Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Fachbereich 8 – Umweltingenieurwesen und Angewandte Informatik
Studiengang Angewandte Informatik
Studienrichtung Wirtschaftsinformatik

TECHNISCHE HOCHSCHULE OSTWESTFALEN-LIPPE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES AND ARTS

Bachelorthesis

im Studiengang Angewandte Informatik

Untersuchung eines möglichen Einsatzes von Künstlicher Intelligenz in der Hochschullehre

Mathias Rodemeier

Matrikelnummer 15364061

Höxter, den 5. März 2020

Erstprüfer:
Professor Dr. Tobias Schmohl

Zweitprüfer:
Professor Dr.-Ing. Klaus Maas

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Bachelorthesis selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche Inhalte, die wörtlich oder sinngemäß von anderen Autoren stammen, habe ich als solche kenntlich gemacht. Die Thesis habe ich bislang weder ganz noch in Teilen an einer anderen Hochschule vorgelegt.

Höxter, den 5. März 2020

Mathias Rodemeier

TECHNISCHE HOCHSCHULE
OSTWESTFALEN-LIPPE
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES
AND ARTS

Technische Hochschule OWL | Campusallee 12 | 32657 Lemgo

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Fachbereich Umweltingenieurwesen und
Angewandte Informatik
Sekretariat / Prüfungsangelegenheiten
Frau Ute Jäger
An der Wilhelmshöhe 44

37671 Höxter

Institut für Wissenschaftsdialog
Campusallee 12
32657 Lemgo

Ansprechpartner:
Prof. Dr. Tobias Schmohl,
Lehrgebiet Hochschuldidaktik

T: 05261 702 - 5279
tobias.schmohl@th-owl.de
www.th-owl.de

Landesbank
Hessen-Thüringen (Helaba)
IBAN: DE43 3005 0000 0001 4669 11
BIC: WELADEDD

Steuer-Nr. 329 / 5741 / 0239
ID-Nr. DE 125 650 309
EORI-Kennnummer: DE 538 644 6

08.01.2020

Aufgabenstellung: Bachelorarbeit Mathias Rodemeier

Die Bachelorthesis zu dem Thema "Untersuchung eines möglichen Einsatzes von Künstlicher Intelligenz in der Hochschullehre" soll sich mit der Fragestellung auseinandersetzen, ob und wenn ja, wie Künstliche Intelligenz (KI) in der Hochschullehre Anwendung finden kann. Hierbei soll der aktuelle Forschungsstand zur KI berücksichtigt werden und hieraus eine Ableitung für einen möglichen Einsatz in der Hochschullehre vorgenommen werden.
Zudem soll beispielhaft ein Anwendungsfeld identifiziert und anschließend auf Herausforderungen eingegangen werden, welche eine Umsetzung in diesem Bereich mitsichbringen würde. Ziel der Bachelorthesis ist schließlich, eine erste Heranführung an das Themengebiet zu vermitteln und erste Ansatzpunkte für sich anschließende Forschungsaktivitäten zu liefern. Eine konkrete technische Umsetzung, beispielsweise in Form eines Prototypen, wird nicht gefordert.
Ebenso bleibt das Teilgebiet der Didaktik bei der Bearbeitung der Fragestellung unberücksichtigt.

Lemgo, 08.01.2020 Tobias Schmohl

Prof. Dr. Tobias Schmohl

Geschlechterneutrale Formulierung

In dieser Bachelorthesis wird auf die Differenzierung zwischen den Geschlechtern verzichtet. An den entsprechenden Stellen sind stets alle Geschlechter gemeint. Dies geschieht aus Gründen der besseren Lesbarkeit und impliziert keine Benachteiligung oder gar eine Diskriminierung eines anderen Geschlechts. Dies umfasst grundsätzlich die gesamte Bachelorthesis. Für Inhalte, die von anderen Autoren stammen (zum Beispiel direkte Zitate), kann hinsichtlich der geschlechterneutralen Formulierung keine Verantwortung übernommen werden.

Kurzfassung

Die vorliegende Bachelorthesis setzt sich mit der Fragestellung auseinander, wie Künstliche Intelligenz (KI) auf sinnvolle Art und Weise in den Lehrbetrieb deutscher Hochschulen integriert werden kann, um für verschiedene Interessensgruppen einen spezifischen Mehrwert zu generieren.

Zur Klärung dieser Fragestellung wird eine Kriteriensystematik entwickelt, unter dessen Anwendung es möglich ist, geeignete Einsatzszenarien zu identifizieren. Die Systematik ermöglicht eine qualitative Bewertung der untersuchten Szenarien bezüglich der Nutzbarkeit von KI. Es erfolgt eine Untersuchung an Hand eines Beispielfalls zum Programmiersprachenerwerb.

Die Bachelorthesis kommt zu dem Ergebnis, dass ein Einsatz von KI in der Lehre grundsätzlich sinnvoll ist und hierfür geeignete technologische Möglichkeiten bereitstehen. Für die Klärung spezifischer Faktoren, wie dem konkreten Mehrwert innerhalb eines bestimmten Anwendungsfalls, bedarf es tiefer gehender Untersuchungen, welche Anknüpfungspunkte für weitere Forschungen bilden.

Bezüglich einer Implementierung in die Praxis werden Herausforderungen identifiziert, welche Ansatzpunkte für sich anschließende Forschungsaktivitäten darstellen. Dies betrifft unter Anderem die Mensch-KI-Interaktion sowie die Qualität einer KI-Lösung, welche ausschlaggebend für die Akzeptanz der Technologie sind.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass ein Einsatz der Technologie an der richtigen Stelle großes Potential hat. Dieses kann genutzt werden, um die Lehre in ihrer bestehenden Form sinnvoll zu ergänzen.

Abstract

This bachelor thesis deals with the question of how Artificial Intelligence (AI) can be integrated into the teaching activities of German universities in a meaningful way in order to generate specific added value for various interest groups.

In order to clarify this question, a system of criteria will be developed, which can be used to identify suitable application scenarios. The systematics allows a qualitative evaluation of the investigated scenarios regarding the usability of AI. An investigation is carried out on the basis of an example case of programming language acquisition.

The bachelor thesis comes to the conclusion that the use of AI in teaching makes sense in principle and that suitable technological possibilities are available. For the clarification of specific factors, such as the concrete added value within a specific use case, more in-depth investigations are required, wich form starting points for further research.

Regarding the implementation in practice, challenges are identified, which represent starting points for subsequent research activities. This concerns, among other things, the human-AI-interaction and the quality of an AI solution, which are decisive for the acceptance of the technology.

All in all, it can be stated that the use of the technology in the right place leads to a large potential. This can be used to make a useful addition to the teaching in its existing form.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung **I**

Aufgabenstellung **II**

Geschlechterneutrale Formulierung **III**

Kurzfassung **IV**

Abstract **V**

Abkürzungsverzeichnis **VIII**

Abbildungsverzeichnis **IX**

Tabellenverzeichnis **X**

1 Einleitung **1**

2 Aktueller Forschungsstand **1**

3 Fragestellung und Hypothese **3**

4 Zielsetzung und Abgrenzung **4**

5 Methodisches Vorgehen **5**

6 Erläuterung und Anwendung Kriteriensystematik **5**

6.1 Erstes Kriterium – Einsatzort einer KI 7

6.1.1 Anwendung auf den Beispielfall 8

6.2 Zweites Kriterium – Mehrwert aus einem KI-Einsatz 9

6.2.1 Anwendung auf den Beispielfall 11

6.3 Drittes Kriterium – Arbeitsweise einer KI 13

6.3.1 Entstehung von Wissen 13

6.3.2 Didaktisches Konzept der Wissensvermittlung 15

6.3.3 Wissensaneignung einer KI 18

6.3.4 Rückübertragung auf das didaktische Konzept 20

6.3.5 Anwendung auf den Beispielfall 26

6.4 Viertes Kriterium – KI-Varianten 29

6.4.1 KI-Typen 30

6.4.2 KI-Funktionen 32

6.4.3 Anwendung auf den Beispielfall 36

6.5 Fünftes Kriterium – Herausforderungen 39

6.5.1 Anwendung auf den Beispielfall 44

6.6 Sechstes Kriterium – Implementierung 45

6.6.1 Anwendung auf den Beispielfall 48

7 Zusammenfassung und Diskussion **51**

8 Fazit **55**

Literatur- und Quellenverzeichnis **56**

Anhang **I**

Abkürzungsverzeichnis

AI Artificial Intelligence V

IT Informationstechnologie 1

KI Künstliche Intelligenz IV

TH-OWL Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe 7

Abbildungsverzeichnis

1 Übersicht der Kriterien 6
2 Ausschnitt aus dem Studienverlaufsplan Angewandte Informatik 8
3 Wissenspyramide 13
4 Didaktisches Konzept des *Constructive Alignment* 15
5 *Treppenmodell*: Lernzieltaxonomien nach Bloom 16
6 *Treppenmodell* mit Zuordnung von Moduleinheiten 18
7 Lernpfad ohne KI 23
8 Lernpfad mit KI 24
9 Schematische Darstellung der KI-Funktionen in Pyramidenform 33
10 *Ishikawa*-Diagramm, Grundform 39
11 Exemplarische *Stacey-Matrix* 40
12 *Ishikawa*-Diagramm, KI in der Lehre 44
13 *JavaTutor* Eingabemaske 48
14 Erkennung von Gesten durch den *JavaTutor* 49
15 Studentin arbeitet mit dem *JavaTutor* 50

Tabellenverzeichnis

1 Regelbasierte und durch KI getätigte Programmabläufe 37
2 Betroffene KI-Funktionen 38
3 Exemplarischer Umsetzungsplan 47
4 Aufbau der Kriteriensystematik 52

1 Einleitung

Intelligente Systeme sind heutzutage bereits in vielen Situationen Bestandteil unseres Alltags. Ob in Form von digitalen Assistenten, wie Apples *Siri* oder Amazons *Alexa*; im Auto, durch intelligente Suchmaschinen, der maschinellen Übersetzung von Fremdsprachen oder der Gesichtserkennung an Flughäfen. Die Anwendungsbereiche sind vielfältig. Was ist nun ein intelligentes System? Wie definiert sich der in der heutigen Zeit immer häufiger anzutreffende Begriff *Künstliche Intelligenz (KI)*? (Denkfabrik 2020; Hillmann 2020; Paetsch 2020; Webhelm 2020)

Die Literatur liefert hierfür keine eindeutige Definition. Es sind jedoch einige Überschneidungen erkennbar. An den meisten Stellen ist zu lesen, dass es sich bei einer KI um ein Rechnersystem handelt, welches Probleme auf eine Art und Weise löst, für die normalerweise menschliches Denkvermögen die Voraussetzung ist. Meist wird auch davon gesprochen, dass die KI Aufgaben des Menschen übernimmt, indem sie in der Lage ist, sich durch maschinelles Lernen menschliche Verhaltensweisen anzueignen und diese gezielt zur Problemlösung einzusetzen. (Kirste und Schürholz 2019; Schmohl, Löffl und Falkemeier 2019; Simkoff 2020; Webhelm 2020; Wittpahl 2019)

Wenn nun eine KI durch Interaktion mit dem Mensch Erfahrungen sammelt und lernt, ist dann auch der umgekehrte Fall denkbar? Kann ein Mensch von einer KI lernen?

Mit dieser Frage befasst sich die vorliegende Bachelorthesis. Genauer gesagt geht es um die Idee, KI in die Lehre an deutschen Hochschulen zu integrieren. Hierzu wird geklärt, ob es durch die Verwendung einer solchen Technologie unter Anderem möglich ist, die Qualität der Lehre zu steigern, und wie sich geeignete Einsatzszenarien identifizieren lassen.

2 Aktueller Forschungsstand

Die Lehre an Bildungseinrichtungen digitaler zu machen und hierbei auf Informationstechnologie (IT) zurückzugreifen, wird schon seit einiger Zeit diskutiert. In diesem Zusammenhang wird auch von *Bildungstechnologie* gesprochen. (Rensing 2018)

Diesbezüglich gehen aktuelle Entwicklungen einen Schritt weiter. Statt lediglich auf statische IT zu setzen, zeichnen sich derzeit Entwicklungen ab, in denen der Einsatz von KI im Bildungssektor stärker in den Fokus rückt. Verschiedene Bildungseinrichtungen öffnen sich bereits dieser Thematik und beteiligen sich an Untersuchungen zur Identifizierung sinnvoller Anwendungsmöglichkeiten und einer geeigneten technischen Realisierung. (Büching et al.

2019; Österreichisches Bundesministerium Bildung Wissenschaft und Forschung 2020a; Österreichisches Bundesministerium Bildung Wissenschaft und Forschung 2020b; Pedró et al. 2019; Schmohl, Löffl und Falkemeier 2019)

Seit dem Jahr 2011 gibt es eine alle zwei Jahre stattfindende internationale Konferenz bezüglich *AI in Education*[1]. Auf dieser werden aktuelle Forschungsergebnisse präsentiert. Dass die Thematik immer brisanter wird, ist unter Anderem daran zu erkennen, dass die Konferenz seit dem Jahr 2017 jährlich stattfindet. (Springer 2020)

Hieraus haben sich diverse Ansätze und einige konkrete Anwendungen entwickelt. Ein Beispiel ist der an der North Carolina State University in den Vereinigten Staaten entwickelte *Java-Tutor*, welcher Informatikanfängern die Programmiersprache *Java* vermittelt (North Carolina State University 2020)[2]. An der Carnegie Mellon University in Pittsburgh wird an einem ähnlichen System entwickelt, welches im Bereich der Physik zum Einsatz kommt (Albacete et al. 2019). An der Londoner Brunel University wird versucht, durch Analyse von Massendaten die Leistungen der Studierenden vorherzusagen und Probleme frühzeitig zu erkennen (Al -Luhaybi et al. 2019) und in Japan wird an der Ritsumeikan University am Erkennen von kollaborativen Lernszenarien an Hand von Emotionen geforscht (Hayashi 2019).

Auch in Deutschland sind immer mehr Aktivitäten auf dem Gebiet der KI-Forschung bezüglich eines Einsatzes in der Lehre zu verzeichnen. So hat der Stifterverband beispielsweise einen *KI-Campus* ins Leben gerufen. Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen können sich mit ihrer Idee für innovative Lernangebote bewerben (Stifterverband 2019). An der RWTH Aachen finden ebenso laufende Projekte zu digitalen Lernszenarien statt (RWTH Aachen 2020). In Marburg wird die Verwendung humanoider Roboter im Universitätsalltag erforscht (Handke 2017). Diese werden von dem japanischen Unternehmen *SoftBank Robotics* entwickelt (SoftBank Robotics Group 2020). Das Projekt wird auch von der Bundesregierung gefördert (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2020).

Weiterhin wird die Individualität der Lehre betont. Diese ist umso effektiver, je besser sie auf die persönlichen Bedürfnisse der Studierenden zugeschnitten ist. Diese zu identifizieren stellt die erste Herausforderung dar. Gelingt es, die nötigen Rahmenbedingungen zu schaffen, kann durch individuelle Unterstützung der Lernfortschritt optimiert werden. Diese Ansätze werden aktuell durch das Themenfeld *Learning Analytics* geschaffen. (Büching et al. 2019; Ifenthaler und Drachsler 2018; Narciss 2018)

Ein interessanter Aspekt, zu dem aktuell ebenso viel geforscht wird, ist die Interaktion zwischen Mensch und KI. Es geht hierbei um Faktoren wie Akzeptanz oder Erwartungshaltung

[1] zu deutsch: *KI in der Bildung* oder *KI in der Lehre*
[2] Nähere Informationen liefert das Kapitel 6.6.1

gegenüber der neuen Technologie. Abhängig ist dies zum Beispiel vom Erscheinungsbild einer KI oder von der Qualität der gelieferten Ergebnisse. Dies dürfte in Zukunft ein spannendes Forschungsthema bleiben. Aktuell findet KI an einigen Stellen bereits Anklang, in anderen Gesellschaftsbereichen stößt die Thematik immer noch auf Ablehnung. (Alan et al. 2019; Goertz 2019; Kieslich et al. 2019; Koehler 2020; KPMG AG 2018; Nistor 2018)

Wie hoch der Grad einer KI-Nutzung sein sollte, wird ebenfalls viel diskutiert. Nach herrschender Meinung sollte diesbezüglich eine sinnvolle Ergänzung der Lehre in ihrer bisherigen Form geschaffen werden. (Kirste 2019; Schmohl, Löffl und Falkemeier 2019; Technische Universität Berlin 2018)

Insgesamt ist *KI in der Lehre* ein hoch aktuelles Thema mit viel Potential, auf dem zurzeit an verschiedensten Stellen intensiv geforscht wird. Den Entwicklungen der kommenden Jahre kann erwartungsvoll entgegengeblickt werden.

3 Fragestellung und Hypothese

Durch den aktuellen Forschungsstand zeichnet sich ab, dass eine Verwendung von KI in der Lehre möglich ist. Es stellt sich daher nicht die Frage, ob sondern vielmehr, **wie** KI in der Lehre **eingesetzt** werden kann und **welcher Mehrwert** sich aus einem solchen Einsatz erzielen lässt.

Die Technik ist an dieser Stelle nicht der limitierende Faktor. Diesbezüglich stehen eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Verfügung. Es kommt nun auf eine geeignete Anwendungsweise an, um das Potential der Technologie bestmöglich auszunutzen.

Unter einer geeigneten beziehungsweise einer sinnvollen Nutzung wird an dieser Stelle eine Art und Weise eines KI-Einsatzes verstanden, die es ermöglicht, in einem konkreten Anwendungsfall einen spezifischen Mehrwert zu erzielen. Weiterhin wird bezüglich einer sinnvollen Verwendung davon ausgegangen, dass KI ergänzend zum bestehenden System der Lehre eingesetzt werden kann.

Als **Hypothese** werden aus den vorigen Absätzen die folgenden beiden Punkte abgeleitet:

- Gelingt es, exemplarisch einen Anwendungsfall zu identifizieren, in welchem KI einen spezifischen Mehrwert schafft, kann daraus eine sinnvolle Integration dieser Technologie in den Lehrbetrieb an Hochschulen geschlussfolgert werden.
- Bei einem sinnvollen Einsatz von KI kann diese, ergänzend zum bestehenden Konstrukt, zur Verbesserung der Lehre beitragen.

Um nun eine sinnvolle Nutzung von KI innerhalb der Hochschullandschaft zu bestimmen, braucht es eine methodische Vorgehensweise, mit der potentielle Anwendungsfälle identifiziert werden können.

4 Zielsetzung und Abgrenzung

Diese Bachelorthesis nimmt an Hand einer Kriteriensystematik die exemplarische Überprüfung eines Anwendungsfalls von KI in dem Kontext Lehre an deutschen Hochschulen vor.

Sie liefert für den betrachteten Beispielfall:

- Den Mehrwert aus einem KI-Einsatz für einen bestimmten Personenkreis beziehungsweise bestimmte Interessensgruppen.
- Die abstrahierten und klassifizierten Varianten der KI-Technologie, welche für die Erzielung des Mehrwerts benötigt werden.
- Eine qualitative Beurteilung der Einsetzbarkeit von KI.
- Die Herausforderungen bezüglich einer konkreten Realisierung.
- Ansatzpunkte und Handlungsempfehlungen für weitere Forschungstätigkeiten.

Ziel ist es schließlich, eine erste Heranführung an das Thema *KI in der Lehre* zu vermitteln. Die verwendete Kriteriensystematik soll als erster Anhaltspunkt zu verstehen sein, mit dem es möglich ist, grundsätzliche Anwendungsgebiete in der Hochschullehre zu identifizieren. Durch weitere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten kann möglicherweise noch eine Verfeinerung der verwendeten Systematik stattfinden.

Bezüglich der im Folgenden aufgelisteten Punkte erfolgt eine **Ein-** beziehungsweise **Abgrenzung** von der Bearbeitung:

1. Betrachtung mehrerer Beispielfälle
2. Themenfeld der Didaktik
3. Entwicklung eines Prototyps

1. Es wird **ein** exemplarischer Beispielfall betrachtet. Eine Durchführung der Kriteriensystematik mit weiteren Fällen ist möglich und sollte im Rahmen von weiteren Aktivitäten auf diesem Themengebiet erfolgen. In dieser Thesis würde dies jedoch den Umfang übersteigen.

2. Es wird sich auf grundlegende didaktische Modelle beschränkt, die zur Erläuterung des Sachverhalts und zur Prüfung auf eine geeignete Anwendbarkeit von KI innerhalb des betrachteten Kontextes notwendig sind. Die Verwendung komplexer Modelle ist möglich und sollte bei sich anschließenden Forschungen in Erwägung gezogen werden.

3. Die Entwicklung eines Prototyps ist ebenfalls zu umfänglich. Sie sollte im Anschluss durch weitere Forschungsprojekte realisiert werden. Diese Thesis liefert hierfür Ansatzpunkte und Handlungsempfehlungen.

5 Methodisches Vorgehen

Zur Identifizierung und Feststellung eines sinnvollen Anwendungsfalls für KI in der Hochschullehre wird eine geeignete Vorgehensweise benötigt. Hierzu wird eine Kriteriensystematik aufgestellt und angewandt, mit der verschiedene Punkte qualitativ auf den Grad der Anwendbarkeit von KI überprüft werden können.

Die jeweiligen Kriterien werden an Hand einer Literaturrecherche zu verschiedenen Bereichen in Kombination mit eigenen Überlegungen und Verknüpfungen der Bereiche untereinander entwickelt. Die Recherchen stützen sich hierbei auf die Themenbereiche *KI* und *Didaktik* sowie auf konkrete Literatur zur *KI in der Didaktik*.

Ziel dabei ist es, eine Abstrahierung und Klassifizierung der Bereiche vorzunehmen, um hieraus Vergleichskriterien zu erhalten. Dazu wird sich an den jeweiligen Stellen verschiedener Modelle bedient, welche die Komplexität der Realität reduzieren und hierdurch eine Beurteilung verschiedener Einzelfälle möglich machen. An den jeweiligen Stellen werden Modelle aus der Didaktik und der IT zur Erläuterung der Sachverhalte genutzt.

Zum besseren Verständnis wird die entwickelte Systematik sukzessiv auf einen Beispielfall angewandt. Um Aussagen bezüglich des Beispiels treffen zu können, wird eine qualitative Befragung durchgeführt.

6 Erläuterung und Anwendung Kriteriensystematik

Deutsche Hochschulen und Universitäten stellen einen hohen Anspruch an die Qualität der Lehre. Dies ist bei ausgewählten Institutionen im jeweiligen *Leitbild Lehre* nachzulesen und wird zudem in einem aktuellen Themenheft erörtert. Vielfach wird das Potential der Digitalisierung genannt, bezüglich welcher es zu prüfen gelte, inwiefern sie sich in die Lehre integrieren lasse. Der aktuelle Forschungsstand (Kapitel 2) zeigt, dass es diesbezüglich bereits Versuche

auf diesem Gebiet gibt. Dort wird der Begriff *Digitalisierung* weiter gefasst und bezieht sich auf die Verwendung von KI. Es muss nun geprüft werden, an welchen Stellen und wie sinnvoll diese eingesetzt werden kann. (Heuchemer, Szczyrba und Treeck 2019; Kleß und Pietra 2019; TH-OWL 2017a; TH-OWL 2020; Technische Universität Berlin 2018; Universität Ulm 2019; Berk et al. 2019)

Hierzu wird in enger Anlehnung an (Hofmann et al. 2020) eine Kriteriensystematik angewandt, welche dazu dient, spezifische Anwendungsfälle in der Hochschullehre zu identifizieren und diese auf einen KI-Einsatz hin zu überprüfen.

Die in (Hofmann et al. 2020) eigenständig entwickelte Methode hat das Ermitteln von Einsatzszenarien der KI im Projektmanagement zum Ziel. Diese Domäne sei nach eigener Aussage der Autoren durch eine etwaige aus einem anderen Anwendungsbereich ersetzbar. Ebenso sei ihre Methode flexibel gehalten, so dass eine Anpassung der einzelnen Schritte an die neue Domäne problemlos möglich sei. Zudem sei die Methode bislang noch nicht in der Praxis getestet worden, was ohnehin zu einer Anpassung auf einen betrachteten Einzelfall führen könne.

Aus der original Methode hat sich unter Verwendung weiterer Quellen, auf die in den jeweiligen Erläuterungen der Unterkapitel referenziert wird, die im Folgenden vorgestellte Systematik mit ihren sechs Überprüfungskriterien entwickelt.

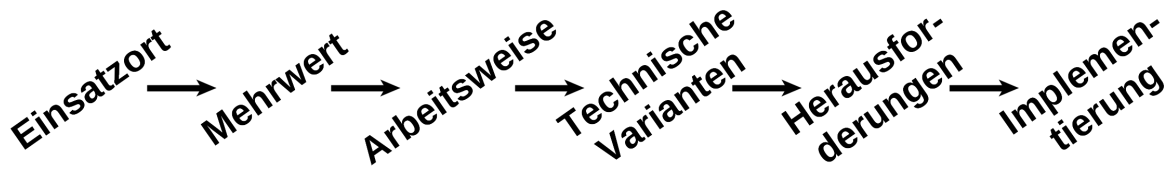

Abbildung 1: Übersicht der Kriterien
selbsterstellte Grafik

Aus der Fragestellung (Kapitel 3) ergeben sich bereits die beiden Prüfkriterien *Mehrwert* und *Art und Weise* eines KI-Einsatzes. Dies entspricht den Kriterien zwei und drei aus der Darstellung.

Zu einem sinnvollen Anwendungsfall muss jedoch in erster Linien auch der *Einsatzort* bestimmt werden, denn nicht an allen Stellen ist mit der gleichen Vorgehensweise der identische Mehrwert erzielbar.

Sind die ersten drei Kriterien geklärt, werden mit dem Vierten die technischen Voraussetzungen ermittelt, die es zur Umsetzung in dem jeweils betrachteten Einsatzszenario braucht. Bevor die letzten beiden Kriterien sich mit den zu bewältigenden Herausforderungen und

schließlich mit der Planung und Umsetzung einer tatsächlichen Implementierung auseinandersetzen.

Ziel der Systematik ist es letztendlich, die Komplexität der Realität modellhaft herunterzubrechen und somit eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Anwendungsfällen herstellen zu können.

Die Durchführung im kommenden Teil basiert auf dem immer gleichen Schema: Zuerst wird erläutert, was das jeweilige Kriterium untersucht und wie es hierzu vorgeht, dann erfolgt die Anwendung auf einen ausgewählten Beispielfall. Danach folgt die Erläuterung des nächsten Kriteriums und wiederum die anschließende Anwendung auf das Beispiel. Dieses Schema wiederholt sich, bis zum letzten Kriterium.

Als Prüfbeispiel wird das *Erlernen der Programmiersprache Java* betrachtet. Grundlage hierfür ist ein Gespräch, das mit dem an der Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH-OWL) lehrenden Herrn Professor Dr. Stefan Wolf geführt wurde. Er vermittelt den Studierenden im ersten Semester des Studiengangs Angewandte Informatik *Java* in dem Modul *Programmiersprachen I.* (Persönliche Kommunikation vom 11.02.2020)

Die Kriteriensystematik soll helfen, den sinnvollen Einsatz von KI an Hand dieses Beispiels zu prüfen, um hiermit die Fragestellung und Hypothese beantworten zu können. Die Nummerierungen der folgenden Unterkapitel entsprechen dem jeweiligen Kriterium.

6.1 Erstes Kriterium – Einsatzort einer KI

Bei der erstmaligen Auseinandersetzung mit *KI in der Lehre* stellt sich zunächst die Frage, *wo* in der Hochschullandschaft die Technologie eingesetzt werden kann. Es müssen somit geeignete Einsatzorte ermittelt werden.

Hierfür wird der Blick auf die Organisationsform eines Studiums beziehungsweise auf den Aufbau eines Studiengangs gerichtet. Bei der exemplarischen Betrachtung des Studiengangs *Angewandte Informatik* an der TH-OWL ist festzustellen, dass dieser aufsteigend nach Semestern und diese wiederum in einzelne Module unterteilt sind (TH-OWL 2015a). Ein Ausschnitt aus dem betreffenden Studienverlaufsplan verdeutlicht dies.

Modul Nr.	Modul/Fach	Summe		Semester/SWS						
		SWS	CR	1	2	3	4	5	6	
				V/Ü/P/S	V/Ü/P/S	V/Ü/P/S	V/Ü/P/S	V/Ü/P/S	V/Ü/P/S	
	Pflichtmodule [1)]									
8122	Informatik I	4	5	2/2/-/-						
8123	Informatik II	4	5		2/1/-/1					
8008	Programmiersprachen I	4	5	2/-/2/-						
8009	Programmiersprachen II	4	5		1/1/1/1					
8017	Betriebs- und Datenverarbeitungssysteme I	8	10	2/2/2/2						
8018	Betriebs- und Datenverarbeitungssysteme II	4	5		2/1/1/-					
8000	Mathematik I	4	5	2/2/-/-						
8001	Mathematik II	4	5		2/2/-/-					
8119	Betriebswirtschaftslehre	4	5	2/1/-/1						
8128	Projektmanagement	4	5			2/1/1/-				
8101	Datenbanken	4	5			2/-/2/-				
8141	Wissenschaftliche Arbeitstechniken	4	5		1/1/1/1					
8088	Software Engineering I	4	5			2/-/-/2				
8089	Software Engineering II	4	5					1/-/3/-		
8114	Kommunikationstechnik/Netzwerke I	4	5			2/-/2/-				
8115	Kommunikationstechnik/Netzwerke II	4	5				2/1/-/1			
8102	Computergrafik	4	5					2/1/-/1		
	Summe Pflichtmodule	**72**	**90**	**24**	**20**	**16**	**4**	**8**		
	Spezielle Module der Studienrichtung Wirtschaftsinformatik [1)]									
8033	Marketing und CRM	4	5		2/1/-/1					
8111	ERP-Systeme	4	5				1/1/2/-			
8032	Grundlagen der Wirtschaftsinformatik	4	5			3/-/-/1				
8031	IT-Recht und Service Level Agreements	4	5					2/1/-/1		
8131	Security Engineering	8	10				4/-/2/2			
8686	Business Intelligence	4	5					2/-/1/1		
8077	Projekt Wirtschaftsinformatik	4	5				-/-/2/2			
8090	Angewandte Wirtschaftsmathematik	4	5			1/-/3/-				
	Summe der speziellen Module	**36**	**45**		**4**	**8**	**16**	**8**		

Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Studienverlaufsplan Angewandte Informatik (TH-OWL 2015b)

Die angewandte Kriteriensystematik ist so ausgelegt, dass eine Überprüfung eines beliebigen Moduls stattfinden kann. Ein ausgewähltes Modul bildet somit quasi das Testsubjekt. Die nachfolgenden Kriterien stellen fest, ob und inwiefern ein KI-Einsatz in dem gewählten Modul stattfinden kann.

6.1.1 Anwendung auf den Beispielfall

Das Modul *Programmiersprachen I* im Studiengang Angewandte Informatik an der TH-OWL wird hier als Beispiel vorangestellt, um eine zweckmäßige Nutzung von KI innerhalb von diesem zu überprüfen. Modulbeauftragter und Lehrender ist Herr Professor Dr. Stefan Wolf, der, ausgehend von einem persönlichen Gespräch, selbst ein Interesse an der Verwendung von technologischen Neuerungen innerhalb seines Moduls hat (TH-OWL 2016, Persönliche Kommunikation vom 11.02.2020).

Bevor hierzu eine qualitative Einschätzung vorgenommen werden kann, ist eine Auseinandersetzung mit verschiedenen Faktoren notwendig. Diese findet an Hand der nachfolgenden Überprüfungskriterien statt.

6.2 Zweites Kriterium – Mehrwert aus einem KI-Einsatz

Welcher Mehrwert kann aus einem KI-Einsatz generiert werden? Dies ist die Fragestellung für das zweite Kriterium. Um sie besser beantworten zu können, empfiehlt es sich, verschiedene Blickwinkel einzunehmen. Für den Kontext *Hochschule* werden die folgenden drei vertretenen Personen- beziehungsweise Interessengruppen betrachtet:

I. Institution

II. Lehrende

III. Lernende

I. Institution

Um einen spezifischen Mehrwert für die Institution, also für die Hochschule beziehungsweise die Hochschulleitung, zu ermitteln, wird der Blick zunächst auf die Einstellung dieser bezüglich der Lehre an sich gerichtet. Hierzu veröffentlichen Hochschulen ein sogenanntes *Leitbild Lehre* oder andere Strategiepapiere, die im Kern jedoch das gleiche bewirken. Ihnen ist zu entnehmen, dass insgesamt ein hoher Anspruch an qualitativ hochwertige Lehre gestellt wird. Zudem sind Maßnahmen genannt, welche die Qualität sichern sowie nach Möglichkeit weiter steigern sollen. Messbar gemacht werden können diese zum Beispiel an der Zahl der Studienabbrecher, aber auch an jener derer, die ihr Studium erfolgreich und in Regelstudienzeit abschließen. Beispielsweise hat die TH-OWL die Erreichung der Qualitätsstandards für ihre Fachbereiche in einer jeweiligen Zielvereinbarung festgeschrieben. Dort wird unter Anderem gefordert, kritische Module, die zu einem Studienabbruch führen könnten, zu identifizieren und betroffene Studierende durch individuelle Betreuung zu unterstützen, um die Abbruchquote so gering wie möglich zu halten. (Heuchemer, Szczyrba und Treeck 2019; Kleß und Pietra 2019; TH-OWL 2017a; TH-OWL 2017b; TH-OWL 2020; Universität Ulm 2019)

Nun ist zu überlegen, ob durch den Einsatz von KI Qualitätsmechanismen unterstützt werden können. Die Verwendung von KI ist zwar nicht ausdrücklich erwähnt, jedoch schreibt die Technische Universität Berlin auf ihrer Internetseite, dass technologische Neuerungen und die Potentiale der Digitalisierung zusätzlich zu und in den Präsenzveranstaltungen genutzt werden sollten (Technische Universität Berlin 2018). An der Philipps-Universität Marburg wird am Einsatz von humanoiden Robotern geforscht, was durch die Bundesregierung gefördert wird, und auch an österreichischen Bildungseinrichtungen öffnet man sich dem Einsatz von KI in der Lehre (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2020; Bundesregierung 2018; Handke 2017; Österreichisches Bundesministerium Bildung Wissenschaft und Forschung 2020b).

Einen konkreten Mehrwert festzumachen, ist an dieser Stelle schwierig. Hierzu müsste eine genauere Absprache mit der jeweiligen Institution stattfinden. Da jede ihre eigene Strategie vertritt, ist es schwer möglich, eine Verallgemeinerung zu äußern. Hierzu müsste eine großangelegte Untersuchung angesetzt werden. Es lassen sich jedoch Tendenzen erkennen, denen zufolge eine stetige Verbesserung der Qualität der Lehre angestrebt wird.

II. Lehrende

Ließe sich mittels einer auf KI basierenden Technologie eine Verbesserung der Qualität der Lehre erzielen, dürfte dies ebenso im Interesse der Lehrenden sein. Weiterhin könnte zum einem Mehrwert die Reduzierung des Betreuungsaufwands zählen. Dieser stellt die Hochschulen und insbesondere das Lehrpersonal vor große Herausforderungen, da er mit hohen zeitlichen und personellen Ressourcen verknüpft ist. Eine persönliche Betreuung kann zu einem Qualitätsmerkmal einer Hochschulausbildung gezählt werden, steht jedoch im Spannungsverhältnis mit einer erheblichen Ressourcenaufwendung. Eine technische Lösung, die zumindest in annähernder Weise die Qualität bieten könnte, wie sie ein Lehrender mit genügend freien Kapazitäten bieten würde, wäre hier sehr hilfreich. Helfen könnte an dieser Stelle ein System, das Korrekturtätigkeiten, beispielsweise von Übungsaufgaben, oder die Beantwortung von häufig aufkommenden Fragen übernehmen könnte. In Erscheinung treten könnte dieses etwa in Form eines humanoiden Roboters, aber auch der Einsatz innerhalb einer internetbasierten Lehr- und Lernplattform wäre denkbar. (Büching et al. 2019; Handke 2017; Österreichisches Bundesministerium Bildung Wissenschaft und Forschung 2020a; Berk et al. 2019)

Auch hier kann keine exakte Aussage getroffen werden. Es ist ebenfalls einzelfallabhängig, welcher spezifische Mehrwert sich für einen Lehrenden ergibt. Dies lässt sich zum Beispiel in einem persönlichen Gespräch mit dem jeweiligen Modulbeauftragten klären.

III. Lernende

Eine bessere und vor allem individuellere Betreuungssituation würde ebenfalls den Lernenden viele Vorteile bringen. Durch intelligentes Empfehlungsmanagement könnten ihnen beispielsweise neue Lernwege eröffnet werden, die ihnen ohne eine solche Empfehlung, verborgen geblieben wären. Ein Lehrender müsste hierfür zunächst einmal für jeden einzelnen Lernenden den Bedarf an Unterstützung ermitteln, das Problem in seine Einzelteile zerlegen, die Kernaspekte dessen identifizieren und schließlich eine Lösung herausarbeiten, die dann genau auf das spezifische Problem angewendet werden könnte. Rein personell ist eine Betreuung dieser Art, welche so eng auf die persönlichen Bedürfnisse zugeschnitten ist, kaum zu erbringen. Stattdessen wird meist nur Hilfe quasi in *standardisierter* Form angeboten. Dies geschieht zum Beispiel durch Empfehlung von Lernmaterialien, von denen der Lehrende glaubt, dass sie dem Anfragenden helfen könnten. Sicherlich ist dies schon einmal ein guter Ratschlag, der

in vielen Fällen hilfreich ist. Eventuell wäre jedoch eine individuellere Empfehlung in einem spezifischen Fall besser gewesen. Vereinzelt werden Probleme innerhalb von Sprechstunden zwischen Lehrendem und Lernenden in einem persönlichen Gespräch beleuchtet. Sicherlich gibt es die Angebote von Sprechstunden, welche auch erhalten bleiben sollten, jedoch stehen nicht genügend Kapazitäten zur Verfügung, um hiermit jedem Einzelnen in gleicher Weise gerecht zu werden. (Handke 2017; Schmohl, Löffl und Falkemeier 2019, Persönliche Kommunikation mit Professor Dr. S. Wolf (TH-OWL) vom 11.02.2020)

Weiterhin wenden sich die Lernenden in den allermeisten Fällen mit ihrer Anfrage direkt an den Lehrenden. Der umgekehrte Fall tritt selten bis gar nicht ein. Hierdurch kommt es oft dazu, dass Problemstellen nicht rechtzeitig erkannt werden. Teilweise erkennt der Lernende dies selbst zu spät, zum Beispiel erst in dem Fall, wenn Prüfungen zum wiederholten male nicht bestanden wurden. Als Konsequenz folgt an dieser Stelle leider in vielen Fällen der Abbruch des gesamten Studiums, welcher durch ein frühzeitiges Erkennen der ausschlaggebenden Gründe eventuell verhindert werden kann. (Persönliche Kommunikation mit Professor Dr. S. Wolf (TH-OWL) vom 11.02.2020)

An dieser Stelle könnte wieder KI zum Einsatz kommen, um durch individuelles Empfehlungsmanagement Potentiale zu fördern beziehungsweise diese weiter auszubauen. Das Ergebnis, falls KI erfolgreich eingesetzt werden kann, würde insgesamt zu weniger Studienabbrechern und zu einer Verbesserung der Lehrqualität führen und folglich mit den Bestrebungen der Institution sowie denjenigen der Lehrenden korrelieren. Ob dies tatsächlich genau den Kern trifft, kann nur geklärt werden, wenn eine tiefer gehende Auseinandersetzung mit der Bedürfnislage stattfindet.

6.2.1 Anwendung auf den Beispielfall

Bezüglich des Mehrwert aus einem KI-Einsatz im Modul *Programmiersprachen I* beziehungsweise des Erwerbs von Programmierkenntnissen in *Java* werden im Folgenden die Blickwinkel analog des vorigen Abschnitts betrachtet.

I. Institution

Für die TH-OWL ergeben sich in diesem Bereich exakt die im vorigen Abschnitt skizzierten Betrachtungsweisen. Es spricht vorab nichts für speziellere Aspekte, die explizit für das Modul *Programmiersprachen I* gelten. Wobei auch an dieser Stelle darauf hingewiesen werden muss, dass eine generelle Erfassung des Mehrwerts nicht möglich ist und eine weiterführende Auseinandersetzung angestrebt werden sollte.

II. Lehrende

Ausgangssituation für diesen Abschnitt bildet wiederum das am 11.02.2020 mit dem Modulbeauftragten Herrn Professor Dr. Stefan Wolf geführte Gespräch, in welchem er den hohen Betreuungsaufwand in seinem Modul hervorhebt. Hierzu zählen für ihn insbesondere Korrekturtätigkeiten, die er im Rahmen von Programmieraufgaben vornehmen muss.

Die Studierenden bearbeiten einmal wöchentlich Praktikumsaufgaben, in denen sie die in den Vorlesungen vermittelten Kenntnisse praktisch anwenden. Sie schreiben dazu eigenständig kleinere Programme, welche die in den Aufgaben gestellten Problematiken geeignet lösen. Hierbei gibt es mehrere Möglichkeiten, eine Aufgabenstellung korrekt zu bearbeiten. Ein einfacher Abgleich mit einer Musterlösung ist deshalb nicht möglich.

Das Auswerten der Programmieraufgaben umfasst mehrere Arbeitsschritte beginnend mit dem Herunterladen des Quellcodes, dem Kompilieren und der Prüfung auf Ausführbarkeit. Anschließend folgen mit der Bewertung des Aufbaus und Programmierstils des erstellten Programms sowie der des eingeschlagenen Lösungswegs komplexere Schritte. Diese müssen für jeden einzelnen Studierenden wiederholt durchgeführt werden.

Die drei erstgenannten Arbeitsschritte könnten noch mittels eines statischen Hilfsprogramms bewältigt werden. Spätestens das Überprüfen der drei letztgenannten Bewertungskriterien wird mittels eines auf statischen Programmierparadigmen beruhenden Ansatzes zu einer kaum mehr überwindbaren Herausforderung.

In der derzeitigen Situation werden die Programmieraufgaben wöchentlich von etwa 25 bis 30 Studierenden bearbeitet. Die Bewertung hierzu wird vollständig händisch durchgeführt. Der seit 16 Jahren an der TH-OWL Lehrende Professor Dr. Stefan Wolf entgegnet hierzu: „Ließen sich diese Bewertungsmaßstäbe qualitativ sowie quantitativ mittels eines auf *KI* basierenden Ansatzes implementieren, so würde dies zu einer enormen Entlastung des Lehrpersonals beitragen.“ (Persönliche Kommunikation vom 11.02.2020)

III. Lernende

Gelingt es, den Einsatz von KI insofern auszuweiten, dass neben der Korrektur der Praktikumsaufgaben eine spezifische Rückmeldung an den Lernenden erfolgt, ergibt sich hierdurch eine verbesserte Betreuungssituation. Durch qualitatives Empfehlungsmanagement könnten die Lernenden auf ihrem individuellen Lernpfad begleitet werden.

Sofern sich herausstellen ließe, dass das Modul *Programmiersprachen I* in erhöhtem Maße an einer studentischen Entscheidung, das Studium abzubrechen, beteiligt sein sollte, wäre dies eine weitere Motivation, mittels KI die ausschlaggebenden Gründe hierfür in Erfahrung zu bringen, um an den erforderlichen Stellen gezielt gegensteuern zu können.

Insgesamt trägt dies dazu bei, die Qualität der Lehre anzuheben, was sich in besseren Leistungen der Absolvierenden und in einer geringeren Zahl an Studienabbrechern widerspiegeln lässt. Es sei aber auch an dieser Stelle noch einmal betont, dass für eine genaue Klärung des spezifischen Mehrwerts für Lernende weitere Nachforschungen betrieben werden müssen.

6.3 Drittes Kriterium – Arbeitsweise einer KI

Bevor die konkreten technische Aspekte einer KI beleuchtet werden, richtet sich der Fokus des dritten Kriteriums zuerst auf das Entstehen und dann auf das Vermitteln von Wissen. Hierzu werden ein Modell zur Wissensentstehung und ein didaktisches Konzept zur Wissensvermittlung vorgestellt und diese zunächst isoliert betrachtet, bevor eine anschließende Übertragung auf eine Anwendung mittels KI erfolgt, an Hand welcher die Arbeitsweise der Technologie im Kontext *Lehre* nachvollzogen werden kann.

6.3.1 Entstehung von Wissen

Um das Entstehen von Wissen anschaulicher erklären zu können, wird sich nachfolgend an dem Modell einer sogenannten *Wissenspyramide* orientiert. Sie ist in der Abbildung 3 grafisch dargestellt, um einen ersten Überblick zu vermitteln. Sie ist von unten nach oben zu betrachten.(Franken und Gadatsch 2002; Heck 2002; Peylo 2002)

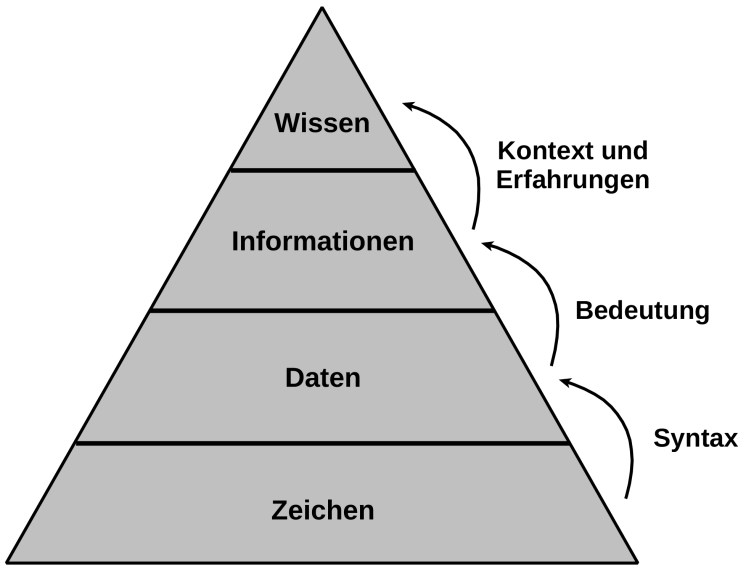

Abbildung 3: Wissenspyramide
selbsterstellte Grafik nach (Franken und Gadatsch 2002)

Die vier Punkte, von unten nach oben betrachtet, werden in den folgenden Abschnitten an Hand des Aufbaus und der Bedeutung eines deutschen Satzes erklärt.

i. Zeichen

Der Weg zur Entstehung von Wissen beginnt in der Wissenspyramide unten mit den *Zeichen*. Diese stellen ohne jegliche Interpretationen zunächst einen ungeordneten, zusammenhanglosen *Haufen* dar. Beispielhaft lässt sich dies an Hand eines deutschen Satzes erklären. Dieser besteht ohne nähere Betrachtung zunächst nur aus Buchstaben. Ohne das Anwenden jeglicher *Ordnungsmuster* oder *Interpretationsregeln* bleiben diese zunächst einmal lediglich einfache Buchstaben.

ii. Daten

Werden die Zeichen der untersten Ebene nun unter Verwendung einer *Syntax* angeordnet, so ergeben sich hieraus einzelne *Daten*. Bezogen auf einen deutschen Satz wären dies einzelne Wörter. Diese Daten können sozusagen als *Rohmaterialien* betrachtet werden, die in den weiteren Schritten zu Wissen *verarbeitet* werden.

iii. Informationen

In einer *strukturierten Form* (Syntax) und unter Zuschreibung einer *Bedeutung* ergeben sich aus den vorhandenen Daten *Informationen*. Die Wörter eines Satzes nach Regeln konkateniert ergeben eine bestimmte Aussage. Beispielsweise: *Das Auto fährt schnell.*

iv. Wissen

Wann fährt ein Auto schnell? Oder: *Wann ist ein Mensch groß?* Um die erhaltenen Informationen nun richtig deuten und weiter verwerten zu können, ist eine Verknüpfung dieser mit vorherigen *Erfahrungen* und die Einbeziehung des *Kontextes*, in welchem die Aussage getätigt wird, erforderlich. Erst so wird aus zunächst reinen Informationen *Wissen*.

Die Formulierung von vagen Begriffen, wie sie eingangs in den beiden Fragen getätigt wurden, ist ein gutes Beispiel hierfür. Ohne einen Bezugsrahmen können diese Fragen nicht beantwortet werden. Dieser kann eine Erfahrung sein. Ein ausgewachsener Mitteleuropäer ist beispielsweise zwischen 1,70 und 1,85 Meter groß. Ein 2 Meter großer Mensch würde demnach als überdurchschnittlich *groß* beurteilt werden. Andererseits könnte jemand mit durchschnittlicher Körpergröße aus einer Menschenansammlung mit überwiegend kleinen Menschen hervorragen. Der betrachtete Kontext macht ihn in diesem Fall zu einem *großen* Menschen. Die Frage, ob ein Auto schnell oder langsam fährt, benötigt ebenso einen Bezugsrahmen. Ein Fahrzeug, dass sich mit 80 Kilometern in der Stunde fortbewegt, wäre innerhalb einer geschlossenen Ortschaft sehr schnell unterwegs. Mit dieser Geschwindigkeit eine Autobahn befahrend würde es eher als langsam eingeschätzt werden.

6.3.2 Didaktisches Konzept der Wissensvermittlung

Im weiteren Verlauf geht es darum, wie Lernenden nun das entsprechende Wissen vermittelt werden kann. Hierzu wird sich in der Lehre verschiedener didaktischer Konzepte bedient. Der folgende Teil bezieht sich auf das *Constructive Alignment*. Das Konzept besteht aus drei Eckpunkten, die in der Abbildung 4 grafisch dargestellt sind. (Biggs und Tang 2011; Göldi 2011; Technische Universität München 2020; Technische Universität Braunschweig 2020)

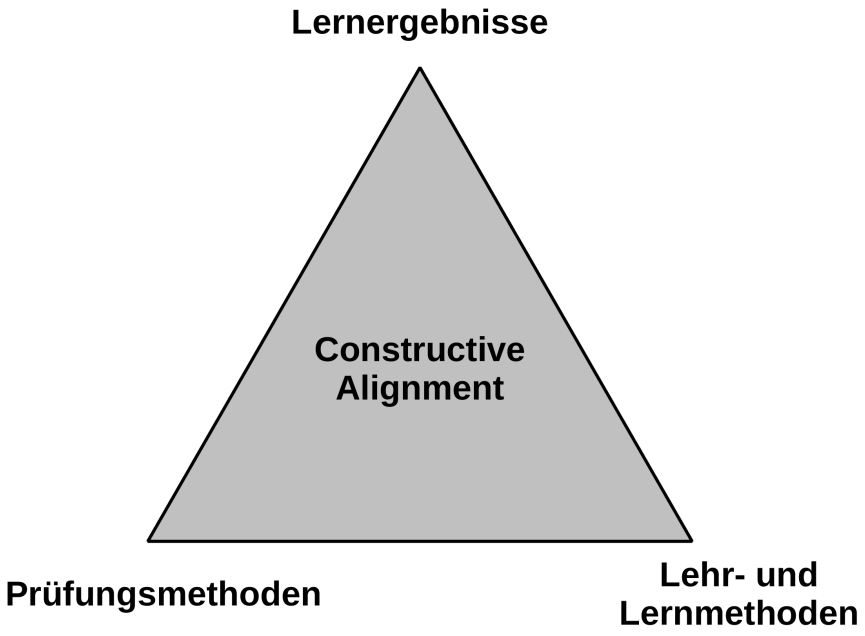

Abbildung 4: Didaktisches Konzept des *Constructive Alignment*
selbsterstellte Grafik nach (Biggs und Tang 2011)

Die Eckpunkte werden in den nun folgenden Abschnitten beginnend mit den *Lernergebnissen* (I) über die *Lehr- und Lernmethoden* (II) bis hin zu den *Prüfungsmethoden* (III) erläutert.

I. Lernergebnisse

Die Lernergebnisse legen zunächst einmal das Ziel dessen fest, was die Lernenden wissen und im Stande sein sollen, zu tun. Bezogen auf die Lehre an Hochschulen sind in den jeweiligen Modulhandbüchern die Kompetenzen festgeschrieben, welche die Studierenden nach erfolgreichem Besuch des Moduls beherrschen sollten. Der folgende Ausschnitt stammt aus dem Handbuch für das Modul *Programmiersprachen I* des Studiengangs *Angewandte Informatik* an der TH-OWL. (TH-OWL 2015a; TH-OWL 2016)

Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen

- Die Studierenden haben Kenntnis grundlegender Programmierprinzipien.
- Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der objektorientierten Programmierung.
- Die Studierenden können die Qualität von Softwareanwendungen kritisch bewerten
- Die Studierenden haben die Fähigkeit kleine Softwareanwendung in einer objektorientierten Programmiersprache zu entwerfen und zu implementieren
- Die Studierenden kennen die einfache Werkzeuge zur Softwareentwicklung (Entwicklungsumgebung, Debugger, Unit-Tests, ...)

(TH-OWL 2016)

II. Lehr- und Lernmethoden

Der zweite Punkt beschäftigt sich mit der Erreichung des festgelegten Lernziels unter Verwendung verschiedenster Methoden. Die Art der Wissensvermittlung wird hier in Anlehnung an die *Lernzieltaxonomie nach Bloom* dargestellt. Das folgende treppenartige Schaubild verdeutlicht dies. Die dargestellten Stufen sind aufeinander aufbauend, beginnend von links unten. (Bloom und Engelhart 1974; Göldi 2011; Technische Universität Braunschweig 2020)

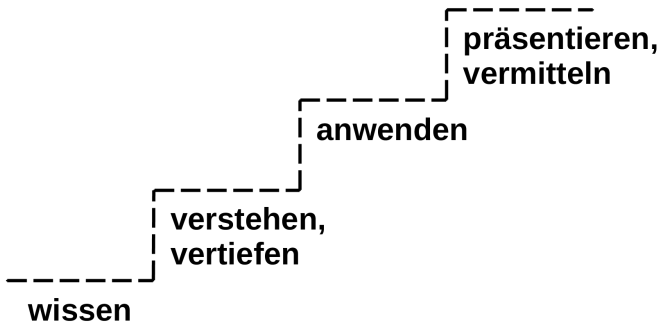

Abbildung 5: *Treppenmodell*: Lernzieltaxonomien nach Bloom
selbsterstellte Grafik nach (Technische Universität Braunschweig 2020)

Die einzelnen Stufen des Modells werden jeweils in den nachfolgenden Unterabschnitten erklärt. Hierbei erfolgt auch eine Zuordnung der etwaigen Stufe zu bestimmten Moduleinheiten. Exemplarisch erfolgt dies an Hand des Studiengangs *Angewandte Informatik* an der TH-OWL. Die Module dort bestehen aus den Einheiten: *Vorlesung*, *Übung*, *Praktikum*, *Seminar* (TH-OWL 2015a; TH-OWL 2015b). Zusätzlich wird noch das *Tutorium* mit betrachtet, welches gemäß Prüfungsordnung nicht offiziell von der TH-OWL sondern von Studierenden aus höheren Semestern angeboten wird.

i. Wissen

Die erste Stufe stellt die reine Vermittlung neuen Wissens dar. Sie ist grundlegend: Hier wird das notwendige Wissen vermittelt, auf welches die nächsten Stufen aufbauen. Typischerweise findet dies innerhalb des Studiums beziehungsweise in den jeweiligen Modulen durch *Vorlesungen* und in Form von *selbständigem Lernen* statt.

ii. Verstehen, Vertiefen

Das zuvor vermittelte Wissen muss nun vertieft werden beziehungsweise es bedarf eines gründlichen, tiefer gehenden Verständnisses. Dies wird an den Hochschulen und Universitäten üblicherweise durch *Übungseinheiten* und / oder durch *Tutorien* abgebildet.

Übungen dienen der tieferen Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt und vor allem der Wiederholung und somit der Festigung des Stoffs. In gewisser Weise findet durch Übungen auch schon eine Anwendung des Wissens in kleinerem Rahmen statt.

Tutorien sind quasi als eine *Sonderformen* von Übungseinheiten zu betrachten. Sie sind nicht regulär laut Modulhandbuch vorgesehen, werden jedoch ergänzend angeboten. Üblicherweise von Studierenden aus höheren Semestern, die bereits mehr Erfahrung haben. Die Inhalte aus den vergangenen Vorlesungseinheiten werden nochmals in anderer beziehungsweise in verständlicherer Form den Studierende aus tieferen Semestern vermittelt. Diese können dann während der einzelnen Präsensveranstaltungen gezielt Verständnisfragen stellen, die zunächst in der Gruppe diskutiert werden oder bei Bedarf vom Tutor beantwortet werden.

iii. Anwenden

Hierbei geht es nun darum, das vermittelte und vertiefte Wissen gezielt anzuwenden. Hierdurch bekommen die Studierenden praktische Erfahrungen und es dient zudem nochmals der Festigung des Stoffs. Mittels Übungen erfolgt dies bereits in kleinerem Umfang.

An der TH-OWL wird dies insbesondere durch das Bearbeiten von *Praktikumsaufgaben* sichergestellt. Hierunter lassen sich weiter gefasste Übungsaufgaben mit einem konkreten Fokus auf praktische Anwendbarkeit verstehen. Solche Praktikumseinheiten dienen vor allem der Vorbereitung auf typische Tätigkeiten im späteren Berufsalltag.

iv. Präsentieren, Vermitteln

Die letzte Stufe legt das Augenmerk auf die erfolgreiche Vermittlung des zuvor angesammelten, vertieften und angewandten Wissens. Hiermit soll das Präsentieren der Ergebnisse vor einer Gruppe geübt werden. An der TH-OWL wird in *Seminaren* vor den Kommilitonen präsentiert, im späteren Berufsleben geschieht dies vor Vorgesetzten oder Kunden.

Vollständiges Modell

Die Abbildung 6 zeigt nochmals das beschriebene *Treppenmodell*, in welchem nun zusätzlich die Zugeordneten Moduleinheiten eingetragen sind.

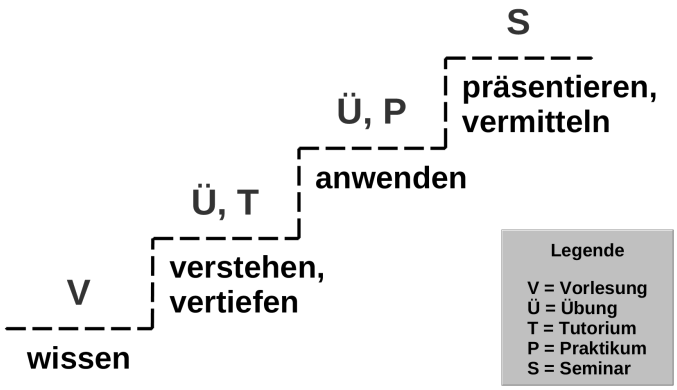

Abbildung 6: *Treppenmodell* mit Zuordnung von Moduleinheiten
selbsterstellte Grafik nach (Technische Universität Braunschweig 2020)

In späteren Abschnitten wird auf dieses Modell zurückgegriffen, um mit diesem einen möglichen KI-Einsatz herzuleiten.

III. Prüfungsmethoden

Der dritte Punkt des didaktischen Konzepts *Constructive Alignment* befasst sich schließlich mit der Abprüfung der Kompetenzen. Hierbei geht es insbesondere darum, die Prüfungsform so zu wählen und zu gestalten, dass das jene in geeigneter Art und Weise geprüft werden können. Meist erfolgt dies durch papierhafte Klausuren, aber auch andere Formen wie Ausarbeitungen, Präsentationen von Projektarbeiten oder mündliche Prüfungen sind üblich. In einigen Fällen finden an der TH-OWL bereits rechnerbasierte Prüfungen, sogenannte *E-Klausuren*, statt (TH-OWL 2015a; TH-OWL 2016).

6.3.3 Wissensaneignung einer KI

Wie funktioniert nun die Aneignung von Wissen bei einer KI? Im Prinzip erfolgt diese grundsätzlich analog zu der vorgestellten *Wissenspyramide* (Kapitel 6.3.1). Um letztendlich gute Unterstützungsmöglichkeiten anbieten zu können, ist die KI auf möglichst viele Daten angewiesen, die sie zu Informationen verarbeiten kann, um diese wiederum so mit dem gegebenen Kontext und Erfahrungen aus der Vergangenheit zu verknüpfen, dass wertvolles Wissen entsteht. Je mehr Daten ihr hierzu zur Verfügung stehen, desto genauer wird das Ergebnis, gemäß dem *Gesetz der großen Zahlen*. (Ertel 2008; Dorn und Gottlob 2020)

Die Technik allein ist hierbei nicht das entscheidende Kriterium. Die Menge, aber vor allem auch die Qualität der Daten ist entscheidend, um Empfehlungen mit einer gewissen Mindestgüte treffen zu können. Beispiel hierfür können wieder die vage formulierten Aussagen sein, die im Zusammenhang mit der Wissenspyramide erläutert wurden. Der Mensch kann mit ihnen die meisten Alltagssituationen recht einfach bewerkstelligen. Der Grund dafür ist, dass er bereits über Erfahrungen verfügt und die Situationen meist Kontextgebunden sind. Er interpretiert die Aussagen in der Regel unterbewusst. Hierdurch zieht er zumeist die richtigen Schlüsse, es kommt selten zu Missverständnissen. (Ertel 2008; Dorn und Gottlob 2020; Münkel 2001)

Eine KI verfügt anfangs noch nicht über die notwendigen Erfahrungen, die sie braucht, um qualifizierte Entscheidungen treffen zu können. Sie muss erst auf dem jeweiligen *Arbeitsgebiet* eingelernt sein. Je mehr Daten zur Verfügung stehen und je besser die Qualität dieser ist, desto genauer wird das Ergebnis. Dies ist eine Ausgangsbasis für weitere Handlungsschritte, die durch eine KI ausgeführt werden sollen. Dies stellt eine Herausforderung dar, die es bezüglich einer Implementierung in die Praxis adäquat zu stemmen gilt. (Alpaydin 2008)

Was wird ermittelt?

Über welche Aspekte kann nun im Kontext *Lehre* Wissen angesammelt werden, um dies sinnvoll für spätere Handlungsempfehlungen nutzen zu können?

Didaktisch lassen sich nun mehrere Punkte über Lernende in Erfahrung bringen und analysieren. Die Auswahl wird an dieser Stelle eingegrenzt und fokussiert sich exemplarisch auf die nachfolgend aufgeführten Ermittlungs- und Bewertungsaspekte.

- Lerntyp
- Lernpfad / Lernhistorie
- Kenntnis- / Leistungsstand

Ist notwendiges Wissen über diese drei Aspekte vorhanden, ließe sich dieses nutzen, um in Abhängigkeit der Gewichtung eines jeweiligen Aspekts bestimmte, dem gewünschten Mehrwert entsprechende, Handlungen vorzunehmen. Zum Beispiel in Form von Empfehlungen ausgewählter Lern- und Arbeitsmaterialien auf Grundlage eines bestimmten Lerntyps und in Abhängigkeit des bisherigen Kenntnisstandes. Somit könnte dann der ansonsten geradlinig verlaufende Lernpfad eines Studierenden auf diesen angepasst werden. Dieser Lernpfad wäre dann explizit auf den jeweiligen Studierenden zugeschnitten und würde sich gegenüber seinen Kommilitonen unterscheiden, es sei denn, unter ihnen gäbe es Studierende, die sich dem

gleichen Lerntyp zuordnen ließen und einen gleichen oder ähnlichen Kenntnisstand hätten. (Bazhin 2017; Büching et al. 2019; Petko 2014)

Bezüglich des Umgangs mit den drei genannten Aspekten ist es sinnvoll, jeweils zu kategorisieren. Nur beispielhaft betrachtet kann der Kenntnisstand in die drei Kategorien *gut*, *mittel* und *schlecht* eingeteilt werden. Analog ließe sich dies mit den anderen beiden Aspekten vornehmen. Der Vorteil an einer Einteilung beziehungsweise Klassifizierung ist, dass so gefundene Muster leichter den bereits bestehenden Kategorien zugeordnet werden können. Unter Verwendung von KI sollte jetzt nun offen gelassen werden, wie viele Kategorien genutzt werden. Oder anders ausgedrückt: Der KI sollte erlaubt sein, selbständig entscheiden zu können, ob und wie viele neue Kategorien sie, aufgrund ihrer Erfahrungen, anlegt. Andernfalls läge nur ein regelbasiertes System mit festen Strukturen vor und der Einsatz von KI wäre somit sinnfrei. Durchaus können jedoch zu Beginn einige zuvor definierte Kategorien genutzt werden, um bereits vorab einen Rahmen zu schaffen und somit das Anfangsproblem des Einlernens einer KI abzumildern. (Alpaydin 2008; Büching et al. 2019; Ertel 2008)

6.3.4 Rückübertragung auf das didaktische Konzept

Das eingangs geschilderte didaktische Konzept des *Constructive Alignment* wird nun nochmals herangezogen, um für die jeweiligen Eckpunkte – (I) *Lernergebnisse*, (II) *Lehr- und Lernmethoden*, (III) *Prüfungsmethoden* – die Einsatzmöglichkeiten von KI zu ermitteln.

Hierzu werden pro Eckpunkt zwei mögliche Szenarien unterschieden:

(a) Ohne KI-Einsatz

(b) Mit KI-Einsatz

Bezüglich des Szenarios (a) wird die Frage gestellt: Ist KI überhaupt nötig, um den gewünschten Mehrwert zu erzielen, oder ließe sich dieser auch anderweitig erzielen, beispielsweise durch ein regelbasiertes System oder indem sämtliche Aufgaben ohne Technologieeinsatz weiterhin von einem Lehrenden übernommen werden?

In Szenario (b) wird schließlich die Motivation *für* eine KI-Nutzung hervorgehoben.

I. Lernergebnisse

Der Punkt *Lernergebnisse* lässt sich im Grunde nicht viel verändern, denn die Ergebnisse, die die Studierenden zu erzielen haben, sind in den Modulhandbüchern des jeweiligen Studiengangs festgeschrieben. Hieran sollte auch nicht gerüttelt werden. Im Gegenteil: Sie bieten eine Orientierung dessen, was im jeweiligen Modul vermittelt werden muss und werden ohnehin

im Zuge der regelmäßigen Neuakkreditierungen der Studiengänge überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht. (TH-OWL 2015a; TH-OWL 2016)

Was getan werden kann, ist der Aufbau einer *Wissensbasis* oder eines *Wissenspools*, was zum Beispiel einer Sammlung von Übungsaufgaben oder der Weiteren entsprechen kann. Hierauf kann in den beiden folgenden Szenarien zugegriffen werden.

(a) Ohne KI-Einsatz

Die Lernergebnisse lassen sich mit festen Eingabeparametern programmtechnisch in einer Wissenssammlung hinterlegen. Diese kann um eine Klassifizierung, beispielsweise nach dem Lerntyp oder dem Schwierigkeitsgrad, erweitert werden.

Durch diese Art der Wissensverwaltung lässt sich später effizienter auf die passenden Inhalte zugreifen. Die initiale Zuordnung des Lernstoffs zu den entsprechenden Lerntypen könnte eine Herausforderung darstellen. Möglicherweise sind hier nicht alle Lehr- beziehungsweise Lerninhalte gleichermaßen für eine maschinelle Verarbeitung geeignet. Durch dieses Vorgehen kann jedoch fest definiert und hinterlegt werden, welcher Inhalt von den Lernenden zu bearbeiten ist. All dies könnte regelbasiert und somit ohne das Dazutun von KI erfolgen. (Franken und Gadatsch 2002; Heck 2002)

(b) Mit KI-Einsatz

In Anbetracht des ersten Szenarios unter (a) ließe sich scheinbar auch ein Konstrukt vollkommen ohne KI umsetzen. *Warum sollte sie dann verwendet werden?*

Bislang wurden noch keinerlei Informationen über die Lernenden gesammelt, woraus sich Rückschlüsse ableiten ließen, beispielsweise auf einen bestimmten Lerntyp. Erst wenn Kenntnisse wie diese vorliegen, kann durch Handlungen, wie dem Lerntyp entsprechenden Vermitteln des Lehrmaterials, ein Vorteil aus dem technologischen Einsatz gewonnen werden. Durch individuelle Anpassung kann ein System dem Lernenden gerechte Entscheidungen treffen und ihn auf seinem persönlichen Lernpfad unterstützen. (Bazhin 2017; Büching et al. 2019)

II. Lehr- und Lernmethoden

Zu Erklärungszwecken wird an dieser Stelle wieder das in Kapitel 6.3.2 eingeführte *Treppenmodell* herangezogen.

Aufgrund der vorgenommenen Zuordnung der Moduleinheiten zu den jeweiligen *Treppenstufen* kann das Modell bei der Entscheidung unterstützen, an welcher Stelle eine KI-Lösung sinnvoll eingesetzt werden kann. Soll ein System beispielsweise zur reinen Wissensvermittlung verwendet werden, kann dies an Hand des Modells der Einheit *Vorlesung* zugeordnet werden.

Weiterhin lässt sich das Modell zur besseren Erläuterung eines Empfehlungsmanagements nutzen. Auf Grundlage der Analysen des *Lerntyps*, *Lernpfades* und *Kenntnisstandes* lassen sich Vergleiche an Hand des Treppenmodells beschreiben. Dieses wird in Szenario (a) bezüglich Lehr- und Lernmethoden ohne und in Szenario (b) mit KI-Nutzung für einen gedanklichen Vergleich genutzt.

(a) Ohne KI-Einsatz

Wird bei der Vermittlung von Wissen ohne den Einsatz von KI der Lernpfad betrachtet, fällt auf, dass sich dieser zwischen den Lernenden gar nicht oder höchstens nur kaum unterscheidet.

Grund ist der, dass für alle Lernenden eines Moduls ein und das selbe Modell in exakt gleicher Art und Weise durchlaufen wird. Individuelle Lerntypen werden bei der Vermittlung neuen Wissens nicht weiter berücksichtigt. Vielmehr sind sämtliche Moduleinheiten gleichermaßen getaktet. Die Lernenden durchlaufen beispielsweise in einem Semester 10 Vorlesungen, 8 Übungen, 5 Praktika und ein Seminar. Die Inhalte sind hierbei für alle exakt gleich.

In diesem Fall weisen auch alle Studierende den gleichen Lernpfad auf. Er unterscheidet sich höchstens dann bedingt, wenn sich einige der Studierende freiwillig zusätzliche Inhalte im Selbststudium aneignen. Einzig der Kenntnisstand wird sich von Individuum zu Individuum unterscheiden, wird jedoch ebenfalls bei der Wissensvermittlung nicht weiter berücksichtigt.

Die Abbildung 7 deutet diese statische Art der Wissensvermittlung an Hand eines Lernpfades an, der für alle Studierenden nahezu identisch ist. Es gibt lediglich vereinzelt Abweichungen, sofern sich Inhalte selbständig angeeignet wurden, die in der Darstellung nicht berücksichtigt sind.

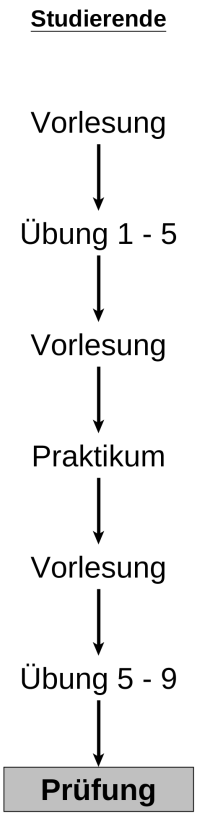

Abbildung 7: Lernpfad ohne KI
selbsterstellte Grafik

(b) Mit KI-Einsatz

Das Lernziel ist in beiden Varianten das selbe. Ob mit KI oder ohne. Jedoch werden in diesem Fall sowohl Lerntyp als auch Kenntnisstand eines jeden Lernenden genutzt, um das Wissen möglichst zugeschnitten auf das jeweilige Individuum zu vermitteln.

Praktisch könnte dies geschehen, indem beispielsweise einem Lernenden eines bestimmten Lerntyps Inhalt empfohlen wird, der genau diesem charakteristischen Typ entspricht. Unter Berücksichtigung des Kenntnisstands könnte zudem das Bearbeiten von weiteren Übungsaufgaben aus einem bestimmten Bereich mit dem Ziel der Festigung des Wissens empfohlen werden. Durch Klassifizierung wird es weiterhin möglich, einzelnen Lernenden ein Besuch eines Tutoriums vorzuschlagen, sofern dies beispielsweise von der KI als sinnvoll erachtet wurde. (Bazhin 2017; Büching et al. 2019; Ifenthaler und Drachsler 2018)

Somit ergibt sich bei Vergleich der Studierenden untereinander für jeden einzelnen ein individueller Lernpfad. Und auch dieser selbst kann nun weiter genutzt werden, um zukünftige Empfehlungen hieran auszurichten.

Diese dynamische Herangehensweise an die Art der Wissensvermittlung wird durch einen

hieraus resultierenden persönlichen Lernpfad pro Studierenden in der folgenden Abbildung illustriert.

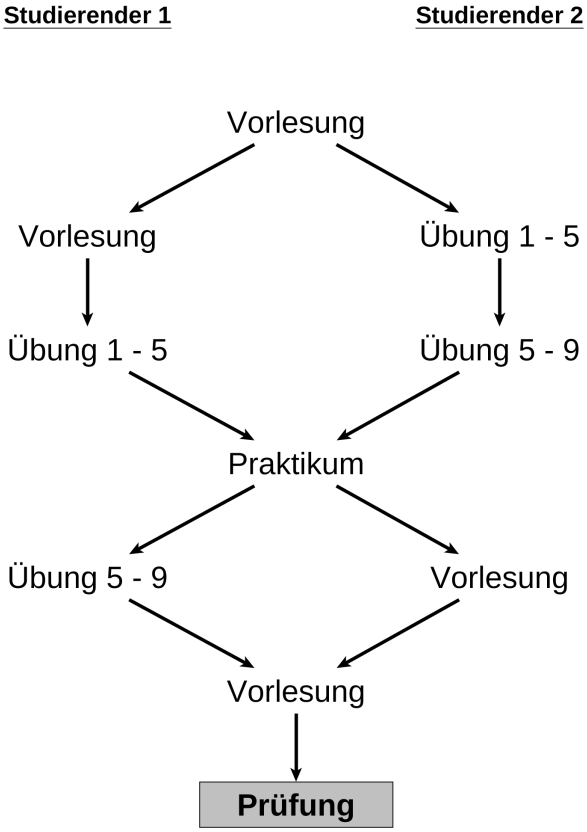

Abbildung 8: Lernpfad mit KI
selbsterstellte Grafik

III. Prüfungsmethoden

Bei der Erstellung einer Prüfung ist gemäß des didaktischen Konzepts darauf zu achten, dass die Lernziele in angemessener Wiese abgeprüft werden können (Biggs und Tang 2011; Göldi 2011).

Die genaue Ausgestaltung der Prüfung wird an dieser Stelle vernachlässigt. Für einen Vergleich zwischen KI-Nutzung und Nicht-KI-Nutzung ist die Art und Weise der Bewertung und der Umgang mit Fehlern viel interessanter.

(a) Ohne KI-Einsatz

In den allermeisten Fällen legt in einer Klausur eine Obergrenze fest, wie viel Prozent der Fragen korrekt beantwortet sein müssen, um zu bestehen. Hierbei ist es unerheblich, welche Aufgaben richtig oder falsch beantwortet wurden. Es zählt lediglich, ob die Hürde erreicht

wurde oder nicht. Eine Rückmeldung, welche Fehler gemacht wurden, erhält der Studierende meist nur, indem er sich selbst um einen Termin zur Klausureinsicht bemüht. (Brauer 2014, Persönliche Kommunikation mit Herrn Professor Dr. Stefan Wolf vom 11.02.2020)

Dabei ist eine Rückmeldung für den Studierenden wichtig, um an seinen Fehlern arbeiten zu können. Wollte der Lehrende seinen Studierenden eine individuelle Rückmeldung anbieten, so müsste er die korrigierten Klausuren wieder an den jeweiligen Prüfling ausgeben und einen personenbezogenen Bewertungsbogen samt Hinweisen beziehungsweise Empfehlungen mit beifügen oder sich zumindest die Zeit nehmen, um mit jedem Prüfling einzeln in einem Gespräch die entscheidenden Punkte zu besprechen. Zumindest müsste er in der nächsten Modulveranstaltung nach der Prüfung diese im Plenum durchsprechen, dies wäre jedoch eine weniger individuellere Rückmeldung. Sicherlich nehmen sich einige Lehrende die Zeit hierfür, jedoch steht dies wiederum im Widerspruch mit dem gewünschten Mehrwert eines reduzierten Betreuungsaufwands. (Ifenthaler und Drachsler 2018; Narciss 2018)

(b) Mit KI-Einsatz

Selbst mittels eines regelbasierenden Systems wird es schwierig, eine individuelle Beurteilung vorzunehmen, da solche Systeme meist mit einem Gewichtungsschema arbeiten. Das heißt, jeder Aufgabe werden Punkte in Abhängigkeit des Schwierigkeitsgrades zugeordnet. Ein Bestehen der Prüfung hängt dann von der Gesamtpunktzahl ab. Eine Rückmeldung kann an dieser Stelle zwar in Abhängigkeit der erreichten Punkte je Aufgabe gegeben werden, solche Systeme berücksichtigen jedoch nicht den aktuellen Kenntnisstand, den Lerntyp und den bisherigen Lernpfad, womit eine deutlich detailliertere Rückmeldung inklusive einer Empfehlung für weitere Lernaktivitäten an den Prüfling möglich wäre.

Bezüglich der gemachten Fehler innerhalb einer Prüfung könnte ein KI-System zum Einen Lerntypen, Lernpfade sowie den Kenntnisstand mitberücksichtigen und zum Anderen könnte es auch solche Faktoren, wie die Bearbeitungszeit oder die Bearbeitungsreihenfolge der Aufgaben mit in eine Auswertung einfließen lassen.

Nun gibt es zwei Vergleichsmöglichkeiten:

1. Es findet ein Vergleich der aktuellen Informationen über einen Prüfling mit denen aus der Vergangenheit statt.
2. Die Informationen eines Prüflings werden mit denen Anderer in Beziehung gesetzt und so mit der Masse verglichen.

Mit diesen Möglichkeiten kann aufgrund von Erfahrungswerten und unter Einbeziehung des Kontextes neues Wissen generiert werden. Hierdurch ist das System schließlich in der La-

ge, persönliche Handlungsempfehlungen auszusprechen. (Büching et al. 2019; Ifenthaler und Drachsler 2018)

Dieses System muss nicht zwingen nur in Prüfungssituationen eingesetzt werden. Auch eine Verwendung bezüglich Übungs- oder Praktikumsaufgaben wäre denkbar. Auf diese Weise wäre es dem System möglich, noch mehr wertvolle Informationen zu sammeln, wodurch einerseits das Ergebnis genauer wird, andererseits können Studierende so auch in Übungs- und Praktikumseinheiten von den Vorteilen der persönlichen Empfehlungen profitieren.

Bezüglich der Strategie des Umgangs mit Fehlern sollte das Nachfolgende Beachtung finden.

Zum Einen sollen die Studierenden den Lösungsweg möglichst allein herausfinden. Gemäß des Prinzips der *Minimalen Hilfe* sollen lediglich geringfügige Hinweise gegeben werden, um so die Denkleistung zu erhöhen. Zum Anderen wird so die Kreativität gefördert, denn um neue Lösungswege zu finden, müssen zum Teil Fehler gemacht werden. (Aebli 2019; Tribelhorn 2014)

Auf diese Weise kann ein Lernender schlussendlich zur richtigen Lösung kommen, zu der er nicht gelangt wäre, wenn ihm der Weg durch zu frühes Einschreiten abgeschnitten worden wäre. So erkennt womöglich sogar die KI einen neuen Lösungsweg, den sie zuvor als falsch eingestuft hätte, denn auch sie ist ein lernfähiges System (Kirste und Schürholz 2019).

6.3.5 Anwendung auf den Beispielfall

Der gewünschte Mehrwert aus einem KI-Einsatz im Modul *Programmiersprachen I* ist, den Betreuungswand bezüglich der Korrekturtätigkeiten der Praktikumsaufgaben zu reduzieren (Kapitel 6.2.1).

Dies könnte direkt ein sinnvoller Anwendungsfall der Technologie bezüglich des Programmieren Lernens mit *Java* sein. Bevor sich an dieser Stelle direkt auf diesen einen Aspekt fokussiert wird, werden im Folgenden nochmals die drei Eckpunkte des didaktischen Konzepts beleuchtet, um gegebenenfalls noch weitere Szenarien zu identifizieren.

I. Lernergebnisse

Bezüglich der zu bearbeitenden Praktikumsaufgaben bietet es sich an dieser Stelle ebenfalls an, einen *Wissenspool* zu verwenden, in dem diese unter Berücksichtigung des Lerntyps, des bereits zurückgelegten Lernpfads und des aktuellen Kenntnisstands klassifiziert vorliegen.

Bezogen auf die Erreichung des Lernziels dienen die Praktikumseinheiten zur Festigung des Wissens und der Vorbereitung auf spätere Projektarbeiten, in denen die erlernten Programmiertechniken wiederum zu Einsatz kommen.

Da das Wissen, welches durch die Praktika gefestigt wird, demjenigen entspricht, welches zuvor in Form von Vorlesungen vermittelt wurde, könnte bereits an diesem Punkt angesetzt werden. Rein auf den zu vermittelnden Lernstoff bezogen, sollte es in diesem Fall möglich sein, bereits hier eine KI einzusetzen, die diese Aufgabe übernehmen könnte.

II. Lehr- und Lernmethoden

Bezüglich der **Auswertung von Praktikumsaufgaben** sind für eine KI-Nutzung diejenigen Arbeitsschritte interessant, die sich nicht so leicht durch statische Hilfsprogramme bewerten lassen. Dies wurde aus dem Gespräch deutlich, welches mit Herrn Professor Dr. Stefan Wolf von der TH-OWL geführt wurde und wird in den kommenden Absätzen erläutert. (Persönliche Kommunikation vom 11.02.2020)

Im Kontext *Programmieren lernen mit Java* ist zum Beispiel die Ausführbarkeit eines Programms oder bereits das reine Kompilieren des Quellcodes sehr leicht zu prüfen, da dies eindeutig messbar ist. Auch lässt sich die Erreichung des Ziels aus einer gestellten Praktikumsaufgabe durch festgeschriebene Programmtests prüfen und somit grundsätzlich auch bewerten. Dies ist mit etwas programmiertechnischem Aufwand verbunden, denn die jeweiligen Testfälle müssten für jede Aufgabe entsprechend hinterlegt werden. Möglich wäre es jedoch, ein solches Konstrukt zunächst auch ohne KI-Einsatz zu nutzen.

Interessanter sind jedoch Aspekte wie die **Bewertung des Programmierstils**. Im Kontext des Entwickelns von Anwenderprogrammen gibt es für jede Problemstellung in den allermeisten Fällen mehr als nur einen Lösungsweg. Tatsächlich gibt es sogar relativ viele Möglichkeiten, ein und die selbe Aufgabe zu lösen. Dies ist soweit völlig legitim.

An einigen Stellen sind jedoch weitere Anforderungen an das jeweilige Programm gestellt, zum Beispiel eine hohe Geschwindigkeit oder eine besonders gute Effizienz im Hinblick auf den Speicherverbrauch. Diese beiden Werte sind bei der Ausführung eines Programms zwar an sich leicht messbar, jedoch gibt es keine generelle Antwort darauf, wie sich dies technisch am besten umsetzen lässt, da jedes Programm individuell ist. Es hängt insbesondere von den Erfahrungswerten eines Programmierers und des gegebenen Kontextes ab, wie diesbezüglich eine gute Lösung aussehen könnte.

Ein Programmierer nutzt beispielsweise für die Bearbeitung einer Aufgabe das in *Java* vorhandene Objekt *Array*, um hierin temporär Daten abzulegen. Dieses Objekt besitzt eine feste Größe im Arbeitsspeicher eines Rechners und kann eine fest definierte Anzahl an Daten aufnehmen. Sind die zu verarbeitenden Datenpakete nun immer gleich groß, stellt dies kein Problem dar. Das Array muss in diesem Fall nur einmal initialisiert werden und hat an dieser Stelle Geschwindigkeitsvorteile.

Erst dann, wenn in der Größe variierende Datenpakete verarbeitet werden müssen, kommt das Array an seine Grenzen, denn jetzt müsste für jedes unterschiedlich große Datenpaket ein separates Array erzeugt und in den Arbeitsspeicher geladen werden. Den ursprünglichen Geschwindigkeitsvorteil macht es in diesem Fall wieder vollständig zunichte. Schlimmer noch: Es wird sogar unnötiger Speicherplatz belegt. Ein erfahrener Programmierer weiß, dass sich in einem Kontext wie diesem das programmiertechnische Objekt *List* besser eignet. (Ullenboom 2012; Ullenboom 2018)

Hierzu ließe sich nun eine KI verwenden, die in der Lage ist, aufgrund der Erfahrungen, die sie in der Vergangenheit während der Beobachtung und Auswertung der Praktikumsaufgaben gesammelt hat, diese Problematik ebenfalls zu erkennen und den Studierenden hierdurch entsprechende Empfehlungen zu geben.

Zusätzlich kann das Wissen der KI um den Kenntnisstand sowie des bereits zurückgelegten Lernpfades eines Studierenden genutzt werden, um entscheiden zu können, in welcher Art und Weise hier ein Hinweis am günstigsten platziert werden kann.

Ein **Seminar** oder **Tutorium** werden derzeit im Modul *Programmiersprachen I* nicht angeboten.

Für ein Seminar würde sich der Einsatz einer KI ohnehin schwierig gestalten: Es ist dazu vorgesehen, dass die Studierenden ihre Ergebnisse aus einer Projektarbeit vor ihren Kommilitonen vorstellen. Demzufolge müsste eine KI in der Lage sein, einen Vortrag im Hinblick auf Inhalt und auch auf Rhetorik zu bewerten. Eventuell gibt es derzeit bereits Systeme, welche dies leisten können. Eine Evaluation dessen könnte ein interessantes Thema für sich anschließende Untersuchungen darstellen.

Jedenfalls ist es notwendig, so **viele Informationen** über die Studierenden zu **sammeln**, wie möglich, um individuelle Empfehlungen mit möglichst guter Genauigkeit geben zu können. Auch im Modul *Programmiersprachen I* bietet es sich aus diesem Grund an, die KI-Nutzung analog des *Treppenmodells* auf weitere Bereiche als lediglich die Analyse von Praktikumsaufgaben auszuweiten.

III. Prüfungsmethoden

In dem Gespräch mit Herrn Professor Dr. Wolf wurde ebenfalls ein Einsatz in einer Prüfungssituation thematisiert.

Prinzipiell könnte eine KI dort eingesetzt werden. Dies würde ebenfalls Abhilfe beim Korrigieren der Klausuren schaffen und somit den Aufwand für den Lehrenden deutlich senken. Hierzu wäre es allerdings erforderlich, dass die KI absolut zuverlässige Ergebnisse liefert. Auch rechtlich könnte es an dieser Stelle Diskrepanzen geben. Eine Verwendung sollte vorab ausgiebig

getestet werden, ansonsten ist der Einsatz in einer Prüfung eher kritisch anzusehen. (Goertz 2019)

Vielmehr ließe sich eine KI-Lösung anstatt in einer Prüfung in gleicher Art und Weise im Bereich der Praktikumsaufgaben nutzen, ohne dass jedoch eine bindende Leistungsbeurteilung erfolgt.

Die Analyse im Hintergrund hilft der KI, mehr Daten zu sammeln und Entscheidungen präziser treffen zu können. Sie wird dadurch zudem für einen eventuellen späteren Einsatz in einer tatsächlichen Prüfungssituation trainiert.

6.4 Viertes Kriterium – KI-Varianten

Um die Vorgehensweise einer KI abbilden zu können, bedarf es passender technischer Eigenschaften. Eine Abstrahierung von konkreten Implementierungen in einzelne KI-Varianten und eine anschließende Kategorisierung dieser erleichtert das Identifizieren der technischen Aspekte, die an einer Lösungsfindung beteiligt sind.

In diesem Kapitel werden die bereits in der Literatur abstrahierten und kategorisierten Varianten vorgestellt. An Hand dieser lässt sich leichter bestimmen, über welche technischen Eigenschaften eine KI verfügen muss, um eine konkrete Aufgabe zu lösen. Dies erleichtert das spätere Ausfindigmachen von KI-Lösungen, da ein Überblick über alle notwendigen Aspekte besteht, die diese beinhalten muss.

Die Vorgehensweise in den kommenden Abschnitten orientiert sich an den KI-Varianten nach (Hofmann et al. 2020). Bezüglich der technischen Arbeitsweisen erfolgt eine zusätzliche Anlehnung an (Ertel 2008) und (Kirste und Schürholz 2019).

Es werden nachfolgend zwei Kategorien aufgezeigt:

- KI-Typen
- KI-Funktionen

KI-Typen dienen der ersten gröberen Einordnung. *KI-Funktionen* unterteilen jene nochmals feiner nach den jeweiligen technischen Spezifikationen.

Durch eine auf diese Art und Weise vorgenommene Klassifizierung wird eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen KI-Systemen möglich.

6.4.1 KI-Typen

Die Einordnung nach dem KI-Typ hat zum Ziel, ausfindig zu machen, an welchen Stellen innerhalb eines komplexen Systems die KI-Technologie zum Einsatz kommt.

Um Aufgaben effektiv und effizient zu lösen, ist nicht zwingend eine technische Lösung notwendig, die vollständig aus KI besteht. Je nach Fall und Einsatzgebiet ergibt sich ein unterschiedlicher Grad der KI-Nutzung. Nach (Hofmann et al. 2020) werden hierzu vier verschiedene Typen unterschieden, welche mögliche Kombinationen von KI- und Nicht-KI-Systemen klassifizieren.

I. Regelbasierende Systeme

II. KI verwendende Systeme

III. Auf KI basierende Systeme

IV. Voll-KI-Lösungen

Die genannten KI-Typen werden in den folgenden Unterabschnitten jeweils erläutert.

I. Regelbasierende Systeme

Systeme dieser Klassifikation treffen ihre Entscheidungen aufgrund von fest einprogrammierten Regeln. Hierbei kommt keine KI zum Einsatz.

Solche Systeme sind häufig dort anzutreffen, wo nicht sonderlich anspruchsvolle Entscheidungen getroffen werden müssen oder es handelt sich um Entscheidungsfindungen, die recht leicht durch statische Programmabläufe umsetzbar sind.

Ein recht einfaches Beispiel für ein regelbasierendes System ist ein Fahrkartenautomat. Der Prozess, ein Fahrtziel auszuwählen, den Preis an Hand des hinterlegten Tarifs zu ermitteln und das Ticket zu drucken, nachdem es bezahlt worden ist, erfordert recht wenig Logik. Die ausführenden Algorithmen können hierbei statisch im Programmcode des Automaten hinterlegt werden. Eine KI ist hierfür nicht erforderlich.

Werden die Entscheidungen jedoch komplexer und sind mehrere zusätzliche Faktoren zu berücksichtigen, um eine Entscheidung ableiten zu können, so steigt der Programmieraufwand erheblich. Der Entscheidungsbaum, welcher der Arbeitsweise des Systems zugrunde liegt, dehnt sich so stark aus, dass er kaum noch überblickbar ist. (Alpaydin 2008)

Ist dieser Grad der Komplexität erreicht, ist zu überlegen, die Entscheidungsfindung mittels KI vorzunehmen.

II. KI verwendende Systeme

KI verwendende Systeme nutzen die Technologie an ihren Ein- oder Ausgabeschnittstellen. Die Kernaufgabe wird weiterhin regelbasierend verarbeitet. Systeme diesen Typs fokussieren sich auf die Schnittstelle zwischen Mensch und KI.

Beispiele sind hier sogenannte sprach- oder textbasierende Dialogsysteme. Besser bekannt sind sie unter den alltagssprachlichen Begriffen *Sprachassistent* beziehungsweise *Chatbot*.

Bei Verwendung von sprachbasierenden Systemen spricht ein Benutzer sein Anliegen in ein Aufnahmegerät. Der Eingabestrom wird mittels KI-Technologie vorverarbeitet. Die Worterkennung trennt etwa gesprochene Worte von anderen Hintergrundgeräuschen und wandelt sie in Text um. Weitere Bearbeitungsschritte können nun auch regelbasierend erfolgen. Eine Antwort könnte zum Beispiel aus einer Datenbank mit häufig gestellten Fragen herausgesucht werden. Für die reine Suche nach dem entsprechenden Datenbankeintrag ist keine besonders intelligente Technologie notwendig. Ein textbasierendes System arbeitet analog. Es besitzt an seinen Schnittstellen lediglich andersartige Peripheriegeräte. Die Eingabe erfolgt etwa über eine Tastatur, wobei die Ausgabe auf einem Bildschirm präsentiert wird. (Hansen, Jurran und Porteck 2019; Hörner 2019)

III. Auf KI basierende Systeme

Auf KI basierende Systeme lösen die jeweilige Kernaufgabe mittels dieser Technologie. Die Ein- und Ausgabeschnittstellen bleiben hiervon unberührt. Es erfolgt keine direkte Interaktion mit dem Benutzer eines solchen Systems.

Hierbei handel es sich beispielsweise um Systeme, die im Hintergrund gesammelte Informationen weiterverarbeiten, ohne dass dies einem Verwender eines solchen Systems unmittelbar bewusst ist. Das auf einer Vielzahl an Internetseiten verwendete Analysewerkzeug *Google Analytics* ist ein Beispiel hierfür. Beim Besuch einer Internetseite, welche dieses verwendet, werden Daten, wie die Verweildauer auf der Seite oder die Reihenfolge des aufgerufenen Inhalts, erhoben und für die weitere Analyse verarbeitet. Der Aufrufende der Seite erlangt hiervon zunächst keine Kenntnis. Erst dann, wenn er mittels bestimmter Werkzeuge seines Webbrowsers diese genauer inspiziert, kann er die Verwendung von Google Analytics erkennen. (Google Analytics 2020)

Inwieweit diese Art und Weise des Erhebens und Verarbeitens personenbezogener Daten rechtlich erlaubt ist, ist aktuell nicht eindeutig geklärt. Zumindest gilt für Deutschland, dass ein Internetbenutzer nach aktuellem Recht beim erstmaligen Aufruf einer Seite darauf aufmerksam gemacht werden muss, welche seiner personenbezogenen Daten erhoben, gespeichert und verarbeitet werden. Durch konkludentes Handeln (dem Verweilen auf der Internetseite) erteilt er den genannten Analysepraktiken seine Zustimmung. (Kaufmann 2013)

IV. Voll-KI-Lösungen

Voll-KI-Lösungen stellen sozusagen eine Verschmelzung des II. und III. Typs dar. Hierbei findet von der Eingabe über die Verarbeitung bis hin zur Ausgabe eine durchgehende Verwendung von KI statt.

6.4.2 KI-Funktionen

Die Einteilung der technischen Eigenschaften in KI-Funktionen dient der Identifizierung derjenigen Aspekte, die an einer Lösungsfindung beteiligt sind und schafft gleichzeitig eine Vergleichbarkeit zwischen einzelnen KI-Systemen.

Nach (Hofmann et al. 2020) lässt sich eine Klassifizierung in die folgenden sieben Funktionen vornehmen.

I. Informationen generieren (Daten eine Bedeutung zuschreiben)

II. Verknüpfungen herstellen (Einbeziehung von Kontext und Erfahrungen)

III. Begründete Beziehungen und Strukturen (generiertes Wissen)

IV. Vorhersagen machen (ermittelte Wahrscheinlichkeiten)

V. Entscheidungen treffen

VI. Etwas Neues generieren

VII. Handlungen ausführen

Die einzelnen Funktionen bauen hierbei aufeinander auf. Vergleichbar ist dies mit der *Wissenspyramide* (Kapitel 6.3.1), die zur Erläuterung der Entstehung von Wissen genutzt wurde. Die Abbildung 9 stellt die sieben KI-Funktionen ebenfalls in einer Pyramidenform dar. Zur Orientierung sind die einzelnen Ebenen der Wissensaneignung, wie sie für den Menschen erfolgt, links neben der Pyramide nochmals abgedruckt. Festzustellen ist, dass die unteren beiden Ebenen identisch sind. Die Speicherung und Verarbeitung des Wissens ist bezüglich der KI nochmals unterteilt, ebenso wie die Aktionen, die auf eine getroffene Entscheidung folgen.

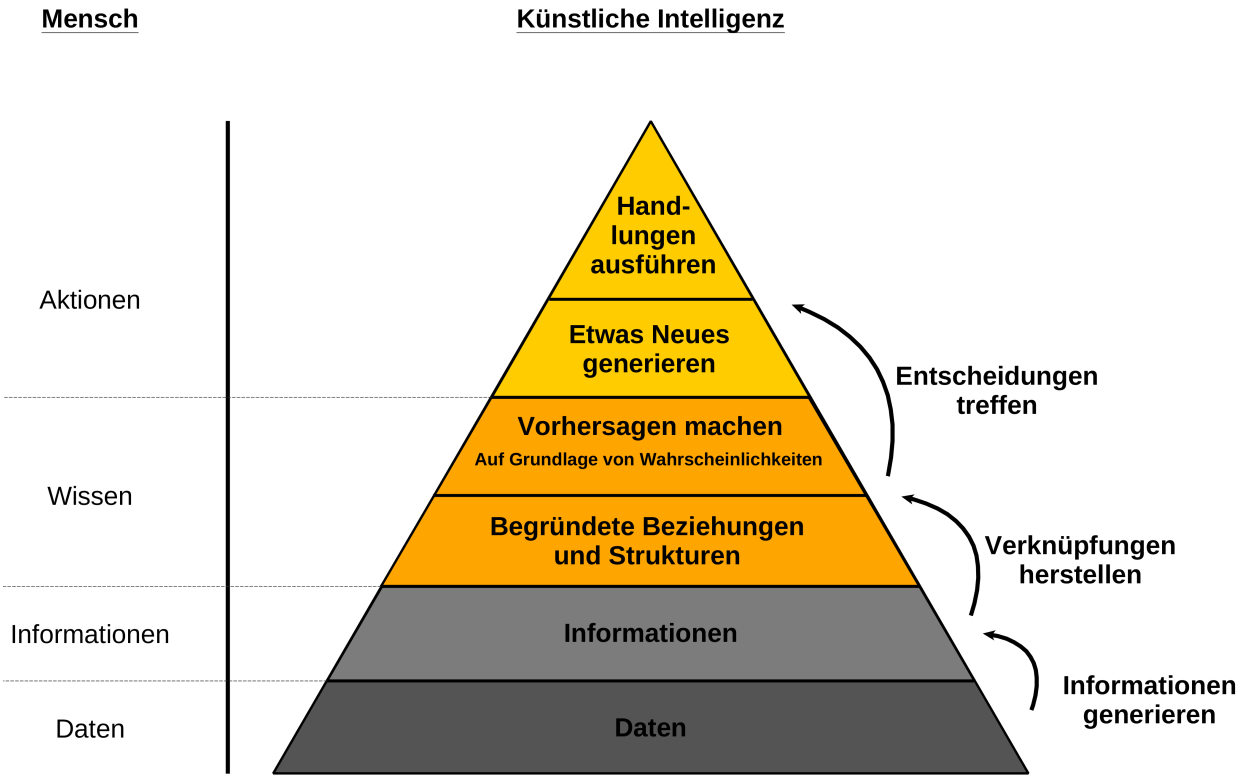

Abbildung 9: Schematische Darstellung der KI-Funktionen in Pyramidenform
selbsterstellte Grafik

Die einzelnen Funktionen werden in den folgenden Unterabschnitten der Reihe nach erläutert. Um sie besser nachvollziehen zu können, basieren diese auf der beispielhaft getätigten Aussage: *Heute Abend Kino?* So könnte eine Erkundigung nach der Freizeitgestaltung lauten, welche unter Freunden über einen Sofortnachrichtendienst[3] versandt wurde. (Münkel 2001)

I. Informationen generieren

Der Mensch kann mit einer Frage, wie der aus dem obigen Beispiel, in seinem Alltag recht gut umgehen. Selbst dadurch, dass sie sehr knapp und nicht einmal vollständig formuliert wurde, kann er die Absicht hinter ihr ziemlich leicht erfassen: Der eine Kommunikationspartner erkundigt sich bei seinem Gegenüber, ob dieser dazu gewillt ist, sich einen Film im Kino anzusehen, und ob dies für ihn heute Abend terminlich möglich ist.

Er vervollständigt also, obwohl nach diesen *Daten* nicht explizit gefragt wurde. Dies geschieht automatisch unterbewusst, da er in der Vergangenheit bereits Erfahrungen aus gleichartigen oder ähnlichen Situationen gesammelt hat. (Birkenbihl 1998)

[3] Englisch: *Instant Messaging Service*

Für ein maschinelles System ergeben sich an dieser Stelle jedoch zwei grundsätzliche Hürden:

1. Es muss erst einmal die vorhandenen Zeichen so miteinander verknüpfen, dass hieraus weiterverarbeitbare Daten entstehen.

Das betrachtete Beispiel ist diesbezüglich noch sehr komfortabel: Die einzelnen Wörter sind korrekt durch Leerzeichen getrennt und das Satzzeichen am Ende weist eindeutig auf eine Fragestellung hin. Wäre dies nicht der Fall, so müsste zunächst eine aufwändigere Dekodierung der Zeichen erfolgen.

2. Es müssen fehlende Daten in geeigneter Weise ergänzt werden, so dass aus ihnen eine sinnvolle Aussage abgeleitet werden kann.

Bezüglich des 2. Punktes reicht die Datenlage aus dem Beispiel *Heute Abend Kino?* allein nicht aus. Ein KI-System muss weitere Schritte unternehmen, um die Textpassage eindeutig interpretieren zu können.

II. Verknüpfungen herstellen

Die ermittelten Informationen müssen nun unter Einbeziehung eines Kontextes und durch Verknüpfungen mit zuvor gemachten Erfahrungen zu Wissen transformiert werden.

Auch dies ist für den Mensch ziemlich einfach zu lösen und geschieht meist unterbewusst. Kennen sich die beiden Kommunikationspartner aus dem Beispiel gut, so ist in der Fragestellung vermutlich ein und dasselbe *Kino* gemeint, dass sie regelmäßig besuchen. Mit *heute Abend* könnte die Hauptvorstellung um 20 Uhr gemeint sein. Je nach dem wie gut sich die beiden kennen, kann der gefragte eventuell erahnen, um welchen Film es sich handeln wird.

Ein KI-System muss nun die Schritte, die beim Menschen unterbewusst verarbeitet werden, mit technischen Mitteln bewerkstelligen. Es muss herausfinden, welche Beziehung die beiden Kommunikationspartner zueinander haben, diesbezüglich auf gespeichertes Vorwissen zurückgreifen und die Unterhaltung in einen bestimmten Kontext einbetten.

Die Information *heute Abend* ist in einer Datenbank beispielsweise ohne jeglichen Kontextbezug mit dem Zeitraum 18 bis 24 Uhr belegt. Im Zusammenhang mit der Information *Kino* kann dieser etwa auf 20 bis 22:30 Uhr eingegrenzt werden, da dies den üblichen Zeiten der Abendvorstellungen entspricht.

Auch der Ort wird durch den Kontext *Kino* weiter eingegrenzt. Um welches Kino es sich genau handeln wird, kann erst durch das Hinzuziehen von Erfahrungen vorgenommen werden. Dies wird in den kommenden beiden Abschnitten erläutert. Es kann durch das Auffinden von bekannten Strukturen und Beziehungen (III) oder durch das Ermitteln von Wahrscheinlichkeiten (IV) erfolgen.

III. Begründete Beziehungen und Strukturen

Um für das Beispiel den Ort weiter eingrenzen zu können, erfolgt dies maschinell durch das Erkennen von verschiedenen Strukturen und Beziehungen innerhalb eines Themengebietes und durch Verknüpfung von Themengebieten untereinander.

So kann etwa die Standortinformation verschiedener Kinos mit dem aktuellen Aufenthaltsort der beiden Kommunikationspartner miteinander in Beziehung gesetzt werden. Zudem kann die Erfahrung, dass die letzten Kinobesuche am selben Ort stattgefunden haben, genutzt werden, um zu argumentieren, dass es sich in diesem Fall wieder um dasselbe Kino handelt.

Technisch konkret lässt sich dies etwa in sogenannten semantischen Netzen widerspiegeln (Ertel 2008).

IV. Vorhersagen machen

Die vierte KI-Funktion ermittelt aus den bisherigen Informationen Eintrittswahrscheinlichkeiten für zukünftige Ereignisse.

Auf das Beispiel *Kino* bezogen, könnte etwa die Wahrscheinlichkeit für das Ansehen eines bestimmten Films ermittelt werden. Weiß ein KI-System beispielsweise aus der Vergangenheit, dass sich die beiden Kommunikationspartner regelmäßig Filme eines bestimmten Genres anschauen, kann es durch Vergleichen mit dem aktuellen Kinoprogramm eine sinnvolle Vorauswahl treffen.

V. Entscheidungen treffen

Auf Grundlage des gesammelten Wissens werden schließlich Entscheidungen für das weitere Vorgehen abgeleitet.

Ein KI-System kann beispielsweise aufgrund seines Wissens zu der Entscheidung kommen, dass es sich im obigen Beispiel um die Abendvorstellung um 20 Uhr des Filmes *xy* im Kino des Nachbarortes handelt und hierfür noch zwei Eintrittskarten sowie Sitzplatzreservierungen benötigt werden.

VI. Etwas Neues generieren

Hierunter ist das Erschaffen beziehungsweise Generieren neuer Werte zu verstehen.

Dies kann ein informeller Wert sein, zum Beispiel durch eine Systemmitteilung in Form einer Textnachricht, die durch eine KI generiert wurde.

Oder es handelt sich um einen materiellen Wert. Es gibt beispielsweise KIs, die Kunstwerke oder Malereien kreieren können. (Cichosch 2020)

VII. Handlungen ausführen

Auf Basis der getroffenen Entscheidung wird eine unmittelbare Handlung ausgeführt.

Im Beispiel kann dies eine Bestellung von Eintrittskarten beziehungsweise eine Reservierung von Sitzplätzen sein.

6.4.3 Anwendung auf den Beispielfall

Bezüglich des Beispielfalls *Programmieren lernen mit Java* wird analog zum vorhergehenden Kapitel als Erstes der KI-Typ ermittelt und anschließend festgestellt, welche KI-Funktionen beteiligt sind.

Ermittlung des KI-Typs

Wird KI ausschließlich für das maschinelle Korrigieren der Praktikumsaufgaben genutzt, so stellt dies ein auf KI basierendes System dar. Es werden lediglich die Eingabedaten im Hintergrund durch eine KI ausgewertet und anschließend eine bewertete Rückmeldung zur Verfügung gestellt.

Genau genommen handelt es sich um eine Kombination von KI- und regelbasierenden Systemen, denn Teile, wie die reine Prüfung auf Kompilierbarkeit des Quellcodes oder Ausführbarkeit des Programms, können mittels statischer Programmierparadigmen vorgenommen werden.

Es erfolgt jedenfalls keine direkte Interaktion mit den Studierenden, was ein KI verwendendes System und somit auch eine Voll-KI-Lösung ausschließt.

Eine Ausweitung der KI-Nutzung ist, wie in den vorigen Kapiteln festgestellt wurde, durchaus denkbar. Demnach sollte eine direkte Interaktion mit den Lernenden in Erwägung gezogen werden, um das volle Potential einer KI-Lösung auszunutzen. Die fixen Elemente (Prüfung der Kompilier- und Ausführbarkeit) bleiben in diesem Fall erhalten, wodurch sich auch hier eine Kombination aus KI und regelbasierendem System ergibt.

Welche Aufgaben regelbasiert und welche mittels KI vorgenommen werden, ist nochmals in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Regelbasierte und durch KI getätigte Programmabläufe

Regelbasiert	**KI**

- Prüfung auf:
  - Kompilierbarkeit
  - Ausführbarkeit
  - Lösen der gestellten Aufgabe
- Hinterlgete Programmtests
  (etwa *Unit*-Test in *Java*)
	- Bewertung des Programmierstils
	- Empfehlungsmanagement
	- Interaktion mit den Studierenden

Beteiligte KI-Funktionen

Es müssen an dieser Stelle nur noch diejenigen Arbeitsschritte betrachtet werden, an denen KI beteiligt ist. Diejenigen, die im vorigen Abschnitt als regelbasierend klassifiziert wurden, müssen nicht mehr herangezogen werden.

Bei einer Nutzung von KI zur reinen Auswertung der Praktikumsaufgaben sind die Funktionen I bis III und VI betroffen.

Der geschriebene Quellcode muss auf den Programmierstil hin analysiert werden. Hierzu müssen die Codezeilen zunächst in Informationen umgewandelt werden (I), um die entsprechende Programmieranweisung innerhalb eines Codeblocks zu identifizieren.

Durch die Verknüpfung mit dem Kontext – in diesem Fall dem entsprechenden Aufgabentyp – und den Erfahrungen des Programmierers, lässt sich nun aus den gewonnenen Informationen Wissen erzeugen (II).

Aus den gesammelten Erfahrungen lässt sich über die Zeit ein Programmierstil erkennen, der einem Studierenden begründet zugeordnet werden kann (III), so dass hierauf bei Bedarf immer wieder referenziert werden kann.

Die anschließend an die Studierenden übermittelte Rückmeldung stellt eine neu generierte Information in Textform dar. Somit ist diesbezüglich die VI. Funktion betroffen.

Wird das System insofern erweitert, dass zusätzlich ein Empfehlungsmanagement und eine direkte Interaktion mit den Studierenden, etwa durch Hilfestellungen beim Bearbeiten der Aufgaben, angeboten werden, sind zudem die Funktionen IV, V und VII berührt.

Um eine sinnvolle Unterstützung beim Programmieren zu leisten, kann es erforderlich sein, die nächsten Schritte des Studierenden vorherzusagen (IV). Beispielsweise kann ermittelt werden,

ob er sich weiter von der Lösung der Aufgabe entfernt und ihm durch gezielte Hinweise geholfen werden kann.

Als nächstes ist eine Entscheidung zu treffen, ob und wenn ja, welche Hinweise platziert werden. Dies hängt von der gewählten Strategie ab. Durch das Prinzip der minimalen Hilfe kann hier mehr oder weniger Hilfestellung geleistet werden. Die KI hat zu entscheiden, in welchem Grad sie Unterstützung anbietet (V).

Das Handeln an sich wird schließlich durch die Funktion VII repräsentiert und kann zum Beispiel durch Hinweise in Textform, die am Bildschirmrand platziert werden, oder durch Sprachansage erfolgen.

Welche Aufgaben die jeweilige KI-Funktion betreffen, ist nochmals in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Betroffene KI-Funktionen

KI-Funktion	**Aufgabe**
Informationen generieren	- Identifizierung der Programmieranweisungen - Generierung von Informationen aus dem Programmcode - Auswertung der Dialognachrichten (bei Einsatz eines *Chatbots*)
Verknüpfungen herstellen	- Erfahrungen des Programmierers und Kontext miteinander verknüpfen, um Wissen zu generieren
Begründete Beziehungen und Strukturen	- Ermittelter Programmierstil, einem bestimmten Programmierer zugeordnet, auf den referenziert werden kann
Vorhersagen machen	- Die nächsten Programmierschritte voraussagen, um bei Bedarf eingreifen zu können
Entscheidungen treffen	- Entscheiden, wann, an welcher Stelle und bis zu welchem Grad Hilfe angeboten wird
Etwas Neues generieren	- Generierung von entsprechenden Rückmeldungen an den Programmierer
Handlungen ausführen	- Hilfestellung durch gezieltes Einblenden von Hinweisen

6.5 Fünftes Kriterium – Herausforderungen

Bezüglich des Einsatzes einer KI-Lösung ergeben sich gewisse Hürden, die für eine konkrete Implementierung überwunden werden müssen. In Anlehnung an (Hofmann et al. 2020) gibt es drei Kontextfaktoren, in denen Herausforderungen identifiziert werden. Neben den drei Kernbereichen existieren noch weitere Faktoren, auf die nur kurz eingegangen wird.

Die im Folgenden betrachteten Kontextfaktoren sind:

I. Technik

II. Umwelt

III. Organisation

IV. Weitere

Das folgende Ishikawa-Diagramm[4] stellt die einzelnen Faktoren in grafischer Form dar (Ishikawa 1990). Es enthält zunächst nur die genannten Oberpunkte. Zum Ende des Kapitels wird es nochmals mit den jeweiligen Herausforderungen komplettiert aufgeführt.

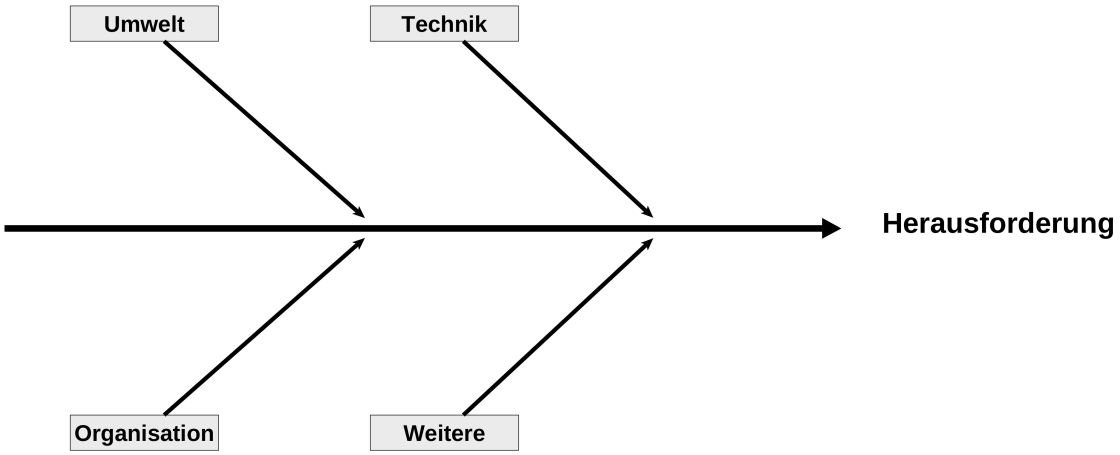

Abbildung 10: *Ishikawa*-Diagramm, Grundform
selbsterstellte Grafik

I. Technik

Die Technik spielt bezüglich der Verwendung von KI in der Lehre eine sehr wichtige Rolle. Diesbezüglich gibt es einige Punkte, die für einen erfolgreichen Einsatz der Technologie beachtet werden müssen.

[4] Das Diagramm ist auch als *Ursache-Wirkung-Diagramm* beziehungsweise aufgrund seiner Form auch unter der Bezeichnung *Fischgrätendiagramm* bekannt.

Einer dieser Punkte bezieht sich auf die verschiedenen **Wissensarten**. Bezüglich des Einsatzortes einer KI (Kapitel 6.1) kam beim Autor dieser Thesis die Fragestellung auf, ob jene grundsätzlich in jedem Modul einsetzbar ist. Die Herausforderung besteht an dieser Stelle, zu prüfen, innerhalb welcher Wissensbereiche KI auf geeignete Weise eingesetzt werden kann. Vermutlich gibt es bezogen auf die Art des zu vermittelnden Wissens Bereiche, in denen ein Einsatz der Technologie sinnvoll erfolgen kann, in anderen Bereichen wird sich dies vermutlich wiederum schwieriger gestalten.

Es besteht die Vermutung, dass ein Einsatz in Gebieten mit strukturiertem Wissen, wie in der Mathematik oder dem Erlernen von Programmiersprachen, besser geeignet ist als in geisteswissenschaftlichen Gebieten, in denen es sehr viel auf Interpretationen ankommt. Dies sollte bei weiteren Auseinandersetzungen mit der Thematik nochmals ergründet werden.

Eine mögliche Hilfestellung zur Annäherung an diese Thematik könnte eine nach (Stacey 2003) und im Folgenden exemplarisch dargestellte *Stacey-Matrix* bieten. Sie bezieht sich ursprünglich auf das Projektmanagement, lässt sich jedoch auch auf den Bereich Lehre übertragen.

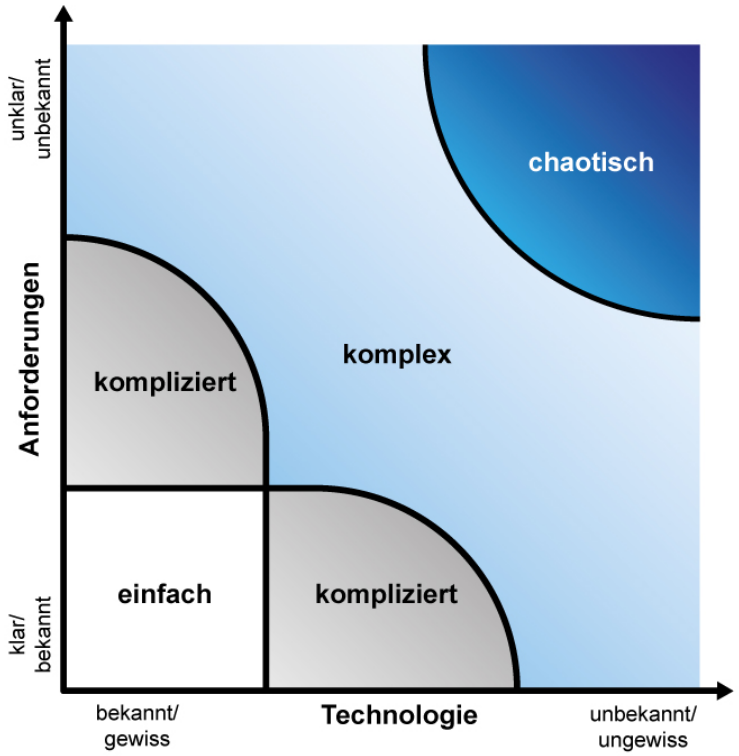

Abbildung 11: Exemplarische *Stacey-Matrix*
(Appcom 2019)

Auf der x-Achse der Matrix ist die *technische Umsetzbarkeit* von leicht bis hin zu schwer und auf der y-Achse sind die Anforderungen vermerkt. Im Kontext *Lehre* könnten nun die Anforderungen durch die Kategorie *Wissensarten* ersetzt werden. Die Einteilung könnte von *strukturiert / gut vermittelbar* bis *verschachtelt / schwierig zu vermitteln* reichen.

Im linken unteren Bereich sind nun diejenigen Wissensarten verortet, die sehr gut strukturiert sind und auch sehr einfach technisch implementiert werden können. Für diesen Bereich ist nicht unbedingt eine KI erforderlich. Die reine Prüfung auf Ausführbarkeit eines Rechnerprogramms ist ein Beispiel hierfür.

Darüber befindet sich der *komplizierte* Bereich, in dem KI sehr gut Anwendung finden könnte und für den es in den meisten Fällen bereits vorhandene Technologien oder Prototypen gibt.

Im hierüber liegenden Bereich des *Komplexen* wäre ein Einsatz denkbar, wird sich jedoch vermutlich schwieriger gestalten. Es existieren möglicherweise noch keine Technologien. Diese müssten erst noch entwickelt werden.

Im *chaotischen* Bereich, rechts oben, wäre nach der Matrix zu urteilen ein Einsatz von KI nicht möglich. Die Art der Wissensvermittlung wäre mit den technischen Mitteln nicht realisierbar.

Die hier exemplarisch gezeigte Matrix dient an dieser Stelle lediglich der Verdeutlichung des Sachverhalts. Wie die Einteilung der Achsen und der Verlauf der einzelnen Bereiche genau gewählt wird, ist vom jeweiligen Einzellfall abhängig.

Auch die **Qualität** eines KI-Systems spielt eine entscheidende Rolle. Sie kann unter zwei Gesichtspunkten betrachtet werden. Der direkt folgende Absatz beleuchtet die technischen Herausforderungen. Der danach folgende Abschnitt II setzt sich mit der Interaktion zwischen Mensch und KI auseinander.

Technisch betrachtet fällt unter den Qualitätsbegriff die fehlerfreie Arbeitsweise eines Systems. Eine KI ist nicht von vornherein intelligent. Sie ist zunächst lediglich auf eine Art und Weise konstruiert, die ihr erlaubt, bestimmte Dinge intelligent lösen zu können. Wie auch ein Mensch benötigt sie jedoch Erfahrungen, um entsprechende Aufgabe wirklich intelligent zu bewerkstelligen. Diese müssen ihr sozusagen erst einmal beigebracht werden. (Ertel 2008; Goertz 2019)

Erfolgen kann dies mittels *überwachtem Lernen*, indem die KI zu einer generierten Lösung durch einen Mensch eine reaktive Rückmeldung bezüglich der Korrektheit jener bekommt. Auf diese Weise kann die KI an Hand der Referenz lernen und kommt nach einer gewissen Trainingszeit innerhalb des eingesetzten Aufgabengebietes selbständig zum richtigen Ergebnis. (Alpaydin 2008; Ertel 2008)

Ein Praxisbeispiel hierzu ist das Konzipieren von Stühlen durch eine KI, wie es in (Cichosch 2020) erprobt wurde. Diese musste zuerst entsprechend eingelernt werden, indem ihr regelmäßig Rückmeldungen gegeben wurden. Der erste Stuhl war beispielsweise noch zu unbequem, um darauf sitzen zu können. Dies wurde der KI mitgeteilt, sie konzipierte daraufhin einen komfortableren Stuhl.

II. Umwelt

Unter dem Umweltaspekt ist in diesem Sinne die Umgebung gemeint, in der **Mensch und KI** gemeinsam **interagieren**. Diesbezüglich gibt es einige Herausforderungen für ein erfolgreiches Miteinander.

Ein Faktor ist zum Beispiel die *Akzeptanz* der Technologie. Einige Menschen sind dieser gegenüber offener eingestellt, auf der anderen Seite wird eine gewisse Skepsis geäußert oder sogar die Interaktion strikt verweigert. Es gilt diesbezüglich herauszufinden, wie Studierende, aber auch das Lehrpersonal, gegenüber einer KI-Nutzung in der Lehre eingestellt sind.

Dies hängt stark von der *Erwartungshaltung* ab. Einerseits wird die Technik überschätzt. Es wird erwartet, dass sie in der Lage ist, jedes Problem immer korrekt zu lösen. Dass sie dem menschlichen Organismus in gewissen Punkten nachempfunden ist, wie im Falle der künstlichen neuronalen Netze, und der Mensch eben sowenig fehlerfrei ist, wird hier oft nicht bedacht. Andererseits kommt es zu einer Unterschätzung. Es stellt sich die Erwartung ein, dass der Maschinencode fehleranfällig und nicht in der Lage ist, seine Aufgabe adäquat zu lösen. (Alpaydin 2008; Kirste und Schürholz 2019)

Brisant wird es dann, wenn der KI tatsächlich Fehler unterlaufen. Hierdurch wird eine entsprechende Erwartungshaltung bestärkt. Wo sonst ein gewisses Vertrauen herrscht, etabliert sich in diesem Fall eher ein Misstrauen gegenüber des verwendeten Systems.

Dieses hängt mit der Qualität der verwendeten Technik zusammen, aber auch mit der Erscheinungsform einer KI. Diese kann beispielsweise als humanoider Roboter, wie sie das Japanische Unternehmen *SoftBank Robotics* produziert, in Erscheinung treten (SoftBank Robotics Group 2020). Oder es erfolgt ein Einsatz mittels eines gewöhnlichen Rechners, der mit einfachen Peripheriegeräten, wie Bildschirm, Maus und Tastatur, ausgestattet ist. In diesem Fall ist nicht unbedingt auf den ersten Blick zu erahnen, dass im Hintergrund mit KI-Technik gearbeitet wird.

Entscheidend für eine Urteilsbildung dürfte letztendlich die persönliche Einstellung des jeweiligen Benutzers sein.

III. Organisation

Unter diesen Punkt fallen organisatorische Hürden, wie die Unterstützung eines Projekts durch die Hochschulleitung oder die Bereitstellung von finanziellen Mitteln.

Bei einem Forschungsprojekt dürften die Kosten in der Regel zunächst hoch sein. Ein Nutzen ergibt sich meist erst dann, wenn ein lauffähiger Prototyp entwickelt werden konnte, mit dem weitere Tests erfolgen können. Um so wichtiger ist in so einem Fall, dass entsprechende

Forschungsgelder bewilligt werden und die organisatorischen Rahmenbedingungen abgesteckt werden.

IV. Weitere

Neben den oben angesprochenen Faktoren ergeben sich je nach Kontext weitere Hürden. Einige werden hier kurz aufgeführt. Weitere lassen sich durch anschließende Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet identifizieren.

Bei einer konkreten Umsetzung einer KI-Lösung in der Lehre kann der Punkt **Datenschutz** von besonderer Wichtigkeit sein. Gerade in Deutschland. Eine KI benötigt gute, vor allem aber viele Daten, um sinnvolle Ergebnisse liefern zu können. Da bezüglich eines Einsatzes in der Hochschullehre personenbezogene Daten über die Studierenden gesammelt, verarbeitet und gespeichert werden, sollte dieser Aspekt vorab geklärt werden. (Horn 2019)

Daneben könnten noch weitere Aspekte, wie **ethische Richtlinien**, die **Gesetzeslage** oder **politische Entscheidungen** Einflüsse auf die Nutzung von KI in der Lehre haben.

Grafische Darstellung der Herausforderungen

Das eingangs des Kapitels vorgestellte Ishikawa-Diagramm ist in der folgenden Abbildung nochmals um die oben angesprochenen Punkte erweitert worden. Zusätzliche Faktoren, die sich aus weiteren Forschungsaktivitäten ergeben, können ebenso im Nachhinein in das Diagramm eingetragen werden.

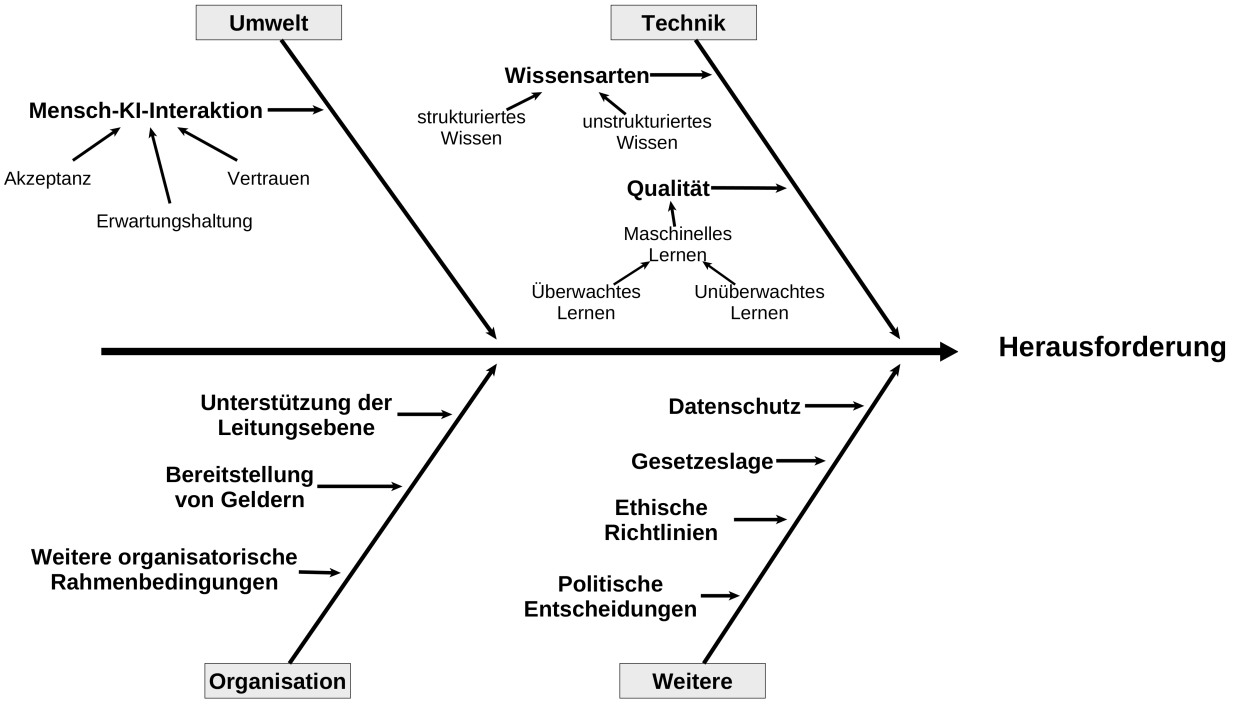

Abbildung 12: *Ishikawa*-Diagramm, KI in der Lehre
selbsterstellte Grafik

6.5.1 Anwendung auf den Beispielfall

Auch bei der Verwendung von KI zum Programmierenlernen mit *Java* müssen die selben Kontextfaktoren wie oben beachtet werden.

Bezugnehmend auf die verschiedenen **Wissensarten** kann dieser Beispielfall zunächst in den Bereich des *Komplizierten* eingeordnet werden. Es wird vermutet, dass das Wissen aus dem Bereich der Programmiersprachen geeignet ist, zumindest ist es gut strukturiert und lässt sich somit leicht verarbeiten. Insbesondere deshalb, da gewisse Teile regelbasiert verarbeitet werden können, wie die Prüfung auf Kompilierbarkeit oder Ausführbarkeit. Konkret kann dies hier jedoch noch nicht beantwortet werden. Hierzu müssen weiterführende Untersuchungen des Teilgebiets stattfinden.

Auch die **Umweltfaktoren** können noch nicht genau beurteilt werden, da hierzu weitere Aktivitäten und Erprobungen, insbesondere mittels eines Prototypen, notwendig sind. Interessant wäre vorab ein Vergleich der verschiedenen Erwartungshaltungen von Studierenden, aber auch die Ermittlung der Standpunkte von Lehrenden gegenüber eines KI-Einsatzes.

Die Hochschulleitung muss auch in diesem Fall die **notwendigen Rahmenbedingungen** zur Verfügung stellen, damit weiteres Forschen und etwaige technische Umsetzungen bezüglich dieses Beispielfalls gewährleistet sind. In jedem Fall sollten weitere Tätigkeiten auf dem Gebiet in enger Absprache oder besser in Kooperation mit dem Lehrenden des Moduls stattfinden.

Im Zusammenhang mit weiteren Aktivitäten in diesem Bereich werden aller Wahrscheinlichkeit nach neue Faktoren zum Tragen kommen, die beispielsweise in dem vorgestellten Ishikawa-Diagramm ergänzt werden können.

6.6 Sechstes Kriterium – Implementierung

Das letzte Kapitel beschäftigt sich schließlich mit der Planung eines tatsächlichen KI-Einsatzes in der Praxis. Hierbei ist zu klären, welche Punkte bezüglich einer Implementierung Beachtung finden müssen und wie sie konkret umgesetzt werden sollen. Im Prinzip handelt es sich um die Aufstellung eines Projektplans, der alle Faktoren für die Umsetzung einer technischen Lösung beinhaltet.

Bezüglich einer konkreten Implementierung in die Praxis handelt es sich um ein Folgeprojekt. An dieser Stelle werden basierend auf den im vorigen Kapitel identifizierten Herausforderungen Handlungsempfehlungen für die weitere Auseinandersetzung mit der Thematik mitgegeben.

Es werden im Folgenden exemplarisch die Kontextfaktoren *Technik* (I), *Umwelt* (II), *Organisation* (III) und *Datenschutz* (IV) betrachtet.

I. Technik

Bezüglich der Art und Weise der technischen Umsetzung gibt es grundsätzlich drei Möglichkeiten, die je nach Bedarf gewählt werden können:

1. Eine technische Lösung ist bereits auf dem Markt vorhanden.
2. Es erfolgt eine Eigenentwicklung einer technischen Lösung.
3. Ein Dienstleister wird mit der Entwicklung einer passenden Lösung beauftragt.

Verschiedene Faktoren können die Entscheidung bezüglich der technischen Umsetzung beeinflussen. Ausschlaggebend können je nach dem zeitliche oder personelle Ressourcen im Bezug auf eine Eigenentwicklung sein. Soll Entwicklungsaufwand eingespart werden, aber gleichzeitig die Möglichkeit zur Anpassung auf die eigenen Bedürfnisse bestehen bleiben, wäre die Wahl eines quelloffenen Systems vorteilhaft. Beim Bezug bestehender Lösungen aus dem Internet oder dem Kauf eines Systems ist zu klären, welche Anpassungen an die eigenen Gegebenheiten vorgenommen werden sollten und müssten.

Um Umsetzungsmöglichkeiten auf diesem Gebiet in Erfahrung zu bringen, könnte zum Beispiel eine vergleichende Recherche oder eine Marktanalyse zu verschiedenen Technologien

durchgeführt werden. Bezüglich einer eigenständigen Entwicklung könnte eine Ermittlung der benötigten und zur Verfügung stehenden Ressourcen erfolgen. Dies könnte wiederum mit den Angeboten eines Dienstleisters verglichen werden.

Ist schließlich ein erster Prototyp beschafft oder entwickelt worden, sollte entschieden werden, welche Tests durchzuführen sind. Dies kann sich als erstes auf einen reinen Funktionstest beschränken. Wird dieser bestanden, kann der Prototyp zum Beispiel innerhalb einer Vergleichsstudie eingesetzt werden, in der eine Gruppe von Studierenden mit dem Prototyp und eine andere Gruppe ohne diesen lernt.

Hierzu könnte eventuell auch eine Kooperation mit anderen Universitäten und Hochschulen in Erwägung gezogen werden, um so die Anzahl der Teilnehmer an der Studie zu erhöhen und zusätzlich von den gegenseitigen Erfahrungen zu profitieren.

II. Umwelt

Bezüglich der Akzeptanz einer technischen Lösung lassen sich zum Beispiel empirische Umfragen unter den Studierenden erheben, in denen die Einstellung und die Erwartungshaltung gegenüber einer KI im Kontext Lehre ermittelt werden. Stützen ließe sich dies zusätzlich durch Experteninterviews mit Lehrenden auf dem Gebiet.

Ergänzend kann eine Literaturrecherche zu diesen Themen möglicherweise weitere Erkenntnisse liefern. Exemplarisch wurden im Juni 2019 Studierende der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf zu ihrer Einstellung bezüglich KI an der Hochschule in einer aktuellen Studie befragt. Dieser zur Folge ist eine größere Ablehnung gegenüber einer Verwendung der Technologie zu beobachten, sofern diese die Studierenden direkt betreffe. Einsatzszenarien in anderen Bereichen, zum Beispiel in der Hochschulverwaltung, werden eher befürwortet. Weitere empirische Forschungen könnten etwa versuchen, die Beweggründe hierfür in Erfahrung zu bringen. (Kieslich et al. 2019)

Ist ein lauffähiges Exemplar einer KI-Lösung geschaffen worden, so könnten zudem Vergleichsstudien durchgeführt werden. Beispielsweise indem eine Gruppe Studierender nach wie vor von einem Menschen unterrichtet und betreut wird und eine zweite Gruppe den gleichen Inhalt via KI vermittelt bekommt. Auswerten ließe sich dies durch Beobachtungen, Bewertungsbögen und Befragungen.

III. Organisation

Organisatorisch ist es zunächst ratsam, alle Beteiligten an der technischen Umsetzung zu identifizieren. Um die Ansichten bezüglich des Vorhabens für den jeweiligen Personenkreis in Erfahrung zu bringen, könnte eine Stakeholderanalyse durchgeführt werden. Um die nötige

Unterstützung der Hochschulleitung zu erhalten, können Gespräche geführt und das Vorhaben auf geeignete Weise präsentiert werden. Bezüglich der finanziellen Mittel sind diese rechtzeitig zu beantragen.

IV. Datenschutz

Zum Thema Datenschutz bietet sich als erstes eine Recherche zur aktuellen Gesetzeslage an. Ist die Informationslage noch zu unsicher, kann zusätzlich Fachpersonal in Form von ausgebildeten Juristen hinzugezogen werden.

Exemplarischer Umsetzungsplan

Die im Folgenden abgedruckte Tabelle zeigt eine kompakte Übersicht der oben skizzierten Bereiche, wie sie in einem Projektplan enthalten sein könnte.

Tabelle 3: Exemplarischer Umsetzungsplan

Kontextfaktor	**Herausforderung**	**Herangehensweise**
Technik	Entscheidung zwischen den Implementierungsmöglichkeiten: - Kauf einer fertigen Lösung oder Nutzung freier Software - Eigenanfertigung - Beauftragung eines Dienstleisters	- Recherche beziehungsweise Marktanalyse tätigen - Entwicklungsaufwand bezüglich zeitlicher und personeller Ressourcen kalkulieren - Angebote von Dienstleistern einholen
Umwelt	Informationsbeschaffung über Akzeptanz, Vertrauen und Erwartungshaltung	Empirische Untersuchungen durchführen: - Befragungen tätigen - Einsatz von Bewertungsbögen - Experteninterviews führen
Organisation	- Identifikation der Beteiligten am Vorhaben - Unterstützung der Hochschulleitung einholen - Sicherstellung genügend finanzieller Mittel	- Stakeholderanalyse durchführen - Gespräche mit der Leitungsebene führen - Kosten-Nutzen-Analyse tätigen - Projektgelder beantragen
Datenschutz	Datenschutzbelange bei der Analyse von Massendaten berücksichtigen	- Gesetzeslage prüfen - Juristische Unterstützung hinzuziehen

6.6.1 Anwendung auf den Beispielfall

Die im vorigen Abschnitt aufgeführten Faktoren treffen ebenfalls auf das gewählte Beispiel zu. Sie werden daher an dieser Stelle nicht noch einmal erläutert. Zumal eine konkrete praktische Umsetzung abgegrenzt wurde. Stattdessen erfolgt an dieser Stelle eine kurze Vorstellung eines Prototyps, der bereits in der Praxis vorzufinden ist.

Es handelt sich um den an der Noth Carolina State University in den Vereinigten Staaten von Amerika entwickelten *JavaTutor*. Dieser lehrt Anfängern die Programmiersprache *Java*. Die Vermittlung erfolgt über ein textbasierendes Dialogsystem. Neben der reinen Wissensvermittlung ist dieser Prototyp in der Lage, durch verschiedene Mechanismen Rückschlüsse zu ziehen, die aktuelle Situation individuell zu beurteilen und bei Bedarf entsprechende Handlungsempfehlungen zu geben. (Grafsgaard et al. 2013; North Carolina State University 2020)

Der *JavaTutor* basiert hierzu auf vier unterschiedlichen Mechanismen, die über eine KI miteinander gekoppelt sind. Die textuelle Komponente basiert auf einer Eingabemaske für den Quellcode und einer weiteren, über die ein Dialog mit dem System geführt werden kann. Für das Anzeigen der Aufgabenstellung und den Instruktionen existiert ein weiteres Bildschirmfenster. Der Aufbau ist in der nachfolgenden Abbildung zu sehen.

Abbildung 13: *JavaTutor* Eingabemaske
(North Carolina State University 2020)

Das System analysiert zunächst den Dialog mit dem Studierenden sowie den eingetippten Quellcode. Um seine Rückschlüsse zu ziehen, helfen ihm jedoch noch weitere Komponenten. Über eine über dem Bildschirm angebrachte Kamera ist es in der Lage, einerseits die Gestik und andererseits die Mimik der Studierenden zu erfassen und in die Analyse mit einzubeziehen. So kann auch dann reagiert werden, wenn der Lernende den textuellen Dialogmechanismus[5] nicht aktiv benutzt.

Wird beispielsweise beim Lesen einer Aufgabenstellung durch das Auswerten von Gesten und Mimik Zweifel festgestellt, etwa durch eine gerunzelte Stirn oder eine Hand am Mund, kann sich das System erkundigen, ob alles in Ordnung ist oder eventuell Verständnisfragen bestehen, noch bevor der Studierende seine Frage aktiv in das Textfeld eingetippt hat. Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch durch das System erkannte Gesten.

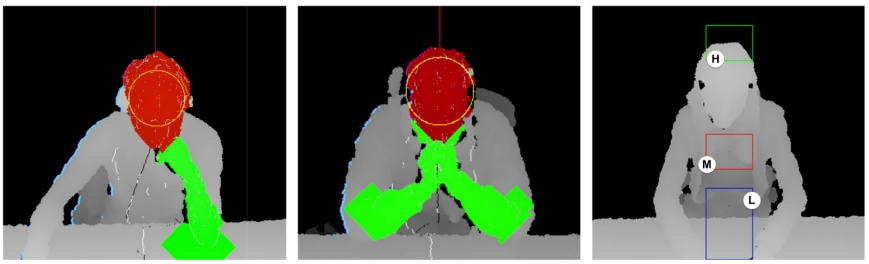

Abbildung 14: Erkennung von Gesten durch den *JavaTutor*
(Grafsgaard et al. 2013)

Die vierte Komponente besteht aus einem drahtlosen Sensor der in Form eines Armbandes am Handgelenk getragen wird. Er misst die Leitfähigkeit der Haut und übernimmt dadurch die physiologische Überwachung. Hierdurch können zum Beispiel stressartige Situationen erkannt und ebenfalls in die Analyse einbezogen werden. Dies soll die individuelle Einschätzung des Einzelnen nochmals genauer machen und bessere Rückmeldungen durch das System ermöglichen.

Folgende Abbildung zeigt nochmals den Aufbau des *JavaTutors* mit seinen verschiedenen Komponenten.

[5] Englisch: *Chat*

Abbildung 15: Studentin arbeitet mit dem *JavaTutor*
(North Carolina State University 2020)

Die in der Abbildung angebrachten farbigen Punkte kennzeichnen die unterschiedlichen Analysekomponenten:

rot: Textuelle Eingabemaske (Quellcode und Dialog mit dem System)

gelb: Kamera zur Erkennung von Gesten

blau: Erkennung der Mimik ebenfalls durch eine Kamera

grün: Messung der Leitfähigkeit der Haut (durch den am Handgelenk getragenen Sensor)

Bei dem *JavaTutor* handelt es sich um eine Eigenentwicklung des Department of Computer Science und des Department of STEM Education an der North Carolina State University.

Auch durch intensivere Recherche konnte nicht ermittelt werden, ob es sich um ein frei verfügbares System handelt. Es wird vermutet, dass dieses zur Zeit lediglich internen Forschungszwecken dient und eine öffentliche Nutzbarkeit *noch* nicht stattfindet.

Dennoch zeigt dieses Beispiel, dass eine Verwendung von KI im Kontext des Erlernens einer Programmiersprache wie *Java* sehr wohl geeignet erscheint. Auf der Internetseite des *JavaTutor* werden Publikationen zum Projekt zur Verfügung gestellt (North Carolina State University 2020). Ihnen zur Folge konnten bereits gute Ergebnisse erzielt werden. Laut einer Veröffentlichung aus dem Jahr 2013 war es zum Beispiel gelungen, Studierenden ohne jegliche Vorerfahrungen auf dem Gebiet der Informatik die Anfänge der Programmiersprache *Java* zu vermitteln, so dass sie in der Lage waren, eigene kleine Programme zu entwickeln (Grafsgaard et al. 2013).

Für weitere Forschungen in diesem Teilbereich würden sich nun tiefer gehende Recherchearbeiten anbieten. Gegebenenfalls wird diesbezüglich auch eine Kooperation mit einer Universität oder Hochschule in Erwägung gezogen, die in diesem Schwerpunkt tätig ist.

7 Zusammenfassung und Diskussion

Diese Bachelorthesis hat sich mit der Fragestellung auseinandergesetzt, wie Künstliche Intelligenz (KI) an deutschen Hochschulen in geeigneter Weise eingesetzt werden kann, um hieraus für die Lehre einen spezifischen Mehrwert zu erzielen.

Hierzu wurde eine Systematik bestehend aus sechs verschiedenen Prüfkriterien entwickelt, um an Hand dieser Anwendungsfälle zu identifizieren und für diese eine qualitative Bewertung vornehmen zu können. Die Anwendung der Kriteriensystematik ermöglicht es, die Komplexität realer Einsatzszenarien modellhaft herunterzubrechen und so Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Fällen herzustellen.

Es erfolgte eine beispielhafte Betrachtung des Moduls *Programmiersprachen I* im Studiengang Angewandte Informatik an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH-OWL), um die Einsetzbarkeit von KI zum Erlernen der Programmiersprache *Java* zu ermitteln.

Nach Anwendung der Systematik kommt diese Thesis zu dem Schluss, dass eine Verwendung der KI-Technologie für den untersuchten Fall grundsätzlich möglich ist. Es bietet sich zunächst ein Einsatz im Rahmen von Korrekturtätigkeiten von Praktikumsaufgaben an, um hierdurch eine Entlastung des Lehrpersonals zu ermöglichen. Nach einer prototypischen Erprobungsphase kann im weiteren Verlauf eine Ausweitung auf andere Modulbereiche erfolgen.

Die nachfolgend aufgeführte Tabelle zeigt noch einmal übersichtlich die einzelnen Kriterien und diesbezüglich die jeweiligen Überprüfungsziele.

Tabelle 4: Aufbau der Kriteriensystematik

Einsatzort	- Wo in der Lehre - In welchem Modul - In welchem Modulteil
Mehrwert	Für bestimmte Interessensgruppen: - Institution - Lehrende - Lernende

Arbeitsweise	- Art der Wissensaneignung
	- Verschiedene Wissensarten
	- Orientierung an didaktischen Modellen (etwa *Constructive Alignment*)
	- Fokussierung auf die Bereiche:
	  - Lernziele
	  - Lehr- und Lernmethoden
	  - Prüfungsmethoden
	- Analysieren des:
	  - Lerntyps
	  - Lernpfades
	  - Kenntnisstandes

Technische Varianten	Verwendung technischer Modelle zur Klassifizierung und Beschreibung von: - KI-Typen und - KI-Funktionen

Herausforderungen	- Identifizierung von Herausforderungen einer Umsetzung in die Praxis
	- Betrachtung der Kontextfaktoren:
	  - Technik
	  - Umwelt
	  - Organisation
	  - Weitere (zum Beispiel Gesetzeslage, ethische Richtlinien und Andere)

Implementierung	- Erstellung eines Umsetzungsplans mit konkreten Tätigkeiten für eine Implementierung in die Praxis

In den folgenden Abschnitten werden die Überprüfungsergebnisse der einzelnen Kriterien zusammenfassend aufgeführt. Hierbei wird ebenso auf Problematiken aufmerksam gemacht, die innerhalb dieser Thesis nicht geklärt werden konnten und bezüglich welcher es weiterer Untersuchungen bedarf.

Einsatzort einer KI

Die Anwendung der Kriteriensystematik hat sich auf den Einsatz von KI innerhalb von Modulen eines Studiengangs beschränkt. Eine Überprüfung auf andere Bereiche in der Hochschullandschaft, beispielsweise generelle Unterstützungsangebote für Studierende im universitären Alltag, konnte aufgrund restriktiver Ressourcen nicht stattfinden. Des Weiteren erfolgte lediglich eine Untersuchung *eines* Beispielfalls. Für anschließende Forschungstätigkeiten auf diesem Gebiet sollte daher eine Untersuchung mit weiteren Anwendungsfällen durchgeführt werden.

Mehrwert aus einem KI-Einsatz

Aus Sicht der Institution ist eine Tendenz hin zu einer stetigen Verbesserung der Qualität der Lehre unter Einbeziehung technologischer Möglichkeiten erkennbar. Welcher spezifische Mehrwert sich aus einer KI-Nutzung ergibt, kann nicht verallgemeinert werden. Weitere Aspekte müssen für den jeweiligen Einzellfall gesondert betrachtet werden. Als Annäherung können empirische Befragungen von Studierenden und Lehrenden sowie Interviews mit den jeweiligen Modulbeauftragten und Experten im Bereich der KI durchgeführt werden.

Arbeitsweise einer KI

Zur Erläuterung des Vorgehens einer KI bezüglich des Erwerbs und der Vermittlung von Wissen wurde ein grundlegendes Modell aus der Didaktik herangezogen. Um die Thematik tiefer zu durchdringen und weitere Forschungsergebnisse generieren zu können, sollten sich zukünftige Aktivitäten mit der Betrachtung erweiterter didaktischer Modelle befassen, welche im Anschluss in die vorhandene Kriteriensystematik integriert werden können.

KI-Varianten

Zur Klassifizierung nach verschiedenen Varianten von KI wurde ebenfalls ein theoretisches Modell aus der Literatur verwendet, mit dem es möglich ist, notwendige Aspekte bezüglich einer konkreten Implementierung zu identifizieren. Im Zuge von sich anschließenden Untersuchungen ergibt sich möglicherweise eine Anpassung des verwendeten Modells auf individuellere Gegebenheiten.

Herausforderungen

Die Herausforderungen bezüglich einer konkreten Implementierung eines Anwendungsfalls sind in Anlehnung an (Hofmann et al. 2020) in die drei Kontextfaktoren *Technik*, *Umwelt* und *Organisation* unterteilt worden, zu denen tiefer gehende Untersuchungen stattfinden müssen.

Kernaspekte bezogen auf Technik und Umwelt bilden unter Anderem die Interaktion zwischen Mensch und KI sowie die Qualität einer KI-Lösung, welche zu einem Großteil ausschlaggebend

für die Akzeptanz dieser ist. Der aktuelle Forschungsstand zeigt, dass es diesbezüglich noch einige Diskrepanzen innerhalb der Gesellschaft gibt. Um hierzu weitere Informationen zu gewinnen, kann eine empirische Studie unter Studierenden vorgenommen werden.

Organisatorisch sollte die Zusicherung der Leitungsebene für die Genehmigung von Forschungsprojekten und Zurverfügungstellung von Geldern durch offene Gespräche eingeholt werden.

Weitere Aspekte sind beispielsweise der Datenschutz, aber auch andere gesetzliche Bestimmungen, politische Entscheidungen oder ethische Richtlinien müssen entsprechende Beachtung finden. Daneben werden sich mit Fortsetzung der Forschungsaktivitäten zusätzliche Faktoren ergeben, die entsprechend berücksichtigt werden müssen.

Implementierung

Die tatsächliche Umsetzung einer KI-Lösung in die Praxis ist ein weiterer Meilenstein. Für Folgeprojekte kann die Planung und Entwicklung eines Prototyps fokussiert werden. Die im vorigen Abschnitt aufgezeigten Faktoren können als Ansatzpunkte für die weitere Planung verwendet werden.

Generelle Bewertung der Systematik

Allgemein hat sich im Zuge der Bearbeitung herausgestellt, dass sich für eine Identifikation möglichst vieler ausschlaggebender Faktoren eine iterative und inkrementelle Anwendungsweise der Kriteriensystematik anbietet. Ebenso muss die Durchführung nicht zwingend beim ersten Kriterium beginnen und es ist keine strenge Einhaltung der Reihenfolge notwendig. Ergeben sich während der Anwendung Aspekte bezüglich eines anderen Kriteriums, kann die Bearbeitung ohne Weiteres an der aktuellen Stelle pausiert und sich jenen Aspekten zugewandt werden.

Weiterhin kann die Systematik durch ein punktuelles Bewertungsschema erweitert werden, so dass sich im Hinblick auf eine quantitative Untersuchung mehrerer Anwendungsfälle ein messbarer Wert bezüglich der Nutzbarkeit von KI für den jeweiligen Fall angeben lässt. Auf diese Weise wird die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Einsatzgebieten erhöht.

Mit sich an diese Bachelorthesis anschließenden Forschungsaktivitäten sollte eine erneute Durchführung der Kriteriensystematik auf verschiedene weitere Anwendungsfälle vorgenommen werden. Hierdurch lässt sich weiteres Potential für *KI in der Lehre* identifizieren. Zudem können hierdurch eventuelle Schwachstellen erkannt und die Systematik somit für zukünftige Verwendungen stetig verbessert werden.

8 Fazit

Im Hinblick auf den aktuellen Forschungsstand (Kapitel 2) zeichnet sich ab, dass immer mehr Hochschulen in der Integration neuester Technologien in den Lehrbetrieb Potentiale für eine Verbesserung der Qualität der Lehre sehen. Auf Informationstechnologie (IT) basierende digitale Lernszenarien werden schon seit längerem eingesetzt. In neuesten Entwicklungen wird zunehmend der Einsatz von KI fokussiert. Hierdurch werden eine individuelle Betreuungslage und ein auf den jeweiligen Studierenden zugeschnittenes Lernempfehlungsmanagement möglich, wodurch die Lehrqualität noch einmal auf persönlicher Ebene gesteigert wird.

Ob ein Einsatz der KI-Technologie in der Hochschullandschaft möglich ist, ist an dieser Stelle nicht mehr zu bezweifeln. Vielmehr ist die ausschlaggebende Frage, auf welche Art und Weise ein KI-Einsatz erfolgen muss, um einen möglichst großen Mehrwert für die beteiligten Interessensgruppen zu schaffen.

Durch Anwendung einer in dieser Bachelorthesis entwickelten Kriteriensystematik ist es gelungen, einen exemplarischen Anwendungsfall bezüglich des Programmiersprachenerwerbs zu identifizieren. Durch die Untersuchungen am Beispiel konnte ein geeigneter und sinnvoller Einsatz der Technologie abgeleitet werden, womit die eingangs aufgestellte Hypothese bestätigt wird.

Die vorgestellte Systematik ist eine mögliche Herangehensweisen, um einen Zugang zu dem Thema *KI in der Lehre* zu schaffen. Für ein tiefer gehendes Verständnis sind weiterführende Forschungen notwendig. Diese Bachelorthesis soll diesbezüglich als erster Wegweiser für einen sich anschließenden wissenschaftlichen Diskurs aufgefasst werden.

Insgesamt bietet *KI in der Lehre* ein großes Potential. Dieses Potential sollte zur sinnvollen Ergänzung der bestehenden Lehre, nicht aber als deren Ersatz eingesetzt werden.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Aebli, Hans (2019). *Zwölf Grundformen des Lehrens: Eine allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus.* 15. Aufl. Stuttgart: Klett-Cotta.

Al -Luhaybi, Mashael, Leila Yousefi, Stephen Swift, Steve Counsell und Allan Tucker (2019). „Predicting Academic Performance: A Bootstrapping Approach for Learning Dynamic Bayesian Networks". In: *Artificial Intelligence in Education.* 20th International Conference, AIED 2019, Chicago, IL, USA, June 25 to 29, 2019, Proceedings, Part 1. Hrsg. von Seiji Isotani, Eva Millán, Amy Ogan, Peter Hastings, Bruce McLaren und Rose Luckin. Cham: Springer, S. 26–36.

Alan, Yilmaz, Nils Urbach, Silvana Hinsen, Jan Jöhnk, Patrick Beisel, Malte Weißert, Stephan Blumenthal und Peter Hofmann (Nov. 2019). *Think beyond tomorrow: KI, mein Freund und Helfer: Herausforderungen und Implikationen für die Mensch-KI-Interaktion.* Ohne Ort: Ernst & Young, Fraunhofer FIT. URL: `https://www.fim-rc.de/Paperbibliothek/Veroeffentlicht/1048/wi-1048.pdf` (besucht am 29. 02. 2020).

Albacete, Patricia, Pamela Jordan, Sandra Katz, Irene-Angelica Chounta und Bruce M. McLaren (2019). „The Impact of Student Model Updates on Contingent Scaffolding in a Natural-Language Tutoring System". In: *Artificial Intelligence in Education.* 20th International Conference, AIED 2019, Chicago, IL, USA, June 25 to 29, 2019, Proceedings, Part 1. Hrsg. von Seiji Isotani, Eva Millán, Amy Ogan, Peter Hastings, Bruce McLaren und Rose Luckin. Cham: Springer, S. 37–47.

Alpaydin, Ethem (2008). *Maschinelles Lernen.* 1. Aufl. München: Oldenbourg.

Appcom (11. Feb. 2019). *Stacey-Matrix-2.* appcom Blog. URL: `http://blog.appcom-interactive.de/agiles-schaetzen-mit-planning-poker/stacey-matrix-2/#main` (besucht am 28. 02. 2020).

Bazhin, Alexander (2017). *Lernen lernen in Studium & Weiterbildung: Schlüsselkompetenzen und Lernmethoden für den persönlichen Erfolg.* 1. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Berk, Ivo van den, Robert Kordts-Freudinger, Marianne Merkt, Peter Salden und Antonia Scholkmann (2019). *Themenheft: Ein hochschuldidaktischer Blick auf die Qualität in der Hochschulentwicklung.* Hrsg. von Sylvia Heuchemer, Birgit Szczyrba und Timo van Treeck. Jahrgang 5. die hochschullehre.

Biggs, John und Catherine Tang (2011). *Teaching for Quality Learning at University.* 4. Aufl. Maidenhead: McGraw-Hill, Society for Research into Higher Education, Open University Press.

Birkenbihl, Vera (1998). *Denkanstösse zum Thema Erfolgspsychologie.* YouTube. Frankfurt am Main. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=4sOWaKJGi4o` (besucht am 27. 02. 2020).

Bloom, Benjamin und Max Engelhart (1974). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich.* 4. Aufl. Weinheim: Beltz.

Brauer, Markus (2014). „Die Leistungen der Studierenden messen“. In: *An der Hochschule lehren: Praktische Ratschläge, Tricks und Lehrmethoden*. Hrsg. von Markus Brauer. 1. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 87–101.

Büching, Corinne, Dana-Kristin Mah, Stephan Otto, Prisca Paulicke und Ernst Hartman (2019). „Learning Analytics an Hochschulen“. In: *Künstliche Intelligenz: Technologie, Anwendung, Gesellschaft*. Hrsg. von Volker Wittpahl. 1. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 142–160.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2020). *HEART: Humanoid Emotional Assistant Robots in Teaching*. URL: https://www.wissenschaftsjahr.de/2018/index.php?id=180 (besucht am 24. 02. 2020).

Bundesregierung (Nov. 2018). *Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung*. URL: http://www.ki-strategie-deutschland.de (besucht am 24. 02. 2020).

Cichosch, Katharina (17. Feb. 2020). *KI-Design: Diesen Stuhl hat ein Computer entworfen*. Spiegel Online. URL: https://www.spiegel.de/stil/philippe-starck-a-i-chair-diesen-stuhl-hat-ein-computer-entworfen-a-ec315534-6a68-4c89-8467-78a7c4a096c4 (besucht am 27. 02. 2020).

Denkfabrik (2020). *Künstliche Intelligenz*. Bundesministerium für Arbeit und Soziales - Denkfabrik. URL: https://www.denkfabrik-bmas.de/themen/kuenstliche-intelligenz (besucht am 21. 02. 2020).

Dorn, Jürgen und Georg Gottlob (29. Feb. 2020). *Künstliche Intelligenz*. URL: https://www.researchgate.net/profile/Juergen_Dorn/publication/242173841_7_Kunstliche_Intelligenz/links/5405a1db0cf23d9765a71592.pdf (besucht am 29. 02. 2020).

Ertel, Wolfgang (2008). *Grundkurs Künstliche Intelligenz: Eine praxisorientierte Einführung*. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg, GWV.

Franken, Rolf und Andreas Gadatsch (2002). *Integriertes Knowledge-Management: Konzepte, Methoden, Instrumente und Fallbeispiele*. 1. Aufl. Braunschweig: Vieweg.

Goertz, Lutz (2019). „Qualitätssicherung multimedialer Lernangebote“. In: *Handbuch Bildungstechnologie*. Hrsg. von Helmut Niegemann und Armin Weinberger. 1. Aufl. Springer Reference Psychologie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–11.

Göldi, Susan (2011). *Von der bloomschen Taxonomy zu aktuellen Bildungsstandards: Zur Entstehungs- und Rezeptionsgeschichte eines pädagogischen Bestsellers*. 1. Aufl. Bern: hep.

Google Analytics (2020). *Analytics Tools & Solutions for Your Business*. URL: https://marketingplatform.google.com/about/analytics/ (besucht am 27. 02. 2020).

Grafsgaard, Joseph, Joseph Wiggins, Kristy Boyer, Eric Wiebe und James Lester (2013). „Embodied Affect in Tutorial Dialogue: Student Gesture and Posture“. In: *Artificial Intelligence in Education*. 16th International Conference, AIED 2013, Memphis, TN, USA, July 9 to 13, 2013, Proceedings. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–10.

Handke, Jürgen (2. Mai 2017). *Künstliche Intelligenz mit Herz*. Philipps-Universität Marburg. URL: https://www.uni-marburg.de/aktuelles/news/2017b/bmbffoerderunghandke (besucht am 24. 02. 2020).

Hansen, Sven, Nico Jurran und Stefan Porteck (13. Sep. 2019). *Sprachassistenten durchdringen den Alltag*. c't Magazin. URL: https://www.heise.de/ct/artikel/Sprachassistenten-durchdringen-den-Alltag-4517343.html (besucht am 27. 02. 2020).

Hayashi, Yugo (2019). „Detecting Collaborative Learning Through Emotions: An Investigation Using Facial Expression Recognition". In: *Intelligent Tutoring Systems*. 15th International Conference, ITS 2019, Kingston, Jamaica, June 3 to 7, 2019, Proceedings. Hrsg. von Andre Coy, Yugo Hayashi und Maiga Chang. Cham: Springer, S. 89–98.

Heck, Andreas (2002). *Die Praxis des Knowledge-Managements: Grundlagen, Vorgehen, Tools*. 1. Aufl. IT-Professional. Braunschweig: Vieweg.

Heuchemer, Sylvia, Birgit Szczyrba und Timo van Treeck (2019). „Editorial: Messen, sichern, entwickeln? - Ein hochschuldidaktischer Blick auf Qualität in der Hochschulentwicklung". In: *Themenheft: Ein hochschuldidaktischer Blick auf Qualität in der Hochschulentwicklung*. Hrsg. von Sylvia Heuchemer, Birgit Szczyrba und Timo van Treeck. Jahrgang 5. die hochschullehre, S. 543–550.

Hillmann, Leonard (2020). *Intelligentes Leben*. Tagesspiegel. URL: https://www.tagesspiegel.de/themen/gehirn-und-nerven/gesund-leben-intelligentes-leben/13410564.html (besucht am 21. 02. 2020).

Hofmann, Peter, Jan Jöhnk, Dominik Protschky und Nils Urbach (2020). „Developing Purposeful AI Use Cases - A Structured Method and Its Application in Project Management". In: 15th International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI), Potsdam, Germany, February, 2020.

Horn, Janine (2019). „Rechtliche Aspekte des Einsatzes von Bildungstechnologien". In: *Handbuch Bildungstechnologie*. Hrsg. von Helmut Niegemann und Armin Weinberger. 1. Aufl. Springer Reference Psychologie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–11.

Hörner, Thomas (17. Aug. 2019). *Wie funktionieren Sprachassistenten?* Marketing mit Sprachassistenten. URL: https://sprachassistenten.marketing/allgemein/wie-funktionieren-sprachassistenten/ (besucht am 27. 02. 2020).

Ifenthaler, Dirk und Hendrik Drachsler (2018). „Learning Analytics". In: *Handbuch Bildungstechnologie*. Hrsg. von Helmut Niegemann und Armin Weinberger. 1. Aufl. Springer Reference Psychologie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–20.

Ishikawa, Kaoru (1990). *Guide to quality control*. 7. Aufl. Tokyo: Asian Productivity Organization.

Kaufmann, Noogie (2013). „Enges Korsett: Google Analytics und staatliche Vorgaben". In: *c't Heft* 15. Hrsg. von Heise, S. 146.

Kieslich, Kimon, Marco Lünich, Frank Marcinkowski und Christopher Starke (Okt. 2019). *Hochschule der Zukunft: Einstellungen von Studierenden gegenüber Künstlicher Intelligenz an der Hochschule*. Studie. Düsseldorf: Düsseldorf Institute for Internet und Democracy. URL: https://diid.hhu.de/wp-content/uploads/2019/10/DIID-Precis_Kieslich-et-al_Fin.pdf (besucht am 28. 02. 2020).

Kirste, Moritz (2019). „Augmented Intelligence: Wie Menschen mit KI zusammen arbeiten". In: *Künstliche Intelligenz: Technologie, Anwendung, Gesellschaft*. Hrsg. von Volker Wittpahl. 1. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 58–71.

Kirste, Moritz und Markus Schürholz (2019). „Einleitung: Entwicklungswege zur KI". In: *Künstliche Intelligenz: Technologie, Anwendung, Gesellschaft*. Hrsg. von Volker Wittpahl. 1. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 21–35.

Kleß, Eva und Anne-Katrin Pietra (2019). „Entwicklung und Nutzung eines Leitbilds". In: *Themenheft: Ein hochschuldidaktischer Blick auf Qualität in der Hochschulentwicklung*. Hrsg. von Sylvia Heuchemer, Birgit Szczyrba und Timo van Treeck. Jahrgang 5. die hochschullehre, S. 569–574.

Koehler, Jana (3. Jan. 2020). *Chancen und Grenzen künstlicher Intelligenz*. Forschung und Lehre. URL: https://www.forschung-und-lehre.de/forschung/chancen-und-grenzen-kuenstlicher-intelligenz-2411/ (besucht am 29. 02. 2020).

KPMG AG, Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (2018). *Wertschöpfung neu gedacht: Von Humanoiden, KIs und Kollege Roboter*. Studie. Ohne Ort: KPMG. URL: https://hub.kpmg.de/ki-studie-2018 (besucht am 22. 02. 2020).

Münkel, Andreas (2001). *Computer. Gehirn: Was kann der Mensch? Was können die Computer? Denken Sie, sie denken?* 1. Aufl. Paderborn: Schöningh.

Narciss, Susanne (2018). „Feedbackstrategien für interaktive Lernaufgaben". In: *Handbuch Bildungstechnologie*. Hrsg. von Helmut Niegemann und Armin Weinberger. 1. Aufl. Springer Reference Psychologie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–24.

Nistor, Nicolae (2018). „Akzeptanz von Bildungstechnologien". In: *Handbuch Bildungstechnologie*. Hrsg. von Helmut Niegemann und Armin Weinberger. 1. Aufl. Springer Reference Psychologie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–11.

North Carolina State University (2020). *JavaTutor*. Center for Educational Informatics. URL: http://projects.intellimedia.ncsu.edu/javatutor/ (besucht am 28. 02. 2020).

Österreichisches Bundesministerium Bildung Wissenschaft und Forschung (2020a). *Digitalisierung von Studium und Lehre*. URL: https://www.bmbwf.gv.at/Themen/Hochschule-und-Universit%C3%A4t/Hochschulgovernance/Leitthemen/Digitalisierung/Lehre.html (besucht am 24. 02. 2020).

— (2020b). *Künstliche Intelligenz*. URL: https://www.bmbwf.gv.at/Themen/Hochschule-und-Universit%C3%A4t/Hochschulgovernance/Leitthemen/Digitalisierung/K%C3%BCnstliche-Intelligenz.html (besucht am 24. 02. 2020).

Paetsch, Martin (2020). *Das Gehirn: Was ist Intelligenz?* GEO. URL: http://www.geo.de/GEO/heftreihen/geokompakt/das-gehirn-was-ist-intelligenz-57366.html (besucht am 21. 02. 2020).

Pedró, Francesc, Miguel Subosa, Axel Rivas und Paula Valverde (2019). *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development*. 7. Aufl. Working papers on education. Paris: UNESCO.

Petko, Dominik (2014). *Einführung in die Mediendidaktik: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. Bearb. von Eiko Jürgens. 1. Aufl. Bd. 25. Bildungswissen Lehramt. Weinheim, Basel: Beltz.

Peylo, Christoph (2002). *Wissen und Wissensvermittlung im Kontext von internetbasierten intelligenten Lehr- und Lernumgebungen*. 1. Aufl. Dissertationen zur künstlichen Intelligenz. Berlin: Akademische Verlagsgesellschaft Aka.

Rensing, Christoph (2018). „Informatik und Bildungstechnologie". In: *Handbuch Bildungstechnologie*. Hrsg. von Helmut Niegemann und Armin Weinberger. 1. Aufl. Springer Reference Psychologie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–20.

RWTH Aachen (2020). *Digitalisierte Lernszenarien an der RWTH*. URL: https://www.rwth-aachen.de/cms/root/Studium/Lehre/Digitalisierungsstrategie-der-Lehre/Ermoeglichungskultur/Exploratory-Teaching-Space/~khlh/Digitalisierte-Lernszenarien-an-der-RWTH/ (besucht am 29. 02. 2020).

Schmohl, Tobias, Josef Löffl und Guido Falkemeier (2019). „Künstliche Intelligenz in der Hochschullehre". In: *Lehrexperimente der Hochschulbildung Didaktische Innovationen aus den Fachdisziplinen*. Hrsg. von Dennis Schäffer und Tobias Schmohl. 2. Aufl. Bd. 2. wbv.

Simkoff, Max (2020). *What Exactly Is Machine Intelligence?* Forbes. URL: https://www.forbes.com/sites/quora/2019/11/15/what-exactly-is-machine-intelligence/ (besucht am 21. 02. 2020).

SoftBank Robotics Group (2020). *SoftBank Robotics*. URL: https://softbankrobotics.com/ (besucht am 24. 02. 2020).

Springer (2020). *International Conference on Artificial Intelligence in Education*. URL: https://link.springer.com/conference/aied (besucht am 29. 02. 2020).

Stacey, Ralph (2003). *Complex Responsive Processes in Organizations: Learning and Knowledge Creation*. 1. Aufl. London, New York: Routledge.

Stifterverband (10. Dez. 2019). *KI-Campus schreibt Wettbewerb zur Produktion innovativer Lernangebote aus*. URL: https://www.stifterverband.org/pressemitteilungen/2019_12_10_ki-campus (besucht am 29. 02. 2020).

Technische Universität Berlin (7. Nov. 2018). *Leitbild für die Lehre der TU Berlin*. URL: https://www.tu-berlin.de/menue/ueber_die_tu_berlin/gesetze_richt_leitlinien/leitbild_fuer_die_lehre_der_tu_berlin/ (besucht am 23. 02. 2020).

Technische Universität Braunschweig (2020). *Kompetenzorientiert lehren und prüfen.* URL: https://www.tu-braunschweig.de/studium-lehre/lehre/didaktische-plattform/kompetenzorientiert-lehren-und-pruefen#c192249 (besucht am 25. 02. 2020).

Technische Universität München (2020). *Constructive Alignment.* URL: https://www.lehren.tum.de/themen/lehre-gestalten-didaktik/erfolgsfaktoren-guter-lehre/constructive-alignment/ (besucht am 25. 02. 2020).

TH-OWL (2020). *Leitbild Lehre im Fokus der Hochschule.* URL: https://www.th-owl.de/fileadmin/downloads/PDFs/Leitbild_Lehre.pdf (besucht am 23. 02. 2020).

— (2015a). *Bachelorprüfungsordnung für den Studiengang Angewandte Informatik sowie für den Studiengang Angewandte Informatik mit Praxissemester oder Auslandsstudiensemester an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe.* Verkündungsblatt der Hochschule Ostwestfalen-Lippe, 43. Jahrgang, 16. Juli 2015, Nr. 28. URL: https://www.th-owl.de/fileadmin/downloads/verwaltung/verkuendungsblaetter/2015/verkuendungsblatt_28_15.pdf (besucht am 23. 02. 2020).

— (2015b). *Studienverlaufsplan Angewandte Informatik Bachelor of Science.* Anlage 2 aus der Bachelorprüfungsordnung des Studiengangs Angewandte Informatik aus dem Jahr 2015 an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe. URL: https://www.th-owl.de/files/webs/umwelt/user_upload/Studienverlaufsplan_AI_Wirtschaftsinformatik.pdf (besucht am 23. 02. 2020).

— (2016). *Modulhandbuch Programmiersprachen I.* Ausschnitt aus dem Modulhandbuch zu den Bachelorstudiengängen Angewandte Informatik (B. Sc.) und Angewandte Informatik mit Praxissemester oder Auslandsstudiensemester (B. Sc.) vom 22.02.2016. URL: https://www.th-owl.de/files/webs/umwelt/user_upload/Modulhandbuch_AI_2016.pdf (besucht am 23. 02. 2020).

— (2017a). *Hochschulentwicklungsplan 2012-2017.* URL: https://www.th-owl.de/fileadmin/downloads/PDFs/hsowl_entwicklungsplan_12-17.pdf (besucht am 23. 02. 2020).

— (2017b). *Zielvereinbarung zwischen der Hochschulleitung und dem Fachbereich Umweltingenieurwesen und Angewandte Informatik.* URL: https://www.th-owl.de/fileadmin/aktuelles/zielvereinbarungen/2016-2017/ZV_Praesidium_FB8.pdf (besucht am 23. 02. 2020).

Tribelhorn, Thomas (22. Juli 2014). *Das Prinzip der minimalen Hilfe.* DidakTipps: Hochschuldidaktik und Lehrentwicklung, Universität Bern. URL: https://didaktipps.ch/didaktipps.php?fid=294 (besucht am 26. 02. 2020).

Ullenboom, Christian (2012). *Java 7 - mehr als eine Insel.* 1. Aufl. Bonn: Rheinwerk.

— (2018). *Java ist auch eine Insel.* 13. Aufl. Bonn: Rheinwerk.

Universität Ulm (12. Juni 2019). *Das Leitbild Lehre der Universität Ulm.* URL: https://www.uni-ulm.de/universitaet/profil/leitbild-lehre/ (besucht am 23. 02. 2020).

Webhelm (7. Jan. 2020). *Künstliche Intelligenz*. webhelm. URL: `https://webhelm.de/kuenstliche-intelligenz/` (besucht am 21. 02. 2020).

Wittpahl, Volker, Hrsg. (2019). *Künstliche Intelligenz: Technologien, Anwendung, Gesellschaft*. 1. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.

Anhang

Anhangverzeichnis

Erklärung zur Vorlage der Bachelorarbeit **II**

Digitaler Anhang **III**

Erklärung

zur Vorlage der Bachelorarbeit

der Kandidatin/des Kandidaten Mathias Rademeier

im Bachelorstudiengang Angewandte Informatik.

Die vorgelegte Bachelorarbeit über das Thema

Untersuchung eines möglichen Einsatzes von Künstlicher Intelligenz in der Hochschullehre

wurde von Frau/Herrn Prof. Dr. Tobias Schmohl

gestellt, in 2facher Ausfertigung sowohl in schriftlicher - als auch in digitaler Form vorgelegt und umfasst[1] jeweils

Hauptteil Seiten	55
Anhang Seiten	3
Zeichnungen Anzahl	10
Medienträger Anzahl	1
Quellcode, Konfiguration	/
Sonstiges	/

Ich versichere, dass ich die vorbezeichnete Bachelorarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel[2] benutzt habe.

Die Aufgabenstellung zur Bachelorarbeit habe ich jedem Exemplar der Arbeit beigefügt.

Höxter, den 5. März 2020

(rechtsverbindliche Unterschrift der Kandidatin/ des Kandidaten)

---

[1] Zeichnungen und Textseiten von Erläuterungen, Berichten und Berechnungen sollen laufend nummeriert werden.

[2] Die Verwendung literarischer und wissenschaftlicher Quellen bei der Bearbeitung einer Abschlussarbeit wird vorausgesetzt und erfordert daher zwingend ein Literatur- und Quellenverzeichnis.

Digitaler Anhang

Dieser Bachelorthesis ist ein digitaler Datenträger (CD) beigefügt.

Die CD enthält folgende Daten:

- Diese Bachelorthesis im PDF-Format
- Diese Bachelorthesis im LaTeX-Format sowie das dazugehörige Konfigurationsverzeichnis im ZIP-Format
- Die verwendeten Abbildungen im jeweiligen Bildformat
- Die in digitaler Form verfügbare Literatur im PDF-Format
- Die verwendeten und gespeicherten Internetseiten im HTML-Format