

Libuše Hannah Vepřek

## **Intraversionen von Mensch-KI-Relationen**

Eine kulturwissenschaftliche Perspektive auf „Human-in-the-Loop“-Systeme

*Libuše Hannah Vepřek*

*Intraversions of Human-AI Relations. A Cultural Studies Perspective on Human-in-the-Loop Systems*

**Abstract:** How do human–technology relations develop in so-called human computation systems develop along technological advancements and in everyday negotiations? While the development of these hybrid systems often follows the „human-in-the-loop“ (HITL) approach, which describes the integration of humans into artificial intelligence systems, this paper argues that such an approach does not adequately capture the complexity and dynamics of these relations’ everyday unfolding. Based on several years of ethnographic and co-laborative research and the analysis of the underlying imaginations of the HITL approach, the concept of intraversions is proposed to understand human-technology relations in their multiplicity and becoming. Using the examples of two human computation-based citizen science projects, Foldit and Stall Catchers, this paper demonstrates how continuous reconfigurations within these relations go hand in hand with the redistribution of agency, tasks, and role-attributions. This perspective also aims to highlight the potential of ethnographic research in shaping hybrid human-AI systems. Intraversions provide a reflective perspective in technology development by offering an understanding of the complex interweaving of humans and technologies in their ongoing evolution. This, in turn, helps to understand how sociotechnical systems become what they are, where they are heading, how different actors, path dependencies, and contingencies shape them, and how to incorporate these insights into implementation.

**Keywords:** Human-Technology Relations, Artificial Intelligence, Intraversions, Human-in-the-Loop, Technological Development

„Die KI-Entwicklung schreitet immer weiter voran. Erst kürzlich ist mit AlphaFold2 ein Durchbruch in der Proteinstruktur-Vorhersage gelungen. Ich denke, Foldit wird in absehbarer Zeit nicht mehr benötigt werden. Vielleicht noch 5 Jahre!“, teilte mir der Spieler Arthur<sup>1</sup> mit und brachte damit seine Überlegungen zum Online-Puzzle-Videospiel Foldit hinsichtlich der Auswirkungen des Fortschreitens in der Entwicklung Künstlicher Intelligenz (KI) auf das Citizen-Science-Game ein.

1 Interview, 12.02.2021. Alle Namen der Citizen Science-Teilnehmer\*innen, die zu meiner Forschung beigetragen haben, sind Pseudonyme.

Seit 2008 falten Teilnehmer\*innen in diesem Spiel gemeinsam mit algorithmischen Werkzeugen und automatisierten Computerprogrammen Proteine und tragen so zu der Erforschung verschiedener Krankheiten, darunter COVID-19 und Alzheimer, bei.<sup>2</sup> Das Citizen-Science-Projekt ist ein sogenanntes *Human Computation (HC)-System*, bei dem Spieler\*innen *in the Loop* mit technologischen Komponenten an der Lösung von Problemen arbeiten (hier der Proteinfaltung), die derzeit anders nicht bewältigbar sind. Im Zentrum dieses Ansatzes steht das aus der Informatik stammende Verständnis von „Humans-in-the-Loop“ (HITL), die an designierten Punkten in ein rechnergestütztes System eingebunden werden, um Rechenschritte zu übernehmen, die maschinell noch nicht lösbar sind.

Foldit wurde 2008 eingeführt, weil das Vorläuferprojekt Rosetta@Home bei der automatisierten Proteinstrukturlösung noch weitgehend zufallsbasiert arbeitete und die Ergebnisse hinter den Erwartungen der Forschung zurückblieben. 2021 änderte sich dies mit der Einführung des KI-Programms AlphaFold2, mit dem das bis dahin als eines der schwierigsten Probleme der Biomedizin geltende Proteinfaltungsproblem als weitgehend gelöst erklärt wurde.<sup>3</sup> Entwickelt von DeepMind, konnte AlphaFold2 vorhersagen, wie sich Aminosäuresequenzen, gegeben der unzähligen Möglichkeiten, zu 3D-Strukturen, den Proteinen, falten.

Fasziniert, aber auch forschungsbezogen besorgt, dass damit mein Fallbeispiel hinfällig sein könnte, beobachtete ich die Entwicklungen, die sich daraufhin in Foldit entfalteten. In meiner ethnografischen Feldforschung interessierte ich mich für das Zusammenspiel verschiedener menschlicher und nicht-menschlicher Akteur\*innen in HC-basierten Citizen-Science-Projekten und wie diese die soziotechnischen Assemblages hervorbringen (Vepřek 2024). Bedeutete die Einführung von AlphaFold2, dass damit Foldit durch Automatisierung obsolet würde? Wie wenige Monate später deutlich wurde, war das nicht der Fall. Vielmehr kam es zu Verschiebungen innerhalb der Relationen, die mit Rekonfigurationen der Aufgaben und Rollen der menschlichen Akteur\*innen und Software- bzw. KI-Komponenten einhergingen.

Eine ähnliche Beobachtung machte ich auch in meinem zweiten Fallbeispiel, dem vom Human Computation Institute (HCI) entwickelten Stall Catchers, in dem Teilnehmer\*innen mit der Datenanalyse zur Alzheimerforschung eines biomedizinischen Techniklabors beitragen, bei der maschinelle KI-Modelle zunächst keine für die wissenschaftliche Datenqualität notwendigen Ergebnisse erbringen konnten.

2 <https://fold.it> (Zugriff 02. 07. 2024). Foldit wird vom *Center for Game Science* und dem *Institute for Protein Design* an der University of Washington in Seattle gemeinsam mit weiteren, hauptsächlich in den USA ansässigen Forschungseinrichtungen entwickelt.

3 Toews, Rob (2021): AlphaFold Is The Most Important Achievement In AI—Ever, in: Forbes, 03. 10. 2021. <https://www.forbes.com/sites/robtoews/2021/10/03/alphafold-is-the-most-important-achievement-in-ai-ever/> (Zugriff 02. 07. 2024).

Nach einigen Jahren konnten jedoch auch hier basierend auf den Relationen zwischen Stall-Catchers-Teilnehmer\*innen und Technologien neue Machine-Learning (ML)-Modelle trainiert werden, die diese Relationen verschoben.

In beiden Beispielen folgten die beobachteten Verschiebungen einem Muster, das – so argumentiere ich in diesem Beitrag<sup>4</sup> – nur unzureichend mit den informatischen Konzepten von HITL erklärt werden kann. Denn obwohl wissenschaftliche Entwicklungen, wie die Kybernetik, seit etwa der Mitte des 20. Jahrhunderts das Zusammenwirken von Menschen und Maschinen in Feedback-Loops betonen, dominiert in Narrativen über HC und der Literatur dazu dennoch oft ein starres und teils widersprüchliches Verständnis dieses Zusammenspiels. Dieses Verständnis hat Auswirkungen auf die Entwicklung dieser Systeme, in der die multiplen Verschiebungen *innerhalb* der Mensch-Technologie-Relationen (noch) wenig mitgedacht werden. Hier sehe ich das Potenzial der Empirischen Kulturwissenschaft (EKW), einen kritisch-konstruktiven Beitrag zur Technikentwicklung im Bereich hybrider Mensch-KI-Systeme zu leisten und durch den aktiven Einbezug vergangener, aktueller und potenziell zukünftiger Verschiebungen in die Entscheidungsprozesse in der Entwicklung von HC-Systemen der Komplexität und Prozesshaftigkeit von Mensch-Technologie-Relationen im Alltag gerechter zu werden. Im Rahmen meiner Feldforschung gelang es mir, aus der empirischen Beobachtung den Begriff der *Intraversion* zu entwickeln, der, wie ich im Folgenden zeigen werde, den epistemischen Horizont von HITL erweitert und neue Chancen für die Entwicklung von HC-Systemen eröffnet.

Die beobachteten Veränderungen innerhalb dieser Relationen waren stets auf imaginierte zukünftige hybride Systeme gerichtet und konnten nur unzureichend mit Begriffen wie „Transformationen“<sup>5</sup> oder bestehenden relationalen Konzeptionen von Technik beschrieben werden, weshalb ich sie mit dem Begriff *Intraversionen* zu greifen versuche. Mit dem lateinischen Präfix „intra“ verweise ich nicht nur auf das *Innerhalb* der Relationen, sondern schließe an Karen Barads Begriff der „Intra-Aktionen“ (1996) an. Anstatt sich auf Interaktionen zwischen festen und unabhängigen Entitäten zu beziehen, entwickelt Barad den Begriff der *Intra-Aktionen* auf der Basis der Kopenhagener Interpretation Niels Bohrs zur Beschreibung quantenmechanischer Prozesse, um Phänomene zu beschreiben, die sich nicht mit Dichotomen Subjekt-Objekt-Relationen erklären lassen (vgl. Barad 1996: 179, 2015: 42). Es geht Barad in der Anwendung dieses Phänomens auch außerhalb der Quantenmechanik um die „Verbindungen und Trennungen – zusammen-auseinander-schneiden – nicht

4 Ich bedanke mich herzlich bei den anonymen Gutachter\*innen sowie Anne Dippel für das hilfreiche Feedback und die konstruktiven Vorschläge für diesen Beitrag.

5 Im Vergleich zum Begriff der Transformation, der zunächst unspezifisch eine nicht zwangsläufig zielgerichtete Umformung oder Umwandlung von etwas beschreibt, handelt es sich bei *Intraversionen* um spezifische, vorwärtsdrängende Verwandlungsprozesse innerhalb von Relationen.

als separate, konsekutive Aktivitäten, sondern als ein einziges Ereignis, das nicht Eines ist. *Intraaktion*, nicht Interaktion“ (Barad 2015: 77, Herv.i.O.). Den Begriff Intraversionen leite ich zudem von „Inversion“ ab, was sich auf den Prozess der Umkehrung einer bestimmten Ordnung oder Richtung bezieht oder das Auf-den-Kopf-Stellen einer Sache. Anstatt das Gegenteil von dem zu schaffen, was vorher da war, führen Intraversionen immer zu etwas Neuem, das auf vorangegangenen Instanzen von Relationen basiert und somit an das Vergangene anknüpft, dabei aber niemals einfach eine Umkehrung des Bisherigen darstellt.

Intraversion erlaubt mir, prozessuale Muster von Mensch-Technik-Phänomenen zu beschreiben, die sich in meiner ethnografischen Untersuchung verschiedener Fallbeispiele herauskristallisierten. *Intraversionen* stellten für mich zusätzlich ein praktisches Hilfsmittel dar, um meine ethnografische Perspektive im Forschungsfeld HC, in dem ich ko-laborativ mit dem HCI zusammenarbeitete, zu kommunizieren und so nicht nur eine kritische Analyse, sondern auch Vorschläge des Umdenkens der Entwicklung solcher HITL-Systeme einzubringen. Der Begriff löste somit gleichsam mein eigenes Beobachter\*innen-Problem, das sich durch die ko-laborative Forschung ergeben hatte.

Im Folgenden führe ich zunächst in meinen Forschungskontext ein, bevor ich knapp den HITL-Ansatz beispielhaft anhand des auf die Entwicklung von HC-Systemen fokussierten Forschungsinstituts, das HCI, Imaginationen des HITL dekonstruiere. Anschließend definiere ich das Konzept der Intraversionen, mit dem exemplarische Mensch-Technologie-Relationen in den Fallbeispielen Foldit und Stall Catchers untersucht werden, bevor ich im Fazit einen Vorschlag für einen kulturwissenschaftlichen Beitrag zu einer kritischen und konstruktiven Technikentwicklung formuliere.

### **Spielend in the Loop**

Im Rahmen des durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Forschungsprojekts „*Spielend in the Loop*“ (11/2021-10/2024)<sup>6</sup> untersuchten Johannes Moser und ich die Formierung verschiedener HC-basierter Citizen-Science-Projekte im Zusammenwirken verschiedener Akteur\*innen im Alltag. Foldit und Stall Catchers zählten zu den Fallbeispielen. Diese HITL-Systeme analysierten wir dabei als soziotechnische Assemblages (Deleuze/Guattari 2013; u. a. Welz 2021) und fokussieren darauf, wie diese in den Verflechtungen unterschiedlicher Relationen gebildet

6 Moser, Johannes/Vepřek, Libuše Hannah: „*Spielend in the Loop*: Neue Mensch-Software Relationen in Human Computation Systemen und deren Auswirkungen auf Sphären des Alltags“ (DFG – 464513114).

werden.<sup>7</sup> Dazu wählten wir einen multimethodischen Ansatz und kombinierten teilnehmende Beobachtung mit qualitativen Interviews mit Teilnehmer\*innen, den Teammitgliedern sowie den beteiligten Forscher\*innen und der Analyse von Medienmaterial. Im Stall-Catchers-Beispiel konnte zudem der In-Game Chat, über den sich Teilnehmer\*innen untereinander und mit dem Team austauschten, sowie der Quellcode einbezogen werden (Vepřek 2023b; Vepřek et al. 2023). Daneben bildete ein weiterer Schwerpunkt der Forschung die Zusammenarbeit mit und Erforschung der Arbeit des US-basierten HCI, einem nicht-gewinnorientierten Forschungsinstitut, das sich der Entwicklung von HITL-Systemen unter dem Mantel von HC im Citizen-Science-Bereich verschrieben hat. Hier forschte ich über circa drei Jahre ko-laborativ (u. a. Niewöhner 2014, 2019) und ethnografisch, indem ich einerseits als Teil des Teams in der Entwicklung neuer Projekte und der Instandhaltung und Weiterentwicklung bestehender Projekte mitwirkte und andererseits die Projekte des Instituts, vornehmlich Stall Catchers, analysierte. Neben zwei mehrmonatigen Feldaufenthalten im Sommer 2021 und Herbst 2022 vor Ort in Ithaca, NY, forschte ich und arbeiteten wir von Ende 2019 bis Ende 2022 täglich in virtueller Kooperation zusammen.

Das Institut wurde 2014 vom Kognitionswissenschaftler und mathematischen Psychologen Pietro Michelucci gegründet. Michelucci verfolgt mit dem Institut die Mission, partizipative Systeme von gesellschaftlichem Nutzen in den Bereichen Gesundheit, Bildung und humanitäre Hilfe zu entwickeln, welche die „komplementären Stärken vernetzter Menschen und Maschinen“ (Human Computation Institute n.d., Übers. d.A.) kombinieren. Den Kern des HC-Ansatzes bildet dabei das Verständnis, dass „superhuman intelligence“ gegenwärtig nur durch die Einbindung von Menschen „in the loop“ in KI-basierte Systeme erreicht werden kann (Michelucci 2019: 11:22-11:47). Das Institut folgt dabei dem selbst gesetzten ethischen Grundsatz, dass menschliche Akteur\*innen nur dann in Computersysteme zur Übernahme einer Aufgabe eingebunden werden dürfen, wenn diese nicht maschinell zu lösen ist (Michelucci/Egle [Seplute] 2020). Da HC an gegenwärtigen KI-Problemen ansetzt und zu deren Lösung beiträgt, treibt es die technologischen Entwicklungen immer mit an, während es ebenso durch diese Fortschritte geprägt wird. Deshalb müssen HC-Systeme und ihre Mensch-Technologie-Relationen fortwährend weiterentwickelt werden. So ist es beispielsweise laut dem ethischen Grundsatz nicht mehr vertretbar, eine Analyseaufgabe von menschlichen Akteur\*innen ausführen zu lassen, wenn basierend auf den gesammelten Daten in der Zwischenzeit ein ML-Modell die Analyse automatisiert übernehmen kann. Dieser Grundsatz des Instituts ist eng verknüpft

7 Für eine genauere theoretische Auseinandersetzung und Einordnung des Assemblage-Begriffs in der EKW und wie wir ihn im Projekt verstehen, siehe u. a. Hansen/Koch 2022; Schwertl 2013; Vepřek 2024; Welz 2021.

mit dem Verständnis von HITL-Computing, welches zu den grundlegenden Ansätzen in Design und Entwicklung solcher hybriden Systeme zählt.

### Der „Human-in-the-Loop“-Ansatz

HITL ist ein verbreiteter Ansatz in der Informatik, insbesondere in Bereichen wie Mensch-Maschine-Interaktion, Human Computation oder ML<sup>8</sup>. Besonders in den letzten Jahren beschreibt es „eine Interaktion zwischen Menschen und einer künstlichen Intelligenz (KI bzw. Maschine)“ (Rückert/Riedl 2022). HITL verfolgt das Ziel, mit menschlicher Einwirkung eine KI zu trainieren bzw. zu verbessern (Rückert/Riedl 2022). Hier ist es „the prevailing approach, which requires human interaction when algorithms encounter problems“ (Ponti et al. 2022: 5). Im Zentrum steht die Interaktion von Menschen und Maschinen bzw. KI-Systemen in Form einer kontinuierlichen Schleife (Monarch 2021; Mosqueira-Rey et al. 2022).<sup>9</sup> Während in diesen Definitionen unklar bleibt, wie diese „Interaktionen“ grundsätzlich aussehen (sollen), werden mit „menschlichen Interaktionen“ im ML-Bereich bspw. das Annotieren von Daten zum Trainieren von Modellen oder das Korrigieren von Outputs beschrieben. Gleichzeitig wird HITL in Forschungsbereichen wie HC und *interactive ML* (Holzinger 2016) als Ansatz verstanden, um Probleme zu lösen, die aktuell weder von Menschen noch von Computern allein gelöst werden können (Holzinger 2016: 120; Michelucci 2013): „*interactive machine learning (iML) puts the ‚human-in-the-loop‘ to enable what neither a human nor a computer could do on their own*“ (Holzinger 2016: 120). In anderen Bereichen, wie bspw. der Militärtechnologie bei Fragen zu (semi-)autonomen Waffensystemen, wird HITL als Verweis darauf verwendet, dass Menschen die Kontrolle über die entsprechenden Systeme haben sollen.<sup>10</sup> Allerdings wird auch hier nicht definiert, *wie* Menschen in Kontrolle sein sollen und welche Art der Kontrolle gemeint ist (Sharkey 2016: 25 f.).

Während HITL in den letzten Jahrzehnten an Bedeutung gewonnen hat, geht der Ansatz auf Entwicklungen im 20. Jahrhundert zurück, etwa auf die Kybernetik sowie frühe Auseinandersetzungen mit Mensch-Computer-Interaktionen in der KI-Forschung. Die Idee der *Feedback-Loops* bzw. Rückkopplungsschleifen etwa, waren bereits in den 1940er- und 50er-Jahren in den Bereichen der Kontrolltheorie und Systemtechnik unter anderem von Norbert Wiener diskutiert worden. Das Konzept

8 ML verstehe ich hier als einen Teilbereich oder eine Technik der KI, die auf großen Datenmengen basiert und aus diesen ohne explizite programmierte Anweisungen ein Entscheidungs- oder Vorschlagsmodell erstellt.

9 Bei HITL handelt es sich um einen Ansatz, der von Wissenschaftler\*innen unterschiedlich ausgelegt wird. Die hier präsentierten Auslegungen beziehen sich besonders auf Forschungsbereiche um HC.

10 Vgl. in diesem Kontext auch die verwandten, aber andere Konstellationen beschreibenden Begriffe „human-on-the-loop“ oder „human-out-of-the-loop“ (für eine kritische Auseinandersetzung mit diesen siehe Biswas Mellamphy 2021).

der Feedback-Loops beeinflusste das Verständnis, wie Menschen in operative Abläufe solcher Systeme eingebunden werden können, indem zukünftiges Verhalten auf Basis vergangenen Verhaltens und Leistung angepasst wird (Wiener 1988: 33, 61).

Auch wenn keine\*r meine\*r Forschungspartner\*innen explizit auf die Kybernetik Bezug nahm, schließt das Denken in *Loops* und die Einbindung von Menschen „in-the-Loop“ in KI- und HC-Systeme an das kybernetische Verständnis von Rückkopplungsschleifen an. Menschliches Feedback wird genutzt, um ML-Modelle fortwährend zu verbessern bzw. funktionsfähig zu machen und letztlich menschliche Arbeitsschritte vollständig zu automatisieren. In HC-Systemen führen diese fortschreitenden Schleifen über Verbesserung der Technologie hinaus, sodass die Systeme in ihrer Weiterentwicklung auch den eigenen Zweck verändern können. Damit einher geht die Rekonfiguration der Verteilung der Akteur\*innen, wer wen oder was steuert und gesteuert wird.

Neben der Kybernetik haben frühe Explorationen zur Menschen-Computer-Interaktion in der KI-Forschung in den 1950er-Jahren das HITL-Konzept beeinflusst. Dazu zählen die Arbeiten von Alan Turing (1950), Joseph Carl Robnett Lickliders (1960; Quinn/Bederson 2011: 1403) sowie die Forschung des Computertechnikers Douglas Engelbart. Auf Letzteren bezieht sich das HCI auf seiner Website mit einem Zitat von Engelbarts Tochter, indem betont wird, wie das Institut an die Vision ihres Vaters anschließt (Engelbart o. D.). Engelbarts Vision lag in der Erweiterung menschlicher Intelligenz mithilfe von Computertechnologien (Engelbart 1962: 1b). Während bei Engelbart der Fokus stark auf der Unterstützung des Menschen durch Computer und Technologie lag, ist in gegenwärtigen HITL-Systemen nicht in jeder Situation deutlich, wer zu wessen Unterstützung hinzugeholt wird. Denn die Rollenverteilung zwischen Menschen und Maschine ist nicht statisch und verändert sich mit fortschreitenden technologischen Entwicklungen oder den Praktiken einzelner Akteur\*innen.

Um nachvollziehen zu können, wie die Rolle „des Menschen“ oder die des *Loops* verstanden wird, ist die Analyse der hinter dem HITL-Ansatz stehenden Annahmen wichtig. Zudem ist besonders die Untersuchung des Werdens und Sich-Entwickelns von HITL-Systemen im Alltag bedeutend, um die verschiedenen Perspektiven – etwa der „Humans in the Loop“, die zu oft bei HITL-Design-Ansätzen zurückbleiben, und wie diese ihre Einbindung wahrnehmen und gestalten – zu verstehen.

### **Der imaginierte *Human in the Loop***

Was oder wer steht nun hinter dem Konzept des HITL in diesen hybriden Systemen? Aus einer kulturwissenschaftlichen und in Assemblages denkenden Perspektive kann die Antwort auf diese Frage nicht ein unabhängiges Subjekt beinhalten, wie es Louise Amoore treffend für verschiedene HITL-Beispiele beschreibt:

„[W]here would one locate the account of a first-person subject amid the limitless feedback loops and back propagation of the machine learning algorithm of Intuitive Surgical’s robots? When the neural networks animating autonomous weapons systems thrive on the multiplicity of training data from human associations and past human actions, who precisely is the figure of *the* human in the loop? The human with a definite article, *the* human, stands in for a more plural and indefinite life, where humans who are already multiple generate emergent effects in communion with algorithms.“ (Amoore 2020: 66, Herv.i.O.)

Gerade aus diesem Grund ist nicht nur eine Perspektivierung von hybriden Mensch-KI-Systemen als Assemblages lohnend (Bareither 2024; Vepřek 2024), sondern auch das Denken in sich zeitweise stabilisierenden, aber doch ständig verändernden Relationen intraagierender Menschen und technologischer Elemente (siehe auch Bareither 2024; Weber/Suchman 2016). Das Design und die Implementierung der Mensch-Technologie-Relationen in hybriden Systemen ist jedoch grundlegend von den hinter dem HITL-Ansatz stehenden Imaginationen geprägt. Daher ist ein Blick auf die Perspektive der Entwickler\*innen sinnvoll, um Annahmen, Werte und Weltbilder zu verstehen, die in die soziotechnischen Systeme eingeschrieben werden. Auch wenn sie die Mensch-Technologie-Relationen und Assemblages niemals allein bilden, sind sie somit doch wirkmächtig und welterzeugend.

Als Ziel von HC beschreiben Pietro Michelucci, Anne Bowser, Michael Sloan und Eleonore Pauwels, dass HITLs „the societally-relevant decisions and behaviors of the system“ treffen, sodass „humans remain ultimately in control, individually or collectively, as systems achieve superhuman capabilities“ (Bowser et al. 2017: 11). Welche Akteur\*innen jedoch „in control“ sein sollen, bleibt hier unklar. In den untersuchten Beispielen waren es nicht die „Citizen Scientists“, die die Kontrolle über das System hatten, so sehr sie auch aktiv die Systeme mitgestalteten. Vielmehr hatten Forscher\*innen und Entwickler\*innen letztlich die Entscheidungsgewalt über das System und seine Gestaltung. Diejenigen, die als HITL imaginiert wurden, waren diejenigen, die mit dem Fortschreiten der Rechenkapazitäten durch automatisierte Prozesse verdrängt werden könnten und – dem ethischen Grundsatz folgend – sogar sollten. In diesem Sinne findet menschliche Kontrolle über KI derzeit typischerweise als Kontrolle „of the loop“ statt. Die Menschen „in the loop“ werden als „Laien“ verstanden, deren Eingaben maschinell be- und ausgewertet werden müssen. Der HITL ist ein Rechen- und Verarbeitungselement in HC-Systemen (u. a. Michelucci 2017; Von Ahn 2005), der auf seine Fähigkeit reduziert wird, eine bestimmte Rechenoperation zu übernehmen oder fehlende Datenpunkte zu liefern, auch wenn diese Reduktion nicht immer explizit von Entwickler\*innen intendiert ist. Die Interaktion zwischen Menschen als weiteren Systemkomponenten neben technischen wird dabei meist als geschlossen, sich wiederholend und immergleich verstanden. Gleichzeitig werden Menschen als voneinander „unabhängige“ (Surowiecki 2005: 10), zugleich

aber aggregierte und in der Schleife miteinander vernetzte Individuen verstanden, die eine „wisdom of crowds“ (Surowiecki 2005, 10) bilden. Die Schleife wird dabei von Entwickler\*innen implementiert und von Computeralgorithmen kontrolliert, die die Eingaben und Leistungen der Teilnehmer\*innen kontinuierlich bewerten und zu einer Crowd-Antwort kombinieren. Die Idee der Schleife basierte dabei auf der Imagination einer zukünftigen Konversation (Interview Michelucci, 21.01.2021) oder Partnerschaft (Michelucci 2017) zwischen Computer und Mensch, in der die Aufgaben nach den respektiven Fähigkeiten verteilt werden sollen. Im Gegensatz zu KI-Ansätzen, die auf „information processing efficacy“ basieren, streben HITL-Imaginationen demnach nach einem menschenzentrierten und ethischen Ansatz, weshalb die *richtige* Kombination von Menschen und KI nicht immer der effizientesten oder effektivsten Lösung entspricht (Interview Michelucci, 14.01.2021). In diesem Sinne können HITL-Ansätze, einem Konzept von Moritz Ege und Johannes Moser (2021) folgend, als „ethische Projekte“ verstanden werden. Allerdings weicht diese Idee des HITL stark von aktuellen Umsetzungen ab. Selbst beim Beispiel des erfolgreichsten HC-basierten Citizen-Science-Projekts des Instituts, Stall Catchers, besteht eine Diskrepanz zwischen der Idee, Menschen und ihre Kreativität in den Mittelpunkt zu stellen, und der Notwendigkeit, Probleme und Aufgaben der Menschen in HC-Systemen auf eine maschineninterpretierbare Weise zu abstrahieren. Denn diese Abstraktion führt fast zwangsläufig zur Entfremdung der Menschen und zur Ersetzbarkeit des\*der Einzelnen als Informationsverarbeiter\*in. Dieses Verständnis von HITL, so wird deutlich, steht im Kontrast zu einem kultur- und geisteswissenschaftlichen Verständnis von Menschen als in soziokulturellen Kontexten situierte, verkörperte und „cultured‘ human beings“ (Beck 2012: 136) und greift HITL aus ihrer Situietheit im Alltag heraus.

An dieser Stelle möchte ich mit einer empirischen Kulturanalyse ansetzen, die sich der Komplexität des Alltags anzunehmen vermag. Durch diese Fokussierung lässt sich das Zusammenspiel von Menschen und Technologie aus dem etablierten, erstarrten Verständnis lösen. Schließlich sind HC-Systeme in soziokulturelle Kontexte eingebettet, wie zahlreiche Forschungen aus der empirisch-kulturwissenschaftlichen Technikforschung, der Digitalen Anthropologie und den Science and Technology Studies (STS) zeigen konnten.<sup>11</sup> Ich verstehe dabei Mensch-Technologie-Relationen als multipel (Mol 2002), situiert und dynamisch. Dies wird der Entfaltung von HITL-Systemen im Alltag gerechter, die von verschiedenen menschlichen und

11 In diesen Feldern ist die Auseinandersetzung mit Technik und vereinzelt auch mit KI nicht neu und wurde beispielsweise von Diana Forsythe (2001), Susan Leigh Star [1988] 2015, Gertraud Koch (2005), Sherry Turkle (2005), Adrian Mackenzie (2017), Anne Dippel (2017, 2019), Sarah Pink (2023) und Christoph Bareither (2023) oder auch in experimenteller Form wie von Anders Kristian Munk et al. (2022) vorangetrieben (für einen Überblick siehe auch Dippel/Sudmann 2023).

mehr-als-menschlichen Akteur\*innen mitgeformt werden und über die von Entwickler\*innen und Forscher\*innen imaginierten und designten HITL-Systeme hinausgehen. So werden sowohl „the human“ als auch „the loop“ und deren Interaktionen (oder passender: „Intraaktionen“ [Barad 1996]) unterschiedlich ausgehandelt.

### **Dynamische Mensch-Technologie-Relationen**

Ein relationales Verständnis von HITL-Systemen, das in den Begriff der Intraversion eingelassen ist, öffnet die Perspektive von einer geschlossenen und statischen, von Entwickler\*innen einseitig definierten Schleife hin zu vielfältigen, Assemblages formende Relationen, in denen die Rollen und Aufgabenverteilungen nicht fixiert, sondern dynamisch sind. Dies geht mit dem Öffnen des Akteurskreises von HITL einher, indem sowohl menschliche (z. B. Nutzer\*innen, Teilnehmer\*innen, Entwickler\*innen und Forscher\*innen) und nicht-menschliche Akteure (z. B. Algorithmen, Code, Server und Datenbanken)<sup>12</sup> berücksichtigt werden. Mit dieser Perspektive knüpfe ich an das relationale und praxeologische Technikverständnis in der EKW an, wie es u. a. besonders von und seit Stefan Becks „Umgang mit Technik“ (1997) entwickelt wurde. In den STS und kulturwissenschaftlichen Disziplinen wurden in den letzten Jahren auch verschiedene Ansätze entwickelt, die auf eine Pluralisierung der unterschiedlichen Rollen und Positionen in Mensch-Technologie-Relationen abzielen (u. a. Lange et al. 2019; Mackenzie 2017; Ponti et al. 2022).

Mit Intraversionen rücken nun das Zusammenwirken und Sich-Verschränken von multiplen human/loop-Relationen entlang unterschiedlicher Temporalitäten in den Blick. Zu diesen Temporalitäten zählen u. a. jene der fortschreitenden Technikentwicklung, die sich im Vergleich zu den täglichen Rhythmen des Spiels langsam entfalten, oder jene der Forschung, die abhängig von Förderlogiken und Experimentverläufen sind (vgl. auch Thanner/Vepřek 2023).

Das Konzept erlaubt es, die spezifischen Verschiebungen innerhalb der Mensch-Technologie-Relationen in den untersuchten HITL-Systemen greifen zu können. Denn während die relationale Perspektive es ermöglicht, in der Logik von HITL gesprochen, den „Loop“ auf andere Akteur\*innen neben den imaginierten Nutzer\*innen und KI zu erweitern, ist zusätzlich auch ein temporaler Fokus notwendig, um Mensch-Technologie-Relationen in ihrem Werden zu betrachten (Hultin 2019; vgl. auch Beck 1997: 347 f.). Während verschiedene kulturanthropologische und STS-Forschungen bereits die verschiedenen Phasen der Biografien (Beck 1997: 291) von Technologien und Objekten untersuchten (u. a. Bijker/Law 1992; Bijker/Pinch 1984; Löfgren 1994),

12 Auch mehr-als-menschliche Akteur\*innen spielen in den Fallbeispielen eine Rolle. In Stall Catchers zum Beispiel nehmen Mäuse in der Alzheimerforschung eine aktive Rolle ein und beeinflussen durch ihre Rhythmen etwa den gesamten Forschungszyklus und damit auch, wie sich das HC-System entfaltet.

rücke ich mit Intraversionen spezifisch die operative Dimension in den Fokus, also nicht bloß *dass* sich, sondern *wie* sich nämlich die Relationen zwischen Menschen und Technologie entlang unterschiedlicher temporaler Dimensionen entfalten und verändern. Neben den historischen und gegenwärtigen Prozessen nehme ich dabei ebenfalls auf die Zukunft ausgerichtete Bewegungen in den Blick und versuche diese zusammenzubringen. Während eine Mikroanalyse einzelner Situationen erforderlich ist, um die konkreten Intraaktionen und Formierungsprozesse verstehen zu können, müssen ebenso die historischen Entwicklungen und diskursiven Formationen berücksichtigt werden (Wietschorke 2021: 57 f.), welche die Relationen in diesen spezifischen Momenten formen und beeinflussen (z. B. durch die Pfadabhängigkeiten [Klausner et al. 2015], die zu bestimmten Konfigurationen führen).

Das Konzept der Intraversionen schließt somit an bestehende relationale Technikverständnisse an und führt gleichzeitig einen prozessorientierten und temporalen Fokus ein. Intraversionen sind prozesshafte Vorwärtsbewegungen und Verschiebungen innerhalb von Mensch-Technologie-Relationen, die aufgrund der Einführung neuer Rechenfähigkeiten, unterschiedlicher Intraaktionsweisen oder durch neue Potenziale bestehender Relationen entstehen und sich sowohl situativ als auch entlang kurz- und langfristiger zeitlicher Entwicklungen vollziehen (Vepřek 2024).<sup>13</sup> Die Potenziale gehen wiederum aus den Praktiken menschlicher Akteur\*innen und/oder den Wirkungsweisen algorithmischer und materieller Elemente hervor. Intraversionen können somit als Schwankungen oder Gewichtsverlagerungen betrachtet werden, die *innerhalb* dieser Relationen auftreten. Entscheidend für Intraversionen ist, dass mit ihnen besonders zwei verschiedene Formen von Rekonfigurationen auftreten: 1) Verschiebungen in den Rollenzuschreibungen von Subjekt und Objekt, die nie vollständig auf einer Seite verortet sind, bzw. Agency zwischen menschlichen und nicht-menschlichen Akteur\*innen verteilen; 2) Umverteilungen von Aufgaben und Einbindungsformen, die mit Rekonfigurationen der Machtverhältnisse einhergehen.

Genau wie die Assemblages, in denen Mensch-Technologie-Relationen eingebettet sind, bleiben letztere trotz temporärer Stabilisierungen immer offen für Intraversionen. Während verschiedene Akteur\*innen in einem Moment auf stabilisierende Art und Weise intraagieren, können sie im nächsten genauso destabilisierend auf bestehende Relationen einwirken. Bspw. können Materialitäten und Infrastrukturen wie Server ausfallen und menschliche Intervention erfordern oder menschliche Akteur\*innen sich vorgegebenen Nutzungsweisen widersetzen und neue einführen. Die von Operationalität und Kontingenz geprägten Relationen, aus denen neue Po-

13 Das Konzept ist im Rahmen meiner Dissertation „At the Edge of Artificial Intelligence. Intraversionen in Human Computation Systems“ entstanden, auf der dieser Beitrag grundlegend aufbaut (Vepřek 2023a, 2024).

tenziale entstehen, werden zudem durch Bestrebungen und der Gerichtetheit auf weitere Automatisierung und der damit einhergehenden ständigen Weiterentwicklung hin zu intuitiveren und *smarteren* Systemen geformt. Ähnlich wie Derridas Konzept der *différance*, die sowohl Unterscheidung als auch Aufschub (Derrida 2022) bedeutet und somit besonders mit Letzterem darauf verweist, dass die Bedeutung eines Wortes niemals endgültig festgelegt ist, sondern sich durch andere Wörter und Kontexte (die Verwendung der Sprache) immer wieder auf- und verschiebt, beschreibt Intraversionen also die nie abgeschlossenen Weiterentwicklungen dieser Mensch-Technologie-Relationen. Intraversionen helfen hier jedoch dabei, diese Verschiebungen trotz ihrer Multiplizität in ihrer Gerichtetheit (*desire* bei Deleuze und Guattari) greifbar zu machen und als konkrete (Re-)Konfigurationen für die Beschreibung sichtbar zu machen.

Das Konzept dient sowohl als analytische als auch reflexive Perspektive, welche die Technikentwicklung begleiten kann und ein erweitertes Verständnis von HITL einführt. Anstatt in getrennten soziotechnischen Systemen (Versionen) zu denken, führt diese Perspektive ein Denken in kontinuierlichen Verschiebungen ein, das die Zusammenhänge multipler Relationen in hybriden Systemen berücksichtigt.

### **„One can't exist without the other“**

Wie können nun mit dem Intraversionen-Konzept die eingangs beschriebenen Verschiebungen, die mit der Einführung von AlphaFold2 in Foldit einhergingen, verstanden werden? Hierzu möchte ich in meiner Feldforschung zum Juli 2021, also wenige Monate nach der Einführung AlphaFolds, zurückkehren.

Foldit hat eine neue Funktionalität erhalten: „We are announcing a brand new Foldit feature that will enable players to use the revolutionary AlphaFold algorithm from DeepMind!“ (bkoep 2021a), kündigte Foldit-Teammitglied bkoep die Integration von AlphaFold2 auf der Projekt-Plattform an. In einer Antwort auf einen User-Kommentar warnte bkoep jedoch davor, AlphaFold2 als perfekte Lösung zu verstehen, da es sich sowohl bei Foldits Ansatz als auch jenem des neuen KI-Modells um „useful-but-imperfect approaches for evaluating a protein design“ (bkoep 2021b) handeln würde. Anstatt Foldits Mensch-Technologie-Zusammenspiel also obsolet zu machen, wurde mit dem KI-Programm ein neuer Akteur in Foldit eingeführt, sodass Teilnehmer\*innen nun ihre gemeinsam mit algorithmischen Werkzeugen erstellten Lösungen von AlphaFold prüfen und anschließend verbessern können. „If you have [...] a structure, or where you think, this could be something [...], then you could give that sequence to AlphaFold and say, hey, look what you make of it within an hour or so. And then you get a result back and then you can see if that is the same shape you came up with. If it is not, then apparently [...] something [...] is not right“ (Interview 04.03.2021), erklärte Spieler David. Mit AlphaFold2s Einführung rekonfigurierte sich das Zusammenspiel innerhalb der Mensch-Technologie-Relatio-

nen in Foldit. Die Agency und Aufgaben, die über die Relationen verteilt sind und bei denen zuletzt die Teilnehmer\*innen entscheiden mussten, ob es sich bei der kreierten Struktur um eine zufriedenstellende Lösung handelte, verschob sich wieder mehr in Richtung der KI-Komponenten. Wieder, weil diese Intraversion kein einmaliges Vorkommnis darstellte, sondern vielmehr einen Ausschnitt aus fortlaufenden Rekonfigurationen der Relationen beschrieb.

Foldit wurde 2008 eingeführt, weil das Anfang der 2000er genutzte Softwareprogramm Rosetta, das Teilnehmer\*innen im Rahmen des Rosetta@Home-Projekts auf ihren Rechnern installieren und dann bei der Entwicklung einer Proteinstruktur beobachten konnten, unzureichende Ergebnisse erzielte. Wie mir ein Foldit-Teammitglied erklärte, wollten Teilnehmer\*innen aktiv an der Herstellung der Proteinstrukturen teilhaben (Interview José, 22.01.2020). In Foldit konnten sie dann gemeinsam mit algorithmischen Werkzeugen und später auch mit selbstgeschriebenen Programmen Proteinstrukturen entwickeln. In den Software-Teilnehmer\*innen-Relationen kontrollierten Teilnehmer\*innen dabei die einzelnen Schritte und evaluierten die erstellten Strukturen, während die technologischen Komponenten die Umsetzung dieser übernahmen. Schnell wurden die selbstgeschriebenen (und teils KI-basierten) Programme so fortgeschritten, dass sich die Beziehungen in den Relationen wieder etwas zu dem anfänglichen Beobachten der Software durch Teilnehmer\*innen verschoben. Allerdings hätten weder technologische Komponenten noch menschliche Teilnehmer\*innen alleine dieses Vorgehen umsetzen können: „One can't exist without the other“, erklärte Folditspieler Aika (Interview, 10.04.2021). „It's very inefficient for us to do a very like boring task that really should be automated. But, of course, the automation comes to a point where it's like okay, we as humans can very clearly see the need to stop, but the automation tools and AI they can't make those decisions unless we program it into them“ (Interview Aika, 10.04.2021). Obwohl diese gegenseitige Bedingung in Foldit nach wie vor gegeben war, intravertierten diese Relationen nur wenige Zeit später wieder mit AlphaFold2. Während extern Mensch und Technologien nach wie vor zusammenarbeiteten, hatten sich die Verhältnisse innerhalb der Relationen wieder verschoben.

### **Von „pesky bots“ und hybriden Teams**

Auch in Stall Catchers beobachtete ich ähnliche Intraversionen der Teilnehmer\*innen-Technologie-Relationen. Hier analysieren Teilnehmer\*innen für die Alzheimerforschung kurze Videos mikroskopischer Aufnahmen von in-vivo Mäusegehirnen und klassifizieren Blutgefäße als „fließend“ (*flowing*) oder „blockiert“ (*stalled*), wenn der Blutfluss gestoppt wird, was durch einen schwarzen Punkt sichtbar/visualisiert wird. Dieser Forschungsansatz basiert auf früheren Forschungen des Labors, die zeigten, dass Blockierungen in Blutgefäßen bei Alzheimer-Mäusen zehnmal häufiger auftraten und den Blutfluss im Gehirn verringerten (u. a. Bracko et

al. 2019). Dieser reduzierte Blutfluss könnte zu einer Anhäufung von Amyloid-Beta-Proteinfragmenten führen, die auch mit der Alzheimer-Krankheit in Verbindung gebracht wird. Um diesen reduzierten Blutfluss besser verstehen und auflösen zu können, erstellen die Forscher\*innen mikroskopische Bildaufnahmen, die anschließend jeweils einzeln auf solche Blockierungen hin analysiert werden müssen.

Das 2016 eingeführte Stall Catchers sollte nun die Datenanalyse übernehmen, da die Menge an Daten das Labor überforderte und KI-Modelle aufgrund ihrer Ungenauigkeit scheiterten. Das HC-System wurde nach den oben dargelegten Vorstellungen des HITL entworfen. Während Teilnehmer\*innen die Analyse der Daten übernehmen, werden sie von Algorithmen kontrolliert, die deren Eingaben und individuelles Skill-Level evaluieren und dann, gewichtet mit anderen Antworten, zu einer finalen Crowdantwort kombinieren. Die vorgegebenen Interaktionsformen und Rollenaufteilungen zwischen Teilnehmer\*innen und Software entsprachen also nach der Implementierung einem zunächst statischen Schema von Menschen als Assistent\*innen in der Datenanalyse und Technologien als Beurteiler und Kontrolleure. Während die Forschungsdaten nicht automatisiert klassifiziert werden konnten, waren KI-Modelle von Beginn an auf andere Weise Teil des Stall-Catchers-Projekts. Denn es bedarf mehrerer Vorbereitungsschritte, um die Daten von mikroskopischen 3D-Bildern in kurze Analysevideos umzuwandeln. In diesem Prozess, der selbst aus verschiedenen Mensch-Technologie-Relationen besteht (Vepřek 2024), spielen ML-Modelle als „Preprocessors“ für die menschliche Analyse eine zentrale Rolle.

Während meiner Forschung beobachtete ich jedoch, dass diese Konfigurationen keineswegs statisch sind und wie es zu Verschiebungen innerhalb der Mensch-Technologie-Relationen kommt, die auf technologischen Entwicklungen, den kreativen Umgangs- und Aneignungsweisen der Teilnehmer\*innen, aber auch Zufällen und unvorhersehbaren Zusammenbrüchen (wie dem Ausfall von Servern) zurückzuführen sind. Die Relationen bleiben zu einem gewissen Grad immer kontingent und volatil aufgrund der Multiplizität ineinander verschränkter Relationen. In meiner Analyse der diversen Teilnehmer\*innen-Technologie-Relationen konnte ich verschiedene Praktiken und Intraaktionsweisen beobachten, die über die per Design intendierten und programmierten Interaktionsformen hinausgingen. Diese lassen sich grob in drei Typen unterteilen: 1) jene, die das Ziel der beschleunigten Datenanalyse weiter unterstützten, 2) Intraaktionsformen, die parallel zum implementierten Ziel verliefen, und 3) solche, die gegen dieses arbeiteten.

Zur Veranschaulichung sollen einige Beispiele genannt werden, welche die implementierten Teilnehmer\*innen-Technologie-Relationen auf neue Weisen intravertierten. Einige Teilnehmer\*innen berichteten etwa in unseren Gesprächen, dass sie verschiedene Browserfenster nutzen würden, um Ladezeiten zu umgehen. Durch die Parallelisierung des Spiels wurden so die Relationen multipliziert. Im Spielchat wurden zudem Tipps zum Programmieren von Schnelltasten geteilt, mit denen die

Relationen über Tastenbefehle statt Mausbewegungen umgelagert und so die Analysegeschwindigkeit beschleunigt werden konnte. Zudem entdeckte eine Teilnehmerin während meiner Mitarbeit am HCI einen neuen Handlungsflow, den sie dem Team mitteilte: Durch eine Zufallsbeobachtung und das daraufhin folgende Testen unterschiedlicher Tastenkombinationen in spezifischen Reihenfolgen konnte sie einige programmierte Intraaktionen überspringen und so noch schneller Daten in Stall Catchers analysieren (Thanner/Vepřek 2023: 327 f.). Nach Prüfung, ob die Forschungsergebnisse dadurch beeinträchtigt würden, diskutierte das HCI, ob dieser Handlungsflow proaktiv in Stall Catchers angeboten werden könnte.

Anstelle der Konfiguration von Teilnehmer\*in als Datenanalyt\*in und Algorithmen als Auswerter verschieben sich diese Rollen zu dynamischen Kollaborationen, in denen Teilnehmer\*innen ihre Praktiken an den algorithmischen Flows ausrichten (Mousavi Baygi et al. 2021) und diese aktiv mitgestalten. An diesen neuen Handlungsformen wird deutlich, wie diese Relationen nicht nur von Entwickler\*innen geprägt werden, sondern gerade aufgrund unterschiedlicher Intraaktionsformen und spezifischen diskursiven Elementen, Prozessen, Materialitäten und Kontingenzen intravertieren. In Stall Catchers entstanden neue Potenziale aus den Teilnehmer\*innen-Technologie-Relationen, indem Teilnehmer\*innen „timely moments“ ergriffen (Mousavi Baygi et al. 2021) und die Affordanzen bzw. Objektpotenziale der Software nutzten (Beck 1997: 244).

Wie bei Foldit prägen technologische Entwicklungen neben diesen alltäglichen Aushandlungsformen die Intraversionen in Stall Catchers. Während anfangs keine ML-Modelle die notwendige Genauigkeit in der Datenanalyse der Alzheimerforschung erzielten, boten die Relationen im Stall-Catchers-Spiel 2020 neue Möglichkeiten zur Automatisierung der Analyse. Das Institut nutzte die gesammelten Teilnehmer\*innendaten als Trainingsdaten für neue ML-Modelle. In Zusammenarbeit mit der Data Science-Plattform DrivenData und dem Softwareunternehmen MathWorks rief es zu einem ML-Wettbewerb auf, um Modelle zu entwickeln, welche die Forschungsdaten mithilfe der gesammelten Daten klassifizieren (Lipstein 2020). Die KI-Lösungen sollten also von den menschlichen Teilnehmer\*innen, die nun als Lehrer\*innen fungierten, lernen. Ziel war es, diese ML-Modelle in Stall Catchers zu integrieren, sodass sie einfache Videos analysieren und nur schwierige Fälle an menschliche Teilnehmer\*innen weiterleiten (Michelucci/Egle [Seplute] 2020). Abermals als *preprocessors* sollten die ML-Modelle die menschliche Arbeitslast reduzieren. Während viele der eingereichten Modelle signifikant besser waren als noch jene von 2014, erreichten auch die neuen Modelle nicht die notwendigen Qualitätsanforderungen für eine vollständige Automatisierung (Michelucci/Egle [Seplute] 2020). Dennoch boten sie Möglichkeit, die Datenanalyse zu beschleunigen, indem ausgewählte ML-Modelle als „KI-Bots“ in Stall Catchers eingeführt wurden, um neben menschlichen Teilnehmer\*innen Daten zu analysieren. In einer Besprechung

im April 2021 einigte sich das Entwickler\*innenteam darauf, KI-Bots möglichst ähnlich zu menschlichen Teilnehmer\*innen in Stall Catchers zu behandeln, um zu untersuchen, wie sich „nonhuman agents“ in einer „community with humans“ verhalten würden (Feldnotiz 06.04.2021). Das schien auf Entwicklungsebene als der pragmatischste Ansatz. KI-Bots erhielten daher ein Profil, Skill Level und Spielpunkte. Unklarheit bestand jedoch über die Reaktionen der menschlichen Teilnehmer\*innen auf ihre neuen Mitstreiter\*innen. Das Team beschloss daher, „to remain as neutral as possible with the bot and to hear from the Stall Catchers participants how they perceive the bot“ (Michelucci, Feldnotiz 06.04.2021).

Kurze Zeit später wurde der KI-Bot GAIA<sup>14</sup> in einem ersten Experiment in Stall Catchers eingeführt, wodurch die Teilnehmer\*innen-KI-Relationen erneut intravertierten – wenn auch nicht wie vom Team erhofft. Statt der Teambildung zwischen Menschen und Bots äußerten Teilnehmer\*innen im Chat und bei einem Zoomevent des HCI ihr Unbehagen, und es entwickelten sich kompetitive Relationen: „I woke up and that pesky bot was ahead of me by almost 2,000,000 points“, berichtete etwa ein Teilnehmer über seine Erfahrung mit GAIA (Human Computation Institute 2021: 29:19–29:24). Diese Wahrnehmung von GAIA als Konkurrenz kann mit Diana Forsythe als eine „tacit consequence of an explicit design decision“ (Forsythe 2001: 99) verstanden werden. Denn das Team hatte bewusst darauf verzichtet, die Mensch-KI-Bot-Relationen als Team zu definieren und liess GAIA ebenfalls Spielpunkte akkumulieren, sodass der Bot auf den Ranglisten auftauchte. Dies zeigt, wie auch Interferenzen (Dippel/Fizek 2017) von Spiel und Wissenschaft die Mensch-Technologie-Relationen mitformen. Am Ende des einmonatigen KI-Bot-Experiments gelang es einigen Teilnehmer\*innen, GAIA trotz ihres Vorteils, ohne Pause 24/7 Daten zu analysieren, auf der Rangliste zu überholen.

In einem zweiten KI-Bot-Experiment, das wenige Monate später stattfand und auf das Zusammenwirken verschiedener KI-Bots und menschlicher Teilnehmer\*innen fokussierte (Vaicaityte 2021), stabilisierten sich diese (kompetitiven) Relationen weiter. Drei KI-Bots, basierend auf unterschiedlichen ML-Modellen, nahmen an der Datenanalyse in Stall Catchers teil. Menschliche Teilnehmer\*innen motivierten sich gegenseitig, die KI-Bots auf der Rangliste zu überholen. Allerdings hatten die Bots einen zusätzlichen einprogrammierten Vorteil: Sie wurden so konfiguriert, dass sie gemeinsam eine vergleichbare Geschwindigkeit in der Datenanalyse wie alle Teilnehmer\*innen zusammen aufwiesen. Dies führte zwangsläufig dazu, dass die Bots die Rangliste anführten. Besorgt beobachtete das Team, wie Teilnehmer\*innen ihren Ärger über die Bots im Chat ausdrückten, denn die Folgen dieser

14 GAIA war von seiner Entwicklerin nach der Personifizierung der Erde in der griechischen Mythologie sowie als Abkürzung für „Gateway for Artificially Intelligent Agents“ benannt worden (Vaicaityte 2021).

Konfigurationen hatte es nicht bedacht. Obwohl ich bis dahin nicht in das Design des zweiten Experiments aktiv eingebunden war, schlug ich nach einem Hilferuf des Instituts vor, die Teilnehmer\*innen aktiver zu involvieren. Daraufhin wurden diese über die KI-Bot-Konfiguration informiert und eingeladen, ihre Perspektiven zur Beteiligung der KI-Bots für zukünftige Experimente zu teilen. Die Berichte der Teilnehmer\*innen zeigten, dass viele den Einsatz von KI-Bots durchaus befürworteten, da sie zur Beschleunigung der Alzheimerforschung beitrugen. Es gab also neben den kompetitiven Relationen auch positive Erfahrungen der Zusammenarbeit mit KI-Bots.

Nach dem zweiten Experiment analysierte das Institut, wie gut verschiedene Mensch-KI-Bot-Kombinationen funktionierten und welche besonders vielversprechend waren. Basierend auf den Rückmeldungen der Teilnehmer\*innen, wurden erneut Konfigurationen hybrider Systeme diskutiert. Dabei wurde auch die Frage erörtert, wie Aufgaben in diesen soziotechnischen Systemen verteilt werden sollten, um Konkurrenz zu vermeiden und ein produktives Zusammenwirken zu stärken. Ideen beinhalteten separate Ranglisten für Bots und menschliche Teilnehmer\*innen sowie die bereits oben erwähnte Übergabe der einfacheren Videos an KI-Bots, während menschliche Teilnehmer\*innen die anspruchsvolleren Daten übernahmen, bis die Analyse vollständig automatisiert werden könnte. Anstatt jedoch lediglich die menschliche Einbindung an diesem Punkt als überflüssig zu verstehen, sollten die bestehenden Aufgaben in Stall Catchers verändert, neue hinzugefügt und sogar völlig neue Systeme aus dem bestehenden entwickelt werden, um weitere nicht-lösbare Probleme anzugehen (Egle [Seplute] 2020).

Wie die Analyse von Stall Catchers Teilnehmer\*innen-Technologie-Relationen zeigt, intravertieren diese sowohl entlang längerer zeitlicher Entwicklungen als auch in ihrer alltäglichen Entfaltung dynamisch. Zunächst bereiteten ML-Modelle und weitere Softwarekomponenten die Daten für die Analyse durch die Teilnehmer\*innen vor und prüften, bewerteten und gewichteten die Eingaben dieser. Obwohl die Relationen hierbei sorgfältig programmiert worden waren, entwickelten Teilnehmer\*innen andere Praktiken und gestalteten so die Relationen auf ihre Weise um, sodass sie bspw. gemeinsam mit den algorithmischen Flows die Analyse beschleunigten. Diese bestehenden, multiplen Relationen ermöglichten schließlich das Trainieren von ML-Modellen basierend auf den von Teilnehmer\*innen über mehrere Jahre annotierten Daten und die Integration von KI-Bots, was die Teilnehmer\*innen-Technologie-Relationen intravertierte. Diese neuen Relationen traten als Modifikationen der bestehenden hervor, in denen ML-Modelle nun nicht mehr nur *preprocessors* für die menschliche Analyse und die Teilnehmer\*innen nicht mehr nur Lehrer\*innen für neue Modelle darstellten. Vielmehr entfalteten sich produktive Mensch-KI-Bot-Relationen, welche die Analysekapazität von Stall Catchers steigerten und somit die Alzheimerforschung weiter beschleunigten. Gleichzeitig entfalteten sich kompetitive

Relationen, indem sich Teilnehmer\*innen gegen KI-Bots zusammenschlossen. Dabei passen sich Akteur\*innen stetig an neue Gegebenheiten an, positionieren sich neu und setzen sich anders in Relationen in Beziehung (Dorrestijn 2012a), was wiederum mit neuen Aushandlungen der *richtigen* Mensch-KI-Kombination und dem (Wieder-)Herstellen von Vertrauen, etwa in die wissenschaftliche Qualität der Ergebnisse des HC-Systems, einhergeht. Während Teilnehmer\*innen teils mit KI-Bots zusammenarbeiteten, um die Alzheimer-Forschung zu beschleunigen, traten sie in anderen Relationen im Wettbewerb gegen sie an. Mit der geplanten vollständigen Übernahme der Analyse durch KI-Bots bei gleichzeitig anderer Einbindung der menschlichen Teilnehmer\*innen wird sich auch der Zweck von Stall Catchers mit zukünftigen Rekonfigurationen verändern.

### **Ein kulturwissenschaftliches Angebot für eine reflektierte Technikentwicklung**

Die Analyse der Intraversionen der Teilnehmer\*innen-Technologie-Relationen in Foldit und Stall Catchers zeigte, dass die HITL-Imaginationen der Entwickler\*innen die Eigenwilligkeit der Akteur\*innen und die Dynamik der Relationen nicht antizipieren konnten. Die ethnografische Untersuchung HC-basierter Assemblages anhand ihrer Mensch-Technologie-Relationen verdeutlichte, wie Agency, Praktiken und Rollen über diese Relationen verteilt sind und nicht allein menschlichen Akteur\*innen zugeschrieben werden können. Durch die Erweiterung des Loops auf verschiedene Zeitlichkeiten und den Einbezug verschiedener menschlicher und nicht-menschlicher Akteur\*innen in die Analyse von HITL-Systemen, kann das komplexe Zusammenspiel und die sich intravertierenden Relationen untersucht werden. Wenn das Ziel von HC darin besteht, hybride Mensch-KI-Systeme als die Zukunft von KI zu gestalten, so stellt diese Analyse einen Versuch und eine Einladung dar, über das Verständnis und die Vorstellungen von HITL und das Zusammenspiel von Menschen und Technologien hinter diesen hybriden Systemen zu reflektieren. Hybridisierung, wie es Dorrestijn im Rahmen seiner Ethik der Technik in Anlehnung an Foucault beschreibt, „is not to be rejected, neither is it the greatest danger, but it does deserve the greatest care“ (Dorrestijn 2012b: 240). Das Konzept der Intraversionen als Prozessbegriff bildet hier nicht nur eine kulturanalytische Perspektive auf soziotechnische Systeme, indem es Fragen nach dem „Wie“ fokussiert, sondern auch eine reflexive Perspektive in der Technikentwicklung, da es ein Verständnis der vielfältigen Verflechtungen von Menschen und Technologien im Alltag und ihrer kontinuierlichen Weiterentwicklung vermittelt. Das Konzept unterstützt dabei zu verstehen, wie soziotechnische Systeme und ihre Relationen zu dem werden, was sie sind, wohin sie gehen und wie unterschiedliche Akteur\*innen, Pfadabhängigkeiten und Zufälle diese formen. Eine solche Perspektivierung kann in der Entwicklung unterstützen, den derzeit eingeschlagenen Weg zu überdenken und zu reflektieren, ob er für die

langfristige Entwicklung hybrider Mensch-KI-Systems wünschenswert ist. Mit dieser Perspektivierung möchte ich das Potenzial ethnografischer Forschung nicht nur in der Dekonstruktion und Kritik von hybriden Mensch-KI-Systemen, sondern auch in deren Gestaltung hervorheben. In letzterer können Ethnograf\*innen unter anderem dazu beitragen, die unterschiedlichen Interessen und Perspektiven der beteiligten Akteur\*innen anzuerkennen und sich auf die Zufälligkeiten und Vielfältigkeit des täglichen Lebens einzulassen.

Die jüngsten Durchbrüche in der KI, wie die Entwicklung generativer KI, ereigneten sich während der letzten Monate meiner Forschung. Hier stehen wir als Forscher\*innen noch am Anfang, die multiplen Mensch-Technologie-Relationen in solchen KI-Systemen zu verstehen. Mit Intraversionen hoffe ich, ein nützliches Werkzeug für die empirisch-kulturwissenschaftliche Analyse und Gestaltung dieser Phänomene zu bieten und so eine mögliche Antwort auf die Frage nach der Rolle der EKW in Diskussionen um KI und deren Entwicklung aufzuzeigen.

## Literatur

- Amoore, Louise. 2020. *Cloud Ethics: Algorithms and the Attributes of Ourselves and Others*. Durham: Duke University Press.
- Barad, Karen. 1996. „Meeting the Universe Halfway: Realism and Social Constructivism Without Contradiction.“ In *Feminism, Science, and the Philosophy of Science*, hrsg. von Lynn Hankinson Nelson und Jack Nelson, 161–194. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Academic Publishers; Springer.
- Barad, Karen. 2015. *Verschrankungen*. Übersetzt von Jennifer Sophia Theodor. (Internationaler Merve-Diskurs, 409). Berlin: Merve Verlag.
- Bareither, Christoph. 2023. „Museum-AI Assemblages: A Conceptual Framework for Ethnographic and Qualitative Research“. In *AI in Museums*, hrsg. von Sonja Thiel und Johannes C. Bernhardt, 99–114. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.1515/9783839467107-010>.
- Bareither, Christoph. 2024. „Kulturen der KI. Kulturen der künstlichen Intelligenz: AI Assemblages und die Transformationen des Alltags.“ *Zeitschrift für Empirische Kulturwissenschaft* 120: 5–26. <https://doi.org/10.31244/zekw/2024/01.02>.
- Beck, Stefan. 1997. *Umgang mit Technik: Kulturelle Praxen und kulturwissenschaftliche Forschungskonzepte*. Dissertation, Universität Tübingen. Berlin: Akademie Verlag zu Berlin.
- Beck, Stefan. 2012. „Interlacing the Brain, Contextualizing the Body: Relational Understandings in Social Neuroscience.“ In *The Atomized Body: The Cultural Life of Stem Cells, Genes and Neurons*, hrsg. von Max Liljefors, Susanne Lundin und Andréa Wiszmege, 113–142. Lund: Nordic Academic Press.
- Bijker, Wiebe E. und John Law, Hrsg. 1992. *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Inside Technology. Cambridge, MA; London: The MIT Press.
- Bijker, Wiebe und Trevor Pinch. 1984. „The Social Construction of Facts and Artifacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other.“ *Social Studies of Science* 14 (3): 399–441. <https://doi.org/10.1177/030631284014003004>.

- Biswas Mellamphy, Nandita. 2021. „Humans, in the Loop?‘: Human-Centrism, Posthumanism, and AI.“ *Nature & Culture* 16 (1): 11–27. <https://doi.org/10.3167/nc.2020.160102>.
- bkoep. 2021a. „The AlphaFold prediction tool in Foldit.“ 31. 07. 2021. <https://fold.it/portal/node/2011929>. Zugriff 03. 07. 2024.
- bkoep. 2021b. „The AlphaFold Prediction Tool in Foldit.“ 09. 08. 2021. <https://fold.it/forum/blog/the-alphafold-prediction-tool-in-foldit/page-2>. Zugriff: 03. 07. 2021.
- Bowser, Anne, Michael Sloan, Pietro Michelucci und Eleonore Pauwels. 2017. „Artificial Intelligence: A Policy-Oriented Introduction.“ *Wilson Briefs*. <https://www.wilsoncenter.org/publication/artificial-intelligence-policy-oriented-introduction>. Zugriff 10. 11. 2023.
- Bracko, Oliver, Lindsay K. Vinarcsik, Jean C. Cruz Hernández, Nancy E. Ruiz-Uribe, Mohammad Haft-Javaherian, Kaja Falkenhain, Egle M. Ramanauskaitė et al. 2019. „High Fat Diet Worsens Pathology and Impairment in an Alzheimer’s Mouse Model, but Not by Synergistically Decreasing Cerebral Blood Flow.“ Preprint. Neuroscience. <https://doi.org/10.1101/2019.12.16.878397>.
- Deleuze, Gilles und Félix Guattari. 2013. *A Thousand Plateaus: Capitalism and Schizophrenia* (Bloomsbury Revelations Series). London: Bloomsbury.
- Derrida, Jacques. 2022. „Die différance.“ In: Ders.: *Die Différance. Ausgewählte Texte*, hrsg. von Peter Engelmann, 110–149. Stuttgart: Reclam.
- Dippel, Anne. 2017. „Das Big Data Game.“ *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 25 (4): 485–517. <https://doi.org/10.1007/s00048-017-0181-8>.
- Dippel, Anne. 2019. „Metaphors We Live By: Three Commentaries on Artificial Intelligence and the Human Condition.“ In *The Democratization of Artificial Intelligence: Net Politics in the Era of Learning Algorithms*, hrsg. von Andreas Sudmann, 33–42. Bielefeld: transcript.
- Dippel, Anne und Sonia Fizek. 2017. „Ludifizierung von Kultur: Zur Bedeutung des Spiels in alltäglichen Praxen der digitalen Ära.“ In *Digitalisierung: Theorien und Konzepte für sie empirische Kulturforschung*, hrsg. von Gertraud Koch, 363–383. Köln: Herbert von Halem Verlag.
- Dippel, Anne und Andreas Sudmann. 2023. „AI ethnography.“ In *Handbook of Critical Studies of Artificial Intelligence*, hrsg. von Simon Lindgren, 826–844. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781803928562.00083>.
- Dorrestijn, Steven. 2012a. *The Design of Our Own Lives: Technical Mediation and Subjectivation After Foucault*. PhD Thesis, University of Twente. Enschede: University of Twente. <https://doi.org/10.3990/1.9789036534420>.
- Dorrestijn, Steven. 2012b. „Technical Mediation and Subjectivation: Tracing and Extending Foucault’s Philosophy of Technology.“ *Philosophy & Technology* 25 (2): 221–241. <https://doi.org/10.1007/s13347-011-0057-0>.
- Ege, Moritz und Johannes Moser. 2021. „Introduction: Urban Ethics – Conflicts Over the Good and Proper Life in Cities.“ In *Urban Ethics – Conflicts Over the Good and Proper Life in Cities*, hrsg. von Moritz Ege und Johannes Moser, 3–27. Abingdon, Oxon; New York: Routledge.
- Egle (Seplute). 2020. „Stalls, Machines and Humans: An Update.“ Human Computation Institute Blog (3. Dezember). <https://blog.hcinst.org/drivendata-competition-results/>. Zugriff 04. 07. 2024.
- Engelbart, Christina. O.D. <https://humancomputation.org>. Zugriff 07. 06. 2024.

- Engelbart, Douglas C. 1962. *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*. AFOSR-322 Summary Reporty. [https://www.dougelbart.org/pubs/papers/scanned/Doug\\_Engelbart-AugmentingHumanIntellect.pdf](https://www.dougelbart.org/pubs/papers/scanned/Doug_Engelbart-AugmentingHumanIntellect.pdf). Zugriff 03. 07. 2024.
- Forsythe, Diana. 2001. *Studying Those Who Study Us: An Anthropologist in the World of Artificial Intelligence*. Hrsg. von David J. Hess. Writing science. Stanford: Stanford University Press.
- Hansen, Lara und Gertraud Koch. 2022. „Assemblage – Constructing the Social for Empirical Cultural Research.“ *Hamburger Journal für Kulturanthropologie (HJK)* 14: 3–15.
- Holzinger, Andreas. 2016. „Interactive Machine Learning for Health Informatics: When Do We Need the Human-in-the-Loop?“ *Brain Informatics* 3 (2): 119–131. <https://doi.org/10.1007/s40708-016-0042-6>.
- Hultin, Lotta. 2019. „On Becoming a Sociomaterial Researcher: Exploring Epistemological Practices Grounded in a Relational, Performative Ontology.“ *Information and Organization* 29 (2): 91–104. <https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2019.04.004>.
- Human Computation Institute. 2021. „Stall Catchers Catchathon 2021 – Final Hour.“ YouTube video, 1:03:03. <https://www.youtube.com/watch?v=ZEzHFXIhj4E>. Zugriff 10. 11. 2023.
- Klausner, Martina, Milena D. Bister, Jörg Niewöhner und Stefan Beck. 2015. „Choreografien klinischer und städtischer Alltage: Ergebnisse einer ko-laborativen Ethnografie mit der Sozialpsychiatrie.“ *Zeitschrift für Volkskunde* 111 (2): 214–235.
- Koch, Gertraud. 2005. *Zur Kulturalität der Technikgenese: Praxen, Policies und Wissenskulturen der künstlichen Intelligenz* (Wissen – Kultur – Kommunikation, 1). St. Ingbert: Röhrig.
- Lange, Anna-Christina, Marc Lenglet und Robert Seyfert. 2019. „On Studying Algorithms Ethnographically: Making Sense of Objects of Ignorance.“ *Organization* 26 (4): 598–617. <https://doi.org/10.1177/1350508418808230>.
- Licklider, Joseph Carl Robnett. 1960. „Man-Computer Symbiosis“. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics HFE-1* 1: 4–11. <https://doi.org/10.1109/THFE2.1960.4503259>.
- Lipstein, Greg. 2020. „Meet the Winners of the Clog Loss Challenge for Alzheimer’s Research, Drivendata Labs.“ (10. September). <https://www.drivendata.co/blog/clog-loss-alzheimers-winners>. Zugriff 04. 07. 2024.
- Löfgren, Orvar. 1994. „Consuming Interests.“ In *Consumption and Identity* (Studies in anthropology and history, 15), hrsg. von Jonathan Friedman, 47–70. Chur, Schweiz: Harwood Academic Publishers.
- Mackenzie, Adrian. 2017. *Machine Learners: Archaeology of a Data Practice*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Michelucci, Pietro. 2013. „Introduction.“ In *Handbook of Human Computation*, hrsg. von Pietro Michelucci, xxxvii–xli. New York: Springer.
- Michelucci, Pietro. 2017. „What Does Stardust Have to Do With Curing Alzheimer’s Disease?“ *Becoming Human: Exploring Artificial Intelligence & What it Means to be Human*. Medium (24. Juli). <https://becominghuman.ai/what-does-stardust-have-to-do-with-curing-alzheimers-disease-61a84c6a470b>. Zugriff 10. 11. 2023.
- Michelucci, Pietro. 2019. „Crowd, Cloud and the Future of Work: Updates From Human AI Computation.“ Microsoft Research Faculty Summit (19. Juli). <https://www.microsoft.com>.

- com/en-us/research/video/crowd-cloud-and-the-future-of-work-updates-from-human-ai-computation/. Zugriff 10. 11. 2023.
- Michelucci, Pietro und Egle [Seplute]. 2020. „The Machines Are Coming! (But the Humans Are Staying) 🤖💖🤖.“ Human Computation Institute Blog (22. Mai). <https://blog.hcinst.org/dd-ml-challenge/>. Zugriff 10. 11. 2023.
- Mol, Annemarie. 2002. *The Body Multiple: Ontology in Medical Practice* (Science and Cultural Theory). Durham: Duke University Press.
- Monarch, Robert. 2021. *Human-in-the-Loop Machine Learning: Active Learning and Annotation for Human-Centered AI*. Shelter Island: Manning Publications Co.
- Mosqueira-Rey, Eduardo, Elena Hernández-Pereira, David Alonso-Ríos, José Bobes-Bascarán und Ángel Fernández-Leal. 2022. „Human-in-the-Loop Machine Learning: A State of the Art.“ *Artificial Intelligence Review* 56: 3005–3054. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10246-w>.
- Mousavi Baygi, Reza, Lucas D. Introna und Lotta Hultin. 2021. „Everything Flows: Studying Continuous Socio-Technological Transformation in a Fluid and Dynamic Digital World.“ *MIS Quarterly* 45 (1b): 423–452. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2021/15887>.
- Munk, Anders Kristian, Asger Gehrt Olesen und Mathieu Jacomy. 2022. „The Thick Machine: Anthropological AI Between Explanation and Explication.“ *Big Data & Society* 9 (1). <https://doi.org/10.1177/20539517211069891>.
- Niewöhner, Jörg. 2014. „Perspektiven der Infrastrukturforschung: Care-full, relational, kollaborativ.“ In *Schlüsselwerke der Science & Technology Studies*, hrsg. von Diana Lengersdorf und Matthias Wieser, 341–352. Wiesbaden: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-19455-4\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-531-19455-4_28).
- Niewöhner, Jörg. 2019. „Situierete Modellierung: Ethnografische Ko-Laboration in der Mensch-Umwelt-Forschung.“ In *Zusammen Arbeiten*, hrsg. von Stefan Groth und Christian Ritter, 23–50. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839442951-002>.
- Pink, Sarah. 2023. *Emerging Technologies: Life at the Edge of the Future*. Abingdon, Oxon: Routledge.
- Ponti, Marisa, Dick Kasperowski und Anna Jia Gander. 2022. „Narratives of Epistemic Agency in Citizen Science Classification Projects: Ideals of Science and Roles of Citizens.“ *AI & SOCIETY* 39: 523–540. <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01428-9>.
- Quinn, Alexander J. und Benjamin B. Bederson. 2011. „Human Computation: A Survey and Taxonomy of a Growing Field.“ In *CHI '11: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1403–1412. Vancouver, BC, Canada.: ACM. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979148>.
- Rückert, Martin und Martin Riedl. 2022. „Human-in-the-Loop: Wie Mensch und KI Aufgaben besser lösen.“ *Digitale Welt* (13. Juni). <https://digitaleweltmagazin.de/fachbeitrag/human-in-the-loop-wie-mensch-und-ki-aufgaben-besser-loesen/>. Zugriff 10. 11. 2023.
- Schwertl, Maria. 2013. „Vom Netzwerk zum Text.“ In *Europäisch-ethnologisches Forschen: Neue Methoden und Konzepte*, hrsg. von Sabine Hess, Johannes Moser und Maria Schwertl, 107–126. Berlin: Reimer.
- Sharkey, Noel. 2016. „Staying In the Loop: Human Supervisory Control of Weapons.“ In *Autonomous Weapons Systems*, hrsg. von Nehal Bhuta, Susanne Beck, Robin Geiß, Hin-Yan

- Liu und Claus Kreß, 23–38. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316597873.002>.
- Star, Susan Leigh. [1988] 2015. „The Structure of Ill-Structured Solutions: Boundary Objects and Heterogeneous Distributed Problem Solving.“ In *Boundary Objects and Beyond: Working With Leigh Star*, hrsg. von Geoffrey C. Bowker, Stefan Timmermans, Adele E. Clarke und Ellen Balka, 243–259. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Surowiecki, James. 2005. *The Wisdom of Crowds*. New York: Anchor.
- Thanner, Sarah und Libuše Hannah Vepřek. 2023. „Imaginieren – Intraagieren – Rekonfigurieren: Mensch-Technologie-Relationen im Werden.“ In *Zeit. Zur Temporalität von Kultur*, hrsg. von Trummer, Manuel, Daniel Drascek, Gunther Hirschfelder, Lena Möller, Markus Tauschek und Claus-Marco Dieterich, 321–338. Münster: Waxmann.
- Turing, Alan M. 1950. „Computing Machinery and Intelligence.“ *Mind LIX* 236: 433–460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>.
- Turkle, Sherry. 2005. *The Second Self: Computers and the Human Spirit*. 20th anniversary ed., Cambridge, MA: MIT Press.
- Vaicaityte, Grete. 2021. „Bots, That Are Going to Play Stall Catchers Along Humans.“ Human Computation Institute Blog (30. September). <https://blog.hcinst.org/bots-that-are-going-to-play-stall-catchers-along-humans/>. Zugriff 10. 11. 2023.
- Vepřek, Libuše Hannah. 2023a. *At the Edge of Artificial Intelligence: Intraversionen in Human Computation Systems*. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Vepřek, Libuše Hannah. 2023b. „Ein Gefühl für die Daten entwickeln: Eine ethnografische Annäherung an große Textdaten am Beispiel digitaler Chats.“ *Kulturanthropologie Notizen* 85: 167–187. [doi.org/10.21248/ka-notizen.85.12](https://doi.org/10.21248/ka-notizen.85.12).
- Vepřek, Libuše Hannah. 2024. *At the Edge of Artificial Intelligence: Human Computation Systems and Their Intraverting Relations*. Bielefeld: transcript.
- Vepřek, Libuše Hannah, Sarah Thanner, Lina Franken und The Code Ethnography Collective (CECO). 2023. „Computercode in seinen Dimensionen ethnografisch begegnen.“ *Kulturanthropologie Notizen* 85: 139–166. [doi.org/10.21248/ka-notizen.85.13](https://doi.org/10.21248/ka-notizen.85.13).
- Von Ahn, Luis. 2005. *Human Computation*. Ph.D. thesis, Carnegie Mellon University. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University. <http://reports-archive.adm.cs.cmu.edu/anon/2005/CMU-CS-05-193.pdf>. Zugriff 10. 11. 2023.
- Weber, Jutta und Lucy Suchman. 2016. „Human–Machine Autonomies.“ In *Autonomous Weapons Systems*, hrsg. von Nehal Bhuta, Susanne Beck, Robin Geiß, Hin-Yan Liu und Claus Kreß, 75–102. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316597873.004>.
- Welz, Gisela. 2021. „Assemblage.“ In *Theoretische Reflexionen: Perspektiven der Europäischen Ethnologie*, hrsg. von Peter Hinrichs, Martina Röthl und Manfred Seifert, 161–176. Berlin: Reimer.
- Wiener, Norbert. 1988. *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society*. New York, NY: Da Capo Press.
- Wietschorke, Jens. 2021. „Zwischen Aushandlungsparadigma und Kontextualismus.“ In *Theoretische Reflexionen: Perspektiven der Europäischen Ethnologie*, hrsg. von Peter Hinrichs, Martina Röthl und Manfred Seifert, 51–67. Berlin: Reimer.