

# Informationskompetenz neu denken

## Von Google zu ChatGPT

Michael Kerres, Maria Klar, Miriam Mulders

**Der Umgang mit Informationen wird zu einer wesentlichen Kompetenz in unserer digitalen Welt. Suchmaschinen gehören längst zu unserem Alltag: Wir sind gewohnt, Informationen im Internet über Suchmaschinen aufzufinden. Neuer ist es, künstliche Intelligenz – wie beispielsweise ChatGPT – zu nutzen, um Informationen zu generieren. Die Autor:innen dieses Beitrags erläutern die Mechanismen von ChatGPT– denn: die zugrunde liegende Logik ist eine andere als in einer »klassischen« Suchmaschine. Die gefundenen Informationen müssen deshalb anders bewertet werden.**

### Von der Suchmaschine zur generativen KI

Unsere informationelle Umwelt hat sich verändert: Traditionelle Mechanismen der Wissensbereitstellung lösen sich auf; Informationen sind jederzeit und an jedem Ort über Suchmaschinen abrufbar. Neue Akteure definieren, welches Wissen einer Kultur verfügbar ist und bleibt. Suchmaschinen selektieren, modifizieren und aggregieren das Wissen, das Menschen bei ihren Suchanfragen präsentiert wird. Dabei bleiben die Mechanismen der Maschinen, die diese Entscheidungen treffen, als Betriebsgeheimnis verschlossen und entziehen sich dem gesellschaftlichen Diskurs.

Der reflektierte Umgang mit Information in diesem Umfeld wird zu einer wesentlichen Kompetenz für die Orientierung des Einzelnen in seiner Lebenswelt und der politischen Diskussion im Weiteren. Und während wir die Implikationen dieser Entwicklung noch gesellschaftlich prozessieren, deutet sich mit KI-basierten Chatbots ein Einschnitt an, der unseren Umgang mit Information nochmals grundlegend herausfordert. Dieser Übergang von der klassischen Suchmaschine zur generativen KI wird in dem Beitrag beleuchtet. Aufgezeigt wird, welche Kompetenzanforderungen sich im Unterschied von bisher »reproduktiven« zu künftig »produktiven« Konversationen von Mensch und Maschine – und ihrem Zusammenwachsen in Rekursionen – ergeben.

### Informationen finden mit der Suchmaschine

Suchmaschinen wurden Anfang der 2000er Jahre als Lösung für die zusehends wachsende Zahl an Informationen im Internet entwickelt. Sie durchforsten kontinuierlich und weltweit alle öffentlich zugänglichen Server, indem sie Informationen erfassen und den Links folgen. Sie nutzen Crawler, um Webseiten zu finden und zu indizieren.

Wir haben uns daran gewöhnt, mit Suchmaschinen zu interagieren. Wir vertrauen oft den ersten angezeigten Suchergebnissen und beachten selten die Einträge auf nachfolgenden Seiten. Dadurch erhalten Suchmaschinen eine zentrale Rolle bei der Auswahl und Bewertung von Informationen im Internet. Was eine Sprachgemeinschaft kulturell erinnert, wird somit maßgeblich von dem beeinflusst, was Suchmaschinen als Suchtreffer anzeigen. Informationskompetenz betrifft dann das Erstellen einer Suchanfrage, die Auswahl und Bewertung der Suchfunde anhand von Qualitätskriterien und ihrer Zusammenführung und Verwertung (Klingenberg, 2017).

Im Umgang mit Suchmaschinen haben wir gelernt, dass Webseiten unterschiedliche Qualität und Vertrauenswürdigkeit aufweisen. Wir haben uns eine gewisse Skepsis angeeignet und erfahren, dass nicht jede gut gemachte Webseite auch vertrauenswürdige Information vorhält. Die Suchmaschine verweist auf Quellen: Sie *reproduziert* Information.

## Informationen finden mit generativer KI

Eine Anfrage an ChatGPT *generiert* dagegen eine Information – auf Grundlage eines »allgemeinen Sprachmodells«, das zuvor in langen Zyklen der Auswertung vorliegenden Wissens im Internet geschöpft wurde. Das System modelliert, welche Wortbestandteile mit hoher Wahrscheinlichkeit aufeinanderfolgen und kann daraus neue Sätze konstruieren, die uns deswegen »sinnhaft« erscheinen. Es bildet Wahrscheinlichkeiten für Wortfolgen und die semantische Struktur von Begriffen in einem numerischen Raum ab. Bei der Beantwortung einer Anfrage bewertet die KI den Suchstring, identifiziert zentrale Begriffe und erfasst die Beziehung zwischen den Bestandteilen. Zur Beantwortung wählt die KI dann das jeweils nächste wahrscheinlich passende Wortteil aus, bis genügend Text generiert wurde.

Die Antwort wird also *nicht* aus einer gewaltigen Datenbank bzw. aus dem Internet abgerufen, sondern erzeugt. Im Gegensatz zu einem Menschen kann die KI jedoch nicht erklären, warum sie eine bestimmte Antwort gegeben hat; sie bleibt eine *Blackbox* mit Wahrscheinlichkeitswerten für die Abfolge von Wortbestandteilen.

Der Chatbot konstruiert auf dieser Grundlage nicht nur richtige, sondern auch falsche Antworten. Sie werden manchmal – irreführend – als »Halluzination« bezeichnet: Denn *alle* Antworten des Chatbots sind ausgedacht (und damit »halluziniert«), nur schätzen wir manche der erzeugten Antworten – für uns – als sinnhaft und zutreffend ein, andere eben nicht.

Der Chatbot ist dabei auch in der Lage, einen semantischen Kontext zu schaffen und merkt sich frühere Elemente einer Konversation. Anders als bei einer Suchmaschine kann eine Art Dialog mit dem Chatbot stattfinden: Auf die Antwort des Chatbots kann ich reagieren und z. B. »mehr Informationen«, eine »einfachere Formulierung« oder »Beispiele dafür« anfordern.

Wir müssen also verstehen, dass und wie sich Suchmaschinen technisch und konzeptuell von generativen KI-Anwendungen, wie ChatGPT, unterscheiden: Die Suchmaschine verweist auf *vorhandene* Quellen und liefert eine Liste der Fundstellen. Mit Blick auf die Anfrage bewertet sie alle in ihrem Index verzeichneten Fundstellen und zeigt die »wichtigsten« Seiten zuerst an, ohne dass sie diese Reihung und Wertung der Wichtigkeit begründet oder begründen kann. Unabhängig davon, ob es bei der Anfrage um einen einzelnen Fakt, wie z.B. eine Jahreszahl, oder eine komplexe Thematik mit vielen möglichen Antwortelementen geht: Generative Sprachmodelle erzeugen immer *eine* Antwort – auch auf komplexe Anfragen.

## Informationssuche und Informationskompetenz

Was bedeuten diese Unterschiede nun für Informationskompetenz? Unter Informationskompetenz werden verschiedene Teilkompetenzen subsumiert (vgl. Wuyckens et al., 2022). Eine mögliche Aufgliederung besteht in der Fähigkeit zum Suchen, Beurteilen und Verwenden von Informationen (Leber, Heinemann, Sander, Ahmad, Meneghinello & Peters, 2023).

Die Person muss wissen, wie sie eine Anfrage formuliert. Die Person entscheidet dann, welche Funde sie aufruft und wie sie die möglicherweise divergenten Inhalte zusammenfügt. Ihre Informationskompetenz beruht im Kern darauf, mit der Komplexität der Antwort einer Suchmaschine zurechtzukommen, die einerseits eine oftmals unübersehbare Menge an Funden ausgibt, die sie andererseits in einer nicht einfach nachvollziehbaren Rangreihe präsentiert. Kritikfähigkeit kommt darin zum Ausdruck, dass die Person skeptisch bleibt gegenüber den Quellen und versucht, sich ihre eigene Meinung zu bilden unter Nutzung einer gewissen Breite an – glaubwürdigen – Webseiten (Sühl-Strohmenger, 2012).

Das Suchen verändert sich in der Konversation mit einem Chatbot. Dabei sind wir es gewohnt, eine Suchmaschine zu befragen und werden mit der gleichen Haltung an einen Chatbot herantreten, nämlich, um eine Information »zu finden«. Diese Haltung wird der Spezifik generativer Chatbots nicht gerecht. Es lässt sich von einem »negativen Transfer« sprechen, bei dem bestimmte, eingeübte Verhaltensmuster auf einen neuen Gegenstand übertragen werden, obwohl andere Verhaltensweisen für die neue Anforderung erforderlich wären. So ist bereits infrage zu stellen, ob es passend ist, von einer »Suche« zu sprechen. Denn Suchen hat ein Finden zum Ziel, welches der Logik einer Reproduktion folgt und sich vom Generieren einer Information unterscheidet.

Da der Chatbot eine Antwort gibt, wird vielfach diese und genau diese Antwort als akkurat eingeschätzt werden – nicht zuletzt, weil der Chatbot unter dem Label »Künstliche Intelligenz« firmiert, dem regelmäßig ein hohes Vertrauen zugeschrieben wird. Vielfach wird angenommen, ein Chatbot vereine das gesamte Wissen des Internets und könne damit »endgültige« Antworten geben. Tatsächlich vereint der Chatbot das »gesamte Wissen« des Internets – aber auf einer strukturellen Ebene, nämlich in einem »allgemeinen Sprachmodell«, und zwar zu dem Zeitpunkt in der Vergangenheit, zu dem das Modell gebildet wurde. Ein Chatbot ist damit zunächst nicht in der Lage, auf tagesaktuelle Informationen zu verweisen. Suchmaschinen werden hier regelmäßig in der Lage sein, schneller auf aktuelle Informationen zu verweisen. Insofern ist es wichtig, die Funktionsweise und Eigenarten von Chatbots in ihrer Differenz zur Suchmaschine zu verstehen.

Viele Personen, so vermuten wir, werden die Antwort eines Chatbots als zutreffend hinnehmen. Ihnen ist auch nicht bewusst, dass sie einem Chatbot Rückfragen stellen können (und sollten), da der Chatbot einen »Kontext« der Konversation herstellt: Er merkt sich frühere Fragen und kann diese berücksichtigen, etwa: »Gibt es zu diesem Thema auch andere Einschätzungen?« oder »Welche Datenquellen gibt es zu diesem Thema?«. Hong (2023) berichtet über Fehlkonzepte im Umgang mit diesen Technologien und wie sie Lernen beeinflussen.

Der Chatbot wird bei komplexen Themen mit unterschiedlichen Meinungen und Befunden (hoffentlich) eine Antwort geben, wie z. B.: »Hierzu liegen verschiedenen Einschätzungen vor. Manche Beiträge ...« Zur Prüfung einer solchen Antwort wird die Information mit dem bekannten Prozess der Verifikation oder Falsifikation – und zwar wieder über Fundstellen einer Suchmaschine – zu gewichten und zu bewerten sein. Der Chatbot verleitet dazu, seine singuläre Antwort als abschließendes Werturteil einzuschätzen. Benötigt wird damit einerseits das Wissen um die Funktionsweise einer generativen KI und andererseits die Bereitschaft, die Aussage des Chatbots in ihre Einzelbestandteile zu zerlegen und weiter über die Suchmaschine zu prüfen. Dabei gilt es, in Anfragen an den Chatbot einen *Prompt* richtig zu formulieren und – vor allem – als Konversation aufzufassen, d.h. anders als in der Suchmaschine wird die Fähigkeit benötigt, einen »Dialog« mit dem Chatbot zu führen, d.h. auf die Antworten zu reagieren. Anders als bei Suchmaschinen können bei Chatbots Anfragen verfeinert werden.

Schließlich besteht eine weitere Informationskompetenz darin, die gefundenen oder erzeugten Informationen zu *verwenden* (s. Tabelle 1). Bei Anfragen geht es darum, nicht nur die passende Information zu finden, sondern auch die passende Form. So kann die Erklärung, wie Elektrizität funktioniert, in kindgerechter Sprache oder Fachsprache vorliegen. Eine Suchmaschine kann hier nur auf vorhandene Inhalte verweisen. Wenn die gesuchten Inhalte nicht in der richtigen Weise vorliegen, können sie nicht verwendet werden. Sprachmodelle hingegen sind in der Lage, Inhalte in unterschiedlichen Formulierungsvarianten zu erzeugen. Inhalte können etwa in »Leichter Sprache« erzeugt werden. Stojanov (2023) verweist in ihrer autoethnografischen Studie zu ChatGPT jedoch auf die Limitationen: Die Person muss sich sehr genau auf den Bot einstellen und wie ein *Prompt* zu formulieren ist, um ein bestimmtes Ergebnis zu erzielen.

Tabelle 1: Differenz von reproduzierenden und produzierenden Informationssystemen (aus Kerres, 2024)

	Reproduzierende Suche mit Suchmaschine	Produzierende Suche mit Chatbot
Wie entsteht Wissensbasis?	Crawler durchsucht Internetseiten und indiziert Informationen.	KI generiert Sprachmodell durch Auswertung des Internets.
Woraus besteht die Antwort?	Verweise auf indizierte Webseiten – entlang der Bewertung der Fundstellen.	<i>Ad hoc</i> generierte <i>eine</i> Antwort auf Frage – auf Grundlage der Wahrscheinlichkeit von Wortfolgen (Sprachmodell).
Wie aktuell ist die Antwort?	Die Suchmaschine kann tagesaktuelle Funde anzeigen.	Das Sprachmodell repräsentiert Wissen der Vergangenheit – zum Zeitpunkt der Berechnung.
Wie läuft der Dialog ab?	Frage (Suchstring) – Antwort (Verweis auf Funde) Person kann <i>nicht</i> auf Antwort der Suchmaschine reagieren.	Frage (Prompt) – Antwort (generiert) – Rückfrage (unter Beibehalt des Kontextes) Chatbot merkt sich Fragenverlauf. Dialog ist eingebettet in Kontext früherer Fragen.
Worin besteht die Herausforderung für Person?	Person muss mit der Menge an Fundstellen umgehen.	Person muss mit den Bestandteilen <i>einer</i> Antwort umgehen.
Welche Kompetenz wird benötigt?	Suchstring formulieren Suchfunde ( <i>Plural</i> ) auswählen, bewerten, zusammenführen.	Anfragen passend formulieren Antwort ( <i>Singular</i> ) prüfen, nachfragen, Konversationen führen.
Welche Einstellung ist erforderlich?	Bereitschaft, mehrere Fundquellen zu betrachten, zu analysieren und zu aggregieren; Kritisch sein gegenüber Quellen.	Bereitschaft, Bestandteile der Antwort analytisch zu durchdringen; Bereitschaft, weitere Belege für Aussage zu suchen; Skeptisch bleiben gegenüber generativer KI
Vergleichbar mit ....	»Bibliothek von Alexandria«	»Orakel von Delphi«

Mit Bezug zu antiken Vorbildern lassen sich Suchmaschinen mit der Bibliothek von Alexandria in Ägypten vergleichen, die als erste Universalbibliothek das »gesamte« Wissen der Welt verfügbar machen sollte. Der Chatbot ähnelt dagegen vielleicht dem »Orakel von Delphi«, das in der griechischen Mythologie verankert – unter bestimmten Bedingungen – Wissen, auch über zukünftige Ereignisse preisgab.

#### Dialog, Interaktion, Konversation?

In der Konversation mit dem Informationssystem wird die Person angeregt, über einen Sachverhalt nachzudenken. Das digitale System wird zu einem Gegenüber. Inwieweit jedoch tatsächlich von einem *Dialog* oder einer *Interaktion* gesprochen werden kann, ist Gegenstand der anhaltenden Diskussion (Nida-Rümelin & Weidenfeld, 2018). Nicht jede Interaktion mit einem Computer wird als *Dialog* bewertet werden können und die Qualität eines wechselseitigen oder gar emphatischen Aufeinander-Eingehens im Gespräch einlösen. Vieles bleibt eine *konditionierte Reaktion*, d. h. eine Maschine reagiert auf einen Reiz. Mancher Austausch bildet den *Stil einer Konversation* nach, ohne eine Konversation zu sein, die auf einem weiterreichenden Verstehen des Gegenübers basiert (Kerres, 2024).

Die generative KI und der Chatbot sind textproduzierende Systeme, die auf Wahrscheinlichkeiten beruhen. Sie können erstaunliche Leistungen erbringen. Sie basieren auf einem Wissen, wie Sätze entstehen und welche Wortbestandteile mit welcher Plausibilität sinnhaft aneinandergereiht werden können. Ein Verstehen des Gegenübers liegt nicht vor. Damit soll die Leistung des Chatbots nicht infrage gestellt werden: Vielleicht ist die generierte Antwort genau die Reaktion, die eine Person in ihrem Lernprozess erwartet und sie in ihrem Informationsbedürfnis unterstützt.

#### Was es kompliziert macht: Konvergenz

Informationskompetenz verweist damit auf das Verstehen des Unterschieds reproduzierender und produzierender Algorithmen (s. Tabelle 1). Wie lang diese Gegenüberstellung jedoch Bestand hat, ist ungewiss, denn Suchmaschinen und Sprachmodelle wirken zusehends zusammen.

Chatbots werden bereits mit Suchmaschinen kombiniert. Wird ChatGPT eine Frage gestellt, die nur mit aktuellem Wissen beantwortet werden kann, so werden Ergebnisse aus einer Suchmaschine angezeigt und verlinkt. Der erzeugte Text ist jedoch kein direktes Zitat des Webinhalts und so muss auch hier die Ursprungsquelle zur Überprüfung aufgesucht werden. Zunächst lieferten Suchmaschinen und Sprachmodelle unterschiedliche Zugänge zur gleichen Datenbasis – den Inhalten des Internets. Die Inhalte für Webseiten erzeugen Autor:innen aber verstärkt mit Hilfe generativer KI-Anwendungen oder die Inhalte (z.B. Bilder oder Videos) werden bereits vollständig durch KI erstellt. Rekursion ist die Folge: Zukünftige KI-Modelle werden auf ihren eigenen Erzeugnissen trainiert. Die Fähigkeit, mit solchen Konstellationen umzugehen, stellt die Informationskompetenz vor zusätzliche Herausforderungen.

Künftige »rekursive« Informationskompetenz muss mit folgender Situation umgehen:

- Chatbots integrieren Suchmaschinen, indem sie auf Fundstellen im Internet verweisen (auch weil sie tagesaktuelle Informationen nicht selbst integrieren können). Es verschwimmt, was produzierte und reproduzierte Bestandteile einer Antwort sind,
- generative KI erzeugt zunehmend Inhalte für Webseiten,
- künftige Generationen von Chatbots und ihre Sprachmodelle werden auf der Auswertung von Webseiten beruhen, die sie selbst erzeugt haben,
- bei der Prüfung von Antworten eines Chatbots – durch Inspektion vorliegender Webseiten – werden wir immer mehr abhängig von Fundstellen, die zuvor bereits von diesen erzeugt wurden.

Das Verstehen dieser Verflechtung von produktiven und reproduktiven Elementen der Konversation von Mensch und KI wird dadurch nicht einfacher. Dabei entwickelt sich die Technologie der Chatbots ständig weiter. Es geht aktuell vor allem um die Frage, wie die Qualität der Sprachmodelle optimiert werden kann bzw. wie die Nutzenden in der Qualitätsbewertung unterstützt werden können.

Inhalteanbieter, wie z. B. wissenschaftliche Verlage, entwickeln zusehends eigene Chatbots, die vorliegende Sprachmodelle mit eigenen Textmaterialien für fachliche Anfragen optimieren. Auf diese Weise wird sich die Welt der Chatbots fragmentieren. Während wir generative KI heute mit ChatGPT und seinem »Allgemeinen Sprachmodell« assoziieren, werden wir künftig mit einer ganzen Reihe alternativer (kostenfreier und kostenbehafteter) Modelle konfrontiert sein, die nicht nur Texte, sondern auch Bilder und Videos generieren können, mit ganz unterschiedlichen Eigenschaften und Anforderungen an die Konversation. Die Nutzenden werden damit künftig mit unterschiedlichen Modellen umgehen müssen und ihren Output vergleichen können. Sie werden lernen, Prüfverfahren (Benchmarks) anzulegen, die die Passung von Sprachmodellen für bestimmten Themenbereiche ermitteln können (Lin et al., 2022). So könnte überprüft werden, ob ein Modell die geeignete Datenbasis für eine konkrete Anfrage darstellt oder ob Benchmarks ein anderes Modell für einen Themenbereich oder eine bestimmte Anforderung empfehlen.

#### Fazit

In der Wissenskonstruktion von Suchmaschinen und generativer KI ergeben sich neue Kompetenzanforderungen, die für die Erwachsenenbildung weiter zu durchdringen sind (Kerres & Buntins, 2020). Die Verlagerung von einer einfachen Suchanfrage hin zu einer Konversation mit (re-)produzierenden Systemen impliziert einen anderen Umgang mit Wissen. Es wird wichtig, die hier zugrunde liegenden

Mechanismen zu verstehen und sie kompetent für sich nutzen zu können. Die Mechanismen greifen maßgeblich in unsere Kultur und gesellschaftliche Kommunikation ein: Welches Wissen sichtbar wird und sichtbar bleibt, entscheidet sich in einer – opaken – Konstellation von Menschen und Maschinen. Die Bedeutung und Reichweite dieser Beziehung wird weiter auszuloten sein. Vor allem werden wir damit umgehen müssen, dass die hier angedeuteten Mechanismen der Auswertung und Modellierung von Wissen – für die Nutzenden – weitgehend intransparent abläuft und sich einer Verständigung entzieht.

## Literatur

- Hong, W. C. H. (2023). The impact of ChatGPT on foreign language teaching and learning: Opportunities in education and research. *Journal of Educational Technology and Innovation*, 5(1), Article 1. <https://jeti.thewsu.org/index.php/cieti/article/view/103>
- Kerres, M. (2024). *Mediendidaktik. Lernen in der digitalen Welt* (6. Aufl.). Berlin: de Gruyter.
- Kerres, M., & Buntins, K. (2020). Erwachsenen-/Weiterbildung in der digitalen Welt: Handlungsfelder der digitalen Transformation. *Hessische Blätter für Volksbildung. Zeitschrift für Erwachsenenbildung in Deutschland*, 3, 11–23. <https://doi.org/10.3278/HBV2003W002>
- Klingenberg, A. (2017). Die Strategie der Kultusministerkonferenz »Bildung in der digitalen Welt« und der »Referenzrahmen Informationskompetenz« des Deutschen Bibliotheksverbandes. *o-bib. Das offene Bibliotheksjournal / Herausgeber VDB*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.5282/o-bib/2017H1S62-75>
- Leber, J., Heinemann, A., Sander, P., Ahmad, C., Meneghinello, L., & Peters, L. (2023). Informationskompetenz von Schüler:innen stärken: Wie kann man das Prüfen von Informationen durch den Einsatz digitaler Medien fördern? In *Bildung im digitalen Wandel. Die Bedeutung digitaler Medien für soziales Lernen und Teilhabe* (Bd. 4, S. 75–106). <https://www.waxmann.com/?eID=texte&pdf=4846.pdf&typ=inhalt>
- Lin, S., Hilton, J., & Evans, O. (2022). *TruthfulQA: Measuring How Models Mimic Human Falsehoods* (arXiv:2109.07958). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2109.07958>
- Nida-Rümelin, J., & Weidenfeld, N. (2018). *Digitaler Humanismus: Eine Ethik für das Zeitalter der Künstlichen Intelligenz*. München: Piper ebooks.
- Stojanov, A. (2023). Learning with ChatGPT 3.5 as a more knowledgeable other: An autoethnographic study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00404-7>
- Sühl-Strohmenger, W. (2012). *Informationskompetenz professionell fördern: Ein Leitfaden zur Didaktik von Bibliothekskursen*. München: De Gruyter Saur.
- Wuyckens, G., Landry, N., & Fastrez, P. (2022). Untangling media literacy, information literacy, and digital literacy: A systematic meta-review of core concepts in media education. *Journal of Media Literacy Education*, 14(1), 168–182. <https://doi.org/10.23860/JMLE-2022-14-1-12>

Prof. Dr. Michael Kerres leitet den Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement an der Universität Duisburg-Essen. Er ist zugleich Gesellschafter der learninglab gGmbH in Köln.

Maria Klar ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement der Universität Duisburg-Essen. In ihrem Dissertationsvorhaben beschäftigt sie sich mit Chancen des Lernens mit Chatbots.

Dr. Miriam Mulders leitet die Arbeitsgruppe Bildungstechnologie am Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement der Universität Duisburg-Essen. Ihre Forschung befasst sich mit Möglichkeiten von "virtueller und erweiterter Realität" als Bildungstechnologie.