

# IWI Diskussionsbeiträge

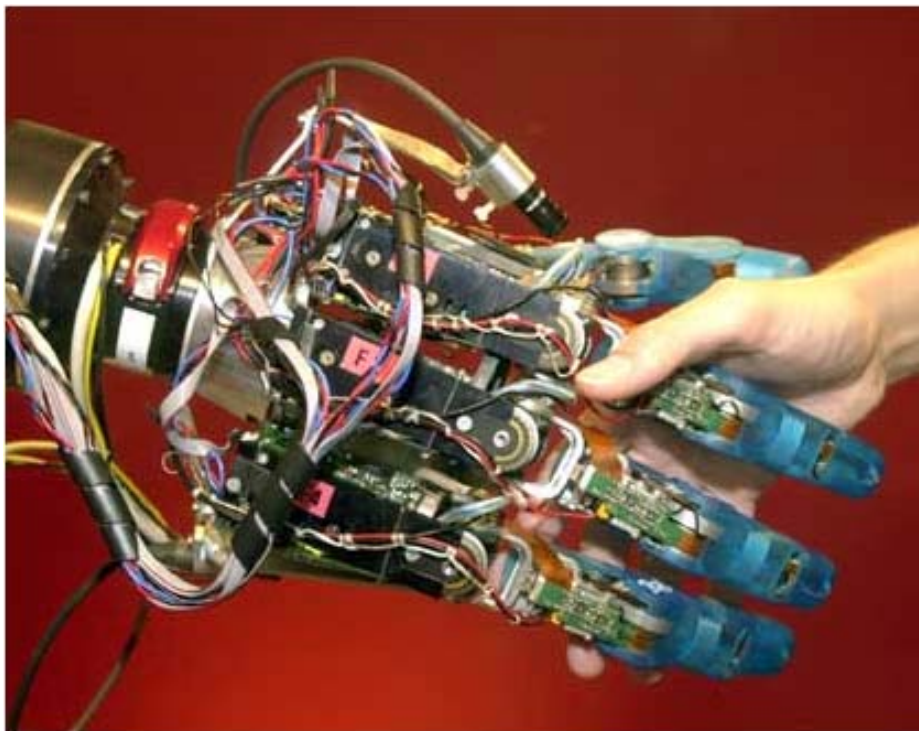
## # 37 (13. Dezember 2009)<sup>1</sup>



ISSN 1612-3646

## MaschinenMenschen – reine Science Fiction oder bald Realität?

Christian Fischer<sup>2</sup>  
und Michael H. Breitner<sup>3</sup>



---

<sup>1</sup> Kopien oder eine PDF-Datei sind auf Anfrage erhältlich: Institut für Wirtschaftsinformatik, Leibniz Universität Hannover, Königsworther Platz 1, 30167 Hannover ([www.iwi.uni-hannover.de](http://www.iwi.uni-hannover.de)).

<sup>2</sup> Diplom-Ökonom, Leibniz Universität Hannover ([fischer@iwi.uni-hannover.de](mailto:fischer@iwi.uni-hannover.de)).

<sup>3</sup> Professor für Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaftslehre und Direktor des Instituts für Wirtschaftsinformatik ([breitner@iwi.uni-hannover.de](mailto:breitner@iwi.uni-hannover.de)).



## **Inhaltsverzeichnis**

1.	Einleitung .....	1
2.	Begriffsdefinitionen und Begriffsabgrenzungen .....	2
2.1.	Humanuide Intelligenz – Alleinstellungsmerkmal des Menschen.....	2
2.2.	Künstliche Intelligenz – Betrachtung des Status Quo .....	3
2.3.	Definitions- und Forschungsansätze.....	6
3.	Zukunftsvisionen.....	9
4.	Wohin steuert die Menschheit im Angesicht einer künstlichen Intelligenz? .....	15
5.	Cyborg/Mischwesen in der Diskussion .....	17
6.	Symbiotische Intelligenz und Maschinenmenschen.....	21
7.	Schlussbetrachtung .....	23
	Bedeutende Experten der KI-Forschung in der Übersicht .....	25
	Literaturverzeichnis .....	26

### **Kurzfassung:**

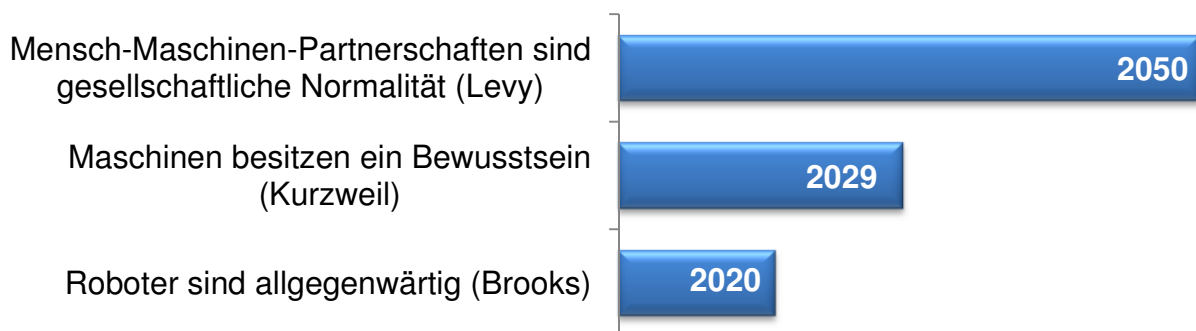
Die führenden Zukunftsforscher Hans Moravec und Ray Kurzweil prognostizieren für die erste Hälfte des 21. Jahrhunderts eine dem Menschen ebenbürtige und im weiteren Zeitverlauf überlegene künstliche Intelligenz. Eine entsprechende Entwicklung wird zu weitreichenden Veränderungen u.a. in folgenden Bereichen des gesellschaftlichen Lebens führen: Arbeitsstruktur, Funktionsfähigkeit der sozialen Sicherungssysteme, Demokratieverständnis, Gesellschaftliche Spaltung und zunehmende Radikalisierung beim Wahlverhalten. Im Extremfall werden MaschinenMenschen die Welt beherrschen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die kritische Diskussion einer solchen Entwicklung sowie die Auseinandersetzung mit möglichen Anpassungsstrategien. Der Mensch kann die Überlegenheit der Maschine entweder akzeptieren oder sich den neuen Gegebenheiten anpassen, indem er seine körperliche Leistungsfähigkeit mittels Gentechnik und technischer Implantate steigert. Vor diesem Hintergrund deutet sich eine Roboterrevolution an, welche die bisherige menschliche Lebensweise komplett verändert.

## 1. Einleitung

Zukunftsvisionen von intelligenten Maschinen, wie sie in Film, Fernsehen und der Literatur beschrieben werden, erscheinen auf den ersten Blick unrealistisch und unvorstellbar. Daher steht bei dem Umgang mit dem Science-Fiction-Genre in der Regel ein Eindruck von Trivialität im Vordergrund. Dennoch basiert der utopische Inhalt oftmals auf naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen<sup>1</sup> und kann damit weit mehr als einen reinen Unterhaltungswert bieten.

Nach Aussage des MIT-Professors Rodney Brooks<sup>2</sup> steht die menschliche Gesellschaft vor dem Beginn einer umfassenden Roboterrevolution, die Maschinen hervorbringen wird, die in unstrukturierten Umgebungen operieren und ehemals dem Menschen vorbehaltenen Tätigkeiten und Aufgaben übernehmen können.<sup>3</sup> Die Zukunftsforscher Ray Kurzweil<sup>4</sup> und Hans Moravec<sup>5</sup> sind sogar davon überzeugt, dass diese technologische Entwicklung zwangsläufig in einer künstlichen Intelligenz (kurz= KI), die dem Menschen ebenbürtig und letztendlich überlegen ist, enden muss.

**Abbildung 1:** Möglicher Zeithorizont der KI-Entwicklung



**Quelle:** eigene Darstellung.

Eine entsprechende Entwicklung würde weitreichende Auswirkungen auf das gesellschaftliche Leben – insbesondere in den Bereichen Arbeitsstruktur, Funktionsfähigkeit der sozialen Sicherungssysteme, gesellschaftliche Spaltung und Demokratieverständnis – haben. Dabei lassen sich über potentielle Folgen einer solchen Zukunft bereits heute realistische Überlegungen anstellen. So erlaubt der gegenwärtige Einsatz von Robotern in der Industrie erste Rückschlüsse auf die Auswirkungen eines solchen technologischen Fortschritts.<sup>6</sup> Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel dieser Arbeit die möglichen sozialen und ökonomi-

<sup>1</sup> Vgl. WERMKE, KUNKEL-RAZUM, SCHOLZE-STUBENRECHT 2001 (Hrsg.): 897.

<sup>2</sup> Rodney Brooks ist Direktor des Artificial Intelligence Lab am MIT und Direktor von iRobotCorp sowie Mitbegründer der American Association for Artificial Intelligence.

<sup>3</sup> Vgl. BROOKS 2002: 19.

<sup>4</sup> Ray Kurzweil gilt als einer der bedeutendsten Visionäre im KI-Bereich und ist Erfinder/Unternehmer.

<sup>5</sup> Hans Moravec ist Professor für Robotik an der Carnegie Mellon University in Pittsburgh, USA.

<sup>6</sup> Vgl. FISCHER 2009: 57.

schen Folgen einer solchen Entwicklung aufzuzeigen und die nachstehenden Fragen zu diskutieren:

- Welcher Ansatz der KI-Forschung verspricht die besten Erfolgsaussichten?
- Wie realistisch ist die Vision der Zukunftsforscher Hans Moravec und Ray Kurzweil?
- Welche Reaktionsmöglichkeiten besitzt die Menschheit um ihre Stellung zu behaupten? Kooperation oder Konfrontation? Hat die Menschheit überhaupt eine Wahl?

## 2. Begriffsdefinitionen und Begriffsabgrenzungen

### 2.1. Humanide Intelligenz – Alleinstellungsmerkmal des Menschen

Der Schweizer Entwicklungspsychologe Jean Piaget<sup>7</sup> definiert Intelligenz als das, was der Mensch einsetzt, wenn er nicht weiß, was er tun soll.<sup>8</sup> Diese einfache Definition von Intelligenz betont das Zusammenspiel der verschiedenen humaniden Intelligenzaspekte (vgl. Abb. 2) und hebt dabei die Fähigkeit des Menschen zur Improvisation hervor.<sup>9</sup> Improvisation bedeutet in einer kurzen Zeitspanne bekanntes Wissen abzurufen und dieses an eine unbekannte und unerwartete Situation anzupassen sowie die Bereitschaft etwas Neues auszuprobieren.<sup>10</sup> Dabei kommt der sogenannten emotionalen Intelligenz des Menschen als Metafähigkeit eine Schlüsselrolle zu.<sup>11</sup> Denn erst diese ermöglicht es dem Menschen seine vielfältigen Fähigkeiten zielführend zu nutzen und einzusetzen.<sup>12</sup> Somit ist festzustellen, dass Emotionen die Funktion einer Art „Lebenswegweiser“ einnehmen, wobei sich das jeweilige Individuum, nach Abwägung der vorhandenen Informationen, in Richtung der positiven Emotion orientiert.<sup>13</sup>

Wie bereits angedeutet, lässt sich die humanide Intelligenz in mehrere Teilaspekte zerlegen, denen bestimmte Fähigkeiten zuzuschreiben sind. Diese, in der folgenden Abbildung dargestellten Intelligenzaspekte, variieren je nach Definitionsansatz hinsichtlich ihrer Benennung und ihrem Inhalt, was die Komplexität und Schwierigkeit der Frage nach der Bedeutung von Intelligenz hervorhebt.

---

<sup>7</sup> Jean Piaget arbeitete und forschte als Entwicklungspsychologe und Épistémologe auf dem Gebiet der Kinder- und Persönlichkeitspsychologie. Dabei befasste er sich mit Fragen des Sprachverständnisses, des Symboldenkens, der moralischen Urteilsbildung, der Genetik und mit dem Strukturalismus.

<sup>8</sup> Vgl. CALVIN 2004: 29.

<sup>9</sup> Vgl. ebenda 2004: 29.

<sup>10</sup> Vgl. FISCHER 2009: 9.

<sup>11</sup> Vgl. GOLEMAN 1996: 56.

<sup>12</sup> Vgl. ebenda.

<sup>13</sup> Vgl. FISCHER 2009: 3 f.

**Abbildung 2:** Teilaspekte der humaniden Intelligenz

<b>Logisch-mathematische Intelligenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zum abstrakten und logischen Denken</li> <li>• Fähigkeit Informationen sinnvoll zu systematisieren</li> </ul>
<b>Emotionale Intelligenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empathie</li> <li>• Soziale Kompetenz</li> </ul>
<b>Musikalische Intelligenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit Muster von Tönen, Tonfarben und Rhythmen zu erfassen, zu speichern und zu erzeugen</li> </ul>
<b>Körperlich-kinästhetische Intelligenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, die eigenen Körperbewegungen optimal zu steuern und Objekte zu manipulieren</li> </ul>
<b>Sprache</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur verbalen Kommunikation und Beschreibung der Umwelt sowie Instrument um komplexe Denkprozesse zu gestalten und zu steuern</li> </ul>
<b>Räumliche Intelligenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit die sichtbare Welt zu erfassen, zu modifizieren und mit Räumen und Formen umzugehen</li> </ul>

**Quelle:** eigene Darstellung, in Anlehnung an SCHWARZ-FRIESEL 2007: 18 ff.; MÜLLER 2000: 203 f. und GOLEMAN 1996: 145 ff.

Ein Computer als Sinnbild der künstlichen Intelligenz kann den Menschen heute zwar beim Schachspiel schlagen, doch zu improvisieren bzw. kreativ zu denken – dazu ist er nicht in der Lage. Auch wenn einzelne Computer die menschliche Intelligenz hinsichtlich der Anzahl von Denkopoperationen pro Sekunde schon weit hinter sich gelassen haben, so ist die Fähigkeit der Improvisation gegenwärtig noch die alleinige Domäne des Menschen.<sup>14</sup>

## 2.2. Künstliche Intelligenz – Betrachtung des Status Quo

Die Nervenfunktionen des menschlichen Gehirns erzeugen Intelligenz auf der Basis von elektro-chemischen Prozessen<sup>15</sup>, wobei die Übertragungsgeschwindigkeit zwischen den einzelnen Neuronen einen Wert von 200 Hertz erreicht und damit eine Signalweiterleitung etwa alle 0,005 Sekunden ermöglicht.<sup>16</sup> Demgegenüber erfolgt der elektronische Datentransfer zwischen den einzelnen Schaltkreisen bei einem herkömmlichen Personalcomputer bereits heute mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von mehreren Gigahertz und da-

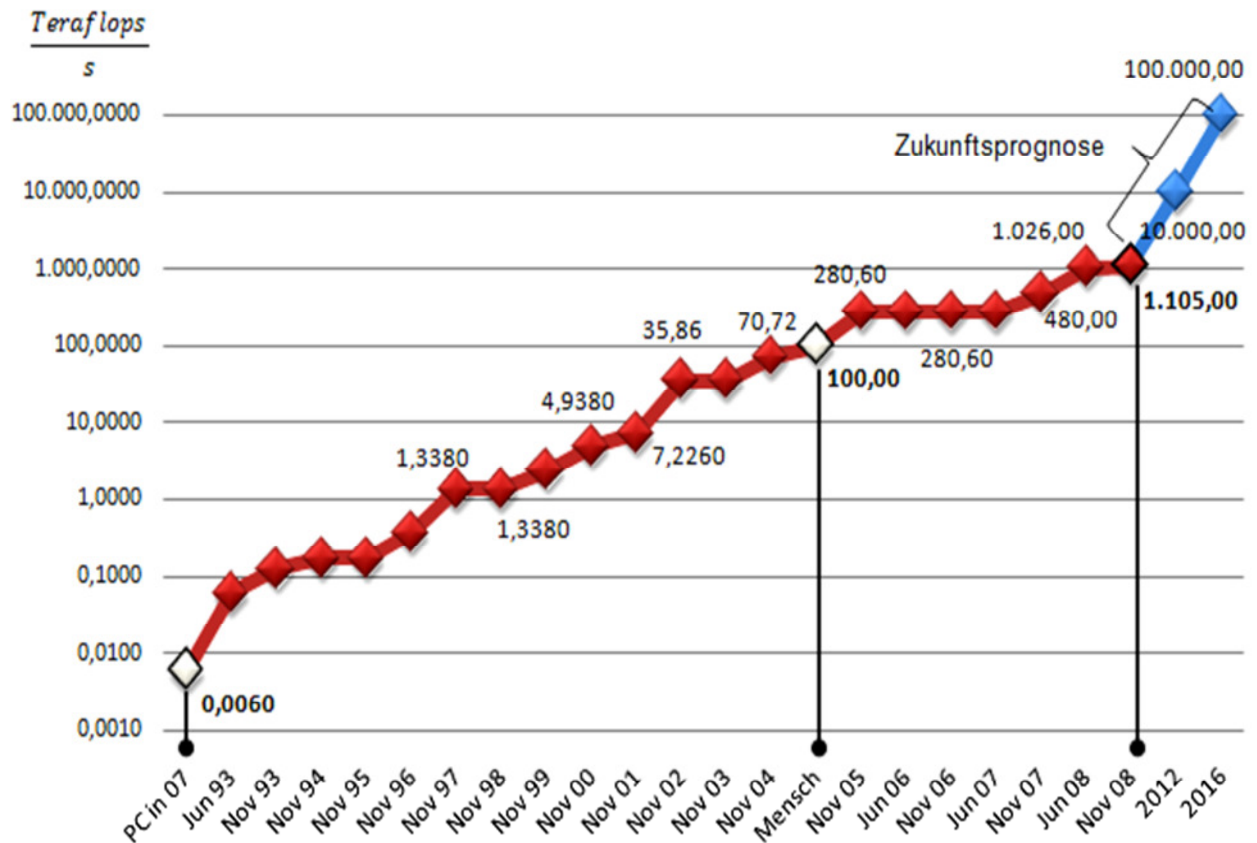
<sup>14</sup> Vgl. FISCHER 2009: 9.

<sup>15</sup> Vgl. HERING 2005: 116.

<sup>16</sup> Vgl. VOHWINKEL 2006: 17.

mit wesentlich schneller als bei einem Menschen.<sup>17</sup> Einen Vergleich der jeweiligen Gesamtleistungsfähigkeit kann durch die Betrachtung der Anzahl der pro Sekunde möglichen Rechenoperationen – gemessen in FLOPS (= Floating Point Operations Per Second) – näherungsweise erfolgen.

**Abbildung 3:** Entwicklungsschritte der Rechenleistung von Supercomputern<sup>18</sup>



**Quelle:** FISCHER 2009: 18, in Anlehnung an MEUER, STROHMAIER, DONGARRA et al. 2008 a+b, GLASER 2007 und HERING 2005: 116.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Rechenleistung von Supercomputern seit 1993 und veranschaulicht gleichzeitig, wo die Rechenleistung des menschlichen Gehirns sowie die eines handelsüblichen PCs des Jahres 2007<sup>19</sup> im Zeitverlauf eingeordnet werden kann. Danach ist das menschliche Gehirn zu 100 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde (= 100 TFlops = 100.000.000.000) fähig.<sup>20</sup> Darüber hinaus zeigen die zur Verfügung stehenden Daten, dass die Supercomputer den Menschen hinsichtlich der Rechenleistung und damit in diesem Intelligenzaspekt etwa im Zeitraum zwischen November 2004 und 2005 überholt haben.<sup>21</sup> Doch auch wenn der aktuell schnellste Supercomputer bereits zu 1.105 TFlops pro Sekunde in der Lage ist und damit über eine etwa elfmal höhere Re-

<sup>17</sup> Vgl. VOHWINKEL 2006: 17.

<sup>18</sup> In der Abbildung 3 sind die jeweils zum Erhebungszeitpunkt im Ranking erstplatzierten Supercomputer aufgelistet.

<sup>19</sup> Vgl. GLASER 2007.

<sup>20</sup> Vgl. HERING 2005: 116.

<sup>21</sup> Vgl. MEUER, STROHMAIER, DONGARRA et al. 2008 a+b.

chenkapazität verfügt<sup>22</sup>, arbeitet das menschliche Gehirn immer noch auf einem höheren Leistungslevel.

Da jedes Neuron im menschlichen Gehirn über eine Vielzahl von synaptischen Verbindungen verfügt, ist das menschliche Gehirn in der Lage mehrere verschiedene Wissensaspekte parallel abzurufen und dabei komplexe Zusammenhänge zu erfassen und diese assoziativ miteinander zu verknüpfen oder bildhaft abzuspeichern.<sup>23</sup> Daneben nimmt das menschliche Gehirn über seine Sinnesorgane – Augen und Ohren – pro Sekunde 600.000 Informationseinheiten auf, von denen jedoch lediglich 30 bis 60 bewusst wahrgenommen werden und situationsbezogen als Handlungsgrundlage dienen.<sup>24</sup> Durch diese Selektion kann der Mensch schnell und flexibel auf seine Umwelt reagieren und läuft nicht Gefahr durch das Auseinandersetzen mit unwesentlichen Informationen wichtige Zeit bspw. bei Lebensgefahr zu verlieren.<sup>25</sup> Da dieser Filtermechanismus zum Teil auf Erfahrungen basiert, besteht allerdings die Möglichkeit, dass das betreffende Individuum ein eingeschränktes oder ein perspektivisch verzerrtes Abbild der realen Wirklichkeit erhält.<sup>26</sup> Vor dem Hintergrund der Leistungsfähigkeit des menschlichen Gehirns erscheint dieser Nachteil jedoch nicht ins Gewicht zu fallen.

Im Gegensatz dazu erfolgt die Informationsverarbeitung beim Computer i.d.R. seriell, was ein hierarchisch geordnetes nacheinander Abarbeiten von Programmbefehlen impliziert.<sup>27</sup> Dabei zeichnet sich der Computer durch sehr detaillierte Ergebnisse aus, die – abhängig von der Art der Problemstellung – von den Resultaten des menschlichen Gehirns stark abweichen können.<sup>28</sup>

Mit Blick auf die unterschiedlichen Arbeitsweisen ist zu sagen, dass sich Computer und menschliches Gehirn gut ergänzen. In einem gemeinsamen Team übernimmt der Mensch das assoziative und adaptive Denken und damit die kreativen Arbeiten, während der Computer detaillierte Ergebnisse bei bspw. Berechnungen und Statistiken u. a. in den Bereichen Flugzeugkontrollwesen und Klimaforschung liefert.<sup>29</sup>

---

<sup>22</sup> Vgl. MEUER, STROHMAIER, DONGARRA et al. 2008 a+b.

<sup>23</sup> Vgl. HERING 2005: 116 f. und vgl. VOHWINKEL 2006: 16 f.

<sup>24</sup> Vgl. HERING 2005: 42.

<sup>25</sup> Vgl. FISCHER 2009: 19.

<sup>26</sup> Vgl. HERING 2005: 43.

<sup>27</sup> Vgl. HERING 2005: 117 und vgl. VOHWINKEL 2006: 17 f.

<sup>28</sup> Vgl. VOHWINKEL: 117.

<sup>29</sup> Vgl. ebenda: 118.



**Abbildung 4:** Menschliches Gehirn und Computer - Eine Gegenüberstellung

	Mensch/Gehirn	Computer
<b>Input</b>	Selektive Wahrnehmung und radikale Filterung zwischen Arbeits- und Langzeitgedächtnis	Kritiklose und nahezu ungefilterte Aufnahme aller erfassbaren Signale
<b>Verarbeitung</b>	Integration unterschiedlicher Sinneswahrnehmungen zu kohärenten Wahrnehmungseindrücken	Ausführung durch das Programm in Form von antizipierten „Wenn-Dann“-Aktivitäten
<b>Arbeitsweise</b>	Parallele Rechenoperationen	Serielle Rechenoperationen
<b>Kapazitäten</b>	Auf 16 Bit/s begrenzter Informationsfluss zwischen menschlichen Sensoren und Speichern. Signalübermittlung Sinne – Gehirn von 100 m/s	Hochfrequenter und kapazitiv nahezu unbegrenzter Datenstrom
<b>Speicherung</b>	Ein längerer Speichervorgang von Erlerntem mit assoziativer Verknüpfung im Gehirn	Sofortige Datenspeicherung
<b>Kommunikation</b>	Übertragung von Wissen und Informationen zwischen den Individuen ist ein schwieriger und u. U. lang andauernder Prozess	Datenübertragung zwischen Computern und Datenbanken erfolgt schnell und problemlos.
<b>Stabilität</b>	Das Gehirn ist aufgrund seines Komplexitätsgrades fähig, dynamische Abläufe und Prozesse zu stabilisieren.	Technische Systeme reagieren auf kritische Situation u. U. epileptisch oder stürzen komplett ab.
<b>Quelle:</b> überarbeitete Darstellung, in Anlehnung an HERING 2005, S. 124 f.		

### 2.3. Definitions- und Forschungsansätze

Es werden Kenntnisse über die biologische Funktionsweise des Gehirns benötigt, wenn Maschinen die menschlichen Fähigkeiten imitieren und/oder die Konstruktion des Gehirns kopieren sollen.<sup>30</sup> Vor diesem Hintergrund lassen sich zwei verschiedene Forschungsansätze identifizieren: der „top down“- und der „bottom up“-Ansatz.

**Abbildung 5:** Verschiedene Vorgehensweisen in der KI-Forschung

„top down“-Ansatz	„bottom up“-Ansatz
Computer imitieren das Verhalten und die Leistungsmerkmale der humaniden Intelligenz. ⇒ „Imitieren statt kopieren“	Durch die künstliche Nachbildung biologischer Gehirne und Nervensysteme soll eine künstliche Intelligenz modelliert werden. ⇒ „Kopieren statt imitieren“
<b>Quelle:</b> FISCHER 2009: 12, in Anlehnung an PODBREGAR 2002 und FRANK 1991: 23 ff.	

<sup>30</sup> Vgl. FISCHER 2009: 12.

Ziel des „top down“-Ansatzes ist die Imitation humanuider Intelligenzaspekte – bspw. die Mustererkennung – im Computer mit Hilfe von Softwareprogrammen.<sup>31</sup> Je nach Einsatzgebiet des betreffenden Programms wird nur auf die zur Aufgabenlösung erforderlichen Intelligenzaspekte zurückgegriffen. Nach diesem Prinzip entwickelte Programme stehen hinter intelligenten Suchmaschinen<sup>32</sup> wie bspw. Google und Expertensystemen<sup>33</sup> wie bspw. das Programm PROSPECTOR, welches auf Basis von geologischen Daten, mögliche Standorte von Erzvorkommen ermitteln kann.<sup>34</sup>

Demgegenüber wird im Rahmen des „bottom up“-Ansatzes versucht den biologischen Aufbau des menschlichen Gehirns und des Nervensystems digital im Computer zu kopieren.<sup>35</sup> Dahinter steckt die Annahme, dass mit dem Gehirn bzw. einer digitalen Kopie automatisch auch kognitive und geistige Fähigkeiten entstehen.<sup>36</sup> Als ein Beispiel für diesen Entwicklungsansatz sind die künstlichen neuronalen Netze zu nennen, die u.a. zur Texterkennung eingesetzt werden können.<sup>37</sup>

Doch bleibt zu fragen, wie die Erfolgsaussichten dieser beiden Ansätze zu beurteilen sind. Tendenziell erscheinen beide Ansätze erfolgversprechend.<sup>38</sup> Allerdings bedarf es für eine Simulation/Kopie des menschlichen Gehirns und dessen neuronaler Verbindungen, also dem „bottom up“-Ansatz, Computer mit großen Rechenleistungen, die das technische Leistungsvermögen eines gewöhnlichen Personalcomputers übersteigen.<sup>39</sup> Im Rahmen des sogenannten „Blue Brain“ – Projekts wird unter der Leitung von Professor Henry Markram am Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Schweiz) an einer digitalen Abbildung des menschlichen Gehirns gearbeitet.<sup>40</sup> Jedoch ist festzustellen, dass bis heute noch keine digitale Kopie des menschlichen Gehirns existiert.<sup>41</sup> An dieser Stelle ist zu überlegen, ob im Fall der Realisierung dieses Forschungsziels mit der Funktion auch ein Ich-Bewusstsein und weitergedacht eine künstliche Persönlichkeit entstehen kann. Mit Blick auf den Menschen ist darauf hinzuweisen, dass Bewusstsein den Menschen in die Lage versetzt, sein Handeln zu lenken, und dass es ein Ergebnis seiner Erfahrungen und seiner Sinneseindrücke bzw. ein Ergebnis der Wahrnehmung seiner Umwelt ist.<sup>42</sup> Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass das Vorhandensein eines Körpers bei der Entwicklung der humanuider Intelligenz eine wichtige Rolle gespielt hat.<sup>43</sup>

<sup>31</sup> Vgl. PODBREGAR 2002 und vgl. FRANK 1991: 24 ff.

<sup>32</sup> Vgl. PODBREGAR 2002.

<sup>33</sup> Vgl. ebenda.

<sup>34</sup> Vgl. LUGER 2002: 42 ff.

<sup>35</sup> Vgl. PODBREGAR 2002 und vgl. FRANK 1991: 23.

<sup>36</sup> Vgl. FRANK 1991: 23.

<sup>37</sup> Vgl. RUSSELL; NORVIG 2004: 914 f.

<sup>38</sup> Vgl. PODBREGAR 2002.

<sup>39</sup> Vgl. BLÄSING 2006.

<sup>40</sup> Vgl. ebenda.

<sup>41</sup> Vgl. ebenda.

<sup>42</sup> Vgl. ERAßME 2002: 70 ff. und 98 ff.

<sup>43</sup> Vgl. WEIZENBAUM 1994: 276 f.

Daher muss einem künstlichen Gehirn/der künstlichen Intelligenz zusätzlich die Fähigkeit zur Wahrnehmung der eigenen Umwelt und/oder Interaktionsmöglichkeiten bspw. durch eine Art künstlichen Körper gegeben werden. Dieser kann virtuell in einer fiktiven Wirklichkeit oder physisch real existieren. Da eine künstliche Intelligenz für den Menschen einen praktischen Nutzen bieten soll, wird dies auch passieren. Der wesentliche Vorteil des „top down“-Ansatzes besteht darin, dass er losgelöst vom biologischen Aufbau des Gehirns arbeitet und forscht und damit eigenständige technische Lösungsansätze in Form von Softwareprogrammen entwickeln kann um das menschliche intelligente Verhalten zu imitieren. Dies impliziert für diesen Ansatz eine größere Flexibilität und verspricht somit schneller praxistaugliche Resultate.<sup>44</sup>

Nach der Diskussion dieser beiden Ansätze bezieht sich der Begriff „künstliche Intelligenz“ auf den Versuch, Maschinen/Computern Fähigkeiten der humaniden Intelligenz zu verleihen, mit dem Ziel, effiziente Methoden zur Lösung von Problemen zu erhalten.<sup>45</sup> Vor diesem Hintergrund zeigt die nachfolgende Abbildung vier Definitionsansätze, die sich im Grad der Orientierung an der humaniden Intelligenz unterscheiden:

**Abbildung 6:** KI - Definitionsansätze

Systeme, die wie Menschen denken	Systeme, die rational denken
<p>„Die aufregende und neuartige Anstrengung, Computern das Denken beizubringen ... KI will die Sache selbst: Maschinen mit Verstand, im vollen und wörtlichen Sinne.“</p> <p>„[Die Automatisierung von] Aktivitäten, die wir dem menschlichen Denken zuordnen wie beispielsweise Entscheidungsfindung, Problemlösung, Lernen...“</p>	<p>„Die Studie mentaler Fähigkeiten durch die Nutzung programmierter-technischer Modelle.“</p> <p>„Die Studie der Programmtechniken, die es ermöglichen, wahrzunehmen, logisch zu schließen und zu agieren.“</p>
Systeme, die wie Menschen agieren	Systeme, die rational agieren
<p>„Die Kunst Maschinen zu schaffen, die Funktionen erfüllen, die, werden sie von Menschen ausgeführt, der Intelligenz bedürfen.“</p> <p>„Die Studie, wie man Computer dazu bringt, Dinge zu tun, bei denen ihnen momentan der Mensch noch überlegen ist.“</p>	<p>„Computerintelligenz ist die Studie des Entwurfs intelligenter Agenten.“</p> <p>„KI [...] beschäftigt sich mit intelligentem Verhalten in künstlichen Maschinen.“</p>
<p><b>Quelle:</b> RUSSEL, NORWIG 2004: 18.</p>	

Neben den diskutierten zwei klassischen Forschungsansätzen der künstlichen Intelligenz setzt diese Forschungsdisziplin zunehmend auf einen evolutionären Ansatz. Hierbei wird eine primitive Basisintelligenz modelliert, welche dann einem simulierten, künstlichen Evo-

<sup>44</sup> Vgl. FISCHER: 2009: 13.

<sup>45</sup> Vgl. LÄMMEL, CLEVE 2008: 13 f.

lutionsprozess ausgesetzt wird. Doch ist darauf hinzuweisen, dass ein solches Vorgehen zu unvorhersehbaren Resultaten führen kann und dass der benötigte Zeithorizont nur schwer kalkulierbar ist. Daneben sind die Umwelteinflüsse auf den Menschen, die zur Ausbildung seiner Intelligenz geführt haben, nur in unzureichender Weise bekannt, was eine Nachbildung des Evolutionsprozesses erschwert. Abschließend ist anzumerken, dass Mutationen ganz zufällig auftreten. Daher kann die humane Intelligenz auch ein Zufallsprodukt einer Mutation und nicht die Folge von Umwelteinflüssen sein, welches sich dann in Folge des evolutionären Selektionsprozesses durchgesetzt hat. Dies führt zu der Feststellung, dass die Ergebnisse der Evolution bis zu einem gewissen Grad unvorhersehbar sind und bei einem künstlichen Evolutionsprozess mit hoher Wahrscheinlichkeit ein anderes als das erwartete Ergebnis eintritt.

Allerdings bedeutet Mutation immer eine Veränderung der DNA, die theoretisch identifiziert werden und damit als Ansatzpunkt für eine Nachahmung dienen kann. Trotz der genannten Nachteile eines evolutionären Ansatzes bietet die Simulation eines künstlichen Evolutionsprozesses den entscheidenden Vorteil, dass auf diesem Wege Lösungen entstehen, auf die der Mensch selbst nicht gekommen wäre.<sup>46</sup>

**Abbildung 7:** Mögliche Vor- und Nachteile eines evolutionären Ansatzes

Mögliche Vorteile	Mögliche Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• generiert Lösungen...</li> <li>• zeigt Ansätze...</li> </ul> <p>...auf die der Mensch selbst nicht gekommen wäre</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unvorhersehbarer Zeithorizont</li> <li>• Unvorhersehbarkeit des tatsächlichen Ergebnisses</li> <li>• Schwierigkeit für den Menschen die Ergebnisse – bspw. den Programmcode – nachzuvollziehen/zu verstehen.</li> </ul>
<p><b>Quelle:</b> FISCHER 2009: 36.</p>	

### 3. Zukunftsvisionen

„Die künstliche Intelligenz ist Hirntod.“<sup>47</sup> So urteilt Marvin Minsky, ein Pionier und Mitbegründer dieses Forschungszweiges der Informatik über die Fortschritte hinsichtlich der Leistungsfähigkeit einer künstlichen Intelligenz.<sup>48</sup> Nur in einem relevanten Bereich hat diese von Menschen geplante und erschaffene Intelligenz bisher das Niveau ihrer Schöpfer erreicht und schließlich auch überholt. Das menschliche Gehirn schafft – bewusst und unbewusst – 100 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde (100 TFlops).<sup>49</sup> Demgegenüber

<sup>46</sup> Vgl. SCRIBA (1994).

<sup>47</sup> Marvin Minsky, zitiert nach DRÖSSER 2006.

<sup>48</sup> Vgl. DRÖSSER 2006.

<sup>49</sup> Vgl. HERING 2005: 116 und vgl. MEUER, STROHMAIER, DONGARRA, et al. 2008a,

erreicht die Maschinenseite ungefähr den 12-fachen Wert. Doch mit eigentlicher Intelligenz, insbesondere der Fähigkeit zur Abstraktion, Generalisierung und Situationsbewertung – hat diese Leistung nur wenig zu tun, auch wenn sie der Maschine eine überlegene Position bspw. bei Spielen wie Dame oder Schach verleiht. Für den Computer sind diese Spiele lediglich Rechenaufgaben, die in Verbindung mit einer einprogrammierten Taktik und einer Datenbank von möglichen Spielzügen eine Reaktion auf den jeweiligen Gegner ermöglichen.<sup>50</sup> Verstärkt wird diese Position durch das Fehlen biologischer Schwächen wie bspw. das Nachlassen der Konzentration als Folge von Erschöpfung.<sup>51</sup>

Das gegenwärtige Bild der künstlichen Intelligenz ist mit Abstrichen vergleichbar mit den geistigen Defiziten, die bei unter Autismus leidenden Menschen zu beobachten sind. Wesentliches Merkmal einer entsprechenden Behinderung ist das häufige Vorhandensein von sogenannten Inselbegabungen, die sich aus der vergrößerten Detailwahrnehmung in der Umwelt ergeben.<sup>52</sup> So sind Autisten bspw. in der Lage, die Anzahl der Maserungen in einer Raufasertapete simultan und bewusst zu erfassen oder komplizierte mathematische Aufgaben zu lösen. Mit anderen Worten ausgedrückt, die betroffenen Menschen verfügen über ein „unnormales“ breites und bewusst ablaufendes Aufmerksamkeitsfenster<sup>53</sup>, weswegen ihr Gehirn nicht zwischen wichtigen und unwichtigen Informationen differenzieren kann.<sup>54</sup> Dies impliziert eine Fesselung an Details aller Art und führt zu dem Eindruck, dass diese Menschen in ihrer eigenen Welt leben, die nur sie wahrnehmen. Diese einfache Beschreibung von Autismus verdeutlicht damit die Folgen, die ein Fehlen der Fähigkeit zum Generalisieren hervorruft. Es ist unmöglich, die aufgenommenen Informationen in einen Gesamtzusammenhang zu integrieren, Wissen auf unbekannte Situationen anzuwenden und Zusammenhänge herzustellen, die nicht direkt erkennbar sind.<sup>55</sup>

Die heutige Form der künstlichen Intelligenz und damit ihre Leistungsfähigkeit basiert ausschließlich auf ihren Rechenfähigkeiten. Genau auf diesen Punkt bezieht sich die kritische Aussage von Marvin Minsky über den Zustand dieses Forschungsbereichs. Seiner Meinung nach setzt die heutige Forschung zu sehr auf die Verhaltensimitation bzw. den sogenannten „top-down“-Ansatz. Dahinter steht die metaphysische Hoffnung, dass sich eine künstliche Intelligenz, die sich mit dem Menschen messen kann, quasi von selbst entwickelt und zwar mit der Ausweitung der Rechenleistung.<sup>56</sup>

Allerdings ist anzumerken, dass der Mensch hinsichtlich seines Verständnisses von der Funktionsweise des menschlichen Gehirns und der Prozesse, die dem Menschen seine Fähigkeiten verleihen, immer noch am Anfang steht. Das heißt auch, dass die Frage nach

---

<sup>50</sup> Vgl. KERN 2006.

<sup>51</sup> Vgl. ebenda.

<sup>52</sup> Vgl. ZIMPEL 2008: 47 f.

<sup>53</sup> Vgl. ebenda: 45 f.

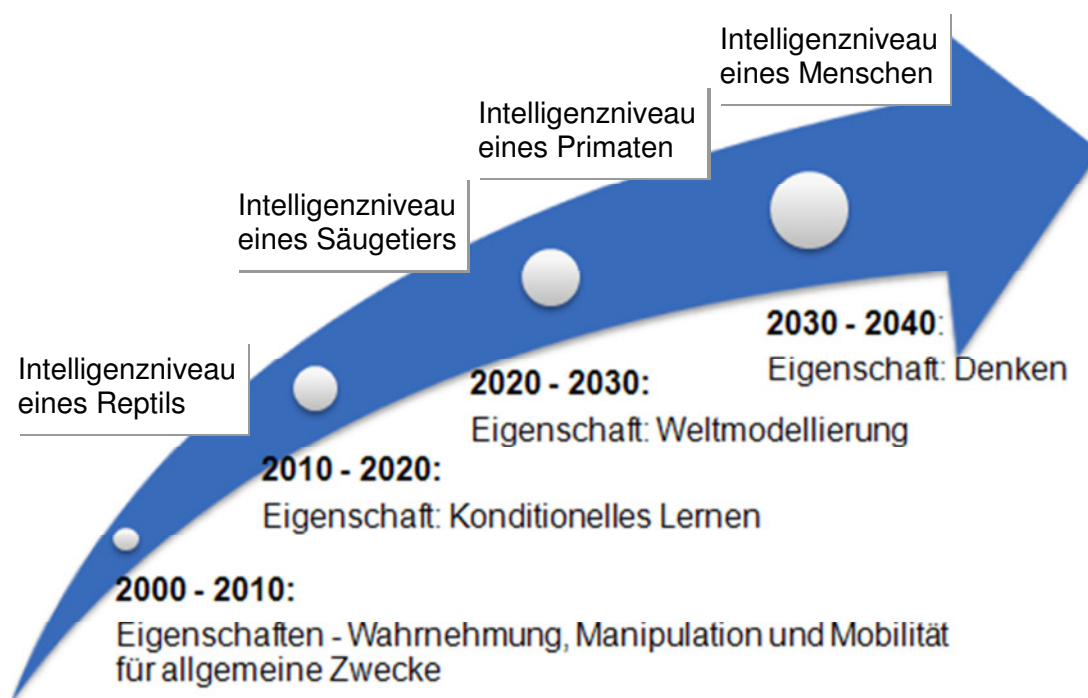
<sup>54</sup> Vgl. PLAISTED 2001: 149 ff. und vgl. HÄUßLER 2005: 35 f.

<sup>55</sup> Vgl. PLAISTED 2001: 149 ff. und vgl. HÄUßLER 2005: 35 f.

<sup>56</sup> Vgl. DRÖSSER 2006.

dem richtigen Weg nicht eindeutig zu beantworten ist und sich somit jeder Ansatz als Königsweg oder Sackgasse darstellen kann. Trotzdem ist es derzeit gerade die Imitation von intelligenten Verhaltensweisen, die in der Praxis zu anwendbaren Ergebnissen führt und dabei eine Art Euphorie unter den Wissenschaftlern hinsichtlich der Möglichkeiten auslöst.<sup>57</sup> So wird dieser KI-Ansatz nach der Auffassung von Sebastian Thrun<sup>58</sup> die Sichtweise über und den Umgang mit vielen Wissensbereichen verändern.<sup>59</sup> In dem Zusammenhang hat bspw. das Data-Mining als eine KI-Anwendung zur Gründung eines ganz neuen Industriezweiges<sup>60</sup> geführt und letztendlich die KI zu einem wichtigen und unentbehrlichen Bestandteil, insbesondere des alltäglichen Arbeitslebens, gemacht.<sup>61</sup> Dabei ist zu überlegen, ob diese technologische Entwicklung zwangsläufig in einer künstlichen Intelligenz enden muss, die der menschlichen ebenbürtig ist. Die Wissenschaftler Ray Kurzweil und Hans Moravec sind jedenfalls davon überzeugt und was aus heutiger Sicht wie reine Science Fiction erscheint, soll nach ihrer Vorstellung bis Mitte dieses Jahrhunderts zur Realität werden. Dabei skizzieren beide unabhängig voneinander sehr ähnliche Entwicklungsstufen der künstlichen Intelligenz.<sup>62</sup>

**Abbildung 8:** Evolutionsstufen der Robotik nach Hans Moravec



**Quelle:** FISCHER, in Anlehnung an MORAVEC 1998: 95 ff. und MORAVEC o. J.

<sup>57</sup> Vgl. DRÖSSER 2006.

<sup>58</sup> Sebastian Thrun ist Direktor/Professor des Stanford AI Lab, USA.

<sup>59</sup> Vgl. DRÖSSER 2006.

<sup>60</sup> Industriezweig = Internetsuchmaschinen wie bspw. Google.

<sup>61</sup> Vgl. RUSSELL; NORVIG 2004: 48.

<sup>62</sup> Vgl. MORAVEC 1998: 95 ff und KURZWEIL 2001: 9 f.

Der Robotik kommt bei dieser Zukunftsvision eine zentrale Rolle zu, da diese das Hauptanwendungsgebiet der beiden Forschungsdisziplinen – künstliches Leben und künstliche Intelligenz – darstellt. Vor diesem Hintergrund benennt Hans Moravec die einzelnen Entwicklungs- bzw. Evolutionsstufen anhand von Robotereigenschaften und unterscheidet dabei vier Robotergenerationen, die mit Abbildung 8 veranschaulicht werden.<sup>63</sup>

Demnach erwartet Hans Moravec einen massiven Entwicklungssprung der künstlichen Intelligenz für die dritte und vierte Generation in der Zeit zwischen 2020 und 2040. Die wesentliche Errungenschaft der dritten Generation wird die Fähigkeit zum Abstrahieren, Schlussfolgerungen ziehen und Lernen aus Beobachtung bzw. die Fähigkeit zur Nachahmung sein.<sup>64</sup> Möglich wird dies durch einen massiven Anstieg der Rechenkapazität, welcher die Maschinen mit Primaten auf eine vergleichbare Leistungsstufe hebt.<sup>65</sup> Dieser Leistungszuwachs wird eine Simulation verschiedener Handlungsabläufe schneller als in Echtzeit ermöglichen und dadurch optimale Reaktionen generieren.<sup>66</sup> Die Abstraktionsfähigkeit beruht also auf dem Durchspielen verschiedener Handlungsabläufe und dem dadurch induzierten Lernprozess. Mit dieser Fähigkeit wäre die KI eigenständig zu einer weitreichenden Optimierung ihrer Funktionsweise in der Lage. Mit der vierten Generation erwartet Hans Moravec schließlich das Erreichen des Leistungslevels humanuider Intelligenz.<sup>67</sup> Dies wird sich durch die Eigenschaft manifestieren, dass die KI von nun an ihre Umwelt und ihre eigene Position darin wahrnehmen und beschreiben kann sowie zur Formulierung eigener Ziele fähig ist.<sup>68</sup>

Im Gegensatz zu Hans Moravec legt sich Ray Kurzweil auf einen bestimmten Zeitpunkt fest, an dem sich künstliche und humanuider Intelligenz auf „Augenhöhe“ begegnen. Seiner Auffassung nach wird dieser Zustand im Jahr 2019 eintreten<sup>69</sup> und sich bis zum Jahr 2029 dahingehend weiterentwickeln, dass die Maschinen für sich den Besitz eines Bewusstseins in Anspruch nehmen.<sup>70</sup> Der Besitz eines Bewusstseins impliziert die Fähigkeit zur Selbsterkenntnis, Selbstbeobachtung und Selbstkontrolle sowie die Auseinandersetzung mit den Erlebnissen der Vergangenheit.<sup>71</sup> Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass für den Begriff „Bewusstsein“ keine eindeutige und klare Definition existiert<sup>72</sup>, mit der Folge, dass abweichende Interpretationen vom Bedeutungsinhalt dieses Begriffs vorhanden sind. Im Rahmen dieser Arbeit soll jedoch dieser einfache Ansatz genügen.

---

<sup>63</sup> Vgl. MORAVEC 1998: 95 ff.

<sup>64</sup> Vgl. MORAVEC o. J.

<sup>65</sup> Vgl. ebenda und vgl. MORAVEC 1998: 96 ff.

<sup>66</sup> Vgl. ebenda.

<sup>67</sup> Vgl. MORAVEC o. J.

<sup>68</sup> Vgl. MORAVEC 1998: 97 ff. und vgl. MORAVEC o. J.

<sup>69</sup> Vgl. KURZWEIL 1999: 10 und 316 und vgl. KRIEG 2005: 81.

<sup>70</sup> Vgl. KURZWEIL 1999: 338 f.

<sup>71</sup> Vgl. ERAßME 2002: 75 und vgl. MINSKY 1990: 151 f.

<sup>72</sup> Vgl. MINSKY 1990: 151.

**Abbildung 9:** Ablehnende Aussagen von Wissenschaftlern

Wissenschaftler	Aussage
<b>Todd E. Feinberg</b> , Professor für klinische Neurologie und Psychiatrie	Computer werden niemals Bewusstsein erlangen, weil Bewusstsein eine biologische Existenz erfordert.
<b>Charles Simonyi</b> , Informatiker und verantwortlicher Teamleiter bei der Entwicklung der Programme Excel, Multiplan etc.	Die Entwicklung der Computerkapazität befindet sich in einer evolutionären Sackgasse.
<b>Thomas Christaller</b> , Leiter des Fraunhofer-Instituts für Autonome Intelligente Systeme (AIS) in Sankt Augustin	Mir ist völlig unbegreiflich, wie jemand die Behauptung aufstellen kann, dass Maschinenhirne in 20 oder 30 Jahren Menschenniveau erreichen.
<b>Joseph Weizenbaum</b> , Computerpionier und Gesellschaftskritiker	Es ist erstaunlich, dass die Idee der Künstlichen Intelligenz überhaupt irgendwo ernst genommen wird. Aber in der ganzen Welt wird sie ernst genommen. Die Idee hat sich verkauft, obwohl sehr, sehr wenig dahintersteckt.
<b>Quelle:</b> FISCHER 2009: 55, in Anlehnung an BROCKMAN (Hrsg.) 2008: 139 – 148, JOOP 2006: 221 f. und SCHULTHEIS 2008.	

Abbildung 9 zeigt eine Auswahl von kritischen Kommentaren bzgl. der Entwicklung der künstlichen Intelligenz und dem prognostizierten Zeithorizont.

Die These von Todd Feinberg, dass für ein Bewusstsein eine biologische Existenz erforderlich ist, bezeichnet vor allem den biologischen Wachstums- und Entwicklungsprozess in Verbindung mit positiven und negativen Erfahrungen, ausgelöst durch Emotionen und Empfindungen als die entscheidende Voraussetzung für eine Bewusstseinsentwicklung.<sup>73</sup> Da jedoch abweichende Vorstellungen in Bezug auf diesen Begriff existieren und selbst die Definition für den Menschen schwerfällt, ist es nahezu unmöglich ein abschließendes Urteil über diese These von Ray Kurzweil zu treffen. Als Gegenargument kann hier angeführt werden, dass die höhere Rechenkapazität den kognitiven Wachstums- und Entwicklungsprozess durch eine entsprechende Simulation ermöglichen und gleichzeitig stark beschleunigen kann. Mit Blick auf die heutigen Maschinen ist festzustellen, dass diese nicht zu Empfindungen wie Schmerz oder Emotionen im Allgemeinen fähig sind. Doch sollten entsprechende Erfahrungen mittels Programmierung simulierbar sein. Letztendlich scheint eine bejahende oder verneinende Auffassung bzgl. dieses Gesichtspunktes eine Frage des Glaubens bzw. der persönlichen Überzeugung eines jeden einzelnen zu sein. Gleiches gilt für die Bewusstseinsfrage hinsichtlich eines Primaten oder einer Ameise. Ein Beweis oder Gegenbeweis kann nicht erbracht werden.

<sup>73</sup> Vgl. BROCKMANN 2008: 139 f.



Eine hohe Rechenkapazität wird von Hans Moravec und Ray Kurzweil jeweils als das entscheidende Kriterium für die beschriebene Entwicklung aufgeführt. Und gerade in Bezug auf diesen Punkt äußert sich Charles Simonyi kritisch. Denn er vertritt die Meinung, dass sich die Entwicklung der Computerkapazität auf Basis der aktuellen Siliziumtechnologie in einer Sackgasse befindet.<sup>74</sup> Einerseits steigt die Kapazität zwar gemäß dem Moorschen Gesetz exponentiell an, doch andererseits ermöglicht die Programmierung im Allgemeinen keine effiziente Nutzung, sodass die Dienstbarkeit des Computers weit geringer ist, als es aufgrund der technischen Hardware möglich wäre.<sup>75</sup> Als Hauptursache hierfür ist der Anstieg der Fehlerquote in den Programmzeilen mit zunehmender Komplexität der Anwendungsprogramme wie bspw. Windows Vista zu nennen.<sup>76</sup> Daneben stellt sich die Frage, bis zu welchem Wert die Rechenleistung ansteigen muss, damit das Intelligenzlevel des Menschen erreicht werden kann. Bereits in der Gegenwart existieren einzelne Supercomputer mit einer wesentlich höheren Rechenkapazität und dennoch besitzen diese, sofern bekannt ist, keinerlei intelligentes Verhalten auf menschlichem Niveau. Ein erster Entwicklungsschritt neben dem fortwährenden Anstieg der Rechenleistung muss daher die Beseitigung bzw. maximal mögliche Reduzierung von Programmfehlern sein, was bspw. durch das sogenannte generative Programmieren realisiert werden kann, wo automatisch mit Hilfe eines Programmgenerators der gewünschte Programmcode geschrieben wird.<sup>77</sup> Entscheidender Vorteil dabei ist die Trennung zwischen der thematischen Problemstellung und der Problematik der technischen Umsetzung, sodass Veränderungen in dem einen Programmbereich die andere Seite nicht tangieren.<sup>78</sup> Neben der Beseitigung der Fehlerquote in den Programmzeilen hat die Schaffung von überwiegend parallel arbeitenden Computern Priorität.<sup>79</sup> Durch einen entsprechenden Fortschritt wird die assoziative Informationsverarbeitung, vergleichbar mit dem menschlichen Gehirn, zu einer realistischen Möglichkeit.<sup>80</sup> Daher ist festzustellen, dass zur Schaffung einer KI auf „Augenhöhe“ mit der humanoiden Intelligenz weitere Faktoren neben der Rechenkapazität eine wichtige Rolle spielen.

Die Antwort auf die Frage, ab welchem Zeitpunkt eine Maschine über ein mit dem Menschen vergleichbares Intelligenzlevel verfügt, lässt sich nicht eindeutig beantworten. Zu viele Unwägbarkeiten sind in Bezug auf eine solche Entwicklung vorhanden. Erst die Zukunft wird zeigen, ob Ray Kurzweil, Hans Moravec u.a. Träumer oder Visionäre einer menschlichen Zukunft in Konkurrenz oder in Partnerschaft mit intelligenten Maschinen waren. Doch über die möglichen Folgen einer solchen Zukunft lassen sich bereits heute auf Basis des gegenwärtigen Einsatzes von Robotern realistische Überlegungen anstellen.

---

<sup>74</sup> Vgl. BROCKMANN 2008: 146 ff.

<sup>75</sup> Vgl. ebenda: 146 ff.

<sup>76</sup> Vgl. HERING 2005: 280.

<sup>77</sup> Vgl. BROCKMANN 2008: 148.

<sup>78</sup> Vgl. ebenda: 148.

<sup>79</sup> Vgl. HERING 2005: 117.

<sup>80</sup> Vgl. ebenda: 118.

**Abbildung 10:** Potentielle Auswirkungen auf Gesellschaft und Individuum

Gesellschaft	Individuum
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsstruktur/Arbeitslosigkeit</li> <li>• Funktionsfähigkeit der sozialen Sicherungssysteme</li> <li>• Demokratieverständnis</li> <li>• Gesellschaftliche Spaltung</li> <li>• Gefährdung des sozialen Friedens</li> <li>• Radikalisierung der von Arbeitslosigkeit betroffenen Individuen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensplanung und –gestaltung</li> <li>• Depressionen und Desillusionierung</li> <li>• Verschlechterung des allgemeinen Gesundheitszustandes durch Arbeitslosigkeit</li> </ul>
<p><b>Quelle:</b> eigene Darstellung, in Anlehnung an FISCHER 2009: 57</p>	

Mit Blick auf die in Abbildung 10 aufgelisteten Auswirkungen einer entsprechenden technologischen Entwicklung ist anzunehmen, dass das Auftreten einer dem Menschen ebenbürtigen und im Zeitverlauf überlegenen KI die in der Gegenwart vorhandenen Probleme massiv verstärken wird. Gleichzeitig ergeben sich für die entsprechenden Technologien ganz neue Einsatzbereiche mit unvorhersehbaren Auswirkungen auf das gesellschaftliche Zusammenleben. Davon ausgehend kann gesagt werden, dass die Robotik nur den Anfang einer weitreichenden und umwälzenden Revolution durch alle Lebensbereiche darstellt.

#### 4. Wohin steuert die Menschheit im Angesicht einer künstlichen Intelligenz?

*Die Gefahr der Computer besteht nicht darin, dass sie eines Tages so klug wie die Menschen werden, sondern darin, dass wir bereit sind, ihnen bis dahin auf halbem Wege entgegenzukommen. (Bernard Avishai, zitiert nach KRIEG 2005: V).*

Die zunehmende Leistungsfähigkeit der künstlichen Intelligenz führt die Menschheit an einen Scheideweg. Vor dem Hintergrund einer möglichen Überlegenheit bei allen Intelligenzaspekten stellt sich die Frage, wie der Mensch darauf reagieren und sich seinen Platz bzw. seine Stellung sichern kann. Die Entwicklung der künstlichen Intelligenz wird nach Ansicht von Ray Kurzweil exponentiell voranschreiten.<sup>81</sup> Dies impliziert, dass die Entwicklung/Evolution des Menschen vergleichbar schnell erfolgen muss, will er in dieser neuen Ordnung nicht die Rolle eines unmündigen Kindes einnehmen.<sup>82</sup> Eine Alternative neben dem Weg einer beschleunigten Entwicklung kann in der Symbiose zwischen künstlicher Maschinen- und humanuider Intelligenz gesehen werden.<sup>83</sup>

<sup>81</sup> Vgl. PODBREGAR 2002

<sup>82</sup> Vgl. WEIZENBAUM 1990: 8.

<sup>83</sup> Vgl. ebenda.

Die Anzahl der Transistoren pro Mikrochip verdoppelt sich etwa alle 24 Monate.<sup>84</sup> Dieser Entwicklungsprozess ist unter dem Namen „Moorsches Gesetz“ bekannt und hat eine leistungssteigernde Wirkung auf den jeweiligen Prozessor.<sup>85</sup> Im Vergleich dazu ist der heutige Mensch mit seinen spezifischen körperlichen und geistigen Fähigkeiten das Produkt eines fünf Millionen Jahre dauernden Evolutionsprozesses.<sup>86</sup> Dieser Sachverhalt verdeutlicht, dass der Mensch sich nicht auf die natürliche Evolution verlassen kann, um mit der potentiellen Entwicklungsgeschwindigkeit einer künstlichen Intelligenz schrittzuhalten. Bei der Frage, wie sich der Mensch verbessern kann, erscheint auf den ersten Blick die Gentechnik bzw. die Genmanipulation die naheliegenste Antwort zu sein. Doch kann gesagt werden, dass auch mittels Gentechnik keine Verdoppelung der menschlichen Leistungsfähigkeit innerhalb von 24 Monaten erreichbar sein wird. Viel wahrscheinlicher ist eine Zeitspanne von mindestens einer Generation, um einen wesentlichen Entwicklungssprung realisieren zu können. Daher kann die Gentechnik vor diesem Hintergrund nur eine ergänzende Nebenrolle einnehmen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die Wissenschaft über entsprechende Kenntnisse für eine Manipulation des menschlichen Genoms verfügt. Zur Realisierung einer entscheidenden Steigerung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit des Menschen bleibt nur die Aufwertung durch technische Bauteile. Dieser Schritt führt somit zur Entstehung von Mischwesen, sogenannten Cyborgs.

Die bekanntesten Cyborgs des Science Fiction Genres sind die „Borg“ aus der Fernsehserie Star Trek und die Maschinenmenschen aus der gleichnamigen Kinofilmreihe „Terminator“. Während sich der Terminator mit biologischen Elementen ausstattet, um unerkant unter den Menschen leben zu können, verwenden die Borg technische Elemente, um die Schwächen einer biologischen Existenz zu beseitigen und sich neue Fähigkeiten anzueignen. Damit unterstreichen diese Beispiele, dass die Schaffung von Mischwesen für Maschinen und Menschen gleichermaßen vorteilhaft sein kann.<sup>87</sup>

**Abbildung 11:** Mischwesen – Vorteile für Mensch und Maschine auf Basis der

Vorteile für eine Maschine	Vorteile für den Menschen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Steigerung der Akzeptanz in der menschlichen Gesellschaft.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steigerung der Widerstandskraft menschlicher Körper</li> <li>Steigerung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit</li> <li>höhere Lebenserwartung</li> <li>Mensch-Maschinen-Interface ermöglicht eine beschleunigte Kommunikation mit Maschinen.</li> <li>Maschinenteile wie Prothesen ersetzen ihr defektes biologisches Pendant.</li> </ul>
<p><b>Quelle:</b> FISCHER 2009: 90..</p>	

<sup>84</sup> Vgl. INTEL 2008.

<sup>85</sup> Vgl. ebenda.

Die Verkleinerung der Transistoren ermöglicht niedrigere Versorgungsspannungen und damit den Einsatz von schnelleren und energieeffizienteren Transistoren.

<sup>86</sup> Vgl. JUNKER 2009: 17.

<sup>87</sup> Vgl. FISCHER 2009: 90.

Die Gegenüberstellung in Abbildung 11 veranschaulicht, dass in erster Linie der Mensch Vorteile aus der Schaffung eines Mischwesens ziehen wird. Dabei werden die Maschinenteile zu einem Bestandteil des jeweiligen Körpers, übernehmen eine wichtige Funktion bzw. ersetzen ihr biologisches Pendant vollständig und sind somit elementar für die Aufrechterhaltung bzw. Steigerung der Funktions- und Leistungsfähigkeit eines Menschen. Demgegenüber haben die biologischen Komponenten des Terminators keinerlei essentielle Bedeutung. Dennoch verkörpern beide Figuren eine mögliche und extreme Zukunftsvision. Der Terminator steht für den Mensch-Maschinen-Konflikt im Sinne eines evolutionären Selektionsprozesses um die Vormachtstellung im Lebensraum Erde. Die Borg stehen für den Preis, welchen die Menschheit möglicherweise zahlen muss, um sich gegenüber der KI zu behaupten: die Aufgabe all dessen, was den Menschen menschlich macht.<sup>88</sup>

## 5. Cyborg/Mischwesen in der Diskussion

Bereits heute werden wissenschaftliche Erkenntnisse aus den Bereichen Genetik, Pharmazie, Medizin oder Biotechnik nicht nur eingesetzt, um Krankheiten zu therapieren oder Behinderungen zu kompensieren, sondern auch um das Leistungspotential, gerade bei Sportlern zu erhöhen und um sogenannte Designerbabys mit bestimmten Fähigkeiten und Merkmalen zu kreieren.<sup>89</sup> Die Betrachtung der heutigen Möglichkeiten und deren ethische Implikationen können in dem Zusammenhang als Ansatzpunkt für die Diskussion einer Mensch-Maschinen-Symbiose dienen.

Ein Aspekt des Menschseins, welcher durch eine Optimierung mittels technischer Implantate oder genetischer Zurichtung als besonders gefährdet bezeichnet werden kann, ist der freie Wille des Menschen.<sup>90</sup> Neuroimplantate im Gehirn, bspw. in Form von Stimulationselektroden zur Behandlung von Parkinson und Depressionen, oder Chips, die Gedanken lesen und somit Querschnittsgelähmten einen Teil ihrer Mobilität/Beweglichkeit zurückgeben, sind heute schon Wirklichkeit.<sup>91</sup> Die wirkliche Brisanz liegt dabei in der Tatsache, dass ein Chip, welcher mit den Neuronen kommuniziert, theoretisch von außen abgefragt und gesteuert werden kann.<sup>92</sup> Dies bedeutet für die betreffende Person, dass eine Fernsteuerung ihrer Handlungen durchführbar ist<sup>93</sup> und sie somit ihren freien Willen und ihre Selbstkontrolle verliert.

Eine solche Entwicklung würde aber auch dem Staat ganz neue Möglichkeiten zur Überwachung seiner Bevölkerung liefern, indem er deren Gedanken maschinell auslesen und

---

<sup>88</sup> Vgl. FISCHER 2009: 90 f.

<sup>89</sup> Vgl. SANDEL 2008: 31 ff.

<sup>90</sup> Vgl. SANDEL 2008: 47, KRÄMER 2007: 42 ff. und vgl. AHNE 2006: 23 f.

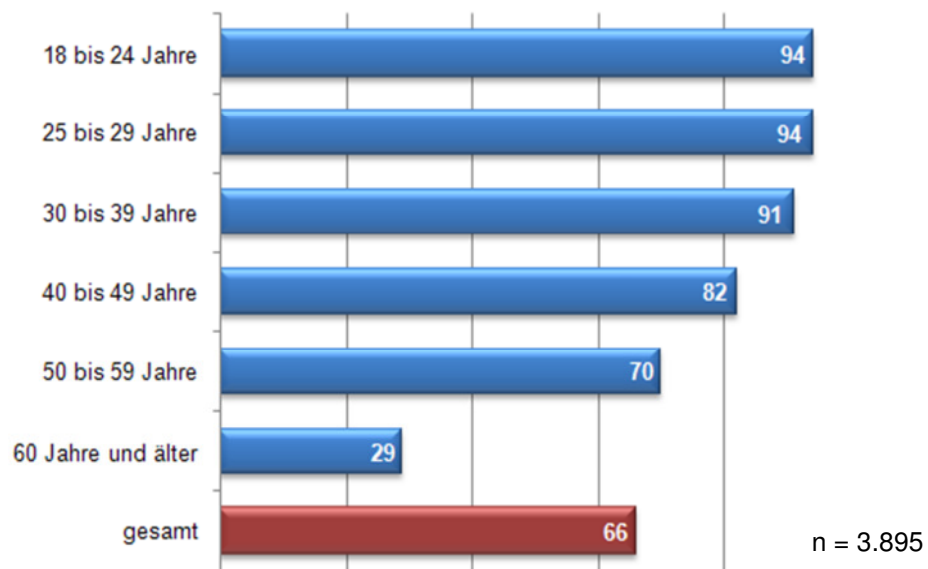
<sup>91</sup> Vgl. KRÄMER 2007: 42 ff. und vgl. AHNE 2006: 23 f.

<sup>92</sup> Vgl. KRÄMER 2007: 46.

<sup>93</sup> Vgl. ebenda.

mit einer Art Echelon-Programm nach kriminell eingestuften Gedanken fahnden lässt. Damit würde der Mensch sein letztes Rückzugsgebiet verlieren, wo er autonom und vor allem frei von Restriktionen aller Art sein kann. Der Mensch, welcher sich freiwillig für die technische Optimierung entscheidet, verliert damit noch nicht automatisch seine Autonomie und Selbstbestimmtheit. Doch je mehr Individuen sich für den Weg der Aufwertung entscheiden, desto größer wird der Druck auf die anderen, es diesen gleichzutun. Für den Fall der Verweigerung würde das jeweilige Individuum auf die Dauer ausgeschlossen vom gesellschaftlichen Leben oder zumindest stark benachteiligt sein. Diese Situation ist im Prinzip vergleichbar mit den Internetverweigerern der Gegenwart.<sup>94</sup>

**Abbildung 12:** Internetnutzer nach Altersgruppen in Prozent in 2008



**Quelle:** überarbeitete Darstellung, FORSCHUNGSGRUPPE WAHLEN e. V. 2008.

Die Betrachtung der Altersstruktur bei der Internetnutzung veranschaulicht, dass die Affinität bzw. Bereitschaft zur Nutzung mit wachsendem Alter erheblich zurückgeht.<sup>95</sup> Bei den wesentlichen Gründen handelt es sich um das geringe Zutrauen in die eigenen Computerkenntnisse, Abschreckung durch Online-Betrugsfälle, insbesondere das sogenannte Phishing und die fehlende Gewohnheit, das Internet für alltägliche Dinge, wie Einkaufen oder Musik hören, zu nutzen.<sup>96</sup> Es ist anzunehmen, dass eine ähnliche Entwicklung im Fall der technischen Optimierung des menschlichen Körpers eintreten wird. Jüngere Menschen sehen eher die Vorteile bzw. den persönlichen Nutzen einer solchen Innovation, während ältere Menschen lieber an dem Altbewährtem festhalten und sich von den Risiken wie die Möglichkeit einer Fremdsteuerung abschrecken lassen.

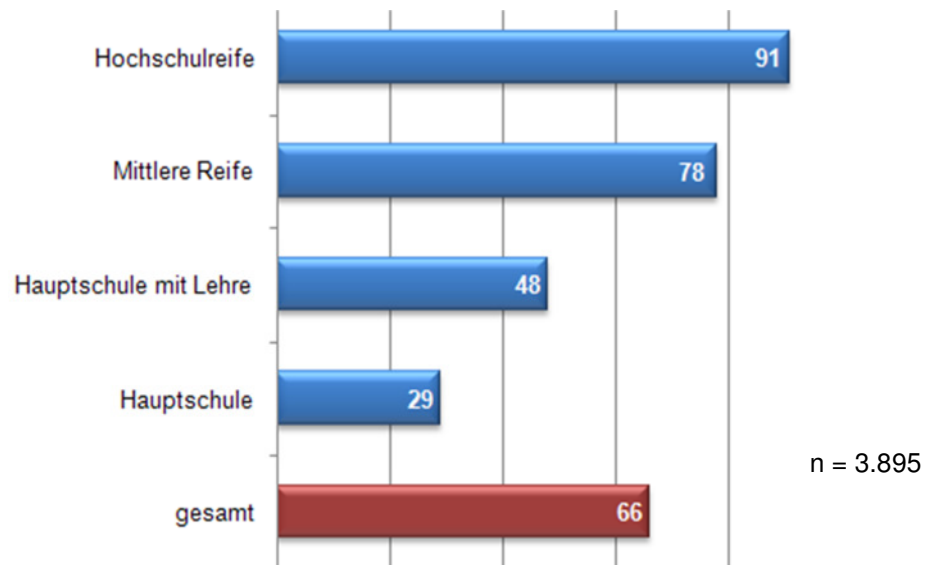
<sup>94</sup> Vgl. FISCHER 2009: 91 f.

<sup>95</sup> Vgl. FORSCHUNGSGRUPPE WAHLEN e. V. 2008.

<sup>96</sup> Vgl. GERHARDS, MENDE 2005: 116 f.

Eine erneute Betrachtung der Internetnutzer, anhand von Abbildung 13 verdeutlicht, dass eine Verbindung zwischen Bildungsgrad und Verwendung des Internets besteht.<sup>97</sup>

**Abbildung 13:** Internet-Nutzer nach Bildungsgruppen in Prozent in 2008



**Quelle:** überarbeitete Darstellung, FORSCHUNGSGRUPPE WAHLEN e. V. 2008.

Eine Erklärung hierfür ist u. a. in dem Umstand zu suchen, dass ein höherer Bildungsabschluss ein höheres Einkommen generiert und damit mehr Geld für die Teilnahme am gesellschaftlichen Leben zur Verfügung steht.<sup>98</sup> Daher kann von einer Benachteiligung von weniger gebildeten Menschen gesprochen werden. Bei Eintreten der Situation, dass die künstliche Intelligenz die humane überflügelt und somit die Stellung des Menschen bedroht, übernimmt möglicherweise jeder einzelne Staat zur Vermeidung von sozialen Unruhen gemäß seinen Möglichkeiten die Kosten für die technische Aufwertung/Verbesserung seiner Bürger. Vor diesem Hintergrund bietet eine Mensch-Maschinen-Symbiose die Chance, soziale Ungleichheiten abzubauen oder zumindest abzuschwächen. Denn jeder Mensch kann auf diesem Wege ein vergleichbares Leistungspotential und damit annähernd identische Verwirklichungschancen unabhängig von seiner Herkunft oder Bildung erhalten. Daher verkörpert eine Verbesserung/Aufwertung aller Menschen durch Implantate eine große gesellschaftliche Chance. Doch viel wahrscheinlicher ist, dass der freie Markt und damit das Einkommen darüber entscheidet, wer verbessert wird und wer nicht, weswegen diese Entwicklung als gesellschaftlich brisant zu bezeichnen ist.<sup>99</sup> In dem Fall kommt es zu einer Spaltung in einen verbesserten/privilegierten und nicht-verbesserten/benachteiligten Gesellschaftsteil.<sup>100</sup> Jedoch anders als heute haben die Benachteiligten nun keinerlei Möglichkeiten, etwas an ihrem Status aus eigener Kraft zu ändern, bspw. indem sie sich weiterbilden. Aus diesem Grund sind gewaltsame Auseinandersetzungen

<sup>97</sup> Vgl. FORSCHUNGSGRUPPE WAHLEN e. V. 2008 und vgl. GERHARDS, MENDE 2005: 115 ff.

<sup>98</sup> Vgl. GERHARDS, MENDE 2005: 115 f.

<sup>99</sup> Vgl. KRÄMER 2006: 46.

<sup>100</sup> Vgl. ebenda.

zwischen den Gesellschaftsteilen sehr wahrscheinlich. Vor allem dann, wenn keine weiteren Kompensationsmaßnahmen von Staatsseite vorgenommen werden. In dem Fall sind – analog zu den Nutzergruppen des Internets – ältere Menschen mit ablehnender Haltung und Menschen aus Gesellschaftsschichten mit geringem Einkommen die möglichen Verlierer einer solchen Entwicklung.

**Abbildung 14:** Pro- und Contra-Argumente

Pro-Argumente	Contra-Argumente
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichkeit zum Abbau von Benachteiligungen</li> <li>• Steigerung der menschlichen Lebensdauer und Widerstandskraft des Körpers</li> <li>• Steigerung der allgemeinen körperlichen und geistigen Fähigkeiten</li> <li>• Therapiemöglichkeit von neurologischen Krankheiten wie Parkinson</li> <li>• Alzheimerpatienten kann auf diesem Wege die Erinnerungsfähigkeit zurückgegeben werden.<sup>101</sup></li> <li>• Ausgleich/Kompensation von Behinderungen wie Gehörlosigkeit durch technische Implantate.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahr der Fernsteuerung</li> <li>• Manipulation der Stimmungslage und damit der Persönlichkeit</li> <li>• Veränderung der Einstellung zum eigenen Körper.</li> </ul> <p>→ Durch die Möglichkeit zur technischen Aufwertung ist fleißiges Körpertraining nicht mehr erforderlich.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstärkung der Kluft zwischen Arm und Reich</li> <li>• Gefahr von sozialen Unruhen und Konflikten zwischen Nationalstaaten.</li> <li>• Hoher Kostenaufwand für die Unterstützung der nicht verbesserten Menschen.</li> </ul>
<p><b>Quelle:</b> FISCHER 2009: 96.</p>	

Daneben ist darauf hinzuweisen, dass die Aufwertung als ein Instrument zur Stabilisierung von Machtverhältnissen in Staaten bzw. in Staatsformen wie Diktaturen möglich ist und zwar, indem die Implantation von technischen Bauteilen nur bei dem regimetreuen Bevölkerungsteil vorgenommen wird. Gleichzeitig wächst die Kluft zwischen den Industrienationen und den armen Nationen, was auch hier zu einem gesteigerten Konfliktpotential führen kann. Abschließend ist zu sagen, dass bis zur Realisierung eines menschlichen Cyborgs noch eine Vielzahl von rechtlichen und medizinischen Fragen zu klären ist.<sup>102</sup>

Die Fragen von besonderer Bedeutung sind, ob die Implantation, gerade im Gehirn, eine Auswirkung auf die menschliche Psyche und damit auf die Persönlichkeit haben wird und inwiefern sich dadurch das Verhältnis zum eigenen Körper verändert.<sup>103</sup>

<sup>101</sup> Vgl. KRÄMER 2006: 48.

<sup>102</sup> Vgl. DÜWELL 2008: 226 f.

<sup>103</sup> Vgl. DÜWELL 2008: 226 f. und vgl. AHNE 2006: 25 f.

## 6. Symbiotische Intelligenz und Maschinenmenschen

Die Diskussion und Betrachtung von humanuider und künstlicher Intelligenz hat deutlich gemacht, dass beide Intelligenzformen mit einer Vielzahl von Schwächen belastet sind. Emotionale und unlogische Reaktionen werden sich nicht durch eine Verbesserung/Aufwertung des Menschen mit Hilfe von Technikelementen vermeiden lassen. Auf der anderen Seite wird es schwierig werden, einer künstlichen Intelligenz die Fähigkeit zum Generalisieren zu verleihen.

Durch Maschinenteile ist eine Leistungssteigerung der humaniden Intelligenz möglich, sodass im weiteren Sinne hinsichtlich der biologischen und technischen Elemente eines bestimmten Intelligenzniveaus von symbiotischer Intelligenz gesprochen werden kann. Unter einer Symbiose ist generell eine fortwährende Beziehung zu verstehen, welche den beteiligten Partnern zum gegenseitigen Vorteil gereicht. Die Symbiose zwischen Organellen und Mitochondrien, welche die Hauptbestandteile menschlicher Zellen bilden, ist ein bekanntes Beispiel.<sup>104</sup> Doch besitzen Maschinenteile für sich genommen noch keine künstliche Intelligenz, sodass im Falle eines Cyborgs im engeren Sinne keine symbiotische und damit keine Verbindung aus humanuider und künstlicher Intelligenz vorliegt.

Joseph Weizenbaum prophezeit als unweigerliches Entwicklungsziel ein post-biologisches Zeitalter, in dem der menschliche Geist, losgelöst von seinem biologischen Körper, existiert.<sup>105</sup> Dies ist möglich, indem der menschliche Geist und sein Wissen digitalisiert und gespeichert und anschließend in einen künstlichen Körper beliebiger Art – bspw. in einen dem Terminator ähnlichen Körper – downgeloadet wird.<sup>106</sup> Bereits heute ist eine digitale Erfassung bzw. Abbildung eines jeden einzelnen Neurons der verschiedenen Neuronenverbindungen sowie die Abbildung der Konzentration von Botenstoffen in den einzelnen Synapsen möglich.<sup>107</sup> Zur Klarstellung ist darauf hinzuweisen, dass mit in diesem Zusammenhang lediglich die Darstellung der biologischen Abläufe ohne echte Funktion gemeint ist. Voraussetzung für eine entsprechende Prozedur ist das Einfrieren des jeweiligen menschlichen Gehirns kurz vor Eintritt des Gehirntodes und dessen Zerlegung in feine Querschnitte, um ein Einscannen für eine digitale Darstellung zu ermöglichen.<sup>108</sup>

Die Digitalisierung bedeutet mit anderen Worten, dass der Mensch seine biologische Natur aufgibt, indem er ein digitales Duplikat seines Bewusstseins und seiner Persönlichkeit erzeugt<sup>109</sup> und dadurch das biologische Original tötet. Als Ergebnis existiert ein nahezu un-

---

<sup>104</sup> Vgl. GANTEN, RUCKPAUL.: 102.

<sup>105</sup> Vgl. WEIZENBAUM 1990: 9 f.

<sup>106</sup> Vgl. WEIZENBAUM 1990: 9 f. und vgl. HERING 2005, S. 200.

<sup>107</sup> Vgl. HERING 2005: 200.

<sup>108</sup> Das "Visible Human Project" zeigt beispielhaft, welche Ergebnisse dieses Verfahren liefern kann.  
[http://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible\\_gallery.html](http://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_gallery.html)

<sup>109</sup> Vgl. KURZWEIL 2001: 338 ff. und 448 ff.



sterblicher künstlicher Organismus<sup>110</sup>, welcher die Fähigkeiten von Maschinen mit menschlichem Geist verbindet.

In dem Fall kann von einer echten symbiotischen Intelligenz gesprochen werden, wobei dem jeweiligen Individuum je nach Situation ein Umschalten zwischen den Vorzügen von künstlicher und humanuider Intelligenz möglich ist. Ein Beispiel liefert erneut das Science Fiction Genre, wo Data, der künstliche Maschinenmensch aus der Fernsehserie Star Trek, in der Lage ist, je nach Bedarf seine Emotionen aus und die kühle Maschinenlogik einzuschalten.<sup>111</sup> Doch kann gesagt werden, dass die beinahe Unsterblichkeit einer Maschinenexistenz die Ansicht über den Wert von und den Umgang mit dem Leben verändert. Vor diesem Hintergrund besteht die Gefahr, dass die Möglichkeit in einen rein logischen Zustand zu wechseln, dazu führt, dass die Logik bei einer Entscheidungsfindung moralische Gesichtspunkte und gefühlsbetonte Handlungen wie Mitleid oder Erbarmen ausschließt.

Nach der Vision von Ray Kurzweil kommt um das Jahr 2099 der Zeitpunkt, dass künstliche und humanuider Intelligenz beginnen zu verschmelzen.<sup>112</sup> Neben der geführten Diskussion über die Symbiose von Mensch und Maschine bezieht sich Ray Kurzweil hier darauf, dass eine künstliche Nachbildung der Funktionsweise des menschlichen Gehirns möglich ist. Ab diesem Zeitpunkt werden die künstliche und die humanuider Intelligenz zwar über identische Leistungsmerkmale verfügen. Doch wird sich die künstliche Intelligenz auf einem weit höheren Leistungsniveau bewegen.<sup>113</sup> Daher vertreten diese intelligenten Maschinen von diesem Moment an die Auffassung ebenfalls Menschen zu sein<sup>114</sup>, sodass eine neue Evolutionsstufe der Menschheit, über dem Homo Sapiens angesiedelt, erreicht ist.

---

<sup>110</sup> Vgl. WEIZENBAUM 1990: 9 f.

<sup>111</sup> Das Beispiel ist dem Kinofilm Star Trek VIII – First Contact entliehen.

<sup>112</sup> Vgl. KURZWEIL 2001: 358.

<sup>113</sup> Vgl. ebenda: 358 f.

<sup>114</sup> Vgl. ebenda.

## 7. Schlussbetrachtung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob eine künstliche Intelligenz vergleichbar mit dem menschlichen Leistungsniveau auf Basis der gegenwärtigen Technologien generell realisierbar und in welchem Zeitrahmen mit einer entsprechenden Entwicklung zu rechnen ist. Dabei ist als Erstes zu differenzieren zwischen der künstlichen Intelligenz, die in der Summe über alle Fähigkeiten dem Menschen ebenbürtig ist, und einer, die nur über spezifische auf das jeweilige Einsatzgebiet zugeschnittene Intelligenzmerkmale verfügt. So sind die aktuell schnellsten Supercomputer wie BlueGene/L zu 10mal mehr Rechenoperationen pro Sekunde als das menschliche Gehirn in der Lage und diesem damit in einem Bereich überlegen. Ähnlich diesem Beispiel ist anzunehmen, dass in absehbarer Zeit zunehmend Technologien zur Verfügung stehen, die im Bereich weniger Merkmale mit der humaniden Intelligenz vergleichbar oder sogar leistungsfähiger sind. Doch sind entsprechende Fähigkeiten im Einzelnen weniger als Intelligenz zu bezeichnen. Vielmehr handelt es sich um intelligentes Verhalten bzw. um deren Imitation.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass diese Diskussion über die zukünftige Entwicklungsrichtung der KI schon allein dadurch schwer zu führen ist, dass Begriffe wie Intelligenz, Bewusstsein, Wille, Seele und Geist sehr abstrakte Begriffe darstellen, für die keine eindeutige Definition vorhanden ist. Jedoch stehen diese Begriffe und deren Inhalte in enger Verbindung zueinander und zeichnen nach allgemeiner Auffassung den menschlichen Verstand aus. Im Rahmen dieser Arbeit wurde auf eine Diskussion der Begriffe „Seele und Geist“ vollständig verzichtet, da diese eher imaginär und zu einem gewissen Grad spiritueller Natur sind. Dennoch ist die Frage von Seele und Geist in dem Fall zu beantworten, wenn eine künstliche Intelligenz nach der Vision von Ray Kurzweil eine eigene Persönlichkeit entwickelt, sich vor diesem Hintergrund selbst als Mensch bezeichnet und menschengleiche Rechte einfordert.<sup>115</sup> Denn eine Zuschreibung dieser Merkmale wird neben der Erfüllung der Definition von Leben erforderlich sein, um von den biologischen Menschen akzeptiert zu werden. Doch ist zu überlegen, ob eine solche KI auf die Anerkennung durch den normalen Menschen überhaupt noch angewiesen sein und in welcher Beziehung diese zum Menschen stehen wird.

**Abbildung 15:** Überblick über den Zeithorizont

Ray Kurzweil	Hans Moravec
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>2029:</b> Die künstliche Intelligenz besitzt ein eigenes Bewusstsein und ist in vielen Bereichen leistungsfähiger als der Mensch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>2030 - 2040:</b> Die KI ist zu eigenständigem Denken in der Lage.</li> </ul>

**Quelle:** FISCHER 2009: 103, in Anlehnung an MORAVEC o. J. und KURZWEIL 1999, S. 338 f.

<sup>115</sup> Vgl. KURZWEIL 2001, S. 358. .

Vor dem Hintergrund der diskutierten Ansätze und Beispiele erscheint der evolutionäre Ansatz als der im Zeitverlauf geeignetere Weg zur Realisierung einer mit der humaniden vergleichbaren künstlichen Intelligenz. Die Natur hat im Verlauf des natürlichen Evolutionsprozesses in vielerlei Hinsicht effiziente und leistungsstarke Lösungen hervorgebracht, sodass sich die Frage stellt, warum sich der Mensch nicht des gleichen Lösungsweges bedienen soll. Doch wie bei allen Ansätzen ist auch in diesem Fall keine eindeutige Aussage zu dem Realisierungszeitpunkt möglich. Als gesichert kann nur gelten, dass die Entwicklung den Menschen überraschen und damit unvorbereitet treffen wird. Davon ausgehend ist der Reaktionsspielraum äußerst kurz, was in letzter Konsequenz dazu führen kann, dass die Menschheit keine Kontrolle über die potentiellen Auswirkungen besitzen wird. Ein weiteres Problem des evolutionären Ansatzes ist in der Modellierung der Umgebung zu sehen, welche den Evolutionsprozess auslöst. Denn, welche genauen Bedingungen für die Entwicklung der humaniden Intelligenz verantwortlich sind, ist unbekannt. Daher wäre nicht nur der Zeitpunkt, sondern auch das genaue Ergebnis dieses Ansatzes mehr oder weniger ein Zufallsprodukt.<sup>116</sup>

Mit Blick auf die Nachteile dieses Ansatzes ist festzustellen, dass zur Ergänzung und Erhöhung der Wahrscheinlichkeit die Forschung an verschiedenen Richtungen arbeiten muss und der „top-down“- sowie der „bottom-up“-Ansatz in Verbindung mit einem künstlichen Evolutionsprozess weiterzuverfolgen sind.

Abschließend ist zu sagen, dass eine realistische zeitliche Prognose aufgrund einer Vielzahl von Unwägbarkeiten wie bspw. der Zufall oder technologische Fortschritte in Bereichen, die sich dann indirekt positiv oder negativ auf die KI-Forschung auswirken, nicht möglich ist. Doch erscheint die Prognose von Ray Kurzweil und Hans Moravec zumindest auf Basis der gegenwärtigen Technologien und der vorhandenen Kenntnisse über das menschliche Gehirn als sehr kurz gegriffen. Als wahrscheinlicher ist ein Zeitpunkt ab dem Jahr 2100 anzusehen. Doch bleibt das nur eine Hypothese, die in Zukunft verifiziert oder falsifiziert werden muss. Im Fall der Verifizierung ist dann die humanide Intelligenz als Alleinstellungsmerkmal des Menschen aufgehoben.

---

<sup>116</sup> Vgl. FISCHER 2009: 103 f.

## Bedeutende Experten der KI-Forschung in der Übersicht

### David Levy



David Levy ist ein international anerkannter Experte im Bereich der künstlichen Intelligenz und Präsident der International Computer Games Association.

<http://ticc.uvt.nl/icga/organisation/welcome.php>

Interview:

<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=humans-marrying-robots&page=2>

### Rodney Brooks



Rodney Brooks ist Direktor des Artificial Intelligence Lab am MIT und Direktor von iRobotCorp sowie Mitbegründer der American Association for Artificial Intelligence.

Homepage: <http://people.csail.mit.edu/brooks/index.html>

Interview:

<http://www.spectrum.ieee.org/computing/hardware/i-rodney-brooks-am-a-robot/2>

### Hans Moravec



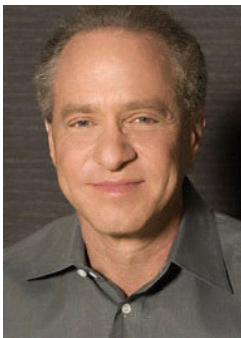
Hans Moravec ist Professor für Robotik an der Carnegie Mellon University in Pittsburgh, Pennsylvania, USA.

Homepage: [http://www.ri.cmu.edu/person.html?person\\_id=410](http://www.ri.cmu.edu/person.html?person_id=410)

Interview 1: <http://www.robotbooks.com/Moravec.htm>

Interview 2: <http://www.primitivism.com/superhumanism.htm>

### Ray Kurzweil



Ray Kurzweil ist u.a. ein Pionier der optischen Texterkennung, Sprachsynthese, Spracherkennung, Flachbettscannertechnologie und elektronischer Musikinstrumente.

Biographie: <http://www.kurzweiltech.com/raybio.html>

<http://singularity.com/fullbiography.html>

Interessante Veröffentlichungen: <http://singularity.com/kain.php>

## Hiroshi Ishiguro



Hiroshi Ishiguro ist leitender Direktor des Intelligent Robotics Laboratory an der Osaka University, Japan.

Homepage: <http://www.is.sys.es.osaka-u.ac.jp/aboutus/index.en.html>

Interview: <http://www.gehirn-und-geist.de/artikel/859793&z=798884>

## Literaturverzeichnis

**AHNE, V. (2006):** Der aufgerüstete Mensch. In Gehirn & Geist, Nr. 6, S. 22 – 29.

<http://www.spektrum.de/artikel/849012>

Abrufdatum: 19.12.2008.

**BLÄSING, B. (2006):** Gehirn aus Bits und Bytes.

[http://www.welt.de/print-welt/article189243/Gehirn\\_aus\\_Bits\\_und\\_Bytes.html](http://www.welt.de/print-welt/article189243/Gehirn_aus_Bits_und_Bytes.html)

Abrufdatum: 20.01.2009.

**BROCKMAN, J. (2008, Hrsg.):** Das Wissen von morgen. Fischer Taschenbuch Verlag: Frankfurt am Main.

**BROOKS, R. (2002):** Menschmaschinen – Wie uns die Zukunftstechnologien neu erschaffen. Campus Verlag: Frankfurt/Main.

**CALVIN, W. (2004):** Wie das Gehirn denkt – Die Evolution der Intelligenz. 1. Auflage. Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag: München.

**DRÖSSER, CH. (2006):** Roboter – Blitzrechnen ohne Geist.

<http://www.zeit.de/2006/29/T-Intelligenz>

Abrufdatum: 21.02.2009.

**DÜWELL, M. (2008):** Bioethik. J. B. Metzler'sche Verlagsbuchhandlung und Carl Ernst Poeschel Verlag: Stuttgart.

**ERABME, R. (2002):** Der Mensch und die künstliche Intelligenz. Dissertation an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Philosophische Fakultät.

[http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2004/102/pdf/02\\_194.pdf](http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2004/102/pdf/02_194.pdf)

Abrufdatum: 19.12.2008.

**FISCHER, CH. (2009):** Humane, symbiotische und künstliche Intelligenz und Leben: Realisierung, Zeithorizont und ökonomische und soziale Folgen. Diplomarbeit an der Leibniz Universität Hannover. Betreuer: Prof. Dr. Michael H. Breitner.

**FORSCHUNGSGRUPPE WAHLEN e.V. (2008):** Internetstrukturdaten - Repräsentative Umfrage – IV. Quartal 2008.  
<http://www.digitale-chancen.de/transfer/assets/2531.pdf>  
Abrufdatum: 16.02.2009.

**FRANK, E. (1991):** Künstliche Intelligenz – Eine grundlagentheoretische Diskussion der Einsatzmöglichkeiten und -grenzen. J. C. B. Mohr: Tübingen.

**GANTEN, D.; RUCKPAUL, C. (2007, Hrsg.):** Grundlagen der molekularen Medizin. 3. Auflage. Springer Verlag: Berlin.

**GERHARDS, M.; MENDE, A. (2005):** Die Offliner – eine homogene Gruppe der Internetverweigerer? In: Media Perspektiven, Nr. 5, S. 115 – 124.  
[http://www.media-perspektiven.de/uploads/tx\\_mppublications/03-2005\\_Gerhards\\_Mende.pdf](http://www.media-perspektiven.de/uploads/tx_mppublications/03-2005_Gerhards_Mende.pdf)  
Abrufdatum: 16.02.2009.

**GLASER, P. (2007):** Supercomputer – Die Frage nach dem Universum.  
[http://www.focus.de/digital/multimedia/glasers\\_modernste\\_zeiten/supercomputer\\_aid\\_229149.html](http://www.focus.de/digital/multimedia/glasers_modernste_zeiten/supercomputer_aid_229149.html) Abrufdatum: 16.11.2008.

**GOLEMAN, D. (1996):** Emotionale Intelligenz. Carl Hanser Verlag: München, Wien.

**HÄÜBLER, A. (2005):** Der TEACCH-Ansatz zur Förderung von Menschen mit Autismus: Einführung in Theorie und Praxis. Verlag Modernes Lernen: Dortmund.

**HERING, N. (2005):** Vom Denken und von Denkmaschinen – Über die Grenzen des Verstehens zwischen Gehirn und Prozessor. Hippocampus Verlag: Bad Honnef.

**INTEL (2008):** Warum Mikroprozessoren immer kleiner werden.  
[http://www.intel.com/corporate/pressroom/emea/deu/corei7/pdfs/Hintergrundinformation\\_Strukturgroessen.pdf](http://www.intel.com/corporate/pressroom/emea/deu/corei7/pdfs/Hintergrundinformation_Strukturgroessen.pdf)  
Abrufdatum: 12.02.2009.

**JOPP, K. (2006):** Nanotechnologie – Aufbruch ins Reich der Zwerge. 2. Auflage. Gabler Verlag: Wiesbaden.

- JUNKER, TH. (2009):** Die Evolution des Menschen. 2. Auflage. C.H. Beck Verlag: München.
- KERN, S. (2006):** Portrait „Deep Blue“. Schachweltmeister gegen Computer.  
<http://www.planetwissen.de/pw/Artikel,,,,,,,,,0599950F92381B00E0440003BA5E08D7,,,,,,,,,,,,,,.html>  
Abrufdatum: 06.02.2009.
- KRÄMER, T. (2006):** Kommt die gesteuerte Persönlichkeit. In Gehirn & Geist, Nr. 6, S. 42 – 49. <http://www.spektrum.de/artikel/896270>  
Abrufdatum: 20.12.2008.
- KURZWEIL, R. (1990):**The Age of Intelligent Machines. MIT Press: Cambridge Massachusetts.
- KURZWEIL, R. (2001):** Homo S@piens. 4. Auflage. Econ Ullstein List Verlag: München.
- LÄMMEL, U.; CLEVE, J. (2008):** Künstliche Intelligenz. 3. Auflage. Carl Hanser Verlag: München.
- LUGER, G. (2002):** Künstliche Intelligenz – Strategien zur Lösung komplexer Probleme. 4. Auflage. Pearson Studium: München.
- MEUER, H.; STROHMAIER, E.; DONGARRA, J. et al. (2008a):** top500 supercomputer site. <http://www.top500.org/lists> Abrufdatum: 15.11.2008.
- MEUER, H.; STROHMAIER, E.; DONGARRA, J. et al. (2008b):** top500 supercomputer site – Performance Development.  
[http://www.top500.org/lists/2008/11/performance\\_development](http://www.top500.org/lists/2008/11/performance_development)  
Abrufdatum: 15.11.2008.
- MINSKY, M. (1990):** Mentopolis. Klett-Cotta Verlag: Stuttgart.
- MORAVEC, H. (1998):** Robot: Evolution from Mere Machine to Transcendent Mind. Oxford University Press.
- MORAVEC, H. (o. J.):** Die Evolution postbiologischen Lebens.  
<http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6055/1.html>  
Abrufdatum: 13.01.2009.

- MÜLLER, O. – W. (2000):** Intelligenz, Begabung und Kreativität. In: BOVET, G.; HU-WENDIEK, V. (Hrsg.): Leitfaden Schulpraxis – Pädagogik und Psychologie für den Lehrberuf. 3. Auflage. Cornelsen Verlag: Berlin, S. 198 – 219.
- PLAISTED, K. C. (2001):** Reduced Generalisation in Autism: An Alternative to Weak Central Coherence. In: BURACK, J. A.; CHARMAN, T.; YIRMIYA, N. et al. (Hrsg.): The development of Autism. Perspectives from Theory and Research. Lawrence Erlbaum Associates Inc., S. 149 – 169.
- PODBREGAR, N. (2002):** Künstliche Intelligenz – Wenn Maschinen zu denken beginnen.... <http://www.g-o.de/dossier-42-1.html> Abrufdatum: 16.01.2009.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. (2004):** Künstliche Intelligenz. 2. Auflage. Pearson Studium.
- SANDEL, M. (2008):** Plädoyer gegen die Perfektion. Berlin University Press.
- SCHULTHEIS, A. (2008):** Mythos Künstliche Intelligenz – Joseph Weizenbaum über arglose Technikgläubigkeit.  
[http://kuenstlicheintelligenz.suite101.de/article.cfm/mythos\\_kuenstliche\\_intelligenz](http://kuenstlicheintelligenz.suite101.de/article.cfm/mythos_kuenstliche_intelligenz)  
Abrufdatum: 19.11.2008.
- SCHWARZ-FRIESEL, M. (2007):** Sprache und Emotionen. Narr Francke Attempto Verlag: Tübingen.
- VOWINKEL, B. (2006):** Maschinen mit Bewusstsein – Wohin führt die künstliche Intelligenz? WILEY-VCH Verlag: Weinheim.
- WEIZENBAUM, J. (1990):** Künstliche Intelligenz als Endlösung der Menschfrage. In: BAMME, A.; BAUMGARTNER, P.; BERGER, W.; KOTZMANN; E. (Hrsg.): Klagenfurter Beiträge zur Technikdiskussion, Heft 32.
- WERMKE, M.; KUNKEL-RAZUM, K.; SCHOLZE-STUBENRECHT W. (2001, Hrsg.):** Duden – Das Fremdwörterbuch, Bd. 5. 7. Auflage. Bibliographisches Institut: Mannheim.
- ZIMPEL, A. F. (2008):** Der zählende Mensch. Vandenhoeck & Ruprecht Verlag: Göttingen.



# IWI Discussion Paper Series/Diskussionsbeiträge

## ISSN 1612-3646

- Michael H. Breitner, *Rufus Philip Isaacs and the Early Years of Differential Games*, 36 p., #1, January 22, 2003.
- Gabriela Hoppe and Michael H. Breitner, *Classification and Sustainability Analysis of e-Learning Applications*, 26 p., #2, February 13, 2003.
- Tobias Brüggemann und Michael H. Breitner, *Preisvergleichsdienste: Alternative Konzepte und Geschäftsmodelle*, 22 S., #3, 14. Februar, 2003.
- Patrick Bartels and Michael H. Breitner, *Automatic Extraction of Derivative Prices from Webpages using a Software Agent*, 32 p., #4, May 20, 2003.
- Michael H. Breitner and Oliver Kubertin, *WARRANT-PRO-2: A GUI-Software for Easy Evaluation, Design and Visualization of European Double-Barrier Options*, 35 p., #5, September 12, 2003.
- Dorothee Bott, Gabriela Hoppe und Michael H. Breitner, *Nutzenanalyse im Rahmen der Evaluation von E-Learning Szenarien*, 14 S., #6, 21. Oktober, 2003.
- Gabriela Hoppe and Michael H. Breitner, *Sustainable Business Models for E-Learning*, 20 p., #7, January 5, 2004.
- Heiko Genath, Tobias Brüggemann und Michael H. Breitner, *Preisvergleichsdienste im internationalen Vergleich*, 40 S., #8, 21. Juni, 2004.
- Dennis Bode und Michael H. Breitner, *Neues digitales BOS-Netz für Deutschland: Analyse der Probleme und mögliche Betriebskonzepte*, 21 S., #9, 5. Juli, 2004.
- Caroline Neufert und Michael H. Breitner, *Mit Zertifizierungen in eine sicherere Informationsgesellschaft*, 19 S., #10, 5. Juli, 2004.
- Marcel Heese, Günter Wohlers and Michael H. Breitner, *Privacy Protection against RFID Spying: Challenges and Countermeasures*, 22 p., #11, July 5, 2004.
- Liina Stotz, Gabriela Hoppe und Michael H. Breitner, *Interaktives Mobile(M)-Learning auf kleinen End-geräten wie PDAs und Smartphones*, 31 S., #12, 18. August, 2004.
- Frank Köller und Michael H. Breitner, *Optimierung von Warteschlangensystemen in Call Centern auf Basis von Kennzahlenapproximationen*, 24 S., #13, 10. Januar, 2005.
- Phillip Maske, Patrick Bartels and Michael H. Breitner, *Interactive M(obile)-Learning with UbiLearn 0.2*, 21 p., #14, April 20, 2005.
- Robert Pomes and Michael H. Breitner, *Strategic Management of Information Security in State-run Organizations*, 18 p., #15, May 5, 2005.
- Simon König, Frank Köller and Michael H. Breitner, *FAUN 1.1 User Manual*, 134 p., #16, August 4, 2005.
- Christian von Spreckelsen, Patrick Bartels und Michael H. Breitner, *Geschäftsprozessorientierte Analyse und Bewertung der Potentiale des Nomadic Computing*, 38 S., #17, 14. Dezember, 2006.
- Stefan Hoyer, Robert Pomes, Günter Wohlers und Michael H. Breitner, *Kritische Erfolgsfaktoren für ein Computer Emergency Response Team (CERT) am Beispiel CERT-Niedersachsen*, 56 S., #18, 14. Dezember, 2006.
- Christian Zietz, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Konvergenz von Lern-, Wissens- und Personalmanagementssystemen: Anforderungen an Instrumente für integrierte Systeme*, 15 S., #19, 14. Dezember, 2006.
- Christian Zietz und Michael H. Breitner, *Expertenbefragung „Portalbasiertes Wissensmanagement“: Ausgewählte Ergebnisse*, 30 S., #20, 5. Februar, 2008.

# IWI Discussion Paper Series/Diskussionsbeiträge

## ISSN 1612-3646

- Harald Schömburg und Michael H. Breitner, *Elektronische Rechnungsstellung: Prozesse, Einsparpotentiale und kritische Erfolgsfaktoren*, 36 S., #21, 5. Februar, 2008.
- Halyna Zakhariya, Frank Köller und Michael H. Breitner, *Personaleinsatzplanung im Echtzeitbetrieb in Call Centern mit Künstlichen Neuronalen Netzen*, 35 S., #22, 5. Februar, 2008.
- Jörg Uffen, Robert Pomes, Claudia M. König und Michael H. Breitner, *Entwicklung von Security Awareness Konzepten unter Berücksichtigung ausgewählter Menschenbilder*, 14 S., #23, 5. Mai, 2008.
- Johanna Mählmann, Michael H. Breitner und Klaus-Werner Hartmann, *Konzept eines Centers der Informationslogistik im Kontext der Industrialisierung von Finanzdienstleistungen*, 19 S., #24, 5. Mai, 2008.
- Jon Sprenger, Christian Zietz und Michael H. Breitner, *Kritische Erfolgsfaktoren für die Einführung und Nutzung von Portalen zum Wissensmanagement*, 44 S., #25, 20. August, 2008.
- Finn Breuer und Michael H. Breitner, *„Aufzeichnung und Podcasting akademischer Veranstaltungen in der Region D-A-CH“: Ausgewählte Ergebnisse und Benchmark einer Expertenbefragung*, 30 S., #26, 21. August, 2008.
- Harald Schömburg, Gerrit Hoppen und Michael H. Breitner, *Expertenbefragung zur Rechnungseingangsbearbeitung: Status quo und Akzeptanz der elektronischen Rechnung*, 40 S., #27, 15. Oktober, 2008.
- Hans-Jörg von Mettenheim, Matthias Paul und Michael H. Breitner, *Akzeptanz von Sicherheitsmaßnahmen: Modellierung, Numerische Simulation und Optimierung*, 30 S., #28, 16. Oktober, 2008.
- Markus Neumann, Bernd Hohler und Michael H. Breitner, *Bestimmung der IT-Effektivität und IT-Effizienz service-orientierten IT-Managements*, 20 S., #29, 30. November, 2008.
- Matthias Kehlenbeck und Michael H. Breitner, *Strukturierte Literaturrecherche und -klassifizierung zu den Forschungsgebieten Business Intelligence und Data Warehousing*, 10 S., #30, 19. Dezember, 2009.
- Michael H. Breitner, Matthias Kehlenbeck, Marc Klages, Harald Schömburg, Jon Sprenger, Jos Töller und Halyna Zakhariya, *Aspekte der Wirtschaftsinformatikforschung 2008*, 128 S., #31, 12. Februar, 2009.
- Sebastian Schmidt, Hans-Jörg v. Mettenheim und Michael H. Breitner, *Entwicklung des Hannoveraner Referenzmodells für Sicherheit und Evaluation an Fallbeispielen*, 30 S., #32, 18. Februar, 2009.
- Sissi Eklun-Natey, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Buildung-up Human Capital in Senegal - E-Learning for School drop-outs, Possibilities of Lifelong Learning Vision*, 39 S., #33, July 1, 2009.
- Horst-Oliver Hofmann, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Prognose und Handel von Derivaten auf Strom mit Künstlichen Neuronalen Netzen*, 34 S., #34, 11. September, 2009.
- Christoph Polus, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Prognose und Handel von Öl-Future-Spreads durch Multi-Layer-Perceptrons und High-Order-Neuronalnetze mit Faun 1.1*, 55 S., #35, 18. September, 2009.
- Jörg Uffen und Michael H. Breitner, *Stärkung des IT-Sicherheitsbewusstseins unter Berücksichtigung psychologischer und pädagogischer Merkmale*, 37 S., #36, 24. Oktober, 2009.

