

# Computer Science meets Cognition: Möglichkeiten und Herausforderungen interdisziplinärer Kognitionsforschung

Maria Wirzberger<sup>1</sup>, Martina Truschzinski<sup>2</sup>, René Schmidt<sup>3</sup>, Maria Barlag<sup>4</sup>

**Abstract:** Basierend auf der zunehmenden disziplinären Verschränkung informatischer und psychologischer Forschungsansätze zur Beantwortung kognitionsbezogener Fragestellungen, adressiert der Workshop entstehende Möglichkeiten und Herausforderungen aus einer interdisziplinären Perspektive heraus.

**Keywords:** Kognition; Psychologie; Informatik; Interdisziplinarität

## 1 Motivation

Da sich einerseits menschliche Kognition nicht mit dem Wissen aus einer einzigen Disziplin "entschlüsseln" lässt, nutzt die moderne Kognitionsforschung mehr und mehr informatische Methoden. Um andererseits auf menschliche Fähigkeiten und Bedarfe abgestimmte Technik zu entwickeln, spielen in der Informatik kognitionswissenschaftliche Erkenntnisse eine immer wichtigere Rolle. Basierend auf dieser Verschränkung bedient sich das DFG-Graduiertenkolleg CrossWorlds<sup>5</sup> eines interdisziplinären Ansatzes, bei dem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus informatischen und psychologischen Fachgebieten in engem Austausch miteinander unter anderem an kognitionsorientierten Fragestellungen forschen.

## 2 Einordnung des Workshops

Interdisziplinäre Forschungsansätze bieten aufgrund der Verknüpfung von Ideen und Lösungen der einzelnen Fachdisziplinen eine wichtige Grundlage für neue Erkenntnisse. Allerdings entstehen durch die unterschiedlichen disziplinär verorteten Sichtweisen und Methoden auch erhebliche Probleme und Diskussionen, welche zu Schwierigkeiten innerhalb gemeinsamer Forschungsprojekte führen können. Potentielle Chancen, Herausforderungen und Grenzen

---

<sup>1</sup> TU Chemnitz, Psychologie digitaler Lernmedien, maria.wirzberger@phil.tu-chemnitz.de

<sup>2</sup> TU Chemnitz, Prozessautomatisierung, mtru@hrz.tu-chemnitz.de

<sup>3</sup> TU Chemnitz, Technische Informatik, rene.schmidt@informatik.tu-chemnitz.de

<sup>4</sup> TU Chemnitz, Graphische Datenverarbeitung und Visualisierung, maria.barlag@informatik.tu-chemnitz.de

<sup>5</sup> <http://crossworlds.info/>

sollen im folgenden erläutert und während des Workshops mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutiert werden.

## 2.1 Interdisziplinarität aus Sicht der Psychologie

Im Mittelpunkt der Psychologie steht der Erkenntnisgewinn in Bezug auf menschliches Erleben und Verhalten [Co97]. Dabei lassen sich vier wesentliche Ziele definieren: Im Kontext des *Beschreibens* geht es um die Frage nach dem "Was", d.h. dem benennen und klassifizieren von Verhalten, basierend auf einem sorgfältigen und systematisierten methodischen Vorgehen. Dies bildet die Grundlage für die weitere Erforschung und Aufklärung beobachteter Phänomene sowie die spätere Replizierbarkeit von Befunden. Gegenstand des *Verstehens* bzw. *Erklärens* bildet die Frage nach dem "Wieso". Hier wird bestehendes, theoriegestütztes Wissen herangezogen, um beobachtetes Verhalten auf bestimmte Ursachen zurückzuführen. Damit verbunden ist die Entwicklung neuer Erklärungsansätze und Hypothesen, wenn bisherige Erkenntnisse an ihre Grenzen stoßen. Auf dieser Grundlage können *Vorhersagen* über zukünftiges Verhalten aufgestellt werden, die bei der Planung von Interventionen zur *Kontrolle* bzw. *Modifikation* definierter Verhaltensaspekte Relevanz erlangen.

Neben ihrem Forschungsgegenstand besteht ein wesentliches Charakteristikum der Psychologie als Wissenschaft in ihrer elaborierten empirischen Forschungsmethodik [We00]. Etablierte inferenzstatistische Methoden werden herangezogen, um auf Basis validierter Testverfahren und kontrollierter experimenteller Szenarios zuvor aufgestellte Hypothesen über menschliches Verhalten zu prüfen. Während verhaltensbezogene Parameter in der Regel recht zuverlässig anhand objektiv beobachtbarer Indizes erfassbar sind (z.B. die Anzahl vergessener Begriffe in einer Lernaufgabe oder Reaktionszeiten bei präsentierten Stimuli), stellt die saubere empirische Erfassung des menschlichen Erlebens nach wie vor eine zentrale Herausforderung der Psychologie dar. Introspektive Verfahren unterliegen stark subjektiven Einflussfaktoren und lassen sich schwer kontrollieren, und auch wenn psychophysiologische und bildgebende Verfahren zunehmend Einblick in die menschliche Erfahrungswelt gewähren, ist deren Einsatz nach wie vor aufwändig und mit hohen Anforderungen an Expertise und Material verbunden.

Speziell an dieser Schnittstelle zeigt sich der Mehrwert informatischer Simulations- und Modellierungsmethoden, um kognitive, emotionale und motivationale Prozesse und Mechanismen in formalisierter und kontrollierter Form computerbasiert nachzubilden [Ta95, Sa06]. Damit eröffnet sich jedoch auch ein zentrales Problemfeld der disziplinären Verschränkung beider Forschungstraditionen: Während in der Informatik mit einer gewissen Beliebigkeit Algorithmen und Datenstrukturen hinsichtlich zunehmend schnellerer und effizienterer Systemleistung optimiert werden können, ist für die Psychologie die strikte theoretische Orientierung an neurophysiologisch und kognitionswissenschaftlich fundierten Erkenntnissen unverzichtbar [An07]. Es geht hier nicht darum, eine künstlich intelligente Entität zu schaffen, welche den Menschen an Leistungsfähigkeit übertrifft, sondern vielmehr

darum, mittels fundierter Simulationen menschliches Erleben und Verhalten zu erklären und vorherzusagen.

Ein daraus folgender Mehrwert der disziplinären Verschränkung aus psychologischer Sicht zeigt sich in der Realisierung technisch aufwändiger Versuchsaufbauten, beispielsweise unter Nutzung von Agenten- bzw. Robotersystemen oder künstlich erzeugten virtuellen Welten. Basierend auf fundierten informatischen Konzepten, Algorithmen und Datenstrukturen ermöglichen derartige Szenarios eine organisierte und umfassende Aufzeichnung aufgabenbezogener Verhaltensparameter und damit sehr viel detailliertere Einblicke in die menschliche Reaktion auf das technische System. Auch können auf diese Weise laborexperimentell gewonnene psychologische Grundlagenerkenntnisse in alltagsnahe Testszenerien transferiert werden. Das technische System nimmt an dieser Stelle eine Art Mediatorfunktion ein, auf Basis derer ökologisch validere Vorhersagen über menschliches Verhalten möglich werden.

## 2.2 Interdisziplinarität aus Sicht der Informatik

Gegenstand der Informatik als Wissenschaft ist die systematische Verarbeitung von Informationen mit Hilfe digitaler Technik. Dies umfasst neben der softwareseitigen Entwicklung von Algorithmen und dem hardwareseitigen Entwurf von Rechentechnik auch deren Anwendung in breiteren Wissenschafts- und Gesellschaftsbereichen. Kognition in der Informatik spielt vor allem in der Modellierung innerhalb technischer Systeme eine große Rolle. Diese wird einerseits dazu genutzt um Computern, virtuellen Agenten oder Robotern die Fähigkeit zu geben, Informationen wahrzunehmen [Ha05], zu verarbeiten sowie Schlüsse zu ziehen [At10] und dementsprechend zu handeln [JW98]. Andererseits soll daraus die Möglichkeit erwachsen, menschliches Verhalten zu verstehen [Sa06, Pa06], zu berechnen [Pa06] oder vorherzusagen [Zi09].

Das Ziel liegt dabei darin, Interaktionen zwischen Mensch und System zu verbessern oder überhaupt erst zu ermöglichen [Ba95, FND03], beziehungsweise autonome Systeme zu erstellen, die selbstständig Aufgaben lösen können [VMS07]. Im Zuge dessen spielen psychologische Modelle eine wichtige Rolle, da der Mensch von Natur aus vollständig autonom in der Welt agiert und zum Vorbild für operative Modelle hinter den zu entwickelnden Systemen werden kann [We01]. Darüber hinaus kann menschliches Verhalten als Vergleichsgrundlage für Systeme dienen [CI97], die menschliche Aktivitäten effektiv und effizient unterstützen oder, beispielsweise im Rahmen von Nutzertests, ersetzen. Die Herausforderung besteht an dieser Stelle darin, dass das Ziel der Entwicklung nicht die Erschaffung einer künstlichen Konkurrenz ist, sondern solche Systeme vielmehr Möglichkeiten zur Selbstverwirklichung des Menschen bereitstellen sollen. Hierbei ist eine Verschränkung beider Forschungstraditionen erforderlich, da in einer harmonischen Interaktion von Mensch und Technik Akzeptanz, Ausgleich und Einfühlungsvermögen statt Ignoranz, Übernahme oder Einseitigkeit an vorderster Stelle stehen sollten.

Der Einsatz technischer Systeme steigt zunehmend, autonome Systeme halten, beispielsweise in Fahrzeugen, Einzug in den Alltag und auch Roboter werden immer breiter eingesetzt. Vor diesem Hintergrund spielen interdisziplinäre Forschungskontexte eine wichtige Rolle und bieten eine bedeutsame Grundlage für die Verbesserung der Interaktionsmöglichkeiten zwischen Mensch und Technik. Allerdings gestaltet sich die Zusammenarbeiten der Disziplinen bisweilen sehr schwierig, weil jede Disziplin ihre eigenen Methoden, Begrifflichkeiten und Ziele mitbringt. Dies kann zu Schwierigkeiten im Transfer der Erkenntnisse führen. Ein konkretes Problem zwischen Psychologie und Informatik erwächst vor allem aus den Restriktionen, denen wissenschaftlichen Arbeiten der jeweiligen Disziplinen unterlegen sind. Informatische Modelle müssen abbildbar und berechenbar sein, während psychologisch inspirierte Begriffsdefinitionen an diese Restriktion angepasst und dafür zuvor innerhalb der jeweiligen Konstrukte eingegrenzt werden müssen. Auch benötigen derartige Modelle eine breite Datenbasis worauf sie konstruiert und auch validiert werden können. Ihre Vorteile liegen vor allem in der Testbarkeit von Hypothesen. Zusammenhänge innerhalb eines Modells können mit geringem Aufwand geändert und die Konsequenzen schnell berechnet werden. Die auf diese Weise generierten Erkenntnisse können widersprüchliche Ergebnisse erklären oder neue fehlende Parameter oder Einflüsse detektieren, die anschließend mit Hilfe neuer Experimente untersucht und nachgewiesen werden können.

Eine weitere Perspektive auf die interdisziplinäre Verschränkung informatischer und psychologischer Forschungstraditionen legt den Fokus stärker auf die jeweiligen methodischen Herangehensweisen. Während die Informatik technische Abläufe bzw. abgeschlossene Systeme beschreibt, versucht die Psychologie über eine möglichst große Menge an Stichproben Rückschlüsse auf das "System Mensch" zu ziehen. Dabei können beide Perspektiven bei entsprechender Abstraktion Parallelen aufweisen oder sich ergänzen, beispielsweise in der formalen Darstellung von Zusammenhängen und Prozessen oder der Nutzung ähnlicher methodischer Herangehensweisen zur Systemevaluation, worin sich die Stärke der gemeinsamen Betrachtung des Forschungsgegenstandes gründet. Aufgrund der notwendigen Transzendenz aus der disziplinären Verhaftung können unterschiedliche Interpretationen und Herangehensweisen zusammengeführt und damit umfassendere Schlussfolgerungen gezogen werden.

### **3 Inhalte des Workshops**

Den Kernfokus des Workshops bilden ausgewählte thematische Beiträge aus interdisziplinären Forschungsprojekten, welche den Transfer der Wissensgebiete aus einer oder beiden Forschungstraditionen heraus adressieren. So beschäftigt sich die Arbeit von Esmaili Bijarsari, Wirzberger und Rey mit der instruktionalen Gestaltung einer roboterbezogenen Lernaufgabe, während bei Wirzberger, Schmidt, Rey und Hardt die sprachliche Interaktion mit einem Agenten in einem virtuellen Trainingssetting im Fokus steht. Die Arbeit von Truschzinski stellt ein systemtheoretisches Modell zur Vorhersage von Workload in einem Air Traffic Controller Szenario vor und Hirt und Kühl diskutieren abschließend

die Abbildung kognitiver Fähigkeiten in einem maschinellen Lernansatz. Eine moderierte Plenumsdiskussion zu den daraus erwachsenden Herausforderungen sowie aktuellen Entwicklungen im Forschungsfeld rundet die vorgestellten Inhalte ab.

## Literaturverzeichnis

- [An07] Anderson, John R.: How can the human mind occur in the physical universe? Oxford University Press, New York, 2007.
- [At10] Atrey, Pradeep K.; Hossain, M. Anwar; El Saddik, Abdulmotaleb; Kankanhalli, Mohan S.: Multimodal fusion for multimedia analysis: a survey. 16(6):345–379, 2010. 00262.
- [Ba95] Bannon, Liam J.: From Human Factors to Human Actors: The Role of Psychology and Human-Computer Interaction Studies in System Design. In: Readings in Human-Computer Interaction, S. 205–214. Elsevier, 1995. DOI: 10.1016/B978-0-08-051574-8.50024-8.
- [Cl97] Clancey, William J.: Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations. Cambridge University Press, 1997. Google-Books-ID: H4KAehUMnkgC.
- [Co97] Coon, Dennis: Essentials of Psychology. New York: Brooks. Cole Publishing, 1997.
- [FND03] Fong, Terrence; Nourbakhsh, Illah; Dautenhahn, Kerstin: A survey of socially interactive robots. 42(3):143–166, 2003.
- [Ha05] Handbook of pattern recognition and computer vision, 2005. 00000.
- [JW98] Jennings, N. R.; Wooldridge, M.: Applications of Intelligent Agents. In (Jennings, Nicholas R.; Wooldridge, Michael J., Hrsg.): Agent Technology, S. 3–28. Springer Berlin Heidelberg, 1998. DOI: 10.1007/978-3-662-03678-5\_1.
- [Pa06] Pantic, Maja; Pentland, Alex; Nijholt, Anton; Huang, Thomas: Human computing and machine understanding of human behavior: A survey. In: Proceedings of the 8th international conference on Multimodal interfaces. ACM, S. 239–248, 2006.
- [Sa06] Salvucci, Dario D.: Modeling Driver Behavior in a Cognitive Architecture. 48(2):362–380, 2006.
- [Ta95] Tack, Werner H: Repräsentation menschlichen Wissens. In (Dörner, Dietrich, van der Meer Elke, Hrsg.): Das Gedächtnis: Probleme-Trends-Perspektiven, S. 53–74. Hogrefe, Göttingen, 1995.
- [VMS07] Vernon, D.; Metta, G.; Sandini, G.: A Survey of Artificial Cognitive Systems: Implications for the Autonomous Development of Mental Capabilities in Computational Agents. 11(2):151–180, 2007.
- [We00] Westermann, Rainer: Wissenschaftstheorie und Experimentalmethodik: ein Lehrbuch zur psychologischen Methodenlehre. Hogrefe Verlag, 2000.
- [We01] Weng, Juyang; McClelland, James; Pentland, Alex; Sporns, Olaf; Stockman, Ida; Sur, Mriganka; Thelen, Esther: Autonomous Mental Development by Robots and Animals. 291(5504):599–600, 2001.
- [Zi09] Ziebart, B. D.; Ratliff, N.; Gallagher, G.; Mertz, C.; Peterson, K.; Bagnell, J. A.; Hebert, M.; Dey, A. K.; Srinivasa, S.: Planning-based prediction for pedestrians. In: 2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. S. 3931–3936, 2009.