ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Bauer, Kevin; Hinz, Oliver; Weber, Patrick

Research Report

KI in der Finanzbranche: Im Spannungsfeld zwischen technologischer Innovation und regulatorischer Anforderung

SAFE White Paper, No. 80

Provided in Cooperation with:
Leibniz Institute for Financial Research SAFE

Suggested Citation: Bauer, Kevin; Hinz, Oliver; Weber, Patrick (2021) : KI in der Finanzbranche: Im Spannungsfeld zwischen technologischer Innovation und regulatorischer Anforderung, SAFE White Paper, No. 80, Leibniz Institute for Financial Research SAFE, Frankfurt a. M., https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hebis:30:3-568799

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/230672

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Kevin Bauer
Oliver Hinz
Patrick Weber

KI in der Finanzbranche
Im Spannungsfeld zwischen technologischer Innovation und regulatorischer Anforderung

SAFE White Paper No. 80 | February 2021

Leibniz Institute for Financial Research SAFE
Sustainable Architecture for Finance in Europe
policy_center@safe-frankfurt.de | www.safe-frankfurt.de

KI in der Finanzbranche

Im Spannungsfeld zwischen technologischer Innovation und regulatorischer Anforderung

Patrick Weber, Dr. Kevin Bauer, Prof. Dr. Oliver Hinz

Frankfurt am Main, 14.12.2020

efl | the Data Science Institute

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort von Prof. Dr. Oliver Hinz 1

Executive Summary 2

Einleitung 3

Grundlagen und Ausgangslage 5

Technologische Grundlagen 5

Künstliche Intelligenz 5

Das Blackbox-Prinzip 6

Erklärbare Künstliche Intelligenz 7

Anwendungsgebiete der KI in der Finanzbranche 8

Gliederung der aktuellen Bankenlandschaft 11

Klassische Banken 12

FinTech-Unternehmen 12

BigTech-Unternehmen 14

Aktueller Stand 15

Legislative Perspektive 15

Bundesregierung 15

Europäische Union 15

Regulatorische Perspektive 17

Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) 17

Europäische Bankenaufsichtsbehörde (EBA) und Europäische Zentralbank (EZB) 19

Juristische Perspektive 20

Wissenschaftliche Perspektive 21

Bewertung und Ausblick 23

Quellenangaben 25

Geleitwort von Prof. Dr. Oliver Hinz

Die Finanzbranche ist im Wandel: Das klassische, relationale Bankgeschäft wird zunehmend durch KI-basierte Anwendungen verdrängt. Im Rahmen dieses technologischen und systemischen Wandels laufen die europäischen Staaten zunehmend Gefahr im internationalen Wettbewerb abgehängt zu werden. Auch wenn diese Entwicklung sich grundsätzlich auf eine vielschichtige Problematik zurückführen lässt, stellt sich an vielen Stellen die Frage, ob die Staaten Europas, insbesondere Deutschland, übermäßig vorsichtig und dadurch zu langsam agieren, wenn es darum geht, die institutionellen Rahmenbedingungen zu schaffen, die das Florieren von „KI – made in Europe“ ermöglichen.

Dabei kommt dem Datenschutz nicht erst durch die DSGVO eine zentrale Rolle zu – auch und besonders in der Finanzbranche. Zum einen benötigt der Großteil heutiger KI-Technologien detaillierte, verlässliche und vor allem umfangreiche Daten, damit Anwendungen wie die automatisierte Erkennung illegaler Transaktionen entwickelt werden können. Durch unverhältnismäßig strenge und pauschale Datenschutzmaßnahmen kann das Sammeln und Anreichern von Daten stark eingeschränkt sein. Zum anderen folgt ein Großteil heutiger KI-Applikationen einem Blackbox-Prinzip, d. h. eine Intransparenz bzgl. der Gründe und Mechanismen wie auf Basis bestimmter Eingaben bestimmte Ausgaben erzeugt werden. Datenschutzverordnungen, wie die DSGVO, fordern in diesem Zusammenhang häufig das Recht auf Information über das Zustandekommen und die Natur algorithmischer Ausgaben ein, was dazu führen kann, dass die Attraktivität der Entwicklung und Nutzung neuer KI-Anwendungen sinkt. Vor diesem Hintergrund können strenge Datenschutzauflagen in der Finanzbranche als Barriere für die erfolgreiche (Weiter-)Entwicklung von KI-Applikationen wirken. Diese Problematik geht soweit, dass der *berechtigte* Zugriff auf Daten in der Finanzbranche sich häufig schwieriger gestaltet als die eigentliche Entwicklung von KI-Anwendungen selbst.

Dem gegenüber steht die Möglichkeit, durch sinnvolle Regulatorik Chancen und Risiken der neuen Technologie in eine vernünftige Relation zueinander zu bringen. Innovatoren im Bereich KI, die diesen Balanceakt beherrschen, haben große Chancen im europäischen Raum sowie anderen Regionen, sobald dort auch das Thema Regulation wichtiger wird. Europa könnte so Unternehmen hervorbringen, die im Bereich regulierter KI spezialisiert sind. Diese KI ist nicht nur für die Finanzindustrie interessant, sondern auch insbesondere im Bereich des Gesundheitswesens und der Gesundheitswirtschaft.

Im Allgemeinen befinden sich diese regulierten Branchen in einem komplexen Spannungsfeld zwischen der datenschutzrechtlichen Privatsphäre und dem *Recht auf Information* der Marktteilnehmer auf der einen und dem technologischen Innovationsdruck auf der anderen Seite. Daher gilt es in diesen Industrien bei der Entwicklung und Integration von KI-Anwendungen eine Reihe von Besonderheiten zu beachten.

Ich freue mich sehr, mit dem vorliegenden Whitepaper eine Übersicht über den aktuellen Stand, Probleme und Potentiale bzgl. der Anwendung von KI-Technologien in der Finanzbranche zu geben. Meine Hoffnung ist, dass wir dadurch einen wertvollen Beitrag zu den weiteren technologischen, aber auch gesellschaftlichen Entwicklungen leisten können, welche die breite und unvermeidbare Integration von KI in der Finanzbranche mit sich bringt.

Prof. Dr. Oliver Hinz

Goethe Universität Frankfurt
efl – the Data Science Institute

Executive Summary

Der Einsatz von **Künstliche Intelligenz** (**KI**) – Technologien eröffnet viele Chancen, birgt aber auch viele Risiken – insbesondere in der Finanzbranche. Dieses Whitepaper gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Anwendung und Regulierung von KI-Technologien in der Finanzbranche, und diskutiert Chancen und Risiken von KI.

KI findet **in der Finanzbranche** zahlreiche Anwendungsgebiete. Dazu gehören Chatbots, intelligente Assistenten für Kunden, automatischer Hochfrequenzhandel, automatisierte Betrugserkennung, Überwachung der Compliance, Gesichtserkennungssoftware zur Kundenidentifikation u. v. m. Auch Finanzaufsichtsbehörden setzen zunehmend KI-Anwendungen ein, um große und komplexe Datenmengen (**Big Data**) automatisiert und skalierbar auf Muster zu untersuchen und ihren Aufsichtspflichten nachzukommen.

Die Regulierung von KI in der Finanzbranche ist ein Balanceakt. Auf der einen Seite gibt es eine Notwendigkeit Flexibilität zu gewährleisten, um Innovationen nicht einzudämmen und im internationalen Wettbewerb nicht abgehängt zu werden. Strenge Auflagen können in diesem Zusammenhang als Barriere für die erfolgreiche (Weiter-)Entwicklung von KI-Applikationen in der Finanzbranche wirken. Auf der anderen Seite müssen Persönlichkeitsrechte geschützt und Entscheidungsprozesse nachvollziehbar bleiben. Die fehlende Erklärbarkeit und Interpretierbarkeit von KI-Modellen entsteht in erster Linie durch Intransparenz bei einem Großteil heutiger KI-Anwendungen, bei welchen zwar die Natur der Ein- und Ausgaben beobachtbar und verständlich ist, nicht jedoch die genauen Verarbeitungsschritte dazwischen (Blackbox Prinzip).

Dieses Spannungsfeld zeigt sich auch im aktuellen regulatorischen Ansatz verschiedener Behörden. So werden einerseits die positiven Seiten von KI betont, wie Effizienz- und Effektivitätsgewinne sowie Rentabilitäts- und Qualitätssteigerungen (Bundesregierung, 2019) oder neue Methoden der Gefahrenanalyse in der Finanzmarktregulierung (BaFin, 2018a). Andererseits, wird darauf verwiesen, dass durch KI getroffene Entscheidungen immer von Menschen verantwortet werden müssen (EU Art. 22 DSGVO) und demokratische Rahmenbedingungen des Rechtsstaats zu wahren seien (FinTechRat, 2017).

Für die Zukunft sehen wir die Notwendigkeit internationale Regularien prinzipienbasiert, vereinheitlicht und technologieneutral weiterzuentwickeln, ohne dabei die Entwicklung neuer KI-basierter Geschäftsmodelle zu bremsen. Im globalen Wettstreit sollte Europa bei der Regulierung des KI-Einsatzes eine Vorreiterrolle einnehmen und damit seine demokratischen Werte der digitalen Freiheit, Selbstbestimmung und das *Recht auf Information* weltweit exportieren. Förderprogramme sollten einen stärkeren Fokus auf die Entwicklung nachhaltiger und verantwortungsvoller KI in Banken legen. Dazu zählt insbesondere die (Weiter-)Entwicklung breit einsetzbarer Methoden, die es erlauben, menschen-interpretierbare Erklärungen für erzeugte Ausgaben bereitzustellen und Problemen wie dem Blackbox Prinzip entgegenzuwirken.

Aus Sicht der Unternehmen in der Finanzbranche könnte eine Kooperation mit BigTech-Unternehmen sinnvoll sein, um gemeinsam das Potential der Technologie bestmöglich ausschöpfen zu können. Nützlich wäre auch ein gemeinsames semantisches Metadatenmodell zur Beschreibung der in der Finanzbranche anfallenden Daten. In Zukunft könnten künstliche Intelligenzen Daten aus sozialen Netzwerken berücksichtigen oder Smart Contracts aushandeln. Eine der größten Herausforderungen der Zukunft wird das Anwerben geeigneten Personals darstellen.

Einleitung

Die Künstliche Intelligenz (KI) gilt als Basistechnologie des 21. Jahrhunderts.[1] Sie findet Anwendung in vielfältigen Bereichen wie Suchmaschinen, Bilderkennung, Spracherkennung, automatisierter Übersetzung oder individualisierter Bildung.[2] Bereits heute sind Anwendungen der KI-Technologien im Alltag überall zu finden, bspw. in Spamfiltern von E-Mailprogrammen oder bei der Fußgängererkennung im Straßenverkehr durch autonome Fahrzeuge.[3] Für die Informatik ist die KI immer wieder neuer Ideengeber, z. B. für interaktive Interpreter und das automatische Programmieren.[4] Einer der ersten KI-Forscher bezeichnete die KI sogar als Schicksal oder Ziel der Informatik.[5]

Auch auf die Finanzbranche hat KI zahlreiche Auswirkungen. Dabei geht die Integration und Anwendung von KI-Technologien weit über die reine Digitalisierung hinaus und hat fundamentale Auswirkungen auf die Strukturen und das Wettbewerbsumfeld der traditionell stark regulierten Finanzbranche.[6] Der Aufbau und die Integration von KI innerhalb der Organisation wird neben Big Data, Kryptowährungen und der Blockchain-Technologie als Teil der agilen Transformation verstanden, die Banken zurzeit abverlangt wird.[7] Dabei wird KI im Bankensektor als Disruptor verstanden, da auf Basis dieser Technologie neue Akteure wie FinTech- und BigTech-Unternehmen in die Branche eintreten können.[8] Durch die breite Anwendung von KI-Technologien versprechen sich bestehende und neue Marktteilnehmer enorme Produktivitätssteigerungen und Kostensenkungen, welche auch den Konsumenten in Form niedrigerer Preise zu Gute kommen können.[9] Umgekehrt wird erwartet, dass diese Produktivitätssteigerungen Veränderungen in der Organisationsstruktur mit sich ziehen, sodass 30 % der bestehenden Arbeitsplätze in der Finanzbranche bis 2030 bedingt durch KI und die damit einhergehende Automatisierung wegfallen könnten.[10]

Aber nicht nur private Unternehmen, sondern auch andere Institutionen der Finanzbranche sehen sich neuen Herausforderungen gegenüber. Neben den Gesetzgebern auf nationaler sowie europäischer Ebene beschäftigen sich auch die Aufsichtsbehörden BaFin und EBA sowie die Zentralbanken Deutsche Bundesbank und EZB mit dem Thema und den Implikationen der Entwicklungen im Bereich der KI. Die Aufsichtsbehörden sind dabei aufgefordert sich intensiv mit KI auseinanderzusetzen, um geeignete institutionelle Rahmenbedingungen zu schaffen, die es gleichzeitig ermöglichen die gesellschaftlichen Vorteile von KI nutzbar zu machen, aber auch möglichen Gefahren entgegenzuwirken. Dies gilt sowohl in Bezug auf den Einsatz von KI-Technologien bei beaufsichtigten Unternehmen als auch für den Einsatz von KI als Werkzeug der (automatisierten) Überwachung von Unternehmen in der Finanzindustrie. Es gilt die eigenen Regularien prinzipienbasiert, vereinheitlicht und technologieneutral weiterzuentwickeln ohne dabei die Entwicklung neuer KI-basierter Geschäftsmodelle zu bremsen. Im globalen Wettstreit mit China und den USA sollte Europa bei der Regulierung des KI-Einsatzes eine Vorreiterrolle einnehmen und damit wie schon bei der DSGVO seine demokratischen Werte der digitalen Freiheit sowie Selbstbestimmung und das *Recht auf Information* weltweit exportieren. Hierzu

[1] (Buxmann & Schmidt, 2019b, S. 7)
[2] (Buxmann & Schmidt, 2019c, S. 189; Russell & Norvig, 2012, S. 1212)
[3] (Russell & Norvig, 2012, S. 997, 1001, 1091f.)
[4] (Russell & Norvig, 2012, S. 37)
[5] (Feigenbaum, 2003, S. 39)
[6] (BaFin, 2018b, S. 3)
[7] (Taribuka & Amrit, 2020)
[8] (BaFin, 2018b, S. 4; Manser Payne et al., 2018)
[9] (Kaya, 2019, S. 9)
[10] (Kirschniak & Reese, 2018)

müssen zunächst auf europäischer Ebene und in Kollaboration mit den FinTech- und BigTech-Unternehmen weitere Gesetze und Institutionen entwickelt werden, die sicherstellen, dass neue KI-Technologien und Geschäftsmodelle humanistische Ziele verfolgen und demokratisch-ethisch legitimierten Standards entsprechen. Fragen die es zu klären gilt sind unter anderem: Unter welchen Umständen dürfen KI-Applikationen eingesetzt werden, um Entscheidungen automatisiert zu treffen?; Unter welchen Umständen haben Konsumenten ein Anrecht darauf zu erfahren wie eine KI über sie urteilt, wer Zugriff auf den Output der KI hat und warum eine KI einen bestimmten Output erzeugt?; Wie könnte ein rechtlicher Rahmen für die institutionalisierte Prüfung von KI-Applikationen aussehen?; Für welche Entscheidungen sollten KI-Applikationen grundsätzlich nicht verwendet werden? Diese gesellschaftlichen Innovationen müssen anschließend durch internationale Kollaborationen weiter justiert und verbreitet werden, um gemeinsam Fortschritte zu erzielen und den verantwortungsvollen Umgang mit KI auf ein global integriertes Level zu heben.

Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der sogenannten Blackbox-Eigenschaft von KI-Systemen, die eine Beobachtung und Nachvollziehbarkeit dieser Systeme erschwert. Transparenz und das damit eng verbundene Vertrauen in KI-Anwendungen sind in der stark regulierten Finanzbranche allerdings fundamental wichtig, sodass sich die Branche in einem Spannungsfeld bewegt. BaFin-Präsident Hufeld erklärt hierzu, dass zu hohe Dokumentations- und Erklärbarkeitserfordernisse technologische Innovationen zerstören könnten, während zu niedrige Erfordernisse Diskriminierung fördern und damit den Schutzzweck der Aufsicht unterlaufen könnten.[11] Um diesem Druck entgegenzuwirken ist es wichtig, dass Förderprogramme einen stärkeren Fokus auf die Entwicklung nachhaltiger und verantwortungsvoller KI in Banken legen. Dazu zählt insbesondere die (Weiter)Entwicklung breit einsetzbarer Methoden, die es erlauben, menschen-interpretierbare Erklärungen für erzeugte Ausgaben bereitzustellen. Nur so kann sichergestellt werden, dass KI den Menschen und deren Werten dienlich ist.

Neben Legislative und Regulatorik beschäftigen sich auch Juristen und Wissenschaftler mit den Möglichkeiten und Herausforderungen, die der Einsatz von KI-Anwendungen in der Finanzbranche mit sich bringt. Eine große Rolle spielen hierbei die Informationserfordernisse der DSGVO, die stets umfassend berücksichtigt werden müssen. Im vorliegenden Whitepaper werden zunächst die Grundlagen der KI und des Blackbox-Prinzips erläutert, anschließend wird auf die genannten Akteure der Finanzbranche mit Fokus auf die Bankenlandschaft näher eingegangen.

[11] (Hufeld, 2020)

Grundlagen und Ausgangslage

Technologische Grundlagen

Künstliche Intelligenz

Die KI wird als Teilgebiet der Informatik aufgefasst.[12] Das Aufstellen einer einheitlichen KI-Definition gestaltet sich schwierig,[13] was sich zum Teil darauf zurückführen lässt, dass bereits der in der KI enthaltene Intelligenzbegriff nicht einfach bzw. eindeutig zu erfassen ist.[14] Die Fachliteratur bietet zur KI eine Fülle an möglichen Definitionen wie z. B.:

- *Artificial Intelligence*, the exciting new effort to make computers think. (…) *machines with minds*, in the full and literal sense.[15]
- Befassung mit den Computerproblemen, die *noch* nicht gelöst sind.[16]
- Intelligente Agenten, die selbstständig Probleme lösen.[17]

Die unterschiedlichen Definitionsversuche verbindet die Nähe zur Bedeutung der einzelnen Bestandteile des Begriffs **Künstliche** und **Intelligenz**. Mithin geht es um eine von Menschen entwickelte Entität, die gegeben ihrer Eigenschaften als intelligent eingestuft werden kann. Diese Entität ist in sich abgeschlossen, agiert also nicht als Werkzeug, sondern autonom und ist nicht biologischen Ursprungs. Sie ist maschinell, bspw. eine (nicht-)physische Maschine, und eigenständig. Die Entität ist zudem genau dann *intelligent*, wenn sie über eine gewisse Übersicht der Dinge verfügt, diese nutzt um Fakten zu verbinden und schließlich eine nichttriviale Regung (Denken oder Handeln) zeigt.

KI-Anwendungen können sehr breit und in vielen verschiedenen Bereichen eingesetzt werden. Vor allem im Bereich der automatisierten Bild- und Mustererkennung sowie der Verarbeitung natürlicher Sprache wurden in den letzten Jahren enorme Fortschritte erzielt. Im Folgenden soll exemplarisch genauer auf die Verarbeitung natürlicher Sprache – engl. **N**atural **L**anguage **P**rocessing (NLP) – eingegangen werden.

Mit natürlicher Sprache ist hier, im Gegensatz zu technischen oder konstruierten Sprachen, die Sprache gemeint, die im Alltag von Menschen zur Kommunikation verwendet wird. Bei der Verarbeitung kann zwischen Verstehen, Hören, Interpretieren und Sprechen unterschieden werden. Bei dem Verstehen natürlicher Sprache geht es darum, Informationen aus geschriebener oder gesprochener natürlicher Sprache zu gewinnen. Dies kann u. a. dazu genutzt werden, in natürlicher Sprache formulierte Suchanfragen zu beantworten oder auch Stimmungsanalysen durchzuführen. Ein Großteil dieser Analysen kann unter dem Begriff *Text Mining* – dem Untersuchen unstrukturierter Textdaten zur Mustererkennung – zusammengefasst werden. Dadurch können bspw. Programme entstehen, mit denen mittels natürlicher Sprache, schriftlich oder verbal im Rahmen einer Unterhaltung kommuniziert werden kann – also Chatbots.[18]

Damit eng verbunden ist das Hören und Interpretieren natürlicher Sprache. Hierbei geht es um die Umwandlung des gesprochenen Wortes in Text (automatisierte Spracherkennung), die Interpretation

[12] (Russell & Norvig, 2012, S. 41)
[13] (Rzepka & Berger, 2018, S. 3)
[14] (Buxmann & Schmidt, 2019a, S. 6; Legg & Hutter, 2007, S. 17)
[15] (Haugeland, 1985, S. 2)
[16] (Kurzweil, 1990, S. 14)
[17] (Buxmann & Schmidt, 2019a, S. 6)
[18] (Russell & Norvig, 2012, S. 996, 1028, 1004, 1009f., 1054, 1177)

der Bedeutung des gesprochenen Wortes im Kontext und die Aussprache eines generierten Textes (automatisierte Spracherstellung). Bei Ersterer, auch genannt „speech-to-text“, geht es um die Erkennung des gesprochenen Wortes in Form von akustischen Signalen unabhängig vom Sprecher und den Worten. Letztere, auch genannt „text-to-speech“, behandelt das maschinelle Aussprechen von vorhandenem Text. Zusammen ergeben automatisierte Spracherkennung und -erstellung die Möglichkeit der bidirektionalen verbalen Interaktion zwischen Mensch und Maschine, bspw. in Form eines Telefonagenten.[19]

Das Blackbox-Prinzip

Trotz der enormen Fortschritte im Bereich der KI haben vor allem die komplexen und äußerst leistungsfähigen Methoden ein zentrales Problem: Es ist nicht direkt nachvollziehbar, wie und warum bestimmte Ausgaben auf Basis bestimmter Eingaben erzeugt werden. Diese Intransparenz wird häufig als Blackbox-Prinzip bezeichnet, d.h. dass zwar Eingabe und Ausgabe beobachtbar sind, nicht jedoch die Verarbeitungsschritte dazwischen.[20]

Beispielhaft soll dies an Künstlichen Neuronalen Netzwerken (KNN) erläutert werden, welche zu den weitest verbreiteten Machine-Learning-Verfahren gehören und als äußerst leistungsstark gelten. KNN sind allgemeine, äußerst flexible, mathematische Modelle, deren Struktur durch die uns heute bekannten Prozesse im menschlichen Gehirn inspiriert ist. Wie der Name bereits suggeriert, bestehen KNN aus einer Vielzahl künstlicher Neuronen (häufig auch als Perzeptronen bezeichnet), die über eine Netzwerkstruktur teilweise miteinander verbunden sind.[21] Einzelne künstliche Neuronen sind biologischen Neuronen im Gehirn nachempfunden und bestehen aus Eingabeverknüpfungen, einer nicht-linearen Aktivierungsfunktion und Ausgabeverknüpfungen. Das Neuron erhält über seine Eingabeverknüpfungen eine Menge von Eingaben, die unterschiedlich gewichtet werden, und speist die Aktivierungsfunktion mit dieser gewichteten Kombination der Eingaben, sodass diese eine meist binäre Ausgabe erzeugt. Dann gibt es diese Ausgabe über die Ausgabeverknüpfungen weiter. Die Gewichtungen der Eingabeverknüpfungen werden auch Kantengewichte genannt.[22] Ein Netzwerk entsteht durch die Verknüpfung zahlreicher Neuronen. Dabei heißt die Schicht von Neuronen, die die Eingabedaten des Netzwerkes verarbeitet, Eingabeschicht und diejenige, die die Ausgabe des Netzwerkes erzeugt, Ausgabeschicht. Dazwischen können sich mehrere verborgene Schichten befinden, die sogenannten Hidden Layers.[23]

Der Aspekt des Lernens bezieht sich auf die iterative Identifikation der Kantengewichte, die bezogen auf die vorliegenden Daten, die inhärenten Zusammenhänge zwischen einer abhängigen Variable (Zielvariable, Label) und unabhängigen Variablen (Features, Merkmale) bestmöglich erklären. Die dem Lernen zugrundeliegende Struktur sieht wie folgt aus. Das Netzwerk erhält eine Trainingsmenge von Eingabe-Ausgabe-Paaren und wird zunächst mit zufälligen Kantengewichten initialisiert. Diese Gewichte werden mit einer bestimmten Regel so lange angepasst, bis das Netzwerk, im theoretischen Optimum, zu jeder Eingabe die korrekte Ausgabe liefert. Dabei werden Abweichungen von der korrekten Ausgabe in der Ausgabeschicht als Grundlage für Gewichtsanpassungen genommen. Diese Abweichungen werden an die davorliegenden, gegebenenfalls verborgenen Schichten zurückgeführt („Backpropagation“), sodass auch hier die Gewichte angepasst werden.[24] Ein Beispiel für den Einsatz von KNN im Bereich NLP ist Word2vec. Hier werden mittels KNN Wortassoziationen aus großen Textmengen gelernt, indem Worten (Eingabedaten) Vektoren (Ausgabedaten) zugeordnet werden. Die

[19] (Benesty et al., 2008, S. 3; Russell & Norvig, 2012, S. 1054-1060; Strohmeier & Piazza, 2015, S. 165)
[20] (Kaya, 2019, S. 8)
[21] (Buxmann & Schmidt, 2019a, S. 13; Russell & Norvig, 2012, S. 845f.)
[22] (Buxmann & Schmidt, 2019a, S. 13-15)
[23] (Russell & Norvig, 2012, S. 846-848)
[24] (Otte, 2019, S. 229-231; Russell & Norvig, 2012, S. 852)

Kantengewichte des KNN werden dann so lange angepasst, bis die Ähnlichkeit und semantische Bedeutung der Worte sich in den Zahlwerten der zugehörigen Vektoren abbilden.[25]

Ein trainiertes KNN besteht letztendlich aus den geschätzten Parametern der definierten Architektur. Ein recht einfaches KNN kann dabei bereits aus hunderten einzelnen Gewichten bestehen. Diese Gewichte verkörpern das aus den Daten erlernte Wissen und erzeugen für eine bestimmte Eingabe eine Ausgabe. Die Nicht-Interpretierbarkeit dieser Gewichte in ihrer Gesamtheit für Menschen ist der Grund dafür, dass KNNs häufig als Blackbox-Systeme bezeichnet werden. Bestimmte Parametrisierungen lassen keine, oder nur sehr begrenzte, Rückschlüsse auf einzelne Zusammenhänge zwischen Ein- und Ausgaben zu.[26] Dies ist vor allem bei komplexen KNNs der Fall, da ihre Stärke nicht in einzelnen Neuronen, sondern im Zusammenspiel der Neuronen in der Gesamtheit des Netzwerkes liegt.[27]

Erklärbare Künstliche Intelligenz

Durch erklärbare Künstliche Intelligenz (engl. „e**X**plainable **A**rtificial **I**ntelligence“, kurz XAI) soll dem zuvor beschriebenen Blackbox-Prinzip komplexer KIs entgegengewirkt werden, indem die Verarbeitungsschritte der KI zwischen Ein- und Ausgabe in einer für Menschen verständlichen Art und Weise erklärt werden.[28] Dabei soll auch verhindert werden, dass ggfs. notwendige Erklärbarkeit im Nachhinein durch zusätzliche Erklärungsschritte zulasten der Performance geht, wie zum Teil befürchtet.[29] Mit XAI kann bspw. Informationspflichten, die sich in Europa aus der DSGVO oder in den USA aus dem Versicherungsrecht ergeben, nachgekommen werden.[30] Dabei ist zwischen der Vollständigkeit und der (menschlichen) Interpretierbarkeit der Erklärung abzuwägen. Durch Beobachtung der Verarbeitungsschritte einer KI kann bspw. festgestellt werden, ob aus den Testdaten abgeleitete Regeln auch auf Realdaten übertragbar sind. Technisch mögliche Abkürzungsversuche der KI werden damit zugunsten der Übertragbarkeit und Interpretierbarkeit vermieden.

Es existieren verschiedene Methoden der XAI. Bei der „Layerwise relevance propagation“ (LRP) werden diejenigen Eingabedaten identifiziert, die im aktuellen Modell den größten Einfluss auf die gegebenen Ausgabedaten haben.[31] Bei der kontrafaktischen Methode werden die Eingabedaten manipuliert und beobachtet, ob und wie sehr Veränderungen der Ausgabedaten auftreten.[32] Bestimmte, einfache KI-Methoden, wie bspw. Bayes’sche Netzwerke eignen sich besser für XAI als andere. In der BaFin-Studie wird der Local Interpretable Model-agnostic Explanations-Algorithmus, kurz LIME-Algorithmus, erwähnt, der ein u. U. schwer verständliches System, bspw. einen Klassifikator, um ein lokales Modell erweitert, mit dem für einen Einzelfall nachvollzogen werden kann, wie es zu einer bestimmten Entscheidung gekommen ist und welcher Teil der Rohdaten dafür verantwortlich war.[33] Ein weiteres Verfahren ist die Erstellung sogenannter „Generalized additive model“ (GAM), bei denen die Auswirkungen einzelner Eingabeparameter auf die Ausgabe isoliert werden.[34] Mittels NLP können bspw. Roboter dazu gebracht werden, ihr Verhalten und ihre Entscheidungen zu erklären, also auf verbale Nachfragen zu reagieren.[35] Dazu existieren auch Produktansätze europäischer

[25] (Mikolov, Chen, et al., 2013; Mikolov, Sutskever, et al., 2013)
[26] (Buxmann & Schmidt, 2019a, S. 17)
[27] (Otte, 2019, S. 219)
[28] (Butler & O’Brien, 2019, S. 14; Turek, 2018)
[29] (BaFin, 2019, S. 25)
[30] (Kahn, 2018)
[31] (Bach et al., 2015)
[32] (Wachter et al., 2017, S. 5ff)
[33] (BaFin, 2018a, S. 37f; Ribeiro et al., 2016)
[34] (Arrieta et al., 2020, S. 17)
[35] (Ehsan et al., 2018)

Softwareanbieter, die KI-Produkte anbieten, welche gegenüber Kunden und Regulatoren den Anspruch haben, „XAI-konform“ zu sein.[36] So wie sich KI-Modelle und Techniken weiterentwickeln, passen sich auch Mittel der XAI an, damit der Intransparenz und dem Blackbox-Prinzip entgegengewirkt werden kann.

Anwendungsgebiete der KI in der Finanzbranche

Banken suchen aktiv nach Möglichkeiten, KI-Anwendungen im operativen Geschäft einzusetzen.[37] Dabei wird die Integration von KI neben Big Data, Kryptowährungen und der Blockchain-Technologie als elementarer Teil der notwendigen agilen Transformation verstanden.[38] Diese durch KI getriebenen Entwicklungen verändern die Struktur und das Wettbewerbsumfeld der traditionell stark regulierten Finanzbranche zum Teil drastisch.[39] Durch den Einsatz der neuen Basistechnologie versprechen sich die Markteilnehmer enorme Produktivitätssteigerungen und Kostensenkungen, was den Konsumenten in Form niedrigerer Preise zu Gute kommen kann.[40] Umgekehrt wird erwartet, dass diese Produktivitätssteigerungen Veränderungen in der Organisationsstruktur mit sich ziehen, sodass 30 % der bestehenden Arbeitsplätze in der Finanzbranche bis 2030 bedingt durch KI und die damit einhergehende Automatisierung wegfallen könnten.[41]

KI spielt somit eine zunehmend zentrale Rolle auf der unternehmensinternen Seite. Auch, und vor allem, in der Betreuung und der Kommunikation mit Kunden können KI-Anwendungen, z. B. intelligente Chatbots, eingesetzt werden, um Wettbewerbsvorteile zu generieren. Chatbots bspw. können den Komfort für Kunden erhöhen indem Routinetätigkeiten wie eine Kontostand- oder Umsatzabfrage und Identitätsüberprüfungen deutlich vereinfacht werden.[42] Zudem können intelligente Assistenten den Kunden vollumfänglich bei seinen finanzbezogenen Aktivitäten unterstützen und Rechnungen zahlen, Anlagevorschläge machen und betrügerisches Verhalten erkennen.[43] Die zuvor angesprochenen Methoden des NLP können darüber hinaus auch dafür verwendet, um mittels öffentlich verfügbarer Dokumente aus den Nachrichten und sozialen Medien eines Landes ein politisches Risikoprofil abzuleiten.[44]

Auch im Kapitalmarktgeschäft ersetzen Algorithmen den Menschen, wobei durch Automatisierung und die computergestützte Abwicklung von Wertpapierhandelsgeschäften ein Informatiker und die durch ihn betreuten, komplexen Algorithmen etwa vier bis fünf menschliche Händler ersetzen können, wie die amerikanische Investmentbank Goldman Sachs herausfand. Kundenanfragen per Mail zur Gestaltung ihres Portfolios werden automatisiert begutachtet, ausgewertet und in Sekundenschnelle umgesetzt.[45]

Ein anderes Beispiel ist die vollautomatische Prüfung der Kreditwürdigkeit eines potentiellen Kreditnehmers anhand des Finanzverhaltens, aber auch weiterer Kriterien, wie des Verhaltens in sozialen Medien.[46] Gesichtserkennungssoftware, die dem Menschen überlegen ist, kann helfen, Kunden bspw. bei einer Kontoeröffnung zu identifizieren.[47] Zudem können auch von Kunden verfasste

[36] (VentureRadar, 2020)
[37] (BaFin, 2018a, S. 78-94; jovoto, 2016; Kaya, 2019, S. 2)
[38] (Taribuka & Amrit, 2020)
[39] (BaFin, 2018b, S. 3)
[40] (Kaya, 2019, S. 9)
[41] (Kirschniak & Reese, 2018)
[42] (Korzeniowski, 2017)
[43] (King, 2018, S. 230-231, 234-235; Mistry, 2018)
[44] (Kaya, 2019, S. 7)
[45] (King, 2018, S. 221-222)
[46] (European Central Bank, 2019b; King, 2018, S. 222)
[47] (King, 2018, S. 227)

Texte sowie gesprochene Worte verwendet und mittels NLP verarbeitet werden, um darin Muster zu erkennen und damit Kunden zu identifizieren.[48] Im Hochfrequenzhandel werden durch computergesteuerte Algorithmen Börsentransaktionen in Sekundenbruchteilen ausgewertet, veranlasst und durchgeführt.[49] Des Weiteren werden noch Risiko- und Complianceüberwachung, Beschreibung der Einhaltung von Regularien und Vorhersagen für Investmentmodelle genannt.[50]

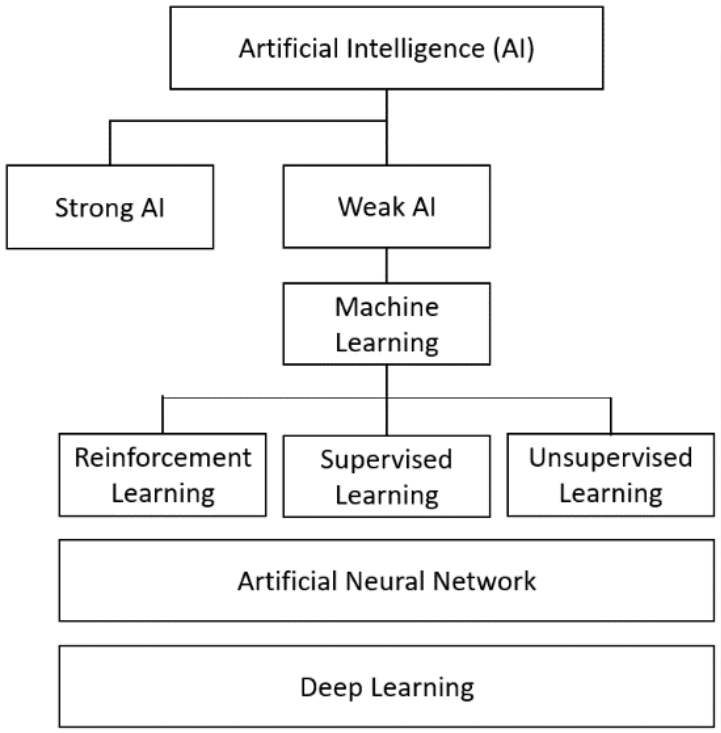

Abbildung 1. Teilgebiete der KI

Abbildung 1 liefert einen Überblick über zahlreiche Teilgebiete der KI. Grundsätzlich wird zwischen starker KI (strong AI) – Systeme die breite und allgemeine (über)menschliche Intelligenz an den Tag legen – und schwacher KI (weak AI) – Systeme die intelligentes Verhalten in Bezug auf schmal definierte Problemfelder an den Tag legen – unterschieden. Heutige KI-Systeme lassen sich der schwachen KI zuordnen. Der aktuelle Trend und die rapiden Entwicklungen der letzten Jahre beziehen sich größtenteils auf Methoden des maschinellen Lernens (Machine-Learning). Wenn heute über KI gesprochen wird, wird sich hauptsächlich auf Anwendungen des maschinellen Lernens bezogen. Solche Applikationen sind so konstruiert, dass sie, mehr oder weniger selbstständig, auf menschenähnliche Weise lernen, Muster zu erkennen. Dazu zählen

- das Erlernen optimaler Verhaltensweisen gegeben bestimmter Umweltzustände durch selbstständiges Ausprobieren (Reinforcement Learning),
- das selbstständige Erlernen von komplexen Mustern in großen Datenmengen die als Lehrer dienen (Supervised Learning) und
- das Clustern von Daten und die Reduktionen von Redundanzen in Daten (Unsupervised Learning).

Die Methoden des maschinellen Lernens, die sich dabei in allen Bereichen als besonders effizient und leistungsfähig herausgestellt haben, sind KNN, die, wenn sie eine besonders komplexe Struktur

[48] (Twomey, 2018)
[49] (King, 2018, S. 229)
[50] (Expert Group on Regulatory Obstacles to Financial Innovation (ROFIEG), 2019, S. 29-30)

aufweisen, auch als Deep Learning bezeichnet werden. In der Finanzbranche kommen die Verfahren des maschinellen Lernens vielfältig zum Einsatz, bspw. basieren viele Robo-Advisor auf neuronalen Netzen.[51]

Ein Überblick findet sich in der der Publikation von Butler und O'Brien entnommenen Übersicht in Tabelle 1. Bspw. kann KI verwendet werden, um regulatorische Anforderungen in Form von Gesetzen automatisch auszuwerten und in eine Anforderungsliste umzusetzen.[52]

Use Case	Produkteigenschaften
Regulatorische Verpflichtungen	Dynamisches Verstehen der Verpflichtungen und Risikomanagement / Berichterstellung
	Analyse von regulatorischen Dokumenten und Ableitung von Checklisten
	Intelligente Suchtechnologien auf Basis der Taxonomie um regulatorische Anforderungen zu identifizieren und Risiken auszuwerten
	Nachverfolgen globaler, regulatorischer Anforderungen sowie Benachrichtigung bei drohenden Compliance-Verstößen
	Echtzeitmanagement von Risiken und Compliance, Auswertung heterogener Daten um menschliche Entscheider zu unterstützen
Betrugsprävention	Ende-zu-Ende-Lösung für online und offline Zahlungen zur Betrugsprävention
	Erkennung und Vorhersage betrügerischen Verhaltens und der damit einhergehenden Gefahren
Kundenidentifikation	Optimierung und Skalierung des Onboarding-Prozesses
	Echtzeit-Onboarding mit Hintergrundverifikation durch Echtzeitverifikation eingereichter Dokumente und Videoverifikation
Kunden-authentifizierung	Plattform zur kontinuierlichen Authentifikation von Kunden
Risikobewertung	Globale Datenbank von hochriskanten Unternehmen und Individuen zur Betrugsprävention
Datensicherheit	Klassifikation, Kategorisierung und Erkennung von Merkmalen

Tabelle 1. Beispielhafte KI-Anwendungen im Compliancewesen[53]

Daneben kann KI in der Finanzbranche bei Unternehmen auch Anwendung in solchen Unternehmensfunktionen finden, die nicht branchenspezifisch sind. Bspw. kann KI im Bewerberscreening eingesetzt werden, um Lebensläufe automatisch auszuwerten und HR-Managern eine Entscheidungshilfe sein. Dabei sind allerdings arbeitsrechtliche Anforderungen wie die Einhaltung der DIN 33430 notwendig.

[51] (King, 2018, S. 224)
[52] (Butler & O'Brien, 2019, S. 10)
[53] (Butler & O'Brien, 2019, S. 9)

KI findet auch bei Aufsichtsbehörden Anwendung, bspw. indem große Datenmengen strukturiert und systematisch automatisiert untersucht werden. Muster und Abweichungen können automatisch erkannt und dem Aufseher gemeldet werden. Durch NLP können auch große Textmengen verarbeitet werden. Bezeichnet wird der KI-Einsatz bei Aufsichtsbehörden zuweilen mit den Begriffen SupTech („supervisory technology“) oder RegTech („regulatory technology“). Auch hier liegt die Letztverantwortung beim menschlichen Aufseher.[54]

Gefahren der Datenverarbeitung durch KI werden oft in ungeeigneten Trainingsdaten gesehen. Wenn Informationen aus sozialen Medien zum Training von KI-Modellen verwendet werden, so könnten diese manipuliert, verzerrt oder unvollständig sein. So kann sich eine automatisierte Diskriminierung basierend auf Geschlecht oder Rasse ergeben, wenn bspw. Trainingsdaten zu einer bestimmten Fallkonstellation fehlen. Akteure könnten zudem versuchen, das System auszutricksen („game the system“), indem sie bspw. Freundschaften in sozialen Netzwerken nur schließen, um ihre Kreditwürdigkeit zu verbessern. Wird ein Algorithmus so programmiert, dass er aus finanziell verantwortungsvollen Freunden einer Person auf die finanzielle Verantwortung dieser Person schließt, so kann sich eine weitere Art von Verzerrung ergeben („systemic bias“). Durch Verwendung heterogener Datenquellen können sich auch Datenschutzproblematiken ergeben. Bedingt durch die Komplexität von KI-Algorithmen können sich Verzerrungen ergeben, die unentdeckt bleiben. Wird bspw. die Kreditwürdigkeit basierend auf dem Bildungsniveau ermittelt und besteht ein Bildungsgefälle zwischen den Geschlechtern, so kann daraus auch eine Geschlechterdiskriminierung folgen.[55]

Zusammengefasst findet KI also zahlreiche Anwendungsgebiete in der Finanzbranche. Dazu gehören Chatbots, intelligente Assistenten für Kunden, automatischer Hochfrequenzhandel, automatisierte Betrugserkennung, Überwachung der Compliance, Gesichtserkennungssoftware zur Kundenidentifikation u. v. m. Auch Finanzaufsichtsbehörden setzen zunehmend KI-Anwendungen ein, um große und komplexe Datenmengen (Big Data) automatisiert und skalierbar auf Muster zu untersuchen und ihren Aufsichtspflichten nachzukommen.

Gliederung der aktuellen Bankenlandschaft

Durch die technologischen Entwicklungen dringen neue Akteure in den Finanzsektor ein, die über eine sehr hohe Anzahl an Kunden sowie deren Daten aus anderen kommerziellen Bereichen wie dem Onlinehandel oder den sozialen Medien verfügen und dadurch in Bezug auf die Entwicklung von KI-Applikationen Wettbewerbsvorteile besitzen. Dem Sprichwort „data are the new oil“ folgend gewähren die umfangreichen und vielfältigen Daten den Akteuren neue Einblicke, indem die Informationen aus verschiedenen Lebensbereichen auf vielfältige Weise miteinander verknüpft werden können. Die hohe Komplementarität zwischen (möglichst) unabhängigen Informationen in Bezug auf die Entwicklung immer akkuraterer KI-Applikationen birgt ein großes Potential, das es in der Zukunft zu nutzen gilt. Diese als *BigTech*-Unternehmen bezeichneten Markteintreter werden gemeinsam mit *FinTech*-Unternehmen, die sich über innovative Geschäftsmodelle und alternative Vorgehensweisen positionieren, zunehmend als Hauptkonkurrenten von klassischen Banken im Bankenwesen gesehen.[56] Daher soll zunächst ein Überblick über diese drei Akteursgruppen der Finanzbranche gegeben werden.

[54] (European Central Bank, 2019a; Hufeld, 2020)
[55] (Lui & Lamb, 2018, S. 278-280)
[56] (BaFin, 2018a, S. 70f; Expert Group on Regulatory Obstacles to Financial Innovation (ROFIEG), 2019, S. 9)

Klassische Banken

Banken stellen eine besondere Form von Kreditinstituten dar.[57] Für diese Kreditinstitute findet sich folgende Definition im Kreditwesengesetz: „Kreditinstitute sind Unternehmen, die Bankgeschäfte gewerbsmäßig (…) betreiben“.[58] Sodann werden zahlreiche Bankgeschäfte wie das Einlagen- und das Kreditgeschäft aufgezählt.[59] Universal- oder Vollbanken bieten alle diese Geschäfte all ihren Kundengruppen an, während Spezialbanken dies für eine Auswahl tun.

Unter klassischen Banken werden solche Einrichtungen verstanden, die bereits eine längere Zeit in der Finanzbranche aktiv sind und deren Kerngeschäft Bankgeschäfte sind. Klassische Banken haben dabei eine Entwicklung durchlaufen und immer wieder neue Technologien adaptiert. Die klassischen, stationären Geschäfte wurden erweitert um Geldautomaten, Telefonbanking, Internetbanking und Mobilebanking.[60]

In Deutschland wird dem Drei-Säulen-Modell gemäß zwischen privaten Geschäftsbanken, öffentlich-rechtlichen Banken und Genossenschaftsbanken unterschieden. 2018 zählte die Deutsche Bundesbank 1783 Geldinstitute. Zu den privaten Geschäftsbanken zählen u. a. die vier Großbanken Commerzbank, Deutsche Bank, Deutsche Postbank und UniCredit Bank sowie über 150 weitere Regional- und sonstige Kreditbanken. Die öffentlich-rechtlichen Banken beinhalten die DekaBank Deutsche Girozentrale, sieben Landesbanken sowie über 380 verschiedene, regionale Sparkassen. Die Genossenschaftsbanken bestehen aus der DZ BANK AG Deutsche Zentral-Genossenschaftsbank sowie über 900 weiteren Genossenschaftsbanken, darunter auch die Volksbanken und Raiffeisenbanken. Zusätzlich führt die Bundesbank noch weitere Geldinstitute wie Schiffsbanken und Bausparkassen auf.[61]

FinTech-Unternehmen

Unter FinTech (kurz für „financial technology“) werden Unternehmen und deren Technologien verstanden, die innovative Anwendungssysteme für die Finanzbranche entwickeln und neue technologie-zentrierte Geschäftsmodelle verwenden.[62] Oft handelt es sich bei diesen Unternehmen um sogenannte Startups – also Neugründungen. Inhaltlich beruhen die Technologien bspw. auf KI oder Schnittstellen in einer Open Banking-Umgebung.[63] Klassische Banken können diese Technologien ebenso benutzen.

Eine wissenschaftliche Definition, die über 200 weitere Definitionen berücksichtigt, liefert Schueffel (2017b): „Fintech is a new financial industry that applies technology to improve financial activities“.[64] Übersetzt hat der Autor diese Definition mit: „Fintech ist eine neue Finanzindustrie, welche Technologie verwendet, um finanzielle Aktivitäten zu verbessern.“[65]

Teilweise unterliegen FinTechs der Bankenaufsicht. Maßgebend dafür ist jedoch nicht die Technologie, sondern die Erlaubnispflichtigkeit der Geschäfte. Sie ist bei Bankgeschäften nach § 1 Abs. 1 KWG, Finanzdienstleistungsgeschäften nach § 1 Abs. 1a KWG, Zahlungsdiensten nach § 1 Abs. 2 ZAG bzw. E-Geld-Geschäften nach § 1a Abs. 2 ZAG gegeben. [66] Im Versicherungsbereich wird auch von InsurTech

[57] KWG §39 Abs. 1 S. 1
[58] KWG §1 Abs. 1 S. 1a
[59] KWG §1 Abs. 1 Nr. 1 - 12
[60] (Kaya, 2019, S. 5; Manser Payne et al., 2018, S. 329)
[61] (Bundesbank, 2018)
[62] (European Central Bank, 2018, S. 3-4)
[63] (Bundesbank, 2019)
[64] (Schueffel, 2017b, S. 45)
[65] (Schueffel, 2017a)
[66] (Bundesbank, 2019)

(kurz für „insurance technology“) gesprochen. Anwendung findet KI dort, wenn Versicherungen bspw. NLP zur Unterstützung von Schadensmeldungen oder für angepasste Risikoeinschätzungen im Gesundheitsbereich einsetzen.[67]

Eine Studie des Bundesministeriums der Finanzen aus dem Jahr 2016 identifizierte 433 FinTech-Unternehmen in Deutschland.[68] Eine Übersicht über die räumliche Verteilung liefert Abbildung 2.

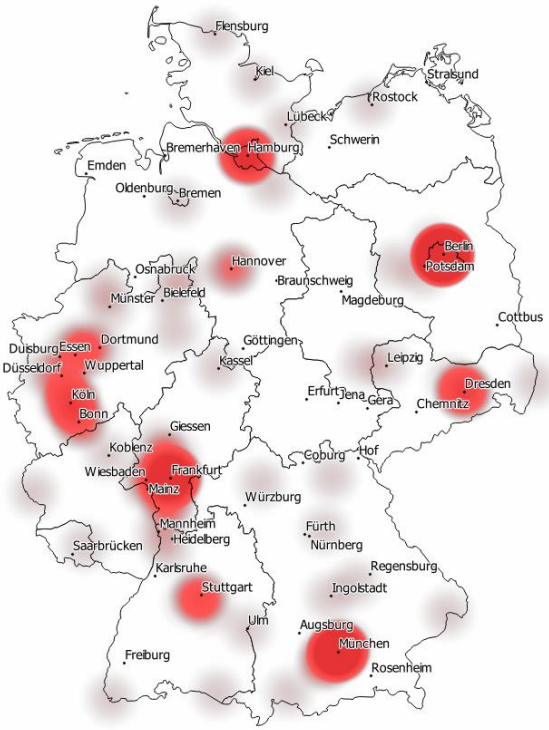

Abbildung 2. Geografische Verteilung der deutschen FinTech-Unternehmen[69]

Deutsche FinTech-Unternehmen sind u. a. **Spotcap**, welches mittels selbstlernender Algorithmen die Kreditwürdigkeit eines Antragstellers berechnet, **auxmoney**, welches als digitale Plattform ein Marktplatz für Peer-to-Peer-Lending ist, und die **Fidor Bank**, die als Vollbank bspw. den Handel mit Bitcoin anbietet. Die Direktbank **N26** gilt als wertvollstes, deutsches FinTech-Unternehmen und bietet ihren Kunden eine Kontoführung per Smartphone an. Eine umfangreiche Sammlung deutscher FinTech-Unternehmen findet sich online (https://paymentandbanking.com/german-fintech-overview-unbundling-banks/).

International von Bedeutung sind der Zahlungsdienstleister **Stripe,** welcher eine selbstlernende KI zur Betrugsprävention einsetzt, sowie die **Fidelity National Information Services** und **Fiserv,** welche Backoffice-Banktätigkeiten als Service anbieten. Daneben stehen der Anbieter **TransferWise**, welcher Privatkunden kostengünstige Auslandsüberweisungen anbietet, indem er die Überweisungen mit umgekehrten Überweisungswünschen paart, und die **PayPal Holdings**, welche Onlinezahlungen für Endnutzer und Privatpersonen anbietet. **Refinitiv** offeriert Banken und Versicherungen aufbereitete, globale Finanzmarktdaten.[70]

[67] (Huckstep, 2019)
[68] (Dorfleitner & Hornuf, 2016, S. 2)
[69] (Dorfleitner & Hornuf, 2016, S. 3)
[70] (Center for Financial Professionals, 2020, S. 22)

BigTech-Unternehmen

Mit dem Terminus BigTech (kurz für „big technology“) werden die nach Marktkapitalisierung oder Marktmacht größten IT-Firmen bezeichnet.[71] Sie verwenden Technologie ausgiebig, haben jedoch im Unterschied zu FinTech-Unternehmen ihren Firmenschwerpunkt nicht in der Finanzbranche. Im Sinne der Konvergenz der Märkte bieten sie aber vermehrt Dienstleistungen außerhalb ihrer eigentlichen Branche, bspw. auch in der Finanzbranche, an. Durch Unternehmensakquisitionen erweitern BigTech-Unternehmen zudem ihren Einflussbereich und erschließen geografisch wie branchenbezogen neue Märkte.

Der Vorteil von BigTech-Unternehmen ist ihr großer Bestand an Nutzerdaten, generiert durch ihren großen Kundenstamm und die Interaktion der Kunden untereinander. Diese unterschiedlichen Daten aus den verschiedensten Lebensbereichen können auf vielfältige Art und Weise kombiniert werden, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. BigTech-Unternehmen kapitalisieren ihre Nutzerdaten auf unterschiedlichste Art und Weise.[72]

International sind die BigTech-Unternehmen Alibaba, Amazon, Apple, Facebook, Google, Microsoft und Tencent von Bedeutung.[73] Die chinesische Unternehmensgruppe **Alibaba** bietet Handelsplattformen für Geschäfts- und Privatkunden an und beinhaltet mit **Ant Financial** den weltweit größten Anbieter für mobile und Online-Zahlungen. **Amazon** ist als Onlineversandhändler gestartet und bietet mittlerweile eine Vielzahl an Services an, darunter auch die KI-basierte Spracherkennung mit Amazon Echo und den Online-Bezahldienst Amazon Pay, durch den mit dem Amazon-Konto bei fremden Onlinehändlern gezahlt werden kann. **Apple** bietet seit über vier Jahrzehnten Hard- und Softwareprodukte für den privaten Bereich an. Seit 2014 offeriert das Unternehmen mit Apple Pay einen Online-Zahlungsdienst, der mit Smartphone und Smartwatch genutzt werden kann und letztes Jahr in den USA um eine eigene Kreditkarte erweitert wurde. **Facebook** ermöglicht seinen 2,5 Mrd. Nutzern den Austausch in einem sozialen Netzwerk und bot von 2008 bis 2013 eine eigene Währung an. Für 2020 ist die Einführung einer digitalen Komplementärwährung namens Libra geplant. **Google** bietet seit 1998 die weltweit führende Onlinesuchmaschine und darüber hinaus weitere Softwareprodukte wie Onlinenavigation, Betriebssysteme für Smartphones und eine Office-Suite. Zudem sind seit letztem Jahr auch Bankkonten in Kooperation sowie eigene Kreditkarten in Planung.[74] In Europa wurde eine eMoney-Lizenz, die für Finanzdienstleistungen nötig ist, erworben. **Microsoft** ist der Softwarehersteller des weltweit meistverbreiteten Computerbetriebssystems Windows sowie seiner prominenten Office-Suite. In Kooperation mit Plaid bietet Microsoft die persönliche Finanzverwaltung via Excel an. Das chinesische Technologieunternehmen **Tencent** bietet im eigenen Lande einen weit verbreiteten Internetbrowser sowie ein soziales Netzwerk an. Sein Sofortnachrichtendienst WeChat ist dort einer der größten Anbieter für mobile Zahlungen.

Somit finden sich in der aktuellen Bankenlandschaft neben knapp 1800 klassischen Banken, die im Zeitverlauf Technologien adaptiert haben, auch deutsche und internationale FinTech-Unternehmen, die innovative Anwendungssysteme für die Finanzbranche entwickeln und von denen über 400 in Deutschland aktiv sind. BigTech-Unternehmen treten ebenfalls in den Markt ein und haben durch große Datenmengen einen Wettbewerbsvorteil.

[71] (FinancialTimes, 2018)
[72] (Bank for International Settlements, 2019; King, 2018, S. 240)
[73] (Bank for International Settlements, 2019; FinancialTimes, 2018)
[74] (Shevlin, 2020)

Aktueller Stand

In diesem Teil des Whitepapers werden aktuelle Entwicklungen zur Sicht auf den Einsatz von KI-Anwendungen in der Finanzbranche beschrieben. Dabei wird die Perspektive der nationalen sowie europäischen Gesetzgeber einerseits und der Regulatoren auf beiden Ebenen andererseits eingenommen. Ergänzt wird die Übersicht durch Beiträge von Juristen und wissenschaftlichen Autoren.

Legislative Perspektive

Bundesregierung

In einem Strategiepapier prognostiziert die Bundesregierung starke Veränderungen der Finanzbranche durch KI-Innovationen.[75] Der u. a. hierfür im Jahre 2017 eingerichtete FinTechRat kam hinsichtlich KI zu folgendem Ergebnis:

- Rahmenbedingungen, die einen KI-Einsatz ausschließen, seien zu prüfen.
- Demokratische Rahmenbedingungen des Rechtsstaats seien auch beim KI-Einsatz zu wahren. Bspw. sei Diskriminierung zu vermeiden.
- Dazu sei es ratsam entweder in bestimmten Angelegenheiten die Letztentscheidung beim Menschen zu belassen oder aber eine regelmäßige, menschliche Überprüfung vorzuschreiben.[76]

In einer Antwort auf eine Kleine Anfrage der FDP-Bundestagsfraktion äußert sich die Bundesregierung weitergehend zum KI-Einsatz im Bankensektor. Sie erwartet Effizienz- und Effektivitätsgewinne sowie Rentabilitätssteigerungen. Zudem erwartet die Bundesregierung Prozessautomatisierungen und Kostenreduktionen sowie Qualitätssteigerungen und Angebotserweiterungen, die sich allerdings nicht quantifizieren lassen und erst über einen längeren Zeitraum gesehen eintreten können. Sie verweist des Weiteren auf die Technologieneutralität der Regulatorin BaFin. U. a. aus diesem Grund verfüge die Bundesregierung über keine konkreten Informationen über die verwendeten KI-Techniken.[77]

Im Zusammenhang mit Datenschutz und der Gefahr, dass dieser die KI-Entwicklung ausbremsen könnte, weist die Bundesregierung auf ein Verbot vollständig automatisierter Entscheidungen im Einzelfall hin (DSGVO Art. 22). Dieses Verbot trägt auch zur Erklärbarkeit von KI-Technologien bei und fördert damit indirekt XAI. Würden Entscheidungen nicht ausschließlich automatisiert getroffen, so könne KI eingesetzt werden. Bzgl. der in der DSGVO genannten Transparenzvorschrift (Art. 13) verweist die Bundesregierung auf den Auskunftsanspruch natürlicher Personen über ihre verarbeiteten Daten, also ggfs. die Eingabedaten in ein Verfahren maschinellen Lernens.[78]

Europäische Union

Die im Jahr 2018 erlassene Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) hat auch Auswirkungen auf den KI-Einsatz u. a. in der Finanzbranche. Dabei sind besonders die Art. 13 und 22 von Interesse.

Art. 13 behandelt die Informationspflichten gegenüber Personen, deren Daten weiterverarbeitet werden. Dieser Artikel schreibt vor, dass bereits bei Datenerhebung artikuliert werden muss, ob eine automatisierte Entscheidungsfindung einschließlich Profiling angewendet werden soll. In diesem Fall muss zusätzlich Auskunft über die involvierte Logik, Tragweite und Auswirkungen der Verarbeitung

[75] (Bundesregierung, 2018, S. 39)
[76] (FinTechRat, 2017)
[77] (Bundesregierung, 2019, S. 1-3)
[78] (Bundesregierung, 2019, S. 4-5)

gegeben werden (Art. 13 Abs. 2 f) DSGVO). Art. 22 führt diese automatisierte Entscheidungsfindung insofern weiter aus, als dass Bürger vor *ausschließlich automatisierten* Entscheidungen geschützt werden. Bzgl. eines KI-Einsatzes in der Finanzbranche bedeutet dies, dass in Entscheidungsprozesse, die gegenüber natürlichen Personen Rechtswirksamkeit entfalten, stets der Mensch eingebunden werden muss. In Erwägungsgrund 71 für die DSGVO erwähnt die EU explizit ein Beispiel aus der Finanzbranche für vollständig automatisierte Entscheidungen. Eine ausschließlich automatisch zustande gekommene Entscheidung, wie die Ablehnung eines Online-Kreditantrages, solle es nicht geben. Aus Art. 5 Abs. 1 a) i. V. m. Art. 12 ergibt sich der Transparenzgrundsatz der Informationspflichten, der vorsieht, dass diesen in präziser, transparenter, verständlicher und leicht zugänglicher Form in einer klaren und einfachen Sprache nachgekommen werden muss. Hier könnten sich Probleme bei der Erklärbarkeit von KI-Techniken, die zur Verarbeitung eingesetzt werden, ergeben.

Eine Studie der Deutschen Bank Research setzt die DSGVO mit KI in der Finanzbranche in Kontext und kommt zu dem Schluss, Datenschutzvorschriften würden den Einsatz von KI im Bankensektor möglicherweise „erschweren". Dies gelte insbesondere im Hinblick auf die Art. 22 und 13 der DSGVO, die eine Anpassung der KI-Techniken erforderten. Zudem entstehen weitere Kosten durch die Datensammlung sowie potentielle Kundenabwanderung durch Mehraufwände und Komforteinbußen.[79] Unklar bleibt auch, wie Kunden auf die Nutzung von KI reagieren. Dies alles führt zu XAI, schmälert aber auch mögliche Effizienzgewinne.

Das Europäische Parlament betont zudem, dass durch KI getroffenen Entscheidungen immer von Menschen verantwortet werden müssen, die sich auch über die KI-Empfehlung hinwegsetzen können müssen. Automatisierte Entscheidungen müssten durch qualifizierte Fachkräfte unabhängig beaufsichtigt werden.[80] In ihrem Weißbuch legt die Europäische Kommission dar, dass der Einsatz von KI u. a. für Aufsichtsbehörden sehr wichtig sei. Zugleich verweist sie jedoch auch auf bestehende gesetzliche Regelungen, die ein KI-Einsatz beachten müsse, und die bzgl. finanzieller Dienstleistungen hinsichtlich fundamentaler Menschenrechte weiterentwickelt werden können.[81]

Um die IT-Kenntnisse bzgl. technologischer Innovationen in Aufsichts- und Regulierungsbehörden zu stärken, wurde ein EU-FinTech-Lab als Plattform zum Austausch zwischen den Behörden und europäischen Anbietern eingerichtet. Damit solle den Hürden, die die Finanzbranche an der Einführung neuer Technologien hinderten, bspw. fehlende Sicherheit und Orientierungsvorgaben für deren Nutzung sowie Kleinteiligkeit und fehlende gemeinsame Ansätze seitens der genannten Behörden, begegnet werden.[82]

Festhalten lässt sich, dass die Bundesregierung starke Veränderungen der Finanzbranche durch KI-Innovationen erwartet: Effizienz- und Effektivitätsgewinne, Rentabilitätssteigerungen, Prozessautomatisierungen, Kostenreduktionen, Qualitätssteigerungen und Angebotserweiterungen. Dabei müsse die DSGVO berücksichtigt werden. Der FinTechRat hebt hervor: Demokratische Rahmenbedingungen des Rechtsstaats seien auch beim KI-Einsatz zu wahren. Die EU schützt in Art. 22 der DSGVO Bürger vor ausschließlich automatisiert getroffenen Entscheidungen, was auch den praktischen Einsatz von KI beeinflusst. Das Europäische Parlament betont zudem, dass durch KI getroffene Entscheidungen immer von Menschen verantwortet werden müssen. Um die IT-Kenntnisse in Aufsichts- und Regulierungsbehörden zu stärken, wurde ein EU-FinTech-Lab als Plattform zum Austausch eingerichtet.

[79] (Kaya, 2019, S. 7)
[80] (Europäisches Parlament, 2020, S. 5)
[81] (European Commission, 2020, S. 8)
[82] (Europäische Kommission, 2018, S. 16-17)

Regulatorische Perspektive

Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin)

In ihrer im Sommer 2018 veröffentlichten Studie äußert sich die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) zum Einsatz von KI in der Finanzbranche sowie den daraus folgenden Implikationen für die Finanzaufsicht. Dies stellt auch einen Ausblick in die Zukunft sowie die Antizipation von Entwicklungen im KI-Bereich dar.[83]

Dabei fordert sie Transparenz der verwendeten KI-Technologien und hebt daraus entstehende Chancen hervor, z. B. Verbesserung des Analyseprozesses. Die beaufsichtigten Unternehmen seien verantwortlich, Entscheidungen der KI für sachkundige Dritte nachvollziehbar zu machen. Damit sei ein Verweis auf das Blackbox-Prinzip der KI unzulässig und die Verantwortung für automatisierte Prozesse verbleibe im Unternehmen, speziell bei den Personen der Leitungsebene.[84]

Genauer unterscheidet die BaFin zwischen Transparenz und Erklärbarkeit. Unter Transparenz versteht sie die generelle Nachvollziehbarkeit des Systems, die oft schwer zu realisieren sei. Erklärbarkeit meine dagegen, für eine „konkrete Einzelentscheidung“ „wesentliche Einflussfaktoren“ benennen zu können, und ist damit schwächer als die Forderung der zuvor genannten Transparenz. Zur Realisierung von Transparenz stünden dabei einerseits verständliche Modelle, die unverständliche approximieren, oder direkt verständliche Modelle, wie z. B. Entscheidungsbäume, zur Verfügung. Letztere könnten in Lernaufgaben anderen Modellen unterlegen sein, seien aber dennoch vorzuziehen, wenn Transparenz wichtiger als Effizienz sei. Erklärbarkeit werde derzeit erforscht, dazu wird in der BaFin-Studie der bereits oben erwähnte LIME-Algorithmus genannt. Wichtig hierbei sei, dass die Merkmale, die das System verarbeite, in eine von Menschen lesbare Art gebracht oder aggregiert werden. Beispielhaft wird in der BaFin-Studie die Zusammenfassung von Pixel zu einer von Menschen erkennbaren Struktur im Rahmen der Bildverarbeitung genannt.[85] Abschließend betont die BaFin noch einmal, dass selbst „sehr komplexe“ Modelle und ihre Entscheidungen durch moderne Ansätze nachvollzogen werden könnten, sodass ein Verweis auf Blackbox-Systeme unzulässig sei.[86]

Zudem brauche die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle auch die Weiterentwicklung der bestehenden Regulatorik, indem bisher nicht erfasste Unternehmen identifiziert und regulatorisch fokussiert werden.[87] Dazu könnte bspw. auf Marktforschung zurückgegriffen werden, um durch die Disaggregation der Wertschöpfungskette involvierte Spezialanbieter zu identifizieren. Ggfs. muss bzgl. der Beurteilung der Unternehmenssolvenz durch die BaFin auch der Margendruck stärker berücksichtigt werden.[88]

Im Folgejahr 2019 hat die BaFin zahlreiche Antworten von Fachverbänden zu der Studie gesammelt, kommentiert und veröffentlicht.[89] In den Antworten wurde u. a. auf eine internationale Abstimmung zu der Thematik verwiesen. Bzgl. FinTech- und BigTech-Unternehmen wird in der Konsultation darauf hingewiesen, dass diese die Regulatorik bewusst umgehen könnten, sich nicht an der Finanzierung von Aufsichtsbehörden beteiligten und durch quersubventionierte Angebote einen Margendruck aufbauen könnten.[90] Des Weiteren werden eine Klarstellung bestehender Regulierung und Aufsichtspraxis bzgl.

[83] (BaFin, 2018a)
[84] (BaFin, 2018a, S. 13; Hufeld, 2020).
[85] (BaFin, 2018a, S. 37f).
[86] (BaFin, 2018a, S. 38)
[87] (BaFin, 2018a, S. 12)
[88] (BaFin, 2018a, S. 169)
[89] (BaFin, 2019, S. 14ff)
[90] (BaFin, 2019, S. 17-18)

der Anwendung auf KI, eine Erweiterung dieser Regulierung oder die Bestellung von Algorithmus-Beauftragten vorgeschlagen.[91]

In der Konsultation wird gegenüber der Blackbox-Eigenschaft und der Forderung nach Erklärbarkeit und Transparenz im Sinne der XAI auf die zwei Ebenen des Modells und der Einzelfallentscheidung hingewiesen. Zu der Forderung an sich gibt es eine gespaltene Meinung. Zum einen seien Erklärbarkeit und Kontrollierbarkeit von Algorithmen und Modellen sowie nachvollziehbare Prozesse im Eigeninteresse der Unternehmen, bspw. durch interne Kontrollsysteme, Revidierbarkeit durch manuelle Korrektur und Abschaltprozesse. Zum anderen wird in der Forderung nach Erklärbarkeit und Nachvollziehbarkeit eine unangemessene Einschränkung gesehen. Dazu heißt es: „Es sei schwer bzw. aufgrund der Natur der (…) [KI]-Verfahren unmöglich, den Entscheidungsweg eines Algorithmus detailliert nachzuvollziehen." Stattdessen sollte der Fokus auf die Ergebnisvalidierung gelegt werden, wobei jedoch das Nachrechnen jeder Einzelfallentscheidung realitätsfern sei. Zusammenfassend wird hier eine Benachteiligung bspw. gegenüber unregulierten BigTech-Unternehmen gesehen.[92] Zur aufsichtlichen Überprüfung von KI-Modellen werden in der Konsultation Code-Review-Verfahren, Simulations- und Penetrations-Tests und die Begutachtung von Musterprofilen, die wiederum von der Aufsicht beherrscht werden müssen, genannt. [93]

In ihrer Digitalisierungsstrategie betont die BaFin ihren Anspruch, technologieneutral zu sein. Sie arbeite risikoorientiert und folge dem Grundsatz *„gleiches Geschäft, gleiches Risiko, gleiche Regulierung"*. Eine unterschiedliche Behandlung von Unternehmen ergäbe sich lediglich aus dem Proportionalitätsprinzip. Insbesondere bzgl. KI dürfe Verantwortung nicht auf *Maschinen* übertragen werden.[94] Durch KI sieht die BaFin sowohl neue Angriffsvektoren als auch neue Methoden der Gefahrenanalyse und Entdeckung.[95]

Neben der inhaltlichen Behandlung von KI bei zu beaufsichtigenden Unternehmen versteht die BaFin KI auch als ein zentrales Werkzeug für sich selber. Vor diesem Hintergrund wird zunehmend darüber diskutiert, dass Mitarbeiter der BaFin, neben ihren regulatorischen Kompetenzen, auch über Schlüsselkompetenzen in Bezug auf KI-Anwendungen verfügen sollten.[96] Umgesetzt werde dies durch den Austausch mit Wissenschaft und Industrie sowie ausländischen Aufsichtsbehörden.[97] Dabei gälte auch für die Aufsicht wiederum, dass die Entscheidungsverantwortung beim Menschen und nicht bei der Maschine liege.[98] BaFin-Präsident Hufeld hält den KI-Einsatz bei Aufsichtsbehörden in stark datengetriebenen Bereichen wie Marktmissbrauchsanalysen und Geldwäscheprävention für unumgänglich.[99] Beispielhaft kommt in diesem Bereich das Projekt „Nemesis" zur Anwendung, welches Wertpapierverkaufsmeldungen durch Data Mining analysiert und Vorschläge zur Überprüfung von Einzelfällen macht.[100]

Die BaFin denkt zudem darüber nach, bestehende Regularien wie die Bankenaufsichtlichen Anforderungen an die IT (BAIT), die Versicherungsaufsichtlichen Anforderungen an die IT (VAIT) oder die Mindestanforderungen an das Risikomanagement (MaRisk) bzgl. KI prinzipienbasiert weiterzuentwickeln, sieht allerdings die Gefahr, dass festgeschriebene Standards durch technische

[91] (BaFin, 2019, S. 23-24)
[92] (BaFin, 2019, S. 24-26)
[93] (BaFin, 2019, S. 26)
[94] (BaFin, 2018b, S. 5-6, 9)
[95] (BaFin, 2018b, S. 13; Hufeld, 2020)
[96] (BaFin, 2018a, S. 166; 2018b, S. 4-5, 17)
[97] (BaFin, 2018b, S. 17)
[98] (BaFin, 2019, S. 22)
[99] (BaFin, 2019, S. 38)
[100] (BaFin, 2018b, S. 21)

Entwicklungen wieder überholt werden können.[101] Diese Gefahr wurde auch in der Konsultation zur KI-Studie bestätigt.[102]

Im Interview stellte BaFin-Präsident Hufeldt klar, dass in Zukunft durch den vermehrten Einsatz von selbstlernenden Systemen bei den zu beaufsichtigenden Unternehmen Eingabedaten weniger und dafür Ausgabedaten mehr in den Fokus rücken. Durch die Aufsicht müssten Ausreißer definiert und dann bei den Unternehmen rückverfolgt werden können. Zudem gelte es, die Annahmen von Modellen, die aufgrund ihrer Neuartigkeit nicht auf historische Daten zurückgreifen können, kritisch zu prüfen. Bei den Anforderungen durch die Aufsicht sei jedoch Maß und Mitte zu halten, da zu hohe Dokumentations- und Erklärbarkeitserfordernisse Innovationen zerstören könnten, während zu niedrige Erfordernisse Diskriminierung fördern und damit den Schutzzweck der Aufsicht unterlaufen könnten.[103] KI wird von BaFin-Präsident Hufeldt jedoch als auf absehbare Zeit der menschlichen, natürlichen Intelligenz unterlegen gesehen.[104]

Europäische Bankenaufsichtsbehörde (EBA) und Europäische Zentralbank (EZB)

Die Europäische Bankenaufsichtsbehörde (engl. „European Banking Authority“, kurz EBA) beschäftigte sich in einem Diskussionspapier ebenfalls mit FinTech-Unternehmen. Darin geht sie sowohl von neuen Chancen als auch Risiken sowie Auswirkungen auf klassische Banken durch FinTech-Unternehmen aus. Dabei sieht die EBA KI als einen Innovationstreiber für FinTech-Unternehmen, der etablierte Geschäftsmodelle klassischer Banken beeinflussen werde. Zudem beobachte die EBA den Einsatz von KI und Machine-Learning in Kreditinstituten um Kosten im operationalen Bereich sowie in der Compliance zu senken, bspw. bei der Kreditvergabe oder der automatisierten Analyse und Entscheidungsfindung. Bzgl. automatisierter Beratung (robo-advice) warnt die EBA vor Fehlfunktionen durch Computerfehler, Hacking und Manipulation eines Algorithmus. Eine durch große Datenmengen bedingte, zu feine Segmentierung, Preisdiskriminierung sowie nicht-transparente Kreditbewertungen und Entscheidungsfindungen könnten dazu beitragen, dass Menschen der Zugang zu finanziellen Dienstleistungen verwehrt werde.[105] Insgesamt geht die EBA gemeinsam mit den anderen beiden europäischen Aufsichtsbehörden European Securities and Markets Authority (ESMA) und European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA) davon aus, dass durch den KI-Einsatz Entscheidungen weniger transparent werden und Risiken sich vergrößern könnten.[106]

In einem Abschlussbericht aus dem Jahr 2020 unterstreicht die EBA erneut die Wichtigkeit von Erklärbarkeit und Transparenz für das Vertrauen in den Einsatz von KI-Technologien. Dazu müsse das interne Verhalten für Menschen direkt verständlich sein, oder aber die KI müsse Erklärungen für die Hauptentscheidungsgründe liefern (vgl. XAI). Zudem sind auch die Vermeidung von Verzerrungen sowie die Rückverfolgbarkeit und die Überprüfbarkeit essentiell, sodass Prozesse und Entscheidungen reproduziert werden könnten.[107]

Die Europäische Zentralbank (EZB) unterstützt die EBA dabei, FinTech-bezogene Risiken zu verstehen und einen einheitlichen Aufsichtsansatz innerhalb Europas zu gewährleisten. Dazu gehöre auch ein technologieneutraler Ansatz und eine Aufsicht nach dem Grundsatz „same risk, same rules, same supervision“, also der Gleichbehandlung unterschiedlicher Firmen, wenn sie sich demselben Risiko

[101] (BaFin, 2019, S. 30; Hufeld, 2020)
[102] (BaFin, 2019, S. 17)
[103] (Hufeld, 2020)
[104] (Hufeld, 2020)
[105] (European Banking Authority, 2017, S. 4, 41-42, 52-53)
[106] (Joint Committee of the European Supervisory Authorities, 2018, S. 14)
[107] (European Banking Authority, 2020, S. 5-6)

aussetzen. Etablierte Kreditinstitute sowie FinTech-Unternehmen werden in der Pflicht gesehen, adäquate Risikomanagementprozesse zu implementieren.[108]

In einer im März 2018 veröffentlichten Handreichung zur Beurteilung von FinTech-Banken geht die EZB nicht gesondert auf KI ein.[109] Eine Expertengruppe der Europäischen Kommission macht diese jedoch auf die Notwendigkeit von XAI aufmerksam, um Risiken der KI wie nicht-transparente Kreditbewertungen, die Menschen den Zugang zu finanziellen Dienstleistungen verwehren, zu begegnen.[110] Zudem wird explizit darauf hingewiesen, dass in Bezug auf das Zusammenspiel zwischen DSGVO und dem daraus folgenden notwendigen Einverständnis zur Datenverarbeitung auf der einen Seite sowie der Verwendung der Daten durch KI im Finanzkontext auf der anderen Seite noch Aufklärungsbedarf bestehe.[111] Beispielhaft behandelt die EZB in der Handreichung das Kreditscoring. Weiter führt sie aus, dass FinTech-Unternehmen entsprechende Kenntnisse über die verwendeten Techniken sowohl im Vorstand, bspw. durch die Berufung eines Chief Information Technology Officer (CITO), als auch im Aufsichtsrat haben sollten.[112]

Der Aufsichtsratsvorsitzende Andrea Enria der EZB ging 2019 in einer Rede näher auf die „innovative Technologie“ KI in der Finanzbranche ein, die europäische Banken bereits einsetzten. Er hebt dabei insbesondere die Möglichkeit hervor, große und unstrukturierte Datenmengen, die einen Wertfaktor darstellen, mit Hilfe von Verfahren des maschinellen Lernens analysieren zu können. Zudem könnten Menschen ohne Kredithistorie einen Kredit erhalten, indem ihre Bonität aufgrund anderer Faktoren eingeschätzt werden könne. Inkonsistenzen durch menschliche Verzerrungen könnten ebenfalls verhindert werden, sodass insgesamt Informationsasymmetrien effizient abgebaut werden könnten.[113]

Juristische Perspektive

Auch aus juristischer Perspektive wurde sich dieser Thematik genähert. Dabei werden im Folgenden Inhaber führender juristischer Lehrstühle zu Rechtsinformatik, Informationsrecht und Recht der Digitalisierung sowie führende Juristen mit den Schwerpunkten IT und Datenschutz angeführt (u. a. Thomas Söbbing und Jürgen Taeger). Diese haben sich in Fachaufsätzen sowie Gesetzeskommentaren zum KI-Einsatz geäußert. Von den Juristen wird Zurechenbarkeit („accountability“) und damit einhergehend unabdingbare Erklärbarkeit für KI gefordert. Selbst im Falle korrekter Ergebnisse wird ein Verweis auf das Blackbox-Prinzip abgelehnt.[114] Bzgl. der Haftung von KI wird auf deren Autonomiegrad verwiesen, wobei noch nicht alle Konstellationen geklärt seien.[115] Intelligente Roboter könnten bspw. Stellvertreter, Erfüllungs- oder Verrichtungsgehilfe sein, wobei das Aufsichtsrecht zu beachten sei.[116]

Die BaFin wird in der Pflicht gesehen, Grundsätze wie Transparenz, Nachvollziehbarkeit und angemessene Überwachung der KI sowie die Letztverantwortung der Führungsebene des KI-

[108] (European Central Bank, 2018, 2019b)
[109] (European Central Bank, 2018)
[110] (Expert Group on Regulatory Obstacles to Financial Innovation (ROFIEG), 2019, S. 31)
[111] (Expert Group on Regulatory Obstacles to Financial Innovation (ROFIEG), 2019, S. 85)
[112] (European Central Bank, 2018, S. 6, 9)
[113] (Enria, 2019)
[114] (Herberger, 2018)
[115] (Kirchner, 2020)
[116] (Keßler, 2017)

einsetzenden Unternehmens durch aufsichtsrechtliche Vorgaben zu operationalisieren.[117] Zudem wird darauf hingewiesen, dass es durch den Einsatz von KI in Form von virtuellen Assistenten zu einem Verzicht auf Begrifflichkeiten der Finanzsprache käme, während sich die Kunde-Bank-Schnittstelle nicht grundlegend änderte.[118]

In Gesetzeskommentaren zur DSGVO wird genauer auf die Informationspflichten einer datenverarbeitenden Instanz eingegangen. Zu Art. 13 heißt es, dass automatisierte Entscheidungsfindungen und Profilingmaßnahmen durch KI möglich seien. Eine vollständige Erklärbarkeit der KI-Prozesse und Resultate wird angezweifelt. Dennoch setze ein rechtskonformer Einsatz von KI-Techniken zur automatisierten Entscheidungsfindung deren aussagekräftige Erläuterung voraus, bspw. im Sinne einer XAI.[119] Bzgl. Art. 22, also des Schutzes der Bürger vor *ausschließlich* automatisierten Entscheidungen, wird klargestellt, dass sich die Methoden hierfür u. a. durch KI verfeinern werden.[120]

Bzgl. KI in der Finanzbranche erwähnt der Jurist Thomas Söbbing den Hochfrequenzhandel, der auch durch von KI gesteuerten Algorithmen betrieben wird. Dabei können bspw. Handelsanfragen im Millisekundentakt an verschiedenen Handelsbörsen platziert werden um Renditen zu erzielen. Der Hochfrequenzhandel wurde mit einem eigenen Gesetz bedacht, dem Hochfrequenzhandelsgesetz (HFHG). Risiken, wie einem durch gegenseitige, algorithmische Reaktionen ausgelösten Kaskadeneffekt, muss durch entsprechende System- und Risikokontrollen bei Händlern und Handelsplatzbetreibern entgegnet werden.[121]

Wissenschaftliche Perspektive

Nachfolgend werden drei wissenschaftliche Publikationen von Butler und O'Brien, Zhang und Kedmey und Bauer et al. exemplarisch vorgestellt. Sie sollen stellvertretend für die wissenschaftliche Perspektive auf KI in der Finanzbranche stehen. Die Wissenschaft ist dabei in der Rolle, faktengetriebene und objektive Untersuchungen durchzuführen, um deskriptiv den Status Quo zu präsentieren ohne normativ tätig zu werden. Ihre Perspektive bietet daher eine Erweiterung zu den bisherigen Sichtweisen der übrigen Parteien, die stets auch ein gewisses Eigeninteresse verfolgen.

Butler und O'Brien machen in ihrer Publikation die besonderen Herausforderungen deutlich, denen die KI in der Finanzbranche begegne. Dort seien Daten heterogen strukturiert und über verschiedene Silos verteilt. Zudem seien die rechtlichen Anforderungen der Regulatoren bisweilen nicht digitalisiert. Gleichzeitig ist die Finanzbranche prädestiniert für datenbasierte und KI-getriebene Geschäftsmodelle, sodass starke, disruptive Umbrüche zu erwarten sind. KI-Anwendungen werden für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und Veränderungen der Wertschöpfungskette eine entscheidende Rolle spielen, sodass sich die Geschäftsmodelle von Banken und Marktplatzbetreibern fundamental verändern können.

Des Weiteren gehen Butler und O'Brien auf das semantische Modell FIBO („Financial Industry Business Ontology") zur Abbildung von Entitäten und deren Beziehungen in der Finanzbranche ein, welches als offener Standard in manchen Banken Anwendung finde. Daneben stellen sie auf bereits im Einsatz

[117] (Herz, 2019)
[118] (Zahrte, 2019, S. 1b)
[119] (Dix, 2019, S. 16)
[120] (Taeger, 2018, S. 28)
[121] (Söbbing, 2019, S. 110-123)

befindliche Methoden der Wahrnehmung wie NLP oder Videokameras ab, die mittels Machine-Learning oder KNN Erkenntnisse gewännen und bspw. bei der Kundenidentifikation unterstützten. Dabei heben die Autoren die menschliche Intervention durch Labeling oder Fehlerkorrektur hervor, die KI hilft, finanzielle Sachverhalte korrekt zu erfassen. Schließlich könnten semantische Modelle kombiniert mit Methoden der Wahrnehmung zu künstlicher Erkenntnis („cognition computing") führen und so menschliche Verzerrungen wie eine begrenzte Informationsaufnahme oder Vorurteile, bspw. bei der Kreditvergabe, umgehen. Diese künstliche Erkenntnis gäbe es bislang allerdings noch nicht. In Bezug auf die Finanzbranche wird insbesondere die Notwendigkeit der Lenkbarkeit und Erklärbarkeit der KI hervorgehoben. KI wird als Erweiterung und nicht als Ersatz des Menschen aufgefasst. Als wesentlicher Treiber des KI-Einsatzes in der Finanzbranche wird Effizienz, insbesondere Kosteneffizienz, gesehen. Für das Jahr 2018 schätzen die Autoren, dass einzelne BigTech-Unternehmen bis zu achtmal so viel für KI-Forschung ausgeben wie die dreißig weltweit größten Banken **zusammen**.[122]

Zhang und Kedmey nennen in ihrer Publikation die Erzeugung von Vorhersagen, welche Entscheidungen unter Unsicherheit informieren sollen, als zentrale Herausforderung für KI in der Finanzbranche. Dabei gehe es darum, aus informierten Vorhersagen Wissensvorsprünge abzuleiten bzw. Unsicherheit und Informationsasymmetrien zu reduzieren oder abzubauen, um so am Markt zu profitieren. Dazu würden auch alternative Datenquellen in Betracht bezogen, bspw. Meinungsäußerungen auf Social Media-Plattformen, mobile Dateninhalte, Onlinebewertungen, Suchanfragen, Transaktionsdaten aus dem Onlinehandel und von Kreditkarten oder neue Daten von Sensoren wie Satelliten.[123]

Bauer et al. zeigen in Ihrer Studie, wie der Einsatz nicht regulierter und ungeprüfter KI zu gesellschaftlichen Wohlfahrtsverlusten führen kann, indem KI-Algorithmen die in historischen Daten eingebetteten Ungleichheiten, Marginalisierungen und Diskriminierungen erlernen und reproduzieren. In der Kreditvergabe könnten verzerrte (automatisierte) Algorithmen bestimmten Personen basierend auf ihrer Zugehörigkeit zu einer sozialen Gruppe ungerechtfertigt Kredite verwehren. Solche Systeme besitzen das Potential existierende, gesellschaftliche Ungleichheiten und Spannungen zu verstärken, indem sie der Torwächter ökonomischer Chancen werden. Die Autoren zeigen, dass diese Problematik besonders gravierend ist, da herkömmliche Methoden zur Bewertung der Leistung der KI-Methoden oftmals versagen, sodass fehlerhafte Systeme nur schwer und über einen relativ langen Zeitraum erkannt werden können. Dies wiederum birgt die Gefahr, dass wohlfahrtsverringernde KI-Applikationen nicht als solche erkannt und breite Anwendung auf Märkten finden. Die Ergebnisse dieser Studie betonen die Bedeutung der Entwicklung und Implementierung von Qualitätssicherungsprotokollen, die dafür sorgen, dass die potentiellen Gefahren frühzeitig erkannt und negative Konsequenzen verhindert werden.[124]

[122] (Butler & O'Brien, 2019, S. 4-9)
[123] (Zhang & Kedmey, 2018, S. 80, 82)
[124] (Bauer et al., 2020)

Bewertung und Ausblick

King spricht in seinem Buch die folgenden Handlungsempfehlungen an klassische Banken, die mit BigTech- und FinTech-Unternehmen konkurrieren möchten, aus: [125]

- Banken sollten sich das Arbeiten in der Cloud angewöhnen. Dazu könnten sie bspw. auf standardisierte Dienste der BigTech-Unternehmen zurückgreifen und rechenintensive sowie sicherheitsrelevante Aufgaben dort ausführen. Aus deutscher bzw. europäischer Sicht stellen sich hier aber eine Reihe rechtlicher Fragen bspw. bzgl. des Datenschutzes.
- Banken bräuchten breite daten- und technologiegestützte Partnerschaften, um ihre Finanzdienstleistungen wertsteigernd in Echtzeit in die echte Welt zu integrieren.
- Banken bräuchten Teams, die sich mit sprach- und verhaltensgesteuertem Design und der Art und Weise, wie Menschen Technik benutzen, auskennen.
- Banken müssten dafür Sorge tragen, dass ihr Datenbestand vollintegriert ist und flexibel angesteuert werden kann, idealerweise per Sprachbefehl durch den Kunden, dem alle benötigten Daten kompakt präsentiert werden.

Butler und O'Brien empfehlen etablierten Unternehmen der Finanzbranche mit der Geschwindigkeit der digitalen Innovation Schritt zu halten, dem KI-Hype durch kritische Entscheidungen zu entgehen und die Vorstände gegen allzu umfänglichen Versprechungen bzgl. KI zu wappnen. So könnten enorme strategische, taktische und operative Vorteile erzielt werden. An die Finanzbranche im Allgemeinen stellen sie die Forderung, ein gemeinsames semantisches Metadatenmodell zur Beschreibung der dort anfallenden Daten zu etablieren.[126] Die beiden Autoren kommen zu dem Schluss, dass KI in der gegenwärtigen Form nicht die großen Versprechungen halten könne, die bisweilen gemacht würden. Dennoch sollte die Verfügbarkeit von Daten sowie deren Aufbereitung für KI-Anwendungen die oberste Priorität haben. Zudem gäbe es einen Mangel an KI-Experten. KI-Anwendungen müssten ihre Entscheidungen sowie deren Auswirkungen auf Risikominimierung und Risikodatenaggregation transparent machen. Des Weiteren müssten in Lern- und Entscheidungsprozesse der KI immer auch Menschen eingebunden werden. [127]

Für die Regulatoren ergibt sich folgendes Bild: Der breite Einsatz von KI durch die von ihnen regulierten Institutionen erfordert, dass die Regulatoren ihre eigene KI-Expertise auf- und ausbauen, um Schritt zu halten und die immer komplexer werdenden Systeme bestmöglich zu verstehen. Nur so können individuelle, kontext-spezifische Regularien entwickelt werden, die der Balance zwischen Kontrolle und Innovation Rechnung tragen. Darüber hinaus ermöglicht der Auf- und Ausbau eigener KI-Kompetenzen die Entwicklung neuer KI-Applikationen die vermehrt und kontrolliert dazu eingesetzt werden können den Aufsichtsprozess zu unterstützen.

Abschließend kann festgehalten werden, dass KI bereits eine hohe Verbreitung in allen Bereichen der Finanzbranche hat. Die genutzten Technologien sind allerdings noch fehleranfällig und deswegen ausbaufähig. Daneben steht die Regulatorik vor der Aufgabe, ihre Aufsichtstechniken an die bei den beaufsichtigten Unternehmen eingesetzte KI anzupassen, um ihren Aufsichtsstandards nachzukommen. Durch das Blackbox-Prinzip droht beim KI-Einsatz mögliche Intransparenz. Wird bspw. XAI eingesetzt, kann dem entgegengewirkt und die Arbeit der Aufseher erleichtert werden.

[125] (King, 2018, S. 241)
[126] (Butler & O'Brien, 2019, S. 11, 13)
[127] (Butler & O'Brien, 2019, S. 14)

In Zukunft könnte KI Daten aus sozialen Netzwerken zur Kundenidentifikation berücksichtigen. Zudem wird auch der Einsatz von Smart Contracts, also von Verträgen auf Softwarebasis, die Vertragsbedingungen enthalten und Vertragshandlungen automatisch ausführen lassen, in Betracht gezogen.[128] Diese Smart Contracts können durch KI verbessert werden.[129] Auch bei Chatbots werden deutliche Verbesserungen erwartet.[130]

Eine der größten Herausforderungen der Zukunft wird das Anwerben geeigneter Spezialisten darstellen, bei denen klassische Banken mit BigTech- und FinTech-Unternehmen konkurrieren. Nach wie vor gilt jedoch die von Dreyfus aufgestellte These, dass wir am Beginn einer durch KI ausgelösten, konzeptuellen Revolution stehen, die uns auch mehr über unsere eigene, menschliche Intelligenz erfahren lässt.[131]

[128] (Mitschele, 2019)
[129] (Gossett, 2020)
[130] (Faggella, 2020; Gossett, 2020)
[131] (Dreyfus, 1972, S. xxvi-xxvii)

Quellenangaben

Arrieta, A. B., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., . . . Benjamins, R. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion, 58*, 82-115.

Bach, S., Binder, A., Montavon, G., Klauschen, F., Muller, K. R. & Samek, W. (2015). On Pixel-Wise Explanations for Non-Linear Classifier Decisions by Layer-Wise Relevance Propagation. *PLoS One, 10*(7), e0130140. doi:10.1371/journal.pone.0130140

BaFin. (2018a). Big Data trifft auf künstliche Intelligenz. Retrieved from https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/dl_bdai_studie.pdf?__blob=publicationFile&v=9

BaFin. (2018b). Digitalisierungsstrategie der BaFin. Retrieved from https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/dl_digitalisierungsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=5

BaFin. (2019). BaFin Perspektiven - Ausgabe 1 | 2019. Retrieved from https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/BaFinPerspektiven/2019/bp_19-1_digitalisierung.pdf?__blob=publicationFile&v=9

Bank for International Settlements. (2019). BIS Annual Economic Report 2019: III. Big tech in finance: opportunities and risks. Retrieved from https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2019e3.pdf

Bauer, K., Pfeuffer, N., Abdel-Karim, B. M., Hinz, O. & Kosfeld, M. (2020). *The terminator of social welfare? The economic consequences of algorithmic discrimination*. Retrieved from https://www.econstor.eu/bitstream/10419/224058/1/1729831079.pdf

Benesty, J., Sondhi, M. M. & Huang, Y. A. (2008). Introduction to speech processing. In *Springer Handbook of Speech Processing* (pp. 1-4): Springer.

Bundesbank. (2018). Verzeichnis der Kreditinstitute und ihrer Verbände sowie der Treuhänder für Kreditinstitute in der Bundesrepublik Deutschland. Bankgeschäftliche Informationen 2. Retrieved from https://www.bundesbank.de/resource/blob/802016/391887c18ebd8b1bdafcd1523ce8518d/mL/bankstellenbericht-2018-data.pdf

Bundesbank. (2019). FinTechs. Retrieved from https://www.bundesbank.de/de/aufgaben/bankenaufsicht/einzelaspekte/fintechs/fintechs-598228

Bundesregierung. (2018). Strategie. Künstliche Intelligenz. Retrieved from https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Digitalisierung/2018-11-15-Strategie-zur-Kuenstlichen-Intelligenz.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Bundesregierung. (2019). Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Florian Toncar, Christian Dürr,Frank Schäffler und der Fraktion der FDP– Drucksache 19/12883 – Ungenutztes Potential von Künstlicher Intelligenz im Bankensektor. Retrieved from http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/132/1913268.pdf

Butler, T. & O'Brien, L. (2019). Artificial intelligence for regulatory compliance: Are we there yet? *Journal of Financial Compliance, 3*(1), 44-59.

Buxmann, P. & Schmidt, H. (2019a). Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens. In *Künstliche Intelligenz* (pp. 3-19).

Buxmann, P. & Schmidt, H. (2019b). *Künstliche Intelligenz mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg*.

Buxmann, P. & Schmidt, H. (2019c). Singularity und weitere kritische Debatten über Künstliche Intelligenz. In *Künstliche Intelligenz* (pp. 189-196).

Center for Financial Professionals. (2020). CEFPRO'S GLOBAL FINTECH RESEARCH REPORT: VOICE OF THE MARKET AND COMPANY RANKINGS IDENTIFIED BY THE INDUSTRY. Retrieved from https://www.cefpro.com/wp-content/uploads/2020/03/FINTECH-LEADERS-2020.pdf

Dix, A. (2019). Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum

freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung). Artikel 13 Informationspflicht bei Erhebung von personenbezogenen Daten bei der betroffenen Person. In S. Simitis, G. Hornung, & I. S. g. Döhmann (Eds.), *Datenschutzrecht. DSGVO mit BDSG*.

Dorfleitner, G. & Hornuf, L. (2016). FinTech-Markt in Deutschland. Retrieved from http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Internationales_Finanzmarkt/2016-11-21-Gutachten-Langfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Dreyfus, H. L. (1972). What computers can't do: The limits of artificial intelligence.

Ehsan, U., Harrison, B., Chan, L. & Riedl, M. O. (2018). *Rationalization*. Paper presented at the Proceedings of the 2018 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society.

Enria, A. (2019). A binary future? How digitalisation might change banking. Retrieved from https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/speeches/date/2019/html/ssm.sp190311~2af7fb032e.en.html

Europäische Kommission. (2018). FinTech-Aktionsplan: Für einen wettbewerbsfähigeren und innovativeren EUFinanzsektor. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:6793c578-22e6-11e8-ac73-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_1&format=PDF

Europäisches Parlament. (2020). Automatisierte Entscheidungsfindungsprozesse: Gewährleistung des Verbraucherschutzes und des freien Verkehrs von Waren und Dienstleistungen. Retrieved from https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0032_DE.pdf

European Banking Authority. (2017). Discussion Paper on the EBA's approach to financial technology (FinTech). Retrieved from https://eba.europa.eu/sites/default/documents/files/documents/10180/1919160/7a1b9cda-10ad-4315-91ce-d798230ebd84/EBA%20Discussion%20Paper%20on%20Fintech%20%28EBA-DP-2017-02%29.pdf

European Banking Authority. (2020). EBA Report on Big Data and Advanced Analytics. Retrieved from https://eba.europa.eu/sites/default/documents/files/document_library//Final%20Report%20on%20Big%20Data%20and%20Advanced%20Analytics.pdf

European Central Bank. (2018). Guide to assessments of fintech credit institution licence applications. (27.06.2020). Retrieved from https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.201803_guide_assessment_fintech_credit_inst_licensing.en.pdf

European Central Bank. (2019a). Bringing artificial intelligence to banking supervision. Retrieved from https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/publications/newsletter/2019/html/ssm.nl191113_4.en.html

European Central Bank. (2019b). SSM fintech supervision - industry dialogue: topics for discussion. (27.06.2020). Retrieved from https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/conferences/shared/pdf/Fintech_industry_dialogue/201905_topics_for_discussion.pdf

European Commission. (2020). White Paper on Artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust. Retrieved from https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf

Expert Group on Regulatory Obstacles to Financial Innovation (ROFIEG). (2019). 30 Recommendations on Regulation, Innovation and Finance - Final Report to the European Commission - December 2019. Retrieved from https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/191113-report-expert-group-regulatory-obstacles-financial-innovation_en.pdf

Faggella, D. (2020). 10 AI in BankiAI in Banking – An Analysis of America's 7 Top Banksng Examples You Should Know. Retrieved from https://emerj.com/ai-sector-overviews/ai-in-banking-analysis/

Feigenbaum, E. A. (2003). Some challenges and grand challenges for computational intelligence. *Journal of the ACM, 50*(1), 32-40. doi:10.1145/602382.602400

FinancialTimes. (2018). FT Collections: The Economics of Big Tech. Retrieved from https://www.ft.com/economics-of-big-tech

FinTechRat. (2017). Reformvorschläge von Mitgliedern des FinTechRats. Retrieved from https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Internationales_Finanzmarkt/Fintech/2017-12-01-Fintech-Reformvorschlaege-Download.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Gossett, S. (2020). 10 AI in Banking Examples You Should Know. Retrieved from https://builtin.com/artificial-intelligence/ai-in-banking

Haugeland, J. (1985). Artificial intelligence: the very idea. In: Cambridge, MA: MIT Press.

Herberger, M. (2018). „Künstliche Intelligenz" und Recht. Ein Orientierungsversuch. *Neue Juristische Wochenschrift, 71*(39), 2825-2830.

Herz, B. (2019). Die Entwicklung des europäischen Bankaufsichtsrechts in den Jahren 2017/2018 (Teil II). *Europäische Zeitschrift für Wirtschaftsrecht, 30*(2), 60-67.

Huckstep, R. (2019). AI enabled transformation of insurance. Retrieved from https://www.the-digital-insurer.com/blog/insurtech-impact-ai-digital-transformation-insurance/

Hufeld, F. (2020). Felix Hufeld (BaFin) über Auswirkungen der Corona-Krise, Nachhaltigkeitsmanagement & Digitalisierung. *Videomagazin #fredwagner*. https://www.youtube.com/watch?v=ev5-nysJxM4.

Joint Committee of the European Supervisory Authorities. (2018). Joint Committee Final Report on Big Data. Retrieved from https://eba.europa.eu/sites/default/documents/files/documents/10180/2157971/77590961-de6f-4207-bb48-0797ce154ed9/Joint%20Committee%20Final%20Report%20on%20Big%20Data%20%28JC-2018-04%20%29.pdf?retry=1

jovoto. (2016). Deutsche Bank challenges you: Share your vision of how Artificial Intelligence can help Deutsche Bank reinvent its customer service experience. Retrieved from https://www.jovoto.com/projects/artificially-enhanced-banking/landing

Kahn, J. (2018). Artificial Intelligence Has Some Explaining to Do. Retrieved from https://www.bloombergquint.com/businessweek/artificial-intelligence-has-some-explaining-to-do

Kaya, O. (2019). Künstliche Intelligenz im Bankensektor. Ein bisher kaum genutzter Hebel für Rentabilität. Retrieved from https://www.dbresearch.de/PROD/RPS_DE-PROD/PROD0000000000496371/K%C3%BCnstliche_Intelligenz_im_Bankensektor%3A_Ein_bisher.PDF

Keßler, O. (2017). Intelligente Roboter – neue Technologien im Einsatz. Voraussetzungen und Rechtsfolgen des Handelns informationstechnischer Systeme. *Multimedia und Recht, 20*(9), 589-594.

King, B. (2018). *Bank 4.0: Banking everywhere, never at a bank*: John Wiley & Sons.

Kirchner, M. (2020). Bericht über den 16. Tag des Bank- und Kapitalmarktrechts am 14. und 15.11.2019 in Berlin. *Zeitschrift für Wirtschafts- und Bankrecht. WM. Wertpapiermitteilungen Teil IV, 74*(9), 438-440.

Kirschniak, C. & Reese, H. (2018). KI-Strategie: PwC-Hinter-grund-Dossier zum Eckpunkte-papier der Bundes-regierung. Retrieved from https://www.it-finanzmagazin.de/ki-strategie-pwc-hintergrund-dossier-zum-eckpunktepapier-der-bundesregierung-74208/

Korzeniowski, P. (2017). Bots Should Be in Your Contact Center's Future. *CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT*, 28-32.

Kurzweil, R. (1990). *The age of intelligent machines* (Vol. 579): MIT press Cambridge.

Legg, S. & Hutter, M. (2007). Universal intelligence: A definition of machine intelligence. *Minds and machines, 17*(4), 391-444.

Lui, A. & Lamb, G. W. (2018). Artificial intelligence and augmented intelligence collaboration: regaining trust and confidence in the financial sector. *Information & Communications Technology Law, 27*(3), 267-283. doi:10.1080/13600834.2018.1488659

Manser Payne, E., Peltier, J. W. & Barger, V. A. (2018). Mobile banking and AI-enabled mobile banking. *Journal of Research in Interactive Marketing, 12*(3), 328-346. doi:10.1108/jrim-07-2018-0087

Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G. & Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. *arXiv preprint arXiv:1301.3781*.

Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S. & Dean, J. (2013). *Distributed representations of words and phrases and their compositionality.* Paper presented at the Advances in neural information processing systems.

Mistry, D. (2018). Chatbots in Banking Can Play the Role of 'Financial Concierge'. Retrieved from https://thefinancialbrand.com/72607/banking-ai-chatbot-pfm-personalization/

Mitschele, A. (2019). Smart Contract. Retrieved from https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/smart-contract-54213/version-372222

Otte, R. (2019). *Künstliche Intelligenz für Dummies*: John Wiley & Sons.

Ribeiro, M. T., Singh, S. & Guestrin, C. (2016). *"Why Should I Trust You?": Explaining the Predictions of Any Classifier*. Paper presented at the Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, San Francisco, California, USA. https://doi.org/10.1145/2939672.2939778

Russell, S. J. & Norvig, P. (2012). Künstliche Intelligenz : ein moderner Ansatz. In *Always learning* (3., aktualisierte Aufl. ed.). München u.a.

Rzepka, C. & Berger, B. (2018). User interaction with AI-enabled systems: a systematic review of IS research.

Schueffel, P. (2017a). Eine deutschsprachige wissenschaftliche Definition des Begriffs "Fintech". Retrieved from http://schueffel.biz/eine-deutschsprachige-wissenschaftliche-definition-des-begriffs-fintech

Schueffel, P. (2017b). Taming the Beast: A Scientific Definition of Fintech. *Journal of Innovation Management, 4*(4), 32-54. doi:10.24840/2183-0606_004.004_0004

Shevlin, R. (2020). Google: The Next Big Fintech Vendor. Retrieved from https://www.forbes.com/sites/ronshevlin/2020/05/11/google-the-next-big-fintech-vendor

Söbbing, T. (2019). Fundamentale Rechtsfragen zur künstlichen Intelligenz : (AI Law). In *kit-Schriftenreihe* (1. Auflage ed.). Frankfurt am Main.

Strohmeier, S. & Piazza, F. (2015). Artificial Intelligence Techniques in Human Resource Management—A Conceptual Exploration. In *Intelligent Techniques in Engineering Management* (pp. 149-172).

Taeger, J. (2018). Art. 22 Automatisierte Entscheidungen im Einzelfall einschließlich Profiling. In J. Taeger & D. Gabel (Eds.), *Kommentar DSGVO-BDSG*.

Taribuka, D. & Amrit, C. (2020). AGILE IN THE BANKING INDUSTRY: EXPLORING MULTIPLE LEVELS OF AGILE TRANSFORMATION PROCESS FACILITATORS AND CHALLENGES FROM A PEOPLE PERSPECTIVE.

Turek, M. (2018). Explainable Artificial Intelligence (XAI). Retrieved from https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence

Twomey, N. (2018). 5 Ways AI is Impacting AML and KYC Compliance. Retrieved from https://www.corporatecomplianceinsights.com/5-ways-ai-is-impacting-aml-and-kyc-compliance/

VentureRadar. (2020). Top Explainable AI Companies. Retrieved from https://www.ventureradar.com/keyword/Explainable%20AI

Wachter, S., Mittelstadt, B. & Russell, C. (2017). Counterfactual explanations without opening the black box: Automated decisions and the GDPR. *Harv. JL & Tech., 31*, 841.

Zahrte, K. (2019). 4. Teil Sonderbedingungen der Banken und Sparkassen. VI. Sonderbedingungen für das Online-Banking. In H.-J. Bunte & K. Zahrte (Eds.), *AGB-Banken. AGB-Sparkassen. Sonderbedingungen*.

Zhang, X. P. S. & Kedmey, D. (2018). A Budding Romance: Finance and AI. *IEEE MultiMedia, 25*(4), 79-83. doi:10.1109/mmul.2018.2875858

GOETHE UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Imprint of the efl

efl – the Data Science Institute Frankfurt

(efl – the Data Science Institute Frankfurt e.V.)
im House of Finance, Goethe-Universität Frankfurt
Theodor-W.-Adorno-Platz 3
60323 Frankfurt am Main

Phone: +49 (0)69 798 34000
Fax: +49 (0)69 798 33910
info[at]eflab[dot]de

LEIBNIZ INSTITUTE SAFE Sustainable Architecture for Finance in Europe

Diese Veröffentlichung entstand mit freundlicher Unterstützung der Finanz Informatik und dem bei der Finanz Informatik Solutions Plus angesiedelten Competence Center für Künstliche Intelligenz. Wir bedanken uns insbesondere bei Dr. Andreas Totok für die enge Begleitung bei der Erstellung sowie für seine inhaltlichen Anregungen.