



Certificate of Advanced Studies

Practical Machine Learning

Intelligente Software-Systeme analysieren Daten und Situationen, erstellen Prognosen, treffen Entscheide oder geben Empfehlungen ab und steuern Prozesse. Das CAS Practical Machine Learning rüstet Sie mit den Methoden und Werkzeugen aus, damit Sie solche Systeme bauen, einsetzen und nutzen können.



bfh.ch/ti/cas-pml

Inhaltsverzeichnis

1	Umfeld	4
2	Zielpublikum	4
3	Ausbildungsziele	4
4	Voraussetzungen	4
5	Durchführungsort	4
6	Kompetenzprofil	5
7	Kursübersicht	6
8	Didaktik, Präsenz, Distance Learning	6
9	Kursbeschreibungen	6
	9.1 Einführung in die Denk- und Handlungsweise des ML	8
	9.2 Python	8
	9.3 Feature Engineering	9
	9.4 Überwachtes Lernen	9
	9.5 Nicht-überwachtes Lernen	10
	9.6 Neuronale Netze	10
	9.7 Quantencomputing	11
	9.8 Wahlfach Image Analysis	11
	9.9 Wahlfach Text Analytics und Natural Language Processing	11
	9.10 Wahlfach Network Analysis	13
	Projektarbeit	13
10	Kompetenznachweis	15
11	Lehrmittel	16
12	Dozierende	17
13	Organisation	17

Stand: 16.09.2020

1 Umfeld

Die Anforderungen an Optimierung, Effizienz und Qualität von Unternehmensprozessen und Dienstleistungen wächst laufend. Mit Machine Learning (ML) verschaffen Sie sich Einblicke in die Daten Ihrer Organisation, optimieren Ihre Dienstleistungen und Unternehmensprozesse und können präzisere Entscheide treffen. Die Anwendungen von ML sind äußerst vielseitig, beispielsweise:

- Präzisierung von Verbrauchs- und Beschaffungsprognosen in der Logistik
- Automatische Klassifikation von Dokumenten, Emails und Social Media Daten
- Produktempfehlungen für Kunden
- Analyse und Steuerung von IoT-Netzwerken
- Prognose von Störfällen
- Überwachungsaufgaben in der IT-Sicherheit
- Erkennen und Klassifizieren von Objekten in Bildern oder Tonmustern in Audiovisuellen Daten

Es stehen heute einfach zu bedienende und mächtige Softwarepakete für die Anwendung von Machine Learning zur Verfügung. Deren sinnvolle Nutzung erfordert allerdings gute Kenntnisse über die Wirkungsweise, die Rahmenbedingungen und die Qualitätsmessung der verschiedenen Algorithmen.

2 Zielpublikum

Das CAS PML richtet sich an:

- Informatikerinnen und Informatiker, die Machine-Learning-Komponenten in Software-Anwendungen integrieren wollen.
- Fachexpertinnen, Fachexperten aus IT und Business, die Machine-Learning-Techniken kennenlernen und anwenden möchten.

3 Ausbildungsziele

Dieses CAS befähigt Sie zur Anwendung von ML im eigenen Arbeitsgebiet, sowie zur Mitarbeit in Teams, die ML-Methoden einsetzen oder implementieren:

- Sie kennen Einsatzbereiche und Anwendungsmöglichkeiten von Machine Learning.
- Sie können in der Evaluation, bei der Planung und im Einsatz von Machine Learning-Komponenten kompetent mitentscheiden.
- Sie können die Leistungsfähigkeit eines Machine Learning-Algorithmus bewerten.

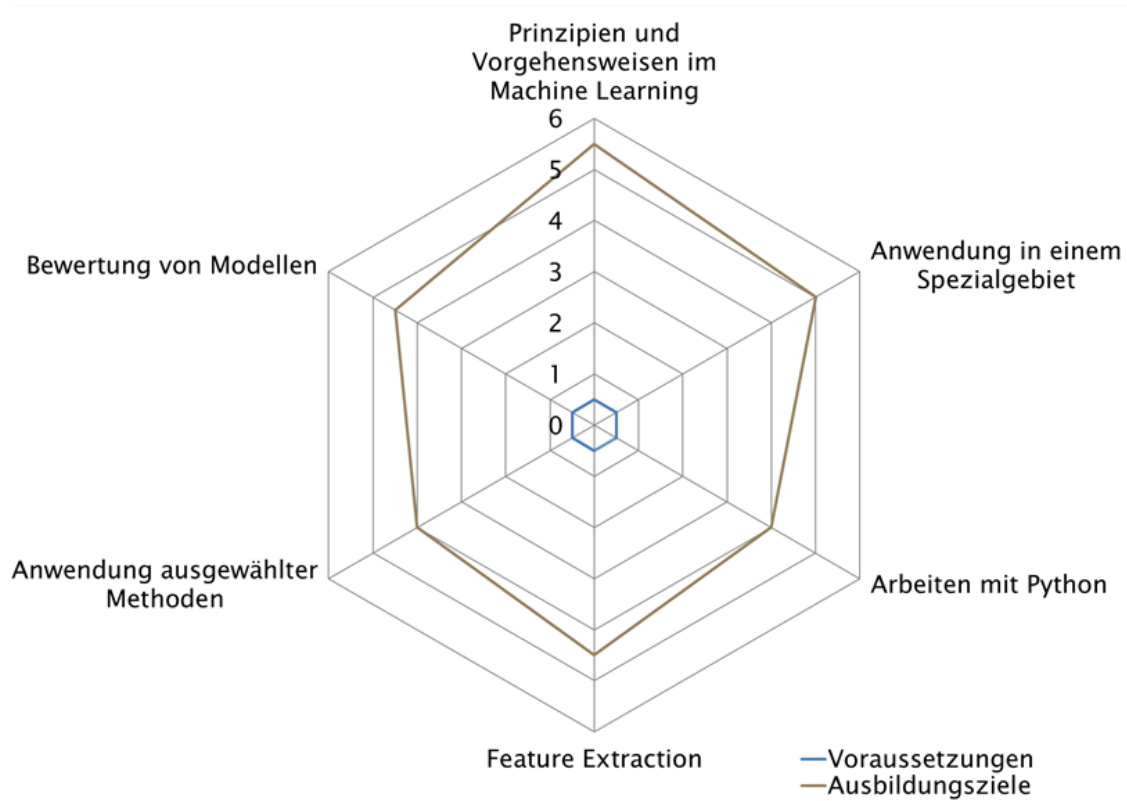
4 Voraussetzungen

- Sie bringen ein Bachelorstudium mit, typischerweise in Informatik-, Ökonomie- oder Engineering-Disziplinen und haben Spass an einer algorithmischen Denkweise.
- Notwendig sind Vorkenntnisse in Statistik und Datenanalyse und der Sprache R (entsprechend etwa dem Stoff im CAS Datenanalyse).

5 Durchführungsort

Berner Fachhochschule, Weiterbildung, Wankdorffeldstrasse 102, 3014 Bern,
Telefon +41 31 848 31 11, E-Mail office.ti-be@bfh.ch.

6 Kompetenzprofil



Kompetenzstufen

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

7 Kursübersicht

Kurs / Lehreinheit	Lektionen	Stunden	Dozierende
Einführung in die Denk- und Handlungsweise des Machine Learning (fakultativ)	16		Jürgen Vogel
Überwachtes Lernen	24		Werner Dähler
Feature Engineering	8		Werner Dähler
Python	24		Niklaus Johner
Nicht-überwachtes Lernen	16		Matthias Dehmer
Neuronale Netze	8		Matthias Dehmer
Wahlfach Image Analysis	32		Marcus Hudritsch
Wahlfach Text Analytics und Natural Language Processing (NLP)	32		Jürgen Vogel
Wahlfach Network Analytics	32		Matthias Dehmer
Quantencomputing (fakultativ)	8		Romeo Kienzler
Projektarbeit	8	90	Div. Betreuer
Total (inkl. 1 Wahlfach und fakultative Kurse)	144	90	

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

8 Didaktik, Präsenz, Distance Learning

Das CAS wird primär in Präsenzform durchgeführt. In Absprache mit der Klasse können auch Tage via MS-Teams in Distance Learning oder in Einzelfällen in Hybridform mit Online-Teilnahme parallel zum Präsenzunterricht durchgeführt werden.

9 Kursbeschreibungen

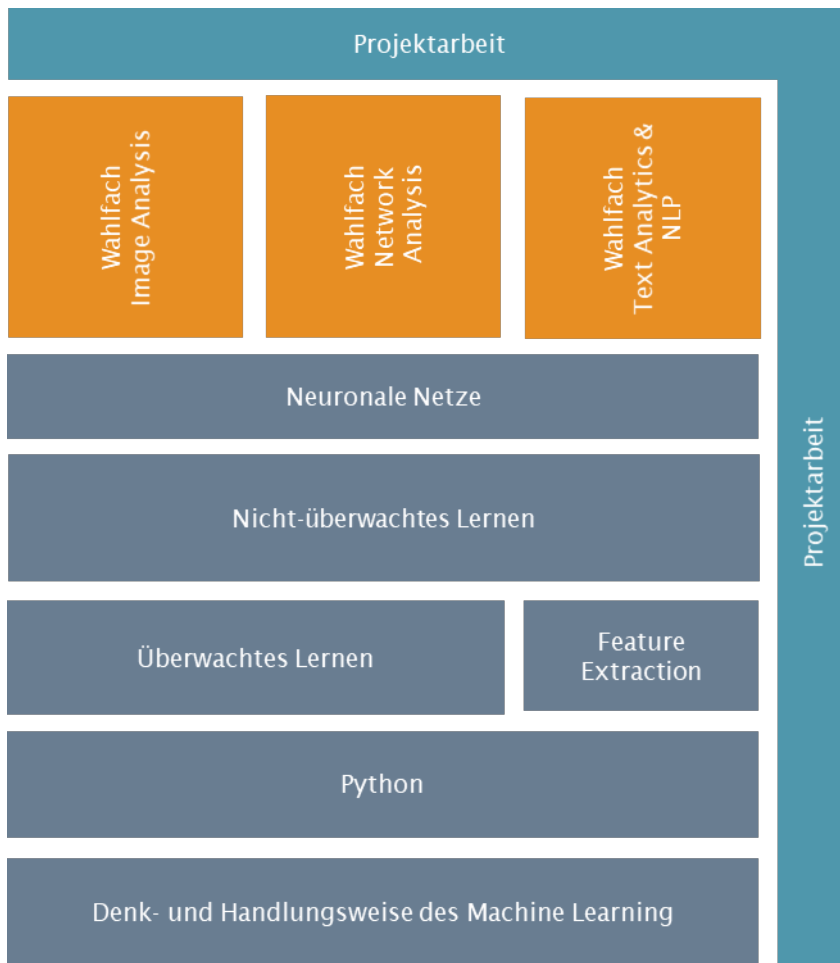
Das CAS beginnt mit einer generellen Einführung in die Denk- und Handlungsweise des Machine Learning, gefolgt von einem Kurs in Python, einem der zentralen Werkzeuge in diesem Fachgebiet. Anschliessend werden die beiden klassischen Lernmethoden, überwachtes und nicht-überwachtes Lernen behandelt, mit jeweils ausgewählten Modellen und Algorithmen dazu. Ein wichtiger Schritt dabei ist auch die Bewertung des einzelnen und die Evaluation des optimalsten Modells. Feature Extraction ist eine entscheidende Tätigkeit für alle Arten von Algorithmen, um einen Datenbestand für die Analyse geeignet vorzubereiten.

Neuronale Netze haben einen grossen Aufschwung genommen für verschiedenste Problemlösungen, insbesondere in der Bildanalyse, in der Text- und Sprachverarbeitung und in der Robotik, sowie wie in vielen Erweiterungen der klassischen Machine Learning Aufgaben. In diesem Kurs wird der Grundstein für Anwendungen mit neuronalen Netzen gelegt.

Die Wahlfächer ermöglichen eine Vertiefung in einem spezifischen Gebiet. Teilnehmerinnen und Teilnehmer besuchen eines oder mehrere Wahlfächer.

Eine Projektarbeit zu einem Thema nach Wahl, optimalerweise im eigenen beruflichen Umfeld, begleitet und vertieft die Lerninhalte.

Thematisches Aufbauschema des CAS:



Nachfolgend sind die einzelnen Kurse dieses Studienganges beschrieben.

9.1 Einführung in die Denk- und Handlungsweise des ML

Lernziele	Die Teilnehmenden bekommen eine erste Orientierung zu Themen und Anwendungsbereichen von Machine Learning (ML). Sie lernen die typische Denk- und Vorgehensweise in ML-Projekten kennen und können entsprechend planen und handeln.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Was ist Machine Learning? – Anwendungsbereiche und Anwendungsmuster – Arten von ML-Algorithmen – Typische Vorgehensweise <ul style="list-style-type: none"> – Fragestellung definieren – Daten beschaffen – Daten aufbereiten – Methodik und Algorithmen auswählen – Arbeiten mit Lerndaten und Testdaten – Resultate evaluieren – Arbeiten mit Standarddatensätzen – Plattformen der ML-Community – Erste praktische Übungen mit Python zu ausgewählten Beispieldaten – Einführung der Methoden Decision Trees, K-Means, Naives Bayes
Lehrmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Folien/Skript – Literaturempfehlungen Nr. 1,2,3

9.2 Python

Einführung in die Sprache mit Bezug auf Machine Learning Anwendungen. Die Einführung basiert auf Python 3.0.

Lernziele	Die Teilnehmenden lernen die Grundlagen der Python Programmierung Sprache. Sie können Python Skripte lesen, schreiben und ausführen. Sie kennen einen Teil der Standardbibliothek sowie die wichtigsten Bibliotheken für wissenschaftliches Rechnen. Sie können Dateien lesen und schreiben, sowie Daten bearbeiten und grafisch darstellen.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Datentypen und Strukturen – Operatoren und Vergleiche – Ablaufsteuerung (Schleifen, Bedingungen ...) – Zeichenketten (strings) Formatierung und Parsing – Dateien lesen und schreiben – Wissenschaftliches Rechnen mit numpy und scipy, scikit – Einführende Techniken des Feature Engineering. – Grafische Darstellung von Daten mit matplotlib – Praktische Übungen zu allen Themen – Beispiele zum Datendateien lesen, Daten bearbeiten und Funktion fitten. – Pandas
Lehrmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Folien/Skript – Literaturempfehlungen Nr. 4,5,6

9.3 Feature Engineering

Lernziele	Die Teilnehmenden erkennen die zentrale Stellung von Feature Exploration, Transformation, Konstruktion und Selektion im Machine Learning Prozess, und können verschiedene Verfahren zur Aufbereitung ihrer Daten anwenden.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Warum gute Features im Machine Learning wichtig sind – Analyse der vorliegenden Features (Exploration) – Wahl geeigneter Attribute aus vorhandenen Datensätzen (Feature Selektion) – Feature Extraktion durch Transformation – Dimensionsreduktion – Übungen in Python – Anwendungsbeispiele
Lehrmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Folien/Skript – Literaturempfehlungen Nr. 7.1, 7.2

9.4 Überwachtes Lernen

Überwachtes Lernen ist eine klassische Disziplin des Machine Learning. Einem Algorithmus wird anhand von Trainingsdaten ein bestimmtes Verhalten beigebracht, welches er dann auf neue Daten anwendet.

Lernziele	Die Teilnehmenden kennen die Prinzipien und einige typische Algorithmen aus dem Bereich des überwachten Lernens. Sie können Algorithmen aufgrund einer Fragestellung als angemessen auswählen, korrekt anwenden und die Ergebnisse beurteilen.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Anwendungen und Eigenschaften von häufig eingesetzten Methoden: <ul style="list-style-type: none"> – Klassifikationsmethoden <ul style="list-style-type: none"> – Instanzbasierte Modelle – Regelbasierte Modelle – Mathematische Modelle – Gegenüberstellungen – Regressionsmethoden <ul style="list-style-type: none"> – Klassische Regressionsmodelle – Regression mit ML Methoden – Gegenüberstellungen – Methoden zum Bewerten von Vorhersagemodellen <ul style="list-style-type: none"> – Validierungsmethoden mittels Resampling – Performance Metriken für Klassifikations- und Regressionsmodelle
Lehrmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Folien/Skript – Literaturempfehlungen 8,9

9.5 Nicht-überwachtes Lernen

Beim klassischen, nicht-überwachten Lernen versucht ein Algorithmus typischerweise, Daten in Cluster einzuteilen, oder Abhängigkeiten zwischen Datenwerten zu finden. Der Nutzer kennt in der Regel die Cluster nicht im Voraus, sondern will anhand der automatischen Analyse neue Erkenntnisse gewinnen. Beispielsweise können Kundensegmentierungen, Bildanalysen oder Empfehlungssysteme mit nicht-überwachtem Lernen realisiert werden.

Lernziele	Die Teilnehmenden kennen die Prinzipien und einige typische Algorithmen aus dem Bereich des überwachten Lernens. Sie kennen Einsatzmöglichkeiten und können einen Algorithmus aufgrund der Fragestellung wählen und anwenden.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Partition Around Medoids (PAM), K-Means Clustering – Hierarchisches Clustering – Recommender Systeme und kollaboratives Filtern <ul style="list-style-type: none"> – Speicher- und Modellbasierte Verfahren – Matrix Faktorisierung, latente Faktoren – Explizite und implizite Bewertungen – Assoziationsanalyse <ul style="list-style-type: none"> – Warenkorbanalyse – Apriori Algorithmus – Anwendungsbeispiele <ul style="list-style-type: none"> – Detektion von Ausreißern (Anomaly Detection) – Film-Empfehlungen (ähnlich zu Netflix) anhand des MovieLens Datensatz – Kundensegmentierung – Übungen in Python mit scikit-learn
Lehrmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Folien/Skript – Literaturempfehlungen 10,11

9.6 Neuronale Netze

Die Idee der Neuronale Netze entspringt einem vereinfachten Modell des Aufbaus und der Lernvorgänge eines biologischen Gehirns. Mit den heutigen Rechenkapazitäten können Neuronale Netze ihr Potential immer besser ausschöpfen. Viele Erfolge in der Robotik, der Analyse von Bildern und dem dynamischen Lernen, machen Neuronale Netze zu einem populären Anwendungs- und Forschungsgebiet.

Lernziele	Die Teilnehmenden kennen die Prinzipien und einige typische Arten von Neuronalen Netzen. Sie können grob abschätzen, welche Netze für welche Aufgaben in Frage kommen. Dieser Kurs dient als Vorbereitung für die weitere Vertiefung und das Arbeiten mit neuronalen Netzen in den Wahlfächern.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Ursprung und Idee – Funktionsweise von Neuronalen Netzen – Arten und Typologien – Einsatzmöglichkeiten, Beispiele, Success Stories – Schwierigkeiten mit neuronalen Netzen
Lehrmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Folien/Skript

9.7 Quantencomputing

Quantencomputing hat ganz andere physikalische und mathematische Grundlagen als die klassische Informatik. Es ist ein hochspannendes Thema, das praktisch gesehen noch in den Anfängen steckt, andererseits enorme Auswirkungen und Möglichkeiten haben wird, wenn Quantenrechner in geeigneter Grösse zur Verfügung stehen. Kryptografie und Simulation sind einige Anwendungsgebiete, in denen viel geforscht wird.

Lernziele	Kennenlernen eines neuen, spannenden Gebietes. Erster Kontakt und Workshop mit einer Quantenprogrammiersprache.
Themen und Inhalte	<p>Themen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Grundlagen der Quantenphysik: Quantumstate, Verschränkung und Superposition – Grundlagen Quantum Computing: Quantum Hardware, Qubit, Quantum Gates – Quantum Computing Programmiersprachen – Quantenalgorithmen – Das Quanten Neuronale Netzwerk <p>Übungen auf einem echten IBM Quantencomputer</p> <ul style="list-style-type: none"> – Qubit Quantum Gate Interaktionen – Quantum Speedup Phase Kickback – Lösen des Deutsch-Jozsa Problems
Lehrmittel	– Folien/Skript

9.8 Wahlfach Image Analysis

Hauptfokus dieses Kurses ist die Erkennung von Objekten und die fachliche Beschreibung von Bilddaten (Feature Extraction).

Lernziele	Die Teilnehmenden erhalten eine Übersicht, wie Bilder analysiert und danach klassischen Machine Learning Methoden zugeführt werden können.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Introduction: Point Operators & Local Operators, Global Operators: Fourier Transform, Global Operators: Hough Transform, PCA – Segmentation: Threshold based, region based, Model based – Region Representation – Feature Extraction – Classification: Without Learning, Shallow Neural Networks, Convolutional Neural Networks, CNN-Exercises – Detection & Tracking – Geometric Analysis: Camera Model, Camera Calibration, Pose Estimation, Augmented Reality
Lehrmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Detailliertes Skript und Folien – Übungen in Matlab

9.9 Wahlfach Text Analytics und Natural Language Processing

Die maschinelle Gewinnung von Information aus Text, in unterschiedlichen Sprachen, in unterschiedlichen Formaten, häufig im Kontext von bestimmten Situationen welche nicht selbst im

Text beschrieben sind, oder nur in vernetzten anderen Dokument vorkommen, ist äusserst komplex. Allerdings liegt auch ein riesiger Teil von Unternehmensinformation in Textform vor, beispielsweise Emails. Social Media Netzwerke sind ebenfalls riesige Informationsträger und werden immer intensiver ausgewertet.

Lernziele	Die Teilnehmenden lernen grundlegende Verfahren und Vorgehensweise zur Gewinnung von Information aus Texten kennen, beispielsweise für die Extraktion von spezifischen Informationen (z.B. genannter Personen oder Orte), die Klassifikation von Texten (z.B. Sentiment Analytics) und das Ranking von Dokumenten.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Grundlegende Verfahren zur Text-Analyse (Natural Language Processing) – Klassifikation von Texten (z.B. Sentiment Analyse) – Praktische Anwendung obengenannter Verfahren mit Hilfe von Python und spezifischen Open Source-Bibliotheken auf ausgewählten Beispiel-Datensätzen
Lehrmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Folien/Skript – Literaturempfehlung 12

9.10 Wahlfach Network Analysis

Komplexe Netzwerke kommen in sehr vielen Bereichen implizit oder explizit vor. Sie dienen als riesige Informationsträger und Strukturen (z.B. Verkehrsnetze und Twitternetze etc.), aber auch Instrumente für die Verbreitung und Diffusion von Information und für Prognosen. Methodisch können Netzwerke als Graphen oder mit statistischen Verfahren beschrieben und analysiert werden. Die Struktur und Funktion von Netzwerken spielen in vielen Bereichen eine sehr wichtige Rolle (z.B. in der Medizin bei der Vorhersage von Krankheiten). In der Informatik haben sich zahlreiche Datenbanksysteme und Programmbibliotheken etabliert, welche eine einfache und effiziente Nutzung ermöglichen.

Lernziele	<p>Die Teilnehmende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Begriffe der Netzwerkanalyse verstehen – Netzwerkdatenstrukturen beschreiben – Information in Netzen quantifizieren – Netze strukturell vergleichen – Netzwerke visualisieren – Deskriptive Statistik auf globaler und lokaler Ebene anwenden – Prozesse der Diffusion und Netzwerkentwicklung erklären – Erlernte Methoden in ihrem Arbeitsumfeld einsetzen
Themen und Inhalte	<p>Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> – Datenverwaltung und Visualisierung – Methoden zur Analyse von Netzwerken <p>Anwendungsbereiche</p> <ul style="list-style-type: none"> – Biologie und Chemie – Wirtschaft/ Marketing – Technik und Sozialleben
Lehrmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Folien/Skript – Literaturempfehlungen 13-16

Projektarbeit

Zielsetzung und Thema	<p>In der Projektarbeit (Semesterarbeit) bearbeiten die Teilnehmenden ein Projekt oder eine Fragestellung aus ihrer Firma, zum Thema Machine Learning.</p> <p>Die Semesterarbeit soll den ganzen Zyklus einer typischen ML-Aufgabe umfassen, von der Fragestellung bis hin zur Evaluation der Resultate. Dabei dürfen aber Schwerpunkte auf bestimmte Prozessschritte gelegt werden.</p> <p>Anstelle einer Projektarbeit in der Firma können auch Themen aus eigenem Interesse heraus definiert und bearbeitet werden.</p> <p>Auch Kaggle Competitions können bearbeitet werden, siehe https://www.kaggle.com/competitions in der Regel aus der Kategorie Research, Featured, Getting Started (mit Anpassungen).</p> <p>Das Arbeiten in Zweiertteams ist ausdrücklich möglich und wünschbar.</p>
-----------------------	--

<p>Ablauf</p>	<p>Die Semesterarbeit umfasst ca. 90 Stunden Arbeit und beinhaltet folgende Meilensteine (siehe auch Zeitplan):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. In der Firma ein Thema suchen, und mit Vorteil einen Ansprechpartner / Betreuer in der Firma definieren. 2. Erstellen einer Projektskizze (Wordvorlage, 1 bis 2 Seiten) und einer Kurzpräsentation (Powerpoint, wenige Slides): <ol style="list-style-type: none"> a. Titel b. Umfeld c. Problemstellung d. Lösungsansatz (Vorgehen, Methoden) e. Name und Kontaktadressen der Gruppenmitglieder, und des Ansprechpartners / Betreuers in der Firma 3. Kurzpräsentation des Themas vor Dozentengremium, 5-10' Präsentation, 5-10' Diskussion, max. 15'. 4. Eventuell Überarbeitung der Projektskizze gemäss Feedback. 5. Zuordnung eines Experten durch die Schule. 6. Durchführung der Arbeit in eigener Terminplanung. 7. 2-3 Meetings mit dem Experten/Expertin (Durch Studierende organisiert) 8. Schlusspräsentation vor Klasse, Experte und Dozenten. 15' Präsentation, 15' Diskussion. 9. Abgabe des Berichtes an den Experten (per Email, auf Wunsch in Papierform) und den/die CAS-Verantwortliche.
<p>Ergebnis und Bewertung</p>	<p>Der Bericht ist in elektronischer Form als PDF-Dokument an den Betreuer zu schicken und auf der Moodle-Plattform zu hinterlegen.</p> <p>Bericht: ca. 20-30 Seiten, Source Code soweit notwendig für die Projektbeurteilung.</p> <p>Die Semesterarbeit wird nach folgenden Kriterien bewertet:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Themeneingabe Projektskizze rechtzeitig und vollständig eingereicht. Themenpräsentation sorgfältig vorbereitet. Idee oder Aufgabe durchdacht und abgegrenzt, Quellen recherchiert, Rahmenbedingungen definiert, Teilziele priorisiert. – Methodik und Ausführung Gewählte Methode(n) systematisch und korrekt angewendet. Kreativ und agil in der Ausführung. Entscheidungen präzise begründet. – Ergebnis Nachvollziehbares und dokumentiertes Ergebnis. Aufgabenstellung erfüllt. Ergebnisse validiert, getestet, verifiziert. Vergleich von Zielsetzung und Ergebnis vorgenommen. Learnings und Ausblick vorhanden. – Bericht und Dokumentation Vollständig und verständlich. Rechtschreibung korrekt. Kapiteleinteilung sinnvoll. Angemessene Darstellung. Grafiken auf das Wesentliche reduziert und beschriftet. – Schlusspräsentation Roter Faden, logisches Vorgehen, klare Aussagen. Identifikation mit dem Thema spür- und erkennbar. Professionelle Präsentationstechnik, Zeitvorgaben genutzt und eingehalten. Fragen präzise und sicher beantwortet.

Vertraulichkeit	Die Projektarbeiten werden als nicht-öffentlich behandelt. An den Präsentationen können jedoch auch interessierte Personen im Umfeld der Schule teilnehmen. Auf Wunsch steht ein kostenloses Standard-NDA der Schule zur Verfügung. Individuelle Vereinbarungen sind kostenpflichtig.
-----------------	---

10 Kompetenznachweis

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

Kompetenznachweis	Gewicht	Art der Qualifikation	Erfolgsquote Studierende
Gesamtprüfung Fragen zu allen Themengebieten + Wahlfach der ersten Priorität.	4	Schriftliche Einzelprüfung, Open Book	0 - 100 %
Projektarbeit	6	Semesterarbeit	0 - 100 %
Gesamtgewicht / Erfolgsquote	10		0 - 100 %
ECTS-Note			A - F

Jeder Studierende kann in einem Kompetenznachweis eine Erfolgsquote von 0 bis 100% erreichen. Die gewichtete Summe aus den Erfolgsquoten pro Thema und dem Gewicht des Themas ergibt eine Gesamterfolgsquote zwischen 0 und 100%. Die Gesamterfolgsquote wird in eine ECTS Note A bis E umgerechnet, gemäss Studienreglement. Weniger als 50% Gesamterfolgsquote ergibt eine ungenügende Note F.

11 Lehrmittel

Die nachfolgend aufgeführten Lehrmittel und Webseiten sind Empfehlungen.

Nr	Titel	Autoren	Verlag	Jahr
1.	Data Mining	Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall, Christopher J. Pal	Morgan Kaufmann	2016
2.	Introduction to Machine Learning with Python	A. Müller, S. Guido	O'Reilly Media	2016
3.	Machine Learning in Action	P. Harrington	Manning Publications	2012
4.	Offizielle Python Webseite	Englisch https://docs.python.org/3/tutorial/index.html Deutsch https://py-tutorial-de.readthedocs.io/de/python-3.3/		
5.	Learning to Program with Python	Richard L. Halterman	http://ce.sharif.edu/courses/96-97/2/ce153-6/resources/root/Learn-to-Program-with-Python.pdf	2011
6.	Python for everybody	Charles R. Severance	http://do1.dr-chuck.com/pythonlearn/EN_us/pythonlearn.pdf	2009
7.1	Feature Engineering for Machine Learning	Zheng Alice, Casari Amanda	O'Reilly	2018
7.2	scikit-learn: offizielle Webseite der im Kurs benutzten Library		https://scikit-learn.org/stable/	
7.	Applied Predictive Modeling	Kjell Johnson, Max Kuhn	Springer	2018
8.	Large-Scale Collaborative Filtering for the Netflix Prize	Zhou et al.	Proceedings of AAIM.	2008
9.	Data Smart: Using Data Science to Transform Information into Insight, Chapter 2	John W. Foreman	John Wiley & Sons	2013
10.	Natural Language Processing with Python	Steven Bird, Ewan Klein, Edward Loper	O'Reilly Media	2009
11.	Networks 2nd Edition	Marc Newman	O'Reilly Media	2013
12.	Statistical Analysis of Network Data with R.	Kolaczyk and Csardi		2015
13.	Mathematical Foundations of Data Science using R	Dehmer, Moutari, Emmert-Streib	de Gruyter	2020
14.	Quantitative Graph Theory: Mathematical Foundations and Applications	Dehmer, Emmert-Streib		2013
16.	Towards Data Science		https://towardsdatascience.com/machine-learning/home	

12 Dozierende

Vorname Name	Firma	E-Mail
Jürgen Vogel	Berner Fachhochschule	juergen.vogel@bfh.ch
Werner Dähler	Berner Fachhochschule	werner.daehler@bfh.ch
Marcus Hudritsch	Berner Fachhochschule	marcus.hudritsch@bfh.ch
Matthias Dehmer	UMIT	matthias.dehmer@umit.at
Niklaus Johner	4Teamwork AG	niklaus.johner@gmail.com

- + Weitere Dozenten und Referenten aus Wirtschaft und Lehre
- + Weitere Experten und Betreuer für die Projektarbeit

13 Organisation

CAS-Leitung:

Arno Schmidhauser

Tel: +41 31 84 83 275

E-Mail: arno.schmidhauser@bfh.ch

CAS-Administration:

Andrea Moser

Tel: +41 31 84 83 211

E-Mail: 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

Technik und Informatik

Weiterbildung

Wankdorffeldstrasse 102

CH-3014 Bern

Telefon +41 31 848 31 11

Email: office.ti-be@bfh.ch

bfh.ch/ti/weiterbildung

bfh.ch/ti/cas-pml