Emmy -Noether-Gymnasium

Benjamin Jank

Im Fach Informatik und Biologie (Bezugsfach)

Betreut durch Herr Ostrzinski

Berlin, d

Inwieweit kann der Arbeitsalltag von Mediziner:innen mithilfe von faltenden neuronalen Netzen effektiver gestaltet werden – am Beispiel der Diagnose von Hirntumoren?

Gliederung

1. Motive für die Wahl der Leitfrage
   1. Kurzer historischer Abriss
   2. Wieso das Thema künstliche neuronale Netze?
   3. Wieso Abhandlung am Beispiel der Diagnose von Hirntumoren in der Medizin
2. Erläuterung des fachübergreifenden Aspekts
3. Eigene Position zur Leitfrage
4. Arbeitsprozess
   1. Geplanter Arbeitsprozess
   2. bisheriger Arbeitsprozess und Bewertung
   3. Aufgetretene Probleme
   4. Was würde ich beim nächsten Mal anders machen?
5. Verwendung von Quellen
   1. Top 10
   2. Kurze Erläuterung der wichtigsten 3

# Motive für die Wahl der Leitfrage

1. **Kurzer historischer Abriss**

Um zu verstehen, weshalb ich mich für das Thema künstliche neuronale Netze als Prüfungsschwerpunkt entscheid, bedarf es zunächst eines kurzen historischen Exkurses.

Im Jahre 1943 veröffentlichen die US-Neurowissenschaftler Walter Pitts und Warren McCulloch eine Publikation, in der sie das erste einfache künstliche neuronale Netz beschreiben. Damit ließ sich jede arithmetische Funktion annähernd darstellen. Daraufhin war das Interesse der Wissenschaft an den künstlichen neuronalen Netzen geweckt und viele weitere KI-Forscher begannen nun, an physischen und softwarebasierten künstlichen neuronalen Netzen zu forschen. 1958 entwickelten die KI-Forscher Frank Rosenblatt und Charles Wightman den ersten Neurocomputer („Mark I Perceptron“ 🡪 Binärklassifizierung), mithilfe dessen sich künstliche neuronale Netze physisch simulieren ließen. Die Erwartungen an künstliche Intelligenz und künstliche neuronale Netze im Besonderen war hoch. Ab 1969 offenbarten sich jedoch zunehmend die Grenzen der damals aktuellen physischen und softwarebasierten künstlichen neuronalen Netze und die hohen Erwartungen an künstlichen neuronalen Netzen wurden nicht erreicht. Zudem sah kaum einen praktischen Nutzen in ihnen. Letztendlich verlor, weshalb die Wissenschaft größtenteils das Interesse an neuronalen Netzen verlor.

In den 1980ern etablierte sich in der KI-Forschung jedoch zunehmend der Backpropagation-Algorithmus (s. Grundprinzip und Funktionsweise faltender neuronaler Netze), mithilfe dessen sich künstliche neuronale Netze auf Softwareebene gezielt und besonders effizient trainieren ließen. In den 90er-Jahren entwickelt Yann LeCunn darüber hinaus die faltenden neuronalen Netze (Convolutional Neural Networks), was die Verarbeitung von Bildern in neuronalen Netzen erleichtert. Beide genannten Entwicklungen eröffneten zahlreiche neue Möglichkeiten für die Anwendung von neuronalen Netzen, was das Interesse an neuronalen Netzen einer Renaissance gleichend wiederbelebte. Ab den frühen 2010er-Jahren konnte der Trainingsprozess künstlicher neuronaler Netze des Weiteren auf Grafikkarten ausgelagert werden, was das Training schneller und künstliche neuronale Netze noch attraktiver machte.

1. **Wieso das Thema neuronale Netze?**

Heute ist das Thema künstliche neuronale Netze aktueller denn je. Ein Großteil der Services und Dienstleistungen von großen IT-Konzernen wie Google oder Microsoft, z.B. personalisierte Feeds in sozialen Netzwerken, Speech-to-Text-Anwendungen oder Chatbots, basieren im Kern auf künstlichen neuronalen Netzen. Es lässt sich somit feststellen, dass neuronale Netze wirtschaftlich eine große Rolle spielen. Doch auch gesellschaftlich sind künstliche neuronale Netze relevant. Beispielsweise benötigen Unternehmen wie Google für das Optimieren von künstlichen neuronalen Netzen Unmengen an Daten, die durch ständige Überwachung des Nutzers generiert werden. Und dies geschieht oft nur, um dem Nutzer noch länger an seinen Instagram-Feed zu fesseln, oder ihn noch effizienter von einem Kauf zu überzeugen. Die Frage, ob diese akute Überwachung von Nutzern mit dem Ziel der Konsum- und Gewinnmaximierung oder lediglich des technischen Fortschrittes, wird in vielen gesellschaftspolitischen Fachkreisen diskutiert. Ein anderes Beispiel wäre die Diskussion über die Gefahren von vorurteilsbehafteten neuronalen Netzen, die Minderheiten (z.B. PoC) aufgrund unausgewogener Datensätze benachteiligen. Solche oder ähnliche Fragen machen künstliche neuronale Netze nicht nur wirtschaftlich, sondern auch gesellschaftlich aktuell zu einem sehr präsenten Thema.

Besonders aufgrund dieser wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Relevanz, aber auch wegen der besonderen Rolle der künstlichen neuronalen Netze in der Wissenschaft (z.B. „Renaissance“ ab den 80ern) erscheint mir das Thema „künstliche neuronale Netze“ als besonders gut geeignet und interessant für eine Präsentation im Rahmen der 5. Prüfungskomponente.

1. **Wieso faltende neuronale Netze als Hilfsmittel in der Medizin?**

Ab einem bestimmten Punkt war ich mir also bewusst darüber, dass ich in meiner 5. PK künstliche neuronale Netze thematisieren möchte. Doch natürlich ist dieser Themenkomplex noch sehr weit gefasst, weshalb ich mich noch etwas beschränken musste. Während meiner Recherche nach Anwendungsbereichen von künstlichen neuronalen Netzen, auf die man sich möglicherweise beschränken könnte, wurde mir dann von Google ein [Artikel des deutschen Krebsinformationsdienstes](https://www.krebsinformationsdienst.de/fachkreise/nachrichten/2019/fk22-kuenstliche-intelligenz-medizin.php) vorgeschlagen, der die Rolle von faltenden neuronalen Netzen in der Medizin behandelt. Konkret ging es in dem Artikel darum, wie faltende neuronale Netze auf Basis von MRT-Scans vom Gehirn Aussagen darüber treffen konnte, mit welcher Wahrscheinlichkeit beim Patienten eine Krebserkrankung vorliegt.

Das Ganze klang sehr interessant, weshalb ich dann meinen Vater, der Arzt ist, nach seiner Meinung zu dem Thema gefragt. Er hat mir erklärt, dass die Thematik in der Medizin sehr aktuell ist und dass faltende neuronale Netze in der Medizin tatsächlich bereits Anwendung finden, aufgrund von noch zu niedriger Zuverlässigkeit und ethischen Fragen jedoch noch umstritten sind. Und genau diese Kontroversität hat mich dann bekräftigt, faltende neuronaler Netze als Hilfsmittel in der Medizin zu behandeln.

Um mein Thema nun noch weiter zu beschränken, brauchte ich noch ein eine medizinische Anwendung, anhand dessen ich die Thematik beispielhaft abhandeln kann. Und genau dieses Beispiel lieferte mir dann ein weiterer [Online-Artikel](https://healthcare-in-europe.com/de/news/ki-verbessert-gehirntumor-diagnose-stark.html).

# Erläuterung des fachübergreifenden Aspektes

Grundsätzlich funktionieren künstliche neuronale Netze ähnlich wie unser Gehirn. Das Gehirn besteht stark vereinfacht aus einem Netz aus Neuronen, das eingehende Reize in Form von elektrischen Signalen (z.B. ein Lieblingslied wird gehört) basierend auf einer unterschiedlichen Funktionsweise der Neuronen und einer bestimmten Verschaltung der Neuronen untereinander zu Ausgangssignalen (z.B. Ausschüttung von Glückshormonen) zusammenführt.

Und genau dieses Prinzip machen sich auch künstliche neuronale Netze zunutze. Eingangssignale werden auf Basis einer festgelegten Verschaltung künstlicher Neuronen zu einem oder mehreren Ausgangssignalen weitergeleitet.

Außerdem ist die Struktur des Gehirns, anders als bei einem Computer-Schaltkreis beispielsweise, dynamisch. Die Funktionsweise der Neuronen (funktionale Plastizität) und Anzahl und Verschaltung (strukturelle neuronale Plastizität) der Neuronen verändert sich je nach eingehenden Signalen, was wiederum die Weiterleitung neuer Signale verändert. Diese strukturelle Dynamik ist unabdinglich für neuronale Lernprozesse.

Und auch künstliche neuronale Netze lernen auf Basis einer solchen strukturellen Dynamik. Um dem künstlichen neuronalen Netz beizubringen, welche Ausgangssignale zu bestimmten Eingangssignalen passen, werden die künstlichen Neuronen in ihrer Wirkungsweise gezielt angepasst (funktionale Plastizität): in mehreren Trainingsdurchgängen (*epochs*) werden dem neuronalen Netz gewünschte Ausgangssignale (*truth values)* passend zu bestimmten Eingangssignalen (*inputs*) präsentiert. Das neuronale Netz versucht nun, die Struktur einiger Neuronen so zu verändern, sodass das tatsächliche Ausgangssignal, dass auf den *inputs* beruht, den truth values anzunähern.  
Jedoch ist die Forschung bisher nur in der Lage, die funktionale Plastizität nachzuahmen. Der tatsächliche Ablauf von struktureller Plastizität (Neubildung/Tötung, Neuverknüpfung/Auflösung von Verknüpfungen) ist hingegen bisher noch zu komplex und unerforscht, als dass diese nachgeahmt werden könnte.

Unterschied Anordnung in schichten

<https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/plastizitaet-im-nervensystem/9979>

<https://flexikon.doccheck.com/de/Neuronale_Plastizit%C3%A4t#:~:text=Die%20synaptische%20Plastizit%C3%A4t%20betrifft%20die,Anzahl%20und%20Organisation%20der%20Synapsen>.

# Eigene Position zur Leitfrage

**Quellen:**

[**https://www.desy.de/~guenterg/prosem/Einf\_hrung\_und\_Geschichte\_neuronaler\_Netze.html**](https://www.desy.de/~guenterg/prosem/Einf_hrung_und_Geschichte_neuronaler_Netze.html)

[**https://www.maibornwolff.de/blog/geschichte-von-neural-networks-und-deep-learning**](https://www.maibornwolff.de/blog/geschichte-von-neural-networks-und-deep-learning)