

# **Künstliche Intelligenz und Bildung für nachhaltige Entwicklung: ein Paradoxon?**

Potentiale und Risiken des Einsatzes von KI-Systemen in der Hochschulbildung und  
die Bedeutung für Bildung für nachhaltige Entwicklung

Laura Birkelbach, BSc (01152375)

Betreuer: Dr. Christian Rammel

22.01.2021

# Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	1
1. Einleitung.....	1
2. Theorie .....	2
2.1. Künstliche Intelligenz.....	3
2.1.1. Ethik & Datenschutz .....	5
2.1.2. Künstliche Intelligenz in der Bildung.....	8
2.2. Bildung für nachhaltige Entwicklung und das SDG 4.....	15
2.2.1. Bildung für nachhaltige Entwicklung.....	15
2.2.2. Sustainable Development Goal 4.....	17
2.2.3. KI und seine Bedeutung für BNE und SDG 4 .....	19
2.3. Herausforderungen Hochschulbildungssystem .....	20
2.4. Potentiale & Risiken .....	22
2.4.1. Effizienz in der Lehre.....	22
2.4.2. Individualisierung der Lehre & des Lernprozesses .....	23
2.4.3. Inklusion & Diversität.....	24
2.4.4. Kompetenzentwicklung .....	24
2.4.5. Datenschutz.....	25
2.4.6. Verlust von Diversität .....	25
2.4.7. Benachteiligung durch Bias.....	25
2.4.8. Digitale Spaltung.....	26
2.4.9. Effizienz & Ökonomisierung .....	26
3. Methodik.....	28
4. Ergebnisse.....	34
4.1. Herausforderungen Hochschulbildungssystem .....	34
4.2. Potentiale & Risiken .....	38
4.3. Kompetenzen.....	47
4.4. Rahmenbedingungen.....	53
5. Diskussion.....	57
6. Zusammenfassung & Ausblick .....	59
7. Referenzen .....	60

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Überschneidung von Potentialen und Risiken .....	38
Abbildung 2: Überschneidung von Herausforderungen des Bildungssystems mit Risiken ....	38
Abbildung 3: BNE & KI-Kompetenzen.....	47
Abbildung 4: Wortwolke.....	50

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Kompetenzrahmen.....	18
Tabelle 2: Übersicht Potentiale und Risiken.....	27
Tabelle 3: Codesystem .....	29
Tabelle 4: neu hinzugekommene Codes .....	32

## Abkürzungsverzeichnis

BNE	Bildung für nachhaltige Entwicklung
CT	Computational Thinking
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
EDM	Educational Data Mining
EGE	Europäische Gruppe für Ethik der Naturwissenschaften und der Neuen Technologien
EU	Europäische Union
ITS	Intelligente Tutoren Systeme
KI	Künstliche Intelligenz
LA	Learning Analytics
LMS	Lern-Management-System
MOOC	Massive Open Online Course
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik
ML	Maschinelles Lernen
NLP	Natural Language Processing
SDG	Sustainable Development Goal
UN	Vereinte Nationen
VR	Virtual Reality

## **Abstract**

Die Digitalisierung hat und wird die Bildungslandschaft stark beeinflussen. Neue Technologien, wie Künstliche Intelligenz (KI) werden zunehmend in Lehre und Forschung eingesetzt und beeinflussen somit Bildungsprozesse. Oft werden hohe Erwartungen in KI gesetzt, die Bildung zu revolutionieren. Hochschulen müssen ihrem gesellschaftlichen Auftrag nachkommen und die im Rahmen der Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) der Vereinten Nationen (UN) und konkret im SDG4 reflektierten Zielvorstellungen, wie Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), umsetzen. Diese Arbeit geht der Frage nach, ob der Einsatz von KI die Verankerung von BNE in Hochschulen beeinflusst. Basierend auf einer Literaturrecherche wurden halbstrukturierte ExpertInneninterviews geführt und mittels der strukturierten Inhaltsanalyse nach Mayering analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Kompetenzen der beiden Bereiche oft überschneiden. Diese Überschneidungen können genutzt werden, um Lernende sowohl auf den Umgang mit KI vorzubereiten, als auch mit den Fähigkeiten auszustatten, um den globalen Herausforderungen zu begegnen.

Digitization has and will have a strong impact on the educational landscape. New technologies such as artificial intelligence (AI) are increasingly being used in teaching and research, thus influencing educational processes. High expectations are often placed on AI to revolutionize education. Universities must fulfill their social mission and implement the objectives reflected in the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDGs) and specifically in SDG4, such as Education for Sustainable Development (ESD). This paper explores the question of whether the use of AI influences the anchoring of ESD in universities. Based on a literature review, semi-structured expert interviews were conducted and analyzed using the structured content analysis according to Mayering. The results show that the competencies of the two areas often overlap. These overlaps can be used to prepare learners for dealing with AI as well as to equip them with the skills to face global challenges.

# 1. Einleitung

Im Zuge der Digitalisierung haben wir nicht nur als Gesellschaft im Allgemeinen erlebt, wie Technologien unser Leben verändern können. Auch im Bildungsbereich hatte die Digitalisierung großen Einfluss darauf, wie wir lernen, lehren und forschen. Durch neue Technologien, wie Künstliche Intelligenz (KI), wurde und wird sich die Art und Weise wie wir Bildung vermitteln stark beeinflusst. Dieser Wandel birgt für das Bildungssystem sowohl Chancen als auch Risiken. Die Herausforderung besteht darin, den Wandel nicht nur mitzumachen, sondern Lehrende und Lernende darauf vorzubereiten, den Wandel mitzugestalten.

Gleichzeitig sieht sich die Welt großen Herausforderungen wie Klimawandel, steigender Ungleichheit und demografischen Wandel gegenüber. Es gibt hohe Erwartungen an Technologien wie KI zur Lösung dieser Herausforderungen beizutragen. Diesen Herausforderungen kann nicht mit einzelnen Lösungen begegnet werden, sondern es werden verschiedene Arten von Wissen und Herangehensweisen gebraucht. Eine Art diese Vernetzung von Wissen voranzutreiben bietet Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). BNE ermöglicht es Lehrenden und Lernenden, durch neue Formen des Lehrens und Lernens, sich aktiv an der Gestaltung ihrer Umwelt und der Transformation der Gesellschaft zu beteiligen. Auch vor dem Hintergrund durch den Wandel durch KI sollten sich Personen aus verschiedensten Bereichen in den Diskurs um die Nutzung von KI, einbringen, um eine Brücke zwischen dem rein technischen Potential und ihrem Potential für eine Transformation im Bildungsbereich und der Gesellschaft zu schlagen. Sowohl BNE als auch hochwertige Hochschulbildung werden in den nachhaltigen Entwicklungszielen (SDGs) der Vereinten Nationen (UN) explizit erwähnt.

Hochschulbildung zielt größtenteils immer noch darauf ab, Studierende mit den Fähigkeiten auszustatten, die sie dann am Arbeitsmarkt verwerten können. Solche sehr spezifischen Fähigkeiten werden in manchen Bereichen auch in Zukunft von Bedeutung sein. Allerdings werden Maschinen immer mehr bisher menschliche Aufgaben übernehmen können. Daher brauchen Studierende auch die Fähigkeit sich kontinuierlich weiterzuentwickeln und sollten Fähigkeiten, wie Kreativität, Flexibilität und Empathie, erlangen, die Technologien wie KI gerade nicht erlernen können. Die Digitalisierung stellt somit traditionelle Lehrpläne zunehmend in Frage und bedingt dadurch auch neue innovative Lehr- und Lernmethoden.

Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit der Frage, welche Potentiale und Risiken KI-Systeme in der Hochschulbildung in Bezug auf Bildung für nachhaltige Entwicklung bergen. Die Subfragen sind hierbei:

- Welche Kompetenzen werden benötigt, um mit KI-Systemen verantwortungsvoll umgehen zu können?
- Welche Kompetenzen werden benötigt, um eine sozial-ökologische Transformation unserer Gesellschaft mitzugestalten?
- Kann KI helfen BNE in der Hochschule zu verfestigen?
- Hindert KI die Verankerung von BNE in der Hochschule?

Dazu wird zuerst definiert, was in dieser Arbeit unter KI verstanden wird, welche Rolle Ethik und Datenschutz spielen und welche Anwendungen von KI in der Bildung bisher schon vorkommen. Im nächsten Schritt werden Kompetenzen vorgestellt, die für den Umgang mit KI gebraucht werden. Im zweiten Teil des Theoriekapitels wird das Konzept BNE beschrieben, welche Kompetenzen es in diesem Lehr- und Lernkonzept gibt und welche Zielvorstellungen das SDG 4 in Zusammenhang damit vorgibt. Basierend darauf wird ein erster Kompetenzrahmen für beide Bereiche erstellt. Danach wird kurz auf die generellen Herausforderungen des Hochschulbildungssystems eingegangen. Basierend auf einer Durchsicht der aktuellen Literatur werden erste Potentiale und Risiken von KI in der Hochschulbildung abgeleitet. Mit Hilfe dieses theoretischen Rahmens wurden halbstrukturierte ExpertInneninterviews geführt. Diese wurden nach der strukturierten Inhaltsanalyse nach Mayring untersucht und analysiert. Die Ergebnisse werden in Kapitel 5 dargestellt. Der letzte Abschnitt befasst sich mit der Zusammenführung von dem theoretischen und qualitativen Teil der Arbeit, einer kritischer Reflexion und Diskussion der Ergebnisse sowie einem weiteren Ausblick für das Forschungsfeld. In diese Arbeit sind Teile der White Paper „BNE im Zeitalter der Digitalisierung“ (Birkelbach, Preglau & Rammel, 2019) sowie Lernen mit Künstlicher Intelligenz—Potential und Risiken von KI-Lernumgebungen im Hochschulbereich (Birkelbach, Rammel & Mader, 2020) eingegangen.

## **2. Theorie**

Im folgenden Abschnitt werden die theoretischen Grundlagen der Arbeit beschrieben. Zuerst geht es um KI im Allgemeinen und danach um KI im Speziellen auf Bildung bezogen. Darauf aufbauend werden Kompetenzen formuliert, die im Umgang mit KI benötigt werden. Danach wird auf das Thema BNE eingegangen und die Kompetenzen, die dieses Konzept beinhaltet. Zum Schluss werden die Potentiale und Risiken von KI in der Hochschulbildung angeführt.

## **2.1. Künstliche Intelligenz**

Die Europäische Kommission definiert KI als "Systeme mit intelligentem Verhalten, die ihre Umgebung analysieren und mit einem gewissen Grad an Autonomie handeln, um bestimmte Ziele zu erreichen" (Europäische Kommission, 2018). KI umfasst also Computersysteme, die intelligentes Verhalten zeigen, obwohl der Begriff nicht spezifiziert, wie intelligent die Maschine ist. KI-Systeme arbeiten auf der Grundlage statistischer Modelle, die von Daten oder Regeln abgeleitet sind und die von ExpertInnen erstellt wurden. KI-Anwendungen sind daher sehr kontextspezifisch und erfüllen immer bestimmte Aufgaben. Dies erfordert gewisse Grundfähigkeiten: Wahrnehmen, Verstehen, Handeln und Lernen. Wahrnehmen, Verstehen und Handeln erweitern das Grundprinzip von Computersystemen: Eingabe - Verarbeitung - Ausgabe. Die wesentliche Innovation von KI-Systemen liegt also im Lernverhalten und Verstehen. KI-Systeme können auch in der Verarbeitungskomponente trainiert werden und so lernen, bessere Ergebnisse zu erzielen als herkömmliche Methoden, die ausschließlich auf starren Regelwerken beruhen (Bitkom e.V., 2017). Diese Art der Mensch-Maschine-Interaktion wird als schwache KI bezeichnet. Eine starke KI wären freie selbstlernende Systeme, die sich der Intelligenz des Menschen annähern oder diese sogar übertreffen, diese existiert allerdings (noch) nicht. In dieser Arbeit ist somit immer die Rede von schwacher KI. Die vier Kernfähigkeiten Wahrnehmen, Verstehen, Handeln und Lernen stellen eine Vereinfachung des Modells von aktuellen KI-Anwendungen dar und werden im nachfolgenden Abschnitt beschrieben.

### *Wahrnehmen*

Die maschinelle Wahrnehmung wird durch Datenerfassung mittels Sensoren und Sprach- und Bildverarbeitung erreicht. Sensoren können zum Beispiel Temperatur- und Bewegungsdaten erfassen. Mithilfe dieser Daten kann Verhalten analysiert und vorhersagt werden, insbesondere in Verbindung mit anderen (historischen) Informationen und/oder persönlichen Daten. Die Sprachverarbeitung kann entweder in Form von Sprachsynthese (die Umwandlung eines geschriebenen Textes in Sprache) oder Spracherkennung (die Umwandlung eines gesprochenen Textes in Schrift) erfolgen. Bei der Bildverarbeitung kann eine Maschine Bilder und Formen erkennen und analysieren. Die Daten werden dann durch Modelle und Algorithmen verarbeitet. Eine Erweiterung kann die Erkennung von emotionalen Zuständen sein (Bitkom e.V., 2019).



## *Verstehen & Lernen*

Der Begriff Big Data wird als Oberbegriff für eine große Datenmenge verwendet, die aus verschiedenen Quellen wie Social Media, Lernplattformen, Suchanfragen und Transaktionen im Internet oder dem Einsatz von Smart Devices stammt und zu komplex ist, um mit herkömmlichen Methoden analysiert zu werden. Diese gesammelten Daten fließen dann oft in die in der KI verwendeten Algorithmen ein. Bei der Verwendung von Big Data muss auf die Qualität der Daten geachtet werden. Sie könnten zu einer verzerrten Darstellung führen, wenn etwa Nutzergruppen ungleich vertreten sind, die Daten nicht aktuell sind oder aus nicht vertrauenswürdigen Quellen stammen. Die Qualität der Daten ist entscheidend, um schließlich plausible verwertbare Ergebnisse durch den KI-Algorithmus zu erhalten.

KI bestehen im Wesentlichen aus Algorithmen, die aus vorhandenen Daten lernen, allerdings hat die Entwicklung inzwischen einen Punkt erreicht, an dem KI auch aus ihren Erfahrungen lernen können. Ein Algorithmus ist eine vordefinierte, detaillierte Abfolge von Anweisungen, die zur Lösung eines bestimmten Problems verwendet werden kann. KI mit statischen Algorithmen verarbeiten einen Eingabewert und berechnen einen Rückgabewert, der entweder wahr oder falsch sein kann (Stelzer-Orthofer, 2018). Handelt es sich um einen dynamischen Algorithmus, der je nach Erfahrung unterschiedliche Ergebnisse ausgeben kann und sich die präferenzierte Lösung merkt, spricht man von maschinellem Lernen (Kreutzer & Sirrenberg, 2019).

Maschinelles Lernen (ML) ist der Sammelbegriff für eine Klasse von Algorithmen, die aus ihren Erfahrungen lernen können. ML basiert auf sogenannten Trainingsdaten, die dem System vorgegeben werden und mit denen es lernt und Erfahrungen aufbaut. Ziel ist es, aus diesen Daten Wissen zu schöpfen. Drei Arten von ML können unterschieden werden: überwachtes Lernen, unüberwachtes Lernen und verstärkendes Lernen. Beim überwachten Lernen gibt ein Mensch dem Algorithmus für jede Eingabe den richtigen Funktionswert vor, mit dem Ziel, dass der Algorithmus nach mehreren Rechenvorgängen Zusammenhänge zwischen Eingabe und Ausgabe erkennen kann. Im Gegensatz dazu sollten Algorithmen beim unüberwachten Lernen Muster in vorhandenen Datensätzen finden. Verstärktes Lernen ist eine Mischung aus den ersten beiden Formen. In diesem Fall erhält der Algorithmus eine Belohnung oder Strafe für eine gewählte Aktion und sollte so lernen, den Nutzen des Agenten zu maximieren (Kreutzer & Sirrenberg, 2019; Müller & Guido, 2016).

Neuronale Netze sind Systeme oder Gruppen von Systemen, die Hard- und Software verbinden und deren Struktur sich am menschlichen Gehirn orientiert, um Muster zu erkennen und zu analysieren. Sie verfügen in der Regel über eine große Anzahl von parallel arbeitenden Prozessoren, die in mehreren Schichten angeordnet sind. Neuronale Netze werden oft als

Modell für die Trainings in ML verwendet, was dann als Deep Learning bezeichnet wird (Kreutzer & Sirrenberg, 2019).

Deep Learning basiert auf dem Prinzip des Repräsentationslernens, bei dem ein System, ausgehend von Rohdaten, ein Repräsentationsmodell für die Erkennung und Klassifizierung von Merkmalen finden kann. Deep Learning findet über mehrere Abstraktionsebenen statt, wobei die Repräsentation einer Ebene als Input für die nächsthöhere Ebene dient. Problemstellungen werden so immer tiefer aufgeschlüsselt, bis eine andere Repräsentation des Ausgangsproblems entsteht. Der Mensch kennt nur die erste und letzte Ebene (Kreutzer & Sirrenberg, 2019; LeCun et al., 2015).

Mit Hilfe von Natural Language Processing (NLP) können Maschinen menschliche Sprache, sowohl gesprochene als auch geschriebene, erfassen und mit Hilfe von Algorithmen verarbeiten. Dies kann für maschinelle Übersetzung, Inhaltsanalyse, Fragenbeantwortung oder Texterstellung verwendet werden (Birkelbach et al., 2020).

### *Handeln*

Handeln bezieht sich auf die Ausgabekomponente einer KI-Anwendung. Es enthält alle Steuerungsmöglichkeiten eines modernen Computersystems. Der Output kann in Form von autonomem Fahren, Malen von Bildern, Komponieren von Musik, aber auch in Form von autonomen Aktionen von Laderobotern oder Einteilung der Täter in rückfallgefährdete Gruppen erfolgen (Bitkom e.V., 2017).

Dieses Handeln, und damit auch die autonome Entscheidungsfindung, birgt Risiken im Bereich der ethischen oder sogar physischen Sicherheit. Dementsprechend muss sehr genau darauf geachtet werden, welche Art von Entscheidung der KI-Algorithmus auf der Grundlage welcher (Daten-)Qualität trifft, und bei welchen Anwendungen eine menschliche Entscheidung vor der Ausführung zwischengeschaltet werden sollte und bei welchen Anwendungen die Entscheidung direkt zum Ergebnis führen kann (Birkelbach et al., 2020).

#### **2.1.1. Ethik & Datenschutz**

Diese Definition von KI verdeutlicht die zentrale Rolle, die der Rahmen und der Umgang mit Daten für die aus KI-Anwendungen resultierenden Ergebnisse spielt. Die Bedeutung von KI-Anwendungen zeigt sich in privaten und beruflichen Lebensbereichen, und insbesondere im Bildungsbereich können sich diese Bereiche aufgrund der Verwendung sehr persönlicher Daten überschneiden. Sobald personenbezogene Daten für KI-Anwendungen generiert und

genutzt werden, spielen ethische Aspekte sowie der Persönlichkeits- und Datenschutz eine wichtige Rolle bei der Entscheidung über Art und Umfang der Nutzung einer KI-Anwendung.

Europa, und insbesondere die Europäische Union (EU), erweist sich als weltweit führend in der Forschung und bei der Formulierung ethischer Grundsätze für den Einsatz der KI im öffentlichen Leben. Zu diesem Zweck hat die Europäische Kommission die „High-Level Expert Group on Artificial Intelligence“ eingerichtet, die im Dezember 2018 den ersten Entwurf von "Ethic Guidelines for Trustworthy AI" veröffentlicht hat (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019). Dieser Entwurf wurde sowohl online als auch in Workshops mit Gruppen der Zivilgesellschaft diskutiert und schließlich im April 2019 veröffentlicht (Birkelbach et al., 2020).

Das Dokument ist in drei zentrale Kapitel geteilt:

1. die KI-Anwendung sollte rechtmäßig sein und somit alle anwendbaren Gesetze und Bestimmungen einhalten,
2. die KI-Anwendung sollte ethisch sein und somit die Einhaltung ethischer Grundsätze und Werte garantieren und
3. sie sollte robust sein, und zwar sowohl in technischer als auch sozialer Hinsicht, da KI-Systeme selbst bei guten Absichten unbeabsichtigten Schaden anrichten können.

Darüber hinaus gibt es vier ethische Prinzipien für KI-Systeme: die Achtung der Freiheit und Autonomie der Menschen, die Vermeidung von Schaden, das Prinzip der Fairness und das Prinzip der Erklärbarkeit. Das bedeutet, dass die Menschen die volle Selbstbestimmung über sich selbst behalten müssen und dass KI-Systeme sie nicht manipulieren oder konditionieren dürfen. Darüber hinaus müssen die Menschenwürde und die geistige und körperliche Unversehrtheit geschützt und nachteilige Auswirkungen wie Macht- oder Informationsasymmetrien vermieden werden. Das Prinzip der Fairness bezieht sich auf die Gewährleistung von Nicht-Diskriminierung und Nicht-Stigmatisierung, Chancengleichheit sowie die Möglichkeit, wirksame Rechtsmittel gegen Entscheidungen von KI-Systemen einzulegen. Das Prinzip der Erklärbarkeit bezieht sich auf die Transparenz, mit der die Fähigkeiten, Zwecke und Entscheidungen eines KI-Systems kommuniziert werden müssen (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019).

Auf den ersten Blick mögen all diese Aspekte selbstverständlich klingen, aber sie können angesichts der Entwicklung von KI-Anwendungen mit ihrer Intransparenz der Programmierung, des Lernprozesses und der Eigentumsrechte an den Daten nicht als solche betrachtet werden. Die Europäische Gruppe für Ethik der Naturwissenschaften und der neuen Technologien (EGE) hat hierzu konkretere Ausführungen gemacht. Die EGE ist ein unabhängiges, interdisziplinäres Gremium, das die Europäische Kommission seit 1991 berät.

Jeder EU-Mitgliedsstaat hat eine nationale Ethikkommission als Ansprechpartner für die EGE. In einer von der EGE vorgeschlagenen Klassifizierung von Kriterien für eine ethische KI werden folgende Kernpunkte genannt:

- Die Würde des Menschen
- Autonomie
- Verantwortung
- Gerechtigkeit, Gleichbehandlung und Solidarität
- Demokratie
- Rechtsstaatlichkeit und Rechenschaftspflicht
- Sicherheit, Schutz und körperliche Unversehrtheit
- Datenschutz und Privatsphäre
- Nachhaltigkeit

Die EGE fordert, dass diese Kriterien insbesondere auf Systeme angewandt werden, die menschliche Entscheidungen ohne menschlichen Einfluss treffen. Diese ethischen Kriterien weisen somit auf grundlegende Probleme im Zusammenhang mit KI-Anwendungen hin: Das Black-Box-Problem bezieht sich auf das Problem der Intransparenz von KI-Systemen. Der Algorithmus, mit dem das System arbeitet, wurde von ProgrammiererInnen oder ExpertInnen geschrieben, aber da das System selbstlernend ist, zieht es seine eigenen Schlussfolgerungen. Für die Benutzer ist es oft nicht möglich, die Faktoren nachzuvollziehen, die das System dazu veranlasst haben, eine Entscheidung zu treffen oder eine Lösung zu finden (Scherk et al., 2017).

Zu dieser Intransparenz der Prozesse des Algorithmus kommt die Intransparenz der Programmierung selbst und des Umgangs mit den Daten hinzu. Daraus ergibt sich das Bias-Problem. Dies bezieht sich auf die oben erwähnten Schlussfolgerungen, die das System zieht. Der Algorithmus leitet diese aus einer Masse von Daten ab, und diese Schlussfolgerungen werden wiederum auf eine Entscheidung angewendet. Im Prinzip ist ein Algorithmus neutral, aber er wird durch das Verhalten seiner NutzerInnen beeinflusst, und der Algorithmus kann in eine bestimmte Richtung verstärkt und exponentiell ausgeprägt werden (Tuomi et al., 2018). Wenn gewisse Gruppen von Studierenden in dem Datensatz, mit dem die KI gefüttert wurde, über- oder unterrepräsentiert sind oder aufgrund struktureller Vorurteile mit einer höheren Wahrscheinlichkeit des Ausscheidens bewertet werden, können die Systeme einzelne Studierende aufgrund von Verzerrungen benachteiligen (Murphy, 2019). Wenn diese Probleme nicht erkannt werden, können die neuen Technologien schnell zu einer eher exklusiven als inklusiven Bildung führen. Abgesehen von diesen durch Algorithmen verursachten Verzerrungen, die durch umfangreiche Tests bewusst gefunden und korrigiert werden müssen, ist es auch nicht ausgeschlossen, dass die EntwicklerInnen der Programme selbst (bewusst oder unbewusst) Vorurteilen ausgesetzt sind und diese in die Programme einbauen (Birkelbach et al., 2020).

Besonders bei KI-Anwendungen im Bildungsbereich müssen Persönlichkeits- und Datenschutz immer berücksichtigt werden und die Empfehlungen der verschiedenen Gremien stets beachtet werden. Wie KI in der Bildung eingesetzt werden kann wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

### **2.1.2. Künstliche Intelligenz in der Bildung**

KI kann in der Bildung in einer Vielzahl von Formen eingesetzt werden. Datenauswertungs- und Analyseinstrumente werden in den kommenden Jahren einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung von Hochschulen leisten. Es gibt Zugang zu immer mehr (Bildungs-)Daten, die eine wesentliche Rolle bei der strategischen Planung und Entscheidungsfindung spielen können. Auf universitärer Ebene kann die KI durch die Analyse von Daten zu Lern- und Lehrmethoden dazu beitragen, die Qualität der Lehre zu verbessern sowie Lehrpläne neu auszurichten und sie an die Rahmenbedingungen des sozialen und wirtschaftlichen Umfelds anzupassen (Becker, 2017). Bereits vor Studienbeginn kann KI potenzielle Studierende durch Beratung bei der Studienwahl unterstützen. Darauf aufbauend können MOOCs als Schnupper- oder Brückenkurse genutzt werden, um einerseits Grundlagenwissen zu vermitteln und andererseits den Studierenden die Möglichkeit zu geben, die gewählte Studienrichtung kennen zu lernen. Dies kann dazu beitragen, möglichen Studienabbrüchen entgegenzuwirken (Wirsing, 2017).

KI-Systeme können vor allem auch die Möglichkeiten des Lehrens und Lernens erweitern und das Verwaltungspersonal unterstützen. KI kann die Lehrenden bei Routinetätigkeiten und der Organisation von Vorlesungen sowie bei der Beurteilung der Leistungen der Studierenden unterstützen, sodass die Lehrenden die im Unterricht verbrachte Zeit verstärkt für die Förderung der Studierenden nutzen können. Auch hier, wie bei allen digitalen Lernmethoden (mit oder ohne KI), sollen die neuen Technologien nicht analoge Lehrmethoden und soziale Lernräume ersetzen, sondern im Sinne des "Blended Learning" die traditionellen Lehr- und Lernformen ergänzen (Birkelbach et al., 2019; Engagement Global, 2018).

KI kann den Lernenden eine personalisierte Ausbildung bieten, die auf die individuellen Bedürfnisse zugeschnitten ist, und so Frustration und Abbruch eines Studiums vermeiden. Die eingesetzten KI-Systeme sollen die Lernenden vor allem dabei unterstützen und ermutigen, selbstständig zu lernen sowie Fehler eigenständig zu erkennen und aus ihnen zu lernen. Ein großer Mehrwert stellt das individuelle und zeitnahe Feedback dar, mit dem die Lernenden gezielt unterstützt werden können. In Kombination mit einer Analyse des Lernfortschritts durch die Lehrenden und persönlicher Unterstützung bei Bedarf kann den Lernenden eine verbesserte Lernerfahrung geboten werden. Hierfür eignen sich insbesondere intelligente

Tutorensysteme (ITS) und Learning Management Systeme (LMS), die interaktiv arbeiten, sowie der Einsatz von Virtual Reality (VR) (Birkelbach et al., 2020).

Die Kompetenzen, die Bildung vermittelt, sind ein Schlüsselfaktor für die Fähigkeit, sich an das Leben unter sich verändernden ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Bedingungen anzupassen (Schweizerische Unesco-Kommission et al., 2016). Umso wichtiger ist es, sicherzustellen, dass die Lernenden das Wissen nicht nur erwerben, sondern auch in der Lage sind, es anzuwenden. BNE wird in diesen Zeiten immer wichtiger, um nicht nur Inhalte, sondern auch das Denken in nicht regelbasierten, kontextübergreifenden Situationen zu vermitteln (Spiekermann, 2019). Die schnellere Entwicklung unserer Gesellschaft wird wahrscheinlich auch zu Veränderungen auf dem Karriereweg führen, sodass lebenslanges Lernen immer wichtiger wird. KI kann auch in dieser Hinsicht unterstützend wirken, aber es sollte auch darauf geachtet werden, dass das Bildungssystem die Lernenden mit genau den Fähigkeiten ausstattet, über die Maschinen nicht verfügen, wie Kreativität, abstraktes Denken, Zusammenarbeit und Teilen (UNESCO, 2019). Die KI kann auch die Möglichkeiten zur Überprüfung der Kompetenzen von Studierenden verbessern, indem sie nicht nur das Grundwissen abfragt, sondern auch eine ganzheitliche Bewertung von Fähigkeiten wie Problemlösung und Teamarbeit vornimmt (Baker, 2019).

Im Folgenden werden die wesentlichen Anwendungen von KI für die Hochschulbildung vorgestellt.

### **Educational Data Mining & Learning Analytics**

Educational Data Mining (EDM) und Learning Analytics (LA) werden zur Analyse großer Datenmengen eingesetzt, um das Lehren und Lernen zu verbessern. Die beiden Forschungsbereiche überschneiden sich in vielen Bereichen und verwenden ähnliche Methoden, um Bildungsprozesse durch Datenanalyse zu verbessern. Beim EDM werden Algorithmen eingesetzt, um herauszufinden, wie und wann Lernen stattfindet, um Muster und Regelmäßigkeiten zu erkennen und automatisch gesteuerte Folgeprozesse auszulösen. Von der Analyse bis zur Verarbeitung wird hierbei alles automatisiert (Ebner et al., 2013). EDM basiert auf Data Mining, ML und Statistik und kann Einblick in die Lernumgebung geben, indem eine Verknüpfung zwischen Lernenden und einer Beurteilung oder einer Beurteilung und einem Studienwechsel hergestellt wird. Ziel ist es, zukünftiges Lernverhalten vorherzusagen, neue Lernmodelle zu entwickeln und Lernende mit Lernschwierigkeiten frühzeitig zu erkennen, um die entsprechenden Ressourcen zur Verfügung stellen zu können (Luckin et al., 2016).

Im Gegensatz dazu liegt der Schwerpunkt von LA auf der Erleichterung menschlicher Entscheidungen durch Analyse und Verarbeitung der Daten. Die Lehrenden können jedoch aktiv in den Prozess eingreifen. Der Lernende steht im Zentrum des Prozesses und die Lehrenden übernehmen eine Aufsichtsfunktion. Spezifische Daten des Lernenden werden

ausgewertet, um den einzelnen Lernprozess zu verbessern. Diese Interpretation erfolgt jedoch nicht automatisiert, sondern erfordert das Eingreifen der Lehrenden. Auf diese Weise unterstützt LA gezielt das pädagogische Vorgehen der Lehrenden, die ihrerseits die Lernenden noch gezielter und individueller unterstützen können. Dieser Prozess kann die Motivation aller Beteiligten erhöhen, da die Lehrenden entlastet werden und die Lernenden entsprechend ihres individuellen Kompetenzniveaus mit Aufgaben betraut werden. Durch die Analyse der Lernprozesse ist es auch möglich, gängige Fehler aufzudecken und so die Qualität des Unterrichts für alle zu verbessern (Ebner et al., 2013). LA wird häufig in ITS eingesetzt und bietet auf institutioneller Ebene die Möglichkeit, die Ressourcen im Bildungsbereich besser zu nutzen, Investitionen strategisch zu planen, die Qualität der Hochschulen zu verbessern und sie international zu differenzieren (Society for Learning Analytics Research, 2013).

### **Intelligente Tutoren Systeme**

Intelligente Tutoren Systeme (ITS) verwenden KI-Techniken, um individuelle Betreuung zu simulieren (Luckin et al., 2016). Sie sind so konzipiert, dass sie direkt auf die Bedürfnisse der Lernenden eingehen und ihnen individualisierte Anleitungen und Echtzeit-Feedback bieten, um ein sinnvolles und nachhaltiges Lernen zu ermöglichen. ITS soll die Lehrkräfte nicht ersetzen, sondern ihnen dabei helfen, den Lernenden die bestmögliche individualisierte Unterstützung zu bieten, ohne die Vorzüge des Gruppenunterrichts zu verlieren (Nkambou et al., 2010).

Ein ITS besteht in der Regel aus vier Komponenten: einem Wissensmodul, einem Lernmodul, einem Tutorenmodul und einer Benutzerschnittstelle. Das Wissensmodul bildet die Grundlage des Systems und enthält die grundlegenden Kenntnisse, Erfahrungen und Methoden des zu erlernenden Bereichs. Es umfasst deklaratives (reines Faktenwissen), prozedurales (praktisches Wissen, Argumente und Regeln) und heuristisches (Erfahrungen, Handlungsempfehlungen) Wissen. Das Wissensmodul kann in einem Spektrum von "black-box" bis "glass-box" programmiert werden. Bei einem "black-box"-Modell können nur die Ergebnisse abgerufen werden, nicht aber, wie das Programm zum Resultat oder zur Lösung gekommen ist. Mit einem "glass-box"-Modell können alle Schritte zurückverfolgt werden. Ersteres hat den Vorteil, dass selbst komplizierte Formeln zur Berechnung verwendet werden können, was für die Lernenden sonst nur schwer lösbar oder verwirrend wäre. Der Vorteil des "glass-box"-Modells besteht darin, dass die zur Lösung des Problems verwendeten Methoden eingesehen werden können. Normalerweise werden die beiden Modelle in Kombination verwendet (Eisendle, 2004; Nkambou et al., 2010; Peters, 2002).

Im Lernermodul wird das Verhalten der Lernenden beobachtet und analysiert. Es umfasst den gegenwärtigen Wissensstand, kennt ihre Fähigkeiten und ihre Lernerfahrungen und kann so

Fortschritte und Defizite beim Lernen erkennen und daraus Rückschlüsse ziehen. Dabei wird zwischen dem Abweichungsmodell und dem Untermengenmodell unterschieden. Beim Abweichungsmodell prüft das System, ob die Ergebnisse mit denen des Wissensmoduls übereinstimmen. Im Untermengenmodell wird der aktuelle Wissensstand der Lernenden als eine Teilmenge des Wissensmoduls betrachtet. Im Gegensatz zum Abweichungsmodell kann eine Lösung jedoch nur dann als richtig erkannt werden, wenn sie genau der des Wissensmodul entspricht (Eisendle, 2004; Nkambou et al., 2010; Peters, 2002).

Das Tutorenmodul beinhaltet die pädagogischen Kompetenzen und simuliert das Entscheidungsverfahren der Lehrenden. Es wählt die Lernziele aus, überwacht die Aktivitäten der Lernenden, entscheidet, ob sie dabei Unterstützung erhalten oder sie allein weiterarbeiten sollen. Die am häufigsten verwendeten Methoden sind der sokratische Dialog, bei dem die Lernenden durch spezifische Rückfragen zu einem Ergebnis kommen sollen und das Coaching, bei dem das System selten interveniert und die Lernenden selbst herausfinden lässt, was sie machen müssen (Eisendle, 2004; Nkambou et al., 2010; Peters, 2002).

Die Benutzerschnittstelle ist die Kommunikationskomponente des Systems und steuert die Interaktion zwischen den Lernenden und dem System. Die Benutzeroberfläche kann von Menüs mit Multiple-Choice-Antworten über Kommandosprache bis hin zu relativ freier natürlichsprachlicher Darstellung reichen. Menüsysteme haben den Vorteil, dass sie eine schnellere Eingabe ermöglichen, wobei die Lernenden dann aber keine unerwarteten Fragen stellen können (Eisendle, 2004; Nkambou et al., 2010; Peters, 2002).

## **Lern-Management-Systeme**

Lern-Management-Systeme (LMS) werden schon seit Langem und in großer Zahl an den Universitäten eingesetzt, allerdings eher für administrative Zwecke, sodass ihr Potenzial nicht voll ausgeschöpft wird (Wannemacher, 2016). LMS sind webbasierte Lernumgebungen, die zur Verfügungstellung von Lerninhalten und zur Organisation der Lehre eingesetzt werden. Sie stellen die Schnittstelle zwischen Bildungseinrichtungen und Studierenden dar. Eines der bekanntesten Beispiele hierfür ist die Moodle-Plattform. Wenn LMS mit KI-Systemen kombiniert werden, können sie mehr als nur eine Nutzeroberfläche darstellen. Sie können so gestaltet werden, dass sie interaktiv sind, den Fortschritt der Lernenden aufzeichnen, unmittelbares Feedback geben und Lehrende bei der Beurteilung der Studierenden unterstützen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von "virtuellem Tutoring". Die KI in LMS kann auch dabei helfen, Gruppen unter Berücksichtigung der aktuellen Fähigkeiten, Vorstudien und anderer Merkmale zusammenzusetzen. Auf diese Weise können je nach Aufgabenstellung Gruppen gebildet werden, die in bestmöglicher Weise zusammenarbeiten können, um die Lernerfahrung zu verbessern (Luckin et al., 2016).



## **Chatbots**

Chatbots können regelbasiert, mit ML oder mittels NLP angewendet werden. Regelbasierte Chatbots kennen nur eine Antwort auf jede Frage. Auf ML basierende Chat-Bots können Schlüsselwörter nutzen, um die richtige Antwort auf eine Eingabe zu finden und aus den Suchanfragen zu lernen. Chatbots mit NLP können zusätzlich den Kontext (z.B. Emotionen) auswerten. Die Forschung in diesem Bereich ist jedoch noch unausgereift. Besonders in vorlesungsfreien Zeiten oder zu Beginn des Semesters treten bei vielen Studierenden Fragen auf. Chatbots können neuen Studierenden helfen, sich im "Bewerbungs- und Immatrikulationsdschungel" zurechtzufinden, und sie können auch später im Studienalltag hilfreich sein. Fragen, die häufig gestellt werden, können von Chatbots bearbeitet werden. Dies erleichtert zum einen die Arbeit der Hochschulverwaltung, da nicht jede E-Mail mit einer einfachen Frage beantwortet werden muss; zum anderen erhalten die Studierenden rund um die Uhr eine Antwort (Klutka et al., 2018). In einigen Fällen werden für Online-Interviews bereits Chatbots eingesetzt, wenn es ein Aufnahmeverfahren gibt (Birkelbach et al., 2020).

Die Daten, die Universitäten über die Interaktionen von Studierenden mit Chatbots sammeln, können verwendet werden, um Rückschlüsse auf das Verhalten der Studierenden zu ziehen und so zum Beispiel die grafische Benutzeroberfläche an einem bestimmten Punkt zu verbessern, an dem häufig Probleme auftreten (Farkash, 2019). Wie andere Anwendungen des ML sind Chatbots so konzipiert, dass sie im Laufe der Zeit lernen und daher effizienter eingesetzt werden können. Chatbots können auch bestimmte Funktionen von TutorInnen übernehmen oder sie bei ihrer Tätigkeit zumindest unterstützen (Bogardus Cortez, 2018). Studierende haben oft Fragen zum Ablauf von Vorlesungen oder es bestehen Unsicherheiten bei Übungen, z.B. weil sie die benötigten Dokumente in der Kursablage nicht finden können. Ein Chatbot, der in eine Lernplattform integriert ist, führt die Studierenden dann zur richtigen Stelle (Farkash, 2019).

## **Massive Open Online Courses in Kombination mit KI**

Massive Open Online Courses (MOOCs) sind Online-Kurse, die sich dadurch auszeichnen, dass sie in der Regel für eine große Anzahl von Personen frei zugänglich sind. Massive bedeutet, dass Hunderttausende von Lernenden gleichzeitig an einem Kurs teilnehmen können. Open beschreibt eine Offenheit der Kurse in mehreren Punkten: Sie sind in der Regel kostenlos oder sehr billig und ohne Mindestqualifikation zugänglich, sowie online verfügbar und damit für alle Personen mit Internetanschluss zugänglich (Weinhardt & Sitzmann, 2019). Es geht dabei auch um das Ziel einer offenen Lernumgebung, in der die Lernenden an einem freien, partizipativen Wissensaustausch und gemeinsamen Wissensaufbau teilnehmen und somit selbstständig lernen können (Baturay, 2015). Die KI hat derzeit noch wenige wesentliche

Funktionen bei der Durchführung der MOOCs selbst. Es gibt jedoch zwei Anwendungen in Kombination mit MOOCs, die in diesem Zusammenhang erwähnenswert erscheinen:

- Mit Hilfe der KI kann auch für MOOCs eine Verbindung zwischen Lernpfaden, Hintergrundinformationen der Studierenden und Lernfortschritten hergestellt werden. Dieses Feedback kann wiederum zur Personalisierung des Lernens und zur Unterstützung von Lernenden, die Schwierigkeiten haben, genutzt werden (Fauvel et al., 2018).
- Insbesondere in den USA werden MOOCs an renommierten Universitäten wie Harvard oder MIT (Massachusetts Institute of Technology) im Wettbewerb um die besten Studierenden eingesetzt, um mit Hilfe von KI-Algorithmen weltweit Studierende der gewünschten Zielgruppe zu finden (Birkelbach et al., 2020).

## **Virtual Reality**

Virtual Reality (VR) verwendet 3D-Simulations- oder Grafiksoftware mit speziellen Ausgabegeräten, um die Realität in einer interaktiven virtuellen Umgebung darzustellen. Mit dem Lernen in einer VR kann ein hoher Grad an Immersion erreicht werden. Komplexe theoretische Zusammenhänge können erlebbar gemacht und damit der Lernerfolg gesteigert werden. Da das Lernen in VR zu einem Erlebnis wird, wird auch die Motivation der Lernenden erhöht. Das Lernen wird so unabhängig von Zeit und Ort. Inzwischen gibt es virtuelle Labors für Physikstudenten, virtuelle Exkursionen für Tourismusstudenten, virtuelle Operationssäle für Medizinstudenten und virtuelle Rundgänge durch Gebäude für Architekturstudenten. VR kann daher in praktisch jedem Studiengang eingesetzt werden. VR kann auch für Szenariobildungsprozesse eingesetzt werden und dadurch das Verständnis von Auswirkungen in komplexen Systemen verbessern und durch vielfältige Perspektiven zu besseren Entscheidungen führen (Nakicenovic et al., 2019). Wenn diese Techniken mit KI kombiniert werden, können Muster erkannt und generiert werden, um die Lernerfahrung erneut zu verbessern, verschiedene Techniken zu evaluieren und ein personalisiertes Lernen zu fördern. VR in Kombination mit KI könnte auch für virtuelle Konferenzen von Lehrenden eingesetzt werden, um lange Anfahrtswege und damit CO<sub>2</sub>-Emissionen zu vermeiden und Zeit zu sparen, aber dennoch miteinander in Dialog treten zu können (Birkelbach et al., 2020).

## **KI – Kompetenzen**

Für den Umgang mit KI brauchen Studierende Kompetenzen, die nicht so sehr auf eine spezifische Anwendung abzielen, sondern eine Basis schaffen, um mit vielen verschiedenen Anwendungen umzugehen. Oft werden in der Literatur dazu die Kompetenzen des Computational Thinking (CT) erwähnt (vgl. (Romero et al., 2017; Wing, 2006). Diese

Kompetenzen sind jedoch nicht nur für MINT-Fächer relevant, sondern auch für alle anderen Wissenschaften, da CT auch kritisches Denken und emotionale Kompetenzen fördert. Außerdem stärkt das Problemlösen mit technischen Geräten auch die Fähigkeiten Probleme der „echten“ Welt zu lösen (Czerkawski & Lyman, 2015).

Die International Society for Technology in Education (ISTE) und die Computer Science Teachers Association (CSTA) definieren CT als einen Problemlösungsprozess, der die folgenden Merkmale umfasst:

- Das Formulieren von Problemen in einer Weise, die es ermöglicht, einen Computer und andere Hilfsmittel zu ihrer Lösung einzusetzen.
- Logisches Organisieren und Analysieren von Daten
- Darstellung von Daten durch Abstraktionen wie Modelle und Simulationen
- Automatisierung von Lösungen durch algorithmisches Denken
- Identifizieren, Analysieren und Implementieren möglicher Lösungen mit dem Ziel Ressourcen sparsam einzusetzen
- Verallgemeinerung und Übertragung dieses Problemlösungsprozesses auf eine Vielzahl von Problemstellungen.

Diese Fähigkeiten werden durch andere Kompetenzen gefördert, beziehungsweise vice versa fördert CT folgende Kompetenzen:

- Sicherheit im Umgang mit Komplexität
- Ausdauer im Bearbeiten von schwierigen Problemen
- Toleranz für Mehrdeutigkeiten
- Die Fähigkeit, mit offenen Fragestellungen umzugehen
- Die Fähigkeit, mit anderen zu kommunizieren und zusammenzuarbeiten, um Probleme gemeinsam zu lösen (ISTE & CSTA, 2011).

Ruiz Ben (2019) hat unter der Berücksichtigung von diversen Kritiken, wie zum Beispiel das Fehlen sozialer Aspekte, das Konzept des Critical Computational Thinking entworfen. Hierbei schlägt sie vor auch eine kritische ethische Hinterfragung und Reflexion von digitalen Techniken, Artefakten und Systemen zu integrieren und Digitalisierungsprozesse als gestaltbar und nicht nur vorgegeben zu sehen.

Diese KI-Kompetenzen alleine reichen jedoch nicht aus, um zukünftigen Herausforderungen zu begegnen. BNE bietet eine Konzept, dass damit kombiniert werden kann und wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

## **2.2. Bildung für nachhaltige Entwicklung und das SDG 4**

Um sowohl mit den Risiken von KI als auch mit den komplexen Herausforderungen der nächsten Jahre umgehen zu können, braucht es einen anderen Bildungsansatz. BNE ist ein Bildungsrahmen, der zur kritischen Reflexion unserer Weltanschauungen beiträgt und einen strukturellen Wandel unterstützt. BNE ist auch als Ziel 4 der SDGs der Vereinten Nationen beinhaltet. Im nächsten Abschnitt wird auf diese beiden Themen, sowie den Zusammenhang von KI und BNE eingegangen.

### **2.2.1. Bildung für nachhaltige Entwicklung**

Die begrenzten Möglichkeiten der konventionellen Bildung, den globalen Herausforderungen des Anthropozäns zu begegnen, führten zur Entstehung des Konzepts der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). Als Bildungskonzept und politischer Auftrag begann BNE nach dem UN-Erdgipfel in Rio de Janeiro 1992 und gewann während der UN-Dekade "Bildung für nachhaltige Entwicklung" (UN-DESD) zwischen 2005 und 2014 zunehmend an Bedeutung (Barth & Michelsen, 2013). Als ganzheitliche Strategie zur Stärkung der Nachhaltigkeit durch neue Lernprozesse und durch einen veränderten Zugang zu Bildung liefert BNE wesentliche Beiträge zum formalen, nicht-formalen und informellen Bildungsprozess. Die UNESCO weist darauf hin, dass "BNE [Bildung für nachhaltige Entwicklung] eine ganzheitliche und transformative Bildung ist, die sich mit Lerninhalten und -ergebnissen, Pädagogik und der Lernumgebung befasst. Sie erreicht ihren Zweck, indem sie die Gesellschaft transformiert" (UNESCO, 2014: 12).

In den letzten Jahren wurde BNE zunehmend auch in die Hochschulbildung integriert und spiegelt sich vor allem im Konzept einer "nachhaltigen Universität" wider (Velazquez et al., 2006). Im Allgemeinen spielen die Universitäten eine entscheidende Rolle bei der Förderung der nachhaltigen Entwicklung durch Forschung, Lehre und ihren "dritten Auftrag", akademisches Wissen zu nutzen, um zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen beizutragen. Sie bieten einen einzigartigen Rahmen für die Erforschung, Erprobung, Entwicklung und Vermittlung der Bedingungen für den sozial-ökologischen Wandel (Disterheft et al., 2013). Sie haben somit das große Potenzial, Generationen von so genannten "change makers" auszubilden, zu fördern und zu mobilisieren.

In den letzten Jahren wurde BNE in verschiedenen Politik- und Forschungspapieren reflektiert, die ein breites Spektrum von Themen wie Bildungspolitik, Grundprinzipien, Lerninhalte und pädagogische Rahmenbedingungen behandeln (Bart & Michelsen 2013). So haben politische und zivilgesellschaftliche BNE-Initiativen durchaus einen signifikanten Einfluss auf die internationale Bildungslandschaft erzielt und ihr Auftrag einer nachhaltigen sozial-ökologischen Transformation lässt hoffen, die aktuellen großen Herausforderungen

unserer Zeit zu bewältigen. Ein wichtiger neuer Impuls für die Weiterentwicklung von BNE ging von der Entwicklung der 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) und insbesondere von der Formulierung des SDG 4 aus (Birkelbach et al., 2020).

## **BNE-Kompetenzen**

Der Schwerpunkt von BNE liegt auf einer Pädagogik, die nicht nur darauf abzielt, über nachhaltige Entwicklung zu lehren und Fachkenntnisse in diesem Bereich zu vermitteln. Die Lernenden sollen die Kompetenz erwerben, auf die Komplexität und Unsicherheit der Zukunft zu reagieren. Im Gegensatz zu herkömmlichen pädagogischen Ansätzen, die sich auf überprüfbare und einheitliche Lernziele konzentrieren, steht hier der eigentliche Lernprozess im Vordergrund (Brudermann et al., 2019). Die aktuelle Literatur zu BNE verweist auf verschiedene, zum Teil miteinander zusammenhängende Kriterien, die Lernprozessen, die sich an BNE orientieren, zugrunde gelegt werden sollen oder die die damit verbundenen pädagogischen Ziele widerspiegeln (Capelo et al., 2012; Espinet, 2012; Mogensen & Schnack, 2010). Einige der wichtigsten Kriterien oder Ziele von BNE sind die folgenden (Birkelbach et al., 2019):

1. Zukunftsorientiertes Denken
2. Systemisches Denken
3. Kritisch reflektierendes Denken
4. Partizipatives Lernen (Einbindung von verschiedenen Stakeholder Gruppen)
5. Interdisziplinär und ganzheitlich
6. Werteorientiert
7. Methodenvielfalt / Diversität
8. Learning for change / transformatives Lernen

Die Transformation jeder Art von sozio-ökologischem oder sozio-ökonomischem Systems hin zu einem nachhaltigeren Entwicklungsweg erfordert ein Bewusstsein für stark vernetzte soziale, wirtschaftliche und ökologische Faktoren, die konkrete Nachhaltigkeitsprobleme widerspiegeln. Dazu braucht es dringend ein tiefes Systemverständnis, die Verknüpfung unterschiedlicher Wissenstypen und Denkweisen und damit eine interdisziplinäre Gestaltung von Lernprozessen. Um unterschiedliche Paradigmen und Methoden zu verbinden, ist es notwendig, Kompetenzen aus verschiedenen Bereichen interdisziplinär zusammenzuführen. Diese Integration ermöglicht interdisziplinäres Denken, das der Entwicklung von transformativen Kompetenzen und Engagement vorausgeht und dazu beiträgt, komplexe

Probleme in der Praxis auf eine Art und Weise zu lösen, die mit rein disziplinären Mitteln wahrscheinlich nicht möglich gewesen wäre (Lans et al., 2014).

Interdisziplinarität im Sinne einer Kombination von analytischem Wissen aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen reicht jedoch noch nicht aus, um den gegenwärtigen Herausforderungen des Anthropozäns zu begegnen. Vielmehr ist es auch wesentlich, analytisches Wissen und Systemverständnis mit praktischen Erfahrungen und Wahrnehmungen zu verbinden und diese mit den Werten und Bedürfnissen der Gesellschaft zu verknüpfen. Auf diese Weise kann ein partizipativer und zukunftsgerichteter Problemlösungsprozess zwischen Wissenschaft und Gesellschaft erzielt werden (Frodeman et al., 2017). Wissenschaftliche Fachkenntnis und praktische Erfahrung sind verschiedene Wissensquellen, aber gleichermaßen wertvoll. Der gegenseitige Wissenstransfer zwischen WissenschaftlerInnen und PraktikerInnen unterstützt nicht nur den offenen Dialog und den damit verbundenen Austausch von Wissen, er schafft auch die Voraussetzungen für transdisziplinäre Innovations- und Lernräume. In diesem Sinne unterstützen Transdisziplinarität und Methodenvielfalt den "epistemologischen Pluralismus" und bringen eine Reflexivität in die Wissensproduktion, so dass die Lernenden in ihrer Ausbildung zu kritischen und reflektierenden gesellschaftlichen AkteurInnen unterstützt und gefördert werden (Brudermann et al., 2019).

Aus den oben beschriebenen Konzepten lässt sich ein erster Kompetenzrahmen ableiten (siehe Tabelle 1). Es wird vor allem ersichtlich, dass es gewisse Überschneidungen zwischen CT-Kompetenzen und BNE-Kompetenzen gibt. Andererseits wird ersichtlich, dass sowohl BNE als auch KI-Kompetenzen Querschnittsmaterien sind. Das bedeutet, dass KI-Kompetenzen nicht nur in Informatikfächern gelehrt und gefördert werden müssen, sondern auch in Sozial- und Geisteswissenschaften Einzug erhalten sollten. Gleichwohl sollten BNE-Kompetenzen nicht nur in speziellen Vorlesungen gelehrt, sondern als Lehrprinzip integriert werden.

### **2.2.2. Sustainable Development Goal 4**

Die SDGs sind das Ergebnis des UN-Gipfels 2015. 193 Mitgliedsstaaten haben sich verpflichtet, die 17 vereinbarten Ziele bis 2030 zu erreichen, weshalb sie auch oft als Agenda 2030 bezeichnet werden. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Millenniums-Entwicklungszielen berücksichtigen die SDGs sowohl die Industrieländer als auch die Länder des globalen Südens und nehmen alle Staaten in die Verantwortung. Die 17 Ziele geben allen drei Dimensionen der Nachhaltigkeit - Wirtschaft, Soziales und Umwelt - gleiches Gewicht und sind auch voneinander abhängig. Die 169 Teilziele der SDGs werden jeweils mit einem bis drei Indikatoren gemessen, um zu überprüfen, ob die internationale Gemeinschaft auf dem Weg

Das Formulieren von Problemen in einer Weise, die es ermöglicht, einen Computer und andere Hilfsmittel zu ihrer Lösung einzusetzen	Sicherheit im Umgang mit Komplexität	Transformatives Lernen
		Systemisches Denken
Logisches Organisieren und Analysieren von Daten	Fähigkeit, mit offenen Fragestellungen umzugehen	Kritisch reflektierendes Denken
Darstellung von Daten durch Abstraktionen wie Modelle und Simulationen		
Automatisierung von Lösungen durch algorithmisches Denken	Ausdauer im Bearbeiten von schwierigen Problemen	Zukunftsorientiertes Denken
Identifizieren, Analysieren und Implementieren möglicher Lösungen mit dem Ziel Ressourcen sparsam einzusetzen		
Verallgemeinerung und Übertragung dieses Problemlösungsprozesses auf eine Vielzahl von Problemstellungen	Die Fähigkeit, mit anderen zu kommunizieren und zusammenzuarbeiten, um Probleme gemeinsam zu lösen	Interdisziplinär und ganzheitlich
	Toleranz für Mehrdeutigkeiten	Partizipatives und kollaboratives Lernen
		Methodenvielfalt/ Diversität
	Ethische Aspekte berücksichtigen	Werteorientiert

Tabelle 1: Kompetenzrahmen

zur Erreichung der Ziele ist und wo es Probleme bei der Zielerreichung gibt. Um die SDGs bis 2030 zu erreichen, ist ein tiefgreifender Wandel der Politiken, Investitionen und Technologien erforderlich. Auch die internationale Zusammenarbeit muss bemüht und gefördert werden, um den Wissensaustausch zu intensivieren (United Nations, 2019).

Das Ziel 4 „Hochwertige Bildung“ verfolgt, bis 2030, inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung zu gewährleisten und Möglichkeiten des lebenslangen Lernens für alle zu fördern. Von den sieben Unterzielen soll für diese Arbeit besonders das Unterziel 4.7. hervorgehoben werden:

**Ziel 4.7.:** Bis 2030 sicherstellen, dass alle Lernenden die notwendigen Kenntnisse und Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung erwerben, unter anderen durch Bildung für nachhaltige Entwicklung und nachhaltige Lebensweise, Menschenrechte, Geschlechtergleichstellung, eine Kultur

des Friedens und der Gewaltlosigkeit, Weltbürgschaft und die Wertschätzung kultureller Vielfalt und des Beitrags der Kultur zu nachhaltiger Entwicklung.

In Anbetracht des integrativen und interdependenten Charakters der SDGs beeinflusst der Umsetzungsprozess des SDG 4 alle anderen Ziele der Agenda 2030, während gleichzeitig Initiativen und Maßnahmen der BNE speziell für das SDG 4, aber auch für die Erreichung der anderen 16 SDGs unerlässlich sind.

Österreich hat für die Umsetzung der Agenda 2030 den Mainstreaming-Ansatz gewählt. Das bedeutet, dass die jeweiligen Bundesministerien für die Einbindung der SDGs in ihre jeweiligen Strategien und Programme und für die Umsetzung von Maßnahmen verantwortlich sind, die "alle relevanten Regierungsstellen und Kooperationspartner auf Bundes-, Landes-, Stadt- und Gemeindeebene sowie Sozialpartner, Zivilgesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft" einbeziehen (Bundeskanzleramt, 2016).

Für die konkrete Umsetzung aller SDGs und insbesondere für die Umsetzung der Teilziele der SDG 4 kann es keine simplen, disziplinären oder sektoralen Lösungen geben, da die damit verbundenen Probleme und Prozesse sehr komplex und miteinander verknüpft sind. In diesem Sinne ist eine qualitativ hochwertige, inter- und transdisziplinäre Hochschulbildung nicht nur ein wesentliches Ziel der Agenda 2030, sondern auch eine der wichtigsten Strategien für die Umsetzung aller SDGs. Dies wirft die Frage auf, wie der Einsatz von KI in der Hochschulbildung gestaltet werden sollte, um die Verankerung von BNE in den Hochschulen zu fördern beziehungsweise das damit verbundene SDG 4 intensiver umzusetzen (Birkelbach et al., 2020).

### **2.2.3. KI und seine Bedeutung für BNE und SDG 4**

BNE wird seit langem eine gewisse Berührungsangst mit digitalen Lernprozessen nachgesagt, und der aktuelle Diskurs innerhalb der BNE-Forschung konzentriert sich in der Regel auf die potenziellen Gefahren der Digitalisierung und der Verdrängung analoger und sozialer Bildungsprozesse durch digitale Lernräume (Birkelbach et al., 2019). Angesichts der vielen Facetten des digitalen Wandels, von VR über KI bis hin zu Blockchain, ist ein kritischer Diskurs mehr als notwendig, da aktive und kritische Bürger im Windschatten eines vielerorts zunehmend sichtbaren und wachsenden "Technologiehörigkeit" passiven KonsumentInnen weichen. Die KI ist derzeit die Spitze des digitalen Wandels und hat damit das Potenzial, bestehende negative und positive Trends in allen Bereichen unseres Lebens, insbesondere im Bildungswesen, enorm zu verstärken (Hawkins et al., 2017). Daher ist neben dem derzeitigen Fokus auf die technologische Machbarkeit auch ein gesellschaftlicher Orientierungsrahmen erforderlich, der die Entwicklung zukünftiger KI-Anwendungen mit sozialen und ökologischen



Werten und Zielen verbindet (Birkelbach et al., 2020). Unter anderem entstand BNE als ein solcher sozialer Orientierungsrahmen für formale, nicht-formale und informelle Bildungsprozesse mit klaren sozial-ökologischen Zielvorgaben (Barth & Michelsen, 2013). Diese Ziele wurden mit der Formulierung des SDG 4 und seiner Unterziele noch konkreter und greifbarer. Es liegt daher auf der Hand, dass BNE und SDG 4 zukünftige KI-Anwendungen im Bereich der Hochschulbildung im Sinne eines stärkeren Bezugs auf gesellschaftliche Ziele unterstützen beziehungsweise in zukünftigen Entwicklungen eine viel höhere Priorität erhalten sollten, als dies bisher der Fall war (Birkelbach et al., 2020).

Es gibt noch einen weiteren Grund, warum die Berührungspunkte zwischen BNE und KI nicht länger aufrechterhalten werden können: Angesichts der Tatsache, dass unser Alltag in Zukunft maßgeblich von neuen Anwendungen der KI beeinflusst werden wird, ist es umso wichtiger, lebenslanges Lernen zu ermöglichen und im Sinne der Ziele von BNE die Studierenden mit den Möglichkeiten und Risiken neuer KI-Anwendungen vertraut zu machen. Um die Studierenden auf diese neuen Herausforderungen und Chancen vorzubereiten, sollten die Lehrpläne regelmäßig evaluiert und kontinuierlich an die "reale Welt außerhalb der Hörsäle" angepasst werden. Dies gilt auch für die alte Forderung der BNE-Forschung nach mehr transdisziplinären Lern- und Dialogräumen an den Schnittstellen zwischen Wissenschaft und Gesellschaft, in denen Studierende zunehmend in den Dialog mit Industrieunternehmen und zivilgesellschaftlichen Akteuren treten, um Qualifikationslücken zu schließen (Fadeeva et al., 2014; UNESCO, 2019).

### **2.3. Herausforderungen Hochschulbildungssystem**

Hochschulbildung wird nicht nur von nationalen Gegebenheiten, sondern auch von globalen, beziehungsweise im Falle Österreichs von europäischen, Entwicklungen beeinflusst. An öffentlichen Universitäten (und auch an Fachhochschulen) werden die Studien seit 2006 in Bachelor-, Master- und Doktoratsstudien unterteilt. Das sogenannte Bologna-System zielte darauf ab einen europäischen Hochschulraum zu schaffen und Abschlüsse vergleichbar zu machen, um die internationale Mobilität von Studierenden zu fördern (Kasparovsky & Wadsak-Köchel, 2016). Das hat zur Auswirkung, dass es einerseits zu einer Standardisierung der Inhalte kam und der Fokus oft auf quantitative Indikatoren, beispielsweise bei der Forschungsförderung, gelegt wird, was zu erhöhtem Wettbewerb und immer größerem Effizienzstreben führt. Andererseits werden die Institutionen so immer mehr nach unternehmerischen Maßstäben geführt und die Studienrichtungen immer mehr darauf ausgerichtet die Beschäftigungsfähigkeit der Studierenden am Arbeitsmarkt sicherzustellen. Dies führt auch zur Beendigung sogenannter Orchideenfächer, da diese aus ökonomischer

Sicht meist nicht rentabel sind und es mit einem Abschluss an Beschäftigungsfähigkeit mangelt. Diese Art von Spezialisierung und Fokussierung auf die Verwertbarkeit der Ausbildung verdrängt vernetzten Wissenserwerb, lässt wenig Spielraum für Eigenstudium und Bildung zur Ware werden (Felt et al., 2017).

Aber nicht nur in Österreich, sondern weltweit, ist in den letzten Jahren ein Trend zur Kommodifizierung der Hochschulbildung zu erkennen, der wesentlichen Kriterien einer BNE (wie Interdisziplinarität, Transdisziplinarität oder die Vielfalt von Wissensdomänen und legitimierten Perspektiven) entgegenwirkt (Biberhofer, 2019). Dieser Trend wird durch internationale Rankings und Wettbewerbe verstärkt. Oft beschränken sich die Curricula auf eine sehr eurozentristische Sichtweise, was die Bevorzugung von einer Form von Wissen fördert und somit andere Wissenstraditionen marginalisiert (Langthaler & Probst, 2019). Dies wiederum fördert die Hegemonie von Interessensgruppen, die ihr Sicht- und Lebensweise der Welt, behalten wollen und untergräbt somit Diversität und reproduziert alte, teilweise unnachhaltige, Verhaltensmuster (Schweizerische Unesco-Kommission et al., 2016).

Die Inhalte, die an Hochschulen gelehrt werden, sind oft auf Kompetenzen zugeschnitten, die Studierende später am Arbeitsmarkt verwerten können, blenden aber Kompetenzen, die in einer pluralistischen und vernetzten Gesellschaft gebraucht werden, aus. Um die SDGs zu erreichen müssen Studierende aber gerade die Kompetenzen erlernen, die zu einer nachhaltigen Transformation der Gesellschaft beitragen können. Dazu muss auch die Lehre und Forschung interdisziplinärer werden, damit Studierende lernen Herausforderungen aus mehreren Perspektiven zu betrachten und kollaborative Methoden anzuwenden (Rampelt et al., 2019).

Neben der Finanzierung durch den Staat können öffentliche Hochschulen auf zusätzliche Quellen zugreifen, um Einnahmen zu generieren und ihrer Aufgabe nachzukommen. Hierzu zählen Auftragsforschung oder anderweitige Förderungen aus diversen Fonds (Kasparovsky & Wadsak-Köchler, 2016). Drittmittel spielen in der Finanzierung der Forschung eine immer größere Rolle, was die Unabhängigkeit der Forschenden beeinträchtigen kann. Gerade in Zeiten der Digitalisierung ist es ein Problem, wenn Forschende und Lehrende zu sehr von externen Geldgebern abhängig sind und es eine Konzentration auf angewandte Forschung gibt. Wenn nur mehr Forschung betrieben wird, die Firmen als gewinnbringend ansehen, geht die Unabhängigkeit der Hochschulen verloren und risikoreichere Forschung ohne absehbare Verwertungschancen schränkt das Innovationspotenzial ein (Eichinger, 2018). Durch technologische Entwicklungen, die sich immer schneller verändern, wird dies noch verstärkt, da auch von der Forschung in immer kürzerer Zeit Ergebnisse gefordert werden und führt zum weiteren Verlust nicht-zweckgerichteten Forschens. Hochschulen sollten aber vor allem Orte

der Innovation sein und Raum zum Scheitern bieten, um Forschenden die Möglichkeit zu geben kritisch und unabhängig zu agieren (Metzner et al., 2019).

In Österreich wird Bildung größtenteils immer noch vererbt (OECD, 2019), da das Bildungssystem die Bildungsbedürfnisse von benachteiligten Bevölkerungsgruppen ignoriert und damit hochwertige Bildung zu etwas Exklusivem werden lässt. Durch die vermehrte Vernetzung und Verbreitung neuer Technologien ändern sich auch die globalen Voraussetzungen für das Lernen und Lehren, weshalb die Organisation des Lernens neu überdacht werden muss. Um nicht die bestehenden Ungleichheiten zu reproduzieren muss die Bildungspolitik in ihrer Formulierung und Umsetzung inklusiver werden. Die Technologie hat das Potential zu einem inklusiveren Bildungssystem beizutragen, birgt aber auch die Gefahr die digitale Spaltung zu verstärken und die digitale Teilhabe mancher Bevölkerungsgruppen einzuschränken. Beispielsweise gibt es immer noch ein Stadt-Land-Gefälle und auch Differenzen zwischen verschiedenen Bildungseinrichtungen bezüglich Breitbandgeschwindigkeit und Anschlussmöglichkeiten, was den Zugang zu Wissen erschwert (Schweizerische Unesco-Kommission et al., 2016).

Andererseits sind es gerade Zeiten der Veränderung, in denen Universitäten ihre gesamtgesellschaftliche Aufgabe verstärkt wahrnehmen muss. Die technologischen Entwicklungen bergen großes Innovationspotenzial und Hochschulen müssen die Chance nutzen und diese mitgestalten um eine Brücke zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik schaffen (Dittler & Kreidl, 2018). Aus diesen Herausforderungen ergeben sich sowohl Chancen als auch Risiken durch den Einsatz von KI in der Hochschulbildung, welche im nachfolgenden Kapitel ausgeführt werden.

## **2.4. Potentiale & Risiken**

Der folgende Abschnitt der Theorie stellt bisher bekannte Potentiale und Risiken von KI-Systemen in der Hochschulbildung dar.

### **2.4.1. Effizienz in der Lehre**

KI-Anwendungen können diverse Aufgaben von Lehrenden übernehmen. Sie können Lehrenden zum Beispiel im administrativen Bereich oder bei der Beurteilung der Leistungen der Studierenden unterstützen. Dabei können individuelle Profile der Studierenden erstellt werden, eine Vorprüfung von Hausaufgaben vorgenommen werden oder Aufgabenstellungen entwickelt werden. Dadurch können sich Lehrende wieder ihren eigentlichen pädagogischen Aufgaben widmen und mehr Zeit mit der persönlichen Betreuung von Studierenden verbringen. Gerade im Bereich der Förderung von BNE-Kompetenzen, die auf der Anwendung

partizipativer Lernformate und der Nutzung von transdisziplinären Lernräumen beruht, wird mehr Zeit in Vorlesungen und Projekten benötigt. In diesem Zusammenhang sei auch das Thema „lebenslanges Lernen“ angesprochen. In Anbetracht der Tatsache, dass sich gesellschaftliche Herausforderungen und sozioökonomische Voraussetzungen in einer globalisierten Welt immer schneller wandeln, was im sogenannten digitalen Zeitalter nochmals verstärkt wird, ist es umso wichtiger, lebenslanges Lernen zu ermöglichen. KI-Tools können dabei helfen Lehrpläne regelmäßig zu evaluieren und an neue sozioökonomische Gegebenheiten anzupassen, um Studierende auf die immer neuen Herausforderungen vorzubereiten (UNESCO, 2019).

### **2.4.2. Individualisierung der Lehre & des Lernprozesses**

Durch die Analyse des Lernverhaltens ist es möglich, Stärken, Schwächen und Interessen der Lernenden zu analysieren und das weitere Kursangebot individuell anzupassen. Auf diese Weise können KI-Anwendungen nicht nur die Selbstständigkeit der Studierenden unterstützen, sie tragen auch der Heterogenität der Lernenden Rechnung und können den gleichberechtigten Zugang zur Hochschule fördern (Jahn & Braun, 2019).

Die Möglichkeit, den Lernprozess zu personalisieren, kann somit dazu beitragen, dass mehr Personen, unabhängig davon, wo sie sich befinden oder ob sie körperliche oder bestimmte geistige Beeinträchtigungen haben, eine Hochschulausbildung absolvieren können. Immer unter der Voraussetzung, dass sie - ungeachtet ihres Einkommensniveaus - auch Zugang zu KI-Tools haben. Wenn eine immer größere Vielfalt von Menschen Zugang zu KI-Tools hat, wird sich auch die Datenbasis, mit der diese arbeiten, verbessern (Birkelbach et al., 2020).

KI-Anwendungen in der Hochschulbildung haben außerdem das große Potenzial, ein aktiveres, individuelleres, kooperativeres und mobileres Lernen zu unterstützen. Vor allem können diese Anwendungen durch zielgerichtete Lernanreize ein selbstbestimmtes und selbstgesteuertes Lernen fördern. Dies wird hauptsächlich durch die Personalisierung von Aufgaben und die Anwendung von Wissen auf problembasierte und praxisbezogene Aufgaben erreicht. Die damit verbundenen neuen Möglichkeiten, den eigenen Lernprozess selbst zu gestalten und zu organisieren, erhöhen nicht nur die Effektivität des individuellen Lernens der Studierenden. Vielmehr spiegeln sie ein zentrales Ziel von BNE wider: die Lernenden zu befähigen, ihren eigenen Lernprozess selbst zu bestimmen und kritisch zu reflektieren (Birkelbach et al., 2020).

### **2.4.3. Inklusion & Diversität**

KI-Anwendungen helfen bereits Menschen mit körperlichen Behinderungen wie Seh- und/oder Hörbehinderungen beim Zugang zu höherer Bildung. Zukünftig können hier weitere Krankheitsbilder oder körperliche Beeinträchtigungen berücksichtigt werden, die für viele immer noch ein Hindernis darstellen, insbesondere beim Lernen. Beispiele hierfür können sowohl logopädische Störungen als auch Störungen im Bereich des Lesens und Schreibens, wie zum Beispiel, Legasthenie, sein. KI-Anwendungen können hierbei Texte für Personen mit verschiedensten Beeinträchtigungen, durch Vorlesen, Vergrößerung, Übersetzung, Bilder, lesbar machen. Auch MOOCs mit integrierter KI machen es möglich, das Angebot und teilweise ganze Bildungsprogramme individuell an die Bedürfnisse der Nutzer anzupassen. Damit können Studierende zeitlich unabhängig und egal, wo sie sich befinden ihrem Studium nachgehen. Dadurch kann auch bildungsbenachteiligten Gruppen Zugang zu hochwertiger Bildung verschafft werden. Damit haben KI-Tools im Bildungsbereich das Potential Ungleichheiten zu verringern. Auch im Bereich Diversität können KI-Tools dabei unterstützen, die Zuordnung beziehungsweise Auswahl von Studierenden so zu gestalten, dass eine möglichst diverse Kohorte entsteht (Birkelbach et al., 2020).

### **2.4.4. Kompetenzentwicklung**

Der Einsatz und die Weiterentwicklung von KI trägt dazu bei, dass methodische Kompetenzen im Gegensatz zu klassischem Wissenserwerb immer wichtiger werden (Dittler & Kreidl, 2018) – und gerade in der Vermittlung von Kompetenzen zeigen KI-Anwendungen ein besonders großes Potential. BNE hebt in diesem Zusammenhang vor allem Kompetenzen im Bereich der Kooperation, der Kommunikation, der inter- und transdisziplinären sowie interkulturellen Zusammenarbeit oder des kritischen und systemischen Denkens hervor (Birkelbach et al., 2019). Zusätzlich bedarf es zunehmend der Fähigkeit, fachliche Kompetenzen kontextspezifisch anwenden zu können (Buchem et al., 2019). Gerade in diesem, für das SDG 4 wesentlichen, Bereich der Kompetenzentwicklung bieten KI-Anwendungen innovative Möglichkeiten und Chancen, BNE verstärkt im Hochschulbereich zu verankern. In diesem Zusammenhang haben KI-Tools auch das Potential neue kooperative Lernformate, interkulturelle Kompetenzen und internationale Zusammenarbeit zu fördern, indem Studierende mit unterschiedlichen Kulturen und Gesellschaften auf der ganzen Welt in Kontakt kommen (Nakicenovic et al., 2019).

### **2.4.5. Datenschutz**

Durch die Individualisierung von Bildungsangeboten werden persönliche Daten erfasst und gespeichert. Problematisch sind dabei nicht nur die von den NutzerInnen selbst eingegebenen Daten, sondern auch der Umgang mit den von den Algorithmen generierten Daten. Einige KI erkennen die individuelle Herkunft und Krankheiten, wie zum Beispiel Depressionen allein durch die Eingabe von Text, basierend auf der Wortwahl und den Sprachkenntnissen der Nutzer. Wie mit Hilfe des Internets kann durch KI der Zugang zu Informationen demokratischer gestaltet werden und zur Bewältigung aktueller gesellschaftlicher Herausforderungen beitragen. Je mehr Daten ein KI-System hat, desto besser kann es die Lernenden unterstützen. Aber mit der zunehmenden Kommerzialisierung von personenbezogenen Daten können KI-Anwendungen im Bildungsbereich auch negative Folgen haben (Fichter, 2019).

### **2.4.6. Verlust von Diversität**

Auch wenn das implizite Ziel (das explizite Ziel, wenn es um BNE geht) der Hochschulbildung die Förderung von kritischem und reflektierendem Denken ist, und auch wenn ein vereinfachter globaler Zugang zu Lehrangeboten vorerst das individuelle Angebot erhöht, könnte die internationale Hochschullandschaft Gefahr laufen, durch globalisierte Studiengänge an Vielfalt zu verlieren. Dieses Risiko wurde bereits bei klassischen MOOCs beobachtet, in deren Folge Kurse an kleineren Universitäten in den USA gestrichen wurden. Die Verlagerung der Studierenden auf Online-Angebote führt aber nicht nur zu einem Verlust an Diversität, sondern birgt im schlimmsten Fall auch Risiken für die Diversität des wissenschaftlichen Diskurses, wenn die Studiengänge inhaltlich monotoner werden (Schulmeister, 2013). Verlust von Diversität kann auch bezogen auf die Hard- und Software verloren gehen, wenn Hochschulen sich in eine zu große Abhängigkeit von einem Anbieter begeben. Dies würde zu einem sehr großen Einfluss eines Unternehmens auf Bildung führen (Bittmann, 2014).

### **2.4.7. Benachteiligung durch Bias**

Die Entstehung von Bias in Algorithmen ist ein zentrales Problem für die Qualität und Zuverlässigkeit von KI-Anwendungen. Die Verzerrung von Datensätzen führt zu Fehlern, die unfaire Auswirkungen auf Einzelpersonen oder Personengruppen haben können. In der Bildung zum Beispiel könnte sie zur Zuweisung falscher Interessenschwerpunkte, Stärken oder Schwächen der Lernenden führen. Es ist daher wichtig, den Algorithmen nicht blind zu

vertrauen, sondern gleichzeitig die Entscheidungen menschlich zu überprüfen, entweder stichprobenartig oder kontinuierlich, je nach der Sensibilität der Anwendung. Ohne die Schaffung einer adäquaten rechtlichen Grundlage, die es dem Einzelnen erlaubt, gegen die Diskriminierung von Algorithmen vorzugehen, besteht die Gefahr, dass Einzelpersonen oder Gruppen aufgrund maschineller Entscheidungen unfair behandelt werden. Darüber hinaus muss auch sichergestellt werden, dass bei der Entwicklung der Anwendungen und dem Training der Algorithmen insbesondere die Bedürfnisse von Menschen aus marginalisierten Gruppen berücksichtigt werden, um dem Bias vorzubeugen. Auch die EntwicklerInnen der Algorithmen müssen sich dieser Problematik bewusst sein und entsprechend sensibel in der Programmierung und Architektur der Anwendung vorgehen. Im Sinne einer nachhaltigen und inklusiven Bildung muss den Schwächen eines Algorithmus durch eine menschliche Beurteilung von Einzelfällen entgegengewirkt werden, damit benachteiligten oder nicht repräsentierten Personen die Chance auf eine gleichwertige Bildung nicht verwehrt wird (Birkelbach et al., 2020).

#### **2.4.8. Digitale Spaltung**

Das Potential von KI-Anwendungen im Hochschulbereich bezüglich der Individualisierung und auch der Effizienzsteigerung ist offenkundig. Genauso offenkundig ist der damit einhergehende Umstand, dass KI-Anwendungen mitunter sehr teure Technologien sind. Die Frage, die sich aber zwingend stellt, ist, wer Zugang zu diesen Anwendungen hat, und wem diese, aufgrund der höheren Kosten oder des höheren Preises, der Soft- oder auch nötigen Hardware, vielleicht vorenthalten bleiben. Da es sich bei KI-Anwendungen im Hochschulbereich um kapitalintensive Technologien handelt, besteht das Risiko, dass es vor allem kleineren Hochschulen an finanziellen und personellen Ressourcen fehlt, um den Einsatz von KI-Tools zu fördern. Die Weiterentwicklung von Lehrkonzepten, die darauf abzielen KI- und BNE-Kompetenzen zu fördern, ist weitestgehend von dem Engagement einzelner Lehrender abhängig. Auch ist es meist der Eigenmotivation von Lehrenden überlassen, ob sie sich fortbilden, um die entsprechenden Kompetenzen selbst zu erwerben, was auch dazu führt, dass viele Lehrende diesem Thema skeptisch gegenüber stehen und somit die Implementierung hindern. Auch das kann den KI-Gap verstärken, da es somit von Glück oder Zufall abhängt, bei welchen Lehrenden Studierende Unterricht haben (Watolla, 2019).

#### **2.4.9. Effizienz & Ökonomisierung**

KI kann einen großen Beitrag leisten, wenn es darum geht, Daten zu analysieren und das Lernen zu personalisieren. Häufig werden jedoch gerade die am leichtesten zu

automatisierenden Kompetenzen trainiert, um die Effizienz des Lernprozesses zu steigern, und nicht die an BNE orientierten Kompetenzen, die durch KI-Anwendungen - komplementär zu analogen Lernprozessen - eigentlich hervorragend gefördert werden könnten. Dies verstärkt oft einen Trend oder ein Bildungsparadigma, dem BNE eigentlich entgegenwirken will: Bildung als mechanistischer Prozess der reinen Wissensakkumulation entlang konventioneller Verwertungs- und Effizienzkriterien.

Bereits vor dem Aufkommen der ersten KI-Anwendung im Bildungswesen wurde kritisiert, dass die Hochschulbildung neben der Ausbildung für den Arbeitsmarkt zu wenig auf Kompetenzen und Fertigkeiten achtet, die auf den ersten Blick vielleicht nicht sofort monetarisiert werden können, die aber von hoher gesellschaftlicher Relevanz sind (Thomas, 2009; Wals & Corcoran, 2012). Ohne entsprechende Richtlinien und einen gesellschaftlichen Orientierungsrahmen für die Ausrichtung und Ziele von KI in der Hochschulbildung besteht die Gefahr, dass die Lehre immer mehr auf die reine Effizienzsteigerung und Ökonomisierung der Bildung reduziert wird (UNESCO, 2019).

<b>Potentiale</b>	<b>Risiken</b>
Effizienz in der Lehre	Datenschutz
Individualisierung des Lehr- & Lernprozesses	Verlust von Diversität
Inklusion & Diversität	Digitale Spaltung
Kompetenzentwicklung	Benachteiligung durch Bias
	Effizienz & Ökonomisierung

*Tabelle 2: Übersicht Potentiale und Risiken*



### 3. Methodik

In diesem Kapitel wird das methodische Vorgehen für den empirischen Teil der Masterarbeit beschrieben. Es werden die qualitativen Methoden der Datenerhebung und -auswertung dargestellt.

RAHMEN	Rahmenbedingungen für den Einsatz von KI-Tools
BLENDED	Blended Learning
SYSTEM	Schwächen des Hochschulbildungssystems
MINT	fehlende Diversität in MINT Fächern wenige MINT AbsolventInnen
LEHRENDE	Lehrendenebene fehlende Unterstützungssysteme Ausbildung der Lehrenden
EFFIZIENZ	Effizienz-/Kostendruck
BNE	Bildung für nachhaltige Entwicklung
TRANSF	transformatives Denken Gestaltungskompetenz
ZUKUNFT	zukunftsorientiertes Denken
SYSTEM	systemisches Denken
KRITISCH	kritisch reflektierendes Denken
PARTIZIP	partizipatives/kollaboratives Lernen
INTERDIS	interdisziplinär & ganzheitlich
WERTE	werteorientiert
METHOD	Methodenvielfalt/Diversität
KI	Künstliche Intelligenz
PROBLEM	problemorientiert, mit offenen Fragestellungen umgehen, Ausdauer im Bearbeiten von schwierigen Problemen
KOMPLEX	Sicherheit im Umgang mit Komplexität
KRITISCH	kritischer Umgang mit Daten
KOMMU	Kommunikation
KOLLAB	Kollaboration, Multidisziplinarität
ETHISCH	ethische Aspekte berücksichtigen
DIVERS	Mehrdeutigkeiten/Diversität
POTENTIALE	Potentiale
INDIVID	Individualisierung
EFFIZIENZ	Effizienz

INKLUSION	Inklusion
KOMPETENZ	Kompetenzentwicklung
RISIKEN	Risiken
DATEN	Datenschutz/Privatsphäre
HOMOG	Homogenisierung von Wissen
SPALTUNG	Digitale Spaltung
BIAS	Bias
EFFIZENZ	Effizienzfalle

*Tabelle 3: Codesystem*

Einer der am häufigsten genannten Gründe für die Wahl einer qualitativen statt einer quantitativen Forschungsmethode ist es, noch nicht gründlich untersuchte Bereiche zu erforschen und zu untersuchen, wie Bedeutungen gebildet und geformt werden (Strauss, 2015). Angesichts der Tatsache, dass in der aktuellen Literatur eine Verbindung zwischen den Schlüsselthemen dieser Arbeit, nämlich BNE auf der einen Seite und der Einfluss von KI auf der anderen Seite fehlt, scheint ein qualitativer Forschungsansatz geeignet, die aufgeworfene Forschungsfrage zu behandeln.

Nach Brinkmann & Kvale (2015) eignen sich Interviews als Erhebungsmethode, wenn der Gegenstand der Untersuchung auf menschliche Erfahrung und Sichtweisen abzielt, was auf die Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit zutrifft. Obwohl Interviews als qualitative Forschungsmethode Einschränkungen haben, da die Antworten der Befragten immer durch persönliche Einstellungen geprägt sind, sind sie hilfreich, um Einblicke in die jeweiligen Themengebiete von ExpertInnen zu bekommen (Creswell, 2014). Deshalb wurden zur empirischen Erarbeitung der Arbeit die Methode der ExpertInneninterviews gewählt, um die persönlichen Sichtweisen einzufangen und die Meinungen der ExpertInnen mit den Ergebnissen der Literaturrecherche zu vergleichen. Für die Befragung der ExpertInnen wurde die Methode des teilstrukturierten Interviews gewählt, um der Breite des Themas gerecht zu werden und die verschiedenen Sichtweisen der ExpertInnen einzufangen. Dazu wurde ein Leitfaden mit offenen Fragen, basierend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche entwickelt, mit dem die Interviews zwar strukturiert, aber nicht standardisiert durchgeführt werden konnten (Creswell, 2014). Daher konnten die Fragen von Interview zu Interview variieren, beziehungsweise im Laufe des Interviews verändert werden, um sie den verschiedenen InterviewpartnerInnen anzupassen. Weiters können so von den ExpertInnen eigene Aspekte eingebracht werden, die sie für wichtig empfinden. Die ersten drei Fragen des Interviews sind Eingangsfragen und wurden so gewählt, dass sie einerseits den Einstieg in das Interview erleichtern und andererseits die Hintergründe der ExpertInnen erheben und deren

Begriffsverständnis von „Künstlicher Intelligenz“ und „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ klären, um Missverständnissen während des Interviews vorzubeugen.

### **Einstiegsfragen**

**Frage 1:** Was genau ist Ihr Forschungsgebiet und wie lange beschäftigen Sie sich schon damit?

**Frage 2:** Was verstehen Sie unter KI?

**Frage 3:** Wie definieren Sie BNE?

Die Fragen 4 bis 9 sind die Hauptfragen und zielen somit auf die Beantwortung der Forschungsfrage ab. Sie sollen die ExpertInnen vor allem dazu anregen, deren eigene Sichtweisen und Expertise einzubringen. Zur Vertiefung wurden teilweise Unterfragen vorgemerkt, um die Ergebnisse der Literaturrecherche zu thematisieren, wenn sie nicht von den ExpertInnen selbst angesprochen wurden. Je nach Wissensschwerpunkt der ExpertInnen ergaben sich andere Zusatzfragen.

### **Hauptfragen**

**Frage 4:** Wie nehmen Sie die Veränderung der Gesellschaft und des Bildungssystems im Speziellen durch KI wahr?

**Frage 5:** Welche generellen Schwachstellen hat Ihrer Meinung nach das Hochschulbildungssystem, bzw. wo sehen Sie konkretes Potential für Verbesserungen?

**Frage 6:** Welche Potentiale sehen sie in der Anwendung von KI im Bildungsbereich? Was könnte KI konkret tun, um die vorhin genannten Schwachstellen zu verbessern, bzw. das Verbesserungspotential nutzen? Können Sie Beispiele dafür nennen?

**Frage 7:** Welche Risiken sehen Sie in der Anwendung von KI?

**Frage 8:** Kann KI zur Transformation des Bildungssystems hin zu einer Bildung für nachhaltigen Entwicklung beitragen – oder verhindert der derzeitige Fokus von KI so eine Transformation?

**Frage 9:** Welche (politischen) Rahmenbedingungen braucht es, um die Potentiale von KI im Bereich der Hochschulbildung zu nutzen und die Risiken zu vermeiden?

Zum Abschluss wurde den ExpertInnen immer die Möglichkeit gegeben, Aspekte, die ihrer Meinung nach wichtig sind, aber noch nicht erwähnt wurden, hinzuzufügen.

### **Abschlussfrage**

**Frage 10:** Wir sind nun am Ende des Interviews, danke für Ihre interessanten Antworten. Möchten Sie noch etwas zu dem Thema hinzufügen?

Mit dem erstellten Leitfaden wurden über einen Zeitraum von fünf Wochen zehn ExpertInnen interviewt, die entweder einen Bezug zu BNE oder KI beziehungsweise Digitalisierung haben. Die Auswahl der ExpertInnen erfolgte über Webseiten von österreichischen Hochschulen und anderen Institutionen, die sich mit den Themen BNE und/oder KI beschäftigen. Per Mail wurden zwanzig potenzielle InterviewpartnerInnen kontaktiert, wovon sich zehn bereit erklärt haben, an einem Interview teilzunehmen. Diese ExpertInnen kommen aus den Bereichen Soziologie, BNE, Medienpädagogik, KI und Technikfolgenabschätzung. Die Interviews wurden online via Skype, Zoom oder Jitsi durchgeführt. Die Audiodateien wurden mit Hilfe der Software Express Scribe für die weitere Verwendung transkribiert. Die Namen der ExpertInnen (E1-E10) wurden anonymisiert und personenbezogene Daten bei der Transkription weggelassen, um keine Rückschlüsse auf individuelle Personen ziehen zu können. Nach Transkription der Aufnahmen wurden die Texte mit Hilfe der Software MaxQDA einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2014) unterzogen. In dieser Arbeit kommt die Technik der inhaltlichen Strukturierung zum Einsatz. Ziel der strukturierenden Inhaltsanalyse ist es, das Datenmaterial unter vorher festgelegten Kriterien einzuschätzen. Dabei können bestimmte Themen und Aspekte durch vorab festgelegte Kriterien aus dem Material herausgefiltert werden. Hierzu wurde basierend auf der Literaturrecherche ein Kodierrahmen erstellt. Wie Tabelle 3 zeigt, basiert das Codesystem auf sechs Kategorien (Rahmenbedingungen, Hochschulsystem, BNE-Kompetenzen, KI-Kompetenzen, Potentiale, Risiken), denen Sub-Codes zugeordnet wurden.

Dazu wurden die Interviews sowohl deduktiv auf den oben angeführten Codes basierend auf der Literaturrecherche analysiert als auch induktiv neu auftretende Kategorien hinzugezogen. Diese Vorgehensweise deckt sich auch mit Berg (2007), nach dem der Prozess des Kodierens bisher nicht berücksichtigte Themen aufwerfen kann und damit weitere Forschung anregen soll. Die neuen Codes sind in Tabelle 4 dargestellt und beziehen sich auf:

- Die (falsche) Verwendung des Begriffs „Künstliche Intelligenz“ in der Debatte beziehungsweise die vielfältigen Definitionen
- Die Grenzen des Einsatzes von KI und die Grenzen der Technologie im Hinblick auf eine Verbesserung der Lehre und des Lernprozesses
- Das Führen von Diskursen zum Einsatz von KI, aber auch über die Gesellschaft generell
- Die Verfügbarkeit von Daten, die Vor- und Nachteile davon und der Umgang damit
- Die Forderung nach Transparenz für KI-Systeme
- Die Möglichkeit, KI zu nutzen, um Entscheidungen evidenzbasiert zu treffen
- Das Potential von großen Datenmengen.

BEGRIFF_NEU	Begrifflichkeiten Verwendung von KI
GRENZEN_NEU	Was kann KI, was kann es nicht? Allheilmittel technologische Lösung
RAHMEN	
DISKURS_NEU	Diskursführung Mehrperspektivität
DATEN_NEU	Datenverfügbarkeit Umgang mit Daten
TRANSPARENZ_NEU	Transparenzkriterium
EVIDENZ_NEU	evidenzbasierte Entscheidungen
POTENTIALE	
DATEN_NEU	Nutzen von großen Datenmengen

Tabelle 4: neu hinzugekommene Codes

## Begriff

Der Begriff KI wird, wie eingangs erwähnt, für oft sehr verschiedene Dinge verwendet und es gibt keine einheitliche Definition dafür. Vor allem der Begriff „Intelligenz“ *„verleitet dazu, dass man der Technologie mehr Vertrauen schenkt, als eigentlich gerechtfertigt ist“ (E10)* und diese uneinheitliche Definition verleitet auch dazu, dass *„wenn man eine moderne, fortschrittliche Organisation sein will oder Universität, da ist es halt schön, wenn sie das KI nennen. Das heißt aber nicht, dass da KI drin ist. Oder dass man das wirklich intern verwendet.“ (E2)*. Somit sollte in Debatten immer darauf geachtet werden, was das Gegenüber unter KI versteht. Auch Studierenden und Lehrenden sollte klar sein, was KI ist, was es

wirklich kann und wo deren Grenzen sind, um die Diskussion auf einer sachlichen Ebene führen und Anwendungen auch hinterfragen zu können.

### Grenzen

Eine Thematik, die in den Interviews vermehrt erwähnt wurde, sind die Grenzen von KI, so wie diese heute arbeiten. Wie oben schon kurz erwähnt, müssen sich AnwenderInnen darüber bewusst werden, was KI wirklich kann und was nicht, um besser damit umgehen zu können. Wichtig ist, dass sich Lehrende und Studierende beim Einsatz von KI-Systemen bewusst darüber sind, was KI kann und was nicht beziehungsweise wo der Einsatz Sinn macht und wo nicht. KI darf auch nicht als Allheilmittel gesehen werden für alle Probleme, die das Hochschulbildungssystem hat. Es kann an manchen Stellen Erleichterungen schaffen und positive Aspekte setzen, aber das muss rational eingesetzt werden und man muss sich *„der Grenzen und Möglichkeiten bewusst sein“ (E5)*.

### Rahmenbedingungen

Die meisten deduktiv erstellten Codes betreffen die Rahmenbedingungen, die die ExpertInnen als notwendig erachten, um KI in der Hochschulbildung sinnvoll und positiv zu nutzen. Hierzu zählt der Code „Daten“, der sich sowohl auf den Umgang mit Daten als auch deren Verfügbarkeit bezieht. Der Code „Diskurs“ bezieht sich auf die Notwendigkeit des Austausches und der Diskussion über die Verwendung von KI. Der Code „Transparenz“ bezieht sich auf die Notwendigkeit von Transparenz bei der Programmierung von KI-Systemen und Datenverwendung. Der Code „Evidenz“ bezieht sich auf die Nutzung von Daten und KI für evidenzbasierte Entscheidungen.

Um den Zusammenhang verschiedener Codes zu analysieren wurde mit Hilfe des Code Relations Browser in MaxQDA die Beziehungen zwischen den Codes dargestellt (siehe Abbildung 1, 2, & 3). Die Quadrate stehen für die Überschneidungen von Codes in einem Segment. Je mehr Segmente mit den gleichen Codes codiert wurden, desto größer das Quadrat. Große Quadrate bedeuten somit häufige Überschneidungen.

### **Limitationen**

Es sei erwähnt, dass die Befragung von zehn ExpertInnen nicht ausreichend ist, um eine hohe Reliabilität zu erzielen. Die Verknüpfung der beiden Themen BNE und KI ist noch unausgereift, weshalb es sich als schwierig darstellte, ExpertInnen zu finden, die sich mit beiden Themen beschäftigen. Weiters sollte angemerkt werden, dass alle interviewten ExpertInnen derzeit in Österreich arbeiten, ein Vergleich mit Meinungen von ExpertInnen

anderer Länder wäre interessant. Da die ExpertInnen entweder eher aus dem Digitalisierung/KI Bereich oder BNE Bereich kommen, konzentrieren sich die Interviews meist auf das eine oder das andere Thema, wobei immer über beide gesprochen und die Meinung zu dem jeweils anderen eingeholt wurde.

## 4. Ergebnisse

Mit der vorliegenden Arbeit sollen drei wesentliche Fragen beantwortet werden: vor welchen Herausforderungen das österreichische Hochschulbildungssystem steht, was die Potentiale und Risiken von KI für die Implementierung von BNE sind und welche Kompetenzen und Rahmenbedingungen gebraucht werden, um KI im Einklang mit BNE zu implementieren. Die Darstellung folgt den Themenschwerpunkten der Literaturrecherche. Die Ergebnisse der Interviews in Bezug auf diese Fragen werden im Folgenden dargestellt. Zitate aus den Interviews werden kursiv dargestellt und eingerückt.

### 4.1. Herausforderungen Hochschulbildungssystem

Die größten Probleme des Hochschulbildungssystems sehen die ExpertInnen in dem großen **Effizienzdruck**, der in allen Bereichen in der Hochschulbildung herrscht, sowohl in der Forschung als auch bei Lehrenden und Studierenden. Durch Drittmittelfinanzierung und Projektförmigkeit wird der Druck vor allem in der Forschung größer, was sich wiederum auf die Lehre und somit auch auf die Studierenden auswirkt.

*Die Frage von Grundfinanzierung und Drittmittelfinanzierung ist, glaube ich, eine große Herausforderung. (E2)*

Auf Ebene der Studierende werden diese durch oftmals sehr strikte Lehrpläne angehalten, möglichst schnell zu studieren, was dazu führt, dass nur wenig Erfahrungen außerhalb des eigenen Curriculums gemacht werden können.

*Jetzt habe ich schon das Gefühl, nicht bei allen Studierenden, aber bei vielen, dass sie enormen Druck haben, enormen Erfolgsdruck auch bald in eine Berufstätigkeit überzugehen oder parallel eben zu arbeiten oder Praktika zu machen. Das Studium schnell abzuschließen und eben ECTS zu sammeln, und da finde ich, ist die Gefahr manchmal groß, dass man eben dort verweilt, wo es vielleicht spannend ist oder dort, wo es gerade ungemütlich ist, weil man es nicht gleich versteht. [...] Aber durch die Verschulung ist alles, was man ehrenamtlich und zusätzlich und freiwillig macht, weggestrichen worden und jetzt implementieren wir die Verantwortungsübernahme wieder in die Lehrgänge. Das ist zwar absurd, aber besser als nichts. (E1)*

Durch den hohen Druck und schlechte Bezahlung läuft das System auch Gefahr, AbsolventInnen an andere Sektoren zu verlieren. Auch die Unsicherheit, ob es nach einem Projekt die Möglichkeit gibt weiterzuarbeiten, macht die Entscheidung, einen Job an der Universität anzustreben oft unattraktiv.

*Die Universitätskarriere ist in manchen Bereichen eine ziemliche Herausforderung, weil es Projektjobs sind, kurze Jobs, schlecht bezahlt, mit sehr hohem Druck. Das ist die Forschung. [...] Jetzt steigt der Druck überall, da kommt man in ein Problemfeld, dass es eine Überlastung werden kann und dass Leute, die durchaus fähig wären, sagen, das wahnsinnige System tu ich mir nicht an, wenn ich die Möglichkeit habe gehe ich in einen anderen Sektor. (E4)*

Durch den Effizienzdruck bekommen Projekte, die nicht in die aktuelle Ausrichtung der Hochschulen passen, nur wenige Ressourcen und es hängt von einzelnen Forschenden und Lehrenden ab, ob gewisse Themen Aufmerksamkeit bekommen oder nicht. Viele widmen sich diesen Themen dann über die Arbeitsverpflichtung hinaus, was aber zu Überlastung führen kann.

*[...] also hängt es wieder sehr davon ab, was Leute mit in-kind Leistungen einbringen. Ist ein bisschen herausfordernd bei dem Job. Es sind viele hochmotiviert, die hauen sich rein, weil sie es wichtig finden. Aber damit kommst du im System nicht ins Zentrum. Es darf nicht auf Dauer eine totale Ausbeutung sein. (E4)*

Wie oben beschrieben zielt das Bildungssystem vor allem darauf ab, Studierende auf die heutige Arbeitswelt vorzubereiten, was auch von den ExpertInnen bestätigt wird. Vor allem durch die Bologna Reform, wurde die Hochschulbildung sehr verschult und Studierende sind eher darauf fokussiert, einen Abschluss zu machen, als sich weiterzubilden, wodurch zusätzliche Erfahrungen oder Lernmöglichkeiten nur wenig genutzt werden. Das eigentliche Lernen rückt in den Hintergrund, da die „universitäre Lehre dazu neigt, Lernprozesse anzustoßen und weniger Bildungsprozesse“ (E1).

*Und Sie haben vollkommen recht, wenn Sie da die Schnittstelle mit Bildung, KI und der Arbeitswelt sehen, weil unser heutiges Bildungssystem zu 99% darauf ausgerichtet ist, SchülerInnen einen Platz in der Gesellschaft zu suchen. Also sie zu arbeitsamen Bienchen zu erziehen, weil sie genau wissen, wo ihre persönlichen Vorteile liegen, also was sie am besten können, die sie dann halt später der Gesellschaft durch ihre Profession zurückgeben können. (E6)*



Auch der Mangel an Kompetenz im Umgang mit digitalen Tools der **Lehrenden** wurde angesprochen. Damit Studierenden auf diverse Veränderungen der Zukunft vorbereitet werden können, braucht es auch Lehrende, die in der Lage sind, dies zu tun.

*Wenn wir irgendwas am Bildungssystem ändern wollen, dann müssen wir vermutlich bei den Leuten ansetzen, die die nächsten Generationen unterrichten. Aber wer bildet die Leute, die dann später unterrichten? Die Leute an den Universitäten müssen auch selber ausgebildet werden. Deswegen meinte ich, dass man an allen Stellen gleichzeitig ansetzen muss. (E6)*

Gerade im Umgang mit KI müssen Lehrende sich der Auswirkungen dessen bewusst sein und im Umgang damit geschult werden. Dies betrifft auch die Umsetzung von BNE in der Hochschule. Meist ist es von dem/der Lehrenden abhängig, ob und wie das umgesetzt wird. Auch hier braucht es diverse Weiterbildungen der Lehrenden. Diese Weiterbildung sollte allerdings nicht wie bisher hauptsächlich von dem persönlichen Engagement der Lehrenden abhängen, sondern flächendeckend für alle eingeführt werden.

*Ich glaube, dass es ganz stark von den Lehrkräften abhängt. [...] Die Lehrkräfte, die sich weiterbilden, die Interesse daran haben oder sich selbst Gedanken dazu machen, die glaube ich vermitteln das. Alle anderen glaube ich eher weniger. (E1)*

*Ich meine, sie machen schon ökologische Themen, aber jetzt nicht unter diesem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung. Mir fehlt diese zielgerichtete Ausbildung der Lehrenden, dass die wissen, was bedeutet überhaupt nachhaltige Entwicklung. (E7)*

*Deswegen ist es von hoher Wichtigkeit, wenn ich einen Algorithmus benutze im Bildungssystem, dann muss ich diese Schwächen berücksichtigen und muss mit derer bewusst sein und die Anwender, die betroffenen Leute müssen sich auch dessen bewusst sein. Aber wenn man eben noch keine Kompetenz dazu hat, das ist dann eben ein Problem, wo man Maßnahmen setzen muss. (E5)*

Hierzu braucht es geeignete Strukturen und Rahmenvorgaben, um es Lehrenden zu erleichtern, sich weiter zu bilden und neue Technologien wie KI auch zu nutzen und gleichzeitig neue Lehrmethoden zu ermöglichen, um zukunftsorientierte Kompetenzen zu vermitteln.

*Da braucht es in nächster Zeit auch Unterstützungsstrukturen an den Unis für Lehrende. Da ist ein Riesenspektrum altersbedingt von der Disziplin abhängig, wie stark die das nutzen. Da braucht es eine Supportstruktur. [...] Und wenn ich Unterstützung sage,*

*meine ich das nicht nur technisch, sondern wenn zum Beispiel die Rahmenvorgaben, woher auch immer, vom Ministerium, von der Leitung oder den Kollegen selber kommen. (E4)*

*Nein, ich glaube, das ist eine absolute Aufgabe, nicht nur im Universitätsmanagement Lehrende mehr zu unterstützen, sondern auch im Umgang mit digitalen Medien, aber vor allem nicht nur einen reflexiven Umgang mit ihren Studierenden und deren Bedürfnissen, sondern auch mit ihren eigenen Lehrmethoden und den Möglichkeiten von technischer Unterstützung, im weitesten Sinne auch KI anzuregen und das mehr oder weniger zu fördern. (E3)*

Weitere Punkte, die die ExpertInnen im Hochschulsystem als problematisch sehen sind die strikte Trennung von diversen Fachrichtungen, unterschiedliche Strukturen von Hochschulen, fehlende Kollaborationen von Studierenden und Lehrenden und die Trennung von Forschung und Lehre.

*Ich höre von Kollegen an der Uni Wien andere Leidensgeschichten. Das hat mit Struktur, Größe und Alter der Universitäten zu tun. Da tun sich kleinere jüngere Strukturen, wenn sie wollen, anscheinend leichter. Und das hat natürlich Rückwirkungen auf die Hochschullehre. (E4)*

*Deswegen wird es auch dahin ausgelagert, dass der Mathelehrer sagt: Geht mich nichts an, das macht der Geografielehrer. Das sehe ich ganz und gar nicht so, sondern es sollte tatsächlich [...] in jedem Fach und übergreifende Projekte geben, wo sie die nachhaltige Entwicklung tatsächlich oder BNE implementieren. Und zwar nicht nur als Geografiefach, sondern über die ganze Hochschule drüber. (E7)*

*Ja, aber so etwas wie forschungsgeleitete Lehre oder das Zusammenarbeiten von Studierenden und Lehrenden oder Professoren ist wirklich Mangelware und das finde ich sehr schade. (E1)*

## 4.2. Potentiale & Risiken

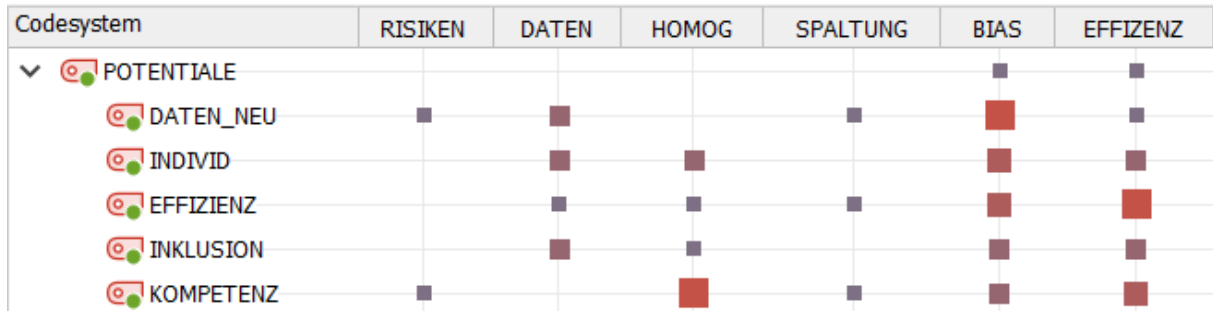


Abbildung 1: Überschneidung von Potentialen und Risiken

Wie oft sich Potentiale und Risiken überschneiden, wird in Abbildung 1 ersichtlich. Die Analyse der Interviews zeigt, dass die Nutzung von großen Datenmengen großes Potential birgt, dabei muss aber immer auf den inhärenten Bias geachtet werden. Die größten Risiken werden von den ExpertInnen im Bias der Daten und Algorithmen sowie in der Gefahr der immer stärkeren Effizienzsteigerung gesehen. Auch die Homogenisierung des Wissens beziehungsweise der Einfluss von großen Unternehmen wird sehr kritisch gesehen. Hingegen wird auch das größte Potential in der effizienteren Gestaltung der Lehre gesehen, was in Gleichklang mit einer der Schwächen des Hochschulbildungssystems steht: der überlasteten Lehrenden und den fehlenden Unterstützungssystemen für Lehrende (siehe Abbildung 2).

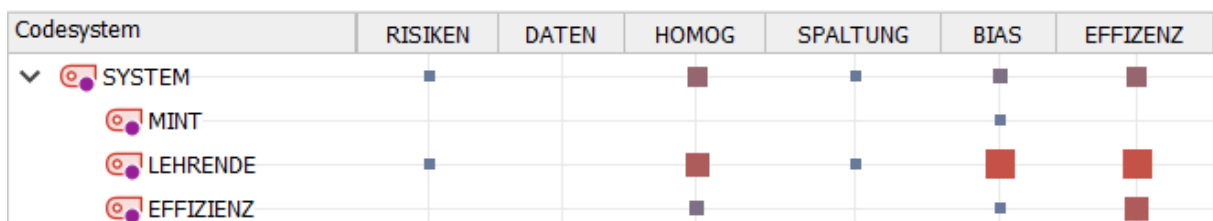


Abbildung 2: Überschneidung von Herausforderungen des Bildungssystems mit Risiken

Das größte Potential für BNE liegt den ExpertInnen zufolge in der **effizienteren Gestaltung der Lehre**, da dies eine bessere Betreuung der Studierenden ermöglichen würde. Mit Hilfe von Chatbots könnten Lehrende davon entlastet werden, wiederkehrende Fragen von Studierenden zu beantworten, „vor allen Dingen an den Schulen, aber auch durchaus an den Universitäten, wo ProfessorInnen genervt sind von übervollen Sprechstunden, wo immer dieselben Fragen gestellt werden“ (E6) und auch bei der Organisation der Lehrveranstaltungen unterstützen, indem zum Beispiel „KI sagt, ok wie soll die Gruppe zusammengesetzt werden. Welche unterschiedlichen Profile habe ich in einer bestehenden Gruppe und wie wäre es ideal, dass die sich in einer Gruppe zusammensetzen und

Gruppenarbeiten machen“ (E5). Abseits von Frontalunterricht könnten vermehrt andere Lehrmethoden eingesetzt werden und dadurch „higher order skills“<sup>1</sup> gefördert und wieder mehr auf verbalen Austausch gesetzt werden. Nichtsdestotrotz muss immer darauf geachtet werden, was genau effizienter gestaltet wird, damit es nicht nur um die Optimierung von Studierenden, sondern tatsächlich um eine Erleichterung der Lehrenden geht.

*Im positiven Sinn kommt mir das durchaus als plausibler Gedanke vor, dass wenn bestimmte Routinen maschinell gemacht werden können, könnte ja mehr Freiraum für wirklich Kreatives oder Interessantes oder studierendengerechtes Lernen frei werden. [...] Und wenn das effizient in dem Sinn mit relativ geringem Aufwand passiert und ich habe mehr Ressourcen dafür higher-order skills zu fördern dann finde ich das eine interessante Idee. (E4)*

*Der Lehrer hat die Möglichkeit, gezielter zu schauen, wer hat besonders Förderbedürfnis oder Unterstützungsbedürfnis, also irgendwie lassen sich so für den Lehrer schon Erleichterungen schaffen. Aber man muss sich auch der Grenzen und Möglichkeiten bewusst sein. (E5)*

*Genau und die Frage ist immer, was genau man effizienter gestalten will. Wenn es um die rein technische Administration von Dingen geht, ist das natürlich super. Wenn es um die Betreuung von Studierenden geht, ist die Frage, ähnlich wie bei dem AMS Algorithmus, ob Effizienz das zentrale Ordnungskriterium sein sollte. (E2)*

Auch die ExpertInnen sehen in der **Individualisierung und Personalisierung des Lehr- & Lernprozesses** großes Potential, da man Lernenden dadurch frühzeitig Unterstützung anbieten kann. Es geht darum „gezielter zu schauen wer hat besonders Förderbedürfnis oder Unterstützungsbedürfnis“ (E5) und „Learning Analytics zu verwenden, um Drop Out zu verhindern, was ja ein Ziel wäre, das nicht notwendigerweise etwas Schlechtes ist. Also genau diese Trackingmechanismen, wo gibt es Warnsignale, wo kann man eingreifen.“ (E3), wobei man auch hier immer darauf achten muss, nicht alle Studierenden in einen Topf zu werfen und die letzte Entscheidung immer einem Menschen überlassen sollte.

---

<sup>1</sup> Higher-order skills sind fortgeschrittene kognitive Fähigkeiten, wie etwa kritisches Denken, die über das Abrufen von Faktenwissen hinausgehen (<https://www.igi-global.com/dictionary/higher-order-skills/50852>).

*Wenn man dann analysiert über Big Data, dass diese und jene Gruppe besonders gefährdet ist, dann ist das zwar einerseits ganz gut, wenn man Supportmaterial zur Verfügung stellen kann, andererseits rutschen Menschen dann von vornherein, haben quasi von Anfang an den Stempel einer Risikogruppe. Und das ist für mich höchst fragwürdig. (E3)*

KI kann auch beim Lernen und Recherchieren unterstützen und dann in weiterer Folge personalisierte Aufgabenstellungen oder Lernwege vorzuschlagen und durch Analyse des Lernverhaltens auch Lernschwächen feststellen.

*Wenn man zum Beispiel auf der Bibliothek Literatur sucht, wird einem ja automatisch vorgeschlagen, was noch dazu passen könnte. Und da gibt es ja Szenarien, wo das noch weiter geht. Wo einem dann vielleicht Lehrveranstaltungen vorgeschlagen werden. (E1)*

*Im Bildungssystem wird, soweit ich das weiß, KI vor allem im Sinne von individualisierten Lernmethoden eingesetzt. [...] Also, dass die KI dann eine Lernschwäche oder ein Lernproblem feststellt und dann selbstständig Aufgaben zum weiter Vertiefen oder weiter Lernen vorschlagen soll. Das kann man natürlich in unterschiedlichen Variationen durchspielen. Also, dass die KI dann auch in der Lage sein sollen, Aufgaben zu stellen, Antworten zu überprüfen, auch freigegebene Antworten zu überprüfen und bewerten. Und daraufhin dann auch eine Weiterentwicklung von Aufgaben vorschlagen kann. (E6)*

Ebenso der **inklusive Zugang zu Bildung** wird von den ExpertInnen als großes Potential gesehen, sowohl als Hilfestellung für Studierende mit physischen oder psychischen Behinderungen als auch darin, einer größeren Anzahl an Personen Zugang zu Bildung zu verschaffen. Wobei auch hier wieder der Tenor ist, dass dies immer zusätzlich zu analogen Lern- und Unterstützungsprozessen geschehen muss und nicht komplett automatisiert werden sollte.

*[...] KI kann auch im Sinne von Nachhaltigkeit sehr gut genutzt werden, um den access, die inclusiveness von Bildung zu erhöhen. Dass man Leuten Zugang zu Informationen schafft, die aufgrund irgendeiner Einschränkung diese Möglichkeit sonst nicht hätten. Sei es Blindheit, sei das Autismus, sei das irgendein Hörproblem oder sonst was. Dann hat man über KI unterschiedliche Möglichkeiten, Textdarstellungen neu zu schaffen, die dann für den/diejenige den Zugang auch schaffen. (E5)*

*Da gibt es ja auch schon diverse Tools, dass Menschen, gehörlose oder sehbehinderte Menschen stärker an welchen Prozessen auch immer partizipieren können. Also ich glaube*

*schon, dass da Hilfestellungen sind. Aber auch hier: Ich würde halt wiederum nicht komplett abgeben an die Maschine, sondern ein Werkzeug. (E1)*

*Es ist ja schon so, dass es bei Blinden, dass es da extrem gute Lösungen von Apple für das iPhone gibt, die sehr hilfreich sind. [...] also die Zugänglichkeit von Materialien, das ist natürlich etwas, wo wir schon viel weiter sind, als das noch vor wenigen Jahren der Fall war. Meine Vermutung wäre, dass die Leute das im Moment selbst mitbringen und nicht von den Universitäten gestellt wird. (E2)*

*Da würde ich jetzt wieder auf die MOOC Sache kommen. Das war ja vor ein paar Jahren so eine revolutionäre Sache: Zugang zu Bildung für alle. Mit Hilfe technisch gestützter Systeme. Was KI in diesem Zusammenhang besonders interessant gemacht hat, ist die Scalability von MOOCs. (E3)*

Der Umgang mit KI beim Lernen kann auch dazu beitragen, wichtige **Kompetenzen zu entwickeln**, die dann umgelegt werden können auf andere Themenbereiche. Wenn Lernende lernen, mit komplexen Systemen wie KI umzugehen, können sie das auch in anderen Fächern und im realen Leben verwenden.

*Wenn die Menschen ein bisschen bewusster im Umgang werden, kriegen sie auch mehr Kompetenz, einzuschätzen, was - ich sage das jetzt ein bisschen despektierlich - Computerfreaks nicht, ihnen alles einreden zu müssen, was super und toll ist. Man hat ein bisschen selbst eine kritischere Sicht, man kann die Plausibilität hinterfragen. (E4)*

Ein weiteres Potential, das aus der Literaturrecherche noch nicht hervorgegangen ist, von den ExpertInnen aber oft angesprochen wurde, ist die Nutzung von großen Datenmengen beziehungsweise des Bias, der darin enthalten ist. Die ExpertInnen sehen darin das Potential **Schwachstellen aufzuzeigen und zu bekämpfen**.

*Jetzt kann man natürlich sagen: Wollen wir das, was wir in der Vergangenheit gemacht haben, genauso reproduzieren oder brauchen wir etwas, das dagegenwirkt. [...] Man könnte auch sagen, dass es bestimmte Fälle gibt, die in der Vergangenheit eine schlechte Chance hatten, die müssen wir jetzt besonders fördern [...] dass man das sogar positiv nutzen kann und sagt mit solchen Systemen können wir Vorurteile und Benachteiligungen sichtbar machen, die sonst sozusagen versteckt bleiben in persönlichen Entscheidungen. (E2).*

*[...] sondern man könnte auch eine Schlussfolgerung ziehen, die diesen Bias verstärkt, indem diese weniger gefördert werden, sondern einfach sehen, da gibt es ein Problem in der Gesellschaft zwischen sozialen Unterschieden, zwischen Schichten. Also, dass man das bewusst nimmt, um diesen Bias aus dem Algorithmus rauszunehmen, aber auch an den Ursachen zu arbeiten.“ (E10)*

KI-Systeme funktionieren nur aufgrund der Nutzung großer Datenmengen und je mehr **Daten** die Systeme zum Lernen haben, desto besser werden die Vorschläge wie personalisierte Aufgabenstellungen, die die Systeme machen. Diese Daten müssen natürlich erst gesammelt werden. Darüber sollten sich sowohl Lehrende als auch Lernende bewusst sein und man sollte immer hinterfragen, wer über die Daten verfügen kann und welche Daten überhaupt gesammelt werden. Im Endeffekt geht es dabei auch immer um Macht und Kontrolle, die dann oft bei einigen wenigen Unternehmen liegt, die dann mehr Einfluss haben aufgrund der Daten, die sie sammeln und auswerten können, beziehungsweise in der Abhängigkeit, die dadurch entstehen könnte.

*Und damit ist natürlich die zentrale gesellschaftliche Frage: Wer verfügt eigentlich über diese Datensätze und wer hat Zugriff auf diese Datensätze? Und das sind naheliegenderweise relativ wenige große Konzerne. Also wenn man irgendwelche Sprachassistenten einsetzt, das ist ein ganz alltäglicher Einsatz von KI, völlig egal, ob Cortana, Siri, Alexa oder das von Google, dann profitiert man von diesen Datensätzen, die die Firma hat und trägt gleichzeitig dazu bei. (E2)*

*Wenn das aber ein privates Unternehmen ist, gehen die Daten womöglich schon raus. Aber dann ist wieder dir Frage: Welche Daten gehen raus? Zumeist bieten die Softwareanbieter derzeit an: Hier ist eine Liste all jener Daten, die wir haben möchten, um unseren Algorithmus zu füttern und ihr macht Kreuzchen bei den Daten, die ihr hergeben möchtet. Und je mehr Daten ihr hergibt, desto besser arbeitet der Algorithmus. (E5)*

Die DSGVO bietet eine gute Grundlage für den Datenschutz, wenn die KI-Anwendung allerdings aus einem anderen Land kommt beziehungsweise die Daten auf Servern in anderen Ländern liegen, kann es sein, dass der Datenschutz dort nicht den europäischen Standards entspricht.

*Wir, in unserer Nutzung amerikanischer Dienste, fallen weit hinter das zurück, was uns Europäisches Datenschutzrecht eigentlich garantieren würde. Da haben Sie einen typischen Fall von Möglichkeiten und praktischer Nutzung. (E2)*

*Ja und wo das Ganze liegt. [...] da stimmt man bei den Nutzungserklärungen zu, dass die [Daten] nur für wissenschaftliche Zwecke und anonymisiert verwendet werden. Wenn man dem zustimmt, dann passt das. Wenn der das aber auf einem chinesischen Server liegen hat, weil der gerade günstig ist, und dann greifen die Chinesen erst recht wieder darauf zu. (E7)*

Auch der Aspekt der Macht von jenen, die die Daten sammeln und verwerten, wurde angesprochen. Hier sieht eine ExpertIn das Risiko darin, dass dadurch freie Entscheidungen eingeschränkt oder zumindest beeinflusst werden können.

*Das eine ist, was Sie zuerst angeführt haben, die Frage nach Privatsphäre. Der zweite Punkt ist die Frage nach Kontrolle. [...] Da geht es ja vielleicht gar nicht um besonders intime oder private Daten, sondern da geht es dann darum, dass mit Hilfe dieser Daten Kontrolle über mich ausgeübt werden kann. Dass Leute mehr über mich Wissen und deswegen mehr Macht über mich haben. (E6)*

Ein weiteres Risiko ist die Homogenisierung des Wissens und der damit verbundene **Verlust von Diversität** in der Bildung. Das sehen die ExpertInnen auch darin, dass technische Hilfsmittel wie KI-Systeme dazu beitragen können, dass Studierenden und auch Lehrende im Unterricht eher passiv werden. Dadurch, dass diese Systeme Fehler frühzeitig beseitigen und viele Dinge vorgeben, besteht die Gefahr, dass es keine echte Auseinandersetzung mehr mit den Themen gibt und Konflikte vermieden werden, die aber benötigt werden, um den Lernprozess und kritisches Denken anzustoßen. Dies kann auch zu einer gewissen Normierung beitragen, da immer das gleiche Wissen gefördert wird. Außerdem besteht laut den ExpertInnen die Gefahr, dass das Bildungssystem generell - und dadurch dann auch KI-Systeme - durch den enthaltenen Bias, lernschwachen Personen oder Personen aus in den Daten unterrepräsentierte Gruppen, den Zugang zu Hochschulbildung erschweren. Das kann dazu führen, dass gerade die Diversität unter den Studierenden verloren geht, die aber für einen breiten und vielfältigen wissenschaftlichen Diskurs notwendig wäre.

*Der Lernfortschritt, der soll ja jetzt individuell beobachtet und unterstützt werden. Kann durchaus sinnvoll sein, aber die Frage ist dann auch: Führt das im Sinne einer*



*nachhaltigen Bildung wirklich dazu, dass ein systemisches Denken, ein solidarisches Denken unterstützt wird oder führt das dazu, dass jeder auf seinen Kompetenzen besser gefördert wird? An und für sich, wenn es um Nachhaltigkeit geht, geht es ja sehr viel um globale Zusammenhänge und nicht nur sich selbst zu optimieren. (E10)*

*Jede Normierung ist in Wirklichkeit strukturkonservativ. Gesellschaftliche, künstlerische, soziale Entwicklung passiert immer nur durch Abweichung. Wenn ich ein Effizienzkriterium anlege, dann haben wir wieder den Kreis. Dann möchte ich möglichst wenige Abweichungen haben, dann möchte ich schauen, dass das alles schön smooth läuft und überhaupt nichts passiert. Dann habe ich Stillstand, dann habe ich keine Weiterentwicklung. (E9)*

*Kontrolle wird immer als das positive hingestellt, auf der anderen Seite kann es aber genauso gut sein, dass ich das als persönliche Bereicherung erfahre, dass ich nicht über alles Kontrolle habe. Dass ich dadurch Fehler machen kann, lernen kann. Gerade deshalb, weil ich nicht die Kontrolle habe, dass ich dadurch irgendwie den Willen entwickle, mich mit der Materie auseinander zu setzen. (E6)*

*Lernen geht ohne Fehler gar nicht. Das Schlimmste, was Schulen machen können, ist, dass sie das Fehlermachen nicht als Lernpotential sehen. An der Uni dasselbe. Fehler zu eliminieren ist eigentlich nicht das Ziel, wenn es um das Lernen geht. Heißt das jetzt, dass irgendeine Technologie, die hilft, Fehler zu eliminieren, das kann in einem bestimmten Bereich natürlich etwas bringen, aber es kann auch gleichzeitig immer der Anfang vom Ende sein. Die Frage ist, wie man es dann letztlich im Kontext nutzt. (E4)*

Die Nutzung von großen Datenmengen und KI-Systemen geht immer mit der **Gefahr des Bias** einher. Hier sehen die ExpertInnen auch eine der größten Gefahren. Der Bias kann wie oben erwähnt positiv genutzt werden, aber auch zu exklusiverer statt inklusiverer Bildung führen, wenn man sie zum Beispiel dazu nutzt, angehenden Studierenden einen Studienweg vorzuschlagen, der nur auf den Daten des KI-Systems basiert oder sie bei der Aufnahme von Studierenden einsetzt und manchen potentiellen Studierenden den Zugang aufgrund verzerrter Daten verwehrt.

*Das andere was sehr spannend ist, ist, dass diese Systeme lernen und dann geht es natürlich darum, dass die Daten neutral sind. Aber das Entscheidende ist, dass das auch Daten sind, die auf sozialen Prozessen basieren. Diese Systeme lernen auch alles mit, was wir nicht so gerne hätten, dass sie mitlernen. Die lernen alle Vorurteile von uns mit. Alle tendenziösen, politischen Dinge lernen die einfach mit. (E2)*

*Dann kommt es wieder darauf an mit welchen gesellschaftlichen Werten im Hintergrund man arbeitet. [...] Was ganz anderes ist, wenn es heißt, die Familie aus einem bestimmten Bezirk hat einen bestimmten Vornamen und wir wissen, dass dort Leute leben, die ein bestimmtes Einkommen nicht überschreiten. Die kriegen gar keine Möglichkeit eine Aufnahmeprüfung an einer bestimmten Schule zu machen. Dann hat diese KI eine völlig andere gesellschaftliche Wirkung, auch individuelle Wirkung [...] (E9)*

*Du kannst dann zum Beispiel, wenn man das auf die Hochschule überträgt, müsste man dann auch jene Daten einfüttern, wer sind die erfolgreichen Studierenden einer gewissen Studienrichtung? [...] Wenn du sagst, vorwiegend Potentiale haben jene, die von Privatschulen kommen, oder jene, die von irgendeiner technischen Mittelschule kommen. Jetzt sollen nur mehr diese genommen werden? Es kann ja durchaus auch ein Physiktalent von der sprachlichen Mittelschule kommen. Also da muss man gut aufpassen. (E5)*

Nicht nur bei der Studienwahl oder dem Hochschulzugang spielt der Bias eine Rolle, sondern auch im Unterricht selbst. Wenn Lehrenden nicht auf den Umgang mit KI-Anwendungen vorbereitet werden und sich der damit verbundenen Risiken nicht bewusst sind, besteht auch die Gefahr, dass Lehrende den maschinellen Entscheidungen zu sehr vertrauen und den Bias der KI-Anwendungen in ihre Entscheidungen übernehmen.

*Und dann zu sagen, wir setzten dem Karl-Otto eine KI vor die Nase, die ihm hilft, seine Aufgaben besser zu addieren, wobei, dann kommen wir wieder auf den ersten Punkt, gar nicht ausgemacht ist, dass Karl-Otto zu "blöd" zum Addieren ist. Sondern es vielleicht sogar zu langweilig findet oder aus irgendwelchen anderen Gründen die Aufgaben nicht hinbekommt. Da ist dann der Einsatz von KI ein Schritt zu schnell. (E6)*

*Ja, erstens das und zweitens ist dann halt jemand, der zB Migrationshintergrund hat oder irgendeinen soziodemografischen Hintergrund schon am Anfang mehr oder weniger abgestempelt von dem System als potenzielle Risikogruppe. Und so nimmt das der Lehrende dann wahrscheinlich auch wahr, wenn das System sagt, hier haben wir folgende Faktoren - Warnung oder Unterstützung, es ist wie gesagt ein zweiseitiges Schwert. (E3)*

Nicht nur der in Daten oder Systemen enthaltenen Bias kann zu exklusiverer Bildung führen, sondern auch die **Digitale Spaltung**. Die ExpertInnen sehen diese vor allem in den Ressourcen, die den Hochschulen und damit den Lehrenden und Lernenden zur Verfügung

stehen. Die Möglichkeiten, die sich durch neue Entwicklungen wie KI ergeben, werden oft nur von jenen genutzt, die ohnehin schon ein relativ hohes Bildungsniveau haben.

*Also ich sehe es weniger in den Kompetenzen, wer digital kompetenter ist, sondern in der Frage, welche Ressourcen gibt es. Wer hat welche Geräte. Gerade jetzt, die Corona Krise zeigt so sehr, welche großen Unterschiede es gibt [...] da glaube ich schon, dass das eine Herausforderung ist. (E1)*

*[...] Dass solche Innovationen immer, im weiteren Sinne, die Elite fördern, die ökonomische oder von bestimmten Befähigungen her, die geben dann Gas und die Kluft wird größer. Wenn ich Bildung für eine Gesellschaft will muss ich ja auf mehreren Ebenen denken. Wir haben ja jetzt dasselbe mit Corona. Da sind wir uns ziemlich einig, dass wenn man nicht gegensteuert, dann wird das eine bestimmte Differenz verschärfen. (E4)*

*Ja dazu gibt es auch noch einen Einwand, was die Möglichkeiten von Inklusion von MOOCs anbelangt. [...] dass gerade nicht traditionell Studierende, die ja eigentlich davon profitieren könnten, eben nicht in höherem Maße davon profitieren [...] Und dass gerade die typischen Middle Class Students am ehesten davon profitieren. (E3)*

In einem System, das darauf fokussiert, Prozesse immer effizient zu gestalten, besteht auch nach Ansicht der ExpertInnen die Gefahr, dass sich diese Tendenz zur **Effizienzsteigerung** durch eine neue Technologie wie KI verstärkt. Das Risiko besteht, dass die eigentliche Entlastung von Lehrenden dazu genutzt wird, noch mehr Lehrveranstaltungen anbieten zu können oder die Personalisierung des Lernweges dazu nutzt, um Lernende ausschließlich zu „optimieren“.

*Das sind sehr grundlegende Fragen, es liegt am kapitalistischen System, in dem nicht menschliche Bedürfnisse an erster Stelle stehen, sondern die Akquirierung des Mehrwerts. Da stoßen halt unterschiedliche Interessen aufeinander. Die einen wollen Lehre effizienter machen und die anderen wollen daraus die individuelle Bedürfnisbefriedigung ziehen. Lehre heißt nicht unbedingt effiziente Lehre. (E6)*

*Und das andere ist, dass die Effizienzschraube noch stärker angedreht wird. In dem Moment, in dem es heißt "sie haben in der Lehrveranstaltung ja eh Zeit, sie können ja noch zusätzliche Lehrveranstaltungen machen". Oder sie haben eben statt 50 Studierenden 500, dann finde ich es schwierig. Also wenn die persönliche Geschichte eben immer weiter zurückgeschraubt wird und die reflexive und kritische Ebene. [...] Dieser Effizienzcharakter, der stört mich - glaub ich - immer. Lernen oder Bildung ist nicht immer effizient. (E1)*

*Es gibt den Einsatzzweck, wenn das das Optimieren an der Grenze der Leistungsfähigkeit ist, dann muss man mal reflektieren, ob das so ist, wie wir Ausbildung machen wollen. Also Studenten fordern ist sicher eine gute Idee, aber, ob das das einzige Kriterium sein soll, da wäre ich skeptisch. (E2)*

### 4.3. Kompetenzen

Abbildung 3 zeigt die Überschneidung von BNE-Kompetenzen und KI-Kompetenzen, bei Überschneidung am Segment. Insbesondere kritisch reflektierendes Denken und der kritische Umgang mit Daten, interdisziplinäre & ganzheitliche Methoden und die Fähigkeit zur Kollaboration sowie wertorientierte Bildung und die Berücksichtigung ethischer Werte überschneiden sich häufig.

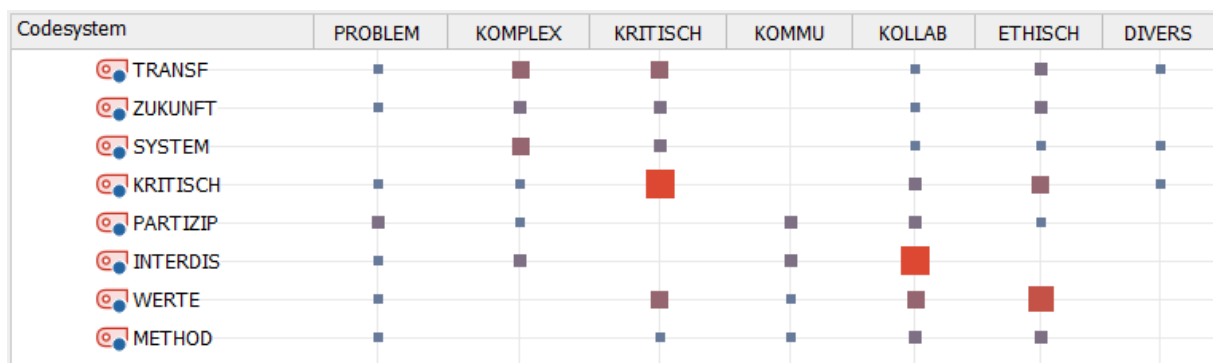


Abbildung 3: BNE & KI-Kompetenzen

Im Allgemeinen sehen die ExpertInnen es als notwendig an, dass Studierende und Lehrende ein grundsätzliches Verständnis davon haben, wie KI-Systeme funktionieren und dafür „die Kompetenzen aufzubauen, zu verstehen, wie Computer zu ihren Entscheidungen kommen.“ (E2). Auch ein grundlegendes Verständnis über die Daten, die gesammelt werden und „dass man Datenspuren hinterlässt. Das ist einfach so. Und dass ich mit meinen Daten umgehen kann, wie ich möchte und dass es aber schützenswerte Personen gibt.“ (E1), sollte bei allen, die mit KI-Systemen arbeiten, vorhanden sein.

#### Kritisch reflektierendes Denken und kritischer Umgang mit Daten

Aus der Analyse der Interviews geht hervor, dass kritisch reflektiertes Denken und der kritische Umgang mit Daten zwei der wichtigsten Kompetenzen sind, die sich naturgemäß auch oft überschneiden. Bei diesen Kompetenzen geht es einerseits darum, technische

Entwicklungen und die Risiken, die damit einhergehen, generell zu hinterfragen. Andererseits braucht es auch einen reflektierten Umgang mit den Daten, die durch KI-Systeme gesammelt werden. Es ist wichtig, zu verstehen, wie von der Analyse großer Datenmengen profitiert werden kann und wie ein System zu einer Entscheidung kommt, um zu wissen, wo deren Grenzen sind und wo eine menschliche Entscheidung von Nöten ist.

*Es ist halt darauf zu achten, wie diese Algorithmen gestrickt sind und es ist vor allem ein reflektierter Umgang mit diesen Algorithmen von Seiten der Lehrenden der Institutionen extrem wichtig. Mehr oder weniger massive Reflexionsschleifen. (E3)*

*Man nimmt sehr viel als gegeben an. Und weil man so vieles annimmt, verliert man oft die Fähigkeit zu hinterfragen [...] Wenn ich nicht mehr in der Lage bin das zu reflektieren und kritisch zu hinterfragen, sondern das einfach nur nehme - aktiv oder passiv - dann führt das genau dazu, dass ich sehr schnell ein demokratiepolitisches Problem habe. Ein paar durchschauen es, ein paar haben die Mittel dafür und ein paar tun etwas dagegen. Das ist ein wichtiger Punkt, vor dem wir jetzt auch stehen. Relativ unmittelbar. (E9)*

*Sondern es geht darum, die Kompetenzen aufzubauen, zu verstehen, wie Computer zu ihren Entscheidungen kommen. Grundlagenverständnis dazu, weshalb bekommst du auf Facebook oder Twitter unterschiedliche Meldungen vermittelt. Ist das ist ein völlig neutrales Bild der Wahrhaftigkeit oder ist das ein total auf dich zugeschnittenes, aufgrund deiner Interessen fokussiertes Bild der „Wirklichkeit“? (E5)*

## **Interdisziplinarität und Kollaboration**

Als besonders wichtig wird auch interdisziplinäres Arbeiten und Kollaborationen erachtet, um KI-Systeme zu entwickeln und Daten zu generieren, die die Vielfalt der Gesellschaft widerspiegeln und nicht eine Personengruppe bevorzugen. Hierbei ist es wichtig, an allen Stellen der Entwicklung anzusetzen. EntwicklerInnen von KI-Systemen sollten im Austausch mit anderen Fachwissenschaften stehen. Studierenden sollten auch Erfahrungen in anderen Fächern sammeln können, indem Lehrpläne interdisziplinärer gestaltet werden. Außerdem ist es wichtig, immer wieder Feedback, das aus verschiedenen Fachrichtungen und Sichtweisen kommt, in die Systeme einzuarbeiten, um Bias entgegenzuwirken.

*Die Frage ist, wie kann man einen Bias schaffen, der möglichst heterogen ist. Also möglichst divers ist und nicht herkömmliche Geschlechterstereotype bedient. Man kann damit anfangen, dass diejenigen, die diese Algorithmen programmieren und die die fraglichen algorithmischen Systeme entwickeln, dass die möglichst heterogen sind. Und eben nicht nur weiße westliche Männer. Wenn wir eine diverse heterogene Gruppe von*

*Menschen hätten, die Technologien kreieren und Algorithmen programmieren, dann wäre da schon mal viel Abhilfe geleistet, das wäre schon die halbe Miete. (E6)*

*Einerseits finde ich es auch wichtig, da auch die technischen Entwickler, die Forschung und die Entwicklung in diesem Bereich massiv zu fördern, gleichzeitig muss, wenn so etwas passiert, eben auch von den Sozialwissenschaften her eine reflexive Unterstützung gegeben werden. Diese Studien zeigen ja, dass die Datenerfassung und -auswertung allein schwierige Resultate produziert. (E3)*

*Interdisziplinarität ist ein Feind von KI, weil es immer alles wieder in Frage stellt. Es braucht einfach diese inter- oder transdisziplinären Räume, geschützte Räume zu haben, um einfach natürlich das zu ermöglichen, dieses in Frage stellen und über den Tellerrand zu sehen. (E8)*

*Menschen sind so individuell in dem, was sie lernen. Die Herausforderung, vor denen unsere Gesellschaften stehen, lassen sich einfach nicht gut mit so einem separierten Fächerkanon beantworten. (E6)*

*Wir können nicht die Ideen, die für ein anderes Wirtschaftswachstum gedient haben, jetzt verwenden. Für mich hängt die Definition sehr viel damit zusammen, diese Interdisziplinarität in den Mittelpunkt zu stellen, dass Bildung nicht gleich Bildung ist, dass wenn man Mathematik und Biologie getrennt lernt, keine sozialen oder gesellschaftlichen Probleme lösen kann. Sondern man muss sich mit Problemen beschäftigen und zurückkommen und mich damit auseinandersetzen, welche ethischen Aspekte vorhanden sind. (E8)*

## **Werteorientiert und Berücksichtigung ethischer Aspekte**

Abbildung 4 zeigt eine Analyse der am häufigsten genannten Worte (nach Bereinigung von Bindewörtern, Artikeln, Präpositionen etc.) in den Interviews. Neue technologische Entwicklungen sollten immer kritisch hinterfragt werden, mit Blick auf KI im Speziellen auf die ethischen Fragen, die dadurch aufgeworfen werden. Da KI unsere Werte implizit oder explizit übernehmen, sollte bei der Entwicklung darauf geachtet werden, dass diese ethisch korrekt sind. Das bedeutet, dass Menschen immer noch im Mittelpunkt stehen und auch die neuen Technologien zu einer nachhaltigen gesamtgesellschaftlichen Entwicklung beitragen sollen. Auch die Informationen, die die Lehrenden an die Lernenden weitergeben, sind nicht neutral, weshalb es vor allem darum geht, sich deren Wertung bewusst zu sein und diese im Hinblick auf Nachhaltigkeit beurteilen und einordnen zu können.



Abbildung 4: Wortwolke

*Also in dem Sinne, dass wir genauso wie Schule auch Erziehung ist und nicht nur Wissen vermitteln soll, brauchen wir das genauso bei diesen Systemen. Also wir müssen denen sagen, was sie mit den Daten machen sollen. Es gibt keine neutralen Daten und wir müssen dem sagen, worauf sie achten sollen, was wir als kein Entscheidungskriterium finden, also diese typischen Diskriminierungsdimension. (E2)*

*Das Erste und Wichtigste ist es, dass europäische Lösungen auf europäischen Werten aufbaut und sich nicht einfach weiterhin dem Silicon Valley ausliefert. Das ist politisch gesehen das Wichtigste überhaupt. Wie immer das gemacht wird. [...] Dass man sagt, den Menschen in den Mittelpunkt stellen, die Ziele definieren und auf europäischer Basis, auf solidarischer Basis, auf gesamtgesellschaftlicher Orientierung basierende Technologieentwicklung. (E9)*

*Es ist sicher eine gesetzliche Vorgabe, die getroffen werden muss, wie man das umsetzen kann und dann wird man vermutlich auch eine KI drüber laufen lassen müssen, um gewisse Systeme einfach effizienter zu gestalten, damit nicht so viele Ressourcen verbraucht werden. Inwiefern man die Macht an die Systeme abgibt, ist dann schon eine ethisch kritische Frage (E7)*

*Und Vorbild sein. KI ist nur eine Nachbildung, eine Reflexion von dem, was in der Gesellschaft läuft. Also wenn man die Vorurteile auch aus dem politischen Diskurs rausbringt, wenn die Medien gefördert werden, die Themen kritisch bearbeiten, wenn*

*Populismus zurückgeht. Das alles ist etwas, wo man sagen kann, die Systeme werden das nachmachen. (E8)*

### **Systemisches Denken und Sicherheit im Umgang mit Komplexität**

In einer Welt, die durch Vernetzung verschiedener Systeme, Lebensbereiche und Individuen geprägt ist, die durch KI noch verstärkt werden wird, ist es sowohl in Hinblick auf KI als auch im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung wichtig, mit komplexen Sachverhalten umgehen zu können. Man muss Zusammenhänge erkennen und auch über das eigene Umfeld hinaus mitdenken und sich darüber bewusst sein, welche Auswirkungen einerseits die eigenen Entscheidungen, andererseits auch die Verwendung von KI-Systemen auf sich selbst und andere haben.

*Survival-of-the-fittest heißt nicht der Einzelne kämpft gegen einen anderen Einzelnen, das ist der Untergang für alle früher oder später. Wenn solche Ideen - systemisches Denken haben Sie gesagt - wenn die stärker werden, kommt mir vor, dann hätten wir schon mehr Zukunftschancen. (E4)*

*Aber wir werden, gerade in dieser Art von vernetzten Welt, in der wir jetzt leben und uns zunehmend auch durch die Digitalisierung und die ganzen Entwicklungen noch komplexer erscheinen wird, Leute brauchen, die in der Lage sind, auf einer soliden Basis - welcher auch immer - über den Tellerrand zu schauen und die systemische Sichtweise einzunehmen. Die Generalisten, die Leute, die den Überblick haben und sich auch auf Neues einlassen und sich nicht nur im eigenen Fach wohlfühlen, sondern sagen, ok, jetzt bin ich zwar Soziologe, aber ich rede mal mit Technikern. (E9)*

*Also Lernverhalten liegt ja ganz häufig auch gerade da, der Reiz, etwas lernen zu wollen [...] Wenn jetzt genau an den Stellen immer die KI eingreift und das erleichtert, muss man sich das genau anschauen, wie sie das dann erleichtert. Ob dadurch dann nicht der ganze Anreiz des Lernens gerade wegfällt. Einfach aus eigener Kraft zu sagen, mental hinter diese Komplexität zu steigen und die sich selber anzueignen und dadurch den Horizont zu erweitern. (E6)*

### **Transformatives, zukunftsorientiertes und problemorientiertes Denken**

Studierenden müssen lernen, komplexe Probleme zu lösen und gleichzeitig reflektieren, in welcher Art von Gesellschaft sie leben möchten und was sie tun können, um diese zu gestalten. Dafür ist es wichtig, Lernenden eigenständiges Denken beizubringen und nicht nur jene Fähigkeiten, die gerade im Moment aufgrund technologischer Entwicklungen gefragt sind.



Lernende sollen Fehler machen dürfen und daraus lernen, um eben diese eigenständige Denkweise zu trainieren.

*Man braucht Aushandlungsprozesse, man muss lernen, mit Widersprüchen umzugehen, mit Dilemmata umzugehen und gleichzeitig, das ist wesentlich, braucht es eine konkrete Gestaltungskompetenz und Handlungsorientierung. [...] Das setzt sich ja fort vom gesellschaftlichen System bis hinein in die Schule. Welche Möglichkeiten habe ich eigentlich etwas anders zu machen, als es gerade vorgeschrieben wird? (E4)*

*[...] dass man sein eigenes Leben und sein in der Welt sein gesund und reflektiert - gesund sowie körperlich sowie psychisch und gesund für mich, für die Umwelt und für den Anderen - gestalten kann und eben an kulturellen Prozessen partizipieren und gestalten kann. Da geht es gar nicht so um die fein technischen Skills. (E1)*

*Was, glaube ich, nichts bringt, ist das, was wir jetzt im Jahr 2020 als den absoluten heißen Scheiß empfinden, das in irgendwelche Lehrpläne reinzudrücken. Das werden die Leute nie brauchen. (E2)*

## **Partizipatives und kollaboratives Lernen und Kommunikation**

In einer Welt, in der Maschinen vermutlich immer mehr Aufgaben übernehmen können, ist es wichtig, die zwischenmenschlichen Fähigkeiten zu pflegen. Dazu gehört vor allem mit anderen zu kommunizieren und zusammenarbeiten zu können. Hier geht es auch um die Erfahrungen, die man sowohl im Unterricht als auch außerhalb macht. Die ExpertInnen sehen zu wenig Kollaborationen zwischen Forschenden/Lehrenden und Studierenden, um diese Fähigkeiten entwickeln zu können.

*Aber ich glaube, genau das liegt das Problem, weil das Lernen, dass man sich eben sonst vorstellt, ist oft reines Fachwissen. Wenn ich an mein Studium denke, dann war mein Fachwissen nach 3 Jahren weg, wenn man es nicht braucht. Aber die Leute, die ich kennen gelernt habe, die Zugänge, die Projekte, die mich teilweise auch wirklich genervt haben und Energie gekostet haben, die bleiben hängen. (E1)*

*Lieber in der Entwicklung dabei sein, Studierenden integrieren, aber auch Lehrende. Man muss es können, man muss Algorithmen kennen, logisches Denken und wissen, was man jetzt verwendet und dauernd dieses Wissen und die Inhalte in Frage stellen. So wie das derzeit läuft, auch mit einfachen Modulen, mit denen wir arbeiten, das ist, als ob man im Dunklen irgendwie versucht etwas zu machen. Fehlerquellen sind sehr hoch derzeit. Also auf keinen Fall die Lehrenden nur als Anwender sehen. (E8)*

## **Methodenvielfalt, Diversität und Mehrdeutigkeiten**

Lernenden sollen auch verschiedene Methoden und Zugänge zum Lösen von Problemen kennen lernen. Nicht nur bezogen auf KI-Systeme ist es notwendig, mit Mehrdeutigkeiten umzugehen. Es geht vor allem auch darum, dass die Lernenden keine bestimmte Richtung vorgegeben bekommen, sondern durch Reflektieren ihre eigenen Zugänge und Lösungen finden. Gerade beim Einsatz von KI muss darauf geachtet werden, dass keine Normierung der Denkweisen stattfindet. Auch bezogen auf die Anbieter von KI-Systemen muss darauf geachtet werden, dass Hochschulen sich hier nicht nur auf einige wenige Anbieter verlassen.

*Da geht es aber immer um den Einsatz digitaler Medien als ein Werkzeug neben allen anderen auch. Also es soll das Buch nicht ersetzt nicht ersetzt werden, Lehrkräfte keinesfalls. Auch das reale Zusammenkommen in der Schule oder wo auch immer keinesfalls. (E1)*

*Es geht darum, dass Zukunft offenbleibt. [...] dass [Menschen] ihre Entwicklungschancen haben und auch die Möglichkeiten haben, bestimmte Orientierungen zu unterstützen und andere eben nicht. Die regulative Idee sagt aber jetzt gleichzeitig, dass es nicht prädestiniert werden kann. Das ist auch eine Absage an jede Art von geistigem oder sonstigem Totalitarismus. (E4)*

*Und wenn ich mir jetzt vorstelle, dass diese Vorschlagssysteme immer darauf rekurrieren, was irgendjemand oder was der Durchschnitt für gut befunden hat und mir da auch vorschlägt, dann kommen wir zu einem grundsätzlichen Dilemma jeglicher Vorhersage, wenn ich sie linear aus der Vergangenheit fortschreibe. Das heißt, es gibt keine Veränderung und gleichzeitig können durch Dilemmata mit derartigen Überwachungstechnologien eine Normierung passieren und wir das Unerwartete nicht mehr können. (E9)*

*Grundsätzlich geht es um die Frage, welchen Einfluss Unternehmen bekommen auf die Bildung. Und als Gut des öffentlichen Sektors ja auch. [...] Klar, wenn du jetzt in der Hochschule hast, zum Beispiel Zahnmedizin. Die arbeiten schon viel mit so VR Simulation, oder du kannst über AR und VR Lernprogramme Labore darstellen. Dann kann es natürlich sein, dass die schon gebrandet sind. Dass du da große Sponsoren dahinter hast, die die Software sponsern, damit da mit ihren virtuellen Laborgeräten gearbeitet wird. (E5)*

### **4.4. Rahmenbedingungen**

Da Kompetenzen für BNE und KI, wie oben schon ausgeführt, Querschnittsmaterien sind, sollten diese auch in der Hochschulbildung implementiert werden. Das bedeutet, dass es wichtig ist, BNE und KI-Kompetenzen auf allen Ebenen und in allen Bereichen anzuwenden

und nicht nur in einzelnen Fächern. Weiters ist es für eine faire Nutzung solcher Instrumente notwendig, dass sich Lehrende und Forschende und dann auch Lernende mit den ethischen Aspekten, die mit der Digitalisierung im Allgemeinen und KI im Speziellen einhergehen.

*Im Großen und Ganzen, das was man auf jeden Fall tun sollte, was ich für wichtig empfinde, ist, dass man genau diese Themen, wie funktioniert ML und auch die nachhaltige Entwicklung, dass man das breitflächig anspricht, dass es dann, wenn man die Inhalte in den einzelnen Fächern lernt, dort auch verorten kann. (E7)*

*Irgendwann sollten alle Unis dieselbe Software haben. Das sind, glaube ich, so technische Übergangsgeschichten, bei denen es sicher gut ist, wenn man es vereinheitlicht. (E4)*

*Man kann in Form von Ethikgremien Technologien bewerten und kann so vorbeugen, dass bestimmte Geschlechterstereotype in Technologien wiederholt werden. Wir haben Ethikgremien in ganz vielen Bereichen, in der Medizin, in jedem Krankenhaus. [...] TechnikerInnen, die hinterher in der Lage sind, KI zu entwickeln, müssen auch Ethik kennen. Die müssen wissen, welche Werte in ihre Technologien miteingehen [...] Die, die jetzt schon die Ausbildung hinter sich haben, die müssen jetzt Weiterbildungskurse machen. Was hat KI, was hat Technik mit Ethik zu tun und wie können wir dem vorbeugen, dass solche Stereotype in die Technologien miteinfließen? (E6)*

Wie in der Literatur immer wieder betont wird, bestätigten die ExpertInnen nochmals, dass der Einsatz von KI-Systemen nur ein zusätzliches Instrument sein kann, Lehrende aber nicht ersetzt. Wenn es darum geht, eine Entscheidung bezüglich Benotung oder Aufnahme von Studierenden zu treffen, sollte es, aufgrund des Bias, letztendlich immer eine menschliche sein.

*Aber die Technik sollte ein Instrument bleiben. Sicher eine gute, eine nutzbare, aber vertrauenswürdig würde ich sie nicht bezeichnen. Es hängt sehr davon ab, wer sie wie einsetzt und das sollte die Entscheidung von Menschen bleiben. (E10)*

*Wir haben andere, wir haben gesellschaftlich individuelle Ziele, die wir verfolgen mit Bildung zum Beispiel. Über diese Ziele können wir politisch diskutieren und dann haben wir manche technische Unterstützungsmaßnahmen [...] Dieser instrumentelle Charakter von Technologie scheint mir total wichtig. (E9)*

*Vielleicht braucht man auch - in Richtung humanistische Bildung - KI-freie Zonen in der Bildung, also Fächer, die ohne KI durchgeführt werden müssen. Wahrscheinlich muss es auch vorher beginnen, vor der Uni eine Vorbildung, damit kritisches Denken gefördert werden kann. (E10)*

*Da geht es aber immer um den Einsatz digitaler Medien als ein Werkzeug neben allen anderen auch. Also es soll das Buch nicht ersetzt werden, Lehrkräfte keinesfalls. (E1)*

*Das ist dann dieser Bias, der da entsteht und das ist eben ein weiteres Problem, dass es nicht überdrüssig macht, dass man auch weiterhin menschliche Urteile trifft dahinter. (E5)*

Ein weiterer großer Punkt ist sowohl der Umgang mit Daten als auch deren Verfügbarkeit. KI funktioniert nur basierend auf großen Datenmengen. Es ist ein schmaler Grat zwischen der Wahrung von Datenschutz- und Persönlichkeitsrechten und dem Sammeln von möglichst vielen Daten, um KI-Systeme weiterentwickeln zu können. Die ExpertInnen sehen hier einen klaren Unterschied zwischen, zum Beispiel, China und Europa, sehen das aber nicht unbedingt negativ. Im Endeffekt braucht es immer eine Beurteilung des jeweiligen Systems und man sollte darüber informiert sein, welche Daten gesammelt und wo gespeichert werden.

*Das zeigt ganz deutlich diese Relevanz von Daten. Und China, wenn Sie sich anschauen [...] Die haben eine ganz andere Vorstellung von der Verwendung von Daten. Weil die viel mehr verfügbar sind, ist es insbesondere für staatliche Stellen umso besser. Dementsprechend haben die da natürlich einen Vorsprung oder Entwicklungsmöglichkeiten, die es in Österreich nicht gibt. Da ist natürlich auch die Frage, ob wir das wollen, also ob das die Art von Technologie ist, die wir in Österreich haben wollen und die wir in Österreich entwickeln wollen. Von da her gibt es sehr klar strukturelle Nachteile für Forschung in Europa, die aber auch gute Gründe haben. (E2)*

*Ich halte das für ein enorm zweischneidiges Schwert. Also ich glaube, dass KI Bildungsprozesse in einem gewissen Maße schon positiv unterstützen kann. Es ist halt darauf zu achten, wie diese Algorithmen gestrickt sind und es ist vor allem ein reflektierter Umgang mit diesen Algorithmen von Seiten der Lehrenden der Institutionen extrem wichtig. Mehr oder weniger massive Reflexionsschleifen. (E3)*

*Respekt sollte man immer haben. Und die Frage, was passiert dann mit den Daten, die muss man sich stellen. Und die sollte sich dann auch jede Schule stellen und das auch möglichst transparent zu machen. Damit dann alle Betroffenen wissen, was passiert mit ihren Daten. (E5)*

Der generelle Tenor unter den ExpertInnen war, dass Technik keine einseitige Entwicklung, sondern mit einem partizipativen Diskurs entwickelt werden sollte, um möglichst viele Aspekte von vornherein zu berücksichtigen und negative Entwicklungen zu erkennen und somit unfaire Behandlungen zu vermeiden. Neue Entwicklungen sollten nie einfach hingenommen, sondern immer wieder hinterfragt werden. Durch Austausch, sowohl bezogen auf die Implementierung von BNE, als auch KI, können diese verbessert werden.

*In einer demokratischen Gesellschaft ist es überdies so, dass möglichst viele Bürgerinnen und Bürger in diesen Prozess miteinbezogen werden müssen. (E6)*

*Was wir tun können und was wir tun müssen, ist einen Diskurs zu starten, und zwar auf allen Ebenen der Gesellschaft, nicht nur im Bildungssektor, nicht nur in den Unternehmen [...] sondern an allen Enden der Gesellschaft zu diskutieren, in welche Gesellschaft wir leben wollen. (E6)*

*Der Mensch ist kein isoliertes Individuum. Man braucht kollektive Diskurse und Entscheidungsprozesse. Und natürlich braucht man dann kluge Strukturen, das muss entschieden werden, aber es braucht auch genug Diskursraum davor. Und so etwas muss man entwickeln können. Das glaube ich, dass das notwendig ist, weil sonst wird uns die Technologie vermutlich nicht so viele positive Impulse bringen. (E4)*

Um mit KI umgehen zu können, braucht es einerseits die entsprechenden Kompetenzen und andererseits ist ein hohes Maß an Transparenz notwendig. Es muss ersichtlich sein, ob hinter einem Programm, das man verwendet, KI steckt oder nicht. Auch welche Daten zu welchem Zweck gesammelt werden, muss erkenntlich sein. Kann man die Algorithmen einsehen, können Systeme auch verbessert werden. Das geht besser mit nicht-kommerziellen Systemen, die in Europa entwickelt wurden und nicht nur aus dem Silicon Valley kommen.

*Deswegen gibt es diese starke Forderung nach Transparenz. Die Systeme müssen definiert sein, dass sie KI sind, sie müssen definiert sein, welche Parameter im Algorithmus drinnen sind, was der Zweck ist. (E9)*

*Die Frage ist ja, auf welchen Daten basieren diese Systeme, wo werden die Daten gesammelt, wer hat Zugriff darauf. Kann man das als betroffene Person kontrollieren, kann man das einsehen. (E2)*

*Aber ich hätte nichts dagegen, wenn man das System nutzt, das offen zu lassen für die Kritik, dass genau diese Punkte herauskommen, dass man das verbessert. Aber dazu braucht man das System und diese Entwickler für KI-Systeme sehr nah bei sich. Es geht nicht mit kommerziell irgendwo entwickelten Systemen. (E8)*

*Deswegen ist keine grundlegende Empfehlung, diese KI Anwendungen anzuwenden oder abzulehnen, sondern da muss man sich einfach die Frage stellen, womit möchte ich arbeiten. Wo habe ich Mitsprachemöglichkeit in der Entwicklung. Inwieweit sind die Tools transparent für mich. Was ist das Unternehmen, dass da dahintersteckt, das diese Tools entwickelt hat. (E5)*

## 5. Diskussion

Im Folgenden sollen die Forschungsfragen dieser Arbeit anhand der Literaturrecherche und der Ergebnisse der ExpertInneninterviews beantwortet werden.

Wie aus der Analyse hervorgeht, überschneiden sich die erforderlichen Kompetenzen häufig, die gebraucht werden, um die das Leben und die Welt nachhaltig zu gestalten mit jenen, die man braucht, um mit KI-Systemen umgehen zu können. Diese Kompetenzen sind somit meist komplementär und nicht konträr. Durch die Förderung von BNE-Kompetenzen können auch KI-Kompetenzen gefördert werden und umgekehrt können sich KI-Kompetenzen positiv auf die Entwicklung von BNE-Kompetenzen auswirken. Beide Bereiche erfordern übergreifende Kompetenzen, somit geht es nicht um die Entwicklung von Kompetenzen, die zugeschnitten auf eine technologische Anwendung sind. Sondern es geht darum, ein breitgefächertes Set an Kompetenzen zu entwickeln, das auf mehrere Bereiche angewendet werden kann und mit dem Studierende auch mit neuen Technologien und zukünftigen Herausforderungen umgehen können.

Um sowohl BNE in der Hochschulbildung zu verfestigen als auch die Entwicklung von KI-Kompetenzen voranzutreiben, sollten diese nicht getrennt voneinander betrachtet werden, sondern die in Abbildung 1 gezeigten Überschneidungen genutzt werden. Sowohl bei den angeführten KI-Kompetenzen als auch bei den BNE-Kompetenzen steht der Problemlösungsprozess im Vordergrund, weshalb diese am besten in angewandter Form gefördert werden können. Vor allem interdisziplinäres Arbeiten fördert nicht nur die kommunikativen Fähigkeiten von Lehrenden und Studierenden, sondern trägt auch dazu bei, dass man einen anderen Blickwinkel auf zu lösenden Probleme kennen lernt.

Im Endeffekt ist der Einsatz von KI nicht grundsätzlich mit Risiken verbunden, sondern es ist davon abhängig, welches System eingesetzt wird und wie damit umgegangen wird. Mit BNE als Grundlage würden die Risiken, die mit dem Einsatz von KI einhergehen, womöglich nicht so schwer wiegen, da Lehrende und Studierende die Kompetenzen hätten, die sie auch zu einem verantwortungsvollen Umgang mit KI brauchen. Somit hindert KI nicht die Implementierung von BNE, sondern macht sie eigentlich zur Voraussetzung. Anders gesagt kann eine Hochschulbildung, die auf BNE basiert, die Risiken von KI abschwächen.

Abgesehen von der konkreten Frage, wie BNE und KI aufeinander wirken, geht es vor allem auch um die Frage, in welcher Art von Gesellschaft wir leben wollen und welche Rolle wir Arbeit und Bildung zuschreiben. Technologien können vor allem dann zur Transformation der Gesellschaft beitragen, wenn sie von einer informierten und gebildeten Gesellschaft genutzt und vorangetrieben werden. Diese Diskussion um die Art von Gesellschaft muss auf einem partizipativen Diskurs fußen, an dem alle teilhaben können. Um den großen Herausforderungen wie steigender Ungleichheit, Klimawandel und Demokratieverlust zu

begegnen, braucht es mehr als nur den Einsatz von neuen Technologien wie KI. Gleichzeitig muss es auch einen (Bildungs)Systemwandel geben, denn der alleinige Einsatz von KI, um die Herausforderungen der Hochschulen zu meistern, ist im Endeffekt nur Symptombekämpfung. Es sollte nicht nur darum gehen, einen Abschluss zu erwerben, den man dann am Arbeitsmarkt verwerten kann, sondern es sollte um Weiterbildung an sich gehen. Studierende brauchen eine Basis, aufgrund derer sie sich selbstständig weiter entwickeln können, wobei es hier weniger um Fachwissen geht, das mithilfe von Suchmaschinen jederzeit nachgeschlagen werden kann. Wichtig ist die Anwendung der erworbenen Kompetenzen auf andere Kontexte, um kreative und innovative Lösungen für Probleme zu finden, die jetzt noch nicht absehbar sind.

KI hat dabei das Potential Schwachstellen im gesellschaftlichen System aufzuzeigen. Werden diese Schwachstellen durch die Anwendung eines KI-Systems sichtbar, dann muss dafür gesorgt werden, dass nicht nur den Bias in den Daten und dem KI-System ausgebessert wird, sondern an den Ursachen für diesen Bias gearbeitet wird. In Zusammenhang damit sollte auch die Bewertung von Studierenden mit Noten überdacht werden. Stattdessen wäre es förderlicher, eben die erlernten Kompetenzen zu dokumentieren und dadurch den Druck, eine bestimmte Note erlangen zu müssen, von Lernenden nehmen. Das würde eventuell auch den Fokus von „Erlangen eines Abschlusses/Titels“ hin zu Weiterbildung verlagern. KI kann hier unterstützend, wiederum aufbauend auf BNE, wirken, da Lehrende bei gerechter Nutzung mehr Zeit hätten, individuelle und unmittelbare Rückmeldungen zu geben.

Damit Lehrende und Studierende im Sinne einer BNE reflektierte und selbstbestimmte Entscheidungen treffen können, sollten Hochschulen auf Software und Anbieter setzen, die höchstmögliche Transparenz ihrer Produkte gewährleisten und auch bei der Auswahl der Anbieter auf Diversität achten. Dies ist auch im Sinne einer demokratischen Gesellschaft von höchstem Wert. Auch wenn KI-Systeme nicht grundsätzlich gegen die Implementierung von BNE wirken, besteht die Gefahr, dass es durch die Tendenz zur Optimierung und Ausmerzen von Fehlern zu einer gewissen Passivität und Angepasstheit der AnwenderInnen führt. Deshalb ist es wichtig, dass Studierende ihre Gestaltungsmöglichkeiten kennenlernen und wahrnehmen, um aktiv die Zukunft, in der sie leben wollen, beeinflussen zu können.

## **6. Zusammenfassung & Ausblick**

Ziel der Arbeit war es die Nutzung von KI-Systemen in der Hochschulbildung kritisch zu betrachten und deren Potentiale und Risiken in Bezug auf BNE aufzuzeigen. BNE bietet durch einen ganzheitlichen und zukunftsorientierten Ansatz die Möglichkeit, gewisse Risiken, die mit der Nutzung von KI-Tools einhergehen zu mildern. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es in Zukunft sowohl Kompetenzen braucht, die einen verantwortungsvollen Umgang mit KI ermöglichen, als auch jene Kompetenzen, die zur Transformation hin zu einer sozial-ökologischen Gesellschaft beitragen. In einer vernetzten Welt, die durch die weitere Technologisierung noch verbundener werden wird, ist es kein entweder oder sondern ein sowohl als auch. Ein diverses und inklusives Hochschulbildungssystem kann einen Beitrag dazu leisten, dass die Potentiale von KI-Tools genutzt und Risiken vermieden werden können.

Die Ergebnisse aus der Literaturrecherche wurden größtenteils in den ExpertInneninterviews bestätigt. Die konkreten Entwicklungen bleiben abzuwarten, da niemand genau sagen kann, inwieweit KI-System das Hochschulbildungssystem beeinflussen werden. Insgesamt zeigt sich, dass es vor allem darauf ankommt, die Entwicklung nicht nur den Technologiefirmen zu überlassen, sondern immer wieder einen Diskurs darüber zu führen, inwieweit wir Technologie einsetzen sollten und wo es wichtig ist, Menschen die Entscheidung und die Arbeit zu überlassen. Zusätzlich zu der in dieser Arbeit gewählten Betrachtungsweise, ExpertInnen zu befragen, sollten vor allem jene befragt werden, die von den Auswirkungen eines Einsatzes von KI-Tools direkt betroffen wären. Hierzu zählen zuallererst die Studierenden und die Lehrenden. Erst ein Einbezug möglichst aller Perspektiven kann eine Antwort auf dieses doch sehr komplexe Thema des schnellen Wandels unserer Gesellschaft und der Herausforderungen des Bildungssystems geben.



## 7. Referenzen

- Baker, T. (2019). *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*. 56.
- Barth, M., & Michelsen, G. (2013). Learning for change: An educational contribution to sustainability science. *Sustainability Science*, 8(1), 103–119. <https://doi.org/10.1007/s11625-012-0181-5>
- Baturay, M. H. (2015). An Overview of the World of MOOCs. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 427–433. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.685>
- Becker, B. (2017). Artificial Intelligence in Education: What is it, Where is it Now, Where is it Going? In B. Mooney (Hrsg.), *Ireland's Yearbook of Education 2017-2018* (30. Aufl., S. 42–46). Education Matters.
- Biberhofer, P. (2019). *The economization of education and the implications of the quasi-commodification of knowledge on higher education for sustainable development*. SRE-Discussion-2019-01, Vienna.
- Birkelbach, L., Preglau, D., & Rammel, C. (2019). BNE im Zeitalter der Digitalisierung—White Paper. *RCE Vienna, Wirtschaftsuniversität Wien*.
- Birkelbach, L., Rammel, C., & Mader, C. (2020). Lernen mit Künstlicher Intelligenz—Potential und Risiken von KI-Lernumgebungen im Hochschulbereich. *RCE Vienna, Wirtschaftsuniversität Wien*.
- Bitkom e.V. (2017). Künstliche Intelligenz. *Künstliche Intelligenz*, 228.
- Bitkom e.V. (2019). *Startseite*. Periodensystem der KI. <https://periodensystem-ki.de/>
- Bittmann, F. (2014). *Soziologie der Zukunft: Intelligente Maschinen und ihr Einfluss auf die Gesellschaft*. epubli.
- Bogardus Cortez, M. (2018). *Universities Deploy Chatbots to Aid Students in the Admissions Process and Beyond*. Technology Solutions That Drive Education. <https://edtechmagazine.com/higher/article/2018/03/universities-deploy-chatbots-aid-students-admissions-process-and-beyond>
- Brudermann, T., Aschemann, R., Füllsack, M., & Posch, A. (2019). Education for Sustainable Development 4.0: Lessons Learned from the University of Graz, Austria. *Sustainability*, 11(8), 2347. <https://doi.org/10.3390/su11082347>
- Buchem, I., Orr, D., & Brunn, C. (2019). *Kompetenzen sichtbar machen mit Open Badges*. 49.
- Bundeskanzleramt. (2016). *Umsetzung der Zielvorgaben der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung—Bundeskanzleramt Österreich*. <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/themen/nachhaltige-entwicklung-agenda-2030/implementierung.html>
- Capelo, A., Clayson, A., & Pedrosa, M. A. (2012). Education for sustainable development indicators, competences and science education. In F. Gonçalves, R. Pereira, W. Real Filho, & U. M. Azeteiro (Hrsg.), *Umweltbildung, Umweltkommunikation und Nachhaltigkeit—Environmental Education, Communication and Sustainability*. (S. 99–123). Peter Lang.

- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed). SAGE Publications.
- Czerkawski, B. C., & Lyman, E. W. (2015). Exploring Issues About Computational Thinking in Higher Education. *TechTrends*, 59(2), 57–65. <https://doi.org/10.1007/s11528-015-0840-3>
- Disterheft, A., Caeiro, S., Azeiteiro, U. M., & Leal Filho, W. (2013). Sustainability Science and Education for Sustainable Development in Universities: A Way for Transition. In S. Caeiro, W. L. Filho, C. Jabbour, & U. M. Azeiteiro (Hrsg.), *Sustainability Assessment Tools in Higher Education Institutions* (S. 3–27). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-02375-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02375-5_1)
- Dittler, U., & Kreidl, C. (Hrsg.). (2018). *Hochschule der Zukunft: Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen*. Springer VS.
- Ebner, M., Neuhold, B., & Schön, M. (2013). Learning Analytics—Wie Datenanalyse helfen kann, das Lernen gezielt zu verbessern. In *Handbuch E-Learning. Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis—Strategien, Instrumente, Fallstudien* (48. Aufl.). Deutscher Wirtschaftsdienst (Wolters Kluwer Deutschland).
- Eichinger, M. (2018). *Über die Ökonomisierung des Hochschulsektors. Teil 1—Paulo Freire Zentrum*. <https://www.pfz.at/themen/bildungsgerechtigkeit/ueber-die-oekonomisierung-des-hochschulsektors-teil1/>
- Eisendle, C. (2004). *Intelligente Tutorielle System*. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Engagement Global. (2018). Orientierung gefragt—BNE in einer digitalen Welt. *Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung*, 19.
- Espinet, M. (2012). Critical perspectives on promoting Quality Criteria for ESD: Engaging schools into reflection on the quality of ESD. In M. Reti & J. Tschapka (Hrsg.), *Creating Learning Environments for the Future. Research and Practice on Sharing Knowledge on ESD*. ENSI.
- Europäische Kommission. (2018, April 25). *Factsheet: Artificial Intelligence for Europe* [Text]. Digital Single Market - European Commission. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/factsheet-artificial-intelligence-europe>
- European Commission. (2013, Juni 10). *Learning and Skills for the Digital Era* [Text]. EU Science Hub - European Commission. <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/learning-and-skills>
- Fadeeva, Z., Galkute, L., Mader, C., & Scott, G. (Hrsg.). (2014). *Sustainable Development and Quality Assurance in Higher Education*. Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1057/9781137459145>
- Farkash, Z. (2019, September 23). *Education Chatbot: 4 Ways Chatbots Are Revolutionizing Education*. Medium. <https://chatbotsmagazine.com/education-chatbot-4-ways-chatbots-are-revolutionizing-education-33f36627964c>
- Fauvel, S., Yu, H., Miao, C., Cui, L., Song, H., Zhang, L., Li, X., & Leung, C. (2018). Artificial Intelligence Powered MOOCs: A Brief Survey. *2018 IEEE International Conference on Agents (ICA)*, 56–61. <https://doi.org/10.1109/AGENTS.2018.8460059>
- Felt, U., Fochler, M., Nowotny, H., & Müller, R. (2017). Re-Imagining and Re-Legitimising the University—Where Past and Future Imagineries meet. In Austrian Council for Research

and Technology Development (Hrsg.), *Prospects and Future Tasks of Universities. Digitalisation – Internationalisation – Differentiation*. LIT Verlag.

Fichter, A. (2019, Dezember 19). *Bald gilt «Switzerland first» bei Google und Co*. Republik. <https://www.republik.ch/2019/12/19/bald-gilt-switzerland-first-bei-google-co>

Frodeman, R., Klein, J. T., & Pacheco, R. C. S. (Hrsg.). (2017). *The Oxford handbook of interdisciplinarity* (Second edition). Oxford University Press.

Hawkins, J., Neubauer, D., Wu, A., & Mok, K. H. (2017). The limits of massification in the Asia-Pacific region: Six conflicting hypotheses. In D. E. Neubauer, K. H. Mok, & J. Jiang (Hrsg.), *The Sustainability of Higher Education in an Era of Post-Massification* (1. Aufl.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315186122>

High-Level Expert Group on Artificial Intelligence. (2019). *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*. Europäische Kommission.

Jahn, S., & Braun, A. (2019). *DENKIMPULS DIGITALE BILDUNG: Einsatz von Künstlicher Intelligenz*. 13.

Kasparovsky, H., & Wadsak-Köchler, I. (2016). *Österreichisches Hochschulsystem* (7. Aufl.). Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft.

Klutka, J., Ackerly, N., & Magda, A. J. (2018). *Artificial Intelligence in Higher Education: Current Uses and Future Applications*. Learning House.

Kreutzer, R. T., & Sirrenberg, M. (2019). Was versteht man unter Künstlicher Intelligenz und wie kann man sie nutzen? In R. T. Kreutzer & M. Sirrenberg, *Künstliche Intelligenz verstehen* (S. 1–71). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-25561-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-25561-9_1)

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *InterViews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (Third edition). Sage Publications.

Langthaler, M., & Probst, L. (2019). Hochschulbildung als Ziel und treibende Kraft der Sustainable Development Goals. *Österreichische Forschungstiftung für Internationale Entwicklung - ÖFSE*.

Lans, T., Blok, V., & Wesselink, R. (2014). Learning apart and together: Towards an integrated competence framework for sustainable entrepreneurship in higher education. *Journal of Cleaner Production*, 62, 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.036>

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., Corcier, L. B., Pearson (Firm), & University College, L. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. <https://www.pearson.com/content/dam/corporate/global/pearson-dot-com/files/innovation/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf>

Metzner, J., Bartosch, U., Vogel, M., Schroll, A.-L., Rademacher, M., & Neuhausen, H. (2019). Was bedeutet Hochschullehre im digitalen Zeitalter? *Hochschulforum Digitalisierung*, 35.

Mogensen, F., & Schnack, K. (2010). The action competence approach and the ‘new’ discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. *Environmental Education Research*, 16(1), 59–74. <https://doi.org/10.1080/13504620903504032>

- Müller, A. C., & Guido, S. (2016). *Introduction to machine learning with Python: A guide for data scientists* (First edition). O'Reilly Media, Inc.
- Murphy, R. F. (2019). Artificial Intelligence Applications to Support K-12 Teachers and Teaching. *RAND Corporation*.
- Nakicenovic, N., Messner, D., Zimm, C., Clarke, G., Rockström, J., Aguiar, A. P. D., Boza-Kiss, B., Campagnolo, L., Chabay, I., Collste, D., Comolli, L., Gomez-Echeverri, L., Goujon, A., Grubler, A., Jung, R., Kamei, M., Kamiya, G., Kriegler, E., Kuhn, M., ... Zusman, E. (2019). *The Digital Revolution and Sustainable Development: Opportunities and Challenges. Report prepared by the World in 2050 initiative*. <https://doi.org/10.22022/TNT/05-2019.15913>
- Nkambou, R., Bourdeau, J., & Mizoguchi, R. (Hrsg.). (2010). *Advances in Intelligent Tutoring Systems* (Bd. 308). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-14363-2>
- OECD. (2019). *Education at a Glance 2019: OECD Indicators*. OECD. <https://doi.org/10.1787/f8d7880d-en>
- Peters, K. (2002). ITS - Intelligente Tutorielle Systeme. *Universität Potsdam*.
- Rampelt, F., Orr, D., & Knoth, A. (2019). *Bologna Digital 2020 – White Paper on Digitalisation in the European Higher Education Area*. 48.
- Romero, M., Lepage, A., & Lille, B. (2017). Computational thinking development through creative programming in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0080-z>
- Ruiz Ben, E. (2019). *Critical Computational Thinking: Konzeptentwurf zur Vermittlung von Informatikwissen für die Digitalisierungsgestaltung*. [https://doi.org/10.18420/INF2019\\_76](https://doi.org/10.18420/INF2019_76)
- Scherk, J., Pöchhacker-Tröscher, G., & Wagner, K. (2017). Künstliche Intelligenz—Artificial Intelligence. *BMVIT, Bereich Innovation*, 54.
- Schulmeister, R. (Hrsg.). (2013). *MOOCs - Massive Open Online Courses: Offene Bildung oder Geschäftsmodell?* Waxmann.
- Schweizerische Unesco-Kommission, Deutsche Unesco-Kommission, & Österreichische UNESCO-Kommission (Hrsg.). (2016). *Bildung überdenken: Ein globales Gemeingut?* Schweizerische UNESCO-Kommission.
- Society for Learning Analytics Research. (2013). Improving the Quality and Productivity of the Higher Education Sector. *Australian Government, Office for Learning & Teaching*.
- Spiekermann, S. (2019). *Digitale Ethik: Ein Wertesystem für das 21. Jahrhundert*.
- Stelzer-Orthofer, C. (Hrsg.). (2018). *Erwerbsarbeit und Digitalisierung—Chancen und Risiken einer digitalisierten Arbeitswelt*. Sozialwissenschaftliche Vereinigung.
- Thomas, I. (2009). Critical Thinking, Transformative Learning, Sustainable Education, and Problem-Based Learning in Universities. *Journal of Transformative Education*, 7(3), 245–264. <https://doi.org/10.1177/1541344610385753>
- Tuomi, I., Cabrera, M., Vuorikari, R., Punie, Y., Europäische Kommission, & Gemeinsame Forschungsstelle. (2018). *The impact of artificial intelligence on learning, teaching, and education policies for the future*. <https://doi.org/10.2760/12297>

- UNESCO. (2014). UNESCO roadmap for implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000230514>
- UNESCO. (2019). Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*,.
- United Nations. (2019). *The Sustainable Development Goals Report 2019*.
- Velazquez, L., Munguia, N., Platt, A., & Taddei, J. (2006). Sustainable university: What can be the matter? *Journal of Cleaner Production*, 14(9–11), 810–819. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.12.008>
- Wals, A. E. J., & Corcoran, P. B. (2012). [Http://www.wageningenacademic.com/learn4-e\\_00](http://www.wageningenacademic.com/learn4-e_00). In A. E. J. Wals (Hrsg.), *Learning for sustainability in times of accelerating change* (S. 21–32). Wageningen Academic Publishers. [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-757-8\\_00](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-757-8_00)
- Wannemacher, K. (2016). *Digitale Lernszenarien im Hochschulbereich*. 114.
- Watolla, A.-K. (2019). Strategische Weiterentwicklung von Studium und Lehre im digitalen Zeitalter: Handlungsfelder und Herausforderungen. *Hochschulforum Digitalisierung*. [https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Diskussionspapier6\\_Handlungsfelder\\_Hochschullehre\\_im\\_digitalen\\_Zeitalter.pdf](https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Diskussionspapier6_Handlungsfelder_Hochschullehre_im_digitalen_Zeitalter.pdf)
- Weinhardt, J. M., & Sitzmann, T. (2019). Revolutionizing training and education? Three questions regarding massive open online courses (MOOCs). *Human Resource Management Review*, 29(2), 218–225. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2018.06.004>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wirsing, M. (2017). Digitales Lehren und Lernen an der Präsenzuniversität. In H. Androsch & Rat für Forschung und Technologieentwicklung (Hrsg.), *Zukunft und Aufgaben der Hochschulen: Digitalisierung-Internationalisierung-Differenzierung*.