

LEOPOLD-FRANZENS UNIVERSITÄT INNSBRUCK

INSTITUT FÜR PSYCHOLOGIE

LV: FORSCHUNGSSEMINAR, NEUERE PSYCHOLOGISCHE FACHLITERATUR (GRUPPE D)

LV-LEITER: AO. UNIV.-PROF. KARL LEIDLMAIR

SS 2011

J O H N H A U G E L A N D:
MIND EMBODIED AND EMBEDDED

STEPHANIE SCHIESSL

MATRIKELNUMMER: 0518286

stephanie.schiessl@student.uibk.ac.at

KATHARINA ZUBER

MATRIKELNUMMER: 0718608

katharina.zuber@student.uibk.ac.at

INNSBRUCK, MAI/JUNI 2011

Inhaltsverzeichnis

	Seitenzahl
0. EINLEITUNG	3
1. DEFINITIONEN: Was bedeutet <i>Embodiment</i> ?	4
2. HISTORISCHER ABRISS: Wie entwickelte sich die Theorie?	6
3. JOHN HAUGELAND: Biographie und sein Beitrag zum <i>Embodiment</i> .	8
4. INTIMACY und GIBSONS' ÖKOLOGISCHE VISUELLE WAHRNEHMUNG	8
5. SIMONS AMEISE: Eine Parabel	10
6. DER WEG NACH SAN JOSE	13
7. KÖRPER IM KOPF: Aktuelle Themen zum <i>Embodiment</i> .	15
7.1 Kognitionswissenschaftliche Erkenntnisse	17
7.2 Neurowissenschaftliche Ergebnisse	18
7.3 Psychologische Aspekte	18
8. KRITIK AN DER THEORIE ZUM <i>EMBODIMENT</i>	19
9. AUSBLICK	20
10. LITERATURVERZEICHNIS	21
11. BILDNACHWEIS	23

0. EINLEITUNG

Auf die Frage nach dem, was uns Menschen von anderen Tieren unterscheidet, gibt es viele Antworten. Ist es der Altruismus, ist es die Möglichkeit, sich selbst zu reflektieren, oder die Fähigkeit, den overkill auszulösen? Eine menschliche Eigenschaft steht dabei regelmäßig, ausgesprochen oder nicht, im Zentrum: die Intelligenz. (Storch, Cantieni, Hüther & Tschacher, 2006, S. 13)

Schon lange beschäftigen sich Philosophen und Wissenschaftler mit der Frage nach dem Wesen der Intelligenz. Ohne Zweifel ist sie das „am besten erforschte Merkmal der Psychologie“. (Rost, 2009, S. 1) Doch trotz zahlreicher Befunde und wissenschaftlicher Erkenntnisse, der Entwicklung von Tests und andere wichtiger Forschungsmethoden lässt sich diese Frage auch heute nicht vollständig beantworten. Möchte man den Begriff genauer beschreiben, so versteht man unter Intelligenz „(engl. *intelligence*, vom lateinischen *intelligentia*, *intellectus*, *intellegere* = Einsicht, Verstand, einsehen bzw. verstehen), manchmal auch ‚geistige Fähigkeit‘, ‚mentale Fähigkeit‘ (engl. *mental ability*) oder (intellektuelle) ‚Begabung‘ genannt, gekennzeichnet, ganz allgemein gesagt, die durch die Faktoren ‚Anlage‘ und ‚Umwelt‘ sowie durch deren geistige Beeinflussung (Wechselwirkung ‚Gene x Umwelt‘) bedingte kognitive Leistungsfähigkeit und kognitive Ausdifferenzierung von Lebewesen [...]“. (Rost, 2009, S. 1)

Diese Definition von Intelligenz stellt einen möglichen Versuch dar, das Konstrukt genauer zu beschreiben. Würde man allerdings zehn Wissenschaftler befragen, die sich mit der Thematik auseinandersetzen, würde man sehr viele verschiedene Antworten bekommen. Die Ansichten darüber, was Intelligenz ist, wo ihr Sitz ist und wie Menschen intelligent handeln, gehen sehr weit auseinander.

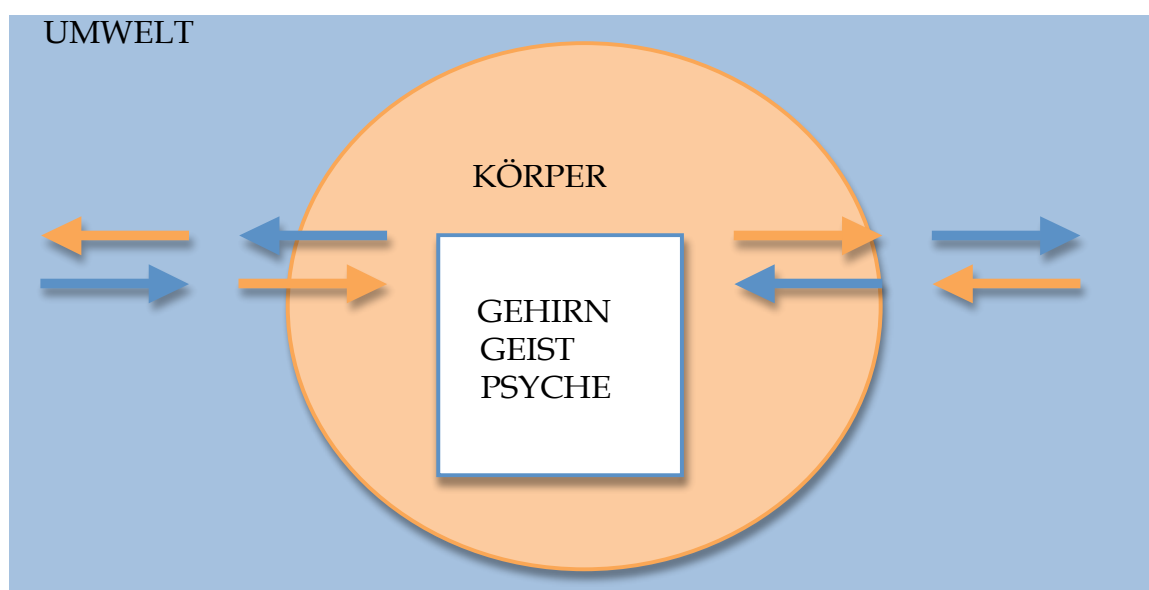
Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Forschungsbereich der *Künstlichen Intelligenz* (kurz *KI*), das seinen Schwerpunkt auf die „Automatisierung von intelligentem Verhalten von Computern“ (3sat/Scobel, Sept. 2009, aktualisiert April 2010) setzt. Neben der bereits erwähnten Frage, was Intelligenz ist, arbeiten Wissenschaftler an der Antwort auf die Frage, wo sich der Sitz der Intelligenz befindet. *Embodiment* stellt einen möglichen Ansatz dar, um dieser Frage auf dem Grund zu gehen. Nach einer kurzen Einführung über den Begriff und einem historischen Abriss über die Entwicklung dieses Forschungsbereichs wird John Haugeland näher vorgestellt, auf dessen Artikel *Mind Embodied and Embedded* diese Arbeit aufbaut. Im Mittelpunkt

stehen die beiden Kapitel: *Simon's Ameise* und *Der Weg nach San Jose*. Danach werden aktuelle Forschungsthemen und die Anwendung auf die Psychologie näher besprochen. Den Abschluss bilden die Kritik an dieser Theorie und ein kurzes Fazit.

1. DEFINITIONEN: Was bedeutet *Embodiment* ?

Embodiment ist ein Begriff aus dem angloamerikanischen Raum, für den es noch keine einheitliche deutsche Entsprechung gibt. Wörtlich übersetzt bedeutet er zum einen *Verkörperung* oder *Verkörperlichung*, zum anderen wird die Bedeutung *Leiblichkeit* verwendet.

Was heißt das bezogen auf die Intelligenz? Anhänger der Embodiment-Forschung vertreten die Annahme, „dass Intelligenz einen Körper benötigt bzw. dass das sensorische und motorische System im menschlichen Gehirn und die Interaktion mit der Umwelt eine tragende Rolle bei der Ausbildung der Intelligenz spielt.“ (Bross, o.J., S. 1) Das hat zur Folge, dass die Psyche oder der Geist immer in einen Körper eingebettet sind. Intelligenz ist damit kein Zufallsprodukt. Diese Feststellung wird in folgender Graphik veranschaulicht:



Graphik 1: Geist-Körper-Umwelt-Interaktion nach Embodiment
(nach (Storch, Cantieni, Hüther & Tschacher, 2006, S. 15)

Die Gegenposition folgt einer These aus der klassischen Lerntheorie:



Graphik 2: Geist-Körper-Umwelt-Interaktion nach der klassischen Lerntheorie
(nach Storch, Cantieni, Hüther & Tschacher, 2006, S. 15)

Folgt man der Annahme aus Graphik 2, so werden Ereignisse aus der Umwelt in Form von Reizen vom Gehirn/dem Geist oder der Psyche aufgenommen, was zu einem spezifischen Verhalten, einer motorischen Reaktion des Körpers, führt. Diese Auffassung ist nicht falsch, sie vernachlässigt jedoch die „Einwirkungen der körperlichen Verfassung auf den Geist“. (Storch, Cantieni, Hüther & Tschacher, 2006, S. 15)

Embodiment heißt also nicht einfach nur, dass ein Geist ein Gehirn braucht. Zudem sind die Zusammenhänge nicht ein- sondern wechselseitig ausgestaltet (zirkuläre Kausalität/Bidirektionalität). [...] [Embodiment wird genutzt] als Verkörperung einer konkreten Emotion in einem Individuum [...], und als habituellem Niederschlag von Lebenserfahrung im Körper [...]. (Storch, Cantieni, Hüther & Tschacher, 2006, S. 15)

In einer weiteren Definition wird die *EEC* (*Embodied and Embedded Cognition*) als eine Zusammensetzung der beiden Komponenten *Embodiment* und *Embeddedness* beschrieben. Unter *Embodiment* wird folgendes verstanden:

Embodiment refers to the idea that the body's internal milieu (a.o. homeostatic and hormonal states) heavily influences the higher 'cognitive' processes in the brain, presumably via the emotional system (see e.g. Antonio Damasio's theory of somatic markers). To put it simply: the state of your body is a direct factor of importance on the kinds of cognitive processes that may arise in the higher parts of your brain.

(http://en.wikipedia.org/wiki/Embodied_Embedded_Cognition, eingesehen am: 05.05.2011)

Embodiment bezieht sich auf den Gedanken, dass das innere Milieu des Körpers höhere kognitive Prozesse beeinflusst, darunter versteht man beispielsweise den Hormonstoffwechsel, etc. Als weiterer wichtiger Aspekt kommt hinzu, dass vermutlich Emotionen eine gewisse Rolle spielen. Wissenschaftler konnten belegen, dass körper-

liche Empfindungen Gefühle und andere mentale Vorgänge beeinflussen können. Dazu sollen Teilnehmer eines Experiments einen Bleistift quer in den Mund nehmen, was dazu führte, dass sich die Mundwinkel der Probanden durch das Festhalten automatisch anhoben. In einem weiteren Schritt wurden der Experimental- und einer Kontrollgruppe (ohne Bleistift im Mund) Cartoons gezeigt. Als Ergebnis fanden die Forscher heraus, dass die Experimentalgruppe die gezeigten Bilder deutlich lustiger fanden als die Personen, die keinen Stift im Mund halten sollten. Sie schlossen darauf, dass bereits ein unbewusstes Lächeln und damit eine Veränderung der Mimik die Menschen in eine fröhlichere Stimmung versetzten. Doch nicht nur die Mimik trägt dazu einen wesentlichen Teil bei, sondern auch die gesamte Körperhaltung. (Vgl. Amrhein, 2011) D.h. „dass sich psychische Zustände einerseits im Körper ausdrücken (,nonverbal‘ als Gestik, Mimik, Prosodie, Körperhaltung), andererseits sich Wirkungen in umgekehrter Richtung zeigen, dass Körperzustände wie Mimik oder Körperhaltungen psychische Zustände beeinflussen.“ (Stangl, o.J.)

Embeddedness lässt sich, wie folgt, definieren:

Embeddedness refers to the idea that physical interaction between the body and the world strongly constrain the possible behaviours of the organism, which in turn influences (indeed, partly constitutes) the cognitive processes that emerge out of the interaction between organism and world.

(http://en.wikipedia.org/wiki/Embodied_Embedded_Cognition, eingesehen am: 05.05.2011)

Anders als *Embodiment* versteht man unter *Embeddedness* den Gedanken, dass die Interaktion zwischen Körper und Umwelt das mögliche Verhalten des Organismus beeinflusst.

2. HISTORISCHER ABRISS: Wie entwickelte sich die Theorie?

Betrachtet man die Geschichte der Wissenschaft, so stellt man fest, dass sie als ein Ablauf von Strömungen und Gegenströmungen angesehen werden kann. Sehr ähnlich verhielt es sich bei der *Cognitive Science*, die sich aus der kognitiven Wende (als Reaktion auf den Behaviorismus) in der Mitte des 20. Jahrhunderts entwickelte.

Die Idee, die hier unter dem Begriff *Embodiment* thematisiert wird, entstand in der Mitte der 1980er Jahre aufgrund einer Unzufriedenheit mit dem klassischen KI-Ansatz. Diese war lange Zeit der Meinung, dass das Denken und die Intelligenz eine bloße Verarbeitung von Informationen sei, die als Symbole an das Gehirn weitergeleitet werden. Doch diese Annahme ist zu kurz gefasst, wenn man Intelligenz in ihrem Ganzen erfassen möchte. Aus diesem Grund kritisierte man an der klassischen KI, dass diese keine zufriedenstellenden Lösungen für Probleme bieten konnte, die sich ergaben, wenn sich Roboter in der realen Umgebung bewegten. (Vgl. Beer, 2008, S. 99f)

Die Theorie *Embodiment* ist der Meinung, dass der menschliche Geist „nur als ein verkörperte[r], leibhaftige[r]“ vorhanden ist, der sich „aus dem dichten Beziehungsgeflecht zwischen Körper und Geist“ konstituiert. (Kern, 2009, S. 34) Da sie sich ursprünglich auf eine These der Kognitionswissenschaften bezieht, ist man der Meinung, dass die menschliche Intelligenz ein Substrat benötigt, was eine physikalische Interaktion mit dem Körper voraussetzt. Der Philosoph John Galagher, ein Vordenker der Theorie, beschreibt diese Wechselwirkung sehr treffend, wenn er sagt:

Die Gestalt unseres Körpers determiniert die Erfahrungen, die wir mit ihm überhaupt machen können. Wenn sie einen anderen Körper hätten, würden sie die Welt auch ganz anders wahrnehmen. Machen Sie doch einmal folgendes Gedankenexperiment: Was würde passieren, wenn man die so genannte ‚menschliche Seele‘ aus dem menschlichen Körper herausnehmen und einem Frosch einpflanzen würde? Hätten Sie dann wohl noch die gleiche Sicht der Welt? ... Natürlich nicht! Die Intelligenz des Menschen, sein Denken und sein Bewusstsein, leiten sich aus seinem Handeln und Sich-Bewegen in der Umwelt ab, mit welcher er in körperlicher Wechselbeziehung steht. (Kern, 2009, S. 34f)

Das Konzept des *Embodiment* fordert damit eine zweifache Einbettung, damit das Gehirn intelligent arbeiten kann:

- Einerseits steht der Geist oder das Gehirn immer im Bezug zum Körper,
- andererseits sind der Geist und der Körper in die Umwelt eingebettet.

Embodiment umfasst damit jeden Bereich des Lebens. Eine Feststellung, die dazu beitrug, dass der Begriff heute in der Sozial-, Entwicklungs- oder Klinischen Psychologie mit der allgemeinen Bedeutung *Wechselwirkung zwischen Geist und Psyche* verwendet wird.

3. JOHN HAUGELAND: Biographie und sein Beitrag zum *Embodiment*.

John Haugeland, ein bekannter amerikanischer Philosoph, wurde am 13. März 1945 geboren. Er arbeitete als Professor an der Universität von Chicago und war dort Leiter des Fachbereichs für Philosophie. Haugeland wurde besonders für den Begriff GOFAI (Good old fashioned artificial intelligence) sehr bekannt. Diese Bezeichnung soll die klassische künstliche Intelligenz, welche sich mit der Beeinflussung symbolischer Repräsentationen auseinander-



Bild 1: J. Haugeland

setzt, von neueren Verfahren abgrenzen, die sich vielmehr mit dem Bewusstsein der Umwelt eines Systems befassen und meistens eher reaktiv sind, wie zum Beispiel die neuronalen Netze. John Haugeland beschäftigte sich vor allem mit der Philosophie des Geistes, der Kognitionswissenschaft, der Phänomenologie und Martin Heidegger. Er starb am 23. Juni 2010 im Alter von 65 Jahren.

John Haugelands Beitrag zum *Embodiment*

John Haugeland ist ein Vertreter der Verkörperung („embodied“) und Einbettung („embedded“) des Körpers in die Umwelt. Seine Betrachtungsweise der kognitiven Phänomene ist holistisch in einem Kontext zu sehen. Ein Phänomen als isoliert zu betrachten, ist für ihn unsinnig. Wenn eine mentale Attribution auftritt, sollte die Umwelt des Individuums integriert werden. Mentale Prozesse, die unabhängig sind, werden von Haugeland als unmöglich gesehen. Solche Verfahren zur Erforschung der künstlichen Intelligenz wurden von Haugeland mit dem Begriff GOFAI bezeichnet.

4. INTIMACY und GIBSON'S ÖKOLOGISCHE VISUELLE WAHRNEHMUNG

Lange Zeit dominierte in der Wissenschaft die Meinung, dass der Geist unabhängig von anderen Bereichen agiere und damit selbstständig und selbstbestimmt sei. Descartes, der diese Annahme ins Leben rief, unterschied zwischen *res extensa*, aus wel-

chem alles Materielle besteht, und *res cogitans*, das Gedachte, das unabhängig von der Materie sei. Dadurch ergab sich eine Trennung zwischen Körper und Geist, was heute noch unter dem Begriff Leib-Seele-Problem diskutiert wird. (Vgl. Hollendung, o.J.)

Obwohl diese Annahmen immer wieder heftig diskutiert wurden, waren die Uneinigkeiten in den letzten Jahren von allgemeiner Art, deren Vertreter Haugeland mit dem Begriff *Interrelationisten* erfassen möchte. Sie akzeptierten zwar, dass der Geist oder das Denken einige grundlegende Merkmale, wie Intentionalität oder Normativität aufweisen würde, stritten dann aber darüber, dass solche Merkmale unmöglich wären, außer in Abhängigkeit von Beziehungen zu höheren, überindividuellen Netzwerken. D.h., dass jedes Merkmal Teil eines größeren Ganzen ist und in diesem Ganzen einen gewissen Platz zugewiesen bekommt.

Als Beispiel führt Haugeland einen Zug in einem Spiel an: Wenn man ein kleines Stückchen Plastik umherschibt, das wie ein Turm aussieht, kann dieses nur in einem gewissen räumlichen und zeitlichen Kontext bewegt werden. Zudem ist der Turm von anderen Schachfiguren und deren Zügen abhängig. Es wäre Unsinn, ihn als Turm zu bezeichnen, wenn er sich nicht in einem solchen Kontext bewegt. D.h. die Argumente der *Interrelationisten* sind in einem spezifischen Sinn als holistisch zu betrachten, weil sie annehmen, dass kognitive Phänomene zu einer Klasse von Phänomenen gehören, die ihre Wirksamkeit durch die einschränkenden Beziehungen zu anderen erhält. Verhalten kann damit nicht als intentional oder normativ angesehen werden, wenn man es aus seinem Kontext herauslöst. Mentale Attribution bedeutet, dass man die Lebensumwelt und die Gesellschaft einbezieht. Damit werden unabhängige mentale Prozesse unmöglich.

Diese Überlegungen werden von Haugeland als unvollständig und verzerrt wahrgenommen. Er kritisiert, dass die Trennung von Körper und Geist nicht aufgehoben, sondern sogar verstärkt wird. Als Lösung schlägt er die Leiblichkeit und Eingebettetheit des Geistes in seine Umwelt vor, die er mit dem Begriff *intimacy* bezeichnet. Er meint damit, dass es mehr als eine Abhängigkeit oder notwendige Wechselbeziehung geben müsse, sondern eher eine Art Vermischung oder Integrierung von Geist, Körper und Umwelt. Damit soll die Verschiedenheit der drei Aspekte ausgeglichen werden. (Vgl. Haugeland, 1998, S. 207ff)

Zur Veranschaulichung des Begriffs *intimacy* kann man Gibsons ökologische Wahrnehmung heranziehen.

Der amerikanische Psychologe James J. Gibson wurde am 27. Januar 1904 in McConnellsville geboren und beschäftigte sich in seinem Leben vor allem mit der Wahrnehmungspsychologie. Er erklärt eine psycho-ökologische Theorie der visuellen und der allgemeinen Wahrnehmung. Das Hauptaugenmerk seiner Theorie ist die Interaktion des Wahrnehmenden mit der Umwelt. Unter der „ökologischen Auffassung“ versteht er die Gegenseitigkeit von Tier und Umwelt. Dadurch sind Tier und Umwelt als ein unzertrennliches Paar zu sehen, das heißt kein Tier kann ohne die Umwelt leben und umgekehrt. Diese Idee wird von Gibson in seinem Begriff *Affordance* wieder aufgegriffen. *Affordance* ist die Qualität eines Objekts oder einer Umwelt, welche ein individuelles Ausführen einer Aktion erlaubt. Gibson bezeichnete komplexe *Affordances*, wie wenn man sich zum Beispiel in einer kritischen Situation befindet oder nicht weiß ob man bestimmte Sachen essen kann, als high- order invariants. „It implies the complementarity of the animal and the environment“ (Haugeland, 1998, S. 222). Folglich ist genau diese von Gibsons dargestellte Kulmination von der ökologischen visuellen Wahrnehmung, in der Umwelt und Tier in einem wechselseitigen Verhältnis stehen.

5. SIMONS AMEISE: Eine Parabel

In einem weiteren Kapitel von Haugelands Artikel möchte er die Sichtweisen des *Embodiments* näher erläutern. Dazu verwendet er ein Gleichnis aus Herbert Simons Aufsatz *The Sciences of the Artificial. Embedded Artifice in Nature*.

We watch an ant make his [sic] laborious way across a wind- and wave-molded beach. He moves ahead, angles to the right to ease his climb up a steep dunelet, detours around a pebble, stops for a moment to exchange information with a compatriot. Thus he makes his weaving, halting way back to his home. ... Viewed as a geometric figure, the ant's path is irregular, complex, hard to describe. But its complexity is really a complexity in the surface of the beach, not a complexity in the ant. (Simon, 1969/81, S. 63f zitiert nach Haugeland, 1998, S. 209)

Simon beschreibt hier den mühsamen Weg einer Ameise, die sich über den von Sand und Wellen geformten Strand fortbewegt, Hindernissen ausweichen muss und so ihren Weg durch die Umgebung bis nach Hause fortsetzt.



Bild 2: Ameise am Strand

Es werden zwei unterschiedliche Aspekte des *Embodiment* angesprochen:

Als Erstes, dass sich das komplexe Verhalten der Ameise aus der Komplexität ihres Weges (also der Beschaffenheit der Umgebung) ergibt, den sie zurücklegt. Was zur Folge hat, dass man Verhalten viel einfacher erklären kann, als es die Wissenschaft bisher angenommen hat. Das würde bedeuten, dass einfache Regeln implementiert werden könnten: Wenn sich links ein Hindernis befindet, dann drehe dich nach rechts, wenn rechts ein Hindernis ist, dann drehe dich nach links, etc. Wenn die Ameise nach diesen Regeln handelt und mit ihnen Entscheidungen trifft, dann ist ihr Verhalten durch die Umwelt determiniert.

Als zweiter Punkt wird die Verkörperung oder Leiblichkeit angesprochen, da das Verhalten der Ameise vom *Embodiment* determiniert wird. Würde man die Ameise um ein 100faches vergrößern und noch einmal diesen Weg laufen lassen, dann würde ihr Weg viel geradliniger verlaufen, da manche Objekte kein Hindernis mehr darstellen würden. Es reicht also nicht aus, das Programm zu kennen, um Verhalten zu verstehen, sondern es ist wichtig, zu wissen, wie die neuronalen Strukturen in den Organismus eingebettet sind. (Vgl. Pfeifer, 1999, o.A.)

Haugeland kritisiert diese beiden Rückschlüsse, die Simon aus seinem Gleichnis zieht: Auf der einen Seite bemängelt er, dass es zu einer Vereinfachung bzw. Simplifizierung von Intelligenz kommt, wenn man die Komplexität den Dingen außerhalb des Menschen zuschreibt. Die Leistung des Gehirns auf situative Faktoren der Umwelt zu reagieren, würde damit reduziert werden. D.h. das Gehirn wäre nicht mehr als ein Daten verarbeitender Mikrochip.

Auf der anderen Seite hängt die Komplexität nicht allein vom menschlichen System ab. Die Forschung darf sich nicht allein auf den Menschen konzentrieren, sondern muss den Organismus als Teil eines größeren Systems betrachten.

Er kommt zu dem Schluss, dass Intelligenz mehr als ein innerer, körperloser Geist sei, da er von der Körperlichkeit und der konkreten Umwelt abhängt. Er sieht das Gedächtnis und den Geist als eine große umfassende Struktur, die in den Körper eingebettet ist, egal ob sie künstlich oder natürlich ist.

Haugeland war nicht der einzige, der Simons Annahmen kritisierte, trotzdem bezog man sich 20 Jahre später auf seine Überlegung, dass insektenähnliche Roboter sich auf die gleiche Weise wie eine Ameise am Strand bewegen müssten. Einer der Wissenschaftler war Alan Brooks, der 1990 eine *Kreatur* namens *Herbert* erschuf. Herbert ist eine selbstangetriebene Vorrichtung, ungefähr in der Größe eines Mülleimers, mit verschiedenen Sensoren, einem beweglichen Arm und der Intelligenz eines Krebses.

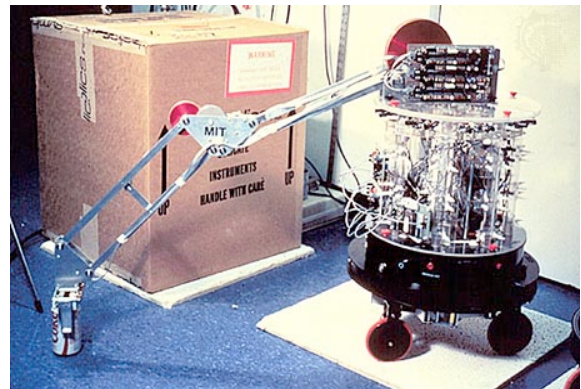


Bild 3: Herbert

Seine Aufgabe besteht darin, im MIT AI Labor nach leeren Limonadenbüchsen zu suchen, diese aufzunehmen und in einem Zentralmülleimer zu entsorgen. Im Vergleich zu anderen Robotern aus den 70er Jahren, die die gleichen Aufgaben erfüllen konnten wie Herbert, besteht seine besondere Leistung darin, dass er sich in einer Umgebung zurecht finden kann, die nicht speziell auf einen Roboter ausgelegt ist. Es befinden sich keine Leitfäden auf dem Boden oder an den Wänden, sondern Herbert muss sich in dem Durcheinander und der Unordnung eines realen Arbeitsplatzes bewegen. Die Mitarbeiter gingen ihren Beschäftigungen nach, ebenso auch Herbert, der es schaffte, diese relativ ungastliche und wechselhafte Umgebung zu bewältigen.

Bedeutend ist dabei nicht dieser besondere Erfolg des Zurechtfindens, sondern das Design auf dem Herbert beruhte. Seine Fähigkeiten bestanden nicht aus lokalen Funktionen oder Fertigkeiten, sondern er war mit sehr globalen Mechanismen aus-

gestattet. Jede der Aktionen, die Herbert ausführen konnte, waren ein eigenes Subsystem. Aktivität ist damit ein Muster von Interaktionen mit der Umwelt.

Herbert hat ein Subsystem für das Entdecken und Vermeiden von Hindernissen, die sich auf seinem Weg befinden, ein anderes für das Umgehen von Hindernissen, ein drittes für das Auffinden der Limonadenbüchsen und das Ergreifen von ihnen, ein viertes für das Erkennen von Sodabüchsen, die sich in seiner Nähe befinden, ein fünftes, um etwas zwischen den Fingern zu spüren und diese zu schließen, etc. Verblüffend an diesen 14 Subsystemen ist, dass diese Input-Output-Systeme sind, die mehr oder weniger unabhängig voneinander arbeiten. Eine vollkommene Unabhängigkeit ist allerdings nicht möglich, da eines dominieren muss, wenn beispielsweise zwei verschiedene Subsysteme planen, den Roboter gleichzeitig zu bewegen. D.h. es muss Schnittstellen geben zwischen diesen einzelnen Systemen. Die meisten Interaktionen allerdings sind nach Brooks Interaktionen mit der Umwelt.

Mit anderen Worten könnte man sagen, dass jede dieser Aktivitäten der einzelnen Subsysteme wie der Gang von Simons Ameise sind. Jede schließt enge Interaktionen mit spezifischen Aspekten der Umwelt ein. Diese verantwortlichen Aspekte sind damit mindestens so wichtig, wie die Struktur der eingebauten Teile der verschiedenen miteinander in Verbindung stehenden Subsysteme. Das bedeutet, dass jedes von Herberts Subsystemen etwas geistliches, körperliches und weltliches umfasst. D.h. dass keine Trennung zwischen Körper, Geist und Umwelt stattfindet, sondern vielmehr eine Trennung verschiedener Ebenen, die diese drei Bereiche auf ihren verschiedenen Wegen schneiden.

6. DER WEG NACH SAN JOSE

Laut Haugeland leben wir in einer bedeutsamen Welt, in der wir zu Hause sind. Wir befinden uns inmitten unserer Utensilien, an die wir uns bereits schon gewöhnt haben. Doch im weiteren Einblick muss unsere bedeutsame Welt mit der Intelligenz verbunden werden. Dazu stehen uns diverse Hilfsmittel zur Verfügung, damit wir mit der Gegenwart und dem Manifest zurechtkommen. Diese Hilfsmittel dürfen auf keinen Fall mit Repräsentationen verglichen werden. Dies wird deutlich durch die

Metapher „Der Weg nach San Jose“. San Jose ist eine entfernte Stadt, die charakteristisch für die Intelligenz steht. Zudem würde es ein Kognitionswissenschaftler instinktiv auf eine Repräsentation zurückführen. Also eine innere und äußere Karte oder ein Informationsset, welche vergleichbar mit dem intelligenten System sind und den Weg nach San Jose finden sollen. Allerdings gibt es nicht nur einen Weg nach San Jose. Ein anderer Ansatz wäre, dass man einen Pferdestall hat und jedes einzelne Pferd für einen bestimmten Weg geschult ist. Dann müsste die Person nur das richtige Pferd nehmen, sich darauf setzen, los reiten und am Ziel absteigen. Hier sind wir dazu geneigt zu sagen, dass das Pferd den richtigen Weg weiß und nicht der Reiter, das heißt, man ist passiv. Haugeland würde einen anderen Ansatz wählen. Er würde die richtige Straße, also die Interstate 880 south nehmen bis er am Ende in San Jose ist. Können wir also behaupten, dass die Straße den richtigen Weg kennt oder arbeiten wir vielleicht mit der Straße zusammen? „The internal guidance systems and the road itself must be closely coupled“ (John Haugeland, 1998, S. 234). Demnach muss die Information in der Straße enthalten sein. Diese muss aber mit den eigenen Fähigkeiten verbunden werden. Wenn man sich detailliertere Gedanken darüber macht, könnte man erwidern, dass es intelligente Ingenieure waren, die die Straße konstruiert und gebaut haben und diese den Weg nach San Jose wissen. Sie haben also ihr Wissen indirekt weitergegeben. Geht man noch mehr in die Tiefe, könnte man wiederum entgegen, dass ein Waldpfad nicht von intelligenten Menschen konstruiert werden muss und man dennoch zu einem Ziel kommt. Nichtsdestotrotz, was wäre wenn wir von einem anderen Startpunkt ausgehen oder einen anderen Zielort wählen würden? Laut Haugeland würde es da kein Problem geben, weil das jetzige Wissen in der ganzen Welt eingebettet ist, das heißt das Wissen wird über Generationen hinweg weitergegeben und fließt dadurch in unsere Welt ein. Demzufolge wird es mit allen anderen Menschen der Welt geteilt. Durch das geteilte Wissen, gibt es dann zum Beispiel überall Straßenschilder und Straßen, die den Weg zum Ziel von anderen Menschen „gelernt“ bekommen haben und dadurch „kennen“. Die Menschen brauchen keine Repräsentationen, sondern sie benutzen das Wissen, welches in der Welt eingebettet ist.

7. KÖRPER IM KOPF: Aktuelle Themen zum *Embodiment*.

Intelligenz, Bewusstsein und Denken leiten sich aus dem Handeln des Menschen in seiner Umwelt ab. Einem Handeln, das eben grundlegend auf körperlichen Wechselbeziehungen mit seiner Umwelt beruht. Wie weit kommt man mit diesem Ansatz? Wie stark kann man ihn untermauern? (Hubert, 2008)

Peter König, ein Kognitionswissenschaftler der Universität Osnabrück, hat sich mit seinem Team die Frage gestellt, ob der Mensch den Himmel spüren könne. Damit beschäftigte er sich mit der Annahme, ob der Mensch eine neue Form von sinnlicher Wahrnehmung entwickeln könne, wenn eine besondere Form der Interaktion mit der Umwelt besteht. 15 Versuchspersonen wurden dabei mit einem vibrierenden Gürtel ausgestattet, wobei ein eingebauter elektrischer Kompass den Gürtel auf den magnetischen Nordpol eichte. D.h. dass immer nur einer der 13 Vibratoren aktiv war, nämlich der, der am meisten nach Norden zeigte. Die Versuchspersonen konnten dadurch den Norden fühlen.

Bisher wusste man nur von einigen Tierarten, wie Schildkröten, Tauben oder Haien, dass sie sich magnetische Informationen zunutze machen, um sich zu orientieren. Die Frage, ob dies auch beim Menschen möglich wäre, war für König ein Beweis für die Annahmen des Embodiments. Nach einer mehrwöchigen Gewöhnungsphase wurden die Teilnehmer mehreren Tests unterzogen. Einer davon bestand darin, dass die Versuchspersonen mit verbundenen Augen den Weg aus einem Labyrinth finden sollten. Tatsächlich bestätigte sich die Vermutung, sodass alle Personen mit Gürtel schneller herausfanden als eine Gruppe, die keinen Gürtel um die Hüften trug. D.h. es konnte ein positiver Effekt verzeichnet werden.

In einem weiteren Test wollten die Wissenschaftler herausfinden, ob die Menschen bewusst auf die Signale des Gürtels reagierten oder ob sich das Gefühl für den Norden auch verinnerlichen lässt, sodass es auch zu unbewussten Effekten kommt. Dazu mussten sich die Probanden auf einen Stuhl setzen, der sich drehte. Normalerweise ist es so, dass die Augen bei einer Drehung zuerst an einem Objekt haften bleiben und erst nach einer gewissen Zeit eine ruckartige Drehbewegung vollziehen. Wenn man sich allerdings lange genug mit geschlossenen Augen um die eigene Achse dreht, vergisst man nach einer kurzen Zeit, dass sich der Körper eine solche Bewegung vollzieht. D.h. auch die Augen vollziehen diese ruckartigen Bewegungen nicht

mehr. Die Wissenschaftler konnten hier allerdings ein anderes Ergebnis nachweisen. Tatsächlich war es so, dass sich die Augen der Probanden mit dem Körper mitdrehten und sich das Vergessen nicht einstellte. König leitete daraus ab, dass die Signale „offensichtlich einen tiefen und unbewussten Effekt auf das Körpergefühl aus[übten].“ (Hubert, 2008) Hinzu kam, dass die Versuchspersonen darüber berichteten, dass sich ihre Wahrnehmung der Umwelt verändert hätte.

„Das körperliche Vibrationssignal ‚Hier ist Norden‘ veränderte also auch entscheidend das subjektive geistige Erleben dieser Testpersonen.“ (Hubert, 2008) Als Einschränkung sollte allerdings erwähnt werden, dass die Probanden dieses neue Gefühl sehr rasch wieder verloren, nachdem sie den Gürtel nicht mehr trugen.

In einer weiteren Untersuchung, die sich mit der Theorie zum *Embodiment* beschäftigte, ging man der Frage nach, ob es möglich sei, Roboter aus menschenähnlichem Material zu bauen.

Lässt sich das nachbauen, was an Intelligenz direkt in der Körpermorphologie und in deren Umweltinteraktion steckt – oder kann man [...] auch abstrakte Fähigkeiten des Geistes wie Sprechen oder Denken entwickeln? (Hubert, 2008)

Rolf Pfeifer, der sich mit dieser Annahme auseinandersetzte, erklärt dies an dem mathematischen Gesetz der Transitivität. Dieses besagt: Wenn A größer ist als B und B größer ist als C, dann ist A größer als C. In Experimenten von Linda Smith, einer Entwicklungspsychologin, sollte dieses abstrakte Gesetz von Kindern erlernt werden. Dazu verwendete sie eine Reihe von Behältern unterschiedlicher Größe, die den Kindern präsentiert wurden. Sie zeigte ihnen, dass in einem großen Behälter mehrere kleinere stecken können. Wenn die Kinder nun rein zufällig mit diesen Behältern spielen und lernen, wie sie diese ineinander verschachteln können, haben sie „rein körperlich die Grundlagen [erworben], um das mathematische Prinzip der Transitivität zu verstehen.“ (Hubert, 2008)

Dieses Ergebnis möchte Rolf Pfeifer in Zukunft auf Roboter anwenden, „er hofft, dass Roboter ähnlich wie Kinder durch körperliche Interaktionen mit der Umwelt – quasi von selbst – höhere geistige Eigenschaften entwickeln – als immer abstrakter werdende Muster von zunächst nur reflexartigen Verhaltensweisen.“ (Hubert, 2008)

Diese beiden Untersuchungen stellten nur eine Auswahl dar, um zu zeigen, in welchen Bereichen die Theorie verwendet wurde. Allerdings gibt es mehrere Teilgebiete der Psychologie, durch die sich *Embodiment* begründen lassen. Diese sollen hier in einem kurzen Überblick dargestellt werden:

7.1 Kognitionswissenschaftliche Erkenntnisse

Wie bereits erwähnt, wurde von Vertretern der Künstlichen-Intelligenz-Forschung lange Zeit die Meinung vertreten, dass Denken oder Intelligenz nicht mehr als eine „symbolische Informationsverarbeitung“ darstellt. (Kern, 2009, S. 35) Diese Annahme kann allerdings mit folgenden drei Fakten widerlegt werden:

Erstens kann der Prozess der Wahrnehmung als mehr gesehen werden als ein bloßer Vorgang, bei dem die Welt abgebildet wird. Dies lässt sich an folgendem Beispiel verdeutlichen: Wenn wir mit einer anderen Person sprechen, dann nehmen wir nicht nur das wahr, was die Person sagt, sondern es werden auch andere Dinge „mitwahr genommen“. So können wir beispielsweise über die Stimmlage der Person herausfinden, in welcher Stimmung sie sich befindet, welche Emotionen mit der Aussage verbunden sind, etc. Dies geschieht allein dadurch, dass wir uns empathisch in die Person hineinversetzen können, ohne ihre konkrete Situation durch viele einzelne Nachfragen zu rekonstruieren.

Als weiterer Punkt kann angeführt werden, dass das menschliche Denken immer auf ein Ziel ausgerichtet ist, es ist intentional gefärbt. D.h. die Symbole, die wir beim Denken verarbeiten, stehen nicht für sich selbst, sondern können immer als eine Interaktion mit der Umgebung durch den Körper verstanden werden. Als Beispiel könnte man sagen, dass der Mensch sein Verhalten wie selbstverständlich an verschiedene Situationen anpassen kann, mit denen er konfrontiert wird.

Zuletzt kann als weiterer Beweis angeführt haben, dass die menschliche Intelligenz einen besonderen Zustand erreichen kann, den man mit dem Begriff *Flow-Erlebnis* näher beschreiben kann.

Dabei befindet sich der Mensch vollkommen ‚im Fluss‘ der augenblicklichen Situation: Körper, Geist und Handeln werden eins und dieses vollkommene In-der-Welt-Sein wird als Glückszustand erlebt. (Kern, 2009, S. 35f)

Der Kognitionswissenschaftler Wolfgang Tschacher fasst zusammen: ‚Nichtsprachliche, unbewusste Prozesse auf der Basis einer von Gefühl, Körper und Situation angetriebenen und geformten geistigen Selbstorganisation bilden die

Grundlage von Intelligenz.' (Kern, 2009, S. 36, zitiert nach Tschacher, 2006, S. 34)

7.2 Neurowissenschaftliche Ergebnisse

„Das Gehirn ist mit dem Körper nicht einfach nur durch den Hals verbunden, sondern Gehirn und Körper bilden eine untrennbare funktionelle Einheit.“ (Kern, 2009, S. 36, zitiert nach Hüther, 2006, S. 75) Dieser Austausch findet sowohl über den Blutkreislauf, als auch über afferente und efferente Nervenbahnen statt. So ließ sich durch neurowissenschaftliche Forschungen das Ergebnis bestätigen, dass Körper und Geist eine untrennbare Einheit bilden. Es konnte beispielsweise gezeigt werden, dass „immunologische Reaktionen über das Gehirn gesteuert oder dass wichtige Botenstoffe, die auf die Aktivierung bestimmter neuronaler Netzwerke im Gehirn, damit aber auch auf das psychische Befinden einwirken, im Darm gebildet werden.“ (Kern, 2009, S. 36) Diese Verbindung zwischen Körper und Geist wird bereits in der siebten Schwangerschaftswoche angelegt.

7.3 Psychologische Aspekte

In der Emotionspsychologie geht man seit längerem der Frage nach, ob der affektive oder der körperliche Aspekt am Anfang steht, wenn man Trauer empfindet. D.h. „Weine ich, weil ich traurig bin, oder bin ich traurig, weil ich weine?“ (Kern, 2009, S. 37, zitiert nach Myers, 2005, S. 531f).

Wie bereits zu Beginn erwähnt, weiß man heute, dass beide Richtungen möglich sind. Einerseits kann das psychische Erleben das Verhalten beeinflussen, auf der anderen Seite kann eine Veränderung im Körper Auswirkungen auf die psychische Befindlichkeit haben. Diese Zusammenhänge werden unter dem Begriff *Body-feedback* zusammengefasst. Paul Ekman setzte sich beispielsweise damit auseinander, wie sich eine Veränderung der Mimik auf die emotionale Befindlichkeit auswirkte. Auch die *Progressive Muskelentspannung* von Jacobson bedient sich diesem Phänomen. „Hier stellt sich über bewusste An- und Entspannung gezielt ausgewählter Muskeln auch eine psychische Beruhigung und Erholung ein.“ (Kern, 2009, S. 37)

8. KRITIK AN DER THEORIE ZUM EMBODIMENT

Embodiment führt nicht bei jedem zu positivem Anklang, denn es gibt auch genügend Menschen, die daran Kritik ausüben, wie zum Beispiel der deutsche Philosoph und Professor der Universität Mainz Thomas Metzinger, dessen Hauptaufgabenbereiche die Philosophie des Geistes, die Wissenschaftstheorie der Neurowissenschaften und die Neuroethik sind. Er kritisierte die Entwicklung von Robotern und dessen Embodiment. Denn seiner Meinung nach würden die Roboter, durch die Erzeugung von künstlichen Selbstmodellen, auch eine Form von Leid erfahren können, welches von uns Menschen entwickelt worden ist. Dadurch entstehen jedoch Probleme, denn es tritt die Frage auf, ob es überhaupt ethisch machbar ist, dass wir Menschen Roboter entwickeln, die nach unseren Wünschen agieren. Tatsache ist, dass momentan das Militär in die Forschung und Entwicklung der Roboter das meiste Geld investiert, da es sich davon sogenannte „Kampfroboter“ erhofft, welche irgendwann die Soldaten ersetzen sollen. Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass die entwickelten Roboter selbstständig sind und einen eigenen Willen besitzen, welcher in gewissen Situationen dann auch zu einer Gefahr für die Menschen werden kann. Wichtig ist auch zu erwähnen, dass bereits erwiesen worden ist, dass eine Kommunikation unter den Robotern möglich ist. Doch wie kommunizieren Roboter mit Menschen? Durch die künstliche Selbstrepräsentation können sie jedoch nur sehr schwer mit uns Menschen kommunizieren. Denn es fehlt eine gemeinsame Interaktionsebene. Embodiment wird nicht nur hinsichtlich der Robotik kritisiert sondern auch im Bereich Linguistik. Der deutsche Philosoph Albert Newen meint, das Embodiment Phänomene beinhalten sollte, die in einer unvermeidbaren Form verkörpert sind, wie zum Beispiel der Gesichtsausdruck von Menschen, denn was dieser ausdrückt, kann nicht sprachlich beschrieben werden. Somit ist der Gesichtsausdruck eine wichtige Form des Embodiments (Verkörperung). Bei der Verwendung von sprachlichen Hilfsmitteln, entwickeln wir Repräsentationen, welche kontext- und situationsunabhängig sind. Demzufolge besitzen wir eine ausgesprochen große Vielfalt an Handlungen, die uns Menschen ausmachen, wie zum Beispiel die Reflexion über den Ablauf des nächsten Tages und die daraus folgenden Handlungen.

Ob der verkörperte Geist im strikten Sinne nur einen Teilbereich des menschlichen Geistes ausmacht, oder ob Geist sich insgesamt aus den Wurzeln des Körper-Umwelt rekonstruieren lässt, muss beim jetzigen Stand der Dinge of-

fen bleiben. Dass aus dem Forschungsprogramm des Embodiment wichtige Anregungen über die Natur und die Wurzeln des Geistes kommen, scheint jedoch heute schon sicher zu sein. (Hubert, 2008, o.A.)

9. AUSBLICK

In dieser Arbeit wurde versucht, einen Einblick in die Theorie zum *Embodiment* zu geben. Natürlich konnten nicht alle Aspekte Berücksichtigung finden, sondern nur ausgewählte Bereiche näher beschrieben werden. Im Mittelpunkt standen die Ergebnisse, die John Haugeland in seinem Artikel *Mind Embodied and Embedded* erläutert hat. Zudem sollte ein Einblick in verschiedene aktuelle Forschungsansätze gegeben werden. Trotz der zuletzt genannten kritischen Stimmen, die es grundsätzlich als Reaktion auf neue Forschungsansätze geben wird, konnte gezeigt werden, dass die Theorie Ansätze liefert, um das Konstrukt Intelligenz auf andere Weise zu erfassen, wie in den letzten Jahren angenommen wurde. Ob der verkörperte Geist nur ein Teil der menschlichen Intelligenz ist, oder ob der Geist als Interaktion zwischen Körper und Umwelt anzusehen ist, ist nach heutigem Stand der Forschung noch nicht geklärt. Ob es tatsächlich in einigen Jahren Roboter geben wird, die ein Bild ihres Selbst bzw. Selbstbewusstsein haben, ist eher zu bezweifeln. Doch trotz der Tatsache, dass viele Fragen offen bleiben, kann man nie wissen, wohin diese Vorstellung von menschlicher Intelligenz führen wird.

10. LITERATURVERZEICHNIS

- Amrhein, C. (2011): *Wie körperliches Empfinden die Gefühle beeinflusst*.
Eingesehen unter: <http://www.welt.de/gesundheit/psychologie/article12642760/Wie-koerperliches-Empfinden-die-Gefuehle-beeinflusst.html> (Datum des Zugriffs: 20.04.2011).
- Beer, R. (2008): The Dynamics of Brain-Body-Environment Systems: A Status Report. In Calvo, P. [Hrsg]: *Handbook of cognitive science. An embodied approach* (1. ed.). Amsterdam: Elsevier (Perspectives on cognitive science), S.99-100.
- Bross, F. (o.A.): *Vom kartesischen [sic!] Dualismus zur embodied cognition*.
Eingesehen unter: http://fabianbross.de/embodied_cognition.pdf (Datum des Zugriffs: 20.04.2011).
- Gibson, J. (1982): *Wahrnehmung und Umwelt*. München, Wien: Urban & Schwarzenberg.
- Haugeland, J. (1987): *Artificial intelligence*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Haugeland, J. (1987): *Künstliche Intelligenz – programmierte Vernunft?*. Hamburg: McGraw-Hill.
- Haugeland, J. (1998): Mind Embodied and Embedded. In J. Haugeland, *Having Thought: Essays in the Metaphysics of Mind*. Harvard University Press.
- Hollendung, S. (o.J.): *Descartes Cogito, ergo sum*.
Eingesehen unter: <http://www.descartes-cogito-ergo-sum.de/seite-18.html> (Datum des Zugriffs: 20.04.2011).
- Hubert, M. (2008): *Körper im Kopf. Wissenschaftler erforschen die leibhaftigen Wurzeln des Geistes*. Eingesehen unter: <http://www.dradio.de/dlf/sendungen/wib/722397/drucken/> (Datum des Zugriffs: 20.04.2011).
- Kern, M. (2009): *Klangerfahrung als Embodiment: Leiborientierte Ressourcenaktivierung durch vibroakustische Methoden bei Para- und Tetraplegikern*. Masterthesis der Hochschule Heidelberg.
Eingesehen unter: http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=966018745&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=966018745.pdf (Datum des Zugriffs: 30.05.2011).
- Pfeifer, R. (1999): *Lernen von Robotern und mit Robotern oder „Nicht alles ist digital“*. Notizen zu: GDI-Tagung.
Eingesehen unter: http://www.digitalbrainstorming.ch/db_data/events/robotlernen/text01.pdf (Datum des Zugriffs: 20.04.2011).

Rost, D. H. (2009): *Intelligenz. Fakten und Mythen*. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

3sat/Scobel (2009, aktualisiert 2010): *Künstliche Intelligenz. Was der Mensch dem Roboter immer noch voraus hat*.

Eingesehen unter: <http://www.3sat.de/page/?source=/scobel/134164/index.html> (Datum des Zugriffs: 20.04.2011).

Stangl (o.A.): *Embodiment*. Lexikon für Psychologie und Pädagogik.

Eingesehen unter: <http://lexikon.stangl.eu/2175/embodiment/> (Datum des Zugriffs: 20.04.2011).

Storch, M.; Cantieni, B.; Hüther, G. & Tschacher, W. (2006): *Embodiment. Die Wechselwirkung von Körper und Psyche verstehen und nutzen* (1. Auflage). Bern: Hogrefe Verlag.

Wikipedia (o.J.): *Embodied Embedded Cognition*.

Eingesehen unter:

http://en.wikipedia.org/wiki/Embodied_Embedded_Cognition,
(Datum des Zugriffs: 05.05.2011).

11. BILDNACHWEIS

Storch, M.; Cantieni, B.; Hüther, G. & Tschacher, W. (2006): *Embodiment. Die Wechselwirkung von Körper und Psyche verstehen und nutzen* (1. Auflage). Bern: Hogrefe Verlag, S. 15. (Graphik 1 und 2).

<http://lucian.uchicago.edu/blogs/mindmeaningunderstanding/files/2009/12/nc-haugelund.jpg> (Datum des Zugriffs: 17.05.2011), Bild 1.

http://bilder.n3po.com/cache/Kunstdrucke/Ameise-Insekten-Nahaufnahme_960.jpg (Datum des Zugriffs: 30.05.2011), Bild 2.

<http://media-2.web.britannica.com/eb-media/56/65356-004-2DB7470F.jpg> (Datum des Zugriffs: 20.04.2011), Bild 3.