



Maja Storch  
Benita Cantieni  
Gerald Hüther  
Wolfgang Tschacher

# Embodiment

Die Wechselwirkung von Körper  
und Psyche verstehen und nutzen

3., unveränderte Auflage

 hogrefe

Jahren Unsummen an Forschungsgeldern erhielten. Alan Turing, nach dem der berühmte Turing-Test für Maschinenintelligenz benannt ist, sagte bereits 1947 intelligente Computer bis zum Ende des 20. Jahrhunderts voraus. Marvin Minsky, Mitbegründer des KI-Labors am Massachusetts Institute of Technology, meinte 1967, dass innerhalb einer Generation das Problem, künstliche Intelligenz zu schaffen, substanziell gelöst sein werde. Auch werde man bald Emotionen auf einer Maschine programmieren können. Hans Moravec von der Carnegie Mellon University in Pittsburgh prognostizierte noch 1979, Maschinen, die genauso gut denken können wie ein Mensch, würden innerhalb von 10 Jahren verfügbar werden. Man stehe nun an der Schwelle zu einem Umschwung vergleichbar nur dem Übergang von lebloser Materie zum Leben.

Heute wissen wir, dass nicht eine einzige dieser Prognosen eingetroffen ist. Nach einem halben Jahrhundert ist die Ernüchterung so weitgehend, dass man sich ungern an die hochfliegenden Erwartungen und Prophezeiungen erinnert. In der Gegenwart existiert kein Programm und kein Computer mit auch nur annäherungsweise menschähnlicher Intelligenz; groß angelegte nationale Programme, wie das 1982 gestartete «Fifth Generation Project» Japans, scheiterten komplett; viele KI-Firmen, die computerbasierte «Experten-systeme» oder «intelligente Tutoren» entwickelten, gibt es heute nicht mehr; KI-Betriebssysteme, -Programme und -Computer sind inzwischen Fälle für das Technikmuseum. Wie war es möglich, dass sich die Wissenschaft im ausgehenden 20. Jahrhundert in dieser Angelegenheit derart radikal täuschte?

Es fällt auf, dass Maschinen bei Aufgaben versagen, die Menschen problemlos bewältigen (z.B. Fussballspielen), und umgekehrt Probleme, die für Menschen schwierig erscheinen (z.B. Rechnen mit großen Zahlen), mit Maschinen häufig einfach anzugehen sind. Auffällig ist, dass sich der Großteil der mit Maschinen ungelösten Probleme auf die «Schnittstellen»

zur realen Welt und zum Körper bezieht (Tschacher & Scheier 2003). Schwierigkeiten treten besonders klar zu Tage, wenn aus Computern Roboter werden. Sie sind dann direkt mit ihrer Umwelt über Kameras und Greifarme verbunden: der Computer bekommt einen Körper – Informationsverarbeitung wird «embodied».

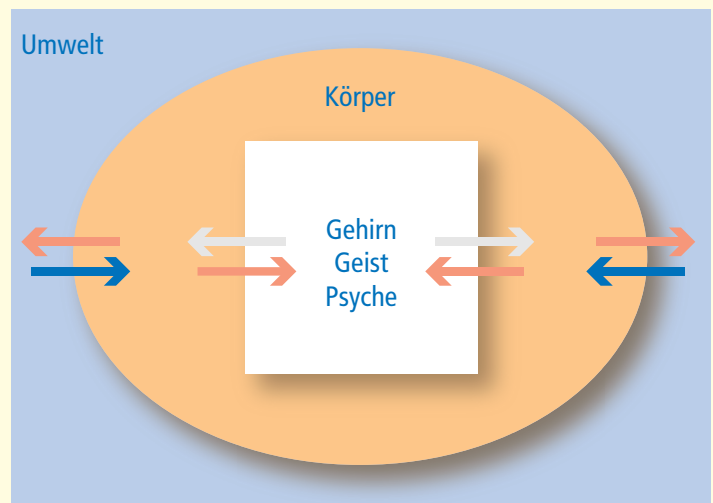
Kann der tiefere Grund für das Versagen künstlicher Intelligenz in der Vernachlässigung der Beziehung zwischen der Informationsverarbeitung («Denken») einerseits und dem Körper und der Umwelt andererseits zu suchen sein? Wir nennen diese Beziehung «Embodiment». Intelligentes Denken findet immer in einem dichten Geflecht von Bezügen statt, ist eingebettet in einen Kontext. Dieses «Konzept Embodiment» ist das Leitmotiv dieses Buches (s. **Kasten 1**).

Menschen arbeiten ihr ganzes Leben daran, ihre vielfältigen und täglich verfeinerten Erfahrungen mit ihrem Kontext, ihrer «Einbettung», zu intuitivem Wissen und Handeln zu destillieren. Hubert Dreyfus, ein Philosoph und kritischer Kenner der KI, wies darauf hin, dass menschliche Experten sich *nicht* nach Regeln richten, mit denen sie isolierte Fakten und Information verknüpfen würden. Menschen erlangen Intelligenz und Expertise offenbar auf eine Weise, die das glatte Gegenteil der Funktionsweise von regelgeleiteten Computersystemen ist. Wahre Experten haben ihr Wissen sprichwörtlich *verkörpert*: Experten «fühlen», wenn sie richtig liegen, und «sehen» einen guten Lösungsweg. Logische Ableitungen aus Regeln und Fakten, schulgerechtes Schlussfolgern sind dagegen eher die klapperigen Hilfsmittel des Anfängers, des «Novizen». Wahre Expertise verlangt Embodiment!

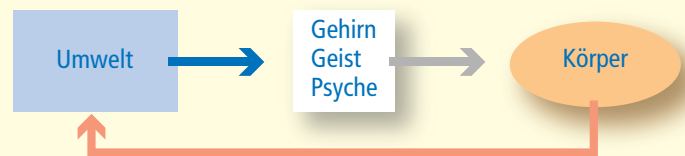
**Gefühl** und **Kognition** hängen eng mit dem Körper und Körperausdruck zusammen. Theoretiker und Forscher stellten sich immer wieder die Frage, wie dieser Zusammenhang beschaffen ist. Den meisten Lesern wird die folgende Position sehr einleuchtend erscheinen: Gefühle, Emotionen und geistige Verfas-

## Kasten 1

**Das Konzept Embodiment:** unter Embodiment (deutsch etwa «Verkörperung») verstehen wir, dass der Geist (also: Verstand, Denken, das kognitive System, die Psyche) mitsamt seinem Organ, dem Gehirn, immer in Bezug zum gesamten Körper steht. Geist/Gehirn und Körper wiederum sind in die restliche Umwelt eingebettet<sup>2</sup>. Das Konzept Embodiment behauptet, dass ohne diese zweifache Einbettung der Geist/das Gehirn nicht intelligent arbeiten kann. Entsprechend kann ohne Würdigung dieser Einbettungen der Geist/das Gehirn nicht verstanden werden. Dies kann man schematisch so darstellen: ▶



Die Gegenposition würde schematisch etwa so aussehen: ▼



Diese «klassische» Gegenposition entspricht der einfachen lernpsychologischen Vorstellung, wonach Reize und Ereignisse («Umwelt») auf einen Organismus einwirken («Gehirn/Geist»), und ihn zu einer motorischen Reaktion, einem Verhalten veranlassen («Körper»). Diese Auffassung ist nicht eigentlich falsch, nur weniger interessant: Sie verleitet uns vor allem nicht dazu, die manchmal subtilen, oft aber auch sehr handfesten Einwirkungen der körperlichen Verfassung auf den Geist zu beachten. Hiervon aber handelt dieses Buch.

Embodiment heißt also nicht einfach nur, dass ein Geist ein Gehirn braucht. Zudem sind die Zusammenhänge nicht ein- sondern wechselseitig ausgestaltet (*zirkuläre Kausalität*/Bidirektionalität). Wir benutzen das Wort Embodiment in diesem Buch zusätzlich auch noch in konkreterer Bedeutung: als Verkörperung einer konkreten Emotion in einem Individuum (etwa in **Kap. 4**, Benita Cantieni), und als habitueller Niederschlag von Lebenserfahrung im Körper (vgl. die Metapher vom schiefen Haus in **Kap. 3**, Gerald Hüther).

sung bestimmen den Körperausdruck. Schon die Sprache legt das nahe: Körperausdruck. «Der Körper ist Spiegel der Seele» – dies entspricht sicher am direktesten der Alltagspsychologie, das heißt der Auffassung, die mit unserer tagtäglichen Selbstbeobachtung sehr weitgehend übereinstimmt. Die Grundidee ist

dabei (siehe Grafik «Gegenposition» in **Kasten 1**): man denkt, verarbeitet Informationen,

<sup>2</sup> Unsere grundlegenden Annahmen zu Embodiment und «Dynamical Cognitive Science» sind in knapper Form in einem Vorwort zusammengefasst: Tscharner & Dauwalder (2003).

will etwas, hat Gefühle und Pläne; dies alles wird anschließend in körperliches Verhalten, Mimik, Kommunikation umgesetzt, womit wir dann auf unsere Welt Einfluss ausüben. Klar, oder? Merkwürdigerweise jedoch weisen viele Untersuchungen genau auf das Gegenteil: der Körperausdruck, die Körperhaltung bestimmt umgekehrt Kognition und Emotion! «Die Seele als Spiegel des Körpers»? Dieser Gedanke erscheint auf Anhieb vielleicht immer noch befremdlich. Es gibt aber bereits eine

Reihe empirischer Belege dafür; Maja Storch wird hierüber, über das Embodiment von Fühlen und Denken, später im Buch noch ausführlich berichten.

Ich möchte im nun folgenden Kapitel, bevor wir auf empirische Studien aus Psychologie und Neurowissenschaft sowie auf praktische Aspekte von Körperarbeit in den **Kapiteln 2 bis 4** dieses Buches genauer eingehen werden, diese Zusammenhängefragen *theoretisch* betrachten. Eine philosophische Vorbemerkung scheint mir, da wir uns nun ohnehin schon theoretischen Gefilden zuwenden, angebracht: unsere Embodiment-Fragestellung ist Teilaspekt der uralten philosophischen Frage nach dem Zusammenhang von «Leib» und «Seele», also von Körper und Kognition. Gerade der gegenwärtige Boom der Neurowissenschaft hat die Diskussion des Leib-Seele-Problems neu angeheizt und zu Fragen wie der nach dem Stellenwert des Bewusstseins geführt. Die wichtigsten Positionen in dieser wohl endlosen Debatte finden sich in **Kasten 2**.

Wir sprechen im Folgenden viel von Intelligenz und von Kognition, und sollten daher diese Begriffe klären. Beginnen wir mit dem in der Psychologie grundlegenden Begriff der Kognition: *Kognition* ist unscharf definiert als ein Sammelbegriff für alle die vielfältigen Prozesse des Denkens. Kognition umfasst daher Wahrnehmen, Erkennen, Begriffsbildung, Schlussfolgern, Planen, Problemlösen, Wissen, Erinnern und vieles mehr. *Intelligenz* bezeichnet eine Eigenschaft von Kognition, nämlich das Denkvermögen. Intelligenz ist die Fähigkeit, sich auf neue Anforderungen kognitiv einstellen zu können, wie auch die Fähigkeit zum Erfassen und Herstellen von neuen Bedeutungen, Beziehungen und Sinnzusammenhängen. Ein elektronischer Taschenrechner zum Beispiel wäre gemäß diesen Definitionsansätzen nicht intelligent, denn er kann sich nicht anpassen und hat natürlich keinen Zugang zu Bedeutungen. Man könnte sich streiten, ob ein Taschenrechner kognitive Prozesse aufweist, würde aber wohl einräumen, dass er

## Kasten 2

Positionen zum Leib-Seele-Problem («Leib»: Materie, Körper, Gehirn; «Seele»: Geist, Bewusstsein, Denken, Kognition, Psyche)

- **Materialismus:** nur die stoffliche Materie und physikalische Wechselwirkungen existieren bzw. können wissenschaftlich sinnvoll beschrieben werden.
- **Idealismus:** der Urgrund allen Seins ist der Geist (die «Idee»), der sich in der wahrgenommenen Welt ausdrückt. Materielle Wirklichkeit ist nur insofern gegeben, als sie von einem Beobachter wahrgenommen wird, der Wirklichkeit damit in gewissem Sinne erst erzeugt.
- **Identitätsannahme:** Materie und Geist sind beide existent, aber sie sind eigentlich identisch bzw. zwei Seiten desselben.
- **Dualismus:** Es gibt beides, Materie *und* Geist. Folglich muss geklärt werden, wie diese zusammenwirken. Viele Varianten des Dualismus sind denkbar:
  - **Interaktionismus:** beide existieren gleichberechtigt, haben qualitativ unterschiedliche Eigenschaften, und stehen in stetiger oder gelegentlicher Interaktion
  - **Epiphänomenalismus:** kausal wirksam ist nur die Materie, der Geist ist lediglich Begleiterscheinung der Materie und kann selbst nicht auf diese einwirken
  - **Emergentismus:** Materie ist Grundlage des Geistes, dem dann aber eine neue, nichtmaterielle Qualität zukommt
- **Literatur:** Beckermann (2001), Pauen (2001), Gallagher (2005)

einen Aspekt von Kognition, nämlich Rechnen mit Zahlen und Umformen von Symbolen, durchführen oder zumindest simulieren kann.

Bereits zu Beginn dieses Kapitels behelligte ich Sie mit der Geschichte der künstlichen Intelligenz (KI), genauer gesagt, mit deren vorläufigem Scheitern. Ich werde auf den jetzt folgenden Seiten erst darlegen, woran man sehen konnte, dass die bisherigen Konstruktionsversuche nie zu wirklich intelligenten Maschinen geführt haben. Ich stelle also die Frage: Welches waren die Symptome dieses Scheiterns? Und wie ordnen die Experten, die sich nach wie vor um das Thema bemühen (dies sind Computerforscher, Kognitionswissenschaftler, Philosophen), die auftretenden Probleme ein?

Vielleicht interessieren Sie sich persönlich für Computer und KI nicht sonderlich ... All dies ist für uns auch nur insofern von Belang, als wir versuchen (und beginnen) zu verstehen, welche Gründe dem Desaster der KI zugrunde liegen. Die sich daran anknüpfende Folgefrage ist deshalb die für uns hier relevante:

*Was lehrt uns das Scheitern des Traums, vielleicht auch Albtraums, von der Maschinenintelligenz für das Thema «Embodiment»?*

Ich möchte hier einen Teil der Antwort, die im folgenden Kapitel gegeben wird, bereits vorwegnehmen, da Sie ihn ohnehin aus der Zielrichtung dieses Buches errahnen werden: Die Vorstellung von Denken und Intelligenz als reiner Kopfgeburt, als rein **symbolische Informationsverarbeitung** wie es in der klassischen KI vorausgesetzt wurde, ist eine Sackgasse! Das Verschieben und Transformieren von Bits und Bytes ist bei weitem nicht ausreichend, um intelligentes Denken zu erklären. Die menschliche Intelligenz braucht einen Körper, um sich entfalten zu können. Also lassen Sie uns in Ruhe darüber nachdenken, warum ...

### 1.1.1

#### Argument 1:

#### Das Phänomen der Täuschungen

Das Zeitalter der Romantik war in einer ähnlichen Weise wie die Moderne des ausgehenden 20. Jahrhunderts von Automaten außerordentlich fasziniert. Allerhöchstes gesellschaftliches Aufsehen erregte zu dieser Zeit der Schachautomat des österreichisch-ungarischen Hofrats Baron von Kempelen, den dieser 1769 im Auftrag der Kaiserin Maria Theresia mit hoher Kunstfertigkeit baute. Der in Wien vorgeführte «Schachtürke» bestand aus einem fahrbaren Schachstisch, an dem eine lebensgroße Puppe befestigt war, die einen Türken mit Turban und Wasserpeife vorstellte. Der Tisch selbst war anscheinend mit allerlei Maschinerie, Zahnrädern, Walzen und Hebeln ausgefüllt. Wenn von Kempelen seinen Türken gegen menschliche Schachspieler antreten ließ, lieferte die Maschine meistens ein passables, ja intelligentes Spiel, bewegte die Figuren mit der linken Puppenhand, dies alles begleitet von mechanischen Geräuschen und gelegentlichem Kopfschütteln und Rollen der Puppenaugen.

Private und öffentliche Vorführungen sorgten für beträchtlichen Wirbel; der Schachtürke besiegte ab 1770 die Zarin Katharina die Große und den preussischen König Friedrich II.! Napoleon Bonaparte spielte im Jahr 1809, wobei er mehrere Partien trotz seiner napoleonischen Eröffnung verlor und darüber so zornig war, dass er die Spielfiguren durch den Salon schleuderte. Obwohl es schon vor Bonapartes kleinem Waterloo vereinzelte kritische Veröffentlichungen gab, die einen menschlichen Schachspieler von kleiner Statur im Innern des «Automaten» vermuteten, hielt das Publikum an der Überzeugung fest, dass der «Schachtürke» ein echter Automat sei. Über Jahrzehnte hinweg war der vermeintliche Schachtürken-Automat erfolgreich auf Tournee, ab 1825 schließlich in den USA. Noch 1836 fand es der bekannte amerikanische

Schriftsteller Edgar Allen Poe wert, den «getürkten» Automaten in einem Artikel mit einer kriminalistischen Indizienkette zu entlarven (wobei Poe teilweise recht wunderliche Argumente verwendete – zum Beispiel, wenn der Schachtürke eine «reine Maschine» wäre, müsste sie ja *jede* Partie gewinnen).

Dass es nicht allein der romantischen Mystifikation zuzuschreiben ist, einer solchen «Ente»<sup>3</sup> aufzusitzen, zeigen Anekdoten aus der modernen Vergangenheit, dem Zeitalter der «wirklichen» künstlichen Intelligenz ohne doppelten Boden und ohne «Homunculus», wie es der gut versteckte kleinwüchsige Schachmeister im Innern des Schachtürken war. Die Hysterie um ELIZA, einem Computerprogramm, das der KI-Pionier Joseph Weizenbaum 1966 schrieb, zeigte dies recht illustrativ. ELIZA wurde entwickelt, um Möglichkeiten zu untersuchen, wie eine Maschine auf eingegebenen natürlichsprachlichen englischen Text sinnvoll reagieren kann. Weizenbaum wählte für sein Programm die Rolle eines «Gesprächspsychotherapeuten», weil er annahm, dass das psychiatrische Interview eine der wenigen normierten Gesprächssituationen darstelle, bei der ein Gesprächspartner ungestraft so tun könne, als wisse er praktisch nichts von der Welt (► I went for a long boat ride. ELIZA: Tell me about boats»). ELIZA weiß ja tatsächlich nichts von der Welt, geschweige denn, was ein «Boot» ist. ELIZA durchsucht im Wesentlichen eingegebene Sätze nach Schlüsselworten, transformiert die Sätze und gibt die transformierten Sätze unter Verwendung des Schlüsselwortes wieder aus (z. B. ► I have trouble with a friend. ELIZA: You say you have trouble with a friend?). Wenn dies nicht funktioniert, verfügt das Programm über eine Reihe anderer Schablonen (z. B. ► It depresses me a lot. ELIZA: What does that suggest to you?).

Unerwartet für seinen Programmierer wurde ELIZA in kurzer Zeit ungeheuer populär. Benutzer waren nach wenigen Interaktionen oft überzeugt, dass ELIZA sie wirklich ver-

standen habe und verlangten danach, mit dem Programm endlich im privaten Rahmen ausführlicher kommunizieren zu können. Einige Psychiater setzten ELIZA in den USA zur Behandlung ihrer Patienten ein. Weizenbaum selbst war entsetzt über das Echo, das sein simples KI-Programm gefunden hatte und fragte sich: Wie konnte ein kurzer Kontakt mit einem relativ simplen Computerprogramm derart machtvolle Wahnideen bei ganz normalen Leuten hervorrufen?<sup>4</sup>

Wahrscheinlich ist es nicht zielführend, über die Geschichte der KI-Täuschungen entsetzt zu sein, denn sie spricht im Grunde für ein sehr menschliches Phänomen, nämlich die Neigung, Dinge und Vorgänge sinnvoll zu machen, ja zu beseelen. Aus der Gestaltpsychologie weiß man, dass dies bereits in der «Wahr»nehmung geschieht. Grundlage dafür ist die spontan und unbewusst ablaufende Zusammenfügung von einfachen Reizen zu ganzheitlichen **Gestalten** in der Kognition – vergleichbar der Bildung von Metarepräsentationen, die Gerald Hüther in **Kapitel 3** aus neurobiologischer Sicht beschreibt. Man «sieht» in der Regel viel mehr, als faktisch vorhanden ist.

Ich möchte dafür zwei einfache Beispiele anführen: Wenn ich in einem dunklen Zimmer die Lichtpunkte A und B an zwei unterschiedlichen benachbarten Orten abwechselnd aufleuchten sehe, sehe ich nicht etwa eben dieses, sondern vielmehr *ein* Licht zwischen A und B hin- und herwandern. Diese «Scheinbewegung» wurde bereits 1914 durch den Gestaltpsychologen Max Wertheimer als Phi-

<sup>3</sup> Die Redensart von einer «Ente» bzw. «Zeitungsente» geht ebenfalls zurück auf eine raffinierte Automatenkonstruktion dieser Zeit, die künstliche Ente, die der französische Ingenieur Jacques de Vaucanson 1738 baute.

<sup>4</sup> Mehrere ELIZA-Varianten finden Sie mühelos durch Eingabe von «ELIZA» in eine Internet-Suchmaschine. ALICE, versehen mit einem netten weiblichen Avatar, ist ebenfalls stets zum Gespräch bereit.