Marktkonzentration. Der Anteil der Top-10 Unternehmen an den Weltklassepatenten nimmt stetig zu und liegt gegenwärtig (2018) bei rund 27%. Noch vor fünf Jahren lag der Anteil bei 19%. Auch der erweiterte Blick auf die Top-50 zeigt die steigende Marktkonzentration. Die besten 50 Unternehmen in der künstlichen Intelligenz halten heute einen Marktanteil von rund 56% (2013: 47%). D.h. in einer dynamischen Technologie findet parallel eine Marktkonzentration statt, an der kaum europäische Unternehmen beteiligt sind.

In der Hochschulforschung dominieren die USA und China holt auf

Es führen die University of California und das MIT. Allerdings befinden sich in den Top 10 bereits vier chinesische Institute. Insgesamt befinden sich 30 amerikanische Institutionen unter den Top-50. Aus europäischer Perspektive befinden sich mit den Universitäten Oxford und London sowie den Forschungsinstitutionen Fraunhofer, CNRS und CEA insgesamt nur fünf Institutionen unter den Top-50. China hingegen ist mit 11 Universitäten und Forschungsinstitutionen präsent.

Europäer besser in den Anwendungsfeldern Gesundheit und Mobilität positioniert

In der KI-Anwendung in der Gesundheit (Medizintechnik) ist Philips führend. In den Top-10 befinden sich weiterhin Siemens und Roche. Ebenfalls aktiv sind europäische Unternehmen im Bereich der Mobilität, die von Fahrzeugen bis hin zu Smart City breit definiert ist. Hier finden sich Continental, Here Navigation, TomTom, Bosch, VW und BMW in den Top-50. Allerdings wird dieses Anwendungsfeld der künstlichen Intelligenz von den amerikanischen Unternehmen Intel, Alphabet, Microsoft, GM und Ford angeführt. In der Energie führt GE vor Toyota und Siemens. Bosch, ABB und Schneider Electric befinden sich ebenfalls in den Top-50. In der Industrie 4.0 führt Emerson Electric vor Alphabet, Microsoft und GE. Siemens ist auf Platz 9, ABB, Bosch und Philips befinden sich in den Top-50.

Künstliche Intelligenz in Marketing, Datensicherheit und Fintech findet ohne Europa statt

Künstliche Intelligenz in Fintech ist vollständig dominiert von den USA, Datensicherheit und Marketing von den USA und asiatischen Unternehmen.

2 Einleitung

In die künstliche Intelligenz (KI) werden im Rahmen der gegenwärtigen Digitalisierungsdiskussion die höchsten Erwartungen gesetzt. Gleichzeitig ist sie eine der am stärksten polarisierenden Technologien. Dies hat im Wesentlichen damit zu tun, dass kaum jemand ausserhalb des Entwicklungsumfelds der künstlichen Intelligenz versteht, was sich dahinter verbirgt. Konsequenz zu Ende gedacht, dürften auch die Entwickler selbst nicht mehr verstehen, warum eine komplett entwickelte universelle künstliche Intelligenz die Dinge tut, die sie tut. Zu diesem wesentlichen Punkt später mehr. Bis dahin passt das Bonmot von Arthur C. Clarke, dass eine hinreichend entwickelte Technologie von Magie nicht mehr zu unterscheiden ist, auf keine andere Technologie besser als auf die künstliche Intelligenz.

Künstliche Intelligenz ist keine reife und «erforschte» Technologie, d.h. die Forschungsaktivitäten stehen aktuell im Zentrum der weltweiten Aktivitäten. Zudem befindet sich die künstliche Intelligenz gegenwärtig in einer extrem dynamischen Entwicklungsphase. Diejenigen, die den nächsten Durchbruch erzielen, werden einen massiven Wettbewerbsvorsprung haben. Das heisst aber auch, dass Unternehmen und Institutionen ohne eigene Forschungsaktivitäten und der konsequenten Anwendung der Ergebnisse den Anschluss zu verlieren drohen.

Hier setzt die Studie an und beantwortet die folgenden Fragen:

- Was ist künstliche Intelligenz und wie unterscheiden sich die einzelnen Teilgebiete wie maschinelles Lernen oder Deep Learning?
- In welchen Ländern wird künstliche Intelligenz wesentlich vorangetrieben?
- Welche Unternehmen und Forschungsinstitutionen sind in der künstlichen Intelligenz aktiv und wer betreibt Weltklasseforschung?
- Was sind die wichtigsten Anwendungsgebiete der künstlichen Intelligenz?
- Wie bedeutend sind die nationalen Forschungsstandorte für die Unternehmen im Vergleich zu den internationalen Forschungsstandorten?

EconSight setzt sich mit dieser Kurzstudie das Ziel, das Thema künstliche Intelligenz ganz im Sinne der Unternehmensphilosophie neu zu denken, in der Komplexität zu reduzieren und mit neuen Daten und Erkenntnissen so aufzubereiten, dass Sie bessere Einordnungen vornehmen und bessere strategische Entscheidungen treffen können.

Dies ist eine Publikation in einer losen Folge an Kurzstudien, die auf relevante Themen eingehen soll, um diese neu zu denken und somit einen wesentlichen Beitrag zur Versachlichung der Diskussionen zu leisten.

3 Hintergrund - Was ist künstliche Intelligenz

Die grundsätzliche Erwartung an künstliche Intelligenz als allgemeines Konzept ist, dass Maschinen Aufgaben ausführen können, für die eine gewisse Form von Intelligenz benötigt wird. Geprägt in den 1950er Jahren standen regelbasierte Entscheidungen und die Automatisierung von Prozessen im Zentrum der Diskussion¹. Heute bezeichnet der Begriff «Künstliche Intelligenz» Anwendungen, die menschliche kognitive Fertigkeiten wie das Lösen von Problemen nachahmen, die wiederum strategisches Denken voraussetzen. In diesem Sinne soll künstliche Intelligenz Software und Maschinen in die Lage versetzen, bestimmte menschliche Aufgaben genauso gut oder sogar besser auszuführen.

Künstliche Intelligenz ist keine Technologie

Problematisch ist diese Definition der künstlichen Intelligenz schon deshalb, da keine allgemeingültige Definition von Intelligenz existiert. Grundsätzlich krankt die künstliche Intelligenz daran, dass der Begriff die Technologie vom Ziel her denkt und beschreibt. Jeder Schritt und jede Entwicklung auf dem Weg zur künstlichen Intelligenz muss sich per Definition an dem Ziel messen und scheitert zumindest in der öffentlichen und medialen Diskussion an der dadurch aufgebauten Erwartungshaltung. Es ist deshalb sinnvoller, künstliche Intelligenz als Wissenschaft oder Studienfeld zu bezeichnen, die ihre Anwendung in vielfältigen Technologien findet.

KI-Definitionen verändern sich über die Zeit

Die Erwartungshaltung an künstliche Intelligenz nimmt ständig zu. Vieles von dem, was vor 40 Jahren noch als eindeutig KI galt, ist heute Programmierstandard. Heutige Navigationssoftware beispielsweise berechnet den kürzesten, schnellsten oder effizientesten Weg von A nach B, nimmt Anpassungen aufgrund von neuen Verkehrsverhältnissen vor, akzeptiert Spracheingaben und gibt die Routenvorschläge über die Sprachsoftware aus. Vor 30 Jahren wären dies klare Indizien einer Anwendung von künstlicher Intelligenz gewesen. Heute ist es Normalität und wird als Technologiestandard bezeichnet.

Überhöhte und enttäuschte Erwartungshaltungen führen zu «KI-Wintern»

Obwohl seit Anfang an Uneinigkeit darüber besteht, was künstliche Intelligenz ist, hat sich die Erwartung an das was es sein soll über die Zeit deutlich verändert. Erfolge in der Forschung weckten eine Erwartungshaltung, die in den Folgejahren selten eingelöst werden konnte. Entsprechend wechselten sich in der KI-Forschung im Laufe der Jahrzehnte Phasen mit hoher Forschungsintensität und Phasen mit geringeren Aktivitäten (sogenannte «KI Winter») ab. Auch heute wird oftmals die KI-Leistung in einer eng gesteckten Aufgabe mit grundsätzlicher und umfassender KI-Kompetenz verwechselt.

Die Vergangenheit - Regelbasierte KI-Systeme

Während der ersten Welle der künstlichen Intelligenz wurden Algorithmen und Software für einen spezifischen Zweck auf der Basis von klaren logischen Regeln und den dafür notwendigen Parametern entwickelt, die wiederum von menschlichen Programmierern vorgegeben wurden. Das erste Highlight dieses Ansatzes war der leistungsfähige

¹ Geprägt wurde der Begriff künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence) von John McCarthy am Dartmouth College 1956 («Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence»). Konzeptuell gilt Alan Turing mit seinem Vortrag «Können Maschinen denken?» 1947 als Vater der künstlichen Intelligenz.

Schachcomputer. Noch heute basiert der Grossteil der weltweit genutzten Software auf regelbasierten Entscheidungen im Sinne von «Wenn dies, dann das», so wie auch das obige Beispiel der Navigationssoftware.

Der Nachteil dieser Systeme ist, dass sie nicht auf neue Situationen reagieren können. Sie können nicht abstrahieren, d.h. ihr «Wissen» nicht auf andere Problemstellungen anwenden und nicht mit Unsicherheiten umgehen. Sie sind deshalb im strengen Sinne nicht intelligent, entsprachen aber den frühen Erwartungshaltungen an die künstliche Intelligenz.

Die anfängliche Euphorie wich der Ernüchterung und der Erkenntnis, dass eine umfassende regelbasierte künstliche Intelligenz Unmengen von Codezeilen, komplexen Regeln und Entscheidungsbäumen erforderte, aber letztendlich nicht praktikabel und den steigenden Anforderungen an das grundlegende Konzept nicht gewachsen ist. Erfolgversprechende Alternativen wie das Konzept des grundsätzlichen Lernens ohne explizite Programmierung waren bereits theoretisch entwickelt, konnten aber ohne zusätzliche Technologien nicht umgesetzt werden.

Die Gegenwart - Maschinelles Lernen

Die zweite Phase der künstlichen Intelligenz wurde vor rund 10 Jahren mit Fortschritten in anderen Technologien eingeleitet, etwa der zunehmenden Leistungsfähigkeit der Computer, der Verbreitung des Internets und den Möglichkeiten von Big Data.

Statt komplexer Regeln steht das Lernen anhand von Beispielen im Zentrum der Forschung. Die KI-Software wird mit Hilfe von Beispieldaten so lange trainiert, bis sinnvolle Ergebnisse zu vordefinierten Fragestellungen entstehen. Je umfangreicher die Datenmenge, auf die Algorithmen zugreifen können, desto mehr lernt die KI und desto besser sind die Ergebnisse. Statt komplexer Programmiervorgaben werden der KI Lerndatensätze mit richtigen Ergebnissen vorgegeben, aus denen die Algorithmen Entscheidungsmodelle erstellen, die anschliessend angewendet werden können. Maschinelles Lernen eignet sich vor allem zum Monitoring grosser Datenmengen und zur Identifikation von Gemeinsamkeiten. Maschinelles Lernen hängt stark von umfangreichen Datensätzen zum Training der Software ab. Unzureichende Datensätze können zu verzerrten Ergebnissen führen, deren Diagnose und Korrektur aufgrund der unklaren Entscheidungsfindung sehr schwierig sind.

Die derzeit bedeutendste Methode innerhalb des maschinellen Lernens ist das «Deep Learning». Es orientiert sich an der Funktionsweise des menschlichen Gehirns und basiert auf komplexen künstlichen neuronalen Netzen. Informationen werden parallel und auf verschiedenen Ebenen «menschenähnlich» verarbeitet und bewertet. Erkenntnisse, beispielsweise identifizierte Muster in Datenmengen, werden auf mehreren Ebenen immer stärker verdichtet, über Knotenpunkte miteinander verknüpft und gewichtet. Die KI lernt, indem sie die gewonnen Erkenntnisse immer wieder hinterfragt und mit Hilfe neuer Informationen neue Ebenen, Verknüpfungen und vor allem neue Gewichtungen erstellt. Zwischen der Eingabeebene und der Ausgabebene befindet sich eine Vielzahl an Ebenen, in denen das eigentliche Lernen stattfindet. Der Begriff «Deep Learning» bezieht sich auf die Vielzahl der Ebenen. Aufgrund der deutlich steigenden Rechenleistung der Prozessoren sind heute einige Hundert Neuronenebenen oder Schichten möglich.

Künstliche Intelligenz auf Basis von Deep Learning konnte in den letzten Jahren grosse Fortschritte verzeichnen, insbesondere in der Gesichts-, Objekt- oder Spracherkennung.

Der Erfolg von Deep Learning insbesondere in komplexen Anwendungen legt gleichzeitig die grösste Schwachstelle offen: die Ergebnisse sind zwar qualitativ hochwertig, jedoch hinsichtlich der Entscheidungswege selbst für KI-Experten nicht mehr nachvollziehbar. Im Vergleich zur KI der ersten Generation ist keine Methodik und damit keine Abhängigkeit von Grundregeln erkennbar. Kausalitäten werden vom Algorithmus erkannt, aber die genaue Art und Weise, wie Input in Output umgesetzt wird und Daten zur Entscheidungsfindung verwendet werden, bleibt verborgen. Daraus ergeben sich vielfältige ungelöste Fragen, etwa hinsichtlich der Verantwortlichkeit für die Ergebnisse, der Überprüfbarkeit der Ergebnisse und der Risikominimierung im technischen und juristischen Sinne, aber auch im ethischen und moralischen Sinne.

Die Grundlagen heutiger künstlicher Intelligenz stammen aus den 60er Jahren.

Obwohl die Entwicklung künstlicher neuronale Netze erst in den letzten Jahren eine dynamische Entwicklung verzeichnen konnte, sind die theoretischen Grundlagen bereits in den 1960er Jahren geschaffen worden. Marvin Minsky veröffentlichte schon 1954 seine Doktorarbeit zum Thema «Theory of Neural-Analog Reinforcement Systems and its Application to the Brain-Model Problem». 1960 stellte Frank Rosenblatt erstmals das Konzept eines Perceptrons - ein vereinfachtes künstliches neuronales Netz - vor. Nachdem Minsky 1969 die Grenzen von Perceptrons aufzeigte, endete dieser Forschungszweig erstmals. Erst 1984 wurde die Forschung durch David Rumelhart, Geoffrey Hinton und Ronald Williams mit ihrem Fachartikel «Learning Representations by Back-Propagating Errors» wiederbelebt, indem sie erstmals ein Modell mit mehreren Ebenen vorstellten, die jeweils dem Perceptron-Modell entsprachen. Darauf folgte ein Jahrzehnt grosser Forschungsaktivität mit zunehmenden Ebenen und der Prägung des Begriffs «Deep Learning», ohne wesentlichen Ergebnisse. Erst nachdem 2006 Geoffrey Hinton und Ruslan Salakhutdinov mit der Publikation «Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks» die Idee der schrittweisen Entwicklung der Ebenen vorstellten, konnte der Deep Learning Ansatz zusammen mit den Fortschritten in Rechenleistung und Datenverfügbarkeit im Internet praktisch umgesetzt werden.

Die Zukunft - Starke künstliche Intelligenz

KI-Ansätze der zweiten Generation sind extrem spezialisiert, lernen anhand massiver Datensätze und erzielen gute Ergebnisse in klar definierten und abgegrenzten Aufgabenstellungen. Sie stellen den gegenwärtigen Stand der Technik dar, bleiben aber so genannte «schwache künstliche Intelligenzen», auch «Artificial Narrow Intelligence» (ANI) genannt. Sie können auf gleiche Problemstellungen angesetzt werden, scheitern aber bereits an ähnlichen Problemstellungen. Der Einsatz für beliebige Problemstellungen, definiert als «starke künstliche Intelligenz» (AGI, «Artificial General Intelligence») liegt weiterhin in ferner Zukunft. Neben grundsätzlichen Anforderungen an Hardware und Energieverbrauch liegen auch die Anforderungen an die notwendige Software für einen Einsatz in naher Zukunft noch zu hoch. Es ist zudem unklar, ob starke künstliche Intelligenzen auf gegenwärtigen Systemen aufsetzen können oder ob völlig neue Wege eingeschlagen werden müssen, beispielsweise hin zu selbstschreibenden und selbstverändernden Codes.

Trotz aller Unsicherheiten über den zu wählenden Ansatz besteht weitestgehend Einigkeit hinsichtlich des Anspruchs an die Fähigkeiten einer KI der dritten Generation. Gefragt ist die Fähigkeit, autonom in Echtzeit zu lernen, zu verallgemeinern und in der Lage zu sein, abstrakt zu denken und natürliche Sprache zu verwenden. Abstraktionsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit sind zentrale Ziele, d.h. KIs der dritten Generation müssen Kontext und Bedeutung verstehen, sich verändernden Umständen anpassen können und sich in unvorhergesehenen Situationen vernünftig verhalten. Kurz gesagt: von zukünftigen künstlichen Intelligenzen wird gesunder Menschenverstand erwartet.

4 Patentanalyse: Ansatz und Vorgehen

Einer der wesentlichen Gründe für die vorliegende Studie ist der Mangel an umfassenden und detaillierten Definitionen der künstlichen Intelligenz als eigenständige Technologie. Die Dynamik der gegenwärtigen Entwicklungen erschwert diese Definition und führt ferner dazu, dass die öffentliche Diskussion wenig fundiert geführt wird und im wesentlichen Ängste schürt. Deshalb soll mit dieser Studie eine strukturierte Analyse- und Argumentationsgrundlage geschaffen werden.

Um die Entwicklung der künstlichen Intelligenz weltweit und für verschiedenste Anwendungszwecke nachzuzeichnen, bietet sich das Patentsystem an. Herkömmliche Methoden der Patentanalyse konzentrieren sich allerdings nur auf die Anzahl der Patente und führen aufgrund der verzerrenden Effekte, etwa durch länderspezifische Unterschiede in den Patentierungssystemen, in der Regel zu unbefriedigenden Ergebnissen. So wird beispielsweise in Japan deutlich weniger wissenschaftlich publiziert, sodass Patente eine der wenigen Möglichkeiten für Forscher sind, ihre Forschungsergebnisse zu publizieren. In China werden Forscher u.a. mit Steuererleichterungen dazu angehalten, so viel wie möglich zu patentieren, um die Relevanz des Forschungsstandorts China zu erhöhen. Die einfache Messung der Patentaktivität im Hinblick auf Neuanmeldungen überbewertet die Bedeutung bestimmter Länder und verzerrt das Gesamtbild. Darüber hinaus gibt es keine Einordnung der Relevanz der jeweiligen Erfindung.

Neuer Bewertungsansatz für Patente mit Fokus auf Weltklasse

EconSight nutzt deshalb den neuartigen Bewertungsansatz des Kooperationspartners PatentSight GmbH, einem der bedeutendsten Anbieter von Patentanalyseverfahren. Auf der Basis dieses neuen Ansatzes ist erstmals die gewichtete und normierte Bewertung der Qualität individueller Patentfamilien (Definition der Familie: «simple Family»²) im Vergleich zu allen anderen Patentfamilien weltweit möglich. Die Qualität wird für jedes Patent weltweit mittels der Marktabdeckung und der technologischen Relevanz ermittelt. Die Marktabdeckung berechnet die weltweite gesetzliche Abdeckung des Patentschutzes anhand der Ausdehnung der Nationalisierung der Schutzrechte (Grösse und Ausdehnung der Patentfamilie) und zeigt, wie Unternehmen die Bedeutung ihrer eigenen Erfindung bewerten. Da der Patentschutz immer kostspieliger wird, in je mehr Länder ein Patent ausgedehnt wird, signalisiert eine breitere internationale Marktabdeckung, dass der Patentanmelder sein Patent für vielversprechend hält (Eigeneinschätzung). Die technologische Relevanz der Technologie zeigt anhand der Referenzen und Zitierungen des Patents durch Patentprüfer der verschiedenen Patentämtern, wie wichtig eine Erfindung im Vergleich zu anderen Patenten in einer entsprechenden Technologie ist (Fremdeinschätzung). Das Produkt aus Marktabdeckung und technologischer Relevanz ergeben den Competitive Impact einer Patentfamilie. Die Summe der Patentfamilien mit ihren individuellen Competitive Impact-Werten ergeben den Patent Asset Index - die Bewertung des gesamten Patentportfolios eines Unternehmens oder einer Forschungsinstitution.

Die relative Bewertung der weltweiten Patente erlaubt eine quantifizierbare Einteilung in relevante Patente und wenige relevante Patente. Dadurch werden die oben beschriebenen

² Eine einfache Patentfamilie ist eine Gruppe von Patentdokumenten, die eine einzige Erfindung mit identischem technischem Inhalt betreffen. Definition: https://www.epo.org/searching-for-patents/helpful-resources/first-time-here/patent-families/docdb_de.html

Verzerrungen im Patentsystem umgangen. Der Schwerpunkt in dieser Studie liegt auf den besten 10% aller existierenden Patente, den so genannten Weltklassepatenten.

Aktives Patentportfolio statt Neuansmeldungen

In dieser Studie werden die Patente nach dem Reporting Date Konzept identifiziert und gezählt. Dies bedeutet, dass jährlich nur alle aktiven und veröffentlichten Patentfamilien und Patentanmeldungen zu diesem Zeitpunkt in den Analysen berücksichtigt werden. So werden nur Patentfamilien gezählt, die zumindest ein rechtsgültiges Patent oder eine hängige Anmeldung aufweisen. Dieses Vorgehen unterscheidet sich von anderen Patentanalysen, bei denen z. B. nur neue Patentanmeldungen pro Jahr gezählt oder alle Patente - auch inaktive - verwendet werden. Statt nur die Dynamik der Entwicklung zu messen, konzentriert sich der in dieser Studie verwendete Ansatz auf die absolute Grösse und Stärke eines Patentportfolios zum jeweils aktuellen Zeitpunkt. So umfasst der Stichtag der Datenerhebung (10. Januar 2019) alle bis heute veröffentlichte erteilte Patente und anhängige Anmeldungen. Alle noch aktiven Patente aus den Vorjahren werden berücksichtigt. Da Patente in sehr vielen Ländern nach 18 Monaten Geheimhaltung publiziert werden, sind die Jahre 2018 und auch 2017 noch unvollständig. Aufgrund der starken Dynamik und des allgemeinen Bedarfs an aktuellen Daten, sind diese Jahre trotzdem berücksichtigt worden. Das Jahr 2016 ist entsprechend das letzte vollständige Jahr.

Erfinderadresse statt Firmensitzzuordnung

Die Patente sind nach der Erfinderadresse kategorisiert. Das schliesst Verzerrungen durch Unternehmen aus, die prinzipiell alle Patente an ihrem Hauptsitz anmelden, obwohl die Forschung an anderen Standorten stattgefunden hat. Im weiteren Verlauf der Studie werden beide Ansätze miteinander kombiniert.

Ein Patent ist das Ergebnis einer Forschungsleistung, die in der Regel von mehr als einem Forscher durchgeführt wird, oft von mehr als einer Institution und manchmal in mehr als einem Land. Um diese Leistungen angemessen zu berücksichtigen, wird jedem beteiligten Forscher und jeder Institution, die als Eigentümer genannt ist, das jeweilige Patent voll zugerechnet. Somit wird die geleistete Forschungsarbeit bestmöglich berücksichtigt, aber die Anzahl der Patente aggregiert über alle Unternehmen und Institutionen übersteigt die Gesamtzahl der Patente insgesamt. Da es in dieser Analyse aber um die relative Bedeutung der Akteure in der Technologie und um die Strukturen insgesamt geht, kann diese Verzerrung in Kauf genommen werden.

Änderungen gegenüber der Vorabveröffentlichung

Diese Studie wurde in mehreren Phasen entwickelt, mit externen Experten diskutiert und entsprechend angepasst. Erste vorläufige Daten wurden im Herbst 2018 an ausgewählten Veranstaltungen und Workshops präsentiert. Die in der hier vorliegenden Studie verwendeten Daten weichen in einigen Punkten von den Vorabveröffentlichungen ab. Dies ist insbesondere mit einer verfeinerten Definition der künstlichen Intelligenz zu begründen. Die neu verwendete Definition ist breiter, um insbesondere in den Anwendungsgebieten relevante Entwicklungen besser identifizieren zu können. Dazu wurde vor allem die Volltextsuche in den Patentdatenbanken ausgeweitet. Weiterhin wurde der Datenstand auf Januar 2019 aktualisiert. Insgesamt ist aufgrund dieser Optimierungen die Anzahl der identifizierten Patentfamilien mit Bezug zur künstlichen Intelligenz von rund 90'000 auf rund 140'000 gestiegen.

5 Technische Definition der künstlichen Intelligenz

Die künstliche Intelligenz wurde mit Unterstützung des Eidgenössischen Instituts für Geistiges Eigentum auf Basis der verschiedenen internationalen Patentklassifizierungssystemen (IPC, CPC) erstellt und besteht aus über 130 Patentklassen, die klare Bezüge zu künstlicher Intelligenz, Machine Learning, Neural Networks und Deep Learning oder deren konkrete Anwendung haben. Darüber hinaus wurden relevante Wort-Konzepte, insbesondere zu den theoretischen Grundlagen, wie «convolutional neural network» oder «restricted Boltzmann machine» in breiteren Klassendomänen, wie IPC/CPC G06F (Datenverarbeitung), B25J9 (Robotik), G06K9 (Mustererkennung), B60W30-40 (Fahrzeug Kontrollsysteme) usw. eingesetzt, um die Daten hinsichtlich verschiedener Anwendungen breiter zu vervollständigen. Eine Dokumentation der gewählten Klassen und Wordkonzepte für das zugrundeliegende Technologiefeld ist auf der Webseite des IGEs verfügbar.

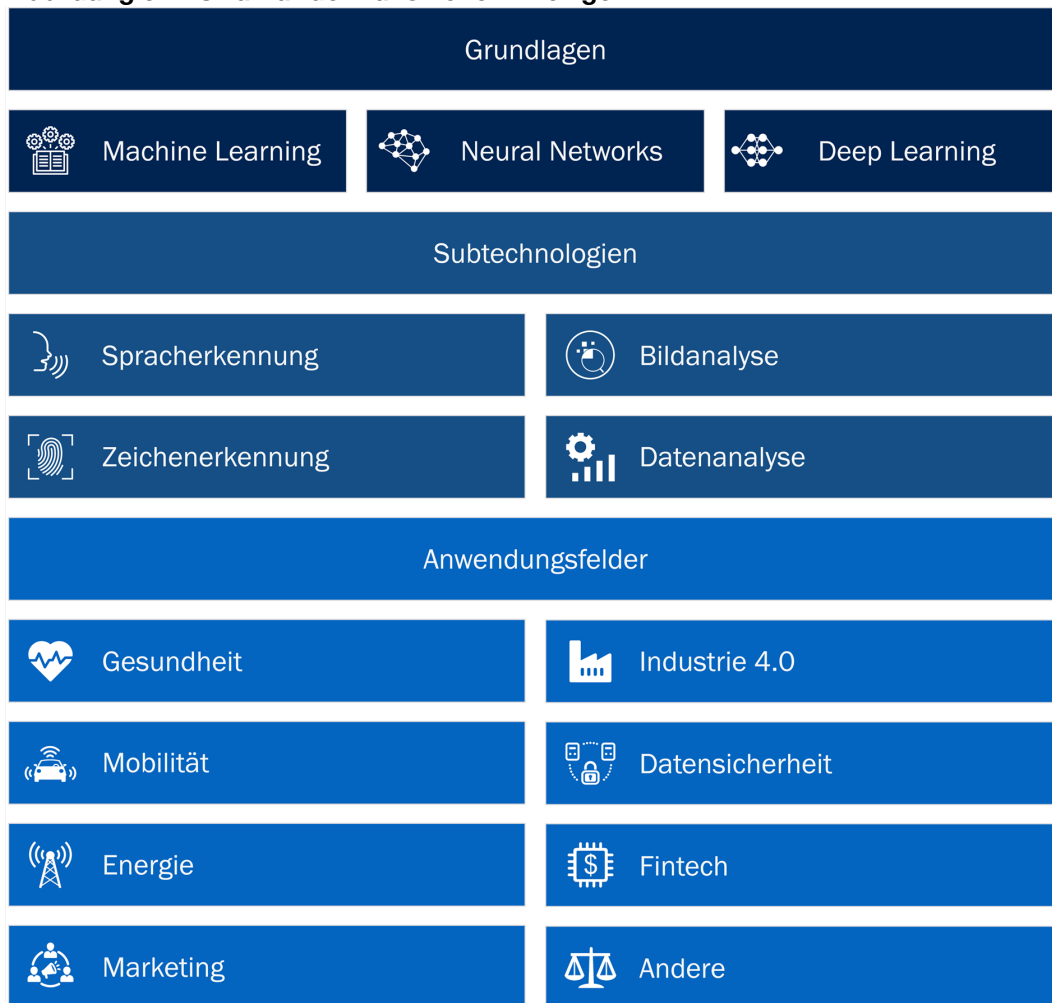
Hier weicht der Ansatz vom oft üblichen Vorgehen ab, das darin besteht, eine Technologie möglichst trennscharf und anhand gut abgegrenzter technischer Elemente zu beschreiben. Dieses Vorgehen hätte zu stark die Technologie selbst und nicht die Einbettung und Verknüpfung mit den umliegenden Feldern gezeigt.³

Die künstliche Intelligenz besteht aus den allgemeinen Grundlagen sowie vier Teiltechnologien: Der Spracherkennung, der Bildanalyse, der Zeichenerkennung und der allgemeinen Datenverarbeitung. In diesen vier Teiltechnologien findet der Grossteil der Patentaktivitäten statt. Darüber hinaus gibt es sieben wesentliche Anwendungsbereiche der künstlichen Intelligenz (und der Teiltechnologien) mit Gesundheit, Mobilität, Energie, Marketing, Industrie 4.0, Datensicherheit und Fintech.

Im Verlauf der Studie werden die wesentlichen Anwendungsfelder der künstlichen Intelligenz im Detail vorgestellt. Darüber hinaus gibt es weitere Anwendungsfelder, die sich erst etablieren, aber aus Patentsicht bereits identifizierbar sind. Dazu gehören juristische Dienstleistungen, das Personalmanagement oder Warehousing und Supply Chain Management. Während im juristischen Bereich und im Personalwesen weltweit jeweils 250 Patente angemeldet worden sind, liegt das Supply Chain Management bereits bei über 500 Patenten, stark getrieben von den grossen Online-Händlern wie Amazon. Insbesondere die Entwicklung im Rechts- und Personalbereich sollte nicht unterschätzt werden, da hier hochwertige Dienstleistungen mit künstlicher Intelligenz in Berührung kommen.

³ Da Patente mehreren Patentklassen zugeordnet sein können und diese Patentklassen wiederum verschiedenen Anwendungsgebieten, kann ein Patent mehrfach gezählt werden. Aus inhaltlicher Sicht ist dieses Verfahren gewünscht, da die Kompetenz tatsächlich in den Technologien besteht. Aufgrund der Überlappungen übersteigt die Summe der Patente der einzelnen Anwendungsgebiete die Gesamtpatentsumme um ca. 10%.

Abbildung 5-1: Struktur der künstlichen Intelligenz



Quelle: EconSight, 2019

Die obige Abbildung zeigt die definierte Struktur der künstlichen Intelligenz. Am Beispiel der gegenwärtig vielfach diskutierten Nutzung künstlicher Intelligenz zur Analyse und Interpretation von Röntgenbildern kann die Struktur verdeutlicht werden: Die Grundlage Machine Learning wird im Bereich der Bildanalyse zur Anwendung in der Medizintechnik genutzt.

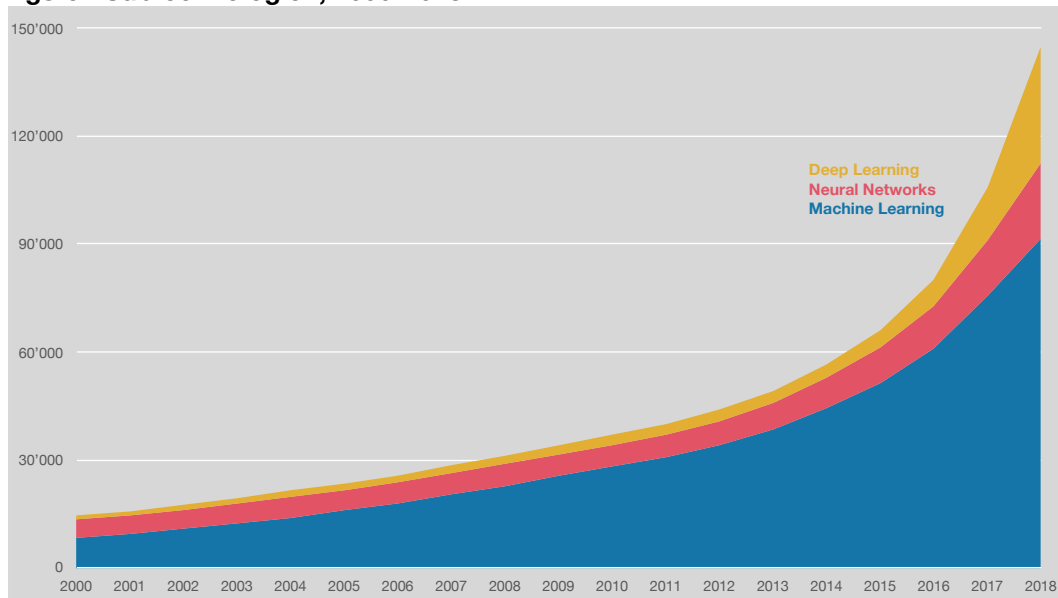
Insgesamt zeigt sich, dass rund 20% aller Patente in der künstlichen Intelligenz auf Grundlagen entfallen. Rund 45% entfallen auf die vier Subtechnologien und 35% auf die Anwendungsfelder. Der Schwerpunkt der Analyse liegt auf den Anwendungsgebieten. Die Verteilung macht allerdings deutlich, dass die künstliche Intelligenz in der Entwicklung konkreter Anwendungen zwar sehr dynamisch ist aber in vielen Bereichen auch noch Grundlagenforschung betrieben wird. Fehlschläge sind somit nicht ausgeschlossen und Anwendungen können schnell durch signifikante neue Erkenntnisse in den Grundlagen obsolet werden. Die Technologien sind entsprechend mit Risiken behaftet.

6 Globale Patententwicklungen und Rankings

Globale Patententwicklungen

Die künstliche Intelligenz hat ihren jeweils aktuellen Patentbestand⁴ zwischen den Jahren 2000 und 2018 von 14'000 auf 144'000 Patente verzehnfacht. Die Dynamik ist insbesondere auf die letzten Jahre zurückzuführen. Alleine in den vergangenen drei Jahren hat sich das Patentvolumen verdoppelt.

Abbildung 6-1: Globale Patententwicklung in künstlicher Intelligenz und den wichtigsten Subtechnologien, 2000-2018



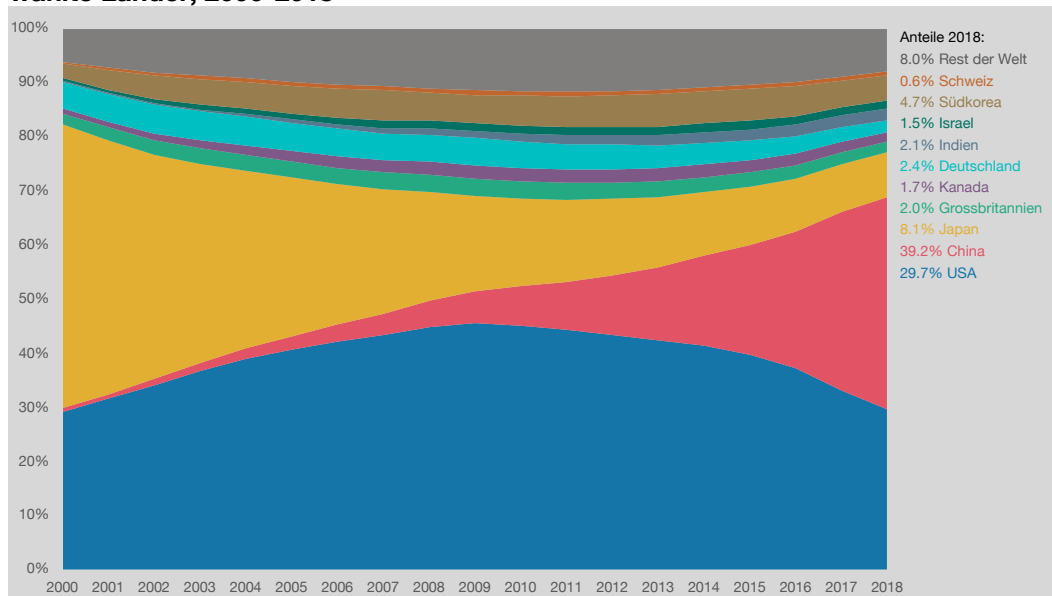
Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Innerhalb der künstlichen Intelligenz können die Entwicklungen der drei wesentlichen Subtechnologien unterschieden werden:

- **Machine Learning** wendet Algorithmen auf Datensammlungen an, um relevante Muster zu identifizieren und ist das grösste Forschungsgebiet mit aktuell zwei Dritteln aller KI-Patente (91'000).
- **Neural Networks** sind maschinelle Lernalgorithmen, die vom menschlichen Gehirn inspiriert sind und aus Daten lernen sollen. Ein einfaches neuronales Netzwerk besteht aus einer Eingangs- und einer Ausgangsschicht sowie einer einzelnen versteckten Berechnungsschicht. Dieses Forschungsgebiet ist mit gegenwärtig 15% aller Patente deutlich kleiner (21'000).
- **Deep Learning** ist die erweiterte Form von Neural Networks und besteht aus mehr als zwei versteckten Schichten, die jeweils eine Analyse, Bewertung und Verdichtung der Daten durchführen und deren Ergebnisse der nachfolgenden Schicht als Grundlage dienen. Deep Learning ist gegenwärtig die dynamischste Technologie, macht rund 20% der Patente aus und hat sich alleine im letzten Jahr verdoppelt auf gegenwärtig 32'000 Patente.

⁴ Die Patentdaten bestehen aus dem aktuellen Patentportfolio zum 31.12. des jeweiligen Jahres. Das Patentportfolio beinhaltet nicht nur die aktuellen Patentanmeldungen des Jahres, sondern alle angemeldeten und erteilten Patentfamilien aus den früheren Jahren, die zum jeweiligen Zeitpunkt noch gültig sind. Da Patente mit bis zu 18 Monaten Verzögerung publiziert werden, sind die Jahre 2017 und 2018 noch unvollständig. 2016 ist somit das letzte Jahr, wo alle Patentdaten bereits heute verfügbar sind.

Abbildung 6-2: Gesamtentwicklung Patentstruktur in künstlicher Intelligenz, ausgewählte Länder, 2000-2018



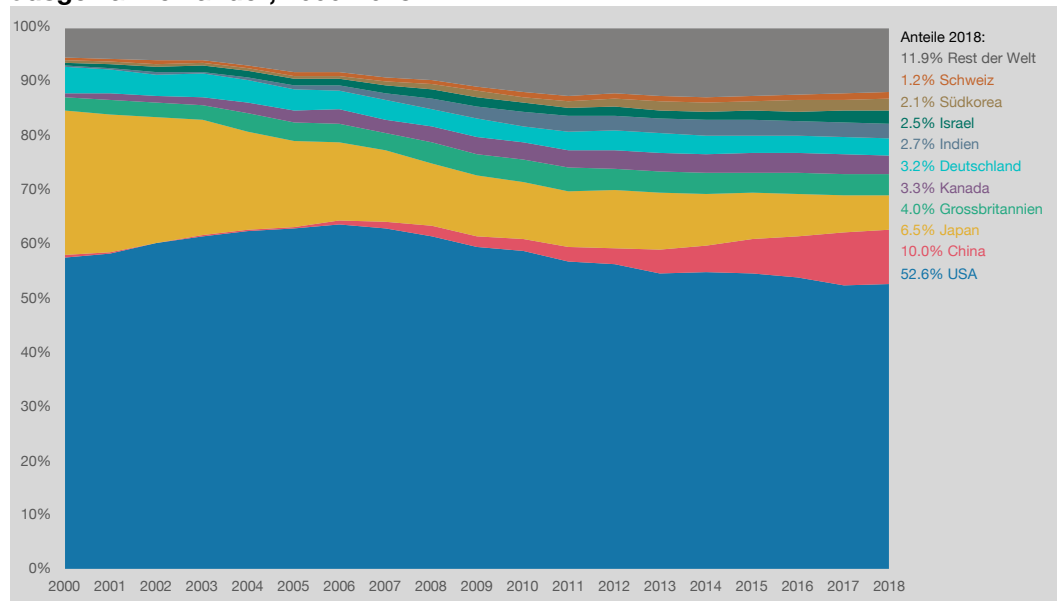
Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019 Reihenfolge gemäss Ranking der folgenden Top-10 Darstellung

Die Entwicklung der Gesamtpatente in künstlicher Intelligenz für ausgewählte Länder zeigt drei ausgeprägte Phasen. Zu Beginn des Jahrtausends dominierte Japan die künstliche Intelligenz mit mehr als der Hälfte aller Patente in dieser Technologie. 2003 überholten die USA Japan und nahmen die Spitzenposition ein. Im letzten Jahr wurden die USA nach gut einem Jahrzehnt Dominanz wiederum von China überholt. Mittlerweile kommen 40% aller Patente in künstlicher Intelligenz aus China.

Die chinesische Dynamik ist zu einem grossen Teil auf Besonderheiten des nationalen Patentsystems zurückzuführen. Wie bereits im Kapitel Ansatz und Vorgehen ausgeführt, werden chinesische Forscher u.a. mit Steuererleichterungen dazu angehalten, möglichst viel zu patentieren, um die Relevanz des Forschungsstandorts China zu erhöhen. Um die entsprechenden Verzerrungen (auch aus anderen Ländern) zu minimieren, werden in dieser Studie mehrheitlich die Weltklassepatente analysiert. Diese definieren sich als die besten 10% der Patente in künstlicher Intelligenz und erlauben somit einen besseren Blick auf die relevanten Player. Die folgende Abbildung zeigt einen Strukturvergleich zwischen Gesamtpatenten und Weltklassepatenten in künstlicher Intelligenz.

Es zeigt sich, dass die USA bei den relevanten hochwertigen Patenten mit mehr als 50% führen, während die chinesischen Anteile auf 10% reduziert werden. Damit nimmt China den zweiten Platz hinter den USA in den Weltklassepatenten ein, während sie bei den Gesamtpatenten noch knapp 40% erreichen konnten. Dieser strukturelle Unterschied zeigt, dass China zwar in der Patentmenge führend ist, aber in der Patentqualität deutlich zurückliegt. In anderen Ländern fällt der Unterschied nicht sehr gross aus. Insgesamt sind China und die USA in beiden Vergleichen für mehr als zwei Drittel aller Patente in künstlicher Intelligenz verantwortlich.

Abbildung 6-3: Entwicklung Struktur Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz, ausgewählte Länder, 2000-2018



Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Die Globalanalyse zeigt die dynamische Entwicklung der künstlichen Intelligenz, insbesondere in den letzten Jahren. Weiterhin zeigt sie die Bedeutung und die Veränderungen in den Aktivitäten der einzelnen Länder, vor allem von China. Der Aufstieg Chinas in den besonders wichtigen Weltklassepatenten sagt einiges über die Dynamik und zunehmende Qualität des Forschungsstandorts China aus. Allerdings zeigt diese Darstellung nur, wo die Entwicklung der Patente geografisch stattgefunden hat. In den folgenden Abbildungen und insbesondere in den späteren Kapiteln wird das Augenmerk stärker darauf gerichtet, wer die relevanten Weltklassepatente entwickelt.

Rankings der besten Unternehmen und Hochschulen

Heruntergebrochen auf einzelne Unternehmen und Forschungsinstitutionen zeigt sich ebenfalls ein eindeutiges Bild. Gemessen an den Weltklassepatenten kommt die Hälfte der besten 50 Unternehmen in künstlicher Intelligenz aus den USA. Führend sind Microsoft, Alphabet (Google) und Intel. Insgesamt befinden sich sechs amerikanische Unternehmen in den Top 10, vier asiatische Unternehmen (Samsung aus Südkorea, Sony aus Japan sowie Tencent und Alibaba aus China). Philips als erstes europäisches Unternehmen schafft es auf Platz 14, gefolgt von Siemens.

Das Ranking insgesamt ist dominiert von IT-Unternehmen. Zudem sind die Fahrzeughersteller GM, Toyota, Ford, Honda und Boeing), Elektrotechnik (u.a. GE, Sony, Philips, Siemens) sowie Pharmaunternehmen (Johnson & Johnson, Roche) vertreten. Auffällig ist, dass kein einziges Unternehmen auf künstliche Intelligenz spezialisiert ist. Alle Unternehmen und Institutionen sind primär in anderen Bereichen tätig und erreichen ihre Positionierung über die Verknüpfung ihrer Kernkompetenz mit künstlicher Intelligenz.

Tabelle 6-1: Die 50 besten Unternehmen und Hochschulen in künstlicher Intelligenz, sortiert nach Weltklassepatenten, 2018

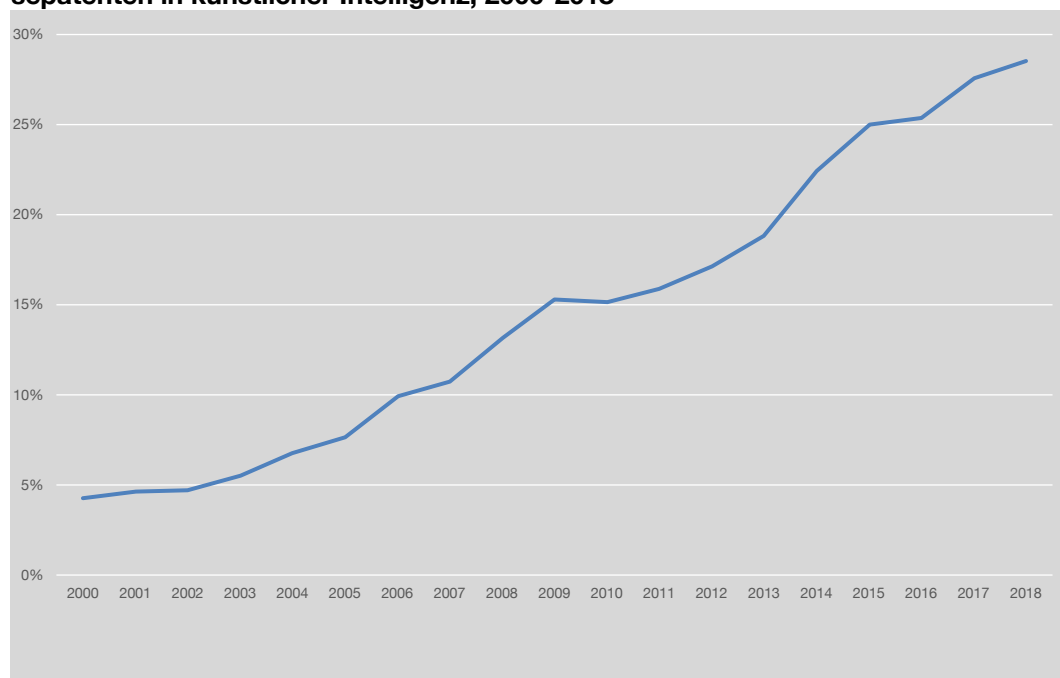
| Rang | Name | Weltklassepatente in KI | Gesamtpatente in KI | Ges. Patentportfolio | Anteil KI-Patente |
|------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 1 | Microsoft | 1'339 | 4'187 | 31'804 | 13.2% |
| 2 | Alphabet | 901 | 2'311 | 22'161 | 10.4% |
| 3 | Intel | 409 | 1'237 | 34'189 | 3.6% |
| 4 | Qualcomm | 353 | 671 | 26'762 | 2.5% |
| 5 | Apple | 201 | 444 | 14'979 | 3.0% |
| 6 | Samsung | 198 | 1'683 | 99'143 | 1.7% |
| 7 | Sony | 186 | 919 | 31'399 | 2.9% |
| 8 | Tencent | 177 | 912 | 16'075 | 5.7% |
| 9 | Alibaba Group | 167 | 744 | 11'338 | 6.6% |
| 10 | Amazon | 159 | 842 | 7'878 | 10.7% |
| 11 | IBM | 153 | 4'028 | 45'824 | 8.8% |
| 12 | Facebook | 130 | 887 | 4'124 | 21.5% |
| 13 | GE | 126 | 732 | 38'785 | 1.9% |
| 14 | Philips | 108 | 545 | 12'877 | 4.2% |
| 15 | Canon | 102 | 942 | 80'437 | 1.2% |
| 16 | Siemens | 99 | 984 | 31'453 | 3.1% |
| 17 | LG Electronics | 88 | 300 | 47'446 | 0.6% |
| 18 | Toyota Motor | 85 | 495 | 66'805 | 0.7% |
| 19 | Baidu | 82 | 1492 | 4'570 | 32.2% |
| 20 | Emerson Electric | 82 | 152 | 4'508 | 3.4% |
| 21 | Hitachi | 81 | 669 | 74'484 | 0.9% |
| 22 | GM | 81 | 595 | 19'565 | 3.0% |
| 23 | Honeywell | 81 | 270 | 15'115 | 1.8% |
| 24 | Panasonic | 78 | 521 | 78'673 | 0.7% |
| 25 | Verizon | 73 | 759 | 8'155 | 9.3% |
| 26 | Semiconductor Energy Lab | 73 | 111 | 8'365 | 1.3% |
| 27 | Nuance | 72 | 434 | 1'985 | 21.9% |
| 28 | University of California | 71 | 218 | 6'574 | 3.3% |
| 29 | Cisco | 68 | 418 | 12'238 | 3.4% |
| 30 | Xerox | 64 | 587 | 10'422 | 5.6% |
| 31 | Huawei | 63 | 656 | 53'102 | 1.2% |
| 32 | Xiaomi | 61 | 553 | 13'673 | 4.0% |
| 33 | Mitsubishi Electric | 61 | 402 | 56'940 | 0.7% |
| 34 | Nokia | 60 | 398 | 21'802 | 1.8% |
| 35 | Magic Leap | 59 | 62 | 229 | 27.1% |
| 36 | NEC | 58 | 997 | 33'257 | 3.0% |
| 37 | Accenture | 57 | 333 | 1'722 | 19.3% |
| 38 | Ford | 55 | 295 | 17'544 | 1.7% |
| 39 | Rockwell Automation | 55 | 183 | 1'837 | 10.0% |
| 40 | Boston Scientific | 55 | 93 | 7'196 | 1.3% |
| 41 | Intellectual Ventures | 54 | 300 | 9'028 | 3.3% |
| 42 | KLA-Tencor | 53 | 108 | 1'838 | 5.9% |
| 43 | Honda Motor | 52 | 390 | 31'573 | 1.2% |
| 44 | InterDigital | 52 | 154 | 7'622 | 2.0% |
| 45 | MIT | 51 | 144 | 3'291 | 4.4% |
| 46 | Roche | 50 | 106 | 6'282 | 1.7% |
| 47 | Oracle | 48 | 475 | 14'228 | 3.3% |
| 48 | Beijing Didi Infinity Technology | 48 | 54 | 314 | 17.2% |
| 49 | Johnson & Johnson | 47 | 71 | 11'789 | 0.6% |
| 50 | Boeing | 46 | 421 | 12'553 | 3.4% |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Das Ranking ist nach Weltklassepatenten in künstlicher Intelligenz sortiert und zeigt zusätzlich die Gesamtpatente des jeweiligen Unternehmens in künstlicher Intelligenz. Darüber hinaus wird das gesamte Patentportfolio des Unternehmens gezeigt. Das Verhältnis von KI-Patenten zum Gesamtportfolio zeigt den Spezialisierungsgrad des Unternehmens.

Neben der amerikanischen Dominanz in den Top-50 ist auch die Konsolidierung in der Patententwicklung bemerkenswert. In einer stark wachsenden Technologie, deren Patentmenge sich alleine in den letzten drei Jahren verdoppelt hat, konnten die zehn besten Unternehmen weltweit (Microsoft, Alphabet, Intel, Qualcomm, Apple, Samsung, Sony, Tencent, Alibaba, Amazon) ihren Anteil an den bedeutenden Weltklassepatenten stetig auf knapp 27% im Jahr 2018 steigern. Noch vor fünf Jahren lag der Anteil bei 19%. Auch der erweiterte Blick auf die Top-50 zeigt die steigende Marktkonzentration. Die besten 50 Unternehmen in der künstlichen Intelligenz halten heute rund 56% (2013: 47%) aller Weltklassepatente. Somit findet in einer dynamischen Technologie parallel eine Marktkonzentration statt. Diese Entwicklung ist aus europäischer Sicht bedenklich, da kaum ein europäisches Unternehmen Teil dieser Dynamik ist.

Abbildung 6-4, Entwicklung des Anteils der grössten 10 Unternehmen an Weltklassepatenten in künstlicher Intelligenz, 2000-2018



Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Die besten Hochschulen und Forschungsinstitutionen in künstlicher Intelligenz

Unter den Top-50 befinden sich mit der University of California (Platz 28) und dem MIT (Platz 46) nur zwei Hochschulen. Zwar ist die Entwicklung von Patenten keine primäre Aufgabe der Hochschulen, aber die künstliche Intelligenz als forschungsintensive Technologie bietet grosses Potenzial in der Grundlagenforschung.

Im Folgenden wird ein Schlaglicht auf die Hochschulen geworfen. Zu berücksichtigen ist dabei, dass auch hier der Schwerpunkt auf die Weltklassepatente gelegt wird. Hinsichtlich der reinen Patentmenge in künstlicher Intelligenz liegen chinesische Universitäten mit weitem Abstand vor dem Rest der Welt. Nach Patentmenge würden chinesische Universitäten die TOP-50 mit 47 Plätzen dominieren. 34 chinesische Institutionen mit insgesamt 14'000 Patenten würden vor der University of California liegen.

Die folgende Tabelle zeigt die besten 50 Hochschulen und Forschungsinstitute in künstlicher Intelligenz nach Weltklassepatenten. Es führen die amerikanischen Institute, allerdings befinden sich in den Top-10 bereits vier chinesische Institute. Insgesamt befinden sich 30 amerikanische Institutionen unter den Top-50. Aus europäischer Perspektive befinden sich mit den Universitäten Oxford und London sowie den Forschungsinstitutionen Fraunhofer, CNRS und CEA insgesamt nur fünf Institutionen unter den Top-50. China hingegen ist mit 11 Universitäten und Forschungsinstitutionen präsent.

Insgesamt sind Hochschulen und Forschungsinstitutionen nur für knapp 9% aller Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz verantwortlich (16% der Gesamtpatente in KI).

Tabelle 6-2: Die besten Forschungsinstitutionen und Universitäten in künstlicher Intelligenz, 2000-2018

| Rang | Name | Weltklassepatente in KI | Gesamtpatente in KI | Ges. Patentportfolio | Anteil KI-Patente |
|------|------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 1 | University of California | 71 | 218 | 6'574 | 3.3% |
| 2 | MIT | 51 | 144 | 3'291 | 4.4% |
| 3 | Chinese Academy of Sciences | 38 | 1'791 | 81'179 | 2.2% |
| 4 | SRI International | 37 | 89 | 536 | 16.6% |
| 5 | Stanford University | 29 | 89 | 2'206 | 4.0% |
| 6 | Harvard | 26 | 49 | 1'536 | 3.2% |
| 7 | Dana-Farber | 23 | 38 | 559 | 6.8% |
| 8 | South China Univ. of Tech. | 22 | 599 | 13'900 | 4.3% |
| 9 | Shenzhen University | 22 | 156 | 2'627 | 5.9% |
| 10 | Cornell University | 19 | 50 | 1'245 | 4.0% |
| 11 | Tsinghua University | 18 | 805 | 28'748 | 2.8% |
| 12 | Partners Healthcare | 17 | 52 | 2'175 | 2.4% |
| 13 | Columbia University | 16 | 88 | 1'164 | 7.6% |
| 14 | University of Texas System | 16 | 67 | 2'526 | 2.7% |
| 15 | Carnegie Mellon | 14 | 122 | 1'006 | 12.1% |
| 16 | University System of Ohio | 14 | 51 | 1'850 | 2.8% |
| 17 | Battelle | 13 | 66 | 2'231 | 3.0% |
| 18 | Broad Institute | 13 | 23 | 231 | 10.0% |
| 19 | University of Oxford | 12 | 32 | 626 | 5.1% |
| 20 | Peking University | 11 | 331 | 8'395 | 3.9% |
| 21 | Johns Hopkins University | 11 | 69 | 1'918 | 3.6% |
| 22 | University of Southern California | 10 | 57 | 886 | 6.4% |
| 23 | Tel Aviv University | 10 | 26 | 490 | 5.3% |
| 24 | Xidian University | 9 | 793 | 8'391 | 9.5% |
| 25 | CEA | 9 | 107 | 6'442 | 1.7% |
| 26 | NICT | 9 | 104 | 1'407 | 7.4% |
| 27 | ITRI | 9 | 99 | 7'998 | 1.2% |
| 28 | Caltech | 9 | 59 | 1'800 | 3.3% |
| 29 | University Health Network | 9 | 18 | 216 | 8.3% |
| 30 | Beijing University of Technology | 8 | 454 | 7'594 | 6.0% |
| 31 | Huazhong Univ. of Sci. & Tech. | 8 | 340 | 8'770 | 3.9% |
| 32 | CUMT | 8 | 150 | 5'792 | 2.6% |
| 33 | CNRS | 8 | 71 | 5'342 | 1.3% |
| 34 | Fraunhofer | 8 | 61 | 5'750 | 1.1% |
| 35 | University of Chicago | 8 | 25 | 864 | 2.9% |
| 36 | Duke University | 8 | 21 | 825 | 2.5% |
| 37 | State University System of Florida | 7 | 116 | 3'211 | 3.6% |
| 38 | Commonwealth System (Penn.) | 7 | 49 | 1'553 | 3.2% |
| 39 | University of Tennessee | 7 | 26 | 949 | 2.7% |
| 40 | University of Pennsylvania | 7 | 25 | 1'294 | 1.9% |
| 41 | Chinese University of Hong Kong | 7 | 23 | 401 | 5.7% |
| 42 | University of London | 7 | 23 | 692 | 3.3% |
| 43 | Rice University | 7 | 12 | 421 | 2.9% |
| 44 | UESTC | 6 | 618 | 9'445 | 6.5% |
| 45 | Tongji University | 6 | 187 | 6'866 | 2.7% |
| 46 | New York University | 6 | 76 | 885 | 8.6% |
| 47 | Northwestern University (Illinois) | 6 | 53 | 1'183 | 4.5% |
| 48 | Russian Academy of Sciences | 6 | 28 | 3'611 | 0.8% |
| 49 | EPF Lausanne | 6 | 21 | 555 | 3.8% |
| 50 | CSIRO | 6 | 19 | 585 | 3.2% |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Die besten spezialisierten Unternehmen in künstlicher Intelligenz

Das Top-50 Ranking der besten Unternehmen zeigte kein einziges auf künstliche Intelligenz spezialisiertes Unternehmen. Die Mehrheit der Unternehmen haben ihre Kernkompetenzen mit künstlicher Intelligenz verknüpft. Die folgende Tabelle zeigt alle Unternehmen, deren KI-Patente mindestens 50% ihrer Gesamtpatente ausmachen und mindestens ein Weltklassepatent besitzen. Es zeigt sich, dass sich darunter viele Unternehmen mit einem Produkt oder einer Strategie befinden, die es sich zum Ziel gesetzt haben, mit künstlicher Intelligenz einen bestimmten Aspekt in einer Branche wie der Pharma oder dem Fahrzeugbau voranzutreiben.

Tabelle 6-3: Die besten spezialisierten KI-Unternehmen in KI, 2000-2018

| Rang | Name | Weltklassepatente in KI | Gesamtpatente in KI | Ges. Patentportfolio | Anteil KI-Patente |
|------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 1 | Brain Corp. | 35 | 75 | 87 | 86.2% |
| 2 | HeartFlow | 30 | 51 | 63 | 81.0% |
| 3 | Blast Motion | 24 | 28 | 46 | 60.9% |
| 4 | Digital Doors | 13 | 16 | 18 | 88.9% |
| 5 | Megvii | 9 | 146 | 257 | 56.8% |
| 6 | Causam Energy | 9 | 36 | 56 | 64.3% |
| 7 | SenseTime | 7 | 335 | 415 | 80.7% |
| 8 | Mitek Systems | 7 | 18 | 36 | 50.0% |
| 9 | Interaxon | 7 | 8 | 9 | 88.9% |
| 10 | ABBYY Software | 6 | 129 | 215 | 60.0% |
| 11 | Intelligent Technologies Int. | 6 | 21 | 40 | 52.5% |
| 12 | Health Discovery Corporation | 6 | 20 | 24 | 83.3% |
| 13 | Guardant Health | 6 | 13 | 24 | 54.2% |
| 14 | uBiome | 5 | 56 | 61 | 91.8% |
| 15 | MyScript | 5 | 29 | 30 | 96.7% |
| 16 | Preferred Networks | 5 | 27 | 30 | 90.0% |
| 17 | Iteris | 5 | 23 | 42 | 54.8% |
| 18 | Sinoeast Concept | 5 | 20 | 34 | 58.8% |
| 19 | Natera | 5 | 19 | 33 | 57.6% |
| 20 | Veridium | 5 | 11 | 14 | 78.6% |
| 21 | Affectomatics Ltd | 5 | 10 | 10 | 100.0% |
| 22 | Age Of Learning Inc | 5 | 8 | 12 | 66.7% |
| 23 | Myskin, Inc. | 5 | 6 | 6 | 100.0% |
| 24 | Applied Recognition Inc | 5 | 5 | 5 | 100.0% |
| 25 | Blanding Hovenweep | 5 | 5 | 5 | 100.0% |
| 26 | Cylance | 4 | 39 | 50 | 78.0% |
| 27 | Knowm | 4 | 30 | 34 | 88.2% |
| 28 | Biodesix Inc | 4 | 23 | 37 | 62.2% |
| 29 | Trust Sience | 4 | 15 | 15 | 100.0% |
| 30 | Qeexo Company | 4 | 12 | 17 | 70.6% |
| 31 | Great Lakes Neurotechnologies Inc | 4 | 9 | 14 | 64.3% |
| 32 | Purepredictive Inc | 4 | 9 | 9 | 100.0% |
| 33 | VRVis | 4 | 6 | 10 | 60.0% |
| 34 | Arb Labs | 4 | 5 | 7 | 71.4% |
| 35 | Blazent Inc | 4 | 4 | 6 | 66.7% |
| 36 | Biocatch Ltd | 3 | 39 | 49 | 79.6% |
| 37 | PCCI | 3 | 19 | 19 | 100.0% |
| 38 | Veracyte | 3 | 14 | 16 | 87.5% |
| 39 | Digital Reasoning Systems Inc | 3 | 11 | 12 | 91.7% |
| 40 | Interactive Memories Inc | 3 | 11 | 12 | 91.7% |
| 41 | Linestream Technologies Inc | 3 | 10 | 16 | 62.5% |
| 42 | Ultrata Llc | 3 | 10 | 10 | 100.0% |
| 43 | Pedstowe Limited | 3 | 8 | 11 | 72.7% |
| 44 | Interos Solutions | 3 | 8 | 8 | 100.0% |
| 45 | Memorial Health Trust Inc | 3 | 8 | 8 | 100.0% |

| | | | | | |
|----|---------------------------------|---|---|---|--------|
| 46 | WHOOP Inc | 3 | 5 | 7 | 71.4% |
| 47 | Solano Labs | 3 | 5 | 5 | 100.0% |
| 48 | Advanced Elemental Technologies | 3 | 4 | 5 | 80.0% |
| 49 | Textwise Company Llc | 3 | 4 | 5 | 80.0% |
| 50 | Z Advanced Computing | 3 | 4 | 4 | 100.0% |

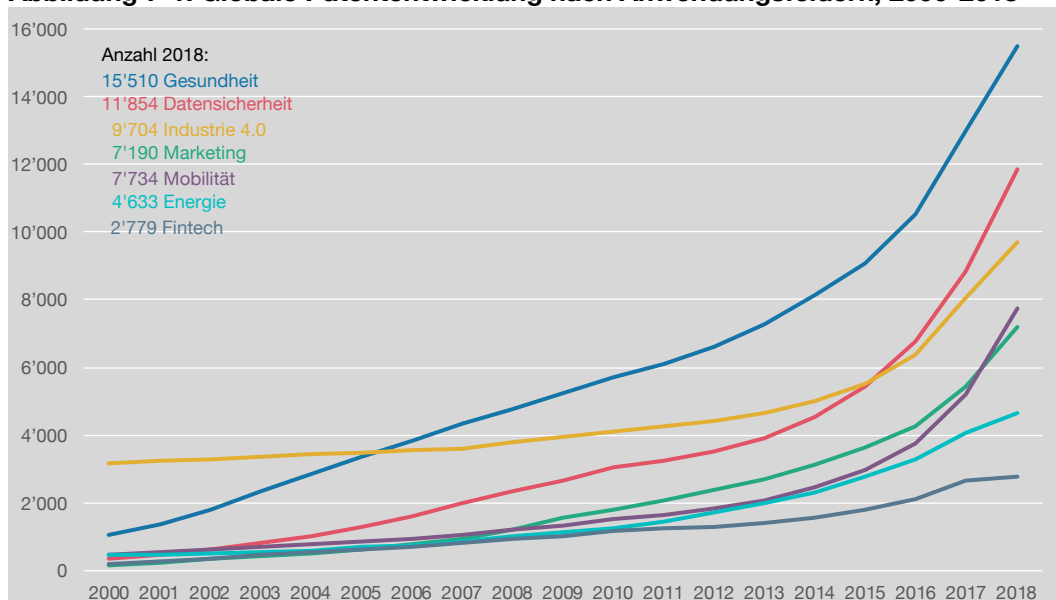
Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

7 Anwendungsfelder der künstlichen Intelligenz

Von zukünftigen künstlichen Intelligenzen wird erwartet, dass sie universell für beliebige Problemstellungen einsetzbar sind. Der gegenwärtige Stand der Technik ermöglicht gute Resultate jedoch nur in klar abgrenzten Aufgabengebieten. Entsprechend kann in der künstlichen Intelligenz gut zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung unterschieden werden. Im Folgenden werden die gegenwärtig wichtigsten Anwendungsfelder für künstliche Intelligenz dargestellt.

Der Gesundheitsbereich liegt mit 15'500 Patenten in absoluten Zahlen vor Datensicherheitsanwendungen (11'800) und Industrie 4.0 (9'700). Marketinganwendungen (7'200) zeigen ebenfalls eine dynamische Entwicklung. Die stärkste Dynamik zeigt die Entwicklung der künstlichen Intelligenz in der Mobilität (7'700). Hier hat sich das Patentvolumen in den letzten drei Jahren verdoppelt. Auffällig ist die lange stagnierende Industrie 4.0, die erst ab 2014 deutlich an Dynamik gewinnen konnte.

Abbildung 7-1: Globale Patententwicklung nach Anwendungsfeldern, 2000-2018



Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Nur bezogen auf die Weltklassepatente entfallen auf die Gesundheit als wichtigste Anwendung 2'891 Weltklassepatente, gefolgt von Datensicherheit (1'935 Patente) und Industrie 4.0 (1'674 Patente), Mobilität (1'600), Marketing (1'058), Energie (738) und Finanztechnologien (521).

In den folgenden Teilkapiteln werden die einzelnen Anwendungsfelder genauer untersucht. Jedes Teilkapitel beginnt mit einer Definition des jeweiligen Anwendungsfelds,⁵ gefolgt von einer Tabelle mit den besten Unternehmen weltweit. Die Unternehmen sind

⁵ Wie bereits erläutert, können Patente - und somit auch Weltklassepatente - mehreren Anwendungsfeldern zugeordnet werden. Somit überragt die Summe der Patente in allen Anwendungsfeldern die Gesamtpatentsumme um ca. 10 Prozent. Es ist zu vermuten, dass insbesondere qualitativ hochwertige Patente, die einen breiteren definierten Anspruch haben, mehreren Anwendungsfeldern zugeordnet sein dürften. Dies wirkt sich auf Unternehmensebene dadurch aus, dass für einige Unternehmen die Summe der Patente in den Anwendungsfeldern die Gesamtpatente des Unternehmens in künstlicher Intelligenz übersteigen kann. Diese Mehrfachzählungen sind kein statistischer Fehler, sondern ein Zeichen für die hohe Qualität der Patente.

jeweils nach der Anzahl ihrer Weltklassepatente sortiert und beinhalten zudem die jeweiligen Gesamtpatente. Informativ ist zusätzlich der Anteil der KI-Weltklassepatente an den KI-Gesamtpatenten sowie das gesamte Patentportfolio des jeweiligen Unternehmens ausgewiesen.

Gesundheit

Gegenwärtige Anwendungen künstlicher Intelligenz im Gesundheitsbereich basieren mehrheitlich auf der Bildanalyse und werden insbesondere in der Radiologie zur Interpretation von Röntgenbildern eingesetzt. Ausserdem wird die künstliche Intelligenz zur Verkürzung der Entwicklungszeit neuer Medikamente eingesetzt, indem klinische Daten schneller durchsucht und analysiert werden können. Auch in der Prävention soll künstliche Intelligenz eingesetzt werden, um verschiedene Messwerte wie Herz-Kreislaufwerte besser überwachen, verknüpfen und interpretieren zu können. Hier spielen neben klassischer Medizintechnologie auch Produzenten aus dem Umfeld der Wearables und Fitnesstracker eine zunehmende Rolle. Neben der technischen Herausforderung ist die Verfügbarkeit umfangreicher und qualitativ hochwertiger Beispieldatensätze von grosser Bedeutung, um bessere Erkennungsraten zu ermöglichen. Hier steht in vielen Ländern der Schutz der Privatsphäre der Patienten im Vordergrund. Die mangelnde Verfügbarkeit hochwertiger Datensätze sowie die unzureichende systembedingte Nachvollziehbarkeit der maschinellen Entscheidung führen dazu, dass auf absehbare Zeit künstliche Intelligenz den Arzt nicht grossflächig ersetzen wird. Sie trägt jedoch zur schnelleren und besseren Diagnose, weitreichendere Beobachtung der Wirksamkeit, Notfalloptimierung oder zur individuelleren Behandlung bei.

Die Zusammensetzung der Top-Unternehmen zeigt, dass neben klassischen Unternehmen der Medizintechnik auch Pharmaunternehmen sowie die grossen amerikanischen IT-Unternehmen und grosse Universitäten vertreten sind. Mit Philips, Siemens und Roche befinden sich drei europäische Unternehmen in den Top-10. Die University of California schafft als beste Hochschule Platz 4. Die starke Präsenz von Unternehmen wie Alphabet, Fitbit, Apple oder Nike zeigt, dass neben klassischen medizinischen Anwendungen die präventiven Gesundheitsanwendungen mittels Wearables und Fitnesstracker zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Tabelle 7-1, Gesamtpatente und Weltklassepatente im Anwendungsgebiet Gesundheit, 2018

| Rang | Name | Weltklassepatente in KI | Gesamtpatente in KI | Anteil KI-Weltklassepatente | Ges. Patentportfolio |
|------|----------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | Philips | 81 | 379 | 21.4% | 12'877 |
| 2 | Microsoft | 53 | 130 | 40.8% | 31'804 |
| 3 | Boston Scientific | 53 | 91 | 58.2% | 7'196 |
| 4 | University of California | 50 | 134 | 37.3% | 6'574 |
| 5 | Siemens | 46 | 459 | 10.0% | 31'453 |
| 6 | Johnson & Johnson | 42 | 63 | 66.7% | 11'789 |
| 7 | Roche | 41 | 94 | 43.6% | 6'282 |
| 8 | Alphabet | 38 | 67 | 56.7% | 22'161 |
| 9 | Medtronic | 34 | 162 | 21.0% | 12'997 |
| 10 | MIT | 33 | 75 | 44.0% | 3'291 |
| 11 | Samsung | 32 | 197 | 16.2% | 99'143 |
| 12 | GE | 31 | 162 | 19.1% | 38'785 |
| 13 | HeartFlow | 27 | 47 | 57.4% | 63 |
| 14 | LabCorp | 27 | 45 | 60.0% | 252 |
| 15 | Fitbit | 25 | 54 | 46.3% | 168 |
| 16 | Dana-Farber | 22 | 37 | 59.5% | 559 |
| 17 | Dexcom | 22 | 27 | 81.5% | 183 |
| 18 | Sony | 21 | 78 | 26.9% | 31'399 |
| 19 | Intel | 21 | 54 | 38.9% | 34'189 |
| 20 | Illumina | 20 | 39 | 51.3% | 558 |
| 21 | Harvard | 20 | 31 | 64.5% | 1'536 |
| 22 | Canon | 19 | 118 | 16.1% | 80'437 |
| 23 | Stanford University | 18 | 56 | 32.1% | 2'206 |
| 24 | Magic Leap | 18 | 19 | 94.7% | 229 |
| 25 | Qualcomm | 16 | 28 | 57.1% | 26'762 |
| 26 | NantWorks | 16 | 26 | 61.5% | 410 |
| 27 | Partners Healthcare | 15 | 48 | 31.3% | 2'175 |
| 28 | Asahi Kasei | 13 | 29 | 44.8% | 11'166 |
| 29 | Nestle | 13 | 29 | 44.8% | 2'852 |
| 30 | Broad Institute | 13 | 22 | 59.1% | 231 |
| 31 | Cornell University | 12 | 30 | 40.0% | 1'245 |
| 32 | Stryker | 12 | 22 | 54.5% | 2'862 |
| 33 | Medibotics | 12 | 13 | 92.3% | 44 |
| 34 | IBM | 11 | 274 | 4.0% | 45'824 |
| 35 | Fujitsu | 11 | 92 | 12.0% | 44'739 |
| 36 | Johns Hopkins University | 11 | 53 | 20.8% | 1'918 |
| 37 | Abbott Laboratories | 11 | 42 | 26.2% | 6'578 |
| 38 | Apple | 11 | 22 | 50.0% | 14'979 |
| 39 | Intuitive Surgical | 11 | 20 | 55.0% | 863 |
| 40 | Masimo Corp | 11 | 20 | 55.0% | 210 |
| 41 | Align Technology | 11 | 19 | 57.9% | 316 |
| 42 | Nike | 11 | 17 | 64.7% | 2'295 |
| 43 | Intellectual Ventures | 10 | 65 | 15.4% | 9'028 |
| 44 | University of Texas System | 10 | 28 | 35.7% | 2'526 |
| 45 | Pfizer | 10 | 21 | 47.6% | 1'288 |
| 46 | Fujifilm | 9 | 93 | 9.7% | 45'668 |
| 47 | Honeywell | 9 | 24 | 37.5% | 15'115 |
| 48 | Bayer | 9 | 18 | 50.0% | 9'470 |
| 49 | University Health Network | 9 | 16 | 56.3% | 216 |
| 50 | Panasonic | 8 | 43 | 18.6% | 78'673 |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Datensicherheit

KI-basierte Verhaltensüberwachung wird eingesetzt, um Computernetzwerke effektiver zu schützen. Verhaltenstrends der Nutzer im Netzwerk oder am Computer werden analysiert, so dass bei Abweichungen sofort Alarm ausgelöst werden kann. Zudem werden biometrische Daten wie Spracherkennung zur Identifikation überprüft. Durch schnellere Reaktionszeiten aufgrund des Einsatzes von künstlicher Intelligenz kann sowohl durch die umfangreichere Prävention als auch durch die schnellere Erkennung und die bessere Bekämpfung das Schadenspotenzial von Attacken reduziert werden.

Umgekehrt nutzen Hacker zunehmend künstliche Intelligenz, um in Netzwerke einzudringen und Sicherheitssysteme zu umgehen.⁶ Ein Hochrüsten auf Basis von KI-Applikationen zwischen Sicherheitsspezialisten und Hackern ist zukünftig zu erwarten.

Ein weiteres Feld ist das «Threat Hunting», die Überprüfung von Dateninhalten mittels künstlicher Intelligenz, beispielsweise Bildanalysen in sozialen Netzwerken, Scans von Smartphone-Applikationen und Sicherheitsanalysen von Cloudsystemen. Erweiterungen und Verknüpfungen mit Personaldateien und Logdateien erlauben Vorhersagen zur Risikobewertung bestimmter Personen und deren Handlungen.

Ein letzter Punkt betrifft die Sicherheit der künstlichen Intelligenz selbst. Hackerattacken auf den KI-Algorithmus können den Entscheidungsmechanismus beeinflussen und sind aufgrund der grundsätzlich schwierigen Nachvollziehbarkeit von KI-Ergebnissen schwer aufzuspüren.

In der KI-unterstützten Datensicherheit sind wieder Microsoft, Intel und Alphabet an der Spitze und auch auf den folgenden Plätzen finden sich themenbedingt Software- und Netzwerkspezialisten wie Qualcomm und Cisco. Auch spezialisierte Sicherheitsunternehmen wie FireEye, McAfee, Symantec, Kaspersky Lab, Bitdefender oder Trend Micro sind im Bereich künstlicher Intelligenz aktiv.

Darüber hinaus sind die grossen Online-Händler wie Alibaba und Amazon aufgrund ihrer umfangreichen Kundendaten tätig. Weiterhin finden sich auch die Zahlungsdienstleister wie VISA, die Zahlungsmisbrauch mittels künstlicher Intelligenz leichter erkennen wollen.

⁶ Erste Beispiele betreffen die weit verbreiteten CAPTCHA ("Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart" - frei übersetzt: "Test zur Unterscheidung zwischen Mensch und Maschine"). Verzerrt dargestellte Buchstaben und Zahlen sollen verhindern, dass Computer ("Bots") missbräuchlich automatische Eingaben machen können. Mit Hilfe von künstlicher Intelligenz können CAPTCHAs für Computer lesbar gemacht werden.

Tabelle 7-2, Gesamtpatente und Weltklassepatente im Anwendungsgebiet Datensicherheit, 2018

| Rang | Name | Weltklassepatente in KI | Gesamtpatente in KI | Anteil KI-Weltklassepatente | Ges. Patentportfolio |
|------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | Microsoft | 175 | 443 | 39.5% | 31'804 |
| 2 | Qualcomm | 94 | 155 | 60.6% | 26'762 |
| 3 | Alphabet | 72 | 180 | 40.0% | 22'161 |
| 4 | Intel | 67 | 182 | 36.8% | 34'189 |
| 5 | McAfee | 38 | 80 | 47.5% | 1'032 |
| 6 | Alibaba Group | 31 | 94 | 33.0% | 11'338 |
| 7 | FireEye | 30 | 33 | 90.9% | 126 |
| 8 | Cisco | 27 | 167 | 16.2% | 12'238 |
| 9 | Tencent | 26 | 82 | 31.7% | 16'075 |
| 10 | Sony | 23 | 70 | 32.9% | 31'399 |
| 11 | Samsung | 22 | 171 | 12.9% | 99'143 |
| 12 | Symantec | 22 | 151 | 14.6% | 2'130 |
| 13 | Amazon | 20 | 98 | 20.4% | 7'878 |
| 14 | Visa | 20 | 37 | 54.1% | 1'251 |
| 15 | Apple | 19 | 42 | 45.2% | 14'979 |
| 16 | IBM | 18 | 341 | 5.3% | 45'824 |
| 17 | Facebook | 16 | 77 | 20.8% | 4'124 |
| 18 | Accenture | 14 | 49 | 28.6% | 1'722 |
| 19 | Kaspersky Lab | 14 | 48 | 29.2% | 402 |
| 20 | Juniper Networks | 14 | 35 | 40.0% | 1'885 |
| 21 | Digimarc | 13 | 22 | 59.1% | 389 |
| 22 | Palantir Technologies | 13 | 16 | 81.3% | 286 |
| 23 | Lookout Inc | 13 | 14 | 92.9% | 56 |
| 24 | Xiaomi | 12 | 40 | 30.0% | 13'673 |
| 25 | Rockwell Automation | 12 | 27 | 44.4% | 1'837 |
| 26 | Digital Doors | 12 | 15 | 80.0% | 18 |
| 27 | AT&T | 10 | 63 | 15.9% | 8'765 |
| 28 | Nokia | 10 | 53 | 18.9% | 21'802 |
| 29 | Boeing | 9 | 48 | 18.8% | 12'553 |
| 30 | Trend Micro | 9 | 40 | 22.5% | 623 |
| 31 | Panasonic | 9 | 31 | 29.0% | 78'673 |
| 32 | Honeywell | 9 | 21 | 42.9% | 15'115 |
| 33 | Bitdefender | 9 | 11 | 81.8% | 59 |
| 34 | Verizon | 8 | 45 | 17.8% | 8'155 |
| 35 | Ricoh | 8 | 39 | 20.5% | 41'592 |
| 36 | LG Electronics | 8 | 19 | 42.1% | 47'446 |
| 37 | 360 Security Technology | 7 | 76 | 9.2% | 9'023 |
| 38 | NTT | 7 | 62 | 11.3% | 30'478 |
| 39 | Huawei | 7 | 50 | 14.0% | 53'102 |
| 40 | Hitachi | 7 | 32 | 21.9% | 74'484 |
| 41 | InterDigital | 7 | 22 | 31.8% | 7'622 |
| 42 | SHAPE SECURITY INC | 7 | 22 | 31.8% | 54 |
| 43 | Columbia University | 7 | 21 | 33.3% | 1'164 |
| 44 | Broadcom | 6 | 51 | 11.8% | 15'331 |
| 45 | Baidu | 6 | 43 | 14.0% | 4'570 |
| 46 | Mitsubishi Electric | 6 | 34 | 17.6% | 56'940 |
| 47 | Toshiba | 6 | 30 | 20.0% | 52'971 |
| 48 | Extreme Networks | 6 | 11 | 54.5% | 548 |
| 49 | Servicenow | 6 | 11 | 54.5% | 873 |
| 50 | Magic Leap | 6 | 9 | 66.7% | 229 |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Industrie 4.0

Industrie 4.0 vernetzt die Produktionsprozesse und stellt sicher, dass Maschinen, Schnittstellen und Bauteile miteinander kommunizieren können. Die dabei entstehenden Daten werden genutzt, um den Fertigungsablauf weiter zu optimieren. In der Prozessoptimierung werden Bildanalyse und Bilderkennung eingesetzt, um Objekte auf Förderbändern zu identifizieren und zu sortieren. Auch in der Qualitätskontrolle spielt künstliche Intelligenz eine wesentliche Rolle, da fehlerhafte Produkte besser identifiziert und aussortiert werden können. Im Bereich der Wartungskontrolle (Predictive Maintenance) werden Maschinen selbst analysiert, um mögliche Ausfälle bereits frühzeitig zu erkennen und Produktionsstopps zu verhindern. Darüber hinaus kann künstliche Intelligenz die industrielle Produktion besser mit dem Produktabsatz verknüpfen und so Fertigungsabläufe, Kapazitäten, Auslastungen und Materialeinkauf mit Partnern, Lieferanten und Kunden besser zu planen. Nicht zuletzt steigt in der industriellen Produktion die wachsende Bedeutung der Robotik, welche ebenfalls einen verstärkten Einsatz der künstlichen Intelligenz sichtbar macht.

Emerson Electric als führendes Unternehmen hat ebenso wie GE, Rockwell Automation, Hitachi und FANUC klare Schwerpunkte in Industrie 4.0 und verknüpfen diese jetzt mit künstlicher Intelligenz.

Alphabet ist in künstlicher Intelligenz in der Prozessautomatisierung und Sensorik tätig, während Microsoft eher Patente in den grundsätzlichen Vernetzungsbereichen besitzt. Sony ist mit dem Tochterunternehmen Convida Wireless im Bereich des Internet of Things und insbesondere in den Vernetzungstechnologien tätig.

Mit Siemens (Platz 9), ABB, Bosch und Philips finden sich auch europäische Unternehmen unter den Top-50. Die Patente der Midea Group in diesem Feld stammen aus der Akquisition von Kuka (Robotik). Aufgrund der mittelständisch geprägten Struktur der europäischen Maschinenbau- und Elektroindustrie sind keine weiteren Europäer unter den Top-50 zu finden.

Tabelle 7-3, Gesamtpatente und Weltklassepatente im Anwendungsgebiet Industrie 4.0, 2018

| Rang | Name | Weltklassepatente in KI | Gesamtpatente in KI | Anteil KI-Weltklassepatente | Ges. Patentportfolio |
|------|---------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | Emerson Electric | 72 | 128 | 56.3% | 4'508 |
| 2 | Alphabet | 60 | 104 | 57.7% | 22'161 |
| 3 | Microsoft | 56 | 130 | 43.1% | 31'804 |
| 4 | GE | 46 | 167 | 27.5% | 38'785 |
| 5 | Rockwell Automation | 45 | 147 | 30.6% | 1'837 |
| 6 | Qualcomm | 40 | 76 | 52.6% | 26'762 |
| 7 | Intel | 38 | 64 | 59.4% | 34'189 |
| 8 | Sony | 27 | 76 | 35.5% | 31'399 |
| 9 | Siemens | 25 | 165 | 15.2% | 31'453 |
| 10 | Fanuc | 22 | 223 | 9.9% | 3'665 |
| 11 | Hitachi | 21 | 98 | 21.4% | 74'484 |
| 12 | Brain Corp. | 20 | 46 | 43.5% | 87 |
| 13 | Samsung | 17 | 120 | 14.2% | 99'143 |
| 14 | Honeywell | 16 | 64 | 25.0% | 15'115 |
| 15 | Blast Motion | 15 | 17 | 88.2% | 46 |
| 16 | ABB | 13 | 67 | 19.4% | 7'587 |
| 17 | LG Electronics | 13 | 31 | 41.9% | 47'446 |
| 18 | Apple | 12 | 24 | 50.0% | 14'979 |
| 19 | Honda Motor | 11 | 114 | 9.6% | 31'573 |
| 20 | Johnson Controls | 11 | 31 | 35.5% | 3'250 |
| 21 | iRobot | 11 | 17 | 64.7% | 217 |
| 22 | InterDigital | 10 | 15 | 66.7% | 7'622 |
| 23 | Boeing | 9 | 58 | 15.5% | 12'553 |
| 24 | Panasonic | 9 | 32 | 28.1% | 78'673 |
| 25 | Softbank | 9 | 23 | 39.1% | 7'671 |
| 26 | Mitsubishi Electric | 8 | 50 | 16.0% | 56'940 |
| 27 | Baidu | 8 | 34 | 23.5% | 4'570 |
| 28 | AT&T | 8 | 26 | 30.8% | 8'765 |
| 29 | Amazon | 8 | 24 | 33.3% | 7'878 |
| 30 | Exxon Mobil | 8 | 17 | 47.1% | 5'273 |
| 31 | Humatics | 8 | 13 | 61.5% | 75 |
| 32 | Digital Doors | 8 | 10 | 80.0% | 18 |
| 33 | Canon | 7 | 23 | 30.4% | 80'437 |
| 34 | Midea Group | 7 | 22 | 31.8% | 26'827 |
| 35 | Digimarc | 7 | 11 | 63.6% | 389 |
| 36 | Bosch | 6 | 78 | 7.7% | 52'629 |
| 37 | GM | 6 | 69 | 8.7% | 19'565 |
| 38 | Verizon | 6 | 25 | 24.0% | 8'155 |
| 39 | Tokyo Electron | 6 | 24 | 25.0% | 8'698 |
| 40 | Schlumberger | 6 | 20 | 30.0% | 9'842 |
| 41 | Illumina | 6 | 14 | 42.9% | 558 |
| 42 | Philips | 6 | 14 | 42.9% | 12'877 |
| 43 | MIT | 6 | 13 | 46.2% | 3'291 |
| 44 | Intuitive Surgical | 6 | 10 | 60.0% | 863 |
| 45 | United Technologies | 5 | 38 | 13.2% | 19'936 |
| 46 | Denso | 5 | 30 | 16.7% | 43'369 |
| 47 | Deere & Co | 5 | 19 | 26.3% | 4'516 |
| 48 | Applied Materials | 5 | 17 | 29.4% | 6'826 |
| 49 | Schneider Electric | 5 | 17 | 29.4% | 5'024 |
| 50 | Mitutoyo | 5 | 12 | 41.7% | 1'864 |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Marketing

Ein weiteres grosses Anwendungsfeld für künstliche Intelligenz ist das Marketing. Nahelegend ist die Nutzung von Sprach- und Texterkennung zur Optimierung und Personalisierung der Kundenansprache, insbesondere in der Werbung. Neben der Ansprache ist die Segmentierung und Identifikation von Zielgruppen anhand der intelligenten Verknüpfung und Analyse vielfältiger Datenquellen zu Interessen, Diskussionsbeiträgen und Konsumverhalten gefragt. Die so optimierte Kundenansprache reduziert die Kosten und führt zu Wettbewerbsvorteilen. In erweiterter Form kann künstliche Intelligenz die Erkenntnisse aus dem Marketing wieder in die gesamte Wertschöpfungskette, bestehend aus Einkauf, Verkauf und Logistik einbringen.

Darüber hinaus wird künstliche Intelligenz zur automatisierten Erstellung von Texten genutzt. Neben Börsen- und Sportberichten oder Wettervorhersagen sind gegenwärtig gesteuerte Diskussionsbeiträge in sozialen Medien und die Optimierung im Kundenservice (Chatbots) grosse Wachstumsfelder.

IT-Unternehmen, die Online-Händler wie Alibaba, Amazon und Ebay sowie Social Media Unternehmen wie Facebook stehen im KI-basierten Marketing weit oben. Auch Spezialisten wie Digimarc oder Genesys, einem Anbieter von Call Center-Technologien, sind zu finden. Aufgrund der breiten Anwendungsmöglichkeiten zeigen sich auch Aktivitäten von Betreibern von Bezahlssystemen wie Visa und PayPal.

Bis auf wenige Ausnahmen wie Philips ist künstliche Intelligenz im Marketingbereich eine ausschliessliche Kompetenz der amerikanischen und asiatischen Unternehmen.

Tabelle 7-4, Gesamtpatente und Weltklassepatente im Anwendungsgebiet Marketing, 2018

| Rang | Name | Weltklassepatente in KI | Gesamtpatente in KI | Anteil KI-Weltklassepatente | Ges. Patentportfolio |
|------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | Microsoft | 108 | 339 | 31.9% | 31'804 |
| 2 | Alphabet | 66 | 236 | 28.0% | 22'161 |
| 3 | Alibaba Group | 48 | 141 | 34.0% | 11'338 |
| 4 | Facebook | 37 | 233 | 15.9% | 4'124 |
| 5 | Verizon | 32 | 204 | 15.7% | 8'155 |
| 6 | Visa | 19 | 38 | 50.0% | 1'251 |
| 7 | Qualcomm | 17 | 20 | 85.0% | 26'762 |
| 8 | Beijing Didi Infinity Technology | 16 | 17 | 94.1% | 314 |
| 9 | Amazon | 15 | 102 | 14.7% | 7'878 |
| 10 | Valcon | 14 | 57 | 24.6% | 860 |
| 11 | Accenture | 14 | 50 | 28.0% | 1'722 |
| 12 | Genesys | 14 | 21 | 66.7% | 419 |
| 13 | Digimarc | 12 | 17 | 70.6% | 389 |
| 14 | Altaba | 11 | 108 | 10.2% | 1'957 |
| 15 | Samsung | 11 | 69 | 15.9% | 99'143 |
| 16 | Sony | 11 | 61 | 18.0% | 31'399 |
| 17 | Tencent | 11 | 48 | 22.9% | 16'075 |
| 18 | (24)7.AI INC | 11 | 28 | 39.3% | 92 |
| 19 | Ebay | 8 | 90 | 8.9% | 1'428 |
| 20 | IBM | 7 | 240 | 2.9% | 45'824 |
| 21 | Xerox | 7 | 40 | 17.5% | 10'422 |
| 22 | Huawei | 6 | 24 | 25.0% | 53'102 |
| 23 | Ricoh | 6 | 16 | 37.5% | 41'592 |
| 24 | NEC | 5 | 54 | 9.3% | 33'257 |
| 25 | Toshiba | 5 | 32 | 15.6% | 52'971 |
| 26 | Apple | 5 | 19 | 26.3% | 14'979 |
| 27 | InterDigital | 5 | 13 | 38.5% | 7'622 |
| 28 | Twitter | 5 | 11 | 45.5% | 1'011 |
| 29 | Invidi Technologies Corporation | 5 | 8 | 62.5% | 23 |
| 30 | Snap | 5 | 5 | 100.0% | 289 |
| 31 | PayPal | 4 | 25 | 16.0% | 1'337 |
| 32 | TiVo Corp | 4 | 12 | 33.3% | 1'135 |
| 33 | Philips | 4 | 10 | 40.0% | 12'877 |
| 34 | Affectomatics Ltd | 4 | 8 | 50.0% | 10 |
| 35 | Gula Consulting | 4 | 6 | 66.7% | 543 |
| 36 | Palantir Technologies | 4 | 5 | 80.0% | 286 |
| 37 | Applied Recognition Inc | 4 | 4 | 100.0% | 5 |
| 38 | Magic Leap | 4 | 4 | 100.0% | 229 |
| 39 | Baidu | 3 | 45 | 6.7% | 4'570 |
| 40 | Oracle | 3 | 27 | 11.1% | 14'228 |
| 41 | AT&T | 3 | 26 | 11.5% | 8'765 |
| 42 | Intel | 3 | 19 | 15.8% | 34'189 |
| 43 | Denso | 3 | 6 | 50.0% | 43'369 |
| 44 | NantWorks | 3 | 6 | 50.0% | 410 |
| 45 | Uber | 3 | 6 | 50.0% | 435 |
| 46 | Interactive Memories Inc | 3 | 4 | 75.0% | 12 |
| 47 | S&P Global Inc | 3 | 4 | 75.0% | 24 |
| 48 | Afiniti International Holdings, Ltd. | 3 | 3 | 100.0% | 47 |
| 49 | Dressbot Inc. | 3 | 3 | 100.0% | 4 |
| 50 | Emerson Electric | 3 | 3 | 100.0% | 4'508 |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Mobilität

In der Mobilität liegt der Vorteil der künstlichen Intelligenz in der Verknüpfung der Daten. Im Fahrzeug selbst stehen Unfallreduktion und vorausschauende Wartungssysteme im Vordergrund. Im öffentlichen Nahverkehr und im Bahnverkehr können Bedarfe und Kapazitäten besser koordiniert werden. Verkehrsträgerübergreifend können Verkehrsflüsse besser koordiniert werden. Insofern ist die künstliche Intelligenz ein wesentlicher Faktor für Entwicklungen im gesamten Smart City Umfeld. Ein wichtiger Forschungszweig ist ausserdem die autonome Mobilität. Hier steht neben der intelligenten Interaktion des Fahrzeugs mit den Insassen vor allem die Interaktion mit der Umgebung im Vordergrund. Die sichere Erkennung von Hindernissen und die Einbettung und Vernetzung mit anderen Verkehrsteilnehmern sind zentrale Forschungszweige. Hier können Fahrzeuge durch den ständigen Austausch und die Analyse von Informationen über Verkehrssituationen voneinander profitieren. Teilautonome Mobilität mit Abstandswarnern und Spurassistenten wird in den nächsten Jahren möglich sein, während für vollständige autonome Mobilität ausserhalb abgegrenzter Gebiete wie Industrieflächen neben technischen Fragen auch ethische und rechtliche Fragen gelöst werden müssen. Unterschiedliche rechtliche Rahmenbedingungen können einen erheblichen Einfluss auf die Forschung und Entwicklung der künstlichen Intelligenz im Mobilitätsbereich in einzelnen Ländern haben.

Im Bereich der künstlichen Intelligenz in der Mobilität ist Intel mit dem Tochterunternehmen Mobileye führend. Es folgen weitere grosse IT-Unternehmen wie Alphabet, denen bahnbrechende Aktivitäten im Bereich autonomer Fahrzeuge zugetraut werden. Auch klassische Automobilunternehmen wie General Motors, Ford, Honda und Toyota befinden sich unter den Top-10 Unternehmen.

Neben Fahrzeugbauern sind auch Dienstleistungsunternehmen in den Top-50 zu finden: Didi Technology und Uber als Mobilitätsvermittler, Here Navigation und TomTom im Navigationsbereich sowie Handelsplattformen wie Amazon und Alibaba. Letzere experimentieren u.a. mit Dronen, um die Lieferkette zu optimieren.

Nur sechs Unternehmen aus Europa sind unter den Top-50 zu finden. Die Automobilhersteller VW und BMW befindet sich hinter den einheimischen Zulieferern wie Continental und Bosch auf den hinteren Plätzen. Andere wie Volkswagen und Daimler sind nicht vertreten, während die amerikanischen und japanischen Konkurrenten mehrheitlich unter den Top-10 zu finden sind. Das Bild würde sich jedoch bei einem Blick auf die Gesamtpatente ändern. Volkswagen und Bosch würden auf die Plätze 12 und 13 vorrücken. Daimler würde weiterhin mit nur einem Weltklassepatent und insgesamt 19 Mobilitätspatenten mit Bezug zur künstlichen Intelligenz hinten stehen. Im Vergleich zu den direkten Konkurrenten verfügen die deutschen Automobilhersteller nur über wenige Weltklassepatente in diesem Feld.

Tabelle 7-5, Gesamtpatente und Weltklassepatente im Anwendungsgebiet Mobilität, 2018

| Rang | Name | Weltklassepatente in KI | Gesamtpatente in KI | Anteil KI-Weltklassepatente | Ges. Patentportfolio |
|------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | Intel | 68 | 112 | 60.7% | 34'189 |
| 2 | Alphabet | 65 | 120 | 54.2% | 22'161 |
| 3 | Microsoft | 63 | 100 | 63.0% | 31'804 |
| 4 | GM | 41 | 194 | 21.1% | 19'565 |
| 5 | Ford | 40 | 188 | 21.3% | 17'544 |
| 6 | LG Electronics | 38 | 120 | 31.7% | 47'446 |
| 7 | Toyota Motor | 36 | 198 | 18.2% | 66'805 |
| 8 | Beijing Didi Infinity Technology | 30 | 31 | 96.8% | 314 |
| 9 | Qualcomm | 28 | 43 | 65.1% | 26'762 |
| 10 | Honda Motor | 27 | 110 | 24.5% | 31'573 |
| 11 | Baidu | 27 | 70 | 38.6% | 4'570 |
| 12 | Brain Corp. | 25 | 46 | 54.3% | 87 |
| 13 | Samsung | 22 | 142 | 15.5% | 99'143 |
| 14 | Denso | 22 | 96 | 22.9% | 43'369 |
| 15 | Sony | 19 | 59 | 32.2% | 31'399 |
| 16 | Amazon | 17 | 50 | 34.0% | 7'878 |
| 17 | Apple | 17 | 27 | 63.0% | 14'979 |
| 18 | Uber | 16 | 49 | 32.7% | 435 |
| 19 | Hitachi | 15 | 80 | 18.8% | 74'484 |
| 20 | Aisin Seiki | 15 | 33 | 45.5% | 15'908 |
| 21 | DJI Innovations | 15 | 16 | 93.8% | 1'639 |
| 22 | Continental | 14 | 50 | 28.0% | 17'484 |
| 23 | Verizon | 14 | 28 | 50.0% | 8'155 |
| 24 | Panasonic | 13 | 78 | 16.7% | 78'673 |
| 25 | Cisco | 13 | 42 | 31.0% | 12'238 |
| 26 | Boeing | 12 | 65 | 18.5% | 12'553 |
| 27 | HERE Navigation | 12 | 53 | 22.6% | 949 |
| 28 | Digimarc | 12 | 19 | 63.2% | 389 |
| 29 | Signify | 12 | 13 | 92.3% | 3'351 |
| 30 | Tata Motors | 10 | 17 | 58.8% | 1'514 |
| 31 | iRobot | 10 | 15 | 66.7% | 217 |
| 32 | INRIX | 10 | 12 | 83.3% | 51 |
| 33 | Emerging Automotive | 9 | 9 | 100.0% | 28 |
| 34 | GE | 8 | 29 | 27.6% | 38'785 |
| 35 | SRI International | 8 | 10 | 80.0% | 536 |
| 36 | TomTom | 8 | 10 | 80.0% | 376 |
| 37 | Bosch | 7 | 81 | 8.6% | 52'629 |
| 38 | Hyundai Motor | 7 | 74 | 9.5% | 29'223 |
| 39 | Nissan Motor | 7 | 29 | 24.1% | 18'506 |
| 40 | Fujitsu | 7 | 27 | 25.9% | 44'739 |
| 41 | Alibaba Group | 7 | 16 | 43.8% | 11'338 |
| 42 | Accenture | 7 | 15 | 46.7% | 1'722 |
| 43 | Honeywell | 7 | 15 | 46.7% | 15'115 |
| 44 | Humatics | 7 | 10 | 70.0% | 75 |
| 45 | VW Group | 6 | 91 | 6.6% | 29'392 |
| 46 | BMW | 6 | 41 | 14.6% | 11'754 |
| 47 | Intelligent Technologies Int. | 6 | 18 | 33.3% | 40 |
| 48 | United Technologies | 6 | 14 | 42.9% | 19'936 |
| 49 | Allstate Corp | 6 | 9 | 66.7% | 206 |
| 50 | InterDigital | 6 | 9 | 66.7% | 7'622 |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Energie

Grosse Erwartungen an künstliche Intelligenz im Energiebereich sind mit der Optimierung des Zusammenspiels zwischen Erzeugung, Netz, Verbrauch und Speicherung verbunden (Smart Grid). Insbesondere die zunehmende Bedeutung erneuerbarer Energien und entsprechende wetter- und zeitbedingte Schwankungen in der Erzeugung sollen mit Hilfe von künstlicher Intelligenz, beispielsweise durch die Integration von Wetterprognosen, optimiert werden. Auch die Lastspitzen durch die Ladevorgänge von Elektroautos sollen besser prognostiziert und ausgeglichen werden. Im persönlichen Umfeld kann künstliche Intelligenz zur Reduzierung des Energiebedarfs durch selbstlernende Heizsysteme beitragen.

Auch im Bereich des internationalen Energiehandels können KI-basierte Handelsalgorithmen durch die Kombination und Analyse von Umwelt-, System- und Marktdaten, Börsenpreisen sowie Netz- und Grenzkapazitäten kurzfristiger, passgenauer und günstiger agieren.

In der Praxis wird das Feld von Elektrotechnikunternehmen und Automobilunternehmen dominiert. GE und Siemens verzeichnen Aktivitäten im Smart-Grid Bereich. Die Automobilhersteller sind im Bereich Batteriemangement in den Fahrzeugen aktiv. Auch in der Brennstoffzellentechnik sind Ansätze der künstlichen Intelligenz zu finden. Im Batteriemangement sind ebenfalls die asiatischen Elektrotechnikunternehmen wie Samsung und LG tätig. Allerdings beschränken sich die Aktivitäten nicht auf das Batteriemangement im Fahrzeugbereich, sondern beinhalten auch kleinere Batterien, beispielsweise im Wearables Bereich. Das Spektrum dezentrales Energiemangement bis hin zum Smart House wird insbesondere von den IT-Unternehmen abgedeckt. Darüber hinaus finden sich auch einige Anbieter zu erneuerbaren Energien.

Die Anwendung von KI auf den Energiehandel zeigt sich nicht in den Daten. Vermutlich steht in der Forschung die grundsätzliche Methodik im Vordergrund und nicht die konkrete Energieanwendung. Entsprechend dürften sich die Patente mehrheitlich in den KI-Grundlagen finden.

Insgesamt zeigt sich aufgrund der niedrigeren Patentmengen, dass die Anwendung künstlicher Intelligenz im Energiebereich noch weniger stark ausgeprägt ist als in den anderen Anwendungsfeldern.

Tabelle 7-6, Gesamtpatente und Weltklassepatente im Anwendungsgebiet Energie, 2018

| Rang | Name | Weltklassepatente in KI | Gesamtpatente in KI | Anteil KI-Weltklassepatente | Ges. Patentportfolio |
|------|------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | GE | 35 | 121 | 28.9% | 38'785 |
| 2 | Toyota Motor | 28 | 99 | 28.3% | 66'805 |
| 3 | Siemens | 16 | 83 | 19.3% | 31'453 |
| 4 | GM | 13 | 78 | 16.7% | 19'565 |
| 5 | Panasonic | 13 | 29 | 44.8% | 78'673 |
| 6 | Samsung | 12 | 38 | 31.6% | 99'143 |
| 7 | Alphabet | 12 | 21 | 57.1% | 22'161 |
| 8 | Ford | 11 | 30 | 36.7% | 17'544 |
| 9 | Microsoft | 11 | 22 | 50.0% | 31'804 |
| 10 | Bosch | 10 | 34 | 29.4% | 52'629 |
| 11 | LG Chem | 10 | 19 | 52.6% | 17'701 |
| 12 | Semiconductor Energy Lab | 10 | 18 | 55.6% | 8'365 |
| 13 | Emerging Automotive | 10 | 10 | 100.0% | 28 |
| 14 | Toshiba | 9 | 36 | 25.0% | 52'971 |
| 15 | Nissan Motor | 9 | 34 | 26.5% | 18'506 |
| 16 | Hitachi | 9 | 29 | 31.0% | 74'484 |
| 17 | Sony | 9 | 19 | 47.4% | 31'399 |
| 18 | Emerson Electric | 8 | 13 | 61.5% | 4'508 |
| 19 | Qualcomm | 8 | 11 | 72.7% | 26'762 |
| 20 | Vestas Wind Systems | 7 | 11 | 63.6% | 1'297 |
| 21 | Apple | 7 | 8 | 87.5% | 14'979 |
| 22 | Hyundai Motor | 6 | 68 | 8.8% | 29'223 |
| 23 | ABB | 6 | 23 | 26.1% | 7'587 |
| 24 | Johnson Controls | 6 | 16 | 37.5% | 3'250 |
| 25 | Denso | 6 | 13 | 46.2% | 43'369 |
| 26 | Accenture | 6 | 6 | 100.0% | 1'722 |
| 27 | IBM | 5 | 36 | 13.9% | 45'824 |
| 28 | Honda Motor | 5 | 27 | 18.5% | 31'573 |
| 29 | Causam Energy | 5 | 18 | 27.8% | 56 |
| 30 | Intel | 5 | 13 | 38.5% | 34'189 |
| 31 | Mitsubishi Heavy | 5 | 12 | 41.7% | 21'126 |
| 32 | Rockwell Automation | 5 | 8 | 62.5% | 1'837 |
| 33 | Boston Scientific | 5 | 5 | 100.0% | 7'196 |
| 34 | Kia Motors | 4 | 18 | 22.2% | 7'184 |
| 35 | Schneider Electric | 4 | 16 | 25.0% | 5'024 |
| 36 | Furukawa Electric | 4 | 10 | 40.0% | 7'693 |
| 37 | Exxon Mobil | 4 | 6 | 66.7% | 5'273 |
| 38 | Gridpoint | 4 | 6 | 66.7% | 27 |
| 39 | KLA-Tencor | 4 | 6 | 66.7% | 1'838 |
| 40 | VITO | 4 | 5 | 80.0% | 131 |
| 41 | State Grid Corp | 3 | 630 | 0.5% | 75'125 |
| 42 | United Technologies | 3 | 29 | 10.3% | 19'936 |
| 43 | Fitbit | 3 | 23 | 13.0% | 168 |
| 44 | NEC | 3 | 22 | 13.6% | 33'257 |
| 45 | Intelligent Energy | 3 | 7 | 42.9% | 433 |
| 46 | Medtronic | 3 | 6 | 50.0% | 12'997 |
| 47 | Nike | 3 | 4 | 75.0% | 2'295 |
| 48 | Benhov GmbH | 3 | 3 | 100.0% | 163 |
| 49 | China Southern Power | 2 | 130 | 1.5% | 12'709 |
| 50 | North China Electric Power Univer. | 2 | 93 | 2.2% | 4'592 |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Fintech

In den Finanztechnologien (Fintech) entsteht der Innovationsdruck durch neue Marktteilnehmer, die in das angestammte Bankengeschäft drängen und mit stark IT-gestützten und KI-basierten Prozessen neue, bessere und preisgünstigere Angebote machen können. Ziel ist es, den individuellen Kunden besser zu verstehen, um ihm passgenauere Dienstleistungen, beispielsweise im Vermögensmanagement oder der Kreditvergabe, anzubieten. Neben der Verbesserung des Risikomanagements im Investitionsprozess werden Wachstumschancen in neuen Bezahlssystemen gesehen. Hier drängen insbesondere die grossen Software-Unternehmen auf den Markt.

Die Komplexität der Finanzbranche hat in den letzten Jahren zu steigenden Anforderungen an das Risikomanagement und Compliance-Vorschriften geführt und damit wiederum zu stark steigenden Kosten. Die Erwartung an künstliche Intelligenz in Regulierungstechnologien (Regtech) ist, dass die umfangreichen finanziellen Datenströme vorschriftsgerecht ausgewertet werden und bei Sicherheitsrisiken oder Verstössen gegen geltendes Recht, beispielsweise im Bereich der Geldwäsche, schneller reagiert werden kann.

In der Versicherungsbranche (Insuretech) konzentrierte sich der digitale Mehrwert auf den Versicherungsvergleich und die Kundenvermittlung. Neue Aktivitäten in Insuretech digitalisieren das komplette Versicherungsgeschäft und bieten eigene Versicherungsprodukte an, die u.a. aufgrund der zunehmenden Nutzung von künstlicher Intelligenz in der Risikobewertung wie auch bei den neuen Bankdienstleistern passgenauer, schneller und günstiger sind.

Dynamik entsteht gegenwärtig insbesondere im Bereich der Bezahlssysteme, die knapp die Hälfte der Weltklassepatente in Fintech ausmachen. Auch hier führen die grossen IT-Unternehmen, insbesondere durch ihre Aktivitäten in mobilen Bezahlssystemen. Auch klassische Kreditkartenfirmen wie VISA sind aktiv. Vermögens- und Kreditmanagement sind ebenfalls aktiv, beispielsweise mit Equifax.

Versicherungstechnologien und Regulierungstechnologien sind zumindest in den grösseren Unternehmen noch wenig vertreten, die Patente machen jeweils weniger als 15% aus. Mit Coinplug und Spondoolies Tech befinden sich auch zwei Unternehmen aus dem Bitcoin-Umfeld (Mining) unter den Top-50.

Tabelle 7-7, Gesamtpatente und Weltklassepatente im Anwendungsgebiet Fintech, 2018

| Rang | Name | Weltklassepatente in KI | Gesamtpatente in KI | Anteil KI-Weltklassepatente | Ges. Patentportfolio |
|------|------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | Microsoft | 19 | 63 | 30.2% | 31'804 |
| 2 | Alphabet | 19 | 50 | 38.0% | 22'161 |
| 3 | Visa | 15 | 35 | 42.9% | 1'251 |
| 4 | Alibaba Group | 11 | 34 | 32.4% | 11'338 |
| 5 | Qualcomm | 9 | 10 | 90.0% | 26'762 |
| 6 | Digimarc | 8 | 10 | 80.0% | 389 |
| 7 | Tencent | 7 | 18 | 38.9% | 16'075 |
| 8 | Verizon | 7 | 15 | 46.7% | 8'155 |
| 9 | Palantir Technologies | 7 | 8 | 87.5% | 286 |
| 10 | Accenture | 6 | 27 | 22.2% | 1'722 |
| 11 | Lexmark | 6 | 8 | 75.0% | 1'525 |
| 12 | IBM | 5 | 54 | 9.3% | 45'824 |
| 13 | State Farm | 5 | 13 | 38.5% | 231 |
| 14 | Allstate Corp | 5 | 8 | 62.5% | 206 |
| 15 | Mitek Systems | 5 | 6 | 83.3% | 36 |
| 16 | FICO | 4 | 31 | 12.9% | 178 |
| 17 | PayPal | 4 | 23 | 17.4% | 1'337 |
| 18 | Toshiba | 4 | 18 | 22.2% | 52'971 |
| 19 | NCR | 4 | 14 | 28.6% | 1'511 |
| 20 | Thomson Reuters | 4 | 11 | 36.4% | 333 |
| 21 | Intel | 4 | 10 | 40.0% | 34'189 |
| 22 | Apple | 4 | 5 | 80.0% | 14'979 |
| 23 | NantWorks | 4 | 4 | 100.0% | 410 |
| 24 | Mastercard | 3 | 49 | 6.1% | 2'195 |
| 25 | Hartford Financial | 3 | 22 | 13.6% | 241 |
| 26 | Facebook | 3 | 10 | 30.0% | 4'124 |
| 27 | Huawei | 3 | 10 | 30.0% | 53'102 |
| 28 | AT&T | 3 | 8 | 37.5% | 8'765 |
| 29 | NEC | 3 | 8 | 37.5% | 33'257 |
| 30 | Equifax | 3 | 6 | 50.0% | 54 |
| 31 | McAfee | 3 | 4 | 75.0% | 1'032 |
| 32 | S&P Global Inc | 3 | 4 | 75.0% | 24 |
| 33 | Veridium | 3 | 4 | 75.0% | 14 |
| 34 | Oracle | 2 | 13 | 15.4% | 14'228 |
| 35 | Amazon | 2 | 12 | 16.7% | 7'878 |
| 36 | Sony | 2 | 11 | 18.2% | 31'399 |
| 37 | Hitachi | 2 | 9 | 22.2% | 74'484 |
| 38 | Ricoh | 2 | 6 | 33.3% | 41'592 |
| 39 | CoreLogic | 2 | 5 | 40.0% | 72 |
| 40 | Philips | 2 | 5 | 40.0% | 12'877 |
| 41 | Xiaomi | 2 | 5 | 40.0% | 13'673 |
| 42 | Coinplug | 2 | 4 | 50.0% | 96 |
| 43 | Advent International | 2 | 3 | 66.7% | 2'316 |
| 44 | Cantor Fitzgerald | 2 | 3 | 66.7% | 387 |
| 45 | New Bis Safe Luxco Srl | 2 | 3 | 66.7% | 23 |
| 46 | Outerwall | 2 | 3 | 66.7% | 88 |
| 47 | Spondoolies Tech | 2 | 3 | 66.7% | 3 |
| 48 | Valcon | 2 | 3 | 66.7% | 860 |
| 49 | Berkshire Partners Llc | 2 | 2 | 100.0% | 71 |
| 50 | Cloudparc | 2 | 2 | 100.0% | 4 |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

8 Vergleich: Unternehmenshauptsitze und Forschungsstandorte

Bisher wurde die technologische Leistungsfähigkeit aus zwei Perspektiven analysiert:

1. Wo wurden die Patente entwickelt? - die Analyse der internationalen Forschungsstandorte. Sie zeigt, in welchem Land die auf dem Patent genannten Erfinder wohnen, d.h. wo die Forschungsleistung erbracht worden ist.
2. Von wem wurden die Patente entwickelt? - die Analyse der Unternehmen und Forschungsinstitutionen. Sie zeigt die Besitzer der Patente und gibt Auskunft darüber, welche Unternehmen und Institutionen führend in der künstlichen Intelligenz sind.

Das Ergebnis beider Analysen zeigte erstens, dass die USA als Forschungsstandort führend sind und die Hälfte aller Weltklassepatente im Jahr 2018 in den USA entwickelt worden sind. Zweitens zeigte sie, dass die amerikanischen Unternehmen insgesamt und in fast allen Anwendungsbereichen führend sind. Allerdings zeigt die bisherige Analyse nicht, wie stark Unternehmen in- und ausländische Forschungsstandorte nutzen und wie sich in- und ausländische Unternehmen an bestimmten Forschungsstandorten entwickeln. Im Folgenden werden deshalb beide Ansätze miteinander kombiniert. Dadurch kann einerseits die Struktur von Forschungsstandorten nach in- und ausländischen Unternehmen dargestellt und andererseits die Bedeutung einzelner Länder als Forschungsstandorte für inländische Unternehmen aufgezeigt werden.

Forschungsstandort und Unternehmenssitz - zwei unterschiedliche Konzepte

In dieser Studie sind sämtliche vergleichende Länderanalysen auf Basis der Wohnadresse der auf den Patenten genannten Erfinder durchgeführt worden. Sollte beispielsweise ein Erfinder mit einer Wohnadresse in der Schweiz auf den Patenten genannt worden sein, so wird das Patent der Schweiz zugeschrieben. Es wird also davon ausgegangen, dass die entsprechende technologische Kompetenz im Erfinderland vorhanden ist. Sollte zudem auch ein Erfinder mit Wohnadresse in den USA genannt sein, wird das Patent zusätzlich den USA zugeordnet. In diesem Fall wäre das Patent eine internationale Forschungskooperation mit beteiligten Forschern aus der Schweiz und den USA. Ausserdem ist es möglich, dass ein Unternehmen ein Patent besitzt, das ausschliesslich von Forschern wohnhaft im Ausland erfunden worden ist.

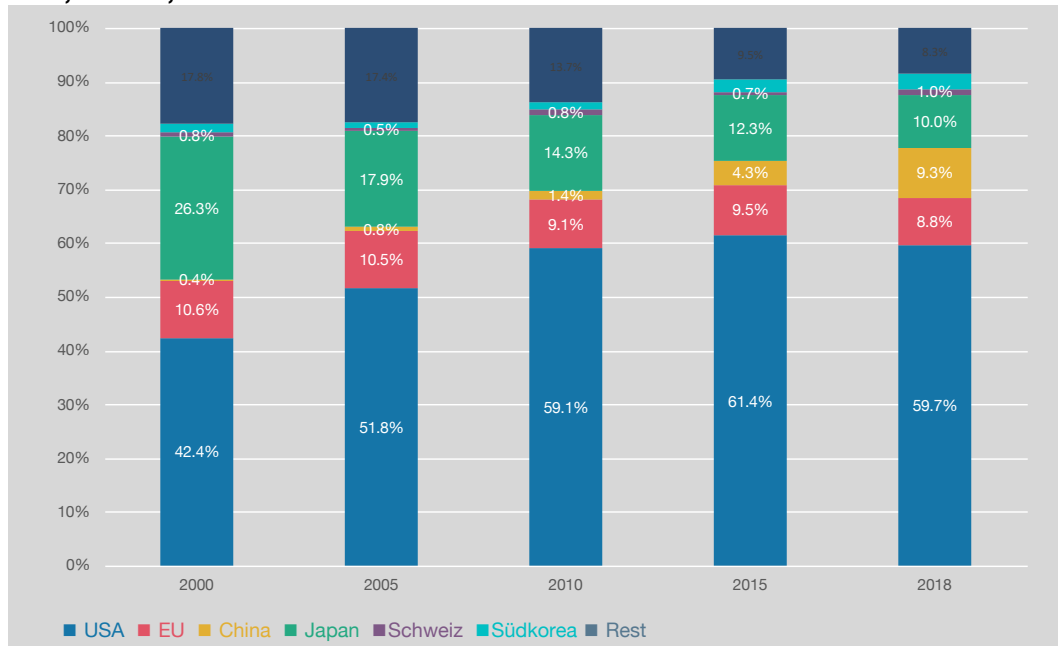
Auf Unternehmensebene wird ein Patent in der Regel der bei der Anmeldung hinterlegten Adresse zugeordnet. Das kann der Unternehmenshauptsitz oder eine Unternehmensrepräsentanz/Tochtergesellschaft in einem anderen Land sein. In dieser Studie wurden sämtliche Patente dem Hauptsitz der Unternehmen zugeordnet, um je nach analysiertem Land klar zwischen inländischen und ausländischen Unternehmen unterscheiden zu können. Auch wurden alle Patente nach dem «Ultimate Owner» Prinzip den Muttergesellschaften zugerechnet, die die finale Kontrolle beziehungsweise Entscheidungsgewalt über das Patent besitzen.

An einem Beispiel können die Konsequenzen erläutert werden: Das deutsche Unternehmen KUKA wurde von der chinesischen Midea Group gekauft. Die Patente der Kuka gingen in den Besitz von Midea über und werden für Midea gezahlt, d.h. sie zählen als Patente im Besitz eines chinesischen Unternehmens. Die Forschungsleistung wird weiterhin gemäss den Erfinderadressen zugeordnet, d.h. sie zählt als in Deutschland erbracht. Gleiches gilt beispielsweise für den Kauf der Schweizer Syngenta durch ChemChina.

Entwicklung der Weltklassepatente nach Unternehmenshauptsitz

Während in der Globalanalyse (Kapitel 6) die Bedeutung einzelner Forschungsstandorte (basierend auf den Adressen der genannten Erfinder) insgesamt im Vordergrund stand, werden im Folgenden die Patentaktivitäten der Unternehmen nach ihrem Hauptsitz zusammengefasst.

Abbildung 8-1, Anteile Weltklassepatente in KI nach Herkunftsland der Unternehmen, Anteile, 2000-2018



Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Es zeigt sich, dass die US-Unternehmen die künstliche Intelligenz dominieren. 60% aller Weltklassepatente werden von amerikanischen Unternehmen gehalten. Unternehmen aus China, Japan und der Europäischen Union liegen mit Anteilen zwischen 9% und 10% deutlich hinter den USA. Allerdings haben die chinesischen Unternehmen ihren Weltanteil an den Weltklassepatenten in künstlicher Intelligenz in den letzten drei Jahren auf 9.3% verdoppelt, während die Anteile der US- und EU- Unternehmen konstant geblieben sind. Da Patente mit bis zu 18 Monaten Verzögerung publiziert werden, sind die Jahre 2017 und 2018 mit grosser Wahrscheinlichkeit noch unvollständig. Es ist deshalb davon auszugehen, dass der Anteil der chinesischen Unternehmen weiter steigen und noch in diesem Jahr deutlich über den europäischen und japanischen Unternehmen liegen wird.

Aufgeschlüsselt nach Einzelländern und in absoluten Patentzahlen ergibt sich aus der obigen Abbildung die folgende Tabelle. Gezeigt wird auf der linken Seite das Ranking der Länder mit den meisten Patenten gemessen am Hauptsitz der Unternehmen. Parallel dazu zeigt die rechte Seite das Ranking der besten Länder gemessen als Forschungsleistung der im Land ansässigen Erfinder, die auf den Patenten aufgeführt sind.

Tabelle 8-1, Länderranking, Vergleich Unternehmenshauptsitz und Forschungsstandort, Patente, 2018

| Ranking nach Hauptsitz der Unternehmen | | | Ranking nach Forschungsstandort | | |
|--|-----------------|---------|---------------------------------|-----------------|---------|
| Rang | Land | Patente | Rang | Land | Patente |
| 1 | USA | 9'069 | 1 | USA | 9'928 |
| 2 | Japan | 1'515 | 2 | China | 1'912 |
| 3 | China | 1'417 | 3 | Japan | 1'288 |
| 4 | Südkorea | 446 | 4 | Grossbritannien | 757 |
| 5 | Deutschland | 441 | 5 | Deutschland | 689 |
| 6 | Niederlande | 254 | 6 | Kanada | 642 |
| 7 | Grossbritannien | 181 | 7 | Israel | 509 |
| 8 | Kanada | 171 | 8 | Indien | 499 |
| 9 | Schweiz | 150 | 9 | Südkorea | 415 |
| 10 | Frankreich | 150 | 10 | Frankreich | 369 |
| 11 | Israel | 125 | 11 | Niederlande | 273 |
| 12 | Schweden | 89 | 12 | Schweiz | 228 |
| 13 | Finnland | 76 | 13 | Australien | 162 |
| 14 | Saudi-Arabien | 54 | 14 | Schweden | 128 |
| 15 | Australien | 38 | 15 | Irland | 112 |
| 16 | Indien | 35 | 16 | Belgien | 102 |
| 17 | Dänemark | 29 | 17 | Italien | 91 |
| 18 | Singapur | 26 | 18 | Russland | 89 |
| 19 | Russland | 26 | 19 | Spanien | 88 |
| 20 | Belgien | 21 | 20 | Finnland | 68 |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Das Ranking zeigt die USA als Land mit den meisten Weltklassepatenten durch Unternehmen, die in den USA ihren Hauptsitz haben. Gleichzeitig sind die USA auch der führende Forschungsstandort. Beides ist nicht gleichzusetzen, da US-Unternehmen auch im Ausland forschen und internationale Unternehmen ebenfalls den amerikanischen Forschungsstandort nutzen.

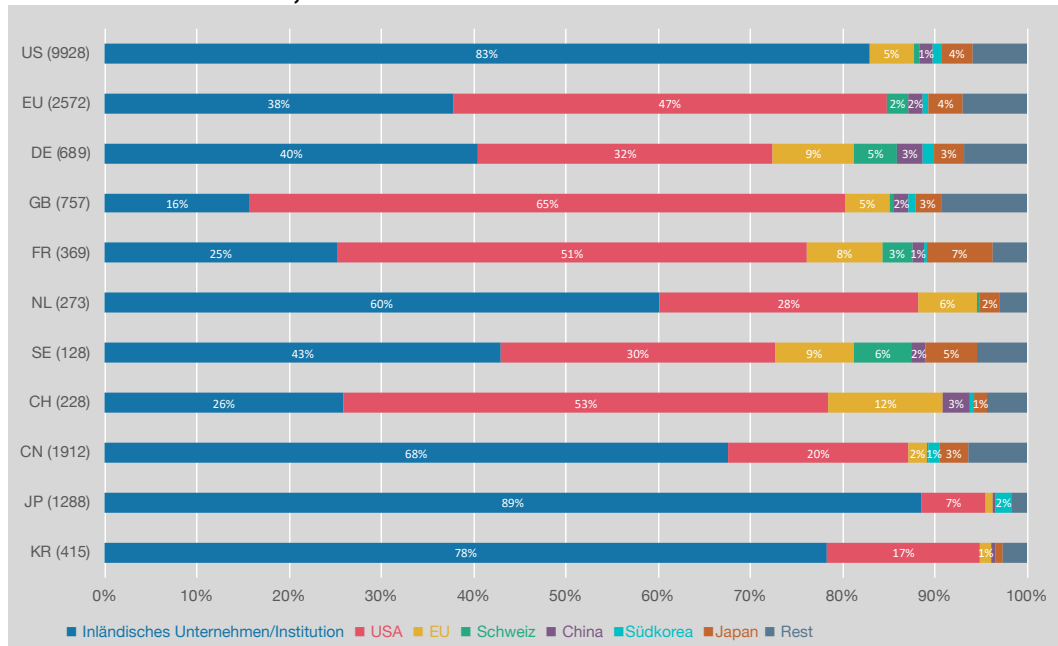
Auf den weiteren Plätzen folgen ebenfalls Länder, die sowohl innovative Unternehmen als auch einen innovativen Forschungsstandort haben. In der Regel haben Länder mit innovativen Unternehmen auch einen innovativen Forschungsstandort in künstlicher Intelligenz. Umgekehrt ist das nicht immer der Fall. Unterschiede zeigen sich insbesondere in Kanada, Grossbritannien, Israel und Australien. Die Forschungsstandorte für künstliche Intelligenz sind vergleichsweise gross, während die eigenen Unternehmen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Forschungsstandorte sind hier besonders attraktiv für ausländische Unternehmen.

Grossbritannien wird im weiteren Verlauf näher beleuchtet und es wird gezeigt, dass von den 181 Patenten in künstlicher Intelligenz nur 119 im eigenen Land, d.h. am eigenen Forschungsstandort, entwickelt worden sind. Dieses Beispiel soll die komplexen Zusammenhänge illustrieren, die hinter den vermeintlich eindeutigen Rankings stecken.

Forschungsstandorte nach Herkunftsländern der Unternehmen

Die folgende Abbildung zeigt für ausgewählte Forschungsstandorte die Herkunft der forschenden Unternehmen und deren Bedeutung für den jeweiligen Standort⁷. Damit werden die bisherigen Analysen (Erfinderort und Hauptsitz) kombiniert. Es zeigt sich, dass die amerikanischen Unternehmen in jedem Land mindestens die grösste Forschungsleistung aller ausländischen Unternehmen erbringen. In vielen Fällen stellen sie sogar die wichtigste Unternehmensgruppe.

Abbildung 8-2, Patentstruktur ausgewählter Forschungsstandorte nach Herkunftsland der Unternehmen, Anteile 2018



Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Beispielsweise halten amerikanische Unternehmen in Grossbritannien gegenwärtig fast zwei Drittel aller am Standort erfundenen Patente. In Frankreich und der Schweiz sind sie für 51% beziehungsweise 53% der Patente verantwortlich. In Deutschland liegt der Anteil der US-Unternehmen etwas niedriger bei 32%. Für die gesamte EU liegt der Anteil der amerikanischen Unternehmen bei 47%.

⁷ Die den Berechnungen zugrunde liegenden Zahlen basieren auf der Summe der Weltklassepatente in der Kombination der Hauptsitze der Unternehmen und den auf den Patenten genannten Erfinderadressen. Aufgrund von internationalen Forschungsk Kooperationen (Erfinder aus mehreren Ländern auf einem Patent) und Unternehmenskooperationen (mehrere Unternehmen aus dem In- und/oder Ausland teilen sich ein Patent) treten Doppelzählungen auf. Eine Top-Down-Berechnung für sämtliche in einem Land entwickelten Patente führt zu einer kleineren Summe als eine Bottom-Up-Berechnung der Patentaktivitäten sämtlicher Unternehmen in einem Land. Stichproben haben gezeigt, dass die Doppelzählungen zu einer Abweichung im einstelligen prozentualen Bereich führen. Diese Abweichung wird in Kauf genommen, da es in dieser Analyse in erster Linie um die Anteile und Strukturen geht. Weiterhin konnte für 96% aller in der künstlichen Intelligenz tätigen Unternehmen das Land des Hauptsitzes identifiziert werden. Unvollständige Datensätze betreffen vor allem Unternehmen mit nur einem Patent in künstlicher Intelligenz.

Tabelle 8-2, Patentstruktur ausgewählter Forschungsstandorte nach Herkunftsland der Unternehmen, Anteile 2018

| Forschungsstandorte | Unternehmen mit Hauptsitz in | | | | | | | | gesamt |
|---------------------|------------------------------|-------|-----|---------|-------|---------|-------|------|--------|
| | Inland | USA | EU | Schweiz | China | S.Korea | Japan | Rest | |
| USA | 8'228 | - | 485 | 64 | 133 | 87 | 352 | 579 | 9'928 |
| Europäische Union | 972 | 1'209 | - | 60 | 40 | 16 | 97 | 178 | 2'572 |
| Deutschland | 279 | 220 | 61 | 32 | 19 | 8 | 23 | 47 | 689 |
| Grossbritannien | 119 | 489 | 36 | 4 | 12 | 5 | 21 | 71 | 757 |
| Frankreich | 93 | 188 | 30 | 12 | 5 | 1 | 26 | 14 | 369 |
| Niederlande | 164 | 77 | 17 | 1 | 0 | 0 | 6 | 8 | 273 |
| Schweden | 55 | 38 | 11 | 8 | 2 | 0 | 7 | 7 | 128 |
| Schweiz | 59 | 120 | 28 | - | 7 | 1 | 3 | 10 | 228 |
| China | 1'292 | 375 | 36 | 5 | - | 23 | 58 | 123 | 1'912 |
| Japan | 1'140 | 91 | 9 | 0 | 5 | 21 | - | 22 | 1'288 |
| Südkorea | 325 | 69 | 5 | 0 | 2 | - | 3 | 11 | 415 |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Während europäische Unternehmen 485 Patente in den USA entwickeln, sind amerikanische Unternehmen an der Entwicklung von 1'209 Patenten in der EU beteiligt. Damit halten die US-Unternehmen mehr Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz in der EU (1'209) als die EU-Länder selbst (972).

Grossbritannien ist der wichtigste Forschungsstandort für künstliche Intelligenz in Europa mit 757 Patenten vor Deutschland mit 689 Patenten. Allerdings liegt in keinem der dargestellten Industrieländer der Anteil der einheimischen Unternehmen niedriger als in Grossbritannien. Nur 119 Patente (16%) werden in Grossbritannien von einheimischen Unternehmen entwickelt. Zwei Drittel der britischen Patententwicklung wird von amerikanischen Unternehmen vorangetrieben. Auch in Frankreich liegen die Patenttätigkeiten einheimischer Unternehmen niedrig (25%) und auch hier sind amerikanische Unternehmen mit grossem Abstand führend.

Ein ähnliches Bild zeigt sich in der Schweiz. Amerikanische Unternehmen in der Schweiz entwickeln doppelt so viele Patente (120) wie die Schweizer Unternehmen selbst (59).

In Deutschland liegt der Anteil einheimischer Unternehmen an den in Deutschland entwickelten Patenten mit 40% deutlich höher. Aber auch hier sind die amerikanischen Unternehmen mit 32% stark vertreten. Der Anteil asiatischer Unternehmen ist auf niedrigem Niveau.⁸

Auffällig sind weiterhin die geringen Aktivitäten anderer europäischer Unternehmen in Deutschland, Grossbritannien und Frankreich. Es ist zu vermuten, dass europäische Unternehmen in künstlicher Intelligenz weniger an weiteren europäischen Forschungsstandorten interessiert sind, sondern eher in den USA forschen. Beachtenswert ist, dass Schweizer Unternehmen einen höheren Anteil an EU-Aktivitäten aufweisen (12%) als die Mehrzahl der EU-Unternehmen selbst.

Ausserhalb Europas sind weniger Verflechtungen der Forschungsstandorte zu beobachten. In Japan, Südkorea und China liegen die Anteile einheimischer Unternehmen bei 68%

⁸ Der geringe Anteil asiatischer Unternehmen spricht zumindest in dieser Technologie gegen die These des «Ausverkaufs deutscher Schlüsseltechnologien». Da in der Studie das Ultimate owner-Prinzip angewendet wird, sind beispielsweise die identifizierten 28 Kuka-Patente in künstlicher Intelligenz (davon 25 in Deutschland erforscht und davon 9 Weltklassepatente) bereits dem neuen Eigentümer, der chinesischen Midea Group zugeordnet. Trotzdem kommen chinesische Unternehmen nur auf 3% aller in Deutschland erforschten Patente.

(China), 78% (Südkorea) und 89% (Japan). Während die europäischen Unternehmen nur an wenigen Weltklassepatenten in diesen Ländern beteiligt sind, sind amerikanische Unternehmen in China für 375 Patente verantwortlich, was einem Anteil von 20% entspricht. Ein Sonderfall ist Indien (nicht Teil der Darstellung). Hier liegt der Anteil einheimischer Unternehmen an den Weltklassepatenten in künstlicher Intelligenz bei 5%. Amerikanische Unternehmen sind für 75% der gesamten Weltklasseaktivitäten in Indien in der künstlichen Intelligenz verantwortlich. Allerdings sind hier die oft als mangelhaft bezeichneten Schutzrechte für geistiges Eigentum ein Hindernis.

Bedeutung einzelner Länder als Forschungsstandorte für inländische Unternehmen

Im folgenden Abschnitt wird die Perspektive gewechselt. Während im vorherigen Abschnitt die Struktur ausgewählter Forschungsstandorte nach Herkunft der Unternehmen im Mittelpunkt stand, wird hier für Unternehmen ausgewählter Länder die Forschungsstrukturen nach Zielländern dargestellt (Tausch der Spalten und Reihen).

Tabelle 8-3, Weltklassepatente inländischer Unternehmen nach Forschungsstandort, 2018

| Unternehmenshauptsitz in | Forschungsstandort in | | | | | | | gesamt |
|--------------------------|-----------------------|-----|-------|---------|-------|---------|-------|--------|
| | Inland | USA | EU | Schweiz | China | S.Korea | Japan | |
| USA | 8'228 | - | 1'209 | 120 | 375 | 69 | 91 | 9'069 |
| Europäische Union | 972 | 485 | - | 28 | 36 | 5 | 9 | 1'335 |
| Deutschland | 279 | 178 | 23 | 10 | 9 | 3 | 8 | 441 |
| Grossbritannien | 119 | 51 | 11 | 2 | 6 | 0 | 0 | 181 |
| Frankreich | 93 | 51 | 16 | 0 | 3 | 0 | 0 | 150 |
| Niederlande | 164 | 124 | 17 | 3 | 7 | 0 | 0 | 254 |
| Schweden | 55 | 33 | 11 | 2 | 2 | 2 | 1 | 89 |
| Schweiz | 59 | 64 | 60 | - | 5 | 0 | 0 | 150 |
| China | 1'292 | 133 | 40 | 7 | - | 2 | 5 | 1'417 |
| Japan | 1'140 | 352 | 97 | 3 | 58 | 3 | - | 1'515 |
| Südkorea | 325 | 87 | 16 | 1 | 23 | - | 21 | 446 |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Mehrfachzählungen wg. Forschungsk Kooperationen möglich
EU=Patentsumme der jeweils restlichen 27 Länder ohne das Heimatland

Die Abbildung zeigt die Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz sämtlicher Unternehmen mit Hauptsitz in einem der ausgewählten Länder. In den Spalten werden die Patente dargestellt, die von diesen Unternehmen an den anderen Forschungsstandorten entwickelt worden sind.⁹ Als Lesebeispiel der Tabelle dient Grossbritannien: Unternehmen mit dem Hauptsitz in Grossbritannien halten insgesamt 181 Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz. Davon wurden 119 von britischen Unternehmen im Inland entwickelt. Das bedeutet, dass 62 Patente ausserhalb Grossbritanniens entwickelt worden sind. Die folgenden Spalten zeigen, dass 11 davon in der EU entwickelt worden sind, 2 in der Schweiz, 51 in den USA und 6 in China.

Die europäischen Unternehmen tätigen jeweils rund zwei Drittel ihrer Weltklasseforschung in künstlicher Intelligenz in ihrem Heimatland. Auffällig ist die geringe Bedeutung anderer

⁹ Die Zahlen beinhalten auch internationale, standortübergreifende Forschungsk Kooperationen mit Forschern aus mehr als einem Land. Somit kann die Summe der ausländischen Patente die Differenz zwischen Gesamtpatenten und inländischen Patenten übersteigen (gleiches gilt für die Anteilsberechnung). Auch die inländischen Patente können nationale (mehrere Unternehmen) oder internationale (mehrere Unternehmen und/oder Forschungsstandorte) Kooperationen beinhalten. Jede Zahl zeigt an, dass die entsprechenden Patente einen Forschungsbeitrag aus diesem Land enthalten.

europäischer Forschungsstandorte für europäische Unternehmen. Insgesamt zeigt sich, dass die europäischen Unternehmen in der künstlichen Intelligenz vor allem ihre Forschungsstandorte in den USA nutzen.

Die Forschung an Standorten in Asien in der künstlichen Intelligenz steckt aus europäischer Sicht noch in den Kinderschuhen. Amerikanische Unternehmen sind mit der zehnfachen Menge an Patententwicklungen in China aktiv (375 gegenüber 36 aus der EU). Auch für die Unternehmen aus den asiatischen Ländern ist die hohe Attraktivität der amerikanischen Forschungslandschaft erkennbar. Allerdings liegen die Anteile im Schnitt deutlich tiefer als bei den europäischen Unternehmen.

Ein Sonderfall ist die Forschungsstruktur der schweizer Unternehmen in künstlicher Intelligenz. Insgesamt liegt der Forschungsanteil einheimischer Unternehmen in der Schweiz deutlich niedriger, d.h. Unternehmen mit Hauptsitz in der Schweiz entwickeln Weltklassepatente zu mehr als 60% im Ausland. Allerdings verteilt sich die Forschung der Schweizer Unternehmen relativ gleichmässig zu jeweils einem Drittel auf die inländische Forschung, Forschungsstandorte in der EU und Forschungsstandorte in den USA. Damit ist die Schweiz stärker mit der EU-Forschungslandschaft verflochten als die EU-Länder selbst. Allerdings übersteigt die Summe der Patente an den Forschungsstandorten die Gesamtsumme der Patente Schweizer Unternehmen deutlich. Es handelt sich somit in vielen Fällen um internationale Kooperationen mit Beteiligung mehrerer Forschungsstandorte.

Anwendungsfelder in künstlicher Intelligenz nach Herkunftsländern der Unternehmen

Die Dominanz der US-Unternehmen zeigt sich auch in den identifizierten Anwendungsfeldern der künstlichen Intelligenz.

Tabelle 8-4, Weltanteile der Unternehmen ausgewählter Länder in Anwendungsfeldern der künstlichen Intelligenz, 2018

| Weltanteil aller Unternehmen aus dem jeweiligen Herkunftsland | Anwendungsfelder der künstlichen Intelligenz | | | | | | |
|---|--|-----------------|---------------|-----------|-----------|---------|---------|
| | Gesundheit | Datensicherheit | Industrie 4.0 | Marketing | Mobilität | Energie | Fintech |
| USA | 57.3% | 67.3% | 60.5% | 69.7% | 55.4% | 44.3% | 65.6% |
| Europäische Union | 14.8% | 6.2% | 10.3% | 4.4% | 10.1% | 15.0% | 5.2% |
| Deutschland | 4.5% | 1.3% | 4.6% | 0.9% | 4.5% | 6.9% | 1.7% |
| Grossbritannien | 2.1% | 1.1% | 1.0% | 0.6% | 0.6% | 1.6% | 0.8% |
| Frankreich | 1.3% | 0.7% | 0.9% | 0.8% | 0.6% | 2.2% | 0.8% |
| Niederlande | 3.7% | 0.7% | 1.2% | 0.9% | 2.5% | 0.4% | 0.8% |
| Schweden | 0.7% | 0.7% | 1.0% | 0.3% | 0.8% | 1.2% | 0.2% |
| Schweiz | 2.4% | 0.1% | 1.7% | 0.1% | 0.5% | 1.4% | 0.4% |
| China | 3.8% | 6.9% | 5.4% | 10.4% | 8.3% | 4.6% | 8.1% |
| Japan | 6.3% | 6.2% | 11.6% | 4.2% | 11.4% | 17.8% | 5.2% |
| Südkorea | 1.9% | 2.6% | 2.8% | 1.4% | 5.9% | 6.1% | 0.8% |

Quelle: EconSight, IGE, PatentSight, 2019

Differenziert nach den einzelnen Anwendungsfeldern wird deutlich, dass die amerikanischen Unternehmen besonders hohe Anteile in Datensicherheit (67%), Marketing (70%) und Fintech (66%) erreichen. In diesen Feldern wiederum sind die Anteile der europäischen Unternehmen besonders niedrig. Dies zeigte sich bereits im vorherigen Kapitel in den Top-50 Rankings der einzelnen Anwendungsfelder. Kaum ein europäisches Unternehmen schaffte es hier in die Top-50. Dies ist zumindest in den Bereichen Marketing und Fintech damit zu erklären, dass Geschäftsmethoden nur in den USA patentierbar sind. Aber man sollte nicht vernachlässigen, dass viele solcher Patente auch erfolgreich in andere Länder ausgedehnt werden können, wenn sie einen technischen Anteil aufweisen.

Vergleichsweise hohe Anteile erreichen die EU-Unternehmen in Gesundheit, Industrie 4.0 und Mobilität sowie Energie. Insbesondere Energie (15%) und Gesundheit (15%) stehen hier hervor. In der Gesundheit tragen niederländische und deutsche Unternehmen, insbesondere Philips (81 Patente) und Siemens (46 Patente), einen grossen Teil bei. Auch die Schweizer Unternehmen legen einen Schwerpunkt auf die künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen. Hervorzuheben ist hier Roche mit weltweit 41 Gesundheitspatenten mit künstlicher Intelligenz.

Allerdings ist zu betonen, dass in den meisten Anwendungsfeldern deutlich mehr als die Hälfte der Weltklassepatente von amerikanischen Unternehmen und Forschungsinstitutionen entwickelt wird.

Damit zeigt sich eine fünffache Dominanz der USA in der künstlichen Intelligenz:

- Hohe Bedeutung des US-Forschungsstandorts für die globale KI-Forschung: über 50% aller Weltklassepatente werden in den USA erforscht.
- Hoher Anteil amerikanischer Unternehmen und Forschungsinstitutionen an den erforschten Patenten auf dem Heimatmarkt: 83%.
- Technologieführerschaft der Unternehmen und Institutionen: die fünf besten Unternehmen sowie vier der fünf besten Hochschulen und Forschungsinstitutionen sind in den USA beheimatet.
- Besondere Bedeutung amerikanischer Unternehmen für die weltweiten Forschungsstandorte: 60% aller Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz werden von amerikanischen Unternehmen und Forschungsinstitutionen entwickelt.
- Dominanz in allen Anwendungsfeldern der künstlichen Intelligenz: mehr als die Hälfte der Weltklassepatente in den meisten Anwendungsfeldern wird von amerikanischen Unternehmen und Institutionen entwickelt.

9 Länderprofile

Im Folgenden werden für ausgewählte Länder die wichtigsten Daten, Zeitreihen und Rankings auf jeweils einer Seite dargestellt. Dazu gehören die wichtigsten forschenden Unternehmen in künstlicher Intelligenz pro Land als Ranking, die Technologiestruktur innerhalb der künstlichen Intelligenz nach Teiltechnologien und Anwendungsfeldern, sowie die Strukturen des Forschungsstandorts und Zielregionen der Forschungsaktivitäten der eigenen Unternehmen.

Die hohe Bedeutung amerikanischer Unternehmen lässt sich auch in den Länderprofilen ablesen. Die weltweit führenden amerikanischen IT-Unternehmen stehen in der Regel auf den vorderen Plätzen in den Rankings der wichtigsten forschenden Unternehmen in künstlicher Intelligenz der jeweiligen Länder.

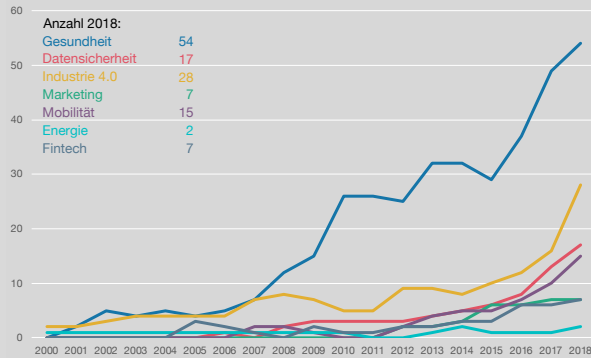
Schweiz



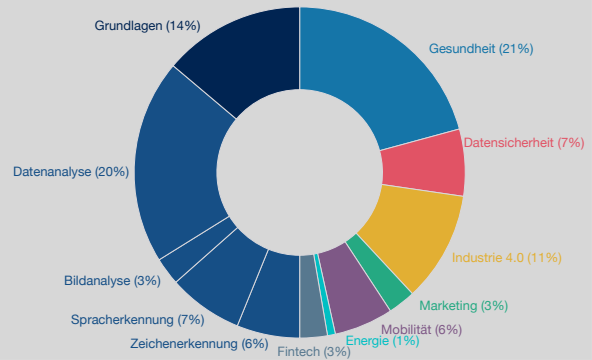
228 Weltklassepatente am Forschungsstandort
150 Weltklassepatente durch einheimische Unternehmen

1'016 Gesamtpatente am Forschungsstandort
628 Gesamtpatente durch einheimische Unternehmen

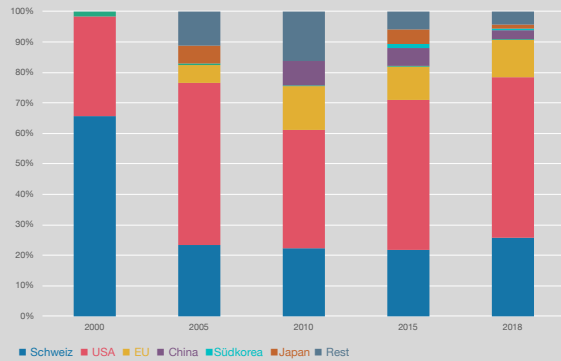
Entwicklung der KI-Anwendungsfelder 2000-2018



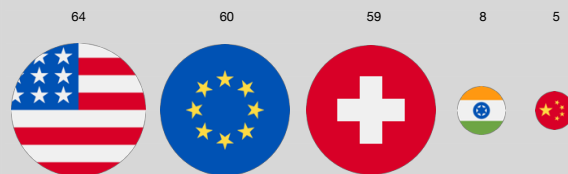
KI-Struktur, Subtechnologien und Anwendungsfelder 2018



Struktur des Forschungsstandorts Schweiz nach Herkunftsland der Unternehmen Anteile Weltklassepatente, 2000-2018



Wichtigste Forschungsstandorte Schweizer Unternehmen Anzahl Weltklassepatente, 2018



Die wichtigsten Unternehmen in künstlicher Intelligenz in der Schweiz nach Forschungsstandorten, 2018 (Vergleich der Forschungsaktivitäten in der Schweiz mit anderen Forschungsstandorten)

| Unternehmen | Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz | | | | | | | | | | | | | | Gesamtpatente | | |
|--------------------|--|------|--|----|----|-----|-------|-------|--|-----|-----|-------|-------|-----|---------------------------------------|------|--|
| | Anteil Inland an Weltklassepatenten* | | Ausschliesslich in einem Land entwickelt** | | | | | | Internationale Forschungskooperation u.a. mit*** | | | | | | Anteil Inland an Gesamtpatenten in KI | | |
| | CH | Welt | CH | CH | EU | USA | China | Japan | CH | EU | USA | China | Japan | CH | Welt | CH | |
| Alphabet | 68 | 901 | 7% | 14 | 67 | 616 | 0 | 0 | 54 | 98 | 204 | 20 | 3 | 177 | 2311 | 8% | |
| Roche | 11 | 50 | 22% | 6 | 6 | 23 | 0 | 0 | 5 | 10 | 13 | 1 | 0 | 22 | 106 | 21% | |
| Apple | 7 | 201 | 3% | 0 | 10 | 143 | 0 | 0 | 7 | 34 | 44 | 3 | 0 | 10 | 444 | 2% | |
| Cisco | 7 | 68 | 10% | 0 | 3 | 34 | 0 | 0 | 7 | 15 | 20 | 0 | 0 | 88 | 418 | 21% | |
| ABB | 6 | 22 | 27% | 1 | 4 | 3 | 2 | 0 | 5 | 5 | 4 | 1 | 0 | 30 | 127 | 24% | |
| Thomson Reuters | 6 | 11 | 55% | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 6 | 1 | 6 | 0 | 0 | 22 | 50 | 44% | |
| EPF Lausanne | 6 | 6 | 100% | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 21 | 21 | 100% | |
| Qualcomm | 4 | 353 | 1% | 0 | 5 | 172 | 0 | 0 | 4 | 65 | 179 | 28 | 4 | 6 | 671 | 1% | |
| IBM | 4 | 153 | 3% | 1 | 4 | 84 | 9 | 5 | 3 | 24 | 44 | 5 | 4 | 74 | 4028 | 2% | |
| Nestle | 4 | 16 | 25% | 2 | 1 | 10 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 5 | 33 | 15% | |
| Logitech | 4 | 4 | 100% | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 12 | 16 | 75% | |
| Philip Morris | 4 | 4 | 100% | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 12 | 100% | |
| Schindler Holding | 4 | 4 | 100% | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 100% | |
| GE | 3 | 126 | 2% | 0 | 10 | 86 | 1 | 1 | 3 | 14 | 27 | 1 | 0 | 6 | 732 | 1% | |
| Novartis | 3 | 8 | 38% | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 5 | 14 | 36% | |
| Codexis | 3 | 6 | 50% | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 18 | 17% | |
| Endress+Hauser | 3 | 4 | 75% | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 43% | |
| Microsoft | 2 | 1339 | 0% | 0 | 11 | 906 | 23 | 0 | 2 | 144 | 409 | 82 | 6 | 20 | 4187 | 0% | |
| Intel | 2 | 409 | 0% | 0 | 38 | 163 | 35 | 0 | 2 | 42 | 101 | 19 | 3 | 4 | 1237 | 0% | |
| Amazon | 2 | 159 | 1% | 0 | 2 | 143 | 0 | 0 | 2 | 7 | 17 | 0 | 0 | 2 | 842 | 0% | |
| Philips | 2 | 108 | 2% | 0 | 34 | 22 | 0 | 0 | 2 | 54 | 41 | 2 | 0 | 2 | 545 | 0% | |
| Hexagon | 2 | 5 | 40% | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 14 | 36% | |
| Swiss Re | 2 | 2 | 100% | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 13 | 16 | 81% | |
| University of Bern | 2 | 2 | 100% | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 100% | |
| Myotest SA | 2 | 2 | 100% | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 100% | |

* Die Summe der Weltklassepatente in KI des Unternehmens. Davon der Anteil und die Anzahl, die am inländischen Standort erfunden worden sind.

** Sämtliche Erfinder des Patents wohnen in einem Land, d.h. die Forschung hat nur in dem genannten Land stattgefunden

*** Das Patent ist eine internationale Forschungskooperation mindestens aus zwei Ländern, darunter auch das genannte Land.

USA



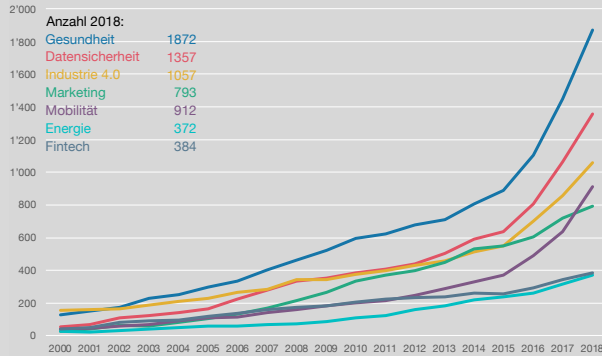
9'928 Weltklassepatente am Forschungsstandort

9'069 Weltklassepatente durch einheimische Unternehmen

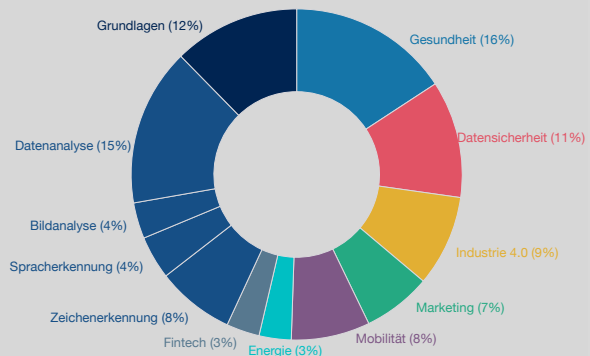
48'735 Gesamtpatente am Forschungsstandort

44'937 Gesamtpatente durch einheimische Unternehmen

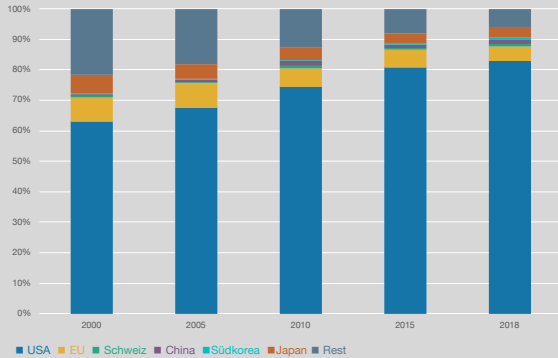
Entwicklung der KI-Anwendungsfelder 2000-2018



KI-Struktur, Subtechnologien und Anwendungsfelder 2018



Struktur des Forschungsstandorts USA nach Herkunftsland der Unternehmen Anteile Weltklassepatente, 2000-2018



Wichtigste Forschungsstandorte amerikanischer Unternehmen Anzahl Weltklassepatente, 2018



Die wichtigsten Unternehmen in künstlicher Intelligenz in den USA nach Forschungsstandorten, 2018 (Vergleich der Forschungsaktivitäten in den USA mit anderen Forschungsstandorten)

| | Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz | | | | | | | | | | | | | Gesamtpatente | | |
|--------------------------|--|------|------|---|----|-------|-------|-------|---|-----|-------|-------|-------|---------------------------------------|------|-----|
| | Anteil Inland an Weltklassepatenten* | | | Ausschließlich in einem Land entwickelt** | | | | | Internationale Forschungs Kooperation u.a. mit*** | | | | | Anteil Inland an Gesamtpatenten in KI | | |
| | USA | Welt | USA | USA | EU | China | Japan | Korea | USA | EU | China | Japan | Korea | USA | Welt | USA |
| Microsoft | 1315 | 1339 | 97% | 906 | 11 | 23 | 0 | 0 | 409 | 144 | 82 | 6 | 4 | 3820 | 4187 | 91% |
| Alphabet | 820 | 901 | 90% | 616 | 67 | 0 | 0 | 0 | 204 | 98 | 20 | 3 | 4 | 2095 | 2311 | 91% |
| Qualcomm | 351 | 353 | 97% | 172 | 5 | 0 | 0 | 0 | 179 | 65 | 28 | 4 | 19 | 634 | 671 | 94% |
| Intel | 264 | 409 | 63% | 163 | 38 | 35 | 0 | 3 | 101 | 42 | 19 | 3 | 11 | 873 | 1237 | 71% |
| Apple | 187 | 201 | 93% | 143 | 10 | 0 | 0 | 0 | 44 | 34 | 3 | 0 | 0 | 409 | 444 | 92% |
| Amazon | 158 | 159 | 98% | 143 | 2 | 0 | 0 | 1 | 15 | 7 | 0 | 0 | 0 | 799 | 842 | 95% |
| Facebook | 131 | 133 | 98% | 97 | 1 | 0 | 1 | 0 | 34 | 19 | 11 | 0 | 0 | 872 | 887 | 98% |
| IBM | 128 | 153 | 80% | 84 | 4 | 9 | 5 | 0 | 44 | 24 | 5 | 4 | 1 | 2907 | 4028 | 72% |
| GE | 113 | 128 | 89% | 86 | 10 | 1 | 1 | 0 | 27 | 14 | 1 | 0 | 0 | 612 | 732 | 84% |
| GM | 81 | 81 | 99% | 72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 6 | 0 | 0 | 1 | 551 | 595 | 93% |
| Emerson Electric | 81 | 82 | 98% | 63 | 1 | 0 | 0 | 0 | 18 | 15 | 1 | 0 | 0 | 147 | 152 | 97% |
| Siemens | 76 | 99 | 72% | 43 | 27 | 0 | 0 | 0 | 33 | 31 | 3 | 0 | 0 | 581 | 984 | 59% |
| Honeywell | 75 | 81 | 94% | 48 | 2 | 0 | 0 | 0 | 27 | 5 | 4 | 0 | 0 | 238 | 270 | 88% |
| Verizon | 72 | 73 | 97% | 55 | 1 | 0 | 0 | 0 | 17 | 10 | 2 | 0 | 0 | 627 | 759 | 83% |
| University of California | 71 | 71 | 100% | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 2 | 4 | 1 | 2 | 214 | 218 | 98% |
| Philips | 63 | 108 | 57% | 22 | 34 | 0 | 0 | 0 | 41 | 54 | 2 | 0 | 0 | 245 | 545 | 45% |
| Nuance | 60 | 72 | 81% | 43 | 11 | 1 | 0 | 0 | 17 | 9 | 1 | 0 | 0 | 327 | 434 | 76% |
| Samsung | 58 | 198 | 28% | 45 | 7 | 5 | 0 | 109 | 13 | 4 | 15 | 5 | 27 | 395 | 1683 | 23% |
| Ford | 55 | 55 | 96% | 54 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 276 | 295 | 94% |
| Cisco | 54 | 68 | 79% | 34 | 3 | 0 | 0 | 1 | 20 | 15 | 0 | 0 | 0 | 319 | 418 | 76% |
| Sony | 53 | 186 | 28% | 33 | 12 | 0 | 116 | 0 | 20 | 6 | 5 | 16 | 0 | 147 | 919 | 16% |
| Rockwell Automation | 53 | 55 | 96% | 37 | 1 | 0 | 0 | 0 | 16 | 5 | 1 | 1 | 0 | 170 | 183 | 93% |
| Boston Scientific | 52 | 55 | 95% | 51 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 93 | 97% |
| KLA-Tencor | 51 | 53 | 96% | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 2 | 19 | 0 | 2 | 100 | 108 | 93% |
| MIT | 51 | 51 | 100% | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 1 | 1 | 0 | 143 | 144 | 99% |

* Die Summe der Weltklassepatente in KI des Unternehmens. Davon der Anteil und die Anzahl, die am inländischen Standort erfunden worden sind.

** Sämtliche Erfinder des Patents wohnen in einem Land, d.h. die Forschung hat nur in dem genannten Land stattgefunden

*** Das Patent ist eine internationale Forschungs Kooperation mindestens aus zwei Ländern, darunter auch das genannte Land.

China



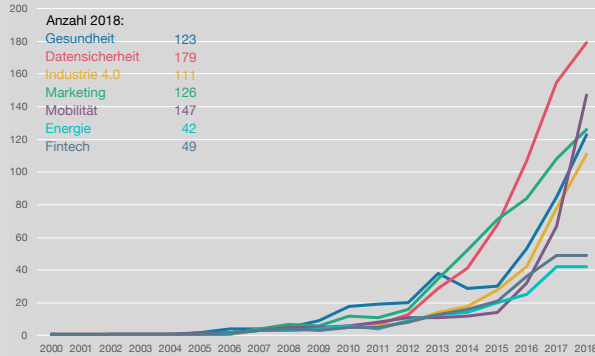
1'912 Weltklassepatente am Forschungsstandort

1'417 Weltklassepatente durch einheimische Unternehmen

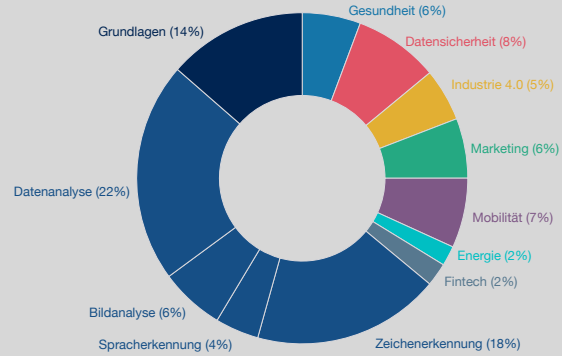
57'439 Gesamtpatente am Forschungsstandort

49'018 Gesamtpatente durch einheimische Unternehmen

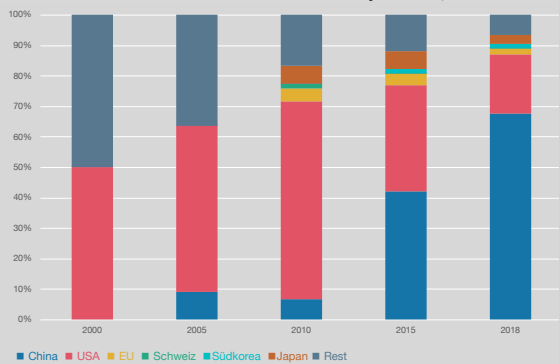
Entwicklung der KI-Anwendungsfelder 2000-2018



KI-Struktur, Subtechnologien und Anwendungsfelder 2018



Struktur des Forschungsstandorts China nach Herkunftsland der Unternehmen Anteile Weltklassepatente, 2000-2018



Wichtigste Forschungsstandorte chinesischer Unternehmen Anzahl Weltklassepatente, 2018



Die wichtigsten Unternehmen in künstlicher Intelligenz in China nach Forschungsstandorten, 2018 (Vergleich der Forschungsaktivitäten in China mit anderen Forschungsstandorten)

| | Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz | | | | | | | | | | | | | Gesamtpatente | | |
|----------------------------------|--|------|-------|--|----|-----|-------|-------|--|-----|-----|-------|-------|---------------------------------------|------|-------|
| | Anteil Inland an Weltklassepatenten* | | | Ausschliesslich in einem Land entwickelt** | | | | | Internationale Forschungskooperation u.a. mit*** | | | | | Anteil Inland an Gesamtpatenten in KI | | |
| | China | Welt | China | China | EU | USA | Japan | Korea | China | EU | USA | Japan | Korea | China | Welt | China |
| Tencent | 177 | 177 | 100% | 177 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 864 | 912 | 100% |
| Alibaba Group | 166 | 167 | 99% | 153 | 0 | 2 | 0 | 0 | 13 | 0 | 11 | 0 | 0 | 687 | 744 | 95% |
| Microsoft | 105 | 1356 | 8% | 23 | 11 | 906 | 0 | 0 | 82 | 144 | 409 | 6 | 4 | 392 | 4187 | 9% |
| Baidu | 75 | 82 | 89% | 62 | 0 | 9 | 0 | 0 | 13 | 0 | 13 | 0 | 0 | 1424 | 1492 | 95% |
| Xiaomi | 59 | 61 | 97% | 57 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 6 | 0 | 0 | 506 | 553 | 92% |
| Intel | 54 | 409 | 13% | 35 | 38 | 163 | 0 | 3 | 19 | 42 | 101 | 3 | 11 | 170 | 1237 | 14% |
| Huawei | 53 | 63 | 82% | 46 | 3 | 7 | 0 | 0 | 7 | 0 | 4 | 0 | 0 | 522 | 656 | 80% |
| Chinese Academy of Sciences | 38 | 38 | 100% | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1791 | 1791 | 100% |
| South China Univ. of Tech. | 22 | 22 | 100% | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 599 | 599 | 100% |
| Shenzhen University | 22 | 22 | 100% | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 156 | 156 | 100% |
| Samsung | 20 | 198 | 10% | 5 | 7 | 45 | 0 | 109 | 15 | 4 | 13 | 5 | 27 | 151 | 1683 | 9% |
| Tsinghua University (China) | 18 | 18 | 100% | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 803 | 805 | 100% |
| OPPO Electronics | 17 | 18 | 94% | 17 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 452 | 453 | 100% |
| State Grid Corp | 16 | 16 | 100% | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1397 | 1397 | 100% |
| IBM | 14 | 153 | 9% | 9 | 4 | 84 | 5 | 0 | 5 | 24 | 44 | 4 | 1 | 218 | 4028 | 5% |
| Sogou | 13 | 13 | 100% | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 116 | 116 | 100% |
| Qihoo 360 | 12 | 12 | 100% | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 368 | 368 | 100% |
| Peking University | 11 | 11 | 100% | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 331 | 331 | 100% |
| Xidian University | 9 | 9 | 100% | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 793 | 793 | 100% |
| Megvii | 9 | 9 | 100% | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 142 | 142 | 100% |
| Huazhong Univ. of Sci. & Tech. | 8 | 8 | 100% | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 340 | 340 | 100% |
| CUMT | 8 | 8 | 100% | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 144 | 144 | 100% |
| Beijing University of Technology | 8 | 8 | 100% | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 454 | 454 | 100% |
| Tongji University | 6 | 6 | 100% | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 187 | 187 | 100% |
| SenseTime | 6 | 6 | 100% | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 320 | 320 | 100% |

* Die Summe der Weltklassepatente in KI des Unternehmens. Davon der Anteil und die Anzahl, die am inländischen Standort erfunden worden sind.

** Sämtliche Erfinder des Patents wohnen in einem Land, d.h. die Forschung hat nur in dem genannten Land stattgefunden

*** Das Patent ist eine internationale Forschungskooperation mindestens aus zwei Ländern, darunter auch das genannte Land.

Grossbritannien



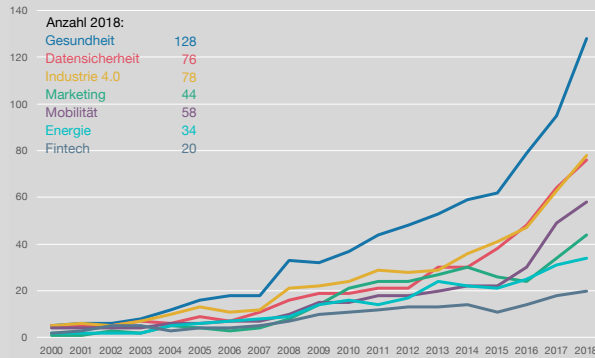
757 Weltklassepatente am Forschungsstandort

181 Weltklassepatente durch einheimische Unternehmen

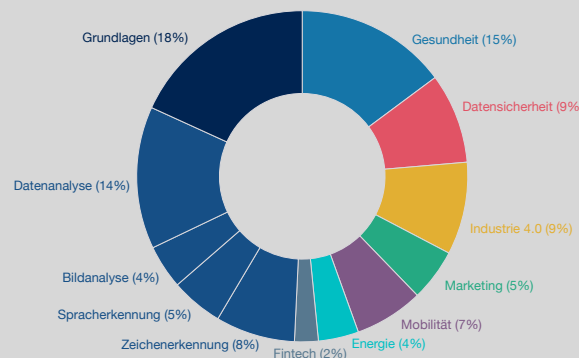
3'359 Gesamtpatente am Forschungsstandort

1'355 Gesamtpatente durch einheimische Unternehmen

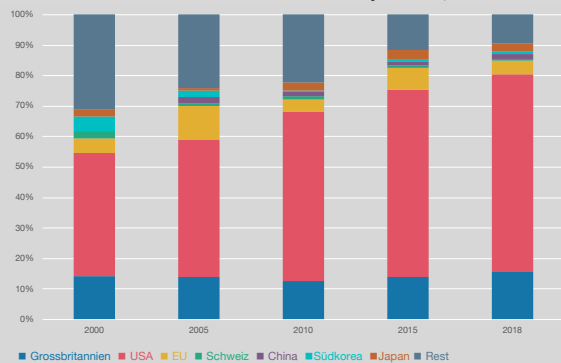
Entwicklung der KI-Anwendungsfelder 2000-2018



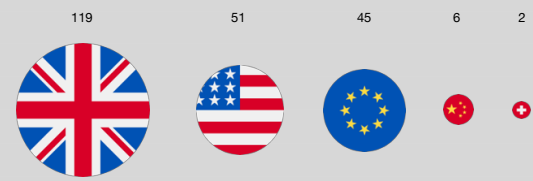
KI-Struktur, Subtechnologien und Anwendungsfelder 2018



Struktur des Forschungsstandorts UK nach Herkunftsland der Unternehmen Anteile Weltklassepatente, 2000-2018



Wichtigste Forschungsstandorte britischer Unternehmen Anzahl Weltklassepatente, 2018



Die wichtigsten Unternehmen in künstlicher Intelligenz in Grossbritannien nach Forschungsstandorten, 2018 (Vergleich der Forschungsaktivitäten in Grossbritannien mit anderen Forschungsstandorten)

| Unternehmen | Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz | | | | | | | | | | | | | | Gesamtpatente | | |
|------------------------------|--|------|--|----|----|-----|-------|-------|--|----|-----|-------|-------|-----|---------------------------------------|------|--|
| | Anteil Inland an Weltklassepatenten* | | Ausschliesslich in einem Land entwickelt** | | | | | | Internationale Forschungskooperation u.a. mit*** | | | | | | Anteil Inland an Gesamtpatenten in KI | | |
| | GB | Welt | GB | GB | EU | USA | China | Japan | GB | EU | USA | China | Japan | GB | Welt | GB | |
| Alphabet | 115 | 901 | 13% | 64 | 67 | 616 | 0 | 0 | 51 | 98 | 204 | 20 | 3 | 206 | 2311 | 9% | |
| Microsoft | 95 | 1339 | 7% | 11 | 11 | 906 | 23 | 0 | 84 | 17 | 409 | 82 | 6 | 261 | 4187 | 6% | |
| IBM | 19 | 153 | 12% | 0 | 4 | 84 | 9 | 5 | 19 | 24 | 44 | 5 | 4 | 153 | 4028 | 4% | |
| Twitter | 17 | 30 | 57% | 13 | 13 | 12 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 | 19 | 65 | 29% | |
| Qualcomm | 16 | 353 | 4% | 2 | 5 | 172 | 0 | 0 | 14 | 65 | 179 | 28 | 4 | 26 | 671 | 4% | |
| Palantir Technologies | 16 | 39 | 41% | 1 | 1 | 20 | 0 | 0 | 15 | 16 | 18 | 0 | 0 | 18 | 49 | 37% | |
| Emerson Electric | 15 | 83 | 18% | 1 | 1 | 63 | 0 | 0 | 14 | 15 | 18 | 1 | 0 | 22 | 152 | 14% | |
| Intel | 14 | 409 | 3% | 3 | 38 | 163 | 35 | 0 | 11 | 42 | 101 | 19 | 3 | 47 | 1237 | 4% | |
| Apple | 14 | 201 | 7% | 0 | 10 | 143 | 0 | 0 | 14 | 34 | 44 | 3 | 0 | 26 | 444 | 6% | |
| Tata Motors | 14 | 14 | 100% | 13 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 25 | 25 | 100% | |
| University of Oxford | 12 | 12 | 100% | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 0 | 32 | 32 | 100% | |
| Facebook | 10 | 130 | 8% | 1 | 1 | 97 | 0 | 1 | 9 | 19 | 34 | 11 | 0 | 47 | 887 | 5% | |
| Schlumberger | 10 | 23 | 43% | 2 | 2 | 5 | 0 | 1 | 8 | 11 | 13 | 1 | 0 | 31 | 132 | 23% | |
| McAfee | 9 | 45 | 20% | 3 | 9 | 19 | 0 | 0 | 6 | 11 | 12 | 1 | 0 | 20 | 96 | 21% | |
| Verizon | 7 | 75 | 9% | 1 | 1 | 56 | 0 | 0 | 6 | 10 | 17 | 2 | 0 | 25 | 759 | 3% | |
| BT Group | 7 | 7 | 100% | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 107 | 110 | 97% | |
| University of London | 7 | 7 | 100% | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 23 | 23 | 100% | |
| Chinese University Hong Kong | 7 | 7 | 100% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 7 | 1 | 7 | 0 | 11 | 23 | 48% | |
| Oxford Nanopore Technologies | 7 | 7 | 100% | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 7 | 100% | |
| Philips | 6 | 108 | 5% | 0 | 34 | 22 | 0 | 0 | 6 | 54 | 41 | 2 | 0 | 11 | 545 | 2% | |
| Nokia | 6 | 60 | 10% | 2 | 30 | 12 | 4 | 0 | 4 | 12 | 5 | 5 | 0 | 28 | 398 | 7% | |
| Waters | 6 | 11 | 55% | 3 | 7 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 | 37 | 68% | |
| Samsung | 5 | 198 | 2% | 3 | 7 | 45 | 5 | 0 | 2 | 4 | 13 | 15 | 5 | 19 | 1683 | 1% | |
| GE | 5 | 126 | 4% | 3 | 10 | 86 | 1 | 1 | 2 | 14 | 27 | 1 | 0 | 38 | 732 | 5% | |
| Sony | 4 | 186 | 2% | 3 | 12 | 33 | 0 | 116 | 1 | 6 | 20 | 5 | 16 | 22 | 919 | 2% | |

* Die Summe der Weltklassepatente in KI des Unternehmens. Davon der Anteil und die Anzahl, die am inländischen Standort erfunden worden sind.
 ** Sämtliche Erfinder des Patents wohnen in einem Land, d.h. die Forschung hat nur in dem genannten Land stattgefunden
 *** Das Patent ist eine internationale Forschungskooperation mindestens aus zwei Ländern, darunter auch das genannte Land.

Deutschland



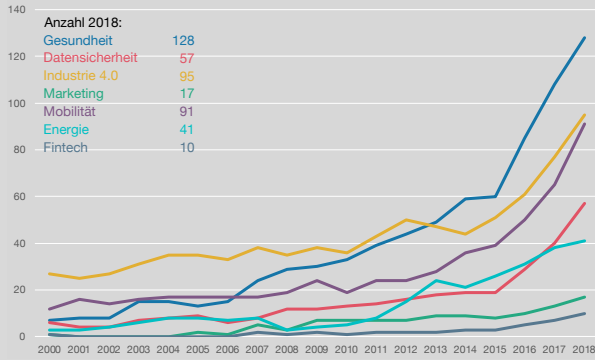
689 Weltklassepatente am Forschungsstandort

441 Weltklassepatente durch einheimische Unternehmen

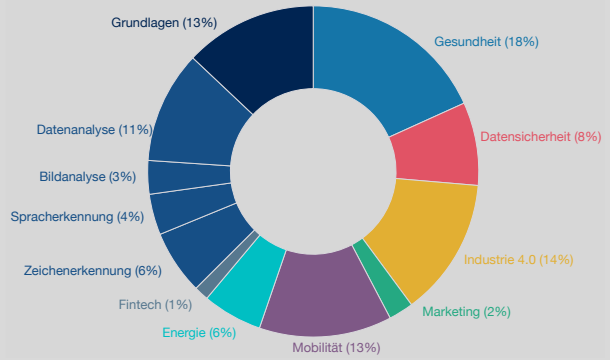
4'712 Gesamtpatente am Forschungsstandort

3'940 Gesamtpatente durch einheimische Unternehmen

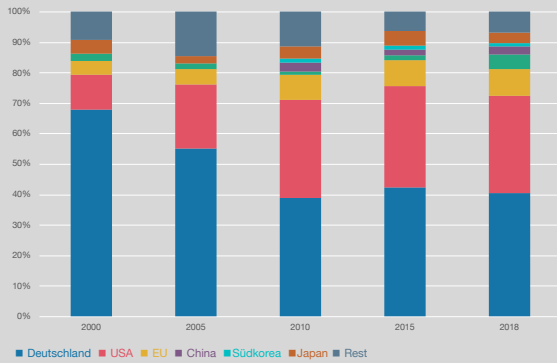
Entwicklung der KI-Anwendungsfelder 2000-2018



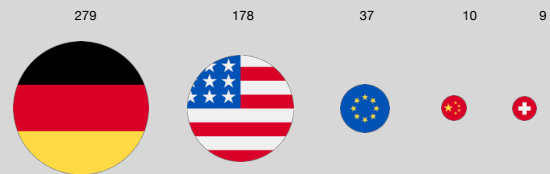
KI-Struktur, Subtechnologien und Anwendungsfelder 2018



Struktur des Forschungsstandorts Deutschland nach Herkunftsland der Unternehmen Anteile Weltklassepatente, 2000-2018



Wichtigste Forschungsstandorte deutscher Unternehmen Anzahl Weltklassepatente, 2018



Die wichtigsten Unternehmen in künstlicher Intelligenz in Deutschland nach Forschungsstandorten, 2018 (Vergleich der Forschungsaktivitäten in Deutschland mit anderen Forschungsstandorten)

| | Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz | | | | | | | | | | | | | | Gesamtpatente | | |
|------------------------|--|------|--|----|----|-----|-------|-------|----|--|-----|-------|-------|-----|---------------------------------------|-----|--|
| | Anteil Inland an Weltklassepatenten* | | Ausschliesslich in einem Land entwickelt** | | | | | | | Internationale Forschungskooperation u.a. mit*** | | | | | Anteil Inland an Gesamtpatenten in KI | | |
| | DE | Welt | DE | DE | EU | USA | China | Japan | DE | EU | USA | China | Japan | DE | Welt | DE | |
| Siemens | 50 | 99 | 50% | 23 | 27 | 43 | 0 | 0 | 27 | 7 | 33 | 3 | 0 | 518 | 984 | 53% | |
| Bosch | 25 | 41 | 61% | 19 | 20 | 9 | 0 | 2 | 6 | 7 | 7 | 1 | 2 | 276 | 354 | 78% | |
| Intel | 24 | 409 | 6% | 8 | 38 | 163 | 35 | 0 | 16 | 42 | 101 | 19 | 3 | 46 | 1237 | 4% | |
| Microsoft | 21 | 1339 | 2% | 0 | 11 | 906 | 23 | 0 | 21 | 144 | 409 | 82 | 6 | 52 | 4187 | 1% | |
| Alphabet | 17 | 901 | 2% | 1 | 67 | 616 | 0 | 0 | 16 | 98 | 204 | 20 | 3 | 31 | 2311 | 1% | |
| Continental | 17 | 20 | 85% | 12 | 13 | 2 | 0 | 0 | 5 | 5 | 4 | 1 | 0 | 85 | 110 | 77% | |
| Philips | 15 | 108 | 14% | 0 | 34 | 22 | 0 | 0 | 15 | 54 | 41 | 2 | 0 | 57 | 545 | 10% | |
| GE | 12 | 126 | 9% | 4 | 10 | 86 | 1 | 1 | 8 | 14 | 27 | 1 | 0 | 34 | 732 | 5% | |
| Roche | 11 | 50 | 22% | 5 | 6 | 23 | 0 | 0 | 6 | 10 | 13 | 1 | 0 | 25 | 106 | 24% | |
| McAfee | 11 | 45 | 24% | 4 | 9 | 19 | 0 | 0 | 7 | 11 | 12 | 1 | 0 | 15 | 96 | 16% | |
| Apple | 10 | 201 | 5% | 6 | 10 | 143 | 0 | 0 | 4 | 34 | 44 | 3 | 0 | 16 | 444 | 4% | |
| Honda Motor | 10 | 52 | 19% | 9 | 9 | 16 | 0 | 22 | 1 | 1 | 4 | 0 | 2 | 59 | 390 | 15% | |
| VW Group | 10 | 13 | 77% | 9 | 11 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 160 | 190 | 84% | |
| Midea Group | 9 | 16 | 56% | 9 | 9 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 25 | 97 | 26% | |
| Nokia | 8 | 62 | 13% | 5 | 30 | 12 | 4 | 0 | 3 | 12 | 5 | 5 | 0 | 22 | 398 | 6% | |
| Deere & Co | 8 | 24 | 33% | 4 | 4 | 16 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 | 24 | 69 | 35% | |
| Fraunhofer | 8 | 8 | 100% | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 57 | 61 | 93% | |
| Bayer | 7 | 17 | 41% | 6 | 6 | 7 | 0 | 0 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 12 | 55 | 22% | |
| BMW | 7 | 8 | 88% | 5 | 5 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 93 | 96 | 97% | |
| Qualcomm | 6 | 353 | 2% | 0 | 5 | 172 | 0 | 0 | 6 | 65 | 179 | 28 | 4 | 10 | 671 | 1% | |
| Nuance | 6 | 72 | 8% | 1 | 11 | 43 | 1 | 0 | 5 | 9 | 17 | 1 | 0 | 48 | 434 | 11% | |
| BASF | 6 | 13 | 46% | 5 | 6 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 0 | 0 | 14 | 35 | 40% | |
| GM | 5 | 81 | 6% | 0 | 0 | 72 | 0 | 0 | 5 | 6 | 12 | 0 | 0 | 31 | 595 | 5% | |
| SAP | 5 | 14 | 36% | 3 | 3 | 6 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 186 | 349 | 53% | |
| Agt International GmbH | 5 | 5 | 100% | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 18 | 21 | 86% | |

* Die Summe der Weltklassepatente in KI des Unternehmens. Davon der Anteil und die Anzahl, die am inländischen Standort erfunden worden sind.

** Sämtliche Erfinder des Patents wohnen in einem Land, d.h. die Forschung hat nur in dem genannten Land stattgefunden

*** Das Patent ist eine internationale Forschungskooperation mindestens aus zwei Ländern, darunter auch das genannte Land.

Japan



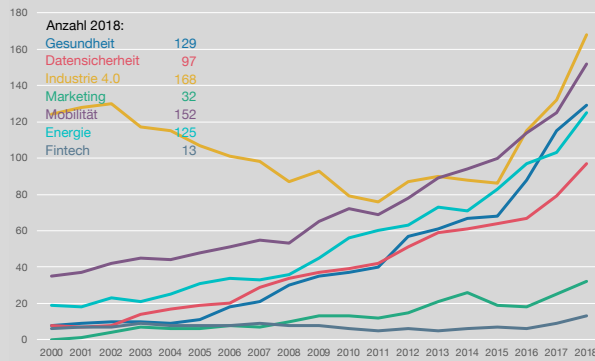
1'288 Weltklassepatente am Forschungsstandort

1'515 Weltklassepatente durch einheimische Unternehmen

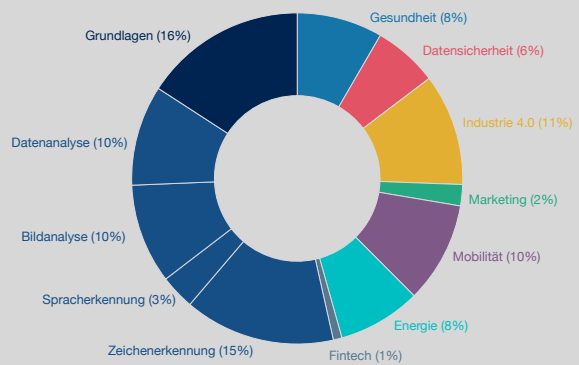
13'685 Gesamtpatente am Forschungsstandort

16'113 Gesamtpatente durch einheimische Unternehmen

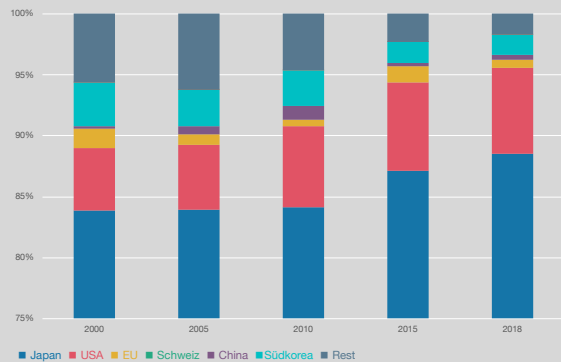
Entwicklung der KI-Anwendungsfelder 2000-2018



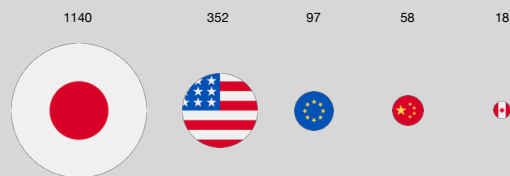
KI-Struktur, Subtechnologien und Anwendungsfelder 2018



Struktur des Forschungsstandorts Japan nach Herkunftsland der Unternehmen Anteile Weltklassepatente, 2000-2018



Wichtigste Forschungsstandorte japanischer Unternehmen Anzahl Weltklassepatente, 2018



Die wichtigsten Unternehmen in künstlicher Intelligenz in Japan nach Forschungsstandorten, 2018 (Vergleich der Forschungsaktivitäten in Japan mit anderen Forschungsstandorten)

| | Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz | | | | | | | | | | | | | | Gesamtpatente | | |
|--------------------------|--|------|--|-------|----|-----|-------|-------|-------|--|-----|-------|-------|-------|---------------------------------------|-------|--|
| | Anteil Inland an Weltklassepatenten* | | Ausschliesslich in einem Land entwickelt** | | | | | | | Internationale Forschungskooperation u.a. mit*** | | | | | Anteil Inland an Gesamtpatenten in KI | | |
| | Japan | Welt | Japan | Japan | EU | USA | China | Korea | Japan | EU | USA | China | Korea | Japan | Welt | Japan | |
| Sony | 132 | 186 | 71% | 116 | 12 | 33 | 0 | 0 | 16 | 6 | 20 | 5 | 0 | 691 | 919 | 75% | |
| Canon | 87 | 102 | 84% | 83 | 5 | 2 | 0 | 0 | 4 | 3 | 4 | 2 | 0 | 767 | 942 | 81% | |
| Hitachi | 80 | 81 | 99% | 79 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 626 | 669 | 94% | |
| Panasonic | 74 | 78 | 96% | 70 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 1 | 0 | 491 | 521 | 94% | |
| Semiconductor Energy Lab | 73 | 73 | 100% | 73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 111 | 111 | 100% | |
| Toyota Motor | 72 | 85 | 84% | 63 | 0 | 13 | 0 | 0 | 9 | 3 | 7 | 0 | 0 | 344 | 495 | 69% | |
| Denso | 41 | 41 | 100% | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 249 | 254 | 98% | |
| Mitsubishi Electric | 40 | 61 | 63% | 32 | 1 | 19 | 0 | 0 | 8 | 2 | 11 | 0 | 0 | 250 | 402 | 62% | |
| Fujifilm | 34 | 42 | 81% | 33 | 0 | 8 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 523 | 604 | 87% | |
| Fujitsu | 32 | 42 | 76% | 28 | 0 | 5 | 3 | 0 | 4 | 1 | 3 | 2 | 0 | 630 | 927 | 68% | |
| Toshiba | 31 | 34 | 91% | 31 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 576 | 627 | 92% | |
| NEC | 27 | 58 | 47% | 27 | 0 | 24 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 700 | 997 | 70% | |
| Omron | 27 | 28 | 96% | 22 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 3 | 0 | 173 | 174 | 99% | |
| Honda Motor | 24 | 52 | 46% | 22 | 9 | 16 | 0 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 0 | 259 | 390 | 66% | |
| Ricoh | 21 | 46 | 46% | 17 | 0 | 20 | 5 | 0 | 4 | 0 | 3 | 1 | 0 | 236 | 408 | 58% | |
| Fanuc | 21 | 23 | 91% | 20 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 268 | 275 | 97% | |
| Nissan Motor | 19 | 19 | 100% | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 99 | 110 | 90% | |
| Aisin Seiki | 19 | 19 | 100% | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 72 | 77 | 94% | |
| NTT | 17 | 17 | 100% | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 864 | 881 | 98% | |
| Olympus | 10 | 11 | 91% | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 96 | 98 | 98% | |
| IBM | 9 | 153 | 6% | 5 | 4 | 84 | 9 | 0 | 4 | 24 | 44 | 5 | 1 | 237 | 4028 | 6% | |
| Foxconn | 9 | 16 | 56% | 9 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 104 | 220 | 47% | |
| Tokyo Electron | 9 | 15 | 60% | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 7 | 4 | 11 | 7 | 1 | 30 | 68 | 44% | |
| NICT | 9 | 9 | 100% | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 1 | 2 | 104 | 104 | 100% | |
| Mitsubishi Heavy | 7 | 12 | 58% | 7 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 64 | 70% | |

* Die Summe der Weltklassepatente in KI des Unternehmens. Davon der Anteil und die Anzahl, die am inländischen Standort erfunden worden sind.

** Sämtliche Erfinder des Patents wohnen in einem Land, d.h. die Forschung hat nur in dem genannten Land stattgefunden

*** Das Patent ist eine internationale Forschungskooperation mindestens aus zwei Ländern, darunter auch das genannte Land.

Frankreich



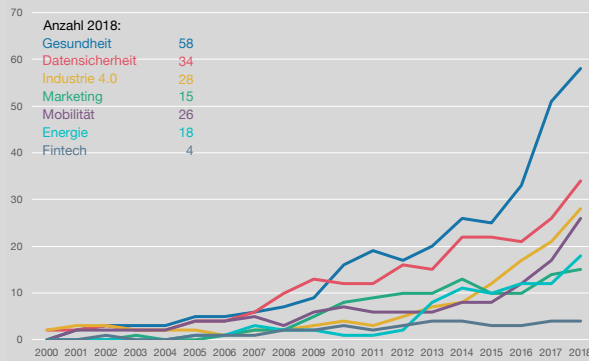
369 Weltklassepatente am Forschungsstandort

150 Weltklassepatente durch einheimische Unternehmen

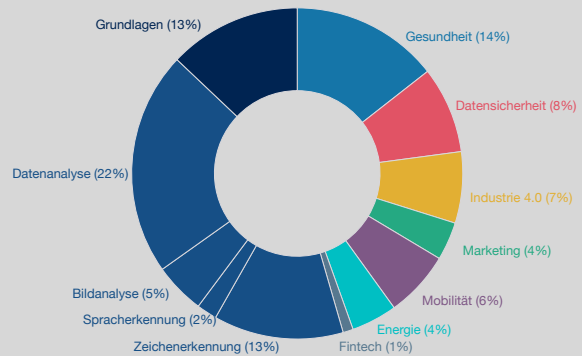
2'629 Gesamtpatente am Forschungsstandort

1'431 Gesamtpatente durch einheimische Unternehmen

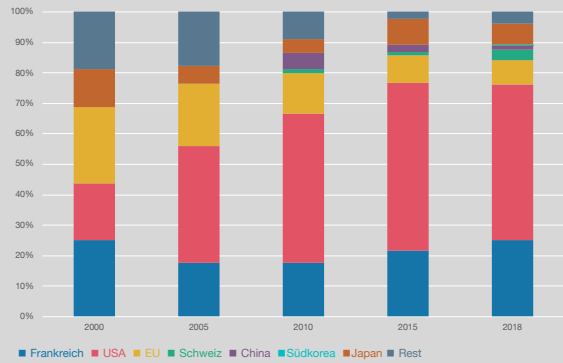
Entwicklung der KI-Anwendungsfelder 2000-2018



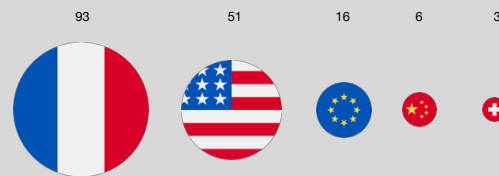
KI-Struktur, Subtechnologien und Anwendungsfelder 2018



Struktur des Forschungsstandorts Frankreich nach Herkunftsland der Unternehmen Anteile Weltklassepatente, 2000-2018



Wichtigste Forschungsstandorte französischer Unternehmen Anzahl Weltklassepatente, 2018



Die wichtigsten Unternehmen in künstlicher Intelligenz in Frankreich nach Forschungsstandorten, 2018 (Vergleich der Forschungsaktivitäten in Frankreich mit anderen Forschungsstandorten)

| | Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz | | | | | | | | | | | | | | Gesamtpatente | | |
|-------------------------|--|------|--|----|----|-----|-------|-------|----|--|-----|-------|-------|-----|---------------------------------------|------|--|
| | Anteil Inland an Weltklassepatenten* | | Ausschliesslich in einem Land entwickelt** | | | | | | | Internationale Forschungskooperation u.a. mit*** | | | | | Anteil Inland an Gesamtpatenten in KI | | |
| | FR | Welt | FR | FR | EU | USA | China | Japan | FR | EU | USA | China | Japan | FR | Welt | FR | |
| Xerox | 32 | 64 | 49% | 21 | 27 | 28 | 0 | 0 | 11 | 7 | 7 | 2 | 1 | 217 | 587 | 37% | |
| Alphabet | 20 | 901 | 2% | 0 | 67 | 616 | 0 | 0 | 20 | 98 | 204 | 20 | 3 | 36 | 2311 | 2% | |
| Cisco | 14 | 68 | 21% | 1 | 3 | 34 | 0 | 0 | 13 | 15 | 20 | 0 | 0 | 121 | 418 | 29% | |
| InterDigital | 14 | 52 | 26% | 6 | 13 | 17 | 2 | 0 | 8 | 12 | 19 | 4 | 0 | 66 | 154 | 43% | |
| Apple | 11 | 201 | 5% | 0 | 10 | 143 | 0 | 0 | 11 | 34 | 44 | 3 | 0 | 23 | 444 | 5% | |
| CEA | 10 | 10 | 100% | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 107 | 107 | 100% | |
| Qualcomm | 8 | 353 | 2% | 2 | 5 | 172 | 0 | 0 | 6 | 65 | 179 | 28 | 4 | 13 | 671 | 2% | |
| Nokia | 8 | 60 | 13% | 3 | 30 | 12 | 4 | 0 | 5 | 12 | 5 | 5 | 0 | 37 | 398 | 9% | |
| Accenture | 8 | 58 | 14% | 4 | 10 | 25 | 4 | 0 | 4 | 4 | 10 | 1 | 0 | 32 | 333 | 10% | |
| Softbank | 8 | 11 | 73% | 8 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 16 | 104 | 15% | |
| CNRS | 8 | 8 | 100% | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 71 | 71 | 100% | |
| Microsoft | 5 | 1339 | 0% | 0 | 11 | 906 | 23 | 0 | 5 | 144 | 409 | 82 | 6 | 13 | 4187 | 0% | |
| MyScript | 5 | 5 | 100% | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 29 | 100% | |
| Intel | 4 | 409 | 1% | 1 | 38 | 163 | 35 | 0 | 3 | 42 | 101 | 19 | 3 | 6 | 1237 | 0% | |
| GE | 4 | 126 | 3% | 0 | 10 | 86 | 1 | 1 | 4 | 14 | 27 | 1 | 0 | 20 | 732 | 3% | |
| Conduent | 4 | 11 | 36% | 2 | 3 | 5 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 56 | 205 | 27% | |
| Dassault Systemes | 4 | 5 | 80% | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 34 | 43 | 79% | |
| Nuance | 3 | 72 | 4% | 3 | 11 | 43 | 1 | 0 | 0 | 9 | 17 | 1 | 0 | 12 | 434 | 3% | |
| Schlumberger | 3 | 23 | 13% | 0 | 2 | 5 | 0 | 1 | 3 | 11 | 13 | 1 | 0 | 9 | 132 | 7% | |
| L'Oreal | 3 | 8 | 38% | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 15 | 47% | |
| Elo Touch Solutions Inc | 3 | 5 | 60% | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 9 | 56% | |
| Valeo | 3 | 4 | 75% | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 68 | 53% | |
| Safran | 3 | 3 | 100% | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 39 | 97% | |
| Amadeus IT Group | 3 | 3 | 100% | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 17 | 19 | 89% | |
| Sorbonne University | 3 | 3 | 100% | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 15 | 100% | |

* Die Summe der Weltklassepatente in KI des Unternehmens. Davon der Anteil und die Anzahl, die am inländischen Standort erfunden worden sind.

** Sämtliche Erfinder des Patents wohnen in einem Land, d.h. die Forschung hat nur in dem genannten Land stattgefunden

*** Das Patent ist eine internationale Forschungskooperation mindestens aus zwei Ländern, darunter auch das genannte Land.

Südkorea



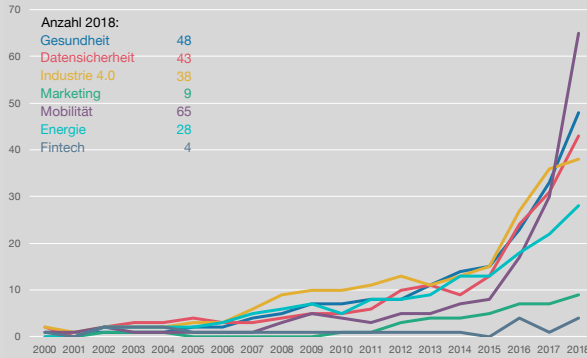
415 Weltklassepatente am Forschungsstandort

446 Weltklassepatente durch einheimische Unternehmen

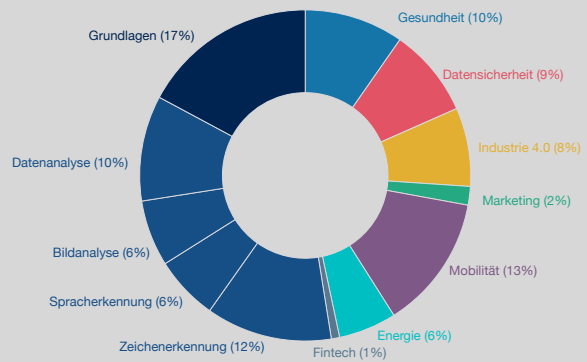
7'428 Gesamtpatente am Forschungsstandort

7'422 Gesamtpatente durch einheimische Unternehmen

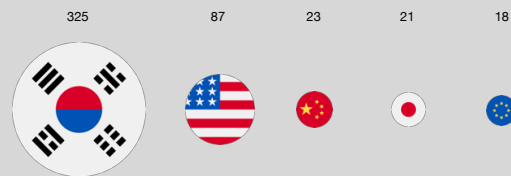
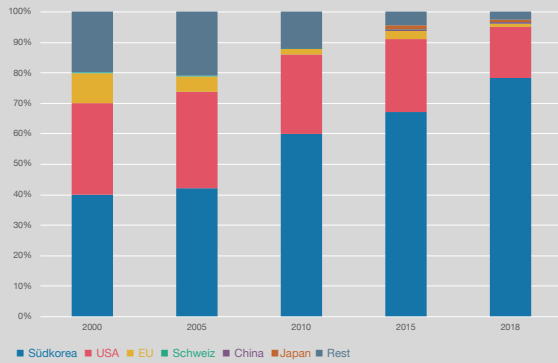
Entwicklung der KI-Anwendungsfelder 2000-2018



KI-Struktur, Subtechnologien und Anwendungsfelder 2018



Struktur des Forschungsstandorts Südkorea nach Herkunftsland Wichtigste Forschungsstandorte südkoreanischer Unternehmen der Unternehmen Anteile Weltklassepatente, 2000-2018 Anzahl Weltklassepatente, 2018



Die wichtigsten Unternehmen in künstlicher Intelligenz in Südkorea nach Forschungsstandorten, 2018 (Vergleich der Forschungsaktivitäten in Südkorea mit anderen Forschungsstandorten)

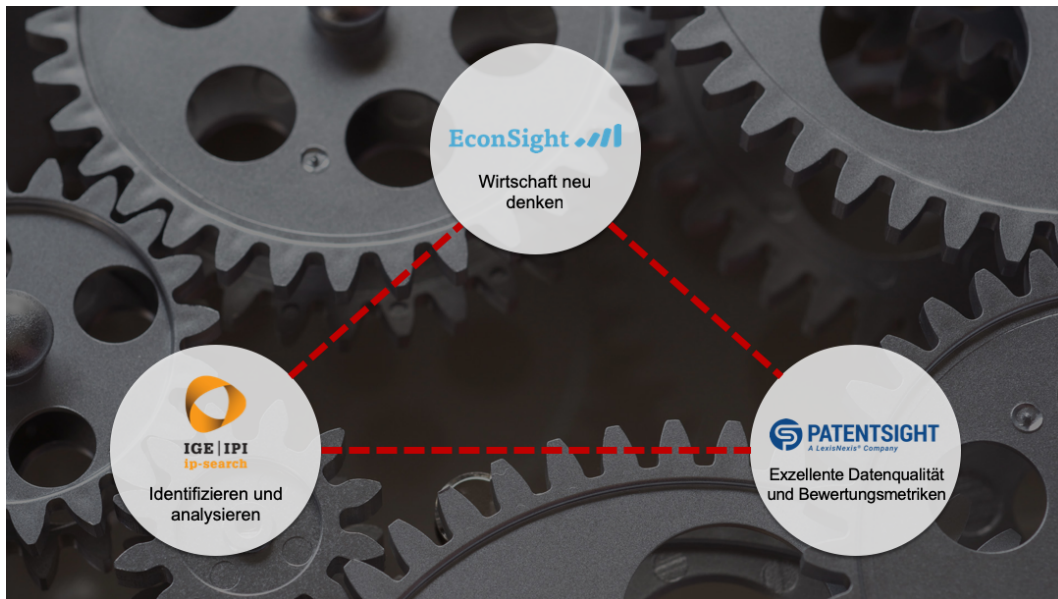
| | Weltklassepatente in künstlicher Intelligenz | | | | | | | | | | | | | | Gesamtpatente | | |
|-------------------------------|--|------|------|---|----|-----|-------|-------|----|--|-----|-------|-------|------|---------------------------------------|------|--|
| | Anteil Inland an Weltklassepatenten* | | | Ausschließlich in einem Land entwickelt** | | | | | | Internationale Forschungskooperation u.a. mit*** | | | | | Anteil Inland an Gesamtpatenten in KI | | |
| | DE | Welt | KR | KR | EU | USA | China | Japan | KR | EU | USA | China | Japan | KR | Welt | KR | |
| Samsung | 136 | 198 | 68% | 109 | 7 | 45 | 5 | 0 | 27 | 4 | 13 | 15 | 5 | 1183 | 1683 | 70% | |
| LG Electronics | 86 | 88 | 99% | 84 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 295 | 300 | 98% | |
| Qualcomm | 19 | 353 | 5% | 0 | 5 | 172 | 0 | 0 | 19 | 65 | 179 | 28 | 4 | 30 | 671 | 4% | |
| Hyundai Motor | 17 | 17 | 100% | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 214 | 217 | 99% | |
| Intel | 14 | 409 | 3% | 3 | 38 | 163 | 35 | 0 | 11 | 42 | 101 | 19 | 3 | 34 | 1237 | 3% | |
| Kia Motors | 8 | 8 | 100% | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 82 | 98% | |
| LG Chem | 5 | 11 | 45% | 4 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 18 | 26 | 69% | |
| LS Industrial Systems | 5 | 5 | 100% | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 19 | 100% | |
| ETRI Korea | 4 | 4 | 100% | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 454 | 455 | 100% | |
| KAIST | 4 | 4 | 100% | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 202 | 205 | 99% | |
| Samsung SDS | 4 | 4 | 100% | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 58 | 61 | 95% | |
| Hyundai Mobis | 4 | 4 | 100% | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 22 | 100% | |
| SK Telecom | 3 | 4 | 75% | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 92 | 93 | 99% | |
| POSTECH | 3 | 3 | 100% | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 | 81 | 100% | |
| Naver | 3 | 3 | 100% | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 74 | 75 | 99% | |
| Hanwha Aerospace | 3 | 3 | 100% | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 54 | 58 | 93% | |
| Halla Holdings | 3 | 3 | 100% | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | 39 | 95% | |
| HP Inc. | 2 | 15 | 13% | 2 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 22 | 253 | 9% | |
| Seoul National University | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 131 | 131 | 100% | |
| 12CM, INC | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 119 | 119 | 100% | |
| Hanyang University | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 | 81 | 100% | |
| KT Corp | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 | 64 | 100% | |
| Inha University | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63 | 63 | 100% | |
| Kyungpook National University | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 | 52 | 100% | |
| KIST Korea | 1 | 1 | 100% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 47 | 47 | 100% | |

* Die Summe der Weltklassepatente in KI des Unternehmens. Davon der Anteil und die Anzahl, die am inländischen Standort erfunden worden sind.

** Sämtliche Erfinder des Patents wohnen in einem Land, d.h. die Forschung hat nur in dem genannten Land stattgefunden

*** Das Patent ist eine internationale Forschungskooperation mindestens aus zwei Ländern, darunter auch das genannte Land.

Fundierte Ergebnisse durch intelligente Vernetzung



EconSight - Wirtschaft neu denken

EconSight bietet Ihnen intelligente Analysen mit neuen Argumenten und Perspektiven als nachhaltige Entscheidungsgrundlage mit passgenauer Kommunikation. Die Zukunft kann nicht mit alten Analysemethoden und Datensammlungen angegangen werden. Es geht darum, intelligentere Ansätze zu nutzen, umfassend zu analysieren, Szenarien zu entwerfen und in Chancen und Risiken zu denken, um anschliessend die Komplexität zu reduzieren und mit neuen Argumenten zu überzeugen. EconSight will neu denken.

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum (IGE)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum (IGE), also das Schweizerische Patent- und Markenamt, ist für die Prüfung, Erteilung und Verwaltung gewerblicher Schutzrechte zuständig. Unter dem Label ip-search bietet das IGE seit über 30 Jahren weltweit Patent- und Markenrecherchen für IP-Inhaber, IP-Manager und Patentanwälte an. Fünfzig Patent- und Rechercheexperten nutzen die leistungsfähigsten Datenbanken, um Patentliteratur oder wissenschaftliche Literatur zu identifizieren, die für Sie von Interesse ist.

PatentSight GmbH - Wissenschaftliche Führung und anerkanntes Fachwissen

Die PatentSight Business Intelligence bietet Entscheidern und Patentexperten einzigartige, zuverlässige und relevante Einblicke in die Patentlandschaft in den Bereichen Benchmarking, F&E-Strategie, Trendfindung, M&A, Lizenzierung und Portfoliooptimierung. PatentSight ist bekannt für seine Entwicklung des Patent Asset Index™, einem neuen Ansatz zur Bewertung der Patentqualität und zur Bewertung von Patentportfolios. Der Patent Asset Index™ wird von Technologieführern anerkannt, um einen genauen Überblick über die Stärke, Qualität und den technologischen Wert von Patentportfolios zu geben und die Auswirkungen und die Effizienz der Investitionen eines Unternehmens in Innovationen aufzuzeigen.