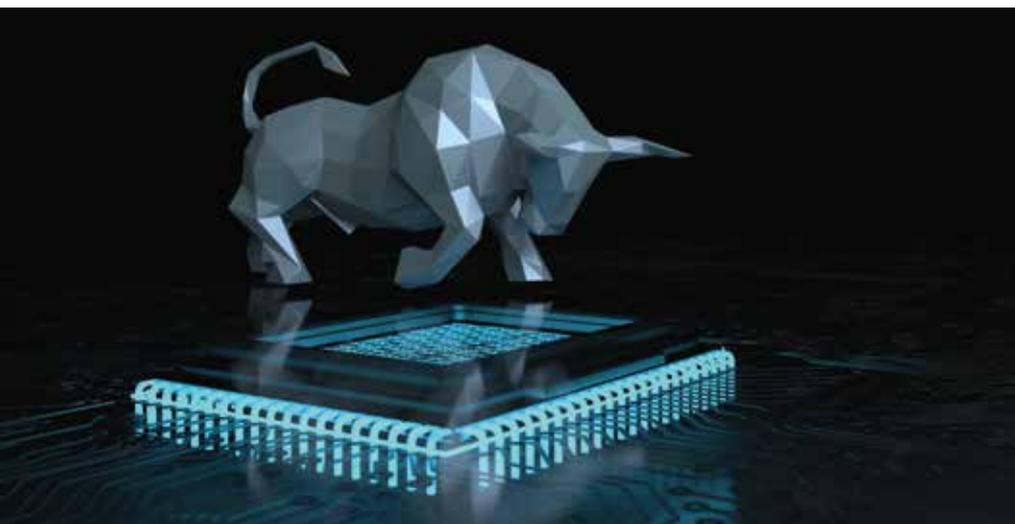


Wie Künstliche Intelligenz die Geldanlage verändert

Von Benjamin Ruppert



Der Weg vom Schachcomputer Deep Blue 1997 bis zur KI heute ist weit. Inzwischen kann KI im Anlageprozess ganz verschiedene Rollen einnehmen, von der des Fondsmanagers bis hin zu der des Anlageberaters, mit unterschiedlichen Varianten dazwischen, so der Autor. Wie Künstliche Intelligenz im Bereich der Geldanlage eingesetzt werden kann, veranschaulicht er an verschiedenen Beispielen. Sein Fazit: Wer der bessere Anleger ist – Mensch oder (von Menschen programmiert) Algorithmus – ist noch nicht entschieden. Red.

Als 1997 der von IBM programmierte Schachcomputer Deep Blue den Russen Garri Kasparov mit 3,5 zu 2,5 besiegte, unterlag zum ersten Mal ein amtierender Schachweltmeister einer von Künstlicher Intelligenz (KI) gesteuerten Software unter offiziellen Turnierbedingungen.¹⁾ Die Programmierer bewiesen damit erstmals, dass KI unter bestimmten Voraussetzungen der menschlichen Intelligenz überlegen sein kann und verhalfen ihr zeitgleich zu einer medialen Öffentlichkeit, wo dieser Sieg als Durchbruch in der KI-Entwicklung gefeiert wurde.²⁾ Mittlerweile ist KI in viele Bereiche des Alltags vorgedrungen. Praktische Anwendungsmöglichkeiten wie autonomes Fahren oder automatische Sprach- und Gesichtserkennung werden mit dieser Technologie verknüpft.³⁾

Die Anwendung von KI auf den Kapitalmärkten und die Möglichkeit dort

Vorteile in der Geld- und Vermögensanlage zu generieren, sind allerdings noch nicht derart in der öffentlichen Wahrnehmung angekommen. Das Misstrauen vor digital gesteuerten Prozessen ist noch immer groß, weshalb die Kunden die für sie wesentlichen Dinge wie Finanzen und Altersvorsorge weiterhin mehrheitlich von menschlichen Beratern und nicht von Robotern erledigen lassen.⁴⁾ Allerdings nimmt der Fürspruch zu: Gaben nach repräsentativen Meinungsumfragen 2018 noch 11 Prozent der deutschen Bankkunden an, sich vorstellen zu können einem digitalen, KI-basierten Finanzberater zu vertrauen,⁵⁾ wuchs dieser Anteil 2020 bereits auf über 50 Prozent und spiegelt damit das Wachstumspotential dieses Marktes wider.⁶⁾

In den vergangenen Jahren taten sich die konventionellen Banken mit dieser digitalen Transformation jedoch schwer,

sind notwendigen Strukturreformen aus dem Weg gegangen und vermieden kundenfreundliche Entwicklungen.⁷⁾ Gegenüber der digitalen DNA von Fin-Techs und Neobrokern sind sie im Nachteil und könnten perspektivisch Gefahr laufen aus dem Markt verdrängt zu werden.⁸⁾ Entwicklungen der jüngeren Vergangenheit zeigen aber, wenn auch maßgeblich durch die besonderen pandemiebedingten Umstände befeuert, dass die etablierten Banken verlorene Zeit aufholen und den Anschluss wieder finden.⁹⁾ Dies liegt nicht zuletzt auch an der disruptiven Macht der FinTechs, die der Finanzbranche zusätzliche Dynamik verleihen und die vor allem Großbanken zu mehr Innovation zwingen.¹⁰⁾

Digitale Transformation

Dieser Beitrag untersucht den State of the Art der KI in der Geldanlage für Investoren heute und soll einen aktuellen Überblick über die neusten investierbaren KI-Entwicklungen geben. Dafür werden zunächst einige notwendige Grundlagen kapitalmarkttheoretisch sowie informationstechnisch gelegt: Welche allgemein anerkannten Grundsätze der Geldanlage vorherrschen und wie Beratung für Retail- sowie Wealth Management Kunden im Wesentlichen verläuft. Anschließend wird auf



Benjamin Ruppert,
Senior Kundenbetreuer Private Banking,
Commerzbank AG, Stuttgart

die relevanten Kernaspekte rund um KI näher eingegangen. Schließlich wird gezeigt, welche Rolle die KI auf dem Kapitalmarkt heute schon spielt und wie Investoren an den Vorteilen der Technologie in ihrer Geldanlage partizipieren können.

Theorie der Geldanlage

Die Portfoliotheorie wurde bereits 1952 von dem US-amerikanischen Ökonomen Harry Markowitz begründet und behandelt, wie unter Rendite- und Risikogesichtspunkten effiziente Wertpapierportfolios zusammengestellt werden.¹¹⁾ Sie ist bis heute in der Praxis Standard und zusammen mit weiteren gebräuchlichen Weiterentwicklungen aus ihr, wie das Capital Asset Pricing Model oder die Arbitragepreistheorie, bildet sie die Grundlage des modernen Portfoliomanagements.¹²⁾

Markowitz unterstellt in seiner Theorie über die Wahl des optimalen Portfolios, dass Investoren danach streben den erwarteten Gewinn zu maximieren und das Risiko zu minimieren. Portfolios sind effizient, wenn keine andere Zusammensetzung mit gleicher erwarteter Rendite, aber geringerem Risiko, beziehungsweise keine andere Zusammensetzung bei gleichem Risiko eine höhere erwartete Rendite aufweist.¹³⁾

Allerdings ist eine Mischung verschiedener, unkorrelierender Wertpapiere durch die Portfoliobildung anzustreben, da eine solche Diversifikation zu einer Reduzierung des Risikos führt.¹⁴⁾

Die Kombination verschiedener Anlageklassen wie Aktien, Anleihen, Rohstoffe et cetera ist die Asset Allocation im engeren Sinne eines Portfolios. Abbildung 1 zeigt die verschiedenen Diversifikationsebenen von Asset Allocation über die Zusammensetzung eines Portfolios. Sie ist in der Praxis abhängig von der individuellen Risikobereitschaft und von Präferenzen des Anlegers.¹⁵⁾ Da sich die einzelnen Wertpapiere in ihrem Kurswert über den Zeitverlauf unterschiedlich entwickeln, empfiehlt sich eine regelmäßige Anpassung in Form eines Rebalancing beziehungsweise einer Reallokation der Asset Allocation, um auf das ursprüngliche Rendite-Risiko-Profil zurückzugelangen.¹⁶⁾

Rahmenbedingungen der Anlageberatung

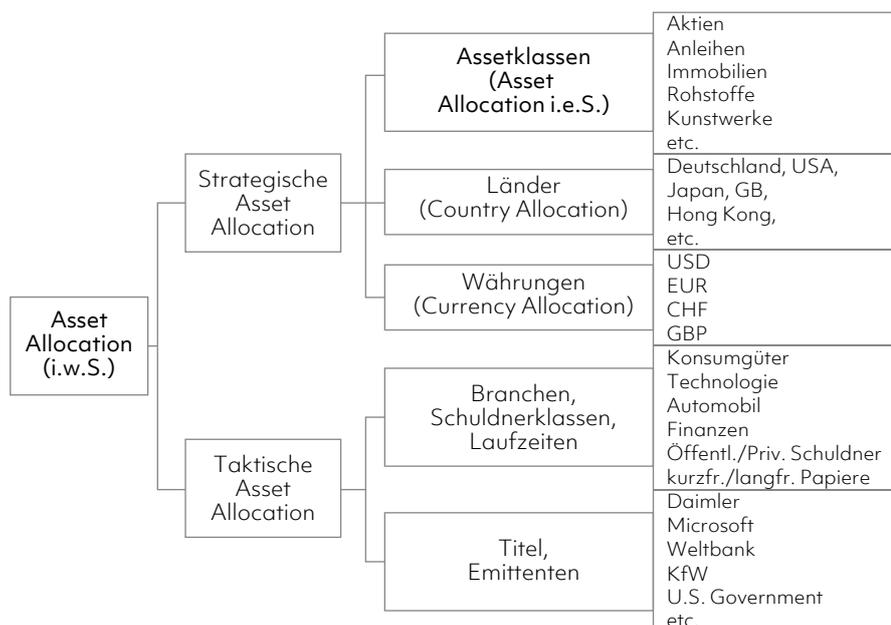
Die europäische Finanzmarkttrichtlinie MiFID definiert Anlageberatung als die Abgabe persönlicher Empfehlungen an Kunden, die entweder selbst nach einer solchen gebeten oder ungefragt erhalten haben.¹⁷⁾ In Deutschland bestimmt das KWG darüber hinaus, dass

solche Dienstleistungen nur von Finanzdienstleistungsinstituten erbracht werden dürfen, die mit Erlaubnis der BaFin agieren.¹⁸⁾ Innerhalb dieses aufsichtsrechtlichen Rahmens müssen Beratungsbedarfe der Kunden erkannt und aktiv bedient werden, wobei die Beratung zu allererst dem Kundeninteresse verpflichtet sein muss und die Interessen der Bank erst an zweiter Stelle folgen dürfen.¹⁹⁾

Im Rahmen des Portfoliomanagementprozesses definieren die Anlageberater hierfür die Anlageziele hinsichtlich der gewünschten Rendite beziehungsweise des tragbaren Risikos des Kunden und die darauf einwirkenden Nebenbedingungen wie die Liquiditätsbedürfnisse, der Anlagehorizont sowie andere kundenindividuelle Vorgaben.²⁰⁾

Nach Art. 82 MiFID besteht seit 2018 die Pflicht, eine Geeignetheitsprüfung durchzuführen sowie eine schriftliche Erklärung zu dieser Geeignetheit dem Kunden zur Verfügung zu stellen. Diese löste das bis dato in Deutschland gültige Beratungsprotokoll ab.²¹⁾ Zukünftig ist überdies die Abfrage von Nachhaltigkeitspräferenzen in der Anlageberatung als verpflichtender Baustein bei der Ermittlung des Anlegerprofils vorgesehen, der jüngst von der EU-Kommission zur Ergänzung der MiFID-Regelungen beschlossen wurde.²²⁾

Abbildung 1: Diversifikationsebenen der Asset Allocation



Quelle: In Anlehnung an Steiner, M. et al, Wertpapiermanagement, 2017, S. 96

Das Wealth Management der deutschen Banken betreut vermögende Kunden ab etwa 500 000 Euro liquides Vermögen.²³⁾ Aufgrund sinkender Gesamtmargen sowie steigender regulatorischer Anforderungen stehen diese Kunden besonders im Fokus. Den höheren Margen dieses Kundensegments stehen allerdings auch höhere Kosten gegenüber, da die vermögenden Kunden betreuungsintensiv sind und besten qualifiziertes Personal sowie eine entsprechende Ausstattung an Sachmitteln erfordern.²⁴⁾

Das Fundament der Geldanlage im Wealth Management bildet die klassische Vermögensverwaltung mit persönlichem Kontakt. Kunde und Berater legen gemeinsam eine Anlagestrategie fest und halten diese in einem schriftlichen Vertrag im Rahmen eines Vermögensverwaltungsmandats fest. Das Portfolio wird dann von einem Vermögensverwalter der Bank verwaltet und kann aus einer Vielzahl verschiedener

Kapitalmarktprodukten bestückt werden, das regelmäßige Rebalancing des Portfolios wird anschließend in Eigenregie des Vermögensverwalters durchgeführt. Die Anlageentscheidungen im Rahmen des Mandats werden in der Regel ohne Rücksprache mit den Kunden getroffen, daher trägt der Vermögensverwalter eine entsprechende Verantwortung für die sorgfältige Pflege des Vermögens.²⁵⁾

Erste Definitionen

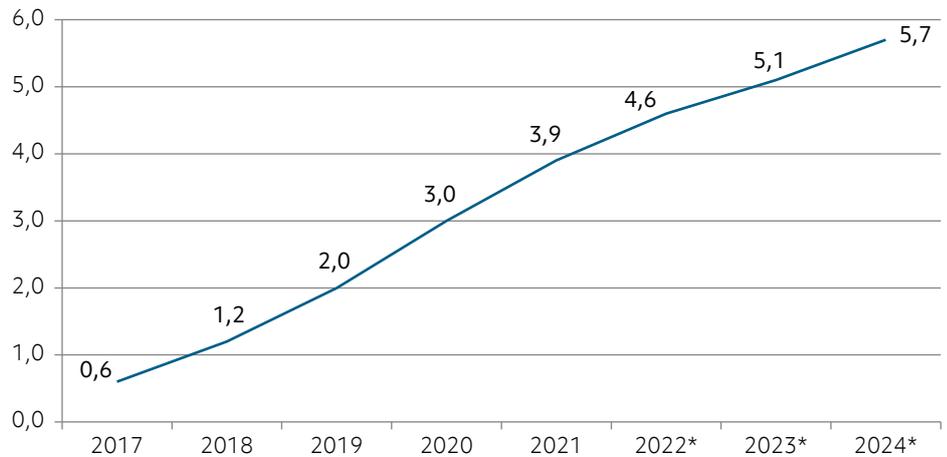
1955 initiierte der US-amerikanische Mathematik-Professor John McCarthy die weltweit erste Konferenz zum Thema KI, die ein Jahr später am Dartmouth College in New Hampshire stattfand.²⁶⁾ In dem Antragspapier für die Konferenz fassen er und seine Kollegen sieben Kernaspekte von KI zusammen, die eine erste thematische Einordnung zulassen:²⁷⁾

1. automatische Computer, die Maschinen nachahmen,
2. Computerprogramme, die Sprache nutzen können,
3. neuronale Netze,
4. Theorie der Größe einer Kalkulation,
5. Selbstverbesserung,
6. Abstraktionen und
7. Zufälligkeit und Kreativität.

Der KI-Begriff bietet allerdings einen interpretatorischen Spielraum, der widersprüchlich klingt, da bislang davon auszugehen ist, dass von Menschen programmierte Computer nicht in der Lage sind zu abstrahieren, kreativ, schöpferisch oder intuitiv zu handeln.²⁸⁾ Allerdings kann der Software das Lernen beigebracht werden: Selbstadaptive Algorithmen können mit ihrer Umgebung interagieren und sind in der Lage, im Rahmen ihrer konzeptuellen Vorgaben, eigenständig evaluierte und begründete Verbesserungen an ihrer eigenen Struktur vorzunehmen.

Die widersprüchlich wirkende Definition lässt sich jedoch durch die weitere Abgrenzung in starke und schwache KI auflösen und bietet somit eine sinnvolle

Abbildung 2: Durchdringungsrate von Robo Advisory erst bei 4 Prozent



Globale Durchdringungsrate im Markt für Robo Advisory, in Prozent; *Prognose

Quelle: Statista, FinTech Report, 2020 (B. Ruppert)

Differenzierung:²⁹⁾ Während schwache KI menschliches Verhalten kopiert, um einzelne intelligente Entscheidungen zu treffen, kann starke KI tatsächlich eigenständig Denken und besitzt daher echte Intelligenz. Das Eingangsbeispiel Deep Blue stellt eine vereinfachte Ausprägung von schwacher KI dar, da der Computer nicht durch eigenständiges Denken die Schachzüge selbst entwickelt und dann spielt, sondern die zuvor programmierten, aussichtsreichsten Züge schlicht abgerufen hat.

Die Wissenschaft ist sich bisher noch uneinig, ob starke KI möglich ist und ob in der Zukunft tatsächlich eine solche Intelligenz entwickelt werden kann.³⁰⁾ Der aktuelle Stand der Forschung bewegt sich daher auf der Ebene der schwachen KI, sie beschränkt sich auf die technische Machbarkeit und sucht nicht mehr nach Wegen, die menschlichen Denkprozesse nachzuvollziehen oder Kreativität zu imitieren.³¹⁾

Es werden vielmehr Algorithmen entwickelt, die eine klar abgrenzbare Problemstellung behandeln können. Die Lernfähigkeit dieser Programme, wie sie schon McCarthy im fünften Punkt in dessen Antragspapier erwähnt,³²⁾ ist dabei in den vergangenen Jahren verstärkt in den Vordergrund gerückt.³³⁾

Big Data benötigt KI und umgekehrt

Eine wesentliche Voraussetzung für das Funktionieren komplexer KI-Systeme

wurde erst mit der modernen Dateninfrastruktur geschaffen, die durch die Digitalisierung von Informationen ermöglicht wurde.³⁴⁾ Als es im Jahr 2000 erstmals kostengünstiger wurde, ein Datum digital zu speichern als auf einem Blatt Papier festzuhalten, markierte dies die Wende zum Einstieg in die umfassende Digitalisierung von Daten.³⁵⁾

Tagtäglich erzeugen Menschen und Unternehmen bedeutend große Mengen von Daten (Big Data), die moderne Datenbanken und Daten-Management-Tools benötigen, um die Informationen nutzbar beziehungsweise beherrschbar zu machen.³⁶⁾ Big Data wird mittels folgender fünf Dimensionen beschrieben:³⁷⁾

1. **Volume:** Datenvolumen beziehungsweise Datenmengen sind in einer umfassenden Breite sowie Tiefe verfügbar.
1. **Velocity:** Datensätze werden zu jeder Zeit in hoher Geschwindigkeit aktualisiert und neu geschaffen.
3. **Variety:** Interne und externe Datenquellen und Datenformate sind in einer Vielzahl verfügbar.
4. **Veracity:** Qualität der Daten im Sinne ihres formalen Informationsgehalts.
5. **Value:** Wert beziehungsweise Relevanz der Daten bezogen auf die spezifische Anwendung.

Die Big Data-Massendaten sind in der Regel umfangreich, komplex, schnelllebig sowie unstrukturiert und lassen sich daher nicht mit klassischen Verfahren beherrschen, sondern benötigen neue Methoden, die durch KI-Konzepte bereitgestellt werden.³⁸⁾ Für sie wiederum dient Big Data als notwendige Grundlage und ist daher für die lernenden KI-Algorithmen von besonderer Bedeutung.³⁹⁾

Menschliches Gehirn als Vorbild für Deep Learning

Machine Learning (ML) beschreibt Methoden, mit denen Muster in großen bestehenden Datensätzen erkannt und daraus ableitend neue Erkenntnisse gewonnen sowie Vorhersagen getroffen werden können.⁴⁰⁾ Das Computerprogramm lernt aus den gegebenen Daten fortlaufend, es trainiert sich damit selbst und entwickelt sich weiter.

Beispielsweise lernt der Algorithmus, was eine Katze ist, in dem er auf eine große Anzahl von Katzen-Bildern zugreift, daraus selbst die Gemeinsamkeiten erkennt und zu einer Definition des Tieres zusammenfügt. Es ist somit keine explizite Eingabe eines Softwarecodes zur Bestimmung der Katze durch einen Programmentwickler mehr notwendig.⁴¹⁾

Deep Learning (DL) ist die weiterentwickelte Form des ML. Es beschreibt eine autonome Lernmethode aus großen Datenmengen mithilfe mehrschichtiger künstlicher neuronaler Netze und führt zu einem tiefergehenden Verständnis von Sachverhalten als bei ML.⁴²⁾ Es leitet sich von der Funktionsweise des menschlichen Gehirns ab, wo das Denken und die Wahrnehmung von komplexen neuronalen Nervenzellen gesteuert werden: Sensorische Neuronen werden durch bestimmte Reize aktiviert, geben Informationen elektrisch an andere Neuronen weiter und kontrollieren so Wahrnehmungen, Bewegungen, Emotionen und kognitive Prozesse.⁴³⁾

Diese neuronale Informationsverarbeitung findet beim DL über mehrere Schichten solcher Neuronen beziehungsweise neuronaler Netze statt, die Informationen abgleichen und weitergeben. Der Vorteil von DL ist, dass diese Schichten nicht von menschlichen Entwicklern designt werden müssen,

sondern über großen Datensätze automatisiert gelernt wurden.⁴⁴⁾

Der Begriff Robo Advisory wurde vom US-Vermögensverwalter Betterment geprägt, als dieser im Jahr 2008 seine erste gleichnamige Vermögensverwaltung auf den Markt brachte.⁴⁵⁾ Ziel des Programms war das Rebalancing der Asset Allocation einer Geldanlage mit einem konkreten Zweck, wie zum Beispiel der Altersvorsorge, zu automatisieren. Die Software half zuvor den menschlichen Vermögensverwaltern, indem sie in deren täglicher Arbeit diesen repetitiven Part übernahm und so Ressourcen schonen konnte.

Betterment hat dieses Programm ausgliedert und bot es nun erstmalig seinen Kunden mittels kostengünstiger und anwenderfreundlicher Online-Oberfläche direkt an. In den folgenden Jahren entwickelte sich dann der Service von Robo-Advice-Anwendungen stetig weiter und ist heute zu einem differenzierten Markt geworden.⁴⁶⁾

Robo Advisory seit 2008 am Markt

Eine offizielle Deutung oder Legaldefinition des Terminus gibt es bislang noch nicht, der Bundesverband deutscher Banken beschreibt Robo Advisory aber als eine im Kern computergestützte Handlung, die der Anlageberatung, der Anlagevermittlung oder der Finanzportfolioverwaltung gemäß Kreditwesengesetz dient.⁴⁷⁾

Aus Verbrauchersicht lassen sich drei Formen von Robo-Advisoren ableiten:⁴⁸⁾

1. **Full-Service:** Wie bei einer klassischen Vermögensverwaltung übernimmt das Programm vollständig die Geldanlage, während der Kunde passiv bleibt.
2. **Half-Service:** Der Kunde behält ein Einspruchsrecht und kann bei Veränderungen im Depot widersprechen.
3. **Do-it-yourself:** Der Kunde ist aktiver Investor und erhält vom Robo Advisor lediglich Vorschläge, behält die Geldanlage jedoch in der eigenen Hand.

Die mathematischen Modelle und Empfehlungsalgorithmen der soge-

nannten Robos werden in der Regel transparent und nachvollziehbar dargestellt, weshalb die vorhandenen Angebote sinnvoll verglichen werden können.⁴⁹⁾ Funktionen, die KI bei Robos typischerweise von Beginn an bei der Kundenbeziehung übernehmen, sind:⁵⁰⁾

Einordnung des Neukunden sowie fortlaufende Kundenbetreuung

– Im Gegensatz zur klassischen Vermögensverwaltung im Wealth Management sind bei der digitalen Vermögensverwaltung Retailkunden die Zielgruppe – unabhängig vom tatsächlich vorhandenen Vermögen; bei Cominvest beispielsweise ist der Einstieg bereits ab 3000 Euro möglich.⁵¹⁾ Mithilfe eines Fragebogens ermittelt die KI Kenntnisse und Erfahrungen, finanzielle Situation sowie Risikobereitschaft, um die individuelle Anlagestrategie des Kunden zu bestimmen und schließlich geeignete Anlagevehikel zu finden. Bevorzugte Anlagen sind kostengünstige und transparente Finanzprodukte wie börsengehandelte Indexfonds oder Rohstoff-Zertifikate. Veränderte Lebensumstände des Kunden passt dieser online selbst an und der Robo richtet darauf aufbauend das neue Risikoprofil und Portfolio aus.

Automatisiertes Portfoliomanagement

– Kern von Robo Advisory ist der durchgehend automatisierte Investmentprozess, der per se keinerlei menschlichen Eingriff benötigt. Die Asset Allocation wird von den KI-Algorithmen in Abstimmung mit dem Anlegerprofil ermittelt und je nach Gestalt des Robo Advisor durch den Kunden aktiv gestaltend oder passiv zusehend begleitet.⁵²⁾ Der Robo Advisor der Comdirect, der keinen Kunden-Eingriff vorsieht, überprüft in einem 16-Wochen-Rhythmus die Portfoliozusammensetzung anhand des Vergleichs mit Musterportfolios und entscheidet dann über das Rebalancing der Asset Allocation. Zusätzliche Rahmenbedingungen in diesem klassischen Rendite-Risiko-Ansatz werden durch eine maximale Volatilität und einer Verlustschwelle auf Grundlage des Kundenprofils determiniert.⁵³⁾

Auch wenn Robo Advisoren noch eine vergleichsweise junge Dienstleistung anbieten und sich der Markt immer noch in seiner Entstehungsphase befindet, ist das Leistungsspektrum bereits vielfältig.⁵⁴⁾ Abbildung 2 zeigt die zuneh-

mende globale Durchdringungsrate im Markt für diese Anlageform gemessen am Anteil an der Gesamtbevölkerung und unterstellt weiterhin ein hohes Wachstumspotential für die kommenden Jahre.⁵⁵⁾

Interesse an digitalen Geldanlagen steigt

Die Bereitschaft für Robo-Advice-Investments ist heutzutage hoch und das Interesse an digitalen Geldanlagen, die grundsätzlich auf Algorithmen sowie wissenschaftlichen Anlagekonzepten basieren ebenso groß. Die empirische Untersuchung von Reiter et al. aus dem Jahr 2020 hat gezeigt, dass bei einer Umfrage unter Bankkunden und Verbrauchern mehr als jeder zweite Befragte dies bestätigte.⁵⁶⁾

Robo Advisors sind ein Abbild des Fortschritts in der KI-Entwicklung. Die neuen Generationen sind bereits über die ML-Ebene hinausgewachsen und nutzen neuronale Netze, um im Rahmen von DL-Prozessen nicht nur konkrete Aktienempfehlungen zu liefern, sondern sind auch dazu in der Lage, die unterschiedlichen Finanzprodukte des gesamten Kapitalmarktes miteinander zu kombinieren.⁵⁷⁾

Neben dem Einsatz im Rahmen moderner Vermögensverwaltungen übernimmt KI auch bereits Funktionen von menschlichen Fondsmanagern teilweise oder ganz. Da KI große Mengen relevanter Daten automatisch und in Echtzeit auswertet, wofür üblicherweise ganze Expertenteams eingesetzt werden müssten, können mit dem Einsatz der Software Ressourcen und Kosten eingespart werden. Digital verfügbare Berichte werden mithilfe von Spracherkennungsprogrammen analysiert, um konkrete Anlageentscheidungen zu treffen oder Empfehlungen abzugeben.⁵⁸⁾

KI als Fondmanager

Im Gegensatz zu den menschlichen Fondsmanagern unterliegen die KI-Algorithmen weder kognitiven Verzerrungen noch ökonomischen Anreizen, die sie zu optimistischeren oder pessimistischeren Einschätzungen verleiten.⁵⁹⁾ Sie neigen eher zu ausgewogeneren Empfehlungen und sind zudem emoti-

onlos dazu in der Lage potentielle Fehlentscheidungen zu erkennen und diese zu revidieren.⁶⁰⁾ Sie lassen sich weder von einer vermeintlichen Erfolgsserie verleiten das Handelsvolumen oder die Transaktionsanzahl zu erhöhen, noch unterliegen sie den aus der Behavioral Finance bekannten Heuristiken.⁶¹⁾

Derzeit sind 35 offene Investmentfonds mit etwa 1,2 Milliarden Euro Fondsvolumen für Privatanleger zugänglich, die im Wesentlichen von KI-basierten Algorithmen gesteuert werden.⁶²⁾ Die Fonds konzentrieren sich im Kern auf die Aktienmärkte, aber einige wenige verfolgen auch einen Mischfonds-Ansatz und reagieren auf Marktveränderungen durch flexible Aktienquotensteuerung innerhalb der Asset Allocation. Wieder andere verwenden Absicherungsstrategien in fallenden Märkten oder nutzen Wechselkursunterschiede verschiedener Währungen aus.⁶³⁾

Die tätigen KI-Konzepte sind unterschiedlicher Natur und greifen für ihre Analysen auf unterschiedliche Daten zurück. Mithilfe von ML-Algorithmen werden beispielsweise volkswirtschaftliche Kennziffern und fundamentale Unternehmensdaten analysiert, um eine Aktienauswahl zu treffen und Portfolios entsprechend anzupassen.⁶⁴⁾ Andere KI-Programme beschränken sich auf das Auslesen von Patentdatenbanken und wählen aufgrund dieser Datenbasis die vermeintlich vielversprechendsten Unternehmen aus.⁶⁵⁾

Eine weitere KI-Variante nutzt künstliche neuronale Netze, um mittels Spracherkennungssoftware die täglichen Finanznachrichten zu analysieren.⁶⁶⁾ Die Einzelaktienauswahl erfolgt bei diesen DL-Algorithmen also nicht anhand von Unternehmensdaten, sondern aufgrund der aktuellen Marktmeinung beziehungsweise der Börsenstimmung über die unterschiedlichen Titel. Als Input werden dabei bis zu zwei Millionen kapitalmarktbezogene Nachrichten pro Tag aus deutsch-, englisch- sowie chinesischsprachigen Medien verwendet.⁶⁷⁾ Die Big Data-Auswertung durch die KI erfolgt in Echtzeit und gibt Kauf- bzw. Verkaufsempfehlungen für europäische Blue-Chip-Aktien und Index Futures.⁶⁸⁾

Ein weiterer KI-gesteuerter Fonds eines kanadischen Entwicklers beschränkt

sich bei der Datengrundlage auf soziale Medien und US-amerikanische Onlinequellen.⁶⁹⁾ Die Software untersucht die Quellen nach jenen 75 US-Aktien, die aktuell von den Anlegern am aussichtsreichsten bewertet werden und bestückt damit das Fonds-Portfolio. Die daraus resultierenden Fondsumschichtungen finden einmal im Monat statt.⁷⁰⁾

Alpha-Dig für institutionelle Anleger

2018 entwickelte die Deutsche Bank in Kooperation mit der Dow-Jones-News-wires-Nachrichtenagentur die KI-Plattform Alpha-Dig. Die Plattform stellt ein System von ML-Algorithmen dar, das aus Medienberichten und Unternehmenspublikationen wie Quartals- oder Geschäftsberichte Risiken erkennt und bestimmten Nachhaltigkeitskriterien wie Umwelt, Soziales und gute Unternehmensführung (engl. Environment – Social – Governance, kurz: ESG) zuordnet.⁷¹⁾ Nachdem das Programm zunächst durch Backtesting der Daten aus den letzten 20 Jahren Erfahrungswerte gesammelt hatte, konnte es diese für die Zukunftseinschätzungen verwenden und anhand der ESG-Kriterien die gewünschten Investments in nachhaltige Unternehmen filtern.⁷²⁾

Die KI sammelt hierfür nicht nur quantitative bilanzielle Daten und Unternehmenskennzahlen der rund 5000 beobachteten Aktiengesellschaften, sondern stützt sich in ihren Bewertungen auch auf qualitative Informationen aus den Medien, die von menschlichen Analysten tendenziell untergewichtet beziehungsweise unterschätzt werden.⁷³⁾ Des Weiteren wird die Software auch bei der Auswertung von allgemeinen Nachrichten, Beiträgen aus sozialen Medien und anderen Artikeln in natürlicher Sprache herangezogen, um ein politisches Risikoprofil von Ländern zu erstellen.⁷⁴⁾ Sie nutzt dafür im Wesentlichen die Online-Enzyklopädie Wikipedia, da sie hier auf Daten ausreichender Genauigkeit in einer für Programme gut lesbaren Sprache trifft und zusätzlich Einträge, die mit weiteren Metadaten gespeist sind, vorfindet.⁷⁵⁾

Die KI liest zum Beispiel die Hauptseite eines Staates sowie alle Seiten der darin befindlichen Hyperlinks bis zu zwei Ebenen tiefer und kann aus dieser Wis-

sensdatenbank geopolitische Risiken quantifizieren sowie mögliche Szenarien auf Aktien- und Anleihemärkte vorhersagen. Sie verarbeitet die natürliche Sprache aus den Quelldaten maschinell, um daraus zu lernen und den Kontext zu erfassen sowie Rückschlüsse auf dessen Bedeutung zu ziehen.

Beispielsweise durchsuchen die ML-Algorithmen Finanznachrichten und analysieren die mediale Aufmerksamkeit von politischen Ereignissen, wie das Brexit-Referendum in Großbritannien im Jahr 2016, um diesen eine Bedeutung zuzuordnen.⁷⁶⁾ Anschließend werden die Daten mit den Informationen aus den sozialen Medien abgeglichen und validiert. Daraus kann Alpha-Dig schließlich eine Einteilung der politischen Risiken in zum Beispiel Wahl- oder Terrorismus-Risiken vornehmen und auch lang- sowie kurzfristige Folgen abgrenzen. Die KI-Plattform wird von der Deutschen Bank institutionellen Investoren zur Verfügung gestellt und soll vor allem in turbulenten Börsenphasen eine Orientierungshilfe bieten.⁷⁷⁾

Algooo – die Wertpapiersuchmaschine

Eine andere Form von Orientierungshilfe ist seit Oktober 2020 verfügbar und ähnlich einer Wertpapiersuchmaschine aufgebaut: Das KI-Konzept von Capricorn Capital in Kooperation mit wallstreet:online ist zwar vergleichbar mit den oben genannten Do-it-Yourself-Robo-Advisory-Dienstleistungen, grenzt sich allerdings durch die in der Regel größere Auswahl an Portfolioalternativen und deren Gebührenstruktur

ab.⁷⁸⁾ Nachdem die Risikoneigung und das Anlegerprofil des Kunden ermittelt wurde, stellt der KI-Algorithmus ein kundenindividuelles Portfolio zusammen und vergleicht dafür nach eigenen Angaben des Unternehmens Milliarden potentieller Varianten aus mehr als 10 000 Fonds.⁷⁹⁾ Die Auswahl ist hierbei beschränkt auf die für den deutschen Markt für Privatanleger zugelassenen Fondsprodukte, Vertriebskosten gibt es für die Fonds nicht. Eventuell laufende Provisionszahlungen der Fondsgesellschaften werden wieder zurückerstattet.⁸⁰⁾

Bevor der Kunde das vorgeschlagene individuelle Portfolio anlegt, führt die KI ein Backtesting über historische Krisenphasen durch, mit dem der Kunde die Krisen-Robustheit bzw. -anfälligkeit der Anlage prüfen kann. Dabei durchläuft das Wunsch-Portfolio die Krisenphasen jeweils beginnend mit den ungünstigsten Einstiegszeitpunkten vor den jeweiligen Börseneinbrüchen sowie über die Zeit nach der Krise im Rahmen eines Erholungschecks.⁸¹⁾

Neben der Portfoliozusammenstellung durch die KI bietet das Unternehmen ein Vergleichstool an, das ein bereits vorhandenes Portfolio des Kunden kostentransparent vergleicht. Die Algorithmen untersuchen dabei die unterschiedlichen Kosten und Renditen innerhalb der Vergleichs-Checks, die von den Kunden unbegrenzt sowie kostenfrei durchgeführt werden können.⁸²⁾ Neben einer fixen monatlichen Servicegebühr verlangt der Anbieter eine jährliche Gewinnbeteiligung, erwartet allerdings keine volumensabhängige Vergütung des Depots, das der Kunde mit selbst erworbenen Wertpapieren

sowie aus den Empfehlungen des Programmes angelegten Produkten führen kann.

Cryptoradar der Börse Stuttgart

Die Börse Stuttgart erwarb im Jahr 2017 mit der Übernahme des FinTechs Sowa Labs GmbH Expertenwissen über KI mit dem Fokus auf die Echtzeitanalyse zunehmender Massendaten unterschiedlicher Finanzmarkttransaktionen im Internet.⁸³⁾ Mit dem Zusammenschluss begann die Börse unter anderen mit der Entwicklung einer neuen App für den Handel mit Kryptowährungen. Die Smartphone-App Bison ermöglicht seit Februar 2019 den kostenlosen Handel sowie die Verwahrung der gängigsten Kryptowährungen.⁸⁴⁾

Neben der Handelsplattform beinhaltet die App ein Stimmungsbarometer (siehe Abbildung 3), bei dem ML-Algorithmen täglich etwa zwei Millionen Social-Media-Nachrichten hinsichtlich eines Bezugs zu Kryptowährungen bzw. Kryptogeld untersucht und daraus die relevanten Nachrichten auswertet.⁸⁵⁾

Die KI filtert die Nachrichten mittels semantischer Analyse und ordnet diesen, bezogen auf die jeweilige Kryptowährung, die Attribute positiv, negativ oder neutral zu.⁸⁶⁾ Durch visuelle Aufbereitung in einem aggregierten Stimmungsbarometer findet letztlich eine Bewertung statt, die in weiterem Sinne auch als Kauf-, Verkauf- oder Halteempfehlung gedeutet werden kann. Zumindest liefert die Software damit eine Entscheidungshilfe für die Kunden.

Anleger können, in Abhängigkeit ihrer individuellen Risikoneigung, ihres Anlagehorizonts und Anlegerprofils, auf unterschiedliche Weise über eine Vielzahl von Kapitalmarktprodukten in entsprechende KI-Unternehmen investieren. Die beiden beliebtesten Anlageformen innerhalb des Wertpapierdepots der deutschen Privatanleger sind Fonds und Aktien.⁸⁷⁾

Der direkte Weg führt dabei über den Erwerb von Einzelaktien aus dem Technologiesektor, etwa Konzerne oder Start-Ups, die im Kern auf KI setzen und deren Geschäftsmodelle darauf

Abbildung 3: Stimmungsbarometer „Cryptoradar“



Quelle: Euwax AG, Cryptoradar, 2020

aufbauen.⁸⁸⁾ Plattformunternehmen, Big-Data-Spezialisten, Suchmaschinen, Software-Entwickler und andere. Als Aktionär wird der Anleger direkt an den Unternehmensgewinnen beteiligt, trägt allerdings auch das unternehmerische Risiko, das bis zum Totalverlust der ursprünglichen Einlage führen kann.

Investments in KI

Für defensivere Anlegertypen eignen sich breit gestreute Finanzprodukte wie aktiv gemanagte Investmentfonds oder börsengehandelte Indexfonds (ETF).⁸⁹⁾ ETFs, die kostengünstig einen vorhandenen Index abbilden, können sich auf kleine Nischen wie zum Beispiel E-Commerce, Robotics, Cyber Sicherheit, Smart Technologies, Cloud, Big Data, autonomes Fahren oder KI insgesamt beziehen und damit kleine Aktien-Warenkörbe wiedergeben.⁹⁰⁾ Auf der anderen Seite bieten aktiv gemanagte Themenfonds die Möglichkeit in breit gestreute, globale Investments im Technologiebereich anzulegen und liefern gleichzeitig eine höhere Risikodiversifikation. Technologieunternehmen und damit auch Technologiefonds bzw. -ETFs sind Profiteure des Pandemie-Jahres und gewinnen auch weiterhin zunehmend an Bedeutung.⁹¹⁾

In den kommenden Jahren wird eine Generation heranwachsen, die rund um die Uhr von KI-Technologie umgeben sein wird und diese selbstverständlich und intuitiv nutzen wird.⁹²⁾ In diesem Beitrag wurde gezeigt, inwieweit die KI heute bereits in den spezifischen Bereich der Geldanlage vorgedrungen ist und inwiefern Anleger von der Technologie direkt oder indirekt profitieren können. Digitale, automatisierte Vermögensverwaltungen, sogenannte Robo Advisors, analysieren ihre Kunden und ermitteln deren Anlegerprofil, um anschließend ein passgenaues Portfolio zusammenzustellen. Die automatisierten Prozesse bieten Kostenvorteile gegenüber menschlichen Beratern, sind transparent sowie zeitsparend und bedienen damit zeitgemäße Kundenpräferenzen hinsichtlich einer Bank der Zukunft.⁹³⁾

Robo Advisory folgt einem anhaltenden, langfristigen Trend und wird seinen Platz in einem diversifizierten Markt einnehmen, allerdings keine au-

ßerordentliche disruptive Macht gewinnen, so die Meinung von Bankexperten sowie das Ergebnis empirischer Studien.⁹⁴⁾

Neben der angebotenen Komplettlösung des Robo-Advice kann KI auch Investmentfonds selbst aktiv managen, in die Kunden investieren können. Big-Data-Programme analysieren rund um die Uhr Nachrichten, Berichte, Social-Media-Einträge und Online-Datenbanken, um aus Marktmeinungen und Unternehmensdaten konkreten Handlungsbedarf zu ermitteln und entsprechend Umschichtungen innerhalb des Fonds durchzuführen. Dabei ist festzustellen, dass KI-basierte Software Tätigkeiten genau so gut oder besser als ihre menschlichen Pendants erledigen können, selbst wenn diese beträchtlichen Verstand und Wissen für die Ausführung bedingen.⁹⁵⁾

Offensiven Anlegern, die auch die hohen börsentäglichen Schwankungen aushalten können, bieten sich Direktinvestitionen in Einzelunternehmen an, die sich im Kerngeschäft mit der Technologie KI beschäftigen, um so über die Dividendenausschüttungen direkt am Erfolg des Unternehmens zu partizipieren. Wer das unternehmerische Risiko von Einzelaktien scheut, dem bieten sich als Alternative die breit gestreuten Themenfonds an, die in globale Technologiemarkte mithilfe aktiver – menschlicher – Fondsmanager investieren. Spezialisierte, passive Indexfonds, die dagegen kleinere Technologiesektoren mit vergleichsweise kleineren Aktienkörben abbilden, stehen ebenso zur Verfügung.

Des Weiteren wurden konkrete Beispiele aufgezeigt, wie KI-Programme durch Datenanalysen Orientierungshilfen sowie Handlungsempfehlungen geben können und auch bereits im Bereich der Kryptowährungen Mehrwert für Anleger hervorbringen. Das Cryptoradar der Börse Stuttgart zeigt ein aggregiertes Ergebnis aus der Analyse von täglich bis zu zwei Millionen Social-Media-Nachrichten durch ML-Algorithmen und stellt somit fortlaufend eine aktuelle Marktmeinung über die einzelnen Kryptowährungen dar.

Dieser Beitrag zeigt die neueren KI-Entwicklungen im Bereich der Geldanlage, kann aufgrund seines Umfangs jedoch nicht alle Neuentwicklungen

gen der jüngeren Vergangenheit berücksichtigen, beispielhaft sei das KI-Programm Malina von Union Investment genannt.⁹⁶⁾ Die hier vorgestellten Einsatzgebiete von KI in der Geldanlage stellen aber einen ersten Überblick über die neuesten relevanten Möglichkeiten dar, wie Vermögen von KI direkt oder indirekt beeinflusst werden kann und liefert damit einen hilfreichen Einstieg in das Thema, der zur weiteren Vertiefung anregt.

Seit dem Sieg von Deep Blue über Kasparov sind mehr als 23 Jahre vergangen, in der Zwischenzeit haben bereits andere KIs gegen Profis der deutlich komplexeren Spiele Go aus China sowie Jeopardy aus den USA gewonnen.⁹⁷⁾ Das Börsenspiel der Realität konnten bislang zwar weder Mensch noch Maschine für sich entscheiden, es bleibt jedoch spannend zu beobachten, wie die Annäherung an Marktvorhersagen durch KI weiter an Fahrt aufnimmt.

Fußnoten

- 1) Vgl. Campbell, M. et al., Deep Blue, 2002, S. 57.
- 2) Vgl. Gentsch, P., KI Sales, 2019, S. 3.
- 3) Vgl. GfK, KI-Meinungsumfrage, 2018, S. 2.
- 4) Vgl. GfK, KI-Meinungsumfrage, 2018, S. 2.
- 5) Vgl. GfK, KI-Meinungsumfrage, 2018, S. 5.
- 6) Vgl. Reiter, J. et al., Bank-Zukunft, 2020, S. 9.
- 7) Vgl. Keese, C., Silicon Valley, 2016, S. 186.
- 8) Vgl. Keese, C., Silicon Valley, 2016, S. 188 f.
- 9) Vgl. Wodzicki, M. et al., Digital Banking, 2020, S. 2.
- 10) Vgl. Braune, A., Landau, C., FinTech, 2017, S. 496 f.
- 11) Vgl. Markowitz, H., Portfolio Selection, 1952, S. 77.
- 12) Vgl. Sharpe, W., CAPM, 1964, S. 425; Ross, S., Arbitrage Theory, 1976, S. 341; Fröhlich, J., Schöning, S., Minimum-Varianz-Portfolio, 2015, S. 144.
- 13) Vgl. Markowitz, H., Portfolio Selection, 1952, S. 84.
- 14) Vgl. Markowitz, H., Portfolio Selection, 1952, S. 89.
- 15) Vgl. Steiner, M. et al, Wertpapiermanagement, 2017, S. 51 f.
- 16) Vgl. Bruns, C., Meyer-Bullerdiek, F., Professionelles Portfoliomanagement, 2020, S. 252.
- 17) MiFID (Markets in Financial Instruments Directive), Art. 4 Abs. 1 Nr. 4.
- 18) KWG (Kreditwesengesetz), § 1 Abs. 1a Nr. 1a i. V. m. § 32.
- 19) Vgl. Grill, W., Perczynski, H., Wirtschaftslehre Kreditwesen, 2020, S. 192.
- 20) Vgl. Mondello, E., Portfoliomanagement, 2015, S. 54.
- 21) Vgl. Nickel, H., Anlageberatung Deutschland, 2018, S. 131.
- 22) Vgl. EU-Kommission, PM Nachhaltiges Finanzwesen und EU-Taxonomie, 2021.
- 23) Vgl. Faust, M., Reittinger, W., Wealth Management, 2015, S. 1204.
- 24) Vgl. Faust, M., Wealth Management, 2019, S. 4.
- 25) Vgl. Faust, M., Wealth Management, 2019, S. 16.
- 26) Vgl. McCarthy, J. et al., AI Proposal, 1955, S. 13.
- 27) Vgl. McCarthy, J. et al., AI Proposal, 1955, S. 13.

- 28) Vgl. Werne, J., Grenzen der KI, 2020, S. 82.
 29) Vgl. Russell, S., Norvig, P., KI, 2012, S. 1176.
 30) Vgl. Russell, S., Norvig, P., KI, 2012, S. 1182; Braga, A., Logan, R., Limits to AI, 2017, S. 163; Gruhn, V., Die KI, 2018, S. 1.
 31) Vgl. Buxmann, P., Schmidt, H., Grundlagen der KI, 2019, S. 6 f.
 32) Vgl. McCarthy, J. et al., AI Proposal, 1955, S. 13.
 33) Vgl. Buxmann, P., Schmidt, H., Grundlagen der KI, 2019, S. 7.
 34) Vgl. Buchkremer, R., NLP KI, 2020, S. 34 f.
 35) Vgl. Kreutzer, R., Land, K.-H., Digitaler Darwinismus, 2016, S. 124.
 36) Vgl. Kreutzer, R., Land, K.-H., Digitaler Darwinismus, 2016, S. 125.
 37) Vgl. Kreutzer, R., Sirrenberg, M., KI verstehen, 2019, S. 79.
 38) Vgl. Lauterjung, S., KI Finanzbranche, 2020, S. 258.
 39) Vgl. Kreutzer, R., Sirrenberg, M., KI verstehen, 2019, S. 78.
 40) Vgl. Buxmann, P., Schmidt, H., Grundlagen der KI, 2019, S. 8.
 41) Vgl. Buxmann, P., Schmidt, H., Grundlagen der KI, 2019, S. 8.
 42) Vgl. Mainzer, K., KI-Maschinen, 2019, S. 110.
 43) Vgl. Mainzer, K., KI-Maschinen, 2019, S. 99 f.
 44) Vgl. LeCun, Y. et al., Deep learning, 2015. S. 436 u. 438.
 45) Vgl. Singh, I., Kaur, N., Wealth Management, 2017, S. 39.
 46) Vgl. Müller, M., Pester, M., Passive Anlagestrategien, 2019, S. 240.
 47) Vgl. Bankenverband, Positionspapier, 2017, S. 3.
 48) Vgl. Finanztest, Robo-Advisor, 2017, S. 56 f.
 49) Vgl. Hölischer, R., Nelde, M., Portfolioaufteilung, 2018, S. 70.
 50) Vgl. Isarvest, ETP-Award, 2020.
 51) Vgl. Comdirect, Cominvest Whitepaper, 2021, S. 2.
 52) Vgl. Jung, D. et al., Robo-Advisory, 2018, S. 83.
 53) Vgl. Comdirect, Cominvest Whitepaper, 2021, S. 23.
 54) Vgl. Müller, M., Pester, M., Passive Anlagestrategien, 2019, S. 240.
 55) Vgl. Statista, FinTech Report, 2020, S. 2.
 56) Vgl. Reiter, J. et al., Bank der Zukunft, 2020, S. 9.
 57) Vgl. Wang, P.-Y. et al., Multiobjective Rank-Nets, 2019, S. 77.
 58) Vgl. Gruhn, V., Die KI, 2018, S. 3.
 59) Vgl. Coleman, B. et al., Man vs. Machine, 2020, S. 21.
 60) Vgl. Coleman, B. et al., Man vs. Machine, 2020, S. 21.
 61) Vgl. Holtfort, T., Verhaltensökonomik Finanzmarktprozesse, 2020, S. 235.
 62) Vgl. Narat, I., Wo KI Rendite bringt, 2020, S. 30.
 63) Vgl. Narat, I., Algorithmen Crash, 2020 S. 35.
 64) Vgl. Narat, I., Wo KI Rendite bringt, 2020, S. 30.
 65) Vgl. Narat, I., Wo KI Rendite bringt, 2020, S. 30 f.
 66) Vgl. Hajek, S., Acatis, 2019, S. 70.
 67) Vgl. Narat, I., Algorithmen gegen den Crash, 2020 S. 35.
 68) Vgl. Gerbl, E., Daten-Schürfer, 2019, S. S. 87.
 69) Vgl. Narat, I., Algorithmen gegen den Crash, 2020 S. 34.
 70) Vgl. Narat, I., Wo KI Rendite bringt, 2020, S. 30.
 71) Vgl. Moniz, A. et al., Alpha-Dig, 2018, S. 10 f.
 72) Vgl. Moniz, A. et al., Alpha-Dig, 2018, S. 12.
 73) Vgl. Moniz, A. et al., Alpha-Dig, 2018, S. 11 f.
 74) Vgl. Moniz, A., Templeman, L., Geopolitische Risiken, 2019, S. 34.
 75) Vgl. Moniz, A., Templeman, L., Geopolitische Risiken, 2019, S. 35.
 76) Vgl. Moniz, A., Templeman, L., Geopolitische Risiken, 2019, S. 34.
 77) Vgl. Moniz, A., Templeman, L., Geopolitische Risiken, 2019, S. 39.
 78) Vgl. Schick, J., Smarte Geldanlage, 2020, S. 1.
 79) Vgl. ks/Fondsdiscount, Wertpapiersuchmaschine, 2020, S. 2.
 80) Vgl. Schick, J., Smarte Geldanlage, 2020, S. 2.
 81) Vgl. Schick, J., Smarte Geldanlage, 2020, S. 1.
 82) Vgl. ks/Fondsdiscount, Wertpapiersuchmaschine, 2020, S. 2.
 83) Vgl. ZfgK, Börsennachrichten, 2017, S. 1243.
 84) Vgl. Spengler, T., Börse Stuttgart, 2019, S. 6.
 85) Vgl. Spankowski, U., Kryptowährungen, 2019, S. 638.
 86) Vgl. Spankowski, U., Kryptowährungen, 2019, S. 638.
 87) Vgl. Forsa, Umfrage Geldanlage, 2020, S. 2.
 88) Vgl. Baudzus, T., KI-Aktien, 2019, S. 15.
 89) Vgl. Wiegand, E., Thematisches Investieren, 2020, S. B1.
 90) Vgl. Wiegand, E., Thematisches Investieren, 2020, S. B1.
 91) Vgl. Rüppel, W., Schub für Technologiefonds, 2020, S. 13.
 92) Vgl. Krcmar, H. et al., Zukunftsstudie, 2020, S. 44.
 93) Vgl. Reiter, J. et al., Bank der Zukunft, 2020, S. 23.
 94) Vgl. Thompson, C., Robo Advisory, 2020, S. 233; Au, C., Zureck, A., Disruptive Potential, 2019, S. 10 f.
 95) Vgl. Russell, S., Norvig, P., KI, 2012, S. 1178.
 96) Vgl. Diesteldorf, J., Mandery C., Malina, 2020, S. 24 f.
 97) Vgl. Silver, D. et al., Mastering Go, 2016, S. 484; Goel, A. et al., Using Watson, 2016, S. 1.
- Literaturverzeichnis**
 Au, Cam-Duc, Zureck, Alexander (Disruptive Potential, 2019): The Disruptive Potential of Robo-Advisory on the Wealth Management Business Model of Banks, in: Proceedings of the International Conference on Applied Research in Management, Business and Economics, (2019), S. 1-13
 Bankenverband (Positionspapier, 2017): Positionspapier des Bankenverbandes zu Robo-Advice, Berlin: Bundesverband deutscher Banken e. V., 2017
 Baudzus, Timo (KI-Aktien, 2020): Künstliche Intelligenz – Welche KI-Aktien sind die Stars bis 2030, in: FOMO, 19 (2019), Nr. 50, S. 14-18
 Braga, Adriana, Logan, Robert K. (Limits to AI, 2017): The Emperor of Strong AI Has No Clothes: Limits to Artificial Intelligence, in: Information, 8 (2017), Nr. 4, S. 156-171
 Braune, Alexander und Landau, Christian (FinTech, 2017): FinTech – Digitale Geschäftsmodelltransformation im Bankensektor, in: Schallmo, Daniel, Rusnjak, Andreas, Anzengruber, Johanna, Werani, Thomas, Jünger, Michael (Hrsg.), Digitale Transformation von Geschäftsmodellen – Grundlagen, Instrumente und Best Practices, 2017, S. 495-522
 Bruns, Christoph, Meyer-Bullerdiel, Frieder (Professionelles Portfoliomanagement, 2020): Professionelles Portfoliomanagement, 6. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2020
 Buchkremer, Rüdiger (NLP KI, 2020): Natural Language Processing in der KI – Eine Erfassung der aktuellen Patente- und Literatursituation, in Buchkremer, Rüdiger, Heupel, Thomas, Koch, Oliver (Hrsg.), Künstliche Intelligenz in Wirtschaft & Gesellschaft – Auswirkungen, Herausforderungen & Handlungsempfehlungen, 2020, S. 29-45
 Buxmann, Peter, Schmidt, Holger (Grundlagen KI, 2019): Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens, in: Buxmann, Peter, Schmidt, Holger (Hrsg.), Künstliche Intelligenz – Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg, 2019, S. 3-19
 Campbell, Murray, Hoane, A. Joseph Jr., Hsu, Feng-hsiung (Deep Blue, 2002): Deep Blue, in: AIJ, 134 (2002), Nr. 1-2, S. 57-83
 Diesteldorf, Jeanne, Mandery, Christian (Malina, 2020): Künstliche Intelligenz – Von Menschen und Maschinen, in: BankInformation, 47 (2020), Nr. 1, S. 24-25
 Faust, Martin (Wealth Management, 2019): Private Banking und Wealth Management – Ein Überblick über Marktsegmente und Leistungsangebote, in: Brost, Heike, Faust, Martin, Reitinger, Wolfgang J. (Hrsg.), Private Banking und Wealth Management – Strategien und Erfolgsfaktoren, 2019, S. 1-21
 Faust, Martin, Reitinger, Wolfgang J. (Wealth Management, 2015): Potenzial für Private Wealth Management in Deutschland, in: ZfgK, 67 (2015), Nr. 24, S. 1204-1209
 Finanztest (Robo-Advisor, 2017): Robo-Advisor – Beratung ist Programm, in: Finanztest, 26 (2017), Nr. 1, S. 56-63
 Fischer, Matthias (Automatisierte Vermögensverwaltung, 2017): Robo-Advisor und automatisierte Vermögensverwaltung, in: ZfgG, 67 (2017), Nr. 3, S. 183-193
 Forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH (Umfrage Geldanlage, 2020): Welche der folgenden Geldanlagen besitzen Sie zur Zeit? Genutzte Formen der Deutschen zur Geldanlage bis 2020, veröffentlicht von Statista Research Department, 2020
 Fröhlich, Joscha, Schöning, Stephan (Minimum-Varianz-Portfolio, 2015): Das Minimum-Varianz-Portfolio – Nutzenanalyse für das Management von Aktienportfolios, in: ZfgK, 67 (2015), Nr. 3, S. 144-148
 Gentsch, Peter (KI Sales, 2019): Künstliche Intelligenz für Sales, Marketing und Service. Mit AI und Bots zu einem Algorithmic Business – Konzepte und Best Practices, 2. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler, 2019
 Gerbl, Erich (Daten-Schürfer, 2019): Die Daten-Schürfer, in: Bilanz, (2019), Nr. 2, S. 86-89
 GfK – Gesellschaft für Marktforschung (KI-Meinungsumfrage, 2018): Künstliche Intelligenz – Meinungsumfrage im Auftrag des Bundesverbandes deutscher Banken, Nürnberg: GfK, 2018
 Goel, Ashok, Anderson, Tory, Belknap, Jordan, Creeden, Brian, Hancock, William, Kumble, Mithun, Salunke, Shanu, Sheneman, Bradley, Shetty, Abhinaya, Wiltgen, Bryan (Using Watson, 2016): Using Watson for constructing cognitive assistants, in: Advances in Cognitive Systems, (2016), S. 1-16
 Grill, Wolfgang, Perczynski, Hans (Wirtschaftslehre Kreditwesen, 2020): Wirtschaftslehre des Kreditwesens, 54. Aufl., Köln: Bildungsverlag EINS, 2020
 Gruhn, Volker (Die KI, 2018): Die eine künstliche Intelligenz gibt es gar nicht, in: Computerwoche, 44 (2018), Nr. 38
 Hajek, Stefan (Acatis, 2019): Besser als Buffett. Nirgendwo sind Prognosen schwieriger als an der Börse. Nun versuchen Hedgefonds, dem chaotischen System mit künstlicher Intelligenz beizukommen – mit ersten Erfolgen, in: WiWo, (2019), Nr. 26, S. 70
 Hölischer, Reinhold, Nelde, Matthias (Portfolioaufteilung, 2018): Darstellung, Funktion und Portfolioaufteilung von Robo-Advisory, in: ZfgK, 70 (2018), Nr. 2, S. 68-73
 Holtfort, Thomas (Verhaltensökonomik Finanzmarktprozesse, 2020): Verhaltens- und evolutionsökonomische Betrachtung von Finanzmarktprozessen, in: Rebegiani, Luca, Wilke, Christina B., Wohlmann, Monika (Hrsg.), Megatrends aus Sicht der Volkswirtschaftslehre. Demografischer Wandel – Globalisierung & Umwelt – Digitalisierung, 2020, S. 231-248
 Jung, Dominik, Dorner, Verena, Glaser, Florian, Morana, Stefan (Robo-Advisory, 2018): Robo-Advisory: Digitalization and Automation of Financial Advisory, in: BISE, 60 (2018), Nr. 1, S. 81-86
 Jung, Dominik, Glaser, Florian, Kopplin, Willi (Robo-Advisory, 2019): Robo-Advisory: Oppor-

- tunities and Risks for the Future of Financial Advisory, in: Nissen, Volker (Hrsg.), *Advances in Consulting Research: Recent Findings and Practical Cases*, 2019, S. 405-427
- Keese, Christoph (Silicon Valley, 2016): *Silicon Valley – Was aus dem mächtigsten Tal der Welt auf uns zu kommt*, 7. Aufl., München: Albrecht Knaus Verlag, 2016
- Kreutzer, Ralf T., Land, Karl-Heinz (Digitaler Darwinismus, 2016): *Digitaler Darwinismus – Der stille Angriff auf Ihr Geschäftsmodell und Ihre Marke*, 2. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler, 2016
- Kreutzer, Ralf T., Sirrenberg, Marie (KI verstehen, 2019): *Künstliche Intelligenz verstehen – Grundlagen – Use-Cases – unternehmenseigene KI-Journey*, Wiesbaden: Springer Gabler, 2019
- Krcmar, Helmut et al. (Zukunftsstudie, 2020): *Zukunftsstudie: Leben, Arbeit, Bildung 2035+ Durch künstliche Intelligenz beeinflusste Veränderungen in zentralen Lebensbereichen*, 1. Aufl., München: Münchner Kreis, Bertelsmann Stiftung, 2020
- LeCun, Yann, Bengio, Yoshua, Hinton, Geoffrey (Deep learning, 2015): *Deep learning*, in: *Nature*, 521 (2015), S. 436-444
- Lauterjung, Sven (KI Finanzbranche, 2020): *Vom smarten Berater zur smarten Maschine – Künstliche Intelligenz in der Finanzbranche*, in: Buchkremer, Rüdiger, Heupel, Thomas, Koch, Oliver (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in Wirtschaft & Gesellschaft – Auswirkungen, Herausforderungen & Handlungsempfehlungen*, 2020, S. 249-274
- Mainzer, Klaus (KI-Maschinen, 2019): *Künstliche Intelligenz – Wann übernehmen die Maschinen?* 2. Aufl., Berlin: Springer, 2019
- Markowitz, Harry M. (Portfolio Selection, 1952): *Portfolio Selection*, in: *J Finance*, 7 (1952), Nr. 1, S. 77-91
- McCarthy, John, Minsky, Marvin L., Rochester, Nathaniel, Shannon, Claude E. (AI Proposal, 1955): *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, in: *AI Mag*, 27 (1955), Nr. 4, S. 12-14
- Mondello, Enzo (Portfoliomanagement, 2015): *Portfoliomanagement – Theorie und Anwendungsbeispiele*, 2. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler, 2015
- Moniz, Andy, Mesomeris, Spyros, Templeman, Luke (Alpha-Dig, 2018): *ESG und Big Data – Anlegen mit Alpha-Dig*, in: *DB Research: Konzept*, (2018), Nr. 14, S. 10-13
- Moniz, Andy, Templeman, Luke (Geopolitische Risiken, 2019): *Geopolitische Risiken quantifizieren*, in: *DB Research: Konzept*, (2019), Nr. 15, S. 34-39
- Müller, Maximilian, Pester, Marion (Passive Anlagestrategien, 2019): *Passive Anlagestrategien und Digitalisierung in der Vermögensverwaltung*, in: Seidel, Marcel (Hrsg.), *Banking & Innovation 2018/2019 – Ideen und Erfolgskonzepte von Experten für die Praxis*, 2019, S. 227-246
- Narat, Ingo (KI Rendite, 2020): *Wo Künstliche Intelligenz Rendite bringt – Anlagestrategien setzen auf Algorithmen, um die Erträge aufzubessern – mit gemischtem Erfolg. Welche Angebote sich wirklich lohnen*, in: *HBI*, 74 (2020), Nr. 234, S. 30-31
- Narat, Ingo (Algorithmen Crash, 2020): *Algorithmen gegen den Crash – Fonds wollen die Verluste an den Finanzmärkten mithilfe Künstlicher Intelligenz begrenzen. Nur wenige schaffen das – aber einige liefern sogar Gewinne*, in: *HBI*, 74 (2020), Nr. 64, S. 34-35
- Nickel, Hans (Anlageberatung Deutschland, 2018): *Anlageberatung am Finanzplatz Deutschland – Steuern, Recht, Trends*, Wiesbaden: Springer Gabler, 2018
- Reiter, Julius, Frère, Eric, Zureck, Alexander (Bank-Zukunft, 2020): *Bank der Zukunft*, Essen: FOM Hochschule für Oekonomie & Management, Institute for Strategic Finance, 2020
- Ross, Stephen (Arbitrage Theory, 1976): *The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing*, in: *J Econ Theory*, 13 (1976), Nr. 3, S. 341-360
- Rüppel, Werner (Schub Technologiefonds, 2020): *Schub für Technologiefonds. Digitalisierung und Online-Handel profitieren von der Coronakrise – Beeindruckende Wertzuwächse*, in: *BöZ*, 68 (2020), Nr. 100, S. 13
- Russell, Stuart, Norvig, Peter (KI, 2012): *Künstliche Intelligenz – ein moderner Ansatz*, 3., akt. Aufl., München: Pearson, 2012
- Statista (FinTech Report, 2020): *FinTech Report 2020 – Personal Finance Report*, Statista Digital Market Outlook – Segment Report, 2020
- Sharpe, William F. (CAPM, 1964): *Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk*, in: *J Finance*, 19 (1964), Nr. 3, S. 425-442
- Silver, David et al. (Mastering Go, 2016): *Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search*, in: *Nature*, 529 (2016), Nr. 529, S. 484-489
- Singh, Ishmeet, Kaur, Navjot (Wealth Management, 2017): *Wealth Management through Robo-Advisory*, in: *IJRG*, 5 (2017), Nr. 6, S. 33-43
- Spankowski, Ulli (Kryptowährungen, 2019): *Die Kryptowährungen sind nur der erste Schritt*, in: *ZfgK*, 71 (2019), Nr. 13, S. 636-638
- Spengler, Thomas (Börse Stuttgart, 2019): *Börse Stuttgart probt den Spagat*, in: *BöZ*, 67 (2019), Nr. 211, S. 6
- Steiner, Manfred, Bruns, Christoph, Stöckl, Stefan (Wertpapiermanagement, 2017): *Wertpapiermanagement: Professionelle Wertpapieranalyse und Portfoliostrukturierung*, 11. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2017
- Thompson, Caroline V. (Über Finanzbranche, 2020): *Robo Advisory – Das Über der Finanzbranche oder vorübergehender Trend?* In: *ZfgG*, 70 (2020), Nr. 3, S. 230-236
- Wang, Pei-Ying, Liu, Chun-Shou, Yang, Yao-Chun, Huang, Szu-Hao (Multiobjective RankNets, 2019): *A Robo-Advisor Design using Multiobjective RankNets with Gated Neural Network Structure*, in: *IEEE ICA*, (2019), S. 77-78
- Werne, Jochen (Grenzen KI, 2020): *Artificial Intelligence meets Homo Sapiens – Einsatzmöglichkeiten und Grenzen Künstlicher Intelligenz*, in: Stadelmann, Martin, Pufahl, Mario, Laux, David D. (Hrsg.), *CRM goes digital – Digitale Kundenschnittstellen in Marketing, Vertrieb und Service exzellent gestalten und nutzen*, 2020, S. 81-92
- Wiegand, Eric (Thematisches Investieren, 2020): *Warum Thematisches Investieren kein Modetrend ist. Künstliche Intelligenz oder Autonomes Fahren verändern Wirtschaft stark – Herkömmliche ETFs bilden diese Trends nur teilweise ab – Themen-ETFs als Alternative*, in: *BöZ*, 67 (2019), Nr. 33, S. B1
- Wodzicki, Michael, Majewski, Daniel A., MacRae, Mark (Digital Banking, 2020): *Digital Banking Maturity 2020 – How banks are responding to digital (r)evolution?* Budapest: Deloitte Central Europe, 2020
- ZfgK (Börsennachrichten, 2017): *Börsennachrichten – Börse Stuttgart: Fintech-Übernahme*, in: *ZfgK*, 69 (2017), Nr. 24, S. 1243

Internetquellen

Coleman, Braiden, Merkley, Kenneth J., Pacelli, Joseph (Man vs. Machine, 2020): *Man versus Machine: A Comparison of Robo-Analyst and Traditional Research Analyst Investment Recommendations*, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3514879> (2020-01-21) [Zugriff: 2021-03-31]

Comdirect (Cominvest Whitepaper, 2021): *Cominvest – Die digitale Vermögensverwaltung von comdirect*, <https://www.comdirect.de/pbl/member/formcenter/DownloadPdfDocumentRH.do?&redirected=994247&ePdfInStance=427228&ePagelId=cori9874&pdf=&name=&combined=true> [Zugriff: 2021-05-11]

Isarvest GmbH (ETP-Award, 2020): *Die Gewinner der ETP-Awards 2020*, <https://www.etp-award.de> [Zugriff: 2021-05-09]

Euwax AG (Cryptoradar, 2020): *Cryptoradar – Der BISON Cryptoradar zeigt dir die Stimmungslage zu den handelbaren Kryptowährungen*, <https://bisonapp.com/radar/> [Zugriff: 2021-03-31]

EU-Kommission, (PM Nachhaltiges Finanzwesen und EU-Taxonomie, 2021): *Nachhaltiges Finanzwesen und EU-Taxonomie: Kommission unternimmt weitere Schritte, um Geld in nachhaltige Tätigkeiten zu lenken*, <https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_21_1804> (2021-04-21) [Zugriff: 2021-05-08]

ks/Fondsdiscount (Wertpapiersuchmaschine, 2020): *Algooo – die Wertpapiersuchmaschine. Google für die Geldanlage: So finden Sie die besten Fonds*, <https://www.fondsdiscount.de/magazin/news/google-fuer-die-geldanlage-so-findensie-die-besten-fonds-5297/?utm_source=RS&utm_medium=Link&utm_campaign=Magazin#a_id=wallstreetonline> (2020-10-14) [Zugriff: 2021-03-31]

Schick, Julian (Smarte Geldanlage, 2020): *Smarte Geldanlage: Algooo - Big Data gegen menschliche Emotionen: „Nur wenn das Kunden-Depot steigt, verdienen auch wir!“*, <https://www.finanznachrichten.de/nachrichten-2020-10/50954593-smarte-geldanlage-algooo-big-data-gegen-menschliche-emotionen-nur-wenn-das-kunden-depot-steigt- verdienen-auch-wir-686.htm> (2020-10-14) [Zugriff: 2021-03-31]

Rechtsquellenverzeichnis

Gesetz über das Kreditwesen – Kreditwesengesetz (KWG) vom 10.07.1961 (BGBl I, S. 881), zuletzt geändert durch Gesetz vom 09.12.2020 (BGBl I, S. 2773)

Richtlinie 2014/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Märkte für Finanzinstrumente sowie zur Änderung der Richtlinien 2002/92/EG und 2011/61/EU (Finanzmarkt-Richtlinie) vom 14.05.2014 (ABl. L 173, S. 349), zuletzt geändert durch Gesetz vom 07.10.2020 (ABl. L 347, S. 50) ■