

Bericht und Gespräch

Albert Käuflein

Künstliche Intelligenz, Robotik und Ethik

1. Einstieg: intelligente Roboter in Kinofilmen

„Was bin ich?“ – lautet der erste entscheidende Satz, den der Roboter Sonny spricht. Er ist der Held des Kinofilms „I, Robot“. Die Frage soll anzeigen, daß Maschinen intelligent geworden sind. Der Film entfaltet eine verblüffende Vision: Roboter werden für uns einkaufen gehen, das Essen kochen, den Abwasch erledigen. Kurz vor Auslieferung einer neuen Generation von Maschinen stürzt deren Entwickler aus dem Fenster. Die Polizei vermutet, daß der Täter ein Roboter ist. Die Verfolgungsjagd beginnt. Auch wenn Sonny als Maschine erkennbar ist, schreibt ihm der Kinobesucher doch menschliche Eigenschaften und Fähigkeiten zu.

In *Steven Spielbergs* Streifen „A. I.“ kämpft der menschlich aussehende Roboterjunge David um die Liebe seiner Adoptivmutter. Die Entstehung dieses bemerkenswerten Films reicht bis in das Jahr 1969 zurück. Damals entdeckte *Stanley Kubrick* eine Kurzgeschichte des Science-Fiction-Autors *Brian Aldiss*. Sie handelt von einem Roboter, der so gesteuert ist, daß er Liebe empfinden kann. Als *Kubrick* 1999 starb, hinterließ er ein unfertiges Konzept. *Spielberg* hat es vollendet und den Film gedreht. Das Werk vereint *Kubricks* philosophische Intuition und *Spielbergs* erzählerisches Talent. Der Zuschauer weiß, daß es sich bei David um einen Roboter handelt, gleichwohl empfindet er mit ihm.

Roboter im Film haben eine lange Tradition. Reizvoll ist die Verbindung menschenähnlich aussehender Apparate mit Künstlicher Intelligenz. Roboter sehen nicht nur wie Menschen aus, sondern handeln, denken und fühlen auch so. Auf dieser Linie liegen die vier Terminator-Filme. In ihnen gibt *Arnold Schwarzenegger* einen aus der Zukunft gesandten Kampf-Roboter. Unter Cineasten besitzen diese Streifen Kultstatus. Sie haben viele andere Produktionen beeinflusst. Die meisten Betrachter aller genannten Filme werden den Robotern ohne Zögern Intelligenz zusprechen, sie aber gleichwohl als Artefakte bezeichnen.

Ist Künstliche Intelligenz Science-Fiction? So fantastisch die beispielhaft genannten Produktionen anmuten, so realistisch ist ihr Hintergrund. Weltweit arbeiten Wissenschaftler an Systemen Künstlicher Intelligenz und an humanoiden (menschenähnlichen) Robotern.

2. Erreichtes und Erwartetes¹

Unter Künstlicher oder maschineller Intelligenz, abgekürzt KI beziehungsweise AI (von Artificial Intelligence), versteht man alle Verfahren, die darauf zielen, maschinell menschliche Fähigkeiten nachzubilden, besonders solche der menschlichen Intelligenz. Die interessantesten Bemühungen konzentrieren sich dabei auf humanoide Roboter.

Der Begriff Artificial Intelligence wurde in den 1950er-Jahren in den Vereinigten Staaten von Amerika geprägt. Auch wenn Artificial und Intelligence im Englischen nicht genau dieselbe Bedeutung haben wie Künstlich und Intelligenz im Deutschen, werden beide Begriffe doch weithin synonym verwendet. Der Begriff Roboter geht auf den tschechischen Schriftsteller *Karel Čapek* bzw. seinen Bruder *Josef Čapek* zurück. In *Karel Čapeks* 1921 erschienenem Drama „R.U.R. – Rossum's Universal Robots“ sind Roboter menschenähnliche Maschinen, die hergestellt werden, um den Menschen die Arbeit zu erleichtern, dann aber einen Umsturz herbeiführen und schließlich die Menschheit vernichten. Die Wortschöpfung Roboter gelangte aus diesem Stück in die Alltagssprache vieler Länder.

Die Technikgeschichte spricht zumeist von drei Phasen im Blick auf Roboter: Die erste Generation von Robotern führt genau definierte Abläufe aus. Die zweite ist in der Lage, diese Abläufe über Sensoren gesteuert zu modifizieren. Die dritte Generation ist mit Künstlicher Intelligenz ausgestattet. Künstliche Intelligenz speist sich, wiederum historisch betrachtet, aus drei Wurzeln: 1. aus dem Mythos von der Erschaffung künstlicher Menschen. 2. aus der Idee einer Mechanisierung beziehungsweise Maschinisierung menschlicher Verstandesleistungen und 3. aus der Entwicklung moderner Computer.

Künstliche Intelligenz ist eine wissenschaftliche Querschnittsdisziplin. In dem Maß, in dem wir das menschliche Denken und Handeln verstehen, können wir versuchen, ein funktionales Äquivalent zu konstruieren. Vollständige Äquivalente scheinen (noch) utopisch, nicht dagegen partielle. Nicht zuletzt die Hirnforschung liefert Modelle für die Künstliche Intelligenz. Im Gehirn sind die Neuronen (Nervenzellen) über Synapsen miteinander verbunden. Diese dienen der Signalübertragung von der einen auf die andere Zelle. Durch die parallele Verarbeitung von Informationen wird eine schnelle und gleichzeitig komplexe Reaktion möglich. Solche Strukturen versuchen KI-Forscher nachzubilden.

Von der breiten Öffentlichkeit bisher wenig zur Kenntnis genommen, hat die Entwicklung Künstlicher Intelligenz große Fortschritte gemacht, wenngleich sie noch am Anfang steht. Im Kern geht es um die Konstruktion menschenförmiger lernfähiger Maschinen, die sich selbst steuern. Roboter sind die praktische Dimension der Künstlichen-Intelligenz-Forschung.

Die Rede von der Künstlichen Intelligenz ist sprachlich analog (nicht univok und nicht äquivok). Das heißt, zwischen der angezielten Künstlichen und der natürlichen Intelligenz besteht eine Ähnlichkeit, aber keine Gleichheit. Eine menschli-

che Eigenschaft wird auf ein nicht-menschliches System übertragen. Sie ist damit auch anthropomorph und anthropozentrisch. Sie setzt beim Menschen an.

Auf den Psychologen *William Stern* (1871-1938) geht die häufig zitierte Definition von Intelligenz zurück als die Fähigkeit eines Individuums, sein Denken bewußt auf neue Forderungen einzustellen, als allgemeine geistige Anpassungsfähigkeit an neue Aufgaben und Bedingungen des Lebens.² Jenseits der Diskussion um die Definition von Intelligenz, die seit *Stern* geführt wird, dürfte unumstritten sein, daß Intelligenz aufscheint in der Fähigkeit, selbstständig situationsbezogenen Aufgaben und Problem zu lösen. Dabei spielen die Verarbeitung von Informationen und die dynamische Interaktion mit der Umwelt eine Rolle. Anpassungs- und Lernfähigkeit gehören sicher auch dazu. Kann man solche Fähigkeiten Maschinen zusprechen?

Als vor Jahren *Deep Blue*, ein von IBM gebauter Computer, eine Partie Schach gegen Weltmeister *Garry Kasparov* gewann, wurde das als Sensation gefeiert. Jüngst gelang es, ein computergesteuertes Auto vollautomatisch, ohne menschliches Eingreifen, gelenkt von Sensoren, durch Braunschweig fahren zu lassen. Robotik und Künstliche Intelligenz-Forschung sind faszinierend. Computer und Roboter können häufig gut, was der Mensch schlecht kann, schnell rechnen etwa oder große Mengen von Daten behalten. Was unseren künstlichen Ebenbildern dagegen schwer fällt, bereitet uns Menschen wenig Mühe. Aber die Roboter holen auf. Schon heute spielen Roboter beispielsweise in Mannschaften Fußball. Ein Fußballspieler hat je nach Situation das Ziel, ein Tor zu schießen oder das eigene Tor zu verteidigen. Der einzelne Spieler muß sich orientieren, er muß mit den anderen Spielern kommunizieren und interagieren. Sony will 2050 sogar eine Robotermannschaft gegen eine Mannschaft aus menschlichen Spielern antreten lassen.

Das Ziel der KI-Forschung ist die Konstruktion von Maschinen mit einem funktionalen Äquivalent für menschliche Intelligenz. Wenn man sagen kann, was Computer nicht können, kann man ein Programm schreiben, damit sie es können – so lautet eine immer wieder geäußerte Maxime. Und: Was ein Computer kann, können alle.

Werden Menschen irgendwann einmal Maschinen gegenüberstehen, die sie nicht selbst entworfen haben, Maschinen, die sich selbst weiterentwickeln, Maschinen, die sich selbst reproduzieren?

Industrieroboter der ersten und zweiten Generation sowie Expertensysteme haben längst einen festen Platz in der Wirtschaft. In einem Expertensystem wird das Wissen eines Fachgebiets formal repräsentiert. Etwa medizinisches Fachwissen für Diagnose und Therapieentscheidungen, um nur ein Beispiel zu nennen. Die realisierten und erwarteten Anwendungen begründen nicht weniger als eine zweite industrielle Revolution. Wird es einmal Pflegeroboter für Alte und Kranke geben? Fast zwei Drittel der Amerikaner würden einen Roboter für einfache Hausarbeiten nehmen. Schon heute wird ein Roboterhund für Kinder angeboten.

Die Verarbeitung von Informationen ist eine Sache. Aber können Roboter Gefühle haben? Es ist jedenfalls möglich, ein Programm zu schreiben, das Gefühle

simuliert. *Joseph Weizenbaum*, Pionier und Kritiker der KI-Forschung, warnt vor einer Überschätzung der Roboter und verweist auf den Unterschied zwischen Mensch und Maschine.³ Was aber, wenn die Maschine einmal den sogenannten Turing Test passiert: Wenn ein „Richter“, der in Kommunikation mit einem Computer und mit einem Menschen steht, beide nicht mehr voneinander unterscheiden kann? Das auf *Alan Turing* zurückgehende Experiment ist im Grunde ein Test, ob wir Menschen Maschinen Intelligenz zusprechen.

Rodney Brooks vom MIT (Massachusetts Institute of Technology) wird mit dem Satz zitiert: „Wenn wir das Gefühl haben, eine Maschine sei intelligent, dann ist sie intelligent.“ Und er fügt hinzu: „Wenn Deep Blue den besten Schachspieler der Welt schlägt, hat der Rechner dann nur so getan, als würde er Schach spielen? Und wo läge der Unterschied?“ Schon bei den eingangs angeführten Kinofilmen haben wir angedeutet, welche Bedeutung der Zuschreibung von Intelligenz durch den Beobachter zukommt.

Wenn Roboter eine Illusion des Menschen stabilisieren sollen, brauchen sie eine menschenähnliche Erscheinungsform. Und sie müssen zu einer leiblichen Interaktion fähig sein. Unserer Zuschreibung kommt offensichtlich eine wichtige Bedeutung zu. Sie kann aber auch auf einer Täuschung beruhen.

Drei Bereiche, in denen derzeit intensiv geforscht wird, sind die Verarbeitung von gesprochener und schriftlicher Sprache. Künstliche intelligente Systeme müssen Sprache verstehen können. Und sie müssen Sprache generieren können. Ohne Kommunikation und ohne Interaktion wird man einer Maschine keine Intelligenz bescheinigen. Das gleiche gilt für die Verarbeitung von Bildern. Roboter müssen sich in ihrer Umwelt orientieren können. Dazu ist die Interpretation von Bildern unerlässlich. Schließlich müssen künstlich intelligente Systeme über Wissen verfügen. Unser menschliches Alltagswissen konnte bisher nicht in dem Umfang formalisiert werden, der es erlauben würde, es mit einem Computer zu verarbeiten. Allerdings operieren auch Menschen mit Reduktionen, Approximationen und Plausibilitäten.

Computer verarbeiten mittels einer eigenen, nicht menschlichen Sprache Informationen. Das wirft die Frage auf, ob sie denken. Denken ist die Verarbeitung von Informationen. Die Schwierigkeit bleibt, daß es einer Transformation von Sprache, Bildern und Wissen bedarf, damit Computer damit umgehen können.

In der KI-Forschung stehen sich derzeit zwei Varianten gegenüber: Die schwache Variante zielt eine Simulation oder Imitation von menschlicher Intelligenz an, wohingegen die starke Variante selbstbewußt eine tatsächliche Konstruktion erreichen will. Schon heute können Computerprogramme verblüffende Dialoge mit Menschen führen. Man kann mit Maschinen über alltägliche Dinge plaudern. Ohne zu zögern schreibt man seinem artifiziellen Gesprächspartner Bildung, Charme, Witz, also spezifisch menschliche Eigenschaften, zu. Aber handelt es sich letztlich nicht nur um eine Illusion, um eine Täuschung, also um das, was die sogenannte schwache KI-Forschung anstrebt?

Die Einschätzungen, wann wir Maschinen haben, „die so schlau sind wie Menschen“, divergieren vor allem in Abhängigkeit von der dafür benötigten Hard-

ware. Und es gibt Menschen, die „überhaupt nicht an die KI glauben“.⁴ So hält der Biologe *Hubert Markl* menschenähnliche Computer-Roboter eher für Science-Fiction als für bevorstehende Wirklichkeit.⁵

Den Wissenschaftsjournalisten *Damien Broderick* erschrickt die folgende Vision: „Was wird die KI mit ihrem neuen Bewußtsein, ihren scharfen, sich selbst erweiternden intellektuellen Fähigkeiten anstellen?“ KI ist für ihn ein Ereignis, das die Zukunft völlig undurchschaubar macht.⁶

Der Computerpionier *Ray Kurzweil* prognostizierte 1999, daß Computer den Menschen an Intelligenz übertreffen und ein eigenes Bewußtsein entwickeln werden. Laut *Kurzweil* werden handelsübliche PCs den Menschen in allen Bereichen überflügeln, das menschliche Hirn wird sich scannen und per Computer duplizieren lassen. Mensch und Maschine werden schließlich in einem Evolutionssprung verschmelzen.

Für das Jahr 2019 wagt *Kurzweil* folgende Prognose: „Eine Recheneinheit für 4000 Dollar (in Dollar von 1999) besitzt ungefähr die Rechenleistung des menschlichen Gehirns“. Und für das Jahr 2029 sagt er voraus: „Eine Recheneinheit für 1000 Dollar (in Dollar von 1999) besitzt die Rechenleistung von annähernd 1000 menschlichen Gehirnen.“ Und weiter: „Die gesetzlichen Rechte von Computern und die Frage, was ein menschliches Wesen konstituiert, sind Gegenstand einer kontroversen Diskussion. Obwohl Computer regelmäßig anerkannte Versionen des Turing-Tests bestehen, wird weiter darüber gestritten, ob die maschinelle Intelligenz der menschlichen Intelligenz in all ihrer Vielfalt gleichzusetzen sei.“ Aber: „Der von den Maschinen erhobene Anspruch, Bewußtsein zu besitzen, wird überwiegend akzeptiert.“⁷

3. Ethische Thesen

In Anlehnung an *Christopher Scholtz*, der am Beispiel eines Roboterhundes die Frage erörtert, wie der Mensch diese Maschine wahrnimmt, können wir drei ethische Fragen formulieren: 1. Gibt es Formen von subjekthaften Maschinen, die man nicht bauen sollte? Mit anderen Worten: Wie weit dürfen wir gehen? 2. Was dürfen solche Maschinen mit Menschen machen? 3. Wie dürfen wir mit solchen Maschinen umgehen?⁸

Der Computerwissenschaftler *Bill Joy*, der sich mit „Unbehagen“ auf *Kurzweil* bezieht, hält intelligente Roboter für gefährlich. Sie könnten sich selbstständig vermehren. Aus einem einzigen könnten viele werden, die rasch außer Kontrolle geraten. Die Spezies Mensch könnte die Begegnung mit der überlegenen Spezies Roboter nicht überleben. *Joy* ruft zum Verzicht auf: „Wir müssen auf die Entwicklung allzu gefährlicher Technologie verzichten und unserer Suche nach bestimmten Formen des Wissens Grenzen setzen.“⁹ *Joy's* Manifest ist eine Warnung vor den unabsehbaren Folgen der Beschleunigung des technischen Fortschrittes, der sich unserer Kontrolle entziehen könnte. *Joy* weiß aber auch, daß der von ihm geforderte Verzicht als Einschränkung von Freiheit empfunden und auf Widerstand stoßen würde.

Auch der Historiker *George B. Dyson* glaubt, daß sich die Maschinen gegen die Menschen durchsetzen werden: „Beim Spiel von Leben und Evolution sitzen drei Spieler am Tisch: Menschen, die Natur und Maschinen. Ich bin entschieden auf der Seite der Natur. Die Natur, vermute ich, ist aber auf der Seite der Maschinen.“¹⁰

Ähnlicher Meinung ist auch *Hans Moravec*. Der Roboter-Experte macht die Voraussage, daß es im Laufe der kommenden Menschen-Generation Roboter geben wird mit menschenähnlicher Kompetenz.¹¹

Joys Warnung zeigt einmal mehr, daß jeder technische Fortschritt ambivalent ist, und daß der mögliche Nutzen und der mögliche Schaden gegeneinander abgewogen werden müssen. Aus der Moralkasuistik liegen dafür Regeln bereit. Man denke nur an das Prinzip von der Handlung mit doppelter Wirkung. Dieses Prinzip nennt vier Bedingungen für die Erlaubtheit einer Handlung, aus der eine gute und eine schlechte Wirkung hervorgehen. 1. Die Handlung darf nicht in sich schlecht sein. 2. Die üble Wirkung darf nicht Mittel für einen guten Zweck sein. 3. Die üble Wirkung darf nicht direkt intendiert sein. 4. Die üble Wirkung erfordert einen entsprechenden Grund. Für den Theologen *Peter Knauer* ist jede Handlung eine Handlung mit doppelter Wirkung.¹²

Man kann hier auch an *Hans Jonas* denken, der darauf hinweist, daß jede Technik ambivalente Folgen hat. „Nicht nur wenn die Technik böswillig, das heißt für böse Zwecke, mißbraucht wird, sondern selbst, wenn sie gutwillig für ihre eigentlichen und höchst legitimen Zwecke eingesetzt wird, hat sie eine bedrohliche Seite an sich, die langfristig das letzte Wort haben könnte. Und Langfristigkeit ist irgendwie ins technische Tun eingebaut.“ Eine angemessene Ethik der Technik muß sich, so der technikkritische Philosoph, auf diese innere Mehrdeutigkeit des technischen Tuns einlassen.¹³

Eine Schwierigkeit liegt darin, daß die Folgen gegenwärtiger und zukünftiger technischer Handlungen, also der mögliche Nutzen und der mögliche Schaden, ungewiß sind und kontrovers prognostiziert werden. Man spricht von Chancen und Risiken. Die einen erwarten das Paradies – intelligente Roboter werden uns alle Arbeit abnehmen und uns dienen –, die anderen erwarten die Apokalypse – die Roboter werden die Menschheit auslöschen und die Erde zerstören. Technikfeindlichkeit und Technikbegeisterung in Reinform sind freilich selten geworden. Die meisten vertreten eine mittlere Position. Es braucht eine Technikbewertung oder Technikfolgenabschätzung. Und es braucht eine Verknüpfung individueller und sozialer Ethik – unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen und politischen Einflußgrößen.¹⁴

Generell gilt für jedes menschliche Handeln, besonders im Bereich der Technik, daß mit der Reich- und Tragweite die Verantwortung wächst: „Machtzuwächse müssen“, so hat es *Markl* einmal treffend formuliert, „immer zugleich Verantwortungszuwächse und, wo nötig, Kontrollzuwächse mit sich bringen, wenn der menschliche Zauberlehrling nicht die Herrschaft über seine dienstbaren Geister verlieren soll.“¹⁵

Die *Joy*-Debatte tangiert die beiden ersten Fragen von *Scholtz*. Weil zu ihr bereits vieles gesagt und geschrieben wurde, soll sie hier nicht weiter verfolgt werden.¹⁶ Die Regeln, die sich als Antwort auf die beiden ersten Fragen von *Scholtz* ergeben, sind evident: Maschinen, von denen eine Gefahr für die Menschheit ausgeht, deren potentieller Schaden den potentiellen Nutzen überwiegt, dürfen nicht gebaut werden. Maschinen dürfen dem Menschen nicht schaden. Interessanter ist die dritte von *Scholtz* aufgeworfene Frage nach unserem Umgang mit intelligenten Maschinen. Dazu stellen wir hier folgende These auf: Wenn ein System wie ein Mensch fühlt, denkt und handelt, muß es wie ein Mensch oder als Mensch behandelt werden. Diese ethische Forderung leuchtet intuitiv ein. Sie beansprucht Geltung unabhängig von religiösen Glaubensüberzeugungen, allein aufgrund vernünftiger Überlegungen. Menschliches ist menschlich zu behandeln. Die Art der Genese, ob artifiziell oder nicht, ist dabei nicht von Belang.

Was macht eigentlich den Menschen aus? Nach *Immanuel Kant* seine Fähigkeit zur Sittlichkeit. Darauf beruht seine Würde. „Also ist Sittlichkeit und die Menschheit, sofern sie derselben fähig ist, dasjenige, was allein Würde hat.“¹⁷ Aus der Würde des Menschen resultiert die Verpflichtung, ihm nicht zu schaden, sondern Gutes zu tun. Aus der Menschenwürde ergeben sich die Menschenrechte (und die Menschenpflichten). Können Computer oder Roboter aus sich heraus sittlich sein? Das ist die entscheidende Frage. Sie können allenfalls zweckrational agieren. Auf jeden Fall stellt sich im Kontext unseres Themas die Frage nach dem spezifisch Menschlichen neu. „Meine Begeisterung für Roboter beruht darauf, daß ich verstehen möchte, was es bedeutet, Mensch zu sein.“¹⁸

Roboter können bislang nur innerhalb vorgegebener (Meta-)Regeln operieren. Hätte das erwähnte Automobil in Braunschweig einen Unfall gebaut, wären die Betreiber ethisch und rechtlich verantwortlich. Aus diesem Grund saß ein Chauffeur im Wagen, der jederzeit hätte eingreifen können. Robotern eignet (noch) keine Autonomie. Das unterscheidet sie vom Menschen. Wobei gerade hieran einige zeitgenössische Hirnforscher Zweifel formulieren: Der Mensch scheint in einem geringeren Maß frei und verantwortlich als bislang angenommen.¹⁹

Es wäre allerdings nicht das erste Mal in der Geschichte der Menschheit, daß Utopien Realität werden. Manches, was noch vor Jahren als Science-Fiction erschien, prägt unseren Alltag. Und Ethik ist gut beraten, vorausschauend zu agieren. Das heißt, mögliche künftige Entwicklungen kritisch zu reflektieren, nicht um von einem vermeintlich erhöhten Standpunkt aus Gebote oder Verbote auszusprechen, sondern um einen Beitrag zum ethischen Diskurs in einer Gesellschaft zu leisten. Weltweit arbeiten Wissenschaftler an der Konstruktion von intelligenten Maschinen. Die Gesellschaft muß fragen, wie sie gegebenenfalls mit Maschinen umgehen will, die über menschliche Eigenschaften verfügen. Diese sind, das ist die hier vorgetragene und begründete Überzeugung, als Menschen oder wie Menschen zu behandeln.

Anmerkungen

1) Gut verständliche Einführungen bieten: Günther Görz u. Bernhard Nebel, *Künstliche Intelligenz*, Frankfurt a.M. 2003, sowie Alois Knoll u. Thomas Christaller, *Robotik*,

Frankfurt a.M. 2003. Anschaulich: Daniel Ichbiah, Roboter. Geschichte – Technik – Entwicklung, München 2005.

2) William Stern beschäftigte sich intensiv mit der Erforschung und Messung von Intelligenz. Auf ihn geht der Intelligenzquotient (IQ) zurück. Vgl. Martin Tschechne, William Stern, Hamburg 2010.

3) So Joseph Weizenbaum auf dem Kongreß „Die Zukunft des Menschen“ am 8./9. Juli 2002 in Stuttgart. Vgl. dazu die von der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg herausgegebene Dokumentation.

4) Damien Broderick, Die molekulare Manufaktur, Hamburg 2004, S. 99.

5) Vgl. Hubert Markl, Schöner neuer Mensch, München 2002, S. 241-258.

6) Damien Broderick, a.a.O., S.100

7) Vgl. Ray Kurzweil, Homo sapiens, Köln 1999. Zitate S. 449-451.

8) Vgl. Christopher Scholtz, Leben mit dem Roboter – Leben im Roboter? in: Magazin für Theologie und Ästhetik (2005), Nr. 35.

9) Bill Joy, Warum die Zukunft uns nicht braucht, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 06.06.2000, S. 49-51 (gekürzt); ungekürzt in: Die Darwin AG, hrsg. von Frank Schirmacher, Köln 2001, S. 31-71.

10) George B. Dyson, Darwin im Reich der Maschinen, S. V.

11) Vgl. nur Hans Moravec, Computer übernehmen die Macht, Hamburg 1999.

12) Erste Veröffentlichung dieser Konzeption: Peter Knauer, La détermination du bien et du mal moral par le principe du double effet. In: NRTh 87(1965), S. 356-376. Vgl. dazu und zur Bedeutung der Folgen einer Handlung: Albert Käuflein, Deontologische oder teleologische Begründung sittlicher Normen, St. Ottilien. 1995.

13) Vgl. Hans Jonas, Technik, Medizin und Ethik, Frankfurt a.M. 1985, Zitat S. 43.

14) Vgl. allgemein zur Technikethik: Günter Ropohl, Vom Wert der Technik, Stuttgart 2003.

15) Hubert Markl, a.a.O., S. 258.

16) Vgl. nur die Beiträge des Kapitels II. in: Die Darwin AG, a.a.O.

17) Immanuel Kant, Grundlegung zur Metaphysik der Sitten, BA 77.

18) So der Computerspieleerfinder Will Wright im Vorwort für den Band von Daniel Ichbiah a.a.O., S. 4.

19) Vgl. Albert Käuflein, Hirnforschung, Freiheit und Ethik, in: Determiniert oder frei? Anmerkungen zur Hirnforschung, hrsg. von dems. u. Thomas Macherauch, Karlsruhe 2006, S. 11-27. Eine erste Fassung erschien in dieser Zeitschrift 58(2004), S. 452-460.

Dr. Albert Käuflein ist Moraltheologe und leitet das „Roncalli-Forum Karlsruhe“ des Bildungswerks der Erzdiözese Freiburg.