

# Studienplan für den Zertifikatskurs Artificial Intelligence in Medical Imaging



b  
UNIVERSITÄT  
BERN

20.03.2019

Der Studiengang Artificial Intelligence in Medical Imaging ist eine universitäre Weiterbildung, die zur Erteilung des „Certificate of Advanced Studies in Artificial Intelligence in Medical Imaging, Universität Bern (CAS AIMI Unibe)“ führt. Rechtsgrundlage ist das Reglement der Medizinischen Fakultät für den Zertifikatskurs Artificial Intelligence in Medical Imaging“ vom 17.04.2019.

## 1. Studiengangsziele

Ziele

Der Studiengang soll die Teilnehmenden mit den grundlegenden Prinzipien und Verfahren der Künstlichen Intelligenz vertraut machen. Sie werden befähigt, am Prozess der Auswertung grosser Mengen an medizinischen Daten mit Hilfe der Künstlichen Intelligenz teilzunehmen, wobei der Schwerpunkt auf der Diagnostik mit Hilfe der medizinischen Bildgebung liegt. Die Teilnehmenden sind somit in der Lage, eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung (Translation) von Verfahren der Künstlichen Intelligenz in die medizinische Praxis einzunehmen. Die Teilnehmenden

- a kennen die aktuellen Trends der Artificial Intelligence (AI) und können ihre Relevanz für Fragestellungen in der medizinischen Bildverarbeitung einschätzen,
- b sind in der Lage, medizinische Probleme in Fragestellungen der Datenwissenschaft umzusetzen und sich so direkt in das Feld der digitalisierten Medizin einzubringen,
- c sind mit den grundlegenden Konzepten der Künstlichen Intelligenz vertraut und daher in der Lage, die Machbarkeit und Eignung einer vorgeschlagenen AI-Lösung zu evaluieren,
- d haben praktische Erfahrung mit allen Projektphasen einer Fragestellung zu Themen der AI erworben und können mit den speziellen Herausforderungen und Problemen umgehen,
- e identifizieren rechtliche und ethische Problemstellungen und sind in der Lage, die notwendigen Schritte und Massnahmen zu ihrer Lösung zu unternehmen,
- f sind in der Lage, die Ergebnisse eines AI-Projektes gegenüber unterschiedlichsten Interessenvertretern effizient zu kommunizieren,
- g sind in der Lage, eine Einschätzung in Bezug auf notwendige Datenqualität und -quantität für erfolgreiche AI-Projekte vorzunehmen,

- h* können Handlungsanleitungen und Empfehlungen für das Nutzbarmachen von AI-Lösungen in ihrem klinischen Umfeld abgeben.

## 2. Umfang, Ziele und Inhalte der Studiengangselemente

Umfang	Der Studiengang umfasst 12 Kurstage (96 Präsenzstunden), E-Learning-Elemente und 15 ECTS-Punkte (ca. 375 – 450 Arbeitsstunden insgesamt).
Sprache	Die Unterrichtssprache in allen Modulen ist Englisch. Alle Leistungsnachweise (Leistungskontrollen, schriftliche Arbeiten, Präsentationen) werden in englischer Sprache durchgeführt.
Modul 1	<b>AI project (AI-Projekt)</b> Umfang: 4 ECTS-Punkte Die Teilnehmenden sind in der Lage, mittels verschiedener Datensätze basierend auf medizinischem Bildmaterial Daten zu kurieren und für die Datenanalyse vorzubereiten. Über den ganzen Zeitraum des CAS wenden die Teilnehmenden AI-Methoden an, um diese Daten zu analysieren. Das Modul umfasst folgende Themen und Arbeitsergebnisse: Data curation and preparation and Python programming 1. Deliverable: Project proposal including selection of data set, 2. Deliverable: Definition of factors to be included in machine learning model and basic statistical analysis of data set, 3. Deliverable: Report of machine learning analysis. Projektpräsentationen
Modul 2	<b>Prerequisites from statistics &amp; programming</b> Umfang: 2 ECTS Punkte Modul 2 vermittelt die Grundkenntnisse, welche die Voraussetzungen für die anderen Module sind. In diesem Modul lernen die Teilnehmenden relevante Konzepte der angewandten linearen Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik kennen und erwerben Grundlagenkenntnisse in Python-Programmierung, die relevant für die Datenanalyse sind. Der Inhalt des ganzen Moduls wird in Form von E-Learning vermittelt. Über einen Zeitraum von ca. 7 Wochen müssen die Teilnehmenden wöchentliches Lesematerial studieren, Übungen machen und Fragen in Form von Quizen beantworten. Die folgenden Themen werden diskutiert: <ul style="list-style-type: none"><li>• Basics in applied linear algebra,</li><li>• Introduction to probability &amp; statistics,</li><li>• Introduction to Python Programming I,</li><li>• Introduction to Python Programming II,</li><li>• Python programming III,</li><li>• Linear regression in Python.</li></ul>

### Modul 3

#### **Fundamentals in Artificial Intelligence**

Umfang: 2 ECTS-Punkte

Modul 3 vermittelt Basiskonzepte in AI-Modellen inklusive mathematischer Konzepte, welche für „Building Blocks“ von neuronalen Netzwerken relevant sind. In diesem Modul lernen die Teilnehmenden grundlegende Elemente von AI-Modellen kennen, wie Datenrepräsentationen (Features), Optimierungsstrategien für aufgabenspezifisches Lernen, Generalisierung und Methoden zur Evaluation von AI-Modellen.

Über einen Zeitraum von ca. 8 Wochen müssen die Teilnehmenden wöchentliches Lesematerial studieren, Übungen machen und Fragen in Form von Quizzes beantworten. Das Lehrmaterial wird mittels E-Learning und Face-to-Face-Sessions vermittelt. Die folgenden Themen werden diskutiert:

- Overview on fundamentals in AI,
- Representation in Machine Learning,
- Discrimination and confidence,
- Learning, evaluation, generalization I,
- Learning, evaluation, generalization II,
- Deep feedforward networks,
- Wrap-up & project-specific fundamentals.

### Modul 4

#### **Applied Artificial Intelligence in Medical Imaging**

Umfang: 3 ECTS-Punkte

Modul 4 vermittelt die Grundkenntnisse angewandter Artificial Intelligence. In diesem Modul erwerben die Teilnehmenden Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen einem klinischen und einem „Machine Learning“-Problem sowie über den Trade-off zwischen manuellem und automatisiertem Labelling von Trainingsdaten. Die Teilnehmenden lernen Eigenschaften eines State-of-The-Art-Modells kennen und erfahren, wie ein solches praktisch genutzt und validiert wird.

Über einen Zeitraum von ca. 9 Wochen müssen die Teilnehmenden wöchentliches Lesematerial studieren, Übungen machen und Fragen in Form von Quizzes beantworten. Das Lehrmaterial wird mittels E-Learning und Face-to-Face-Sessions vermittelt. Die folgenden Themen werden diskutiert:

- Introduction to image classifiers, ChexNet dataset, image segmentation and Decathlon datasets,
- Labeling of image data, automatic vs. manual methods,
- Adapting existing code to a new problem: classification,
- Modern CNN architectures explained,
- Adapting code to a new problem: segmentation,
- Deep Learning Classifiers versus old fashioned modelling,
- Interpreting model performance,
- Issues in adapting code, 3D data, multimodal data, modern deep learning.

## Modul 5

### **Applications of Artificial Intelligence**

Umfang: 2 ECTS-Punkte

Modul 5 gibt einen Überblick über praktische Anwendungen von Technologien für die AI-unterstützte Bildinterpretationstechnologie in den Bereichen der allgemeinen Radiologie und ihrer Subspezialitäten, der Neuroradiologie und der Nuklearmedizin. Die Teilnehmenden lernen, geeignete Hard- und Software auf nationalen und internationalen Märkten auszuwählen, Benchmarking im Vergleich zwischen CE-Kennzeichnung und frei verfügbaren Techniken durchzuführen und sie für klinische Anwendungen und Forschung einzusetzen. Die Teilnehmenden lernen, wie klinische Arbeitsabläufe rationalisiert und die Expertinnen und Experten in AI-unterstützte Prozesse integriert werden. Die Teilnehmenden werden auch über Entwicklungen in verwandten Fachgebieten informiert, in welchen Bildanalyse eine tragende Rolle spielt, wie z.B. in der Pathologie. Sie erfahren, wie sie in bestimmten klinischen Bereichen (z. B. Onkologie, Immunologie) im Zeitalter der Digitalisierung besser zusammenarbeiten können. Das Lehrmaterial wird mittels E-Learning sowie in einem zweitägigen Workshop vermittelt. Die folgenden Themen werden diskutiert:

- General overview of healthcare technology with emphasis on imaging,
- Legal requirements and safety aspects for clinical use of AI technology in Europe,
- Interpretation and auditability of AI technologies in medical imaging,
- AI solutions for clinical use,
- Regulations for medical products: "software",
- Cross-domain AI solution,
- Benchmarking in clinical practice,
- Emerging fields for AI supported decision making in Nuclear Medicine.

## Modul 6

### **Legal and Ethical Challenges**

Umfang: 2 ECTS-Punkte

Die Teilnehmenden lernen, rechtliche und ethische Fragen zu identifizieren und die notwendigen Schritte zu ihrer Lösung zu erkennen, um sicherzustellen, dass Artificial Intelligence Algorithmen sicher und effektiv sind. Die Teilnehmenden lernen auch, Maßnahmen zu ergreifen, damit AI-Software in der medizinischen Bildgebung effizient entwickelt und eingesetzt werden kann, wobei der Schutz der Patienten und deren Privatsphäre während des gesamten Lebenszyklus der AI-Software gewährleistet werden kann. Über einen Zeitraum von ca. 8 Wochen müssen die Teilnehmenden wöchentliches Lesematerial studieren, Übungen machen und Fragen in Form von Quizen beantworten. Die folgenden Themen werden diskutiert:

- Introduction to legal and ethical challenges,
- Prerequisites,
- Data protection and IP for software,

- Regulatory aspects of AI in medical imaging,
- Anonymisation, cryptographic protocols, and security,
- Is AI software for medical imaging a medical device?
- IP and RA issues of AI software.

### 3. Leistungsnachweise im Studiengang

Leistungsnachweise

Die Leistungskontrollen für die Module 2-6 erfolgen entweder vor Ort oder mittels der E-Learning-Plattform. Die Leistungskontrollen umfassen folgende Elemente:

- Mündliche oder schriftliche Schlussprüfung und
- Quizze und/oder
- Übungen und/oder
- Präsentationen.

Die Leistungskontrolle für Modul 1 umfasst folgende Elemente:

- Progress Reports,
- schriftliche Arbeit und Präsentation.

Für jedes der Module 1-6 wird eine Endnote erteilt.

Die Studienkommission entscheidet aufgrund der Bewertung der Leistungsnachweise und der Erfüllung der weiteren Leistungsanforderungen über das Bestehen und die Erteilung des Zertifikats.

Das Nähere regeln die Richtlinien der Studienkommission zur Leistungskontrolle.

### 4. Schlussbestimmungen

Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt auf den 1. Juni 2019 in Kraft.

20.03.2019

Von der Studienkommission beschlossen:

Der Vorsitzende

Prof. Dr. Jürgen Burger

17.04.2019

Von der Medizinischen Fakultät genehmigt:

Der Dekan

Prof. Dr. Hans-Uwe Simon