

## Künstliche Intelligenz – Die digitale Revolution

### Kurz & klar

- Das Potenzial durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in der deutschen Industrie beläuft sich bis 2025 auf ca. 488 Mrd. Euro. Die inzwischen ausgereiften KI-Verfahren mit dem Kernelement des Machine Learning setzen sich immer mehr durch und eröffnen Unternehmen ungeahnte Möglichkeiten von der Prozessoptimierung bis hin zu Geschäftsmodellinnovationen.
- Auch wenn Unternehmen das Potenzial von KI-Technologien erkennen, ergeben sich insbesondere für KMUs Herausforderungen durch den Mangel an qualifizierten Fachkräften, dürftige Datenqualität und restriktive Datenschutzbestimmungen.
- Da der KI-Wertbeitrag langfristig exponentiell wächst, sollten sich auch in den entwickelten Volkswirtschaften positive Wachstumseffekte bemerkbar machen. Während sich die Wirtschaftsleistung bis 2035 schätzungsweise verdoppeln könnte, ist zugleich mit einem Beschäftigungsrückgang von bis zu 12% zu rechnen.
- Der Kampf um die KI-Vorherrschaft ist in vollem Gange. Europa droht den Anschluss an die USA und China zu verlieren.

### Was ist Künstliche Intelligenz und was sind die Kernelemente für Anwendungen?

- Keine allgemeingültige Definition von KI

Künstliche Intelligenz (KI) erlebt derzeit einen sehr großen Hype und ist in aller Munde. Aber was ist KI eigentlich genau? Eine allgemeingültige Definition existiert nicht, jedoch kann man es vereinfacht wie folgt ausdrücken: KI steht für Maschinen, die können, was der Mensch kann: hören, sehen, sprechen, lernen und Probleme lösen. In manchem sind Maschinen nicht nur schneller, sondern auch besser als der Mensch. Maschinen wurden bisher schon eingesetzt, weil sie Dinge besser bewältigen konnten als Menschen. Was macht KI dann so besonders?

- Alle bekannten Anwendungen fallen unter die Rubrik „schwache KI“

Generell wird bei den Systemen zwischen schwacher und starker KI unterschieden. Unter **schwacher KI** versteht man Maschinen, die eine einzelne menschliche kognitive Fähigkeit ersetzen können. Diese Systeme erfüllen eine konkrete Aufgabe und verhalten sich dabei intelligent. Beispiele hierfür sind Strategiespiele wie Schach, Sprach- oder Bilderkennung und Navigationssysteme. Alle derzeit existierenden Systeme fallen unter die Kategorie der schwachen KI. Eine **starke KI** wäre eine Maschine, die dieselben Fähigkeiten wie ein Mensch besitzt oder die menschlichen Fähigkeiten sogar übersteigt. Somit könnte ein System mit starker KI jede intellektuelle Aufgabe erledigen. Im Vergleich zur schwachen KI wäre dieses System intelligent und würde über ein Art Bewusstsein verfügen. Die Existenz von starker KI ist derzeit nicht bekannt. Chinesische Forscher (Feng Liu et al. 2017) haben 2016 Intelligenztests mit öffentlich und kostenlos zugänglichen schwachen KIs wie z.B. der Google KI oder Apples Siri durchgeführt. In der Spitze erreichten diese KIs Intelligenzquotienten (IQ) von etwa 47, was in etwa dem Niveau eines sechsjährigen Kindes entspricht. Für die Gebiete, in denen KI momentan eingesetzt wird, ist die Frage nach „echter Intelligenz“ aber gar nicht so wichtig. Bedeutend ist lediglich, wie gut ein System die Aufgabe,

für die es bestimmt ist, ausführen kann. Dafür sind allerdings bestimmte Fähigkeiten notwendig, die sich in die vier Bereiche „Wahrnehmen“, „Verstehen“, „Handeln“ und „Lernen“ aufteilen lassen:

- ✓ **Wahrnehmen:** Mithilfe dieser Fähigkeit werden Daten erzeugt, mit denen KI-basierte Systeme arbeiten. Dazu dienen Sensoren aller Art sowie Kameras und Mikrofone.
- ✓ **Verstehen:** Dieser Teil der KI ist die verarbeitende Komponente, von der die Systemsteuerung ausgeht. Die Verarbeitung der gewonnenen Daten erfolgt mithilfe von statistischen Analysen, Sprach-/Bildererkennung oder Machine Learning, die dann spezielle Regeln festlegen.
- ✓ **Handeln:** Dies ist die Ausgabekomponente der KI, die Befehle an angeschlossene Geräte gibt, Folgeprozesse auslöst oder andere Dinge wie Bilder, Übersetzungen und ähnliches ausgibt.
- ✓ **Lernen:** Dieser Bereich ist das Besondere an den gegenwärtigen KI-Technologien. Sie können während der Trainingsphase und auch im laufenden Betrieb aus Fehlern und Feedback aus den Bereichen „Verstehen“ und „Handeln“ lernen.

- ▶ Selbstlernende Algorithmen sind regelbasierten Systemen überlegen und schon heute im Einsatz

Sowohl beim „Verstehen“ als auch beim „Lernen“ spielt das **Machine Learning (ML)** eine zentrale Rolle. Anstatt eines Programms mit einer Anweisung gibt man dem Computer Beispieldaten. Vorprogrammierte Lernmethoden oder -algorithmen extrahieren daraus statistische Regelmäßigkeiten, die sie in Form von Modellen darstellen. **Algorithmen** stellen detaillierte Handlungsanweisungen dar, die schrittweise definieren, wie ein mathematisches Problem gelöst werden kann. Dazu nimmt ein Algorithmus alle Faktoren (die zuvor vom Anwender definiert werden müssen) zusammen und verknüpft diese in allen möglichen Varianten. Je mehr Trainingsdaten das Lernverfahren erhält, desto mehr kann es sein Modell verbessern. Insbesondere kann man auch noch im Betrieb Beispiele sammeln, damit der Lernalgorithmus das Modell weiter anpassen kann. Die Maschine lernt somit ständig weiter. Im Gegensatz zu rein regelbasierten Systemen ist es bei ML daher nicht unbedingt notwendig, für jeden neu auftretenden Einzelfall genaue Wenn-Dann-Regeln aufzustellen, die dann auf einen Datensatz angewandt werden. ML ist der Prozess, der bereits heute in vielen Diensten eingesetzt wird. Beispiele sind die Empfehlungssysteme von amazon.com, Netflix, YouTube, Spotify oder Suchmaschinen wie Google und Bing, Social Media Feeds wie Facebook und Twitter sowie Sprachassistenten wie Siri und Alexa. In all diesen Fällen sammelt jede Plattform so viele Daten wie möglich über ihre Nutzer - welche Formate gerne gesehen werden, auf welche Links geklickt wird, welche Songs bevorzugt gehört werden - und verwendet ML, um eine möglichst treffsichere Abschätzung darüber abzugeben, was Nutzer am liebsten konsumieren wollen. Bei der industriellen Produktion hilft ML, aus einer immensen Menge von Sensoren- und Prozessdaten komplexe Zusammenhänge zu entschlüsseln, Muster zu erkennen und neues Wissen zu generieren.

- ▶ Künstliche Neuronale Netze: Die Stars unter den ML-Verfahren

Zu den mächtigsten ML-Verfahren zählen **Künstliche Neuronale Netze (KNN)**. Diese simulieren die Informationsverarbeitung des Gehirns mithilfe von Neuronen. Neuronen sind im menschlichen Gehirn für die Weiterleitung und Verarbeitung von Signalen zuständig. Die Neuronen eines KNN sind in Schichten (Layers) angeordnet. Beginnend mit der Eingabeschicht nehmen die Input-Neuronen Information in Form von Mustern oder Signalen von der Außenwelt auf. Jede nachfolgende Schicht erhält den Output der vorhergehenden Schicht - und nicht mehr die Daten, die in den vorgelagerten Schichten verarbeitet wurden. Durch das Zusammenwirken mehrerer dieser Schichten können „neue“ Informationen gebildet werden, die eine Art abstrakte Repräsentation der ursprünglichen Informationen darstellen. Die Maschine entkoppelt sich im Zuge ihres Einsatzes zunehmend von den ursprünglichen Eingaben (Daten und Regeln). Die Entwickler des Netzwerkes sind daher

nicht oder oftmals nur bedingt in der Lage, nachzuvollziehen, was die Netze dabei überhaupt lernen oder wie sie zu einem bestimmten Ergebnis gekommen sind (sog. Black-Box-Charakter von KI-Systemen). Während ein einfacher Algorithmus jede Eigenschaft eines Datensatzes nacheinander analysiert, können in den Schichten des neuronalen Netzes alle Eigenschaften gleichzeitig analysiert werden. Daher eignet sich das Verfahren insbesondere für sehr große Datenmengen. Je mehr Zwischenschichten es gibt, desto tiefer ist das neuronale Netz, weshalb man auch vom **Deep Learning** (DL) spricht.

- Die Art des „Lernens“ kann stark variieren

Beim Machine Learning (ML) wird zwischen drei verschiedenen Varianten des Lernens unterschieden: überwacht, unbeaufsichtigt und verstärkt. Beim **überwachten Lernen** (auch: Supervised Learning; SL) werden die zu analysierenden Daten zuvor klassifiziert, um dem ML-System zu sagen, nach welchen Mustern es suchen soll. Nach diesem Prinzip wird z.B. das automatische Klassifizieren von Bildern mit Hilfe des Feedbacks eines Lehrers erlernt. Beim **unbeaufsichtigten Lernen** (Unsupervised Learning; UL) verfügt das KI-System über keine vordefinierten Zielwerte und muss Ähnlichkeiten und damit Muster in den Daten eigenständig erkennen. Daher müssen dem Algorithmus in einer vorgelagerten Trainingsphase auch keine exakten Zielvorgaben bereitgestellt werden. Das Ziel besteht darin, dass die Maschine Muster in den Daten oder Beziehungen zwischen den Eingaben selbstständig aufdeckt. UL wird daher auch zur Anomalie-Erkennungen bei Produktionsprozessen verwendet, um festzustellen, ob ein produziertes Teil die gewünschte Form/Beschaffenheit hat. Als **verstärkendes Lernen** (Reinforcement Learning) wird die Methode beschrieben, bei der ein Algorithmus durch Belohnung und Bestrafung lernt. Das System muss iterativ durch einen Trial-and-Error-Prozess eigenständig Lösungswege ausprobieren, um diese anschließend zu verwerfen und/oder weiterzuentwickeln. Dieses Lernkonzept wird häufig eingesetzt, wenn nur wenige Trainingsdaten vorliegen oder das ideale Ergebnis nicht klar definierbar ist. Es kommt auch zum Einsatz, wenn erst aus der Interaktion mit der Umwelt etwas gelernt werden kann. Die Robotik ist das klassische Anwendungsfeld des verstärkenden Lernens, denn die Aufgaben für Roboter sind häufig derart komplex, dass sie sich zum einen nicht einfach programmieren lassen und zum anderen keine Trainingsdaten verfügbar sind.

#### Verstärkendes Lernen (Reinforcement-Learning) - das Brettspiel GO

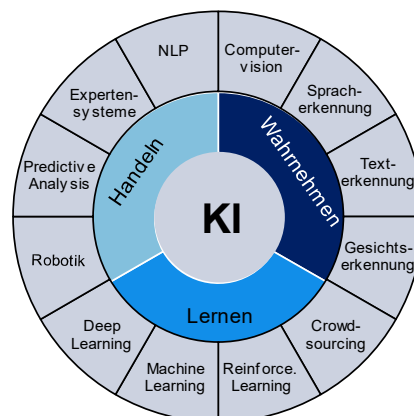
Das 2500 Jahre alte chinesische Brettspiel Go galt aufgrund seiner Komplexität (ein Schachspiel hat 64 Felder, Go dagegen 361) für lange Zeit als unmöglich für Computerprogramme zu erlernen. Nicht jeder mögliche Zug erklärt sich aufgrund einer Logik von Regeln. Immer wieder betonten die weltbesten Spieler, dass ihre Intuition das ausschlaggebende Element des Spieles sei. Im März 2016 trat der amtierende Go-Weltmeister Lee Sedol gegen die Google-Software AlphaGo an. Lee verlor vier von fünf Spielen gegen die selbstlernende, sich immer weiter verbessernde Software. Lee Sedol wurde immer wieder mit Zügen überrascht, die kein Mensch spielen würde. Zugleich hatte er allerdings auch immer wieder das Gefühl, gegen einen Menschen zu spielen. Während der Weltmeister „nur“ über ein gut trainiertes Gehirn verfügt, konnte AlphaGo auf zwei neuronale Netzwerke mit Millionen von Verbindungen zugreifen. Durch Trial-and-Error trainierte sich das neuronale Netzwerk selbst, um aus eigenen Erfahrungen zu lernen. Zwar war seit langem bekannt, dass für das Spiel Go zur Auswahl des nächsten Zuges Mustererkennungsverfahren für die jeweilige aktuelle Brettstellung angewendet werden sollten, allerdings scheiterten bis dato alle entsprechenden Versuche, diese erfolgreich zu implementieren. Googles auf KI-Forschung spezialisiertes Tochterunternehmen DeepMind verwendete Monte Carlo Tree Search (MCTS) zum Erzeugen von Trainingsdaten und Deep Learning zur Bewertung von Brettstellungen. Einige Monate später stellte Google AlphaGo Zero vor. Im Gegensatz zu ihrer Vorgängerversion brauchte die neue Variante keine Unmengen an Datensätzen mehr, um das komplizierte Brettspiel zu verstehen. Alles was die Entwickler taten, war der

KI die Grundregeln des Spiels beizubringen. Alles andere lernte die Maschine durch verstärkendes Lernen von ganz alleine, indem sie wieder und wieder gegen sich selbst spielte. Die Vorgängerversion, die den Weltmeister besiegte, war im Vorfeld mit den Daten aus rund 100.000 geführten Partien gefüttert worden und baute darauf ihr Know-how auf. Um nun selbstständig zu "lernen", führte die Software zu Beginn beliebige Züge auf dem Brett aus. Gewann sie das Match gegen sich selbst, prägte sich die KI die erfolgreichsten Strategien ein und spielte erneut. Nach drei Tagen Training war es der neuen Version AlphaGo Zero gelungen, ihren Vorgänger zu besiegen. Nach 40 Tagen lag die Gewinnwahrscheinlichkeit gegen die ausgereifteste Version der alten Software bei 90%.

- Predictive Analytics und Natural Processing Language stellen weitere beliebte Methoden dar

Zu den gängigsten Lernansätzen gesellen sich noch weitere KI-Methoden. Insbesondere die Bereiche Predictive Analytics und Natural Language Processing stehen dabei in der Unternehmensanwendung stärker im Vordergrund. **Predictive Analytics** (prädiktive Analyse) ist eine Analysemethode, die sowohl neue als auch historische Daten zur Prognose von Aktivitäten, Verhalten und Trends verwendet. Analytisches Kundenbeziehungsmanagement (CRM) ist eine häufige kommerzielle Anwendung der prädiktiven Analyse. Dagegen versucht die **Natural Language Processing (NLP)**, natürliche Sprache zu erfassen und mithilfe von Regeln und Algorithmen computerbasiert zu verarbeiten. Ziel ist es, eine möglichst weitreichende Kommunikation zwischen Mensch und Computer per Sprache zu schaffen. Dadurch sollen sich sowohl Maschinen als auch Anwendungen per Sprache steuern und bedienen lassen. Der NLP-Ansatz wird bereits breitflächig angewendet. So nutzen Übersetzungstool wie z.B. Google Translate und DeepL sowie Sprachdialogsysteme (Interactive Voice Response) in Navigationssystemen oder auch in Call-Centern/Kundenchats (bei denen zunächst ein Computer mit dem Kunden kommuniziert und lediglich bei aktuell noch komplexeren Anliegen auf einen menschlichen Ansprechpartner weitergeleitet wird, um das Problem zu erfassen) diese Technologie. Intensiv eingesetzt wird NLP auch bei persönlichen Assistenten wie OK Google, Amazons Alexa oder Apples Siri. Das sog. Textmining, welches z.B. von Kundenbeschwerden zur Klassifikation des Problems oder Sentiment-Analysen zur Vorhersage von Aktienkursen genutzt wird, wird auch immer populärer. Bei der Sentimentanalyse (Sentiment Mining) können Data Scientists z.B. auch die Kommentare auf Social-Media-Seiten automatisch bewerten. Auf diese Weise sehen sie, wie gut oder schlecht die Marke ihres Unternehmens bewertet wird.

Die derzeit bestimmenden KI-Methoden im Überblick



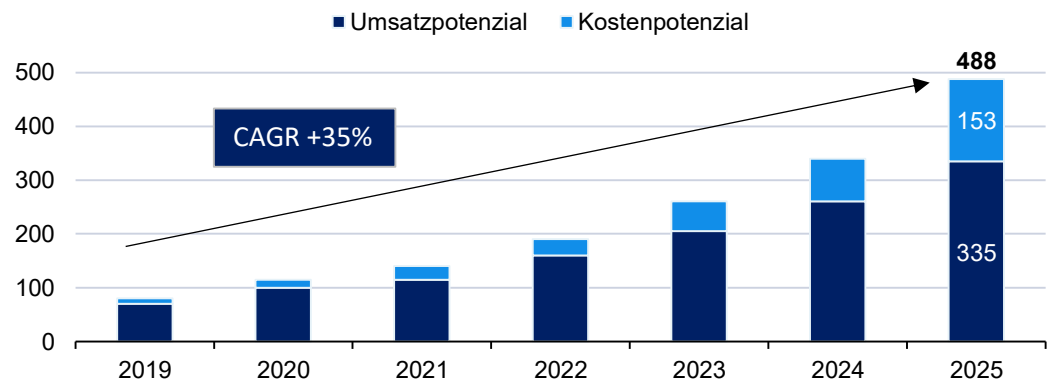
Quelle: BayernLB Research

## Anwendungsfelder und Potenziale von KI-Technologien für Unternehmen

- KI bietet weitaus mehr als nur Kostensenkungspotenzial

Die KI-Technologie bietet großes Potenzial, um die industrielle Produktion qualitativ zu verbessern. Anfallende Daten aus Maschinen, Qualitätsprüfungen und Sensoren werden mithilfe von Algorithmen genutzt, um neben einer teils signifikanten Kostenreduktion gleichzeitig eine Verkürzung der Produktionszeit und Erhöhung der Robustheit der Abläufe zu erzielen. Anwender versprechen sich zudem Nachhaltigkeitspotenziale durch Einsparung von Ressourcen, Optimierung des Energieeinsatzes und die verbesserte Koordination von Logistikabläufen. Jedoch soll durch KI nicht nur menschliche Verhalten kopiert werden, sondern es soll durch den Einsatz von KI-Technologien die Effizienz und Effektivität industrieller Prozesse erweitert werden. Gleichzeitig erlaubt KI im Vergleich zur reinen Automatisierung Produktentstehungs-, Produktionsabläufe und angrenzende Prozesse von Grund auf neu zu gestalten, die eigenen Produkte und Dienstleistungen durch oder mit KI anzureichern und/oder neuartige Geschäftsmodelle zu implementieren. Daher ist der Blick auf eine reine Optimierung der Kostenseite zu kurzfristig.

Der Einsatz von KI bietet deutschen Unternehmen selbst kurzfristig erhebliches Potenzial in Mrd. Euro, CAGR = Compound Annual Growth Rate



Quelle: Arthur D. Little, eco, BayernLB Research

- KI-Technologien sind reif, um auch nachhaltig in Geschäftsprozesse eingebunden zu werden

KI wird für das Verarbeitende Gewerbe, welches im Zuge der Digitalisierung einen grundlegenden Wandel durchläuft, eine zentrale Rolle spielen. Um langfristig wettbewerbsfähig zu sein, müssen die Unternehmen evaluieren, wie schnell sie ihre vorhandene Infrastruktur mit ihren Automationssystemen in neue Plattformen und Optimierungsansätze einbinden können. Der KI-Einsatz läuft in vielen Unternehmen noch recht spärlich, und die Entwicklung von neuen Geschäftsfeldern ist bislang stark auf die IT-Branche fokussiert. Heute sind laut eco (dem Verband der Internetwirtschaft) in Deutschland über ca. 150 spezifische Anwendungen von KI zur Unterstützung von Geschäftsprozessen bekannt, von denen ein Drittel davon bis 2025 zum alltäglichen Geschäftsbetrieb gehören werden. Dabei wird KI die Mitarbeiter unterstützen und den Grad der Automatisierung in manuellen und repetitiven Tätigkeiten um mindestens 50% steigern. Neben dem gestiegenen Autonomiegrad im Vergleich zum letzten Jahrzehnt ist man im Reifeprozess aktuell so weit, dass die KI-Technologien nicht nur mehr ein Nebenprodukt der Digitalisierung sind, sondern dabei sind, eine „digitale“ Revolution (oftmals sprechen Experten von der vierten industriellen Revolution) auszulösen.

Die Entwicklungsstufen der Digitalisierung

Industrielle Revolution 4.0				
	1980er	2000er	2010er	2020er
	Maschinenautomation	Self-Service-Technologie	Smarte Roboter	Smarte Roboter
Zentrale kognitive Technologien	- Steuerungssysteme - Mikroprozessoren - Minicomputer - gesteuerte Roboter	- Mobile Apps - Kioske - Online	- Sprach- und Bilderkennung - Smarte Sensoren	- Neuronale Netze - Maschinelles Lernen - Deep Learning
Evolution kognitiver Fertigkeiten	Einsatz von <b>Steuerungssystemen</b> für Maschinen zur Minimierung der menschlichen Intervention	<b>Self-Service-Systeme</b> , die in der Werkhalle auf Knopfdruck vorprogrammierte Befehle ausführen können	<b>KI-basierte Roboter</b> , die eng mit Menschen zusammenarbeiten und deren Verhalten erlernen können	<b>Kognitive Maschinen</b> sind Systeme, die ohne menschliche Intervention aus Erfahrungen lernen, Probleme lösen und Entscheidungen treffen können

Quelle: Frost & Sullivan, BayernLB Research

Die Vorteile von KI erstrecken sich dabei von der Produkt- über die Prozess- bis hin zur strategischen Ebene. Auf Prozessebene lässt sich KI dazu verwenden, operative Anforderungen zu automatisieren und ihre Umsetzung zu verbessern. In diesem Fall läge der Fokus der Automatisierung stärker intern, also auf der Organisation selbst. Die Arbeit wird schneller, billiger, mit weniger Aufwand und einem maximalen Effizienzgrad erledigt, was sich in höheren Erträgen niederschlägt.

USE CASE: BMW

Erstmals werden Algorithmen für die Lackierung von Fahrzeugen im Rahmen eines Pilotprojekts bei der BMW Group eingesetzt. Konkret soll die Technik dabei helfen, die gesamte Oberfläche eines fertig lackierten Automobils auf kleinste Staub-Einschlüsse und andere Fehler zu untersuchen. Problematisch erweist sich der Anteil von feinsten Staubpartikeln in der Lackierstraße, da diese in Abhängigkeit der angesaugten Umgebungsluft trotz moderner Filtertechnik stärker schwanken können. Wenn die Staubbelastung über dem Grenzwert liegt, könnte die lackierte Oberfläche optisch beeinträchtigt werden. Jede frisch lackierte Karosserie passiert in der Lackiererei eine automatische Oberflächeninspektion. Die Daten aus dieser Kontrolle sind die Grundlage für den Aufbau einer umfassenden Datenbank zur Staubpartikel-Analyse. Die Sensorik wurde dabei anhand perfekter Ergebnisse trainiert und kann jede Abweichung vom gewünschten Ideal automatisiert erkennen. Der Algorithmus überwacht mehr als 160 Merkmale der Karosserie und kann die Qualität des Lack-Auftrags mit großer Genauigkeit vorhersagen. Die selbstlernende Software ist außerdem in der Lage, im Lauf der Zeit immer präziser zwischen tatsächlichen Problemstellen und möglicherweise falsch erkannten Fehlern zu unterscheiden. Mit zunehmender Datengrundlage wird die Fehler-Erkennung so immer präziser, sodass nach relativ kurzer Zeit praktisch keine Fehler mehr übersehen werden. Sollten bei länger anhaltender Trockenheit die Staubwerte ansteigen, erkennt der Algorithmus diesen Trend rechtzeitig und errechnet den Zeitpunkt für den Filterwechsel neu. In Kombination mit weiteren Analysetools lassen sich zusätzliche Muster erkennen. Ein Analyseergebnis könnte etwa sein, dass die Anlage, die die Karosserien mit Straußenfedern von Staubpartikeln befreit, neu justiert werden muss. Voraussetzung für einen späteren Serieneinsatz dieser KI-Anwendung ist derzeit eine noch breitere Datenbasis für den Algorithmus.

Auf strategischer Ebene kann KI elementare Informationen für Managemententscheidungen liefern. So ist es z.B. für den Handel (Konsumgüter & Lebensmittel) von enormer Bedeutung, Marktchancen und Marktrisiken frühzeitig zu erkennen und die Planung entsprechend auszurichten. Die größte Herausforderung ist, die tatsächlich nachgefragte Menge so exakt wie möglich im Vorfeld zu kennen. Voraussetzung für genaue Absatzprognosen ist die Verfügbarkeit von messbaren Daten und entsprechenden Datenquellen. Genaue Absatzprognosen verschaffen Unternehmen einen Vorlauf, der ihnen den entscheidenden Vorteil bringen kann und für die strategische Planung (z.B. die Frage über Geschäftsausweitung) elementar sein kann.

#### USE CASE: OTTO

Das Handelsunternehmen Otto bietet auf seiner Plattform neben eigenen Marken auch Partnerprodukte an. Wie bei anderen E-Commerce-Unternehmen auch, verursachen Rücksendungen von Waren sehr hohe Kosten von mehreren Millionen Euro. Eine Analyse der verfügbaren Daten ergab, dass Kunden, die ihre bestellte Ware innerhalb von zwei Tagen erhalten, im Schnitt weniger zurücksenden. Daher erwiesen sich insbesondere die Fremdprodukte als Problem, die eine Lieferdauer zwischen fünf und sieben Tagen hatten. Die Warendisposition seiner Partnerprodukte wurde daher umgestellt und automatisiert mithilfe von Software von Blue Yonder (damals Teil der Otto Group) abgewickelt. Gerade bei Modeartikeln, aber auch bei Multimedia-Ware sind für treffsichere Prognosen über den Abverkauf eine Vielzahl von Faktoren wichtig. Otto setzte einen Deep Learning-Algorithmus ein und analysierte rund drei Milliarden Datensätze und 200 Variablen, darunter erfolgte Transaktionen, Suchanfragen auf der Otto Website und Wettervorhersagen, um daraus eine Vorhersage über die Käufe der nächsten Woche abzuleiten. Das KI-System erwies sich als ausgesprochen erfolgreich. Es sagt mit einer Genauigkeit von 90% vorher, was innerhalb der nächsten 30 Tage verkauft werden wird. Daher können nun monatlich rund 200.000 Artikel im Voraus bestellt werden und Bestellungen schneller und in einer einzigen Sendung verschickt werden. Mit der Implementierung von automatisierten Bestellentscheidungen hat es das Unternehmen geschafft, die Lieferfrist auch bei Fremdprodukten auf ein bis zwei Tage zu verkürzen. Damit sorgt der Multichannel-Anbieter für eine größere Kundenzufriedenheit und wachsende Nachfrage. Zudem werden durch weniger Pakete auch die Umweltbelastungen deutlich reduziert.

Des Weiteren können gewonnene Informationen zur Einführung eines neuen Produkts oder Geschäftsmodells genutzt werden. Dieser Mehrwert von KI ist bislang oftmals noch kaum in den Nutzenschätzungen beinhaltet. Aufgrund der signifikant gestiegenen Verfügbarkeit von Daten sowie der immer günstigeren Speicher- und Rechenleistungen ist der Weg für eine neue Welle von Geschäftsmodellinnovationen geebnet: Mit moderaten Investitionen können heute bei vorhandenem selbstlernende KI-Systeme aufgebaut werden, die neue Möglichkeiten der Wertschöpfung in neuen Produkten und Dienstleistungen bieten.

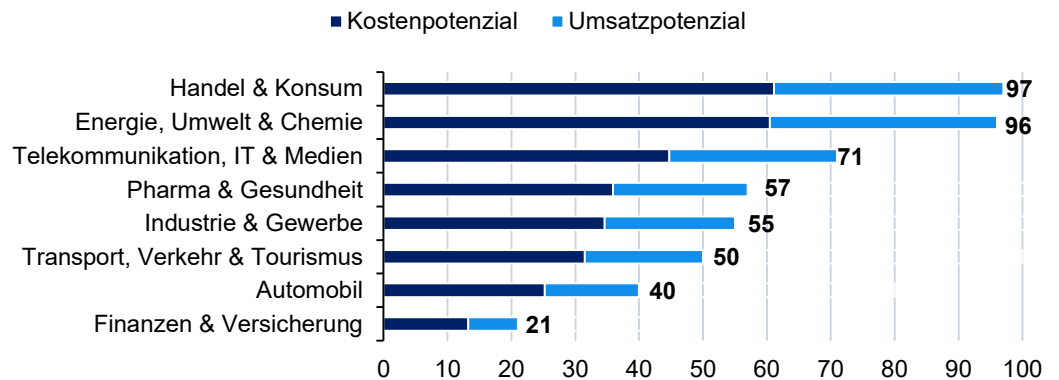
USE CASE: B.Braun

Häufig entwickeln Patienten nach einer komplizierten Operation oder durch einen Unfall mit polytraumatischen Auswirkungen eine stressbedingte temporäre Immunität gegen das körpereigene Hormon Insulin. Diese Resistenz erhöht generell die Mortalität und Morbidität. Space GlucoseControl (SGC) ist weltweit das einzige computerbasierte Entscheidungs-Unterstützungs-System für eine intensive Insulintherapie. Das SGC ist in ein Infusionssystem integriert und berechnet den optimalen Insulinbedarf für das nächste Therapieintervall. Dabei fließen der Therapieverlauf, der aktuelle Blutglukosewert, die Ernährung (Anteil der Kohlenhydrate) sowie die Insulinresistenz in die Kalkulation mit ein. Das System passt sich kontinuierlich an die Reaktion des Patienten an wie z.B. bei einer Veränderung der Ernährung. Wenn die nächste Glukosemessung ansteht, löst das System einen Erinnerungsalarm aus. Wenn der Glukosewert über einen Blutgasanalysator oder durch das Labor gemessen wurde, wird dieser als Parameter für die Neuberechnung am SGC-System eingegeben. Der Algorithmus berechnet eine neue Insulinrate sowie den nächsten erforderlichen Messzeitpunkt. Der Einsatz von SGC ist für das Unternehmen ein KI-basiertes Produkt-Geschäftsmodell. Bereits jetzt benutzen diverse Krankenhäuser das Produkt, um ihre Prozesse zu verbessern. Mithilfe von KI konnte ein etabliertes Medizintechnikunternehmen ein neuartiges Produkt auf dem Markt etablieren.

- Der KI-Wertbeitrag steigt langfristig exponentiell

Nach einer Studie der Unternehmensberatung Arthur D.Little wird der KI-Wertbeitrag in Deutschland bis zum Jahr 2035 exponentiell steigen. Während der Wertbeitrag der Digitalisierung in den letzten 40 Jahren relativ linear verlief, wächst der Beitrag durch KI um 200% schneller. KI-Anwendungen sind dabei, alle Branchen nachhaltig zu beeinflussen und dies wird mittel- bis langfristig auch in sämtlichen Dimensionen der deutschen Wirtschaft spürbar sein.

Die Potenziale über den KI-Einsatz erstreckt sich über alle Branchen  
in Mrd. Euro, Potenziale bis 2025 in Deutschland



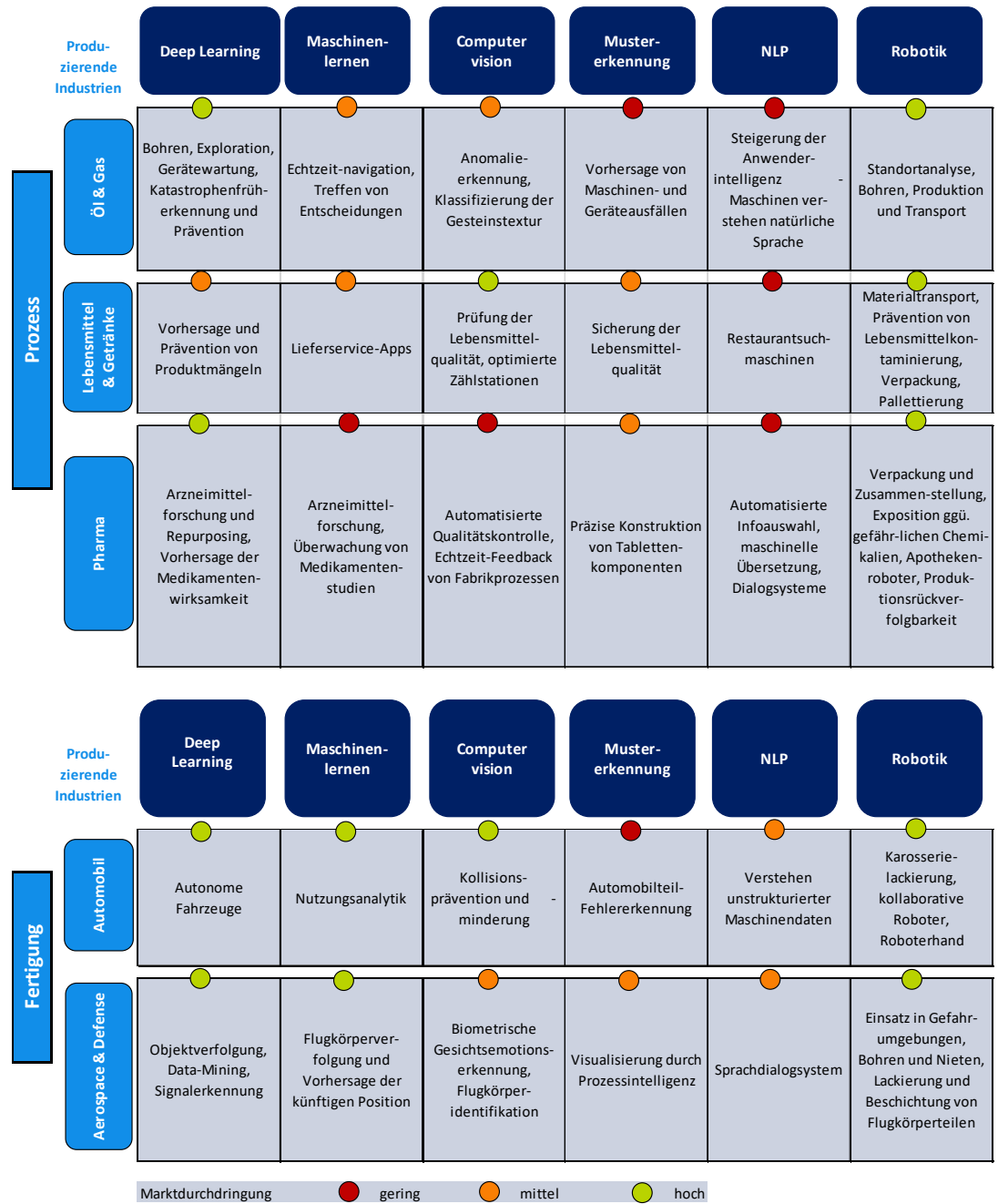
Quelle: Arthur D. Little, eco, BayernLB Research

- Bisher nutzen nur wenige deutsche Unternehmen KI-Methoden

Der größte Effekt wird im Bereich Handel & Konsum sowie im Bereich Energie, Umwelt & Chemie erwartet. Im Jahr 2019 setzten laut BMWi rund 17.500 Unternehmen in Deutschland Verfahren der KI in ihrem Unternehmen ein. Dies entspricht lediglich einem Anteil von 5,8%, der noch zudem stark auf größere Unternehmen konzentriert ist. Auf der folgenden Übersicht sind die für die unterschiedlichen Branchen exemplarischen Stellgrößen angegeben, bei denen eine jeweilige KI-Technologie ansetzen kann bzw. dies bereits tut.



Beispiele für den Einsatz von KI-Technologien in unterschiedlichen Branchen



Quelle: Frost & Sullivan, BayernLB Research

## Aktuelle Problemstellungen beim KI-Einsatz in Unternehmen

- ▶ Unternehmen erkennen das KI-Potenzial

Die mittel- und langfristigen Potenziale von KI können nur dann ausgeschöpft werden, wenn die Unternehmensführungen die richtigen Weichenstellungen vornehmen. Auch wenn viele Entscheider die Bedeutung zunehmend erkennen (laut einer Umfrage des Bundesverbands Digitale Wirtschaft (BVDW), geht die Hälfte aller befragten Personen in unterschiedlichster Branchen davon aus, dass ihr Unternehmen ohne den Einsatz von KI 2025 schon nicht mehr mit der Konkurrenz mithalten kann), sehen sich Unternehmen, die nicht in der IT-Branche verankert sind, vor diversen Herausforderungen. Im Folgenden diskutieren wir die wichtigsten Problemstellungen, die den Einsatz von KI vor allem bei kleineren Unternehmen behindern.
- ▶ Fachkräftemangel und unzureichende Anwendungsfälle stellen ein großes Problem dar

Neben Fachkräften fehlt deutschen Unternehmen (insbesondere aus dem Mittelstand) die Infrastruktur zur Entwicklung von Anwendungsfällen, um die Potenziale zu heben. Dies kann sich zu einem Teufelskreis entwickeln, wenn die Unternehmen nicht ausreichend (oder falsch) in KI-Dateninfrastruktur sowie Hardware investieren, ohne die exakten Anforderungen für bestimmte Anwendungsfälle zu kennen. Dadurch fühlen sich erfahrene Programmierer und Data Scientists oftmals nicht von den ausgeschriebenen Positionen angesprochen. Häufig führt dies dazu, dass Personen mit falschen Kompetenzprofilen eingestellt werden, die nicht in der Lage sind, eine systematische KI-Strategie aufzubauen. Da es für KMUs ohnehin schwierig ist, um die fähigsten Köpfe zu konkurrieren, sollte langfristig die Weiterbildung und Umschulung von Mitarbeitern an Relevanz gewinnen.
- ▶ Eine mangelnde Datenbasis entpuppt sich häufig als Herausforderung

Ein weiteres Problem stellt die mangelnde Datenbasis dar. Während große Unternehmen, die in ihrer Industrie seit langem etabliert sind, lange und relativ gute Datenhistorien (siehe Use Case BMW) aufweisen können, ist das Datenpotenzial bei KMUs geringer. Der Digitalisierungsgrad des Unternehmens spielt dabei eine zentrale Rolle. Ist z.B. die Produktionsstraße noch nicht durchgängig mit Sensorik ausgestattet (oder ist diese veraltet), werden weniger Daten gesammelt. Für viele (aber nicht für alle) Methoden der KI ist es aber wichtig, die KI-Systeme mit vielen Daten zu trainieren. Eine ausreichende Datenbasis ist in diesen Fällen eine notwendige Bedingung für ein KI-System. Falls eine ausreichende Datenbasis gegeben ist, bedeutet dies nicht, dass ein „selbstlernendes System“ nach Implementierung keinen Handlungsbedarf mehr benötigt. Unternehmen müssen alle Anwendungsfälle umsichtig pflegen, weil jedes KI-Projekt iterativ entwickelt wird. In der Regel beginnen Entwickler-Teams zuerst mit einem vorläufigen Datensatz, erstellen erste Modelle und evaluieren die Resultate. Je nach Ergebnis wiederholen sie den Prozess und werten das Modell erneut aus. Die Herausforderung der laufenden Anpassung bleibt bestehen, auch wenn das Modell schon in der Produktion im Einsatz ist. Es besteht ein kontinuierlicher Bedarf, die Daten zu aktualisieren, weil sich z.B. das Kundenverhalten über die Zeit ändern kann. Ein Geschäftsmodell, dem eine KI-Anwendung zugrunde liegt, muss laufend gepflegt und weiterentwickelt werden, da die Qualität von KI-Anwendungen über den Zeitablauf erodieren kann, weil z.B. neue Entscheidungsparameter dazukommen, die von der existierenden KI nicht berücksichtigt werden.
- ▶ Datenschutz und Sicherheitsbedenken führen zu zögerlichem Handeln

Bedenken bei der Sicherheit des Datenbestandes sind ein weiteres Problem. Das Offenlegen von teils sensitiven Produktions- oder Absatzdaten führt dann schließlich zu zum Teil irrationalen Argumenten, die die Unternehmen davor zurückschrecken lassen, Investitionen in KI-Lösungen zu tätigen. Gleiche Bedenken waren auch zu Beginn der letzten Dekade beim Trend Cloud Computing zu beobachten (Sind unsere Daten auf der Cloud sicher?). Gepaart mit der großen Unsicherheit, wie im Sinne der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) gehandelt werden kann, wird die Nutzung von KI-Technologien, die auf der Verarbeitung großer Datenmengen basiert, oftmals gar nicht erst oder nur bedingt

in Betracht gezogen. Die Vermittlung der Grundlagen und Funktionsweise der KI-Technologien kann hier zum Aufbau von Vertrauen beitragen.

- ▶ Investitionen alleine reichen nicht; neue Organisations- und Prozessstrukturen sind notwendig

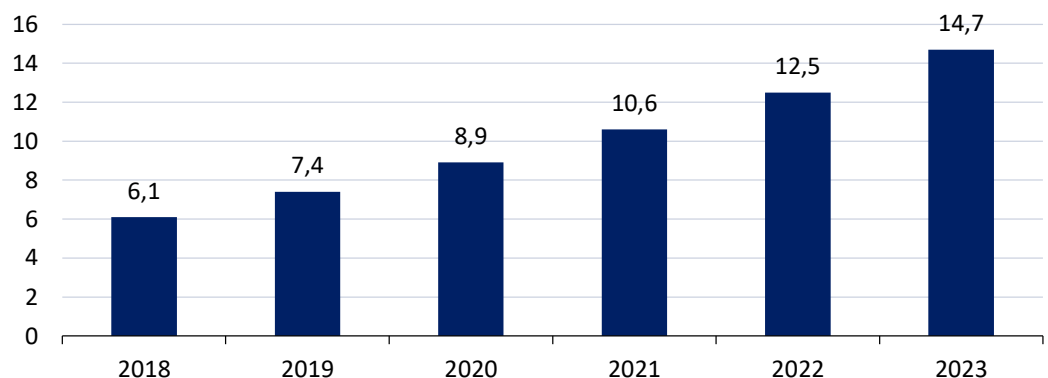
Hohe Investitionen in die Infrastruktur sind kein Allheilmittel. Sie münden nicht unbedingt in das gewünschte Ergebnis. Nicht nur die Hardware muss sich eignen, sondern auch die damit verbundene Organisation und die Prozesse müssen stimmen, um KI-Geschäftsmodellinnovationen erfolgreich umzusetzen. Die Unternehmensführungen sollten die Implementierung stufenweise angehen. Es gilt die Chancen und Risiken dieser Technologie für das eigene Unternehmen und die eigene Branche vertiefend zu analysieren. Neben der Schaffung eigener KI-Kompetenzen durch die Gewinnung neuer wie auch durch die Schulung vorhandener Mitarbeiter oder die Sicherung des Zugriffs auf externe Ressourcen stellt die Definition des Zielkorridors eine weitere Grundvoraussetzung dar. Dies kann auf eine Prozessoptimierung, die Entwicklung von Produkt- und Service-Innovationen oder die Erschließung neuer Geschäftsfelder ausgerichtet sein. Daneben ist der Aufbau eines eigenen Daten-Eco-Systems durch die Schaffung einer ausgewogenen und großen Datenbasis zum Training der Algorithmen elementar. Diese Schritte erfordern oftmals gravierende Veränderungen der Organisationsstruktur. Daher ist die Vorbereitung eines Change-Managements wichtig, um das gesamte Unternehmen und jeden einzelnen Mitarbeiter mit auf die KI-Reise zu nehmen.

### Wird KI langfristig für einen Wachstumsschub sorgen?

- ▶ Daten sind das neue Öl - Kann der KI-Motor für einen Wachstumsschub sorgen?

Die letzte größere technologische Innovation in den meisten entwickelten Ländern fand ab den 1960er Jahren statt. Die großen Umwälzungen mit der Einführung der Computertechnologie, und den daran anschließenden Erfindungen von besseren Mikroprozessoren, der Massenproduktion von PCs und den dann ab diesem Jahrtausend explodierenden Speicher- und Rechenkapazitäten, haben zweifelsohne die Industrielandschaften gravierend verändert. In Kombination mit dem Siegeszug des Internets, der Smartphones und anderer mobiler Endgeräten wurde der Schritt ins digitale Informationszeitalter vollzogen. Die schier unglaubliche Masse an Daten von allen aktiven Endgeräten (Cisco schätzt das ab 2023 14,7 Mrd. vernetzte Geräte weltweit operieren), die weiterhin exponentiell steigt, läutet das Zeitalter von Big Data ein und ist die Grundlage für den zunehmenden Einsatz von KI. Mit zunehmender Konvergenz diverser transformativer Technologien stellt sich die Frage, ob die positiven Impulse aufgrund der hohen Durchdringungskraft der Universaltechnologie KI in alle Lebensbereiche auch auf Makro-Ebene zu erwarten sind.

Der automatisierte Informationsaustausch zwischen Endgeräten wird sich signifikant steigern in Mrd. Einheiten Endgeräte (Maschinen, Automaten, Fahrzeugen oder Containern etc.)

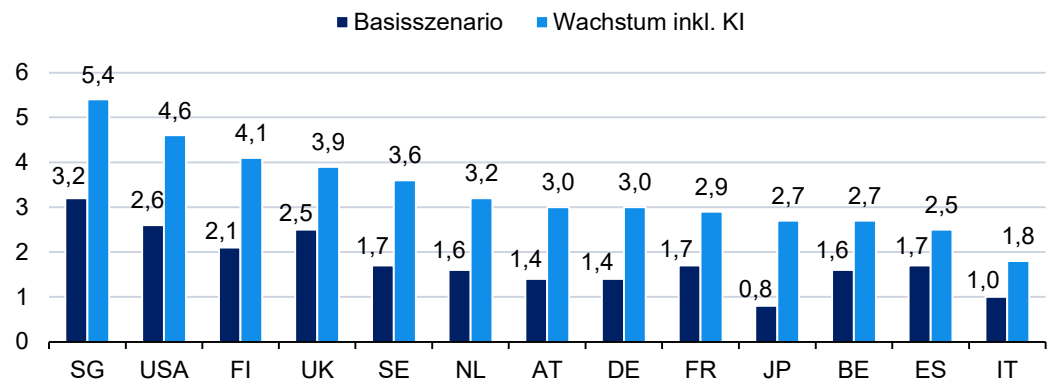


Quelle: Cisco, BayernLB Research

- ▶ Accenture geht davon aus, dass Volkswirtschaften ihr Wachstum mithilfe von KI bis 2035 verdoppeln können

Eine der bekanntesten Untersuchungen zu diesem Thema wurde von Accenture (2017) vorgelegt. In der Studie wird KI als Mischform zwischen Kapital und Arbeit angesehen. KI kann Arbeitsaktivitäten in viel größerem Umfang und mit viel größerer Geschwindigkeit reproduzieren und sogar einige Aufgaben erfüllen, die über die Fähigkeiten des Menschen hinausgehen. Dazu kommt die Fähigkeit, schneller als der Mensch zu lernen. Durch den Einsatz virtueller Assistenten können zum Beispiel 1.000 Rechtsdokumente in wenigen Tagen geprüft werden, anstatt dass drei Personen sechs Monate für die Bearbeitung benötigen. Die Studie gibt Einblicke in das wirtschaftliche Potenzial von KI in 13 Industriestaaten, die zusammen für etwa die Hälfte der globalen Wirtschaftsleistung verantwortlich sind. Im Ergebnis wird sich die jährliche Wertschöpfung durch den KI-Einsatz in den meisten untersuchten Volkswirtschaften bis 2035 in etwa verdoppeln. Insbesondere sticht Japan mit einer Verdreifachung der Wachstumsprognose von 0,8 auf 2,7% hervor. In Belgien, Spanien, Frankreich und Italien fällt der prognostizierte Wachstumsschub durch KI dagegen vergleichsweise moderat aus.

Der „neue“ Faktor KI wirkt sich in allen Volkswirtschaften signifikant auf das Wachstum aus  
Durchschnittliches BIP-Wachstum bis 2035



Quelle: Accenture, BayernLB Research

- ▶ Die meisten Studien gehen langfristig von teils signifikanten Impulsen durch die KI-Implementierung aus

Die Beratungsfirma kalkuliert, dass der KI-Einsatz die Arbeitsproduktivität in den untersuchten Ländern bis zum Jahr 2035 um bis zu 40% steigern kann. Für Schweden (37%), Finnland (36%), die USA (35%) und in Japan (34%) werden signifikante Produktivitätszuwächse erwartet. Die geringsten Auswirkungen auf die Produktivität der Beschäftigten gäbe es hingegen in Spanien (+11%) und Italien (+12%). Weitere breit angelegte Studien kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Das McKinsey Global Institute (2018) kommt zu dem Schluss, dass die Verbindung von KI und Industrierobotern die globale Produktivität bis zum Jahr 2030 um 1,2 Prozentpunkte jährlich steigern könnte. Dabei wird angenommen, dass 70% aller Unternehmen mindestens eine Art von KI-Technologie einführen und weniger als die Hälfte aller großen Unternehmen die gesamte Bandbreite der KI-Technologien einsetzt. Die Unternehmensberatung PwC (2017) schätzt, dass die Verbreitung von KI einen Anstieg des globalen BIP um 14% (ca. 15,7 Billionen USD) bis 2030 zur Folge haben könnte. Alle Studien haben gemein, dass der KI-Einsatz kurzfristig eine langsame Belebung mit sich bringt (bedingt durch die notwendigen Investitionen, die mit dem Lernen und dem Einsatz der Technologie verbunden sind), bevor der Wachstumsbeitrag um das Jahr 2030 mindestens drei- oder mehrmals höher als in den nächsten fünf Jahren ausfällt.

- ▶ Entscheidend sind Zusammenspiel und Zeitraum

Dass die KI-Effekte auf Makro-Ebene durchaus kontrovers diskutiert werden, zeigt die Sichtweise des US-Ökonomen Gordon (2015), der das produktivitätssteigernde gesamtwirtschaftliche Potenzial für überschätzt hält und auch langfristig mit niedrigen Wachstumsraten (säkulare Stagnation) rechnet. Die kritische Betrachtungsweise sieht die Implementierung der KI-Technologie nur als einen weiteren Schritt in der laufenden Automatisierung.

Gordon geht in seiner Argumentation soweit, dass er KI und der intelligenten Robotik nicht annähernd so signifikant positive Effekte zuschreiben würde wie z.B. durch die tiefgreifenden Veränderungen von früheren „großen Erfindungen“ (z.B. Mikroprozessor). Legt man z.B. die Produktivitätsdaten seit Ende 1990er zugrunde, eine Phase in der das Internet seine rasante Verbreitung erlebte, erkennt man keinen Produktivitätsanstieg. Auch Brynjolfsson et al. (2017) weisen darauf hin, dass sich die Produktivitätswachstumsraten in den OECD-Staaten im letzten Jahrzehnt trotz zunehmender Automatisierung nicht spürbar erhöht haben. Brynjolfsson führt vier mögliche Gründe dafür an: (1) überzogene Erwartungen, (2) statistische Messfehler, (3) Umverteilungseffekte sowie (4) zeitliche Verzögerungen in der Umsetzung. Dabei spielt die zeitliche Verzögerung für ihn die zentrale Rolle. Hinzu kommt die Notwendigkeit ergänzender Innovationen, die das volle Potenzial einer Technologie erst erschließen und Produktivitätswachstum generieren. Als Beispiele dienen hier z.B. Cloud Computing und Online-Retailing, welche bereits seit den 1990er Jahren zugänglich sind, aber sich erst in der letzten Dekade zunehmend durchgesetzt haben.

- ▶ Negativer Beschäftigungseffekt erst langfristig zu erwarten

Einhergehend mit dem verstärkten Einsatz von KI-Technologien stellt sich auch die Frage über zukünftige Veränderungen der Beschäftigung. Eine Mehrheit der Studien geht davon aus, dass eine signifikante Anzahl heute ausgeübter Berufe ein hohes Automatisierungsrisiko aufweisen und deshalb langfristig nicht zukunftsfähig sein dürften. Die Bandbreite beim Ausmaß der gefährdeten Jobs liegt mit 6 bis 70% über unterschiedliche Regionen dabei sehr hoch. Viele der Studien wählen einen berufs-basierten Ansatz, der sich dadurch auszeichnet, dass im ersten Schritt einzelne Berufe in ersetzbar oder nicht-ersetzbar eingeteilt werden. Weitaus zielführender sind allerdings sogenannte tätigkeitsbasierte Ansätze, welche einzelnen Tätigkeiten (statt Berufen) Automatisierungswahrscheinlichkeiten zuordnen. Auf Basis dieses tätigkeitsbasierten Ansatzes kommt z.B. die Studie von Bonin et al. (2015) zu dem Ergebnis, dass neun bzw. zwölf Prozent der Arbeitsplätze in den USA und Deutschland in den nächsten 20 Jahren wegfallen werden. Im Gegensatz dazu kommen Studien, die sowohl Beschäftigungsverluste als auch -gewinne betrachten, zu deutlich optimistischeren Ergebnissen. Das McKinsey Global Institute kommt zu dem Schluss, dass bis 2030 rund zehn Millionen Arbeitsplätze zusätzlich entstehen werden; davon werden aber rund neun Millionen Beschäftigte aufgrund von Automatisierungsprozessen eine andere Tätigkeit ausüben. Ungeachtet der Differenzen bei den Studien geht die Mehrheit der Forschung davon aus, dass Automationsrisiken entscheidend von der Art der Tätigkeit abhängen. Besonders betroffen von Automatisierung sind demnach Tätigkeiten in der Produktion, Administration, im Verkauf sowie in Logistik- und Transportdienstleistungen, die einen hohen Routineanteil aufweisen. Im Gegensatz dazu haben Tätigkeiten, die das Verstehen und Wahrnehmen unregelmäßiger, nicht linearer Probleme voraussetzen, wie z.B. Reparaturtätigkeiten, ein mittleres Risiko, automatisiert zu werden. Am wenigsten betroffen von Automatisierung sind Tätigkeiten, die Kreativität und soziale Intelligenz bzw. Fähigkeiten erfordern, wie etwa Tätigkeiten in Bildung, Wissenschaft, Kunst, Medien oder dem Gesundheitswesen.

### Das globale KI-Wettrennen hat längst begonnen

- ▶ Die USA führen den Wettlauf um die KI-Vorherrschaft an

Generell sind Vorhersagen zum Ausmaß der Effekte auf Wirtschaftsleistung und Beschäftigung über solch lange Zeiträume schwierig, dennoch erkennen nicht nur Unternehmen, sondern auch Institutionen und Staaten, das Potenzial, welches sich aus dieser neuen Technologie ergibt. Entsprechend werden die Rahmenbedingungen und Ressourcen ausgerichtet. Eine veröffentlichte Studie des Center for Data Innovation (2019) untersuchte, wie China, die EU und die USA hinsichtlich KI aufgestellt sind. Die drei wichtigsten Regio-

nen der KI-Technologie werden in sechs Kategorien miteinander verglichen: Talente, Forschung, Entwicklung, Anwendung, Daten und Hardware. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die USA insgesamt führend im Bereich KI sind (Platz 1 in vier von sechs Kategorien), China folgt an zweiter Stelle (Platz 1 in zwei Kategorien) und die EU liegt abgeschlagen dahinter.

Category	China	EU	USA
Talent	3	2	1
Forschung	3	2	1
Entwicklung	3	2	1
Anwendung	1	2	3
Daten	1	3	2
Hardware	2	3	1

Quelle: Center for Data Innovation, BayernLB Research

- USA profitieren von hohen Mittelaufwendungen, den klügsten Köpfen und guter Hardware-Ausrüstung

Die Vereinigten Staaten sind in mehreren Bereichen führend. So verfügen sie über die meisten KI-Startups sowie das meiste Venture-Kapital in der Startup-Landschaft. Zwischen 2012 und 2016 kamen 17 der 18 aktivsten und KI-versiertesten Wagniskapitalgeber aus den USA. Entsprechend wurden 2016 dort die meisten KI-Investitionen getätigt (62% des weltweiten Investitionsvolumens von ca. 4,3 Mrd. Euro). In den USA haben allein die vier großen Tech-Konzerne Alphabet, Apple, Facebook und Amazon zwischen 2010 und 2018 23 Mrd. USD im Bereich KI eingebracht. Außerdem sind die USA führend in der Entwicklung von klassischen Halbleitern und Computerchips für KI-Systeme, veröffentlichen die Publikationen mit dem größten wissenschaftlichen Impact und können auf die am besten ausgebildeten Arbeitskräfte (schätzungsweise ca. 10.000 Masterstudenten und Doktoranden, die jährlich an computerwissenschaftlichen Instituten mit aktiver KI Forschung graduieren) zurückgreifen. Angesichts zunehmender Konkurrenz, vor allem durch China, und der strategischen Relevanz für Wirtschaft und Gesellschaft, hatte die Obama-Administration 2016 auch die weltweit erste nationale KI-Strategie vorgelegt.

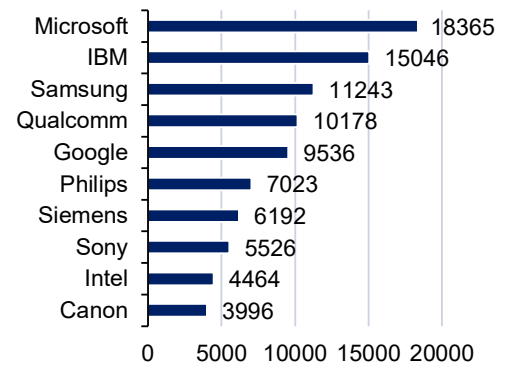
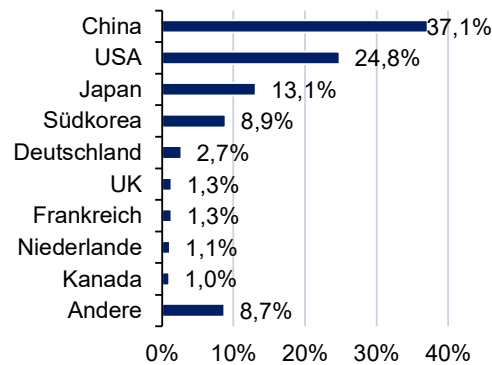
- Chinas KI-Schatz sind die gigantischen Datenmengen

Chinas Stärken liegen dagegen in den riesigen Datenbeständen mit weitreichenden Zugriffsmöglichkeiten, die sich hervorragend als Trainingsdaten für KI-Anwendungen nutzen lassen. Außer Indien kann kein anderes Land nur annähernd mit dem enormen Datenvolumen der geschätzten 730 Mio. chinesischen Internet-Nutzer mithalten. Zudem erlaubt es das Staatssystem, sehr viel systematischer Daten zu sammeln und zu nutzen. Die enorme Größe des Binnenmarkts birgt große Potenziale für die Skalierung von KI-Anwendungen, die die chinesischen Tech-Giganten Baidu, Alibaba und Tencent bereits nutzen. Gepaart mit der höchsten Anzahl an Top-Supercomputern (219 von weltweiten 500) sowie dem größten geschätzten (und stark wachsenden) Talent-Pool nach den USA verfügt China über grundlegende Voraussetzungen. Die jüngsten Bemühungen Pekings spiegeln sich auch in einer explosionsartigen Zunahme an Patentpublikationen, insbesondere unter dem Stichwort Deep Learning, wider. Eine tiefergehende Analyse zeigt allerdings, dass nur ein sehr geringer Teil der Patente ein internationales Äquivalent besitzt und damit außerhalb Chinas durchsetzungsfähig ist (zwischen 2015 und 2017 sind das nur 1,3% aller globalen KI-bezogenen Patente für China, während der Anteil in den USA bei 74% liegt). Vor dem Hintergrund dieses Ungleichgewichts stellt sich die Frage, in welcher Form das Land von seinem stetig wachsenden globalen Einfluss Gebrauch machen wird, um das internationale Patentregime mitzugestalten. Die Entwicklungen der letzten Jahre lassen keinen Zweifel daran, dass China auf den KI-Thron steigen möchte. Allein zur Förderung der Chipindustrie

hat Peking 16,4 Mrd. Euro angekündigt. Auf der subnationalen Ebene hat alleine eine einzige Stadt (Tijian) einen Fonds von 12,8 Mrd. Euro für KI-Förderung aufgelegt. Mit dem Thousand Talents-Programm will Peking hochqualifizierte Auslandschinesen „zurückholen“. Trotz des massiven Mitteleinsatzes lässt sich jedoch ein wissenschaftlicher Durchbruch, insbesondere in der schwachen Grundlagenforschung, nur sehr schwer planen.

Absolut weist China viele KI-Patente auf,.....  
Anteil weltweiter Patente an KI-Anwendungen in Prozent

jedoch haben sie international kaum Relevanz  
Anzahl der KI-Patente mit hoher Relevanz



Quelle: Statista, BayernLB Research

- ▶ Europa hinkt im KI-Wettlauf hinterher; regulatorische Hemmnisse und geringe Investitionen erschweren die Aufholjagd

In den letzten Jahren haben auch vereinzelte europäische Staaten eine nationale KI-Strategie vorgelegt. Der Fokus liegt hier eindeutig auf Fragestellungen zum ethischen Umgang mit digitalen Informationen und den sich verändernden Bedingungen in der Arbeitswelt. Jüngste Entwicklungen unter der neuen EU-Kommissionspräsidentin von der Leyen verweisen auf das Bestreben der EU, zukünftig die Rolle einer „globalen digitalen Schlüsselfigur“ einzunehmen, mit dem Schwerpunkt auf der Schaffung von KI-Unternehmen und Fachpersonal. Hinsichtlich der Datenverfügbarkeit versucht Europa mit der kürzlich initiierten Breton-Datenstrategie aufzuholen. Demnach soll Entwicklern der Zugang zu personengeschützten und hochwertigen Daten erleichtert und Datenräume zum verbesserten Wissenstransfer unter den Akteuren geschaffen werden. Die exponentiell steigende Datenverfügbarkeit in den verschiedenen Industrien sowie Bestrebungen nach einer europäischen Dateninfrastruktur (GAIA-X) lassen auf eine höhere KI-Dynamik in Europa hoffen. Auf Grundlage dieser neuen Dateninfrastruktur, einer Art Cloud, sollen große Industriekonzerne, Mittelständler und Start-ups kooperativ KI-Anwendungen entwickeln. Autohersteller könnten sich z.B. Daten mit Verkehrsbetrieben teilen und Gesundheitsdienstleister sich mit Start-ups zusammenschließen. Insgesamt richtet sich der Strategiefokus weiterhin auf den Verkehrs-, Finanz- und Gesundheitssektor und soll auf den wichtigen Energiesektor ausgeweitet werden. Die EU weist in Relation zur Erwerbsbevölkerung nahezu dieselbe Zahl an KI-Forschern wie die USA auf und ist darüber hinaus außerordentlich forschungsstark. Allerdings findet zu wenig Transfer von der Forschung in die Anwendung statt. Zudem fällt das für KI-Startups aufgewendete Wagniskapital deutlich geringer aus: Die USA und China haben allein im Jahr 2017 jeweils mehr Wagniskapital für KI-Startups bereitgestellt als die EU im Gesamtzeitraum von 2016 bis 2018.

- ▶ Bedeutung von KI in Deutschland erkannt, intensiveres Zusammenspiel zwischen Forschung und Anwendung erforderlich

Die deutsche Strategie zur Förderung von KI wurde im Dezember 2018 auf dem Digitalgipfel der Bundesregierung offiziell vorgestellt und baut auf der Stärke der deutschen Wissenschaft insbesondere im Bereich der Grundlagenforschung auf. Die in der Strategie definierten Ziele verdeutlichen, dass Deutschland sich im globalen Wettbewerb eigenständig ausrichten will. Unter dem Motto „Artificial Intelligence (AI) made in Germany“ wird die zentrale Position von Industrie 4.0, die Orientierung auf einen Nutzen für die Zivilgesellschaft, die ethische und rechtliche Einbettung und die Förderung von Sicherheit, Effizienz,

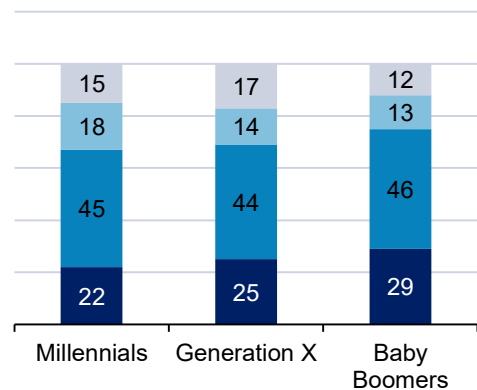
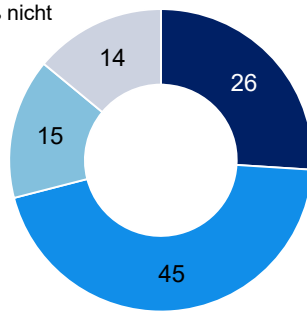
und Nachhaltigkeit betont. Bisher verhindert die mangelnde Durchlässigkeit zwischen Wissenschaft und Privatwirtschaft die skalierte Übersetzung der Forschung in kommerzielle Anwendungen. Es fehlt an globalen Plattform-Unternehmen der Digitalwirtschaft (Ausnahme: SAP und Siemens), die Innovationen über Geschäftsmodelle weltweit skalieren könnten. Ob Deutschland im internationalen Ringen um Talente, Datenpools und Rechenleistung mithalten kann, wird mitunter auch vom finanziellen Support abhängen.

Um langfristig das hohe Potenzial im Forschungsbereich in die wirtschaftliche Praxis zu überführen, braucht es ein lebendiges Startup-Ökosystem sowie signifikante Investitionen. Ein wichtiger Indikator für ein etabliertes Netzwerk sind Business-Angels, die neben Kapital auch ihre Expertise und Kontakte in die Startups einbringen. Laut dem Bundesverband deutscher Startups erhalten Startups im KI-Bereich häufiger als Unternehmen aus anderen Branchen Wagniskapital (2019: 29,4% vs. 23,1%) durch Business-Angels. Im internationalen Vergleich fällt die Finanzierung mit Wagniskapital jedoch relativ gering aus. Während sich die Investition pro Einwohner in KI-Start-ups in den Vereinigten Staaten auf 57 USD und in Israel sogar auf 118 USD für 2019 beliefen, lagen diese hierzulande bei gerade einmal vier USD. Auch die Förderungen seitens der öffentlich Hand fallen mit drei Milliarden Euro bis zum Jahr 2025 sehr bescheiden aus. Ein rein nationaler Weg erscheint aufgrund der relativ geringen Mittel langfristig wenig erfolgsversprechend und eine stärkere Einbindung der europäischen Ebenen sollte an Priorität gewinnen. Daneben wird ausschlaggebend sein, wie offen alle Teile der Gesellschaft den Potenzialen der KI-Technologien gegenüberstehen. Je größer die gesellschaftliche Unterstützung ist, desto bereitwilliger dürfte die zukünftige Förderung ausfallen. Die Zustimmung zum flächendeckenden Einsatz von KI fällt aktuell noch recht bescheiden aus, und ist nicht nur auf die älteren Generationen zurückzuführen.

Die Skepsis bezüglich dem Einsatz von KI überwiegt noch in Deutschland

Frage: Wie schätzen sie den Einsatz von KI im Alltag und bei Unternehmen ein? Anteile in Prozent

- Risiko ist größer als Nutzen
- Risiko/Nutzen sind ungefähr gleich groß
- Nutzen ist größer als Risiko
- Weiß nicht



Quelle: YouGov, BayernLB Research



## Fazit

KI ist inzwischen keine Zukunftsmusik mehr für Unternehmen. Die ausgefeilten und sich rasant entwickelnden Technologie-Ansätze (mit dem Kernelement Machine Learning) werden bereits heute in der Praxis produktiv und gewinnbringend eingesetzt. Neben einer qualitativen Verbesserung bestehender Produktionsprozesse bei gleichzeitiger Verkürzung der Produktionszeit und Erhöhung der Robustheit der Abläufe, erlaubt der KI-Einsatz auch, Ideen, Produktentstehungs- und angrenzende Prozesse von Grund auf neu zu gestalten. Die eigenen Produkte und Dienstleistungen können mit KI ergänzt oder erneuert werden, sodass sogar neue Geschäftsmodelle entstehen können. Allein für Deutschland beläuft sich das zusätzliche Umsatz- und Kostensenkungspotenzial bis zum Jahr 2025 auf ca. 488 Mrd. Euro (X% des BIP). Der KI-Wertbeitrag dürfte langfristig mit der weiteren Etablierung und Erfahrungen mit der Technologie steigen und sich über sämtliche Sektoren erstrecken. Die Unternehmen haben zum großen Teil realisiert, dass sie sich für den Erhalt ihrer Wettbewerbsfähigkeit dieser Schlüsseltechnologie öffnen müssen, sehen sich aber zugleich vor allem in Deutschland noch diversen Herausforderungen gegenüber. Neben dem Fachkräftemangel, den relativ restriktiven Datenschutzbestimmungen, der teils mangelnden Qualität der Datenbasis müssen auch Anpassungen organisatorischer Art und bei den Geschäftsprozessen erfolgen. Die Förderung seitens der öffentlichen Hand fällt insbesondere im Vergleich zu China sehr dünn aus. Ebenfalls steckt die Finanzierung insbesondere über Wagniskapital für deutsche KI-Start-ups noch in den Kinderschuhen. Die Stärke liegt dagegen in der sehr guten Forschungsarbeit im Bereich KI. Diese muss allerdings noch verstärkt die Anbindung an die industrielle Praxis finden. Während die USA mit ihren Big Tech-Companies, den besten Forschern und hohen Private Equity-Investitionen die Spitzenposition einnehmen, versucht China mit dem massiven Potenzial an Daten und großen Investitionen aus dem öffentlichen Sektor dagegen zu halten. Europa belegt als KI-Standort derzeit nur den dritten Platz, und muss aufpassen, dass sich die Lücke zu den USA und China nicht vergrößert. Dabei dürften nationale Alleingänge langfristig nicht zielführend sein. Die gesellschaftliche Akzeptanz ist bedeutend für die Implementierung von KI-Technologien in diversen Lebensbereichen. Die Zustimmung für den KI-Einsatz in Deutschland ist derzeit bei weitem geringer als z.B. für die Ausrichtung auf eine CO<sub>2</sub>-neutrale Wirtschaft. Daher ist es gerade vor dem Hintergrund von Klimazielen und Nachhaltigkeitskonzepten von Bedeutung, dass die Institutionen den breiteren gesellschaftlichen Gruppierungen den Nutzen der KI-Technologien (primär über ressourcenschonende Produktion) aufzeigen. Googles Deepmind hat hier schon in der Praxis einiges bewiesen. Mit dem Einsatz von Deep Learning-Methoden in den firmeneigenen Datacentern (die so viel Energie verbrauchten wie 1,5 Mio. private Haushalte) wurde z.B. der Energieverbrauch um bis zu 40% gesenkt. Da derzeit jedoch Fragen rund um Datenschutzbestimmungen, ethische Grundsätze oder Angst vor Arbeitsplatzverlusten im Vordergrund stehen, die oftmals auch aus Unkenntnis des Technologie-Einsatzes herrühren, besteht die Gefahr, dass die Lücke zu China und den USA noch größer werden könnte.

miraji.othman@bayernlb.de

## Ihre Ansprechpartner in der BayernLB

### BayernLB Research

**Dr. Jürgen Michels, Chefvolkswirt und Leiter Research, -21750**

**Anna Maria Frank, -21751**; Sekretariat

**Ingo Bothner, -21787**; Medienfachwirt, Business Management

**Christoph Gmeinwieser, -27053**; CIIA, Business Management

### Länderrisiko- und Branchenanalyse

**Hubert Siplý, -21307**

**Manuel Schimm, -26845**

Asien, Nordamerika

**Gebhard Stadler, CFA, -28891**

Nord- u. Osteuropa, GUS, Mittelamerika,

**Verena Strobel, -21320**

Südeuropa, Naher und Mittlerer Osten, Afrika

**Dr. Alexander Kalb, -22858**

Maschinen-/Anlagenbau, Westeuropa, Südamerika

**Wolfgang Linder, -21321**

Mobilität

**Thomas Peiß, -28487**

Energie

**Asja Hossain, CFA, -27065**

Bau und Grundstoffe

**Miraji Othman, -25888**

Technologie

**Dr. Sebastian Schnejdar, -26386**

Immobilien

### Investment Research

**Dr. Johannes Mayr -21859**

**Manuel Andersch, -27448**

USA, Fed, UK, Schweiz, FX, Gold

**Wolfgang Kiener, -27058**

FX, Rohstoffe

**Manfred Bucher, CFA, -21713**

Zins- & Aktienstrategie, Asset Allokation

**Dr. Norbert Wuthe, -27209**

Zinsstrategie & SSAs

**Dieter Münchow, -23384**

Value Investing & Behavioral Finance

**Dr. Ulrich Horstmann, CEFA, -21873**

**Hans-Peter Reichhuber, -21780**

**Alfred Anner, CEFA, -27072**

Covered Bonds

**Georg Meßner, CFA, -26396**

Banken

**Emanuel Teuber, -27070**

Covered Bonds, Green Finance

**Pia Ahrens, -25727**

Corporate Bonds & SSD, Strategie

**Matthias Gmeinwieser, CIIA, -26323**

Corporate Bonds & SSD

**Christian Strätz, CEFA, CIIA, -27068**

Corporate Bonds & SSD, Green Finance

**E-mail:** vorname.nachname@bayernlb.de

**Telefon:** 089 2171 + angegebene Durchwahl

## Disclaimer

Diese Publikation ist lediglich eine unverbindliche Stellungnahme zu den Marktverhältnissen und den angesprochenen Anlageinstrumenten zum Zeitpunkt der Herausgabe der vorliegenden Information am 11.01.2021. Die vorliegende Publikation beruht unserer Auffassung nach auf als zuverlässig und genau geltenden allgemein zugänglichen Quellen, ohne dass wir jedoch eine Gewähr für die Vollständigkeit und Richtigkeit der herangezogenen Quellen übernehmen können. **Dieser Research-Bericht ist eine rein ökonomische Analyse, und kein Teil davon ist als Wertpapieranalyse oder Empfehlung zu verstehen.** Insbesondere sind die dieser Publikation zugrunde liegenden Informationen weder auf ihre Richtigkeit noch auf ihre Vollständigkeit (und Aktualität) überprüft worden. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit können wir daher nicht übernehmen. Die vorliegende Veröffentlichung dient ferner lediglich einer allgemeinen Information und ersetzt keinesfalls die persönliche anleger- und objektgerechte Beratung. Für weitere zeitnähere Informationen stehen Ihnen die jeweiligen Anlageberater zur Verfügung.

Aufgrund gesetzlicher Vorgaben (Wertpapierhandelsgesetz bzw. MiFID II) dürfen Wertpapierdienstleistungsunternehmen im Zusammenhang mit einer von ihnen erbrachten Finanzportfolioverwaltung oder unabhängigen Honorar-Anlageberatung grundsätzlich keine Zuwendungen von Dritten annehmen oder behalten. **Eine Weitergabe dieser Unterlage an Unternehmen oder Unternehmensteile, die Finanzportfolioverwaltung oder unabhängige Honorar-Anlageberatung erbringen, ist daher nur gestattet, wenn mit der BayernLB hierfür eine Vergütung vereinbart wurde.**

## Impressum

Megatrend politische Rahmenbedingungen und Regulatorik  
abgeschlossen am: 11. Januar 2021

BayernLB Research  
Bayerische Landesbank  
80277 München (Briefadresse)  
E-Mail: [research@bayernlb.de](mailto:research@bayernlb.de)

Leitung:  
Dr. Jürgen Michels, Telefon 089 2171-21750

Redaktion:  
Hubert Siplý, Telefon 089 2171-21307

Layout & Grafik:  
Ingo Bothner, Telefon 089 2171-21305



**Miraji Othman**  
Senior Analyst Technologie  
Telefon: +49 89 2171-25888  
[miraji.othman@bayernlb.de](mailto:miraji.othman@bayernlb.de)

**Geschäftsgebäude:**  
Bayerische Landesbank  
Briener Straße 18  
80333 München (=Paketadresse)  
[www.bayernlb.de](http://www.bayernlb.de)