



Certificate of Advanced Studies

# Artificial Intelligence

Die künstliche Intelligenz dringt in alle Bereiche des privaten und beruflichen Alltags ein. Lernen Sie in diesem CAS die modernsten Methoden kennen, um Anwendungen in Business, Dienstleistungen, Technologie und Industrie zu entwickeln. Die zwei Schwerpunkte dieses CAS liegen auf Deep Learning und Reinforcement Learning.

# Inhaltsverzeichnis

1	Umfeld	3
2	Zielpublikum	3
3	Ausbildungsziele	3
4	Voraussetzungen	3
5	Unterrichtssprache	4
6	Durchführungsort	4
7	Kompetenzprofil	4
8	Kursübersicht	5
9	Didaktik	5
10	Kursbeschreibungen	5
11	Einführung in AI	6
11.1	Einführung in die AI-Grundtechniken	6
11.2	Fundamentale Neuronale Netzwerke	6
11.3	Convolutional Neuronal Networks (CNN)	6
11.4	Recurrent Networks	6
11.5	Transformer-Architektur für NLP	6
11.6	Praktische Einführung in Retrieval-Augmented Generation (RAG)	6
11.7	Spezieller Transformer für Forecasting unter komplexen Bedingungen	6
11.8	Abschluss Projekt Deep Learning	7
11.9	Grundlagen von Deep Reinforcement Learning	7
11.10	Value based Methoden - Einführung in klassisches Deep Q-Learning	7
11.11	Value based Methoden - Deep Q-Learning-Erweiterungen I	7
11.12	Value based Methoden - Deep Q-Learning-Erweiterungen II	7
11.13	Einführung in Policy based Methoden	7
11.14	Policy Gradient - REINFORCE	7
11.15	Policy Gradient - Advantage Actor Critic (A2C) für diskrete und stetige Aktionen	8
11.16	Die beste Policy Gradient Methode nach heutigem Stand - Proximal Policy Optimization (PPO)	8
11.17	Black-Box Optimierung	8
11.18	Abschluss Projekt Reinforcement Learning	8
11.19	Workshop - AI Trading mit Deep Reinforcement Learning	8
12	Lehrmittel	9
13	Kompetenznachweis	9
14	Organisation	10

Stand: 04.11.2024

# 1 Umfeld

Künstliche Intelligenz ist die Fähigkeit, menschliches Verhalten in Programmen und Maschinen nachzuahmen. Eine grobe Einteilung von Informatiksystemen der künstlichen Intelligenz ist etwa wie folgt:

- Regelbasierte Systeme, welche nach logischen Regeln Entscheide fällen.
- Machine-Learning-Systeme, welche aus vorgegebenen Daten ein Verhalten oder eine Kategorisierung trainieren und anschliessend auf neue Daten anwenden.
- Selbstlernende Systeme, welche anhand von Zielvorgaben selbstständig und laufend ein Verhalten erlernen, anwenden und neu adaptieren.

Der Fokus dieses CAS liegt auf den selbstlernenden Systemen und verwendet dazu unter anderem die Methoden Deep Reinforcement Learning (diverse Varianten des Q-Learning, Policy Gradient) und kombiniert Deep Learning mit neuronalen Netzen in verschiedenen Ausprägungen wie Perzeptrons, Fully Connected und Convolutional Networks. Spannend ist, dass diese neue Art des Lernens auch auf klassische Probleme wie Prognosen mit Zeitreihen und Objekterkennung mit grossem Erfolg angewendet werden kann.

## 2 Zielpublikum

- Fachexpert\*innen aus IT, Industrie und Business, die moderne AI-Techniken kennenlernen und anwenden möchten.
- Informatiker\*innen, die AI-Techniken in neue Applikationen, IT-Dienstleistungen und IT-Landschaften integrieren wollen.

## 3 Ausbildungsziele

Dieses CAS befähigt Sie zur professionellen Anwendung und Implementierung von Deep Learning und Deep Reinforcement Learning in verschiedensten Anwendungsbereichen sowie zur Mitarbeit in Teams, die AI-Methoden einsetzen.

## 4 Voraussetzungen

- Sie bringen ein Bachelorstudium mit, typischerweise in Informatik-, Ökonomie- oder Engineering-Disziplinen und können sich in eine algorithmische Denkweise vertiefen.
- Notwendig sind Vorkenntnisse in Statistik und Datenanalyse, entsprechend etwa dem Stoff des CAS Datenanalyse.
- Sie können sich mathematische Gesetzmässigkeiten aneignen und sie anwenden.
- Sie haben Erfahrung mit einer Programmiersprache und können einfache Skripte in der Sprache Python schreiben und ausführen (z.B. in einer Entwicklungsumgebung wie Anaconda/Jupyter Notebooks).
- Kenntnisse in den Methoden des überwachten und nicht-überwachten Lernens sind von Vorteil. Es wird im CAS aber im Rahmen des Deep-Learning-Studiums darauf eingegangen.

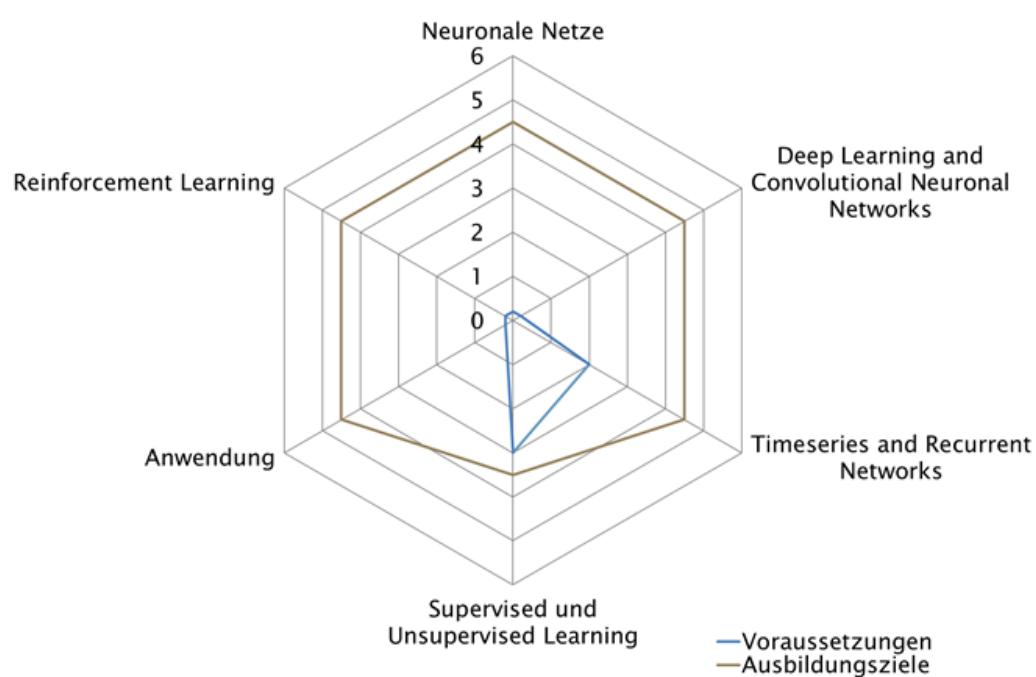
## 5 Unterrichtssprache

Die Unterrichtssprache ist Deutsch, die Unterlagen sind teilweise in Englisch.

## 6 Durchführungsort

Berner Fachhochschule, Weiterbildung, Aarbergstrasse 46 (Switzerland Innovation Park Biel/Bienne), 2503 Biel, Telefon +41 31 848 31 11, E-Mail [weiterbildung.ti@bfh.ch](mailto:weiterbildung.ti@bfh.ch).

## 7 Kompetenzprofil



### Kompetenzstufen

1. Kenntnisse/Wissen
2. Verstehen
3. Anwenden
4. Analyse
5. Synthese
6. Beurteilung

## 8 Kursübersicht

Kurs / Lehreinheit	Lektionen
Einführung in AI, Grundtechniken, Frameworks und Hubs	16
Deep Learning, Neuronale Netzwerke, Typen und Architekturen	32
Transformer Architektur für NLP, RAG, spezieller Transformer für Forecasting (TFT)	24
Abschlussprojekt Deep Learning: Erstellen eines eigenen funktionierenden Mini-Transformers für Textverarbeitung	8
Grundlagen von Deep Reinforcement Learning	8
Reinforcement-Learning-Methoden	56
Abschlussprojekt Gesamtkurs: Chatbots Training mit RL	8
Prüfungsvorbereitung/Reserve	8
Prüfung	8
<b>Total</b>	<b>168</b>

Das CAS umfasst insgesamt 12 ECTS-Credits. Für die einzelnen Kurse ist entsprechend Zeit für Selbststudium, Prüfungsvorbereitung etc. einzurechnen.

## 9 Didaktik

Didaktisch ist das CAS geprägt von einer hohen Interaktion und einer engen Abfolge von Inputs zu Theorie, Methoden, Aufgaben, Fallstudien und Übungen.

Dieses CAS ist intensiv übungsorientiert. Die Hands-On-Übungen und Praktika werden hauptsächlich mit Python in Google Colab und PyCharm bearbeitet.

## 10 Kursbeschreibungen

Nachfolgend sind die einzelnen Kurse dieses Studienganges beschrieben.

Der Begriff Kurs schliesst alle Veranstaltungstypen ein, es ist ein zusammenfassender Begriff für verschiedene Veranstaltungstypen wie Vorlesung, Lehrveranstaltung, Fallstudie, Living Case, Fach, Studienreise, Semesterarbeiten usw.

Die folgenden Themen werden in Theorie und Praxis sehr interaktiv vermittelt. Die Kursthemen sind in 19 Themenblöcke aufgeteilt, gemäss Stundenplan.

# 11 Einführung in AI

Anwendungsgebiete von AI, Schwerpunkte, Gefahren und Grenzen, neue industrielle Revolution und deren Einfluss auf berufliche Perspektiven.

## 11.1 Einführung in die AI-Grundtechniken

Google Colab und PyCharm, Gradient Descent, partielle Ableitungen, Matrix Algebra, Tensoren, Übersicht über AI Framework PyTorch. Praxis: Matrix-Algebra mit Numpy, Programmierung von Gradient Descent.

## 11.2 Fundamentale Neuronale Netzwerke

Perceptron und Dense Networks (DNNs)  
Architektur von Perceptron und DNN, Layer und Gewichte, Hyper-Parameter und Hyper-Parameter-Tuning, PyTorch Lightning, Rolle von DNNs in Deep Reinforcement Learning. Praxis: Klassifikation und Regressions-Aufgaben mit DNN.

## 11.3 Convolutional Neuronal Networks (CNN)

Mathematische und geometrische Erklärung von Convolution, Architektur von CNN, Vergleich mit DNN, biologische Entsprechung. Praxis: Klassische Image-Klassifizierung mit CNN-Netzwerken und Transfer-Learning-Methoden.

## 11.4 Recurrent Networks

Recurrent Networks für Zeitreihen Vorhersage – Standard-RNN und seine Erweiterung – Long ShortTerm Memory Netwok (LSTM): Funktionsweise und Gesamtarchitektur, Stärken und Schwächen, Anwendungsgebiete. Praxis: Zeitreihen-Vorhersage mit Beispielen aus Wirtschaft und Wissenschaft.

## 11.5 Transformer-Architektur für NLP

Architektur, Encoder-Decoder, Attention Mechanisms, Hugging Face Framework.

## 11.6 Praktische Einführung in Retrieval-Augmented Generation (RAG)

PDFs für RAG parsen, Bilder mit GPT-4V erkennen, Embeddings für die Inhalte erstellen. Praxis: RAG anhand eines OpenAI Beispiel-Notebooks verstehen

## 11.7 Spezieller Transformer für Forecasting unter komplexen Bedingungen

Praktische Einführung in die Architektur von Temporal Fusion Transformer (TFT). Praxis: Zeitreihen-Vorhersage mit Beispielen aus Wirtschaft und Wissenschaft mittels TFT.

## 11.8 Abschluss Projekt Deep Learning

Erstellen eines Mini-Transformers für Textverarbeitungs-Aufgaben.

## 11.9 Grundlagen von Deep Reinforcement Learning

Was ist «Reinforcement», Prediction und Control Zyklus, Agent und Environment, States und Actions, Agent-Environment Interaction Cycle, Markov Property, Partially Observable Markov Decision Process (PO-MDP), Reward und Discount Factor, Return, State-Value, State-Action- and Advantage-Value, Action Plan vs. Policy, Optimal Policy, Bellman's Formula Intuition, Open AI Gym Umgebungen. Praxis: Erstellen eines eigenen Trading-Environments nach Open AI Gym Protokoll.

## 11.10 Value based Methoden – Einführung in klassisches Deep Q-Learning

Architektonische Hauptkomponenten Online- und Target-Netzwerke, Epsilon-Greedy Policy, Experience Replay Buffer, Wahl der optimalen Hyper-Parameter, Stärken und Schwächen. Praxis: Lösen des CartPole mit der Deep Q-Learning Methode.

## 11.11 Value based Methoden – Deep Q-Learning-Erweiterungen I

N-Step, Double DQN, Noisy Layer. Praxis: Praxis: Lösen des Benchmark Environments CartPole mit allen Erweiterungen und Performance-Vergleich mit dem klassischen Deep Q-Learning Verfahren.

## 11.12 Value based Methoden – Deep Q-Learning-Erweiterungen II

Prioritized Experience Replay Buffer, Dueling DQN, Rainbow DQN. Praxis: Lösen eines Benchmark Environmens CartPole mit allen Erweiterungen und Performance-Vergleich mit dem klassischen Deep Q-Learning Verfahren.

## 11.13 Einführung in Policy based Methoden

Policy Function Approximation Intuition, Deterministic vs. stochastic policies, Gradient Ascent, Vorteile von Policy Based Methoden, Cross-Entropy Methode. Praxis: Lösen von einem Open AI Gym Environment mit der Cross-Entropy Methode.

## 11.14 Policy Gradient – REINFORCE

REINFORCE Theorem, Coding der Haupt-Komponenten, Stärken und Schwächen. Praxis: Lösen des Lunar Lander Environments mit REINFORCE.

### 11.15 Policy Gradient – Advantage Actor Critic (A2C) für diskrete und stetige Aktionen

Actor-Critic Methoden als Verbesserung von REINFORCE, Advantage Actor-Critic (A2C) für diskrete und stetige Aktionen. Praxis: Lösen eines Open AI Gym Environments mit A2C.

### 11.16 Die beste Policy Gradient Methode nach heutigem Stand – Proximal Policy Optimization (PPO)

Programmierung der Haupt-Komponenten, Surrogate Function, Clipping von Policy Updates. Praxis: Lösen des Lunar Lander Environments mit PPO.

### 11.17 Black-Box Optimierung

Evolution Strategies Methode (ES). Praxis: Lösen des CartPole mit ES Methode

### 11.18 Abschluss Projekt Reinforcement Learning

Algorithmic Trading mit einem RL-Agenten: Erstellung der eigenen Gym-basierten RL-Umgebung für Trading, Erstellung der Finanz-Klasse für Sharpe-Ratio und Effective Frontier Berechnung, Programmierung des Agenten und der zugehörigen Klassen in PyTorch. Training und Evaluierung von Performance mit den Testdaten.

### 11.19 Workshop – AI Trading mit Deep Reinforcement Learning

In diesem Workshop, der am Schluss dieses CAS angeboten wird, wird das gesamte Wissen, das Sie erworben haben, angewendet.

Wir verwenden einen Deep Reinforcement Learning Branching Dueling Deep Q-Learning Agenten. Diese DRL-Architektur basiert auf dem bewährten Deep Q-Learning und ist eine der effektivsten, wenn nicht die effektivste Agent Form von heute. Dieser Agent kann mehrere Aktionen simultan ausführen (z.B. gleichzeitig mehrere Stocks in optimaler Anzahl traden – kaufen, verkaufen oder halten). Alternativ zu diesem Agenten gibt es viel komplexere und hoch experimentelle Architekturen (wie z.B. TD3), die sich aber nur sehr schwer trainieren lassen bzw. gar nicht in einem praktischen Fall, wie hier bei Trading. Wir erstellen ein eigenes Trading Environment. Damit lernen Sie, wie man generell ein eigenes Reinforcement Learning Environment für ein reelles Business-Problem erstellt und nicht nur mit Open AI Gym Spielzeug-Environments experimentiert. Wir lernen auch die Finanzaspekte von Trading wie Effective Frontier und Sharpe Ratio (Portfolio Theorie von Markowitz).

Der AI-Agent bedient sich dabei auch bei diesem Finanzwissen und kann dann analog zu einem menschlichen Trader optimale Entscheidungen treffen. Wir bringen dem Agenten auch das «Fantasieren» oder «Schlafen» bei, indem wir ihm die Daten regelmässig in einer imaginären Form präsentieren, so dass er flexibel bleibt.



## 12 Lehrmittel

Die nachfolgend aufgeführten Lehrmittel sind wesentlich für das Lernen während des geführten Unterrichts. Sie sind durch die Studierenden zu beschaffen.

Als grundlegende Lehrmittel wird mit den folgenden Büchern gearbeitet:

Nr.	Titel	Autoren	Verlag	Jahr	ISBN-Nr.
1.	Deep Reinforcement Learning Das umfassende Praxis-Handbuch	Maxim Lapan	Mitp Verlags GmbH & Co.KG	2020	978-3-7475-0036-(1)
2.	Deep Reinforcement Learning Hands-On Second Edition	Maxim Lapan	Packt Publishing	2020	9781838826994
3.	Natural Language Processing with Transformers	Lewis Tunstall, Leandro von Werra & Thomas Wolf	O'Reilly	2022	978-1-098-13679-6
4.	Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play	David Foster	O'Reilly	2023	978-1-098-13418-1

## 13 Kompetenznachweis

Für die Anrechnung der 12 ECTS-Credits ist das erfolgreiche Bestehen der Qualifikationsnachweise (Prüfungen, Projektarbeiten) erforderlich, gemäss folgender Aufstellung:

Kompetenznachweis	Gewicht	Art der Qualifikation	Erfolgsquote Studierende
Übungsaufgaben	5	Übungsaufgaben mit Bewertung, ev. als Gruppenarbeiten	0 - 100 %
Schlussprüfung	5	Open Book, 1-2 Stunden, Textfragen mit Multiple Choice Antworten, elektronisch durchgeführt.	0 - 100 %
Gesamtgewicht / Erfolgsquote	10		0 - 100 %

Der gewichtete Mittelwert der Erfolgsquoten der einzelnen Kompetenznachweise wird in eine Note zwischen 3 und 6 umgerechnet. Die Note 3 (gemittelte Erfolgsquote weniger als 50%) ist ungenügend. Die Noten 4, 4.5, 5, 5.5 und 6 (gemittelte Erfolgsquote zwischen 50% und 100%) sind genügend.

## 14 Organisation

### **CAS-Leitung und Dozent:**

Ilja Rasin, Data Scientist AI Ingeener  
<https://ch.linkedin.com/in/iljarasin>

### **CAS-Administration:**

Andrea Moser  
Tel: +41 31 848 32 11  
E-Mail: [andrea.moser@bfh.ch](mailto:andrea.moser@bfh.ch)

Während der Durchführung des CAS können sich Anpassungen bezüglich Inhalten, Lernzielen, Dozierenden und Kompetenznachweisen ergeben. Es liegt in der Kompetenz der Dozierenden und der Studienleitung, aufgrund der aktuellen Entwicklungen in einem Fachgebiet, der konkreten Vorkenntnisse und Interessenslage der Teilnehmenden, sowie aus didaktischen und organisatorischen Gründen Anpassungen im Ablauf eines CAS vorzunehmen.

### **Berner Fachhochschule**

Weiterbildung  
Aarbergstrasse 46 (Switzerland Innovation Park Biel/Bienne)  
2503 Biel

Telefon +41 31 848 31 11  
E-Mail: [weiterbildung.ti@bfh.ch](mailto:weiterbildung.ti@bfh.ch)

[bfh.ch/ti/weiterbildung](http://bfh.ch/ti/weiterbildung)  
[bfh.ch/cas-ai](http://bfh.ch/cas-ai)