**Universität Ulm**

Fakultät für Mathematik und

Wirtschaftswissenschaften

Titel unserer Seminararbeit

Seminararbeit

In Wirtschaftsmathematik

vorgelegt von

Denise Falk, Simon Hofer, Hannah Knehr

am 18. Juni 2023

**Gutachter**

Lars Moestue

Dr. Andreas Obermeier

**Inhaltsverzeichnis**

[Tabellenverzeichnis IV](#_Toc137983730)

[Abkürzungsverzeichnis V](#_Toc137983731)

[2 Einleitung 6](#_Toc137983732)

[3 Theoretischer Teil 7](#_Toc137983733)

[3.1 Artificial Intelligence (AI) und Explainable Artificial Intelligence (XAI) 7](#_Toc137983734)

[3.2 AI und XAI in der Finanzbranche 8](#_Toc137983735)

[3.3 Counterfactual explanations 8](#_Toc137983736)

[4 Analyse Part 10](#_Toc137983737)

[4.1 Use Case 10](#_Toc137983738)

[4.2 Datenaufbereitung 10](#_Toc137983739)

[4.3 Auswahl AI System mit Parametertuning etc. 12](#_Toc137983740)

[4.4 Auswahl XAI System mit Modifikationen (Restriktionen etc) 12](#_Toc137983741)

[4.5 Auswertung 13](#_Toc137983742)

[5 Diskussion 14](#_Toc137983743)

[6 Fazit/Limitationen 15](#_Toc137983744)

[Anlage 16](#_Toc137983745)

[Literaturverzeichnis 17](#_Toc137983746)

[7 Ehrenwörtliche Erklärung 18](#_Toc137983747)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1: Feature Importance 4

[Abbildung 4.2: Lime Werte 5](#_heading=h.lnxbz9)

[Abbildung 4.3: Shap Werte 6](#_heading=h.lnxbz9)

[Abbildung 4.4: Explanation mit jeweils einer Variable 8](#_heading=h.lnxbz9)

[Abbildung 4.5: Explanation mit zwei Variablen 8](#_heading=h.lnxbz9)

[Abbildung 4.1: Feature Importance 1](#_heading=h.lnxbz9)

# Tabellenverzeichnis

[Tabelle 1: 1](#_heading=h.35nkun2)

# 

# Abkürzungsverzeichnis

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Künstliche Intelligenz. | *KI* |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# Einleitung

Künstliche Intelligenz (KI) hat mittlerweile zahlreiche Branchen erreicht und revolutioniert. Der Finanzsektor bildet hierbei keine Ausnahme, denn die Fähigkeit von KI-Systemen, große Datenmengen zu analysieren und fundierte Entscheidungen zu treffen, ist für Banken und Finanzinstitute zunehmend wertvoll geworden. Vor allem bei Kreditvergabeprozessen wird gern auf KI zurückgegriffen. Die inhärente Komplexität von KI-Modellen gibt jedoch häufig Anlass zu Bedenken hinsichtlich ihrer Transparenz und Interpretierbarkeit. Diese Faktoren sind im Bankensektor von großer Bedeutung, da Entscheidungen über die Bewilligung von Krediten erhebliche Auswirkungen auf das Leben und das finanzielle Wohlergehen Einzelner haben können. Ein mangelndes Verständnis der Faktoren, die von KI-Modellen berücksichtigt werden, kann dazu führen, dass KundInnen sich ungerecht behandelt fühlen. Dies kann das Vertrauen in den Entscheidungsprozess der Bank beeinträchtigen und sich negativ auf die KundInnenzufriedenheit und -loyalität auswirken.

In den letzten Jahren hat man zunehmend erkannt, dass erklärbare KI-Techniken (Explainable Artificial Intelligence; XAI) notwendig sind, um diese Probleme zu lösen. XAI zielt darauf ab, Einblicke in den Entscheidungsfindungsprozess von KI-Modellen zu geben und ihre Ergebnisse sowohl für Fachleute als auch für Endnutzer verständlicher und interpretierbar zu machen. Durch den Einsatz von XAI kann die Kluft zwischen der "Blackbox"-Natur herkömmlicher KI-Algorithmen und dem Wunsch nach Transparenz und Verantwortlichkeit überbrückt werden.

In dieser Seminararbeit werden wir den Einsatz von KI und XAI bei der Analyse eines Datensatzes untersuchen, um festzustellen, ob BankkundInnen ein Kredit gewährt werden sollte oder nicht. Durch die Anwendung eines XAI-Modells auf unseren Kreditgenehmigungsklassifikator wollen wir klare und verständliche Erklärungen für die getroffenen Entscheidungen liefern. Dadurch sollen die KundInnen nicht nur nachvollziehen können, warum ein Kreditantrag bewilligt oder abgelehnt wurde, sondern auch Bereiche identifizieren, in denen sie ihr Finanzprofil verbessern können. Darüber hinaus können XAI-Techniken dabei helfen, mögliche Verzerrungen im Entscheidungsprozess des KI-Modells zu erkennen und abzumildern, um faire und gerechte Kreditentscheidungen zu gewährleisten.

# Theoretischer Teil

## Artificial Intelligence (AI) und Explainable Artificial Intelligence (XAI)

@Denise

KI funktioniert mithilfe von Algorithmen, die mithilfe von Daten Strukturen erlernen, Aufgaben erledigen oder Entscheidungen treffen können. Es wird ihr nachgesagt, zukünftig einen großen Einfluss auf wichtige Industrien zu haben. Doch nicht nur in der Zukunft wird KI eine große Rolle spielen- bereits heute findet sie beispielsweise großflächig im Bankensektor, im Bildungswesen, in der Industrie oder im Gesundheitswesen Anwendung. Auch in Privathaushalten ist KI nicht mehr wegzudenken- *Beispiel Alexa/Siri, TikTok, … ?*

Dies liegt vor allem an den zahlreichen Vorteilen, die die Nutzung einer KI mit sich bringt: Erhöhte Perfomance bei Problemlösungen, das Erkennen von Mustern oder der Umgang mit großen Datenmengen zählen unter anderem dazu. Dass das Training von KIs mit entsprechenden Datensätzen jedoch extrem wichtig ist, zeigt sich spätestens seit *Amazon's hiring software (Daston, 2018)/ Rückfälligkeits KI in USA bei Straftätern*. In Zukunft werden wir noch mehr auf korrektes Training angewiesen sein, da KI in Gebieten eingesetzt wird, in denen Fehler lebensgefährlich sein können und Rechenschaftspflicht, Vertrauen und ethische Überlegungen von entscheidender Bedeutung sind, wie zum Beispiel in der Medizin oder autonomen Systemen. Daher ist es wichtig, dass Menschen verstehen können, wie eine KI funktioniert und ihre Entscheidungen trifft. Im Moment ist dies aufgrund des sogenannten „Blackbox“-Charakters von KI noch kompliziert.

Um diesem Problem entgegenzuwirken, haben sich ForscherInnen aus verschiedenen Disziplinen, wie der Informatik und ihrem Unterbereich Mensch-Computer-Interaktion, Psychologie und Kognitionswissenschaft damit beschäftigt, Methoden und Ansätze zu entwickeln, die die Herausforderung der Erklärbarkeit von KI-Systemen angehen. Das Ziel von XAI ist es, Erklärungen für das "Wie und Warum" hinter den Entscheidungen einer KI zu liefern. Kritische Anforderungen an XAI-Systeme sind daher Handlungsfähigkeit, algorithmische Transparenz, Kausalität, Kohärenz, Verständlichkeit, Vertrauen, Fairness, Treue, Informativität, Bewusstsein für den Datenschutz, Übertragbarkeit, Vertrauenswürdigkeit und Verständlichkeit. Um Erklärungen zu generieren, die für Menschen greifbar sind, sind diese Anforderungen wesentlich. Die Forschung zu XAI und ihre Entwicklung sind jedoch noch nicht beendet. Letztlich geht es darum, ein Gleichgewicht zwischen der Vorhersagekraft komplexer KI-Modelle und der Fähigkeit zu finden, sinnvolle Erklärungen zu liefern, die es den Nutzern ermöglichen, KI-Systemen zu vertrauen, sie zu verstehen und effektiv mit ihnen zu interagieren.

## AI und XAI in der Finanzbranche

@Denise

## Counterfactual explanations

Wie bereits zuvor verdeutlicht, zielt XAI darauf ab, Ergebnisse und Entscheidungen von KI für EndnutzerInnen erklärbar zu machen. Um zu garantieren, dass die Erklärungen der XAI angenommen werden, muss man jedoch verstehen, wie Menschen Entscheidungen treffen. Miller (2019) beschreibt in seiner Forschung zu counterfactual explanations drei Beobachtungen:

1. Bei Erklärungen geht es nicht nur darum, Zusammenhänge und Ursachen aufzuzeigen: Erklärungen müssen den spezifischen Kontext und die Umstände, unter denen sie gegeben werden, berücksichtigen.
2. Die Relevanz von Ursachen hängt vom Kontext ab: Wenn etwas geschieht, kann es viele verschiedene Gründe oder Ursachen dafür geben. Nicht alle diese Ursachen sind jedoch wichtig oder relevant für die vorliegende Situation. Der oder die Erklärende wählt die für den spezifischen Kontext am relevantesten Ursachen aus.
3. Interaktion und Diskussion sind wichtig: Der oder die Erklärende und die Person, die die Erklärung erhält, können unterschiedliche Perspektiven und Meinungen haben. Sie können sich auf Diskussionen einlassen, um die Erklärung besser zu verstehen und zu verfeinern. Diese Interaktion ermöglicht einen sinnvolleren und effektiveren Informationsaustausch.

Ein erklärungsfähiges XAI-System muss diese drei Punkte unbedingt berücksichtigen. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass die gelieferten Erklärungen nicht nur korrekt, sondern auch relevant für die jeweilige Situation und offen für Diskussionen und Klärungen sind.

Counterfactual explanations zielen darauf ab, die Frage zu beantworten: "Was hätte passieren können, wenn etwas anders gewesen wäre?" Diese Erklärungen bieten Einblicke in die kausalen Beziehungen zwischen Inputs und Outputs eines maschinellen Lernmodells.

Im Kontext von XAI beinhaltet eine kontrafaktische Erklärung die Identifizierung der minimalen Änderungen an den Eingabevariablen oder Merkmalen eines Modells, die zu einer anderen Vorhersage oder einem anderen Ergebnis führen würden. Durch die Untersuchung dieser kontrafaktischen Szenarien können die BenutzerInnen ein besseres Verständnis für die Faktoren gewinnen, die den Entscheidungsprozess des Modells beeinflussen. Kontrafaktische Erklärungen sind besonders nützlich, wenn es um komplexe Modelle geht, wie z. B. tiefe neuronale Netze, die aufgrund ihrer undurchsichtigen Entscheidungsprozesse oft als Blackboxen betrachtet werden. Durch die Bereitstellung kontrafaktischer Erklärungen bieten XAI-Systeme eine besser interpretierbare und transparentere Möglichkeit zu verstehen, wie das Modell zu einer bestimmten Vorhersage oder Entscheidung gelangt ist.

*12.06.23: Ich würde hier in den kommenden Tagen noch etwas mehr dazu scheiben.*

# Analyse Part

## Use Case

@Denise

Wir machen es aus Kundensicht

Ziel : Kunde sollen mit Hilfe der Counterfactual Erklärung verstehen warum sie den Kredit nicht bekommen haben und das AI Modell verstehen. Im besten Fall bekommen Sie eine erklärung wie sie ihr verhalten ändern können um Ihre Chancen zu erhöhen : (Verstehen + im Besten Fall konstruktive Erklärung )

Um was geht es

Datensatz: 90657 Einträge/Kunden

Anzahl features: 27 (davon x raus)

Welche features: ‘ID’, “Customer ID’, ‘Month’, 'Age', ‘SSN’, 'Annual\_Income', 'Monthly\_Inhand\_Salary', 'Num\_Bank\_Accounts', 'Num\_Credit\_Card', 'Interest\_Rate', 'Num\_of\_Loan', ‘Type of Loan’, 'Delay\_from\_due\_date', 'Num\_of\_Delayed\_Payment', 'Changed\_Credit\_Limit', 'Num\_Credit\_Inquiries', 'Outstanding\_Debt', 'Credit\_Utilization\_Ratio', 'Total\_EMI\_per\_month', 'Amount\_invested\_monthly', 'Monthly\_Balance',

discrete\_features = ['Occupation', 'Credit\_Mix', 'Credit\_History\_Age', 'Payment\_of\_Min\_Amount', 'Payment\_Behaviour'

‘Credit Score’

Wie ist Situation

Was wollen wir erreichen ? Was ist die Aufgabe ?

## Datenaufbereitung

@ Denise

* Statistiken

@Hannah

Bevor die Daten den Klassifikationsmodellen übergeben werden können, müssen sie zunächst aufbereitet und bereinigt werden. Es wurden folgende vorbereitende Schritte auf den Datensatz angewandt, um eine sinnvolle Klassifizierung der Daten zu ermöglichen :

Im ersten Schritt erfolgt eine intensive Betrachtung der Daten, um mögliche Unstimmigkeiten zu identifizieren. Dabei werden Kunden, deren Attribute keinen Sinn in der realen Welt ergeben würden, aus dem Datensatz entfernt. Ebenso werden Kunden entfernt, bei denen Werte fehlen und nur unvollständige Informationen vorliegen. Im verbleibenden Datensatz ist somit jede Zeile vollständig, über jeden verbleibenden Kunden sind damit alle möglichen Informationen verfügbar. Dieser Plausibilitätscheck stellt sicher, dass nur valide und vollständige Daten für die weiteren Schritte der Analyse verwendet werden.

Im zweiten Schritt werden die Spalten ID, Customer\_ID, SSN und Month aus dem Datensatz entfernt, da sie keinen Einfluss auf die Kreditvergabe haben. Diese Angaben sind nur von administrativer Bedeutung

Im dritten Schritt werden bestimmte Attribute weiter angepasst, um sinnvolle Ergebnisse zu erzielen. Das Attribut "Type\_of\_Loan" enthält eine Auflistung verschiedener Kreditarten. Um den Einfluss dieses Attributs auf die Kreditvergabe besser messen zu können, wird für jeden Kreditart ein neues Attribut implementiert, das angibt, ob der entsprechende Kreditart vorliegt oder nicht. Anschließend wird das Attribut "Type\_of\_Loan" gelöscht. Das Attribut Credit\_History\_Age ist in Form von Jahren und Monaten dargestellt. TODO.

Im vierten Schritt wird die Zielvariable in Form des Attributs "Credit Score" aus dem Datensatz extrahiert.

Im fünften Schritt werden die Attribute in stetige und diskrete Attribute unterteilt. Die stetigen Attribute sind: TODO. Die diskreten Attribute sind: TODO.

Im sechsten Schritt erfolgt die Skalierung der stetigen Attribute. Dabei kommt eine Standartskalierung zum Einsatz. Die Standardisierung schließt Effekte aus, die die unterschiedlichen Skalen auf das Ergebnis des Random Forests haben könnten. Es wird verhindert, dass unterschiedlich große Skalenbereiche unverhältnismäßig große Auswirkungen auf das Ergebnis haben.

Die diskreten Attribute werden hingegen kodiert. Die kategoriale Kodierung ist eine Technik zur Kodierung kategorialer Daten. Bei kategorischen Daten handelt es sich um Variablensätze, die Beschriftungsvariablen anstelle von numerischen Werten enthalten. Viele Algorithmen für maschinelles Lernen sind nicht in der Lage, kategorische Variablen zu verarbeiten. Daher ist es wichtig, die Daten in einer geeigneten Form zu kodieren, damit Sie diese Variablen vorverarbeiten können. Je nach Art des Attributes werden unterschiedliche Kodierungsverfahren angewendet, abhängig von ihrer Bedeutung. Dabei kommen der Ordinalkodierer, der One-Hot-Kodierer und der Label-Kodierer zum Einsatz. Der Ordinalkodierer wird für Attribute verwendet, die zwar nominell sind, aber über ein Ordnungselement und eine sinnvolle Reihenfolge verfügen. Der One-Hot-Kodierer wird verwendet, wenn die einzelnen Ausprägungen eines Attributes keine Beziehungen zueinander haben. Der Label-Kodierer wird für die Zielvariable verwendet. Durch diese Kodierungsverfahren wird sichergestellt, dass die Attribute angemessen in numerischer Form dargestellt werden, um sie in anschließenden Analysen oder Modellierungen verwenden zu können.

7 Schritt Indexing ?

Insgesamt führen die beschriebenen Schritte der Datenvorverarbeitung dazu, dass die im folgenden durchgeführten Analysen durchführbar und interpretierbar sind. Ein weiterer Effekt wird bei der Accuracy des Random Forest deutlich. Diese konnte durch die beschriebenen Maßnahmen auf 0.XX erhöht werden.

## Auswahl AI System mit Parametertuning etc.

Auswahl AI

@Denise

Random Forest

XAI System

@Simon

* Accuracy
* Parameterisierung
* @Simon

## Auswahl XAI System mit Modifikationen (Restriktionen etc)

@Denise / @Hannah

* Vorgehen kurz beschreibene
* Zu viele Restrictions – keine genauen Ergebnisse
* Nötige beschränkt
* Einzelne Attribute eingehen

## Auswertung

@ Simon

- 1/ 2 richtig gute / richtig schlechte Counterfactual

- limitieren

- nicht immer gute Counterfactuals

- Matthias / Obi bzw. Lars 🡪 synthetischer Daten

# Diskussion

@ Denise / Hannah / Simon

* Faktenbasiert noch keine Interpretation
* Findet manchmal sehr gut / nicht immer
* Laufzeit
* Accuracy
* Nicht immer optimal (Wegargumentieren)
* Kategorische Variablen, Binärsystem
* Vorteile nochmal betonen
* Wie passt es zum Use Case

# Fazit/Limitationen

* Interpretation
* Use Case eingehen
* Was muss Bankberater beachten / Wissen
* Wie geht der Bankberater damit um

Limitationen

* Grenzen von Care

Weitere Forschungsideeen

# Anlage

# Literaturverzeichnis

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

# Ehrenwörtliche Erklärung

Wir erklären hiermit ehrenwörtlich, dass wir die vorliegende Arbeit mit dem Titel

Titel der Arbeit

selbständig angefertigt haben; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wir sind uns bewusst, dass eine unwahre Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ort, Datum Vorname Nachname

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Vorname Nachname

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Vorname Nachname