|  |
| --- |
| IUBH |
| Deep Learning |
| DLBDBDL01 |

|  |
| --- |
| IUBH |
| Deep Learning |
| DLBDBDL01 |

# Übergeordnete Lernziele

Dank jüngster technologischer Fortschritte können nun einige Konzepte und Methoden aus der künstlichen Intelligenz praktisch angewendet werden. Ein wesentliches Konzept, das von diesem Fortschritt betroffen ist, sind neuronale Netze. Dank schneller und günstiger GPUs einerseits sowie frei verfügbarer und gut dokumentierter Frameworks andererseits werden neuronale Netze heute zur Lösung sehr vieler unterschiedlicher Probleme eingesetzt, von der Mustererkennung in Text und Bild bis zur automatisierten Beurteilung von Versicherungsschäden. Im Kurs **Deep Learning** werden die Studierenden in die Grundlagen dieser Technologie eingeführt und dazu befähigt, sie an einfachen Beispielen anzuwenden.

# Overarching Learning Objectives

Recent technological advances have meant that a number of concepts and methods derived from artificial intelligence can now be applied in practice, with neural networks being a key concept affected by this progress. Thanks to faster and more cost-effective GPUs combined with freely available, well-documented frameworks, neural networks are now being used to solve a wide variety of problems, ranging from pattern recognition in text and images to the automated assessment of insured losses. In the **Deep Learning** course, students are introduced to the fundamental principles of this technology and equipped with the skills to apply these using simple examples.

# Lektion 1 – Einführung in Deep Learning

Lernziele

Nach der Bearbeitung dieser Lektion werden Sie wissen, …

… wie der Begriff „künstliche Intelligenz“ definiert wird.

… welche Teilgebiete es innerhalb der künstlichen Intelligenz gibt.

… was maschinelles Lernen bedeutet.

… in welche Teilgruppen sich das maschinelle Lernen gliedert.

… was Deep Learning ist und wie es sich entwickelt hat.

… welche Arten von Deep Learning Frameworks es gibt.

# Lesson 1 – Introduction to Deep Learning

Learning objectives

After completing this lesson, you will know ...

… how the term “artificial intelligence” is defined.

… what the subareas of artificial intelligence are.

… what machine learning means.

… which subgroups machine learning is divided into.

… what Deep Learning is and how it has developed.

… what types of Deep Learning frameworks are available.

# 1. Einführung

### Einführung

Deep Learning steht seit geraumer Zeit für den Begriff, der die Forschung zur künstlichen Intelligenz am meisten zu prägen scheint. Häufig werden künstliche Intelligenz und Deep Learning sogar als Synonyme füreinander verwendet und keine klaren Grenzen zwischen den beiden Thematiken gezogen. Was genau ist überhaupt künstliche Intelligenz? Was definiert Deep Learning und in welchem Verhältnis steht das maschinelle Lernen dazu?

Innerhalb dieser Lektion sollen diese Fragen beantwortet und eine klare Definition und Strukturierung der unterschiedlichen Begrifflichkeiten gegeben werden. Dem Leser soll ein Überblick über die Unterteilung der künstlichen Intelligenz vermittelt und die gängigsten Methoden des maschinellen Lernens vorgestellt werden. Schließlich wird Deep Learning in einem geschichtlichen Kontext dargestellt, das wesentliche Konzept erläutert und auf wichtige Anwendungsgebiete eingegangen. Zuletzt wird ein Überblick über gängige Deep Learning Frameworks gegeben, um die Grundlage für ein tiefergehendes Studium dieser zu schaffen.

## 1.1 Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz (KI) ist in unserem Alltag allgegenwärtig und heutzutage kaum noch aus unserem Leben wegzudenken. Als Teilgebiet der Informatik beschäftigt sie sich mit dem Lösen von Problemen, die – aus Sicht des Menschen – Intelligenz erfordern, beziehungsweise versucht sie, menschliches Problemlösungsverhalten nachzuahmen. Aber was definiert überhaupt eine Intelligenz? Eine klare Antwort auf diese Frage existiert nicht, da es de facto keine exakte und einheitliche Definition für diesen Begriff gibt. Im Kontext der künstlichen Intelligenz lassen sich jedoch einige Merkmale charakterisieren:

# 1. Introduction

### Introduction

As a concept, Deep Learning has long been viewed as the driving force behind research into artificial intelligence. In fact, artificial intelligence and Deep Learning are often used synonymously, with no distinct boundaries between the two subject areas. So what exactly is artificial intelligence? What defines Deep Learning and how does it relate to machine learning?

The aim of this lesson is to answer these questions and provide a clear definition and breakdown of the various terms used, giving the user an overview of the various aspects of artificial intelligence and presenting the most common methods used in machine learning. In the next stage, Deep Learning is presented in a historical context, the key concept is explained, and key application areas are discussed. Finally, the reader is given an overview of established Deep Learning frameworks, to provide the basis for a more in-depth study of this subject.

## 1.1 Artificial Intelligence

Artificial Intelligence (AI) is omnipresent in everyday life and, in today’s world, almost impossible to imagine living without. As a subarea of information technology, AI focuses on solving problems which are deemed – from a human perspective – to require intelligence, or attempts to imitate human problem-solving behavior. But how exactly do we define intelligence? There is no categorical answer to this question as no precise or uniform definition actually exists for this term. In the context of artificial intelligence, however, there are a number of features which characterize it:

* Entscheidungen treffen: Komplexe Entscheidungen können anhand von Eingangsfaktoren korrekt, optimal (bezogen auf vorher definierte Regeln) und genau getroffen werden.
* Ergebnisse belegen: Getroffene Entscheidungen können begründet werden.
* Logisch denken: Probleme, für die keine mathematischen Beweise existieren, können durch logisches Denken beurteilt werden.
* Lernen und verbessern: Um sich selbst zu verbessern, lernt das System aus bestehenden oder neuen Daten.

Dadurch lässt sich grob beschreiben, welche Charaktermerkmale ein System aufweisen muss, um als „intelligent“ angesehen zu werden.

Der Bereich der künstlichen Intelligenz lässt sich anhand der Art der Kompetenzen in drei große Untergruppen unterteilen, welche verschiedene Aspekte aufweisen (Kaplan/Haenlein 2019):

**Kognitiv**

Vom lateinischen Wort „cognoscere“ stammend bezeichnet die Kognition die Verarbeitung von Informationen.

* **Analytische KI:** Der Großteil der heutzutage vorzufindenden KI-Systeme gehört der Gruppe der analytischen KI an, welche lediglich mit der **kognitiven** Intelligenz konsistent sind. Dabei wird eine kognitive Repräsentation der Umgebung erzeugt und anhand von in der Vergangenheit getroffenen Entscheidungen für die Zukunft gelernt. Wichtige Vertreter dieser Kategorie sind unter anderem die Bild- und Spracherkennung, autonome Fahrzeuge und das Lösen von strategischen Spielen.
* **Vom Menschen inspirierte KI:** Zusätzlich zu der kognitiven Intelligenz bezieht diese Kategorie auch die sogenannte emotionale Intelligenz, also das Verstehen und Analysieren von menschlichen Emotionen, mit in die Entscheidungsfindung ein. Durch Gesichts- oder Spracherkennung können Emotionen wie beispielsweise Freude oder Trauer erkannt werden, wodurch emotional intelligente Anwendungen möglich werden. Beispiele dafür sind künstliche Kundenservices, welche die Kundenstimmung erkennen und somit gegebenenfalls gezielt gegensteuern können.
* **Humanisierte KI:** Humanisierte KI soll den nächsten Schritt zur „Menschlichkeit“ gehen und der kognitiven und emotionalen Intelligenz eine soziale Komponente hinzufügen. Damit sollen zukünftig sichere Maschine-Mensch- und Mensch-Maschine-Interaktionen möglich werden. Diese Art der künstlichen Intelligenz ist noch nicht existent und benötigt
* Making decisions: Complex decisions can be made correctly, optimally (based on previously defined rules), and precisely on the basis of input factors.
* Verifying results: Decisions which have been made can be substantiated.
* Logical thinking: Problems which are not substantiated mathematically can be assessed using logical thinking.
* Learning and improving: The system learns from existing or new data in order to bring about self-improvement.

This enables an approximate description of the characteristics a system must possess in order to be regarded as “intelligent”.

The field of artificial intelligence can be divided, on the basis of competence type, into three large subgroups, which each have various facets (Kaplan/Haenlein 2019):

**Cognitive**

Derived from the Latin word “cognoscere”, cognition describes the processing of information.

* **Analytical AI:** The majority of AI systems encountered today belong to the group of analytical AI systems, which are only consistent with **cognitive** intelligence. In these systems , a cognitive representation of the environment is generated and learned for the future on the basis of decisions made in the past. Image and speak recognition, autonomous vehicles, and strategic game solving are among the key examples found in this category.
* **Human-inspired AI:** In addition to cognitive intelligence, this category also includes so-called emotional intelligence, i.e. the comprehension and analysis of human emotions, in the decision-making process. Emotions such as joy or sadness can be detected through face or speech recognition, thus enabling the use of emotionally intelligent applications. Artificial customer services, which can detect customer mood and take specific countermeasures as required, represent one such example of this application.
* **Humanized AI:** Humanized AI is set to become the next step toward “human behavior” and add a social component to cognitive and emotional intelligence, with the aim of rendering reliable machine-human and human-machine interactions possible in the future. This type of artificial intelligence is not yet available and requires further intensive research. Possible future applications of humanized AI could include use in autonomous assistance systems, which require a high degree of social intelligence.

noch weitere intensive Forschung. In der Zukunft könnte die humanisierte KI beispielsweise Anwendung in autonomen Assistenzsystemen finden, welche ein hohes Maß an sozialer Intelligenz erfordern.

Neben der Gruppierung anhand der Kompetenzstufen eines intelligenten Systems kann grundlegend zwischen „schwacher“ und „starker“ KI unterschieden werden. Die Begrifflichkeiten wurden durch **John Searle** geprägt und können anhand eines Gedankenexperiments, dem sogenannten chinesischen Zimmer, veranschaulicht werden (Searle 2009). Dabei soll angenommen werden, dass die Wissenschaft so weit fortgeschritten sei, einem Computer beigebracht zu haben, Chinesisch zu verstehen. Dieser nehme chinesische Schriftzeichen als Eingabewerte entgegen und produziere anhand der Anweisungen eines Computerprogramms andere chinesische Schriftzeichen als Ausgabe. Man nehme an, dieser Computer führe diese Aufgabe so überzeugend durch, dass er einen chinesischsprachigen Menschen überzeuge, selbst ein Sprecher der chinesischen Sprache zu sein. Auf alle Fragen, die die Person frage, antworte er angemessen, sodass jeder Chinesisch Sprechende annehme, mit seinesgleichen zu sprechen.

**John Searle**

Der amerikanische Philosoph John Searle gilt als einer der prominentesten Kritiker der starken künstlichen Intelligenz.

Die Frage, welche John Searle dabei beantwortet haben will, ist, ob die Maschine Chinesisch buchstäblich verstehe oder nur die Fähigkeit, Chinesisch zu verstehen, simuliere. Ersteres werde dabei starke KI und letzteres schwache KI genannt. Schwache KI beschäftigt sich mit dem Lösen spezifischer Anwendungsprobleme ohne diese in großem Maß zu generalisieren. Das „menschenartige“ und damit die Intelligenz werden dabei nur simuliert.

Der Großteil der heutigen KI-Anwendungen weist einen schwachen KI-Grad auf. Beispielhaft können Spracherkennungssysteme, die anhand von einer begrenzten Anzahl von vorprogrammierten Befehlen gesteuert werden, genannt werden. Eine schwache KI bildet

In addition to grouping based on the competence levels of an intelligent system, a fundamental distinction can also be made between “weak” and “strong” AI. These terms were coined by **John Searle** and can be illustrated using a thought experiment known as the Chinese Room (Searle 2009). The assumption behind this experiment is that science has advanced to such a degree that it has taught a computer to understand Chinese. The computer accepts Chinese characters as input values and, following the instructions of a computer program, produces other Chinese characteristics, which it presents as output. Suppose the computer then performs this task with such conviction as to convince a Chinese-speaking person that it is itself a live Chinese speaker. It makes appropriate responses to all of the questions that the person asks, leading the Chinese speaker to assume that they are speaking to another Chinese-speaking person.

**John Searle**

The American philosopher Johne Searle is regarded as one of the most prominent critics of strong artificial intelligence.

The question John Searle is looking to answer is whether the machine literally understands Chinese or is merely simulating the ability to understand Chinese. The former stance is known as strong AI and the latter as weak AI. Weak AI looks to solve specific application problems without generalizing these to a large degree. As part of this process, “anthropomorphic” qualities and thus intelligence are only simulated.

The majority of current AI applications feature a weak AI level. Speech recognition systems controlled using a limited number of pre-programmed examples are one such example. A weak AI system maps input values to a specific output. In contrast, strong AI systems go beyond the scope of simply simulating intelligence and acquire the ability to act with human intelligence, possibly even acquiring consciousness. In this instance, input data is not strictly mapped to output data, but processed on flexible terms by **clustering** semantic relationships and assignments, with the result that a system creates associations autonomously from related data that it has not previously been taught.

**Cluster**

In terms of data analysis, a cluster describes the grouping of objects with similar properties.

Eingangswerte auf einen bestimmten Ausgang ab. Starke KI hingegen geht über die reine Simulation einer Intelligenz hinaus und erlangt die Fähigkeit des menschlichen intelligenten Handelns und eventuell sogar ein Bewusstsein. Dabei werden Eingangsdaten nicht strikt auf Ausgangsdaten abgebildet, sondern mittels **Clusterbildung** von semantischen Zusammenhängen und Zuordnungen flexibel verarbeitet. Das bedeutet, dass ein System selbst Assoziationen von verwandten Daten erzeugt, die diesem vorher nicht beigebracht wurden. Außerdem beschränkt diese sich nicht auf ein spezifisches Aufgabengebiet, sondern soll universell und eigenständig agieren, wie es auch bei der menschlichen Intelligenz der Fall ist. Bis heute existiert noch keine starke KI. Wissenschaftler waren sich lange unsicher, ob es diese überhaupt geben kann, mittlerweile sind sie sich jedoch größtenteils sicher, dass eine solche in der Zukunft entwickelt werden wird.

**Cluster**

Bezogen auf die Datenanalyse bezeichnet ein Cluster die Gruppierung von Objekten mit ähnlichen Eigenschaften.

Künstliche Intelligenz kann als Oberbegriff aufgefasst werden, der über einer Vielzahl an verschiedenen Methoden steht, wovon die wichtigsten in der folgenden Abbildung dargestellt sind.

Furthermore, this system is not confined to a specific remit, but is intended to operate universally and autonomously, as encountered with human intelligence. Strong AI does not exist to date. Scientists have long been unsure whether this would actually be achievable, but are now largely confident that such a system will be developed in the future.

Artificial intelligence can be taken as a generic term, which covers a variety of different methods, the most important of which are shown in the following figure.

Diagram

Description automatically generated

* Maschinelles Lernen: Unter dem Begriff des maschinellen Lernens versteht man ein System, welches anhand von Beispieldaten ein statistisches Modell generiert, welches zur Problemlösung, beispielsweise zur Klassifizierung oder Regression, auf unbekannte Daten angewendet werden kann. Dabei werden nicht nur Zuordnungen „auswendig gelernt“, sondern Muster in den Daten erkannt und gelernt, sodass die Problemlösung **generalisiert** werden kann.

**Generalisierbarkeit**

Ein Modell gilt als generalisierend, wenn es eine hohe Performanz bei unbekannten Daten aufweist.

* Spracherkennung: Die Spracherkennung beschäftigt sich mit dem Erkennen der menschlichen Sprache. Anhand von akustischen Signalen wird dabei bestimmt, welche Worte gesprochen wurden.

Diagram

Description automatically generated

* Machine learning: The term “machine learning” refers to a system that uses sample data to generate a static model, which can then be applied to unknown data for problem-solving purposes, such as in classification or regression. Not only are assignments “committed to memory” during this process, but patterns in the data are recognized and learned so that the problem solution can be **generalized**.

**Generalizability**

A model is regarded as generalizing if it exhibits a high performance level with unknown data.

* Speech recognition: Speech recognition is concerned with the detection of human speech, whereby acoustic signals are used to determine which words have been spoken.
* Computerlinguistik: Die Computerlinguistik grenzt an die Spracherkennung an, wobei die **Semantik** von Text- und Sprachdaten „verstanden“ werden soll. Dabei spielen Faktoren wie unterschiedliche Dialekte, falsche Grammatik etc. eine Rolle.

**Semantik**

Die Semantik bezeichnet den Inhalt oder die Bedeutung von Texten.

* Vision: Unter dem maschinellen Sehen versteht man die Beschäftigung mit Problematiken aus dem Bereich des menschlichen Sehvermögens. Wichtige Anwendungen finden sich dabei in der Objekterkennung und -lokalisierung.
* Expertensysteme: Sogenannte Expertensysteme unterstützen Menschen bei Problemen, bei denen normalerweise die Unterstützung menschlicher Experten benötigt wird. Dabei handelt es sich um interaktive Entscheidungssysteme, welche größtenteils auf „Wenn-dann“-Schritten basieren, jedoch auch **Heuristiken** in die Entscheidungen einbeziehen können.

**Heuristiken**

Vom griechischen Wort „heuriskein“ für „finden“ abgeleitet, bezeichnen Heuristiken Strategien, um mit begrenztem Wissen Entscheidungen zu treffen.

* Planung und Optimierung: Der Unterbereich der automatischen Planung und Optimierung beschäftigt sich mit der Lösung von komplexen Steuerungsproblemen, die nur schwer mit herkömmlichen Methoden gelöst werden können, da dabei innerhalb hochdimensionaler Räume optimiert werden muss.
* Robotik: Robotik als Untergruppe der künstlichen Intelligenz beschäftigt sich mit der Fusion von physisch präsenten, programmierbaren Maschinen und der Intelligenz, um hochgradig autonome und (zukünftig) emotional sowie sozial intelligente Roboter zu entwickeln.

Die Untergruppen der künstlichen Intelligenz überschneiden sich und gehen in gewissem Maße ineinander über, sodass die Bereiche nicht klar voneinander abzugrenzen sind.

### Fragen zur Selbstkontrolle

1. Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an.

* Die analytische künstliche Intelligenz hat eine höhere Kompetenzstufe als die humanisierte künstliche Intelligenz.
* *Schwache künstliche Intelligenz bildet Eingangs- auf Ausgangswerte anhand von Gelerntem ab.*
* Künstliche Intelligenz ist eine Untergruppe des maschinellen Lernens.
* Computational linguistics: Computational linguistics borders on speech recognition, in which the **semantics** of text and speed data should be “understood”. Factors such as different dialects and incorrect grammar, for example, play a key role in this.

**Semantics**

Semantics describes the content or meaning of texts.

* Vision: Machine vision refers to the handling of problems which originate from the field of human vision. Important applications relating to this area can be found in object recognition and localization.
* Expert systems: So-called expert systems assist people with problems that would normally require assistance from human experts. These are interactive decision-making systems, which are largely based on “if-then” steps but can also include **heuristics** in decisions.

**Heuristics**

Derived from the Greek word “heuriskein”, meaning “to find”, heuristics describe strategies for making decisions with limited knowledge.

* Planning and optimization: The subarea of automatic planning and optimization deals with finding solutions to complex control problems, which can be difficult to solve using conventional methods due to the need for optimization within high-dimensional spaces.
* Robotics: Robotics as a subgroup of artificial intelligence deals with the fusion of physically present, programmable machines and intelligence in order to develop highly autonomous and (in the future) emotionally and socially intelligent robots.

The subgroups of artificial intelligence overlap and also merge to some extent, with the result that the areas are not clearly defined.

### Self-Check Questions

1. Please mark the correct answers with a cross.

* Analytical artificial intelligence has a higher competence level than humanized artificial intelligence.
* *Weak artificial intelligence maps input values to output values based on what has been learned.*
* Artificial intelligence is a subgroup of machine learning.