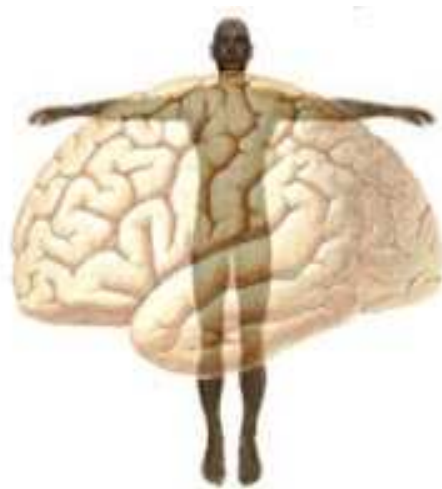


Seminararbeit  
**Neuere Psychologische Fachliteratur**  
LV: 720584  
Prof. Dr. Karl Leidlmair  
SS 2009

**Andy Clark:**

„Being there – Putting Brain, Body and  
World together again“



von  
Christina Scheidlberger  
0615382

Petra Schwab  
0615399

# Inhaltsverzeichnis

Zur Person Andy Clark.....	3
1. Embodiment.....	3
1.1 Embodied, embedded cognition (EEC).....	6
2. Scaffolding.....	7
2.1 Begriffserklärung Scaffolding.....	8
2.2 Definition Scaffolding.....	8
2.3 External Memory/ Memory Scaffolding.....	9
3. Storehouse-Metapher und ihre Auswirkungen.....	11
4. Being and representing.....	13
4.1. Repräsentationen.....	13
4.1.1 Koordination.....	14
4.1.2 Flexibilität.....	14
4.1.3 Generelle Repräsentation.....	14
4.2 action-oriented-representation.....	16
5. Situatedness.....	17
6. Autonome Agenten.....	17
6.1 Robotik.....	17
6.1.1 Geschichtliche Entwicklung.....	18
6.1.2 Klassifikation von Robotern.....	20
6.2 Agenten.....	20
6.3 Vollständige Agenten.....	21
6.4 Cyborgs.....	22
7. Literaturverzeichnis.....	24

## Zur Person Andy Clark

Andy Clark ist Professor für Philosophie und Leiter der Abteilung für Logik und Metaphysik an der Universität von Edinburgh in Schottland. Von 1993-2000 lehrte er an der Washington University in St. Louis und von 2000-2002 war er an der University of Sussex in England tätig.

Danach war er Direktor des Cognitive Science-Programms an der Indiana University in Bloomington.

Clark ist eines der Gründungsmitglieder des „*collaborative research projects*“, dessen Ziel es ist zu untersuchen, welche Rolle die Umwelt bei der Gestaltung der bewussten Erfahrung spielt.

Er befasst sich mit der Philosophie des Geistes, aber auch mit Konnektionismus, Robotik und mentalen Repräsentationen.

Eines seiner wichtigsten Bücher ist „Being there – Putting Brain, Body and World together again“ aus dem Jahre 1997.

## Zentrale Annahmen aus „Being there“

### 1. Embodiment

(= die Verkörperung und Einbeziehung des Körpers)

Das englische Wort „Embodiment“ lässt sich im deutschen am ehesten durch das Wort Verkörperung übersetzen.

Einer der Vordenker des Embodiment-Ansatzes war Shaun Gallagher. Eine zentrale Aussage von ihm ist, dass die Körpergestalt ganz wesentlich beeinflusst, wie wir unsere Umwelt wahrnehmen und somit wie wir denken und handeln. Was er in seinem Buch „How the body shapes the mind“ zu verdeutlichen versuchte.

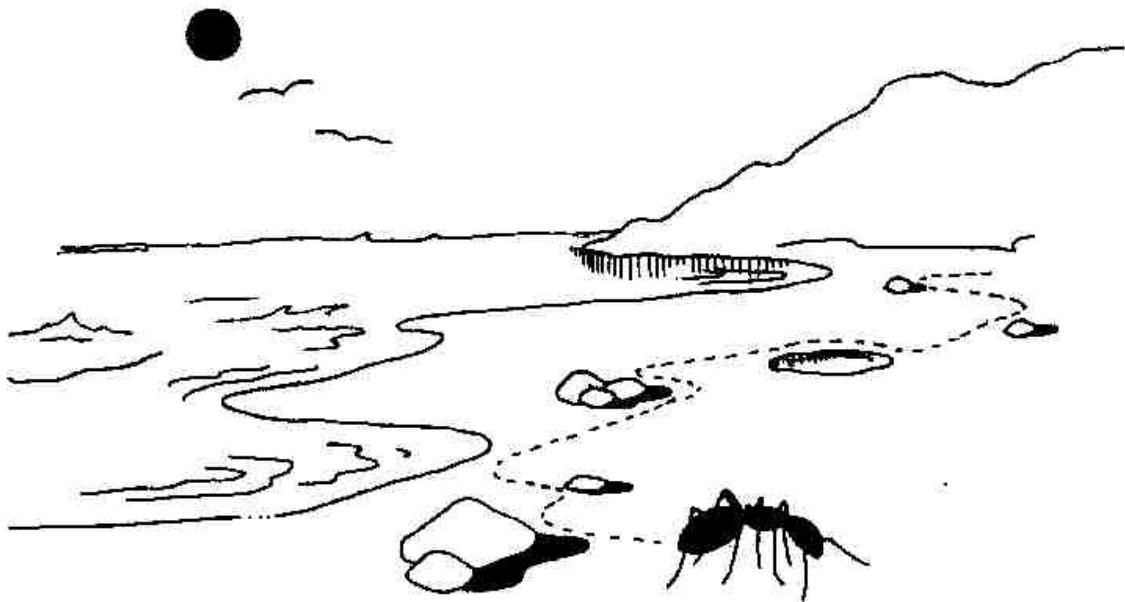
Andy Clark ist auch ein wichtiger Vertreter des Embodiment-Konzeptes. Er beschreibt in seinem Buch „Being there – Putting Brain, Body and World together again“, dass die Psyche nicht unabhängig von Körper und Umwelt gesehen werden

darf. Für ihn ist die Verkörperung und Einbeziehung des Körpers von zentraler Bedeutung.

Von den Vertretern des Embodiment-Konzeptes wird an anderen psychologischen Theorien sehr häufig kritisiert, dass sie das Gehirn als zentrale steuernde Instanz betrachten und nicht berücksichtigen, dass auch die Psyche im Körper eingebettet ist.

Andy Clark geht nun davon aus, dass Kognition und Intelligenz nicht unabhängig vom Körper erfasst werden können. Intelligenz braucht einen Körper.

### **BEISPIEL: Ameise am Strand**



(Quelle: [www.balint.ch/images/antbeach.jpg](http://www.balint.ch/images/antbeach.jpg), am 12.06.2009)

Hier sieht man eine Ameise, die am Strand entlang gegangen ist. Dieser zurückgelegte Weg der Ameise am Strand entlang sieht zunächst einmal unregelmäßig aus und scheint daher kompliziert zu beschreiben zu sein. Das bedeutet nun aber nicht, dass der Mechanismus oder das Verhalten welches dahinter steckt auch kompliziert sein muss. Will man intelligentes Verhalten der Ameise simulieren, könnte man nun einen Roboter bauen und ihm den Pfad einprogrammieren, den man zuerst bei der Ameise beobachtet hat. Der Roboter würde sich also genau wie die Ameise verhalten. Sobald nun aber ein einziger Stein an einer anderen Stelle liegt, scheitert der Roboter und verhält sich nicht mehr wie

die Ameise. Diese würde einen anderen Weg wählen, der Roboter hingegen würde einfach denselben Pfad entlang gehen. Die Ameise hat keinen fixen Plan, welchen Pfad sie wählt, während sie am Strand entlang krabbelt. Anstatt dessen ergibt sich ihre Route durch die Interaktion mit ihrer Umwelt. Registriert sie einen Stein, so macht sie einen Bogen und umgeht das Hindernis. Durch ganz einfache Prozesse kommt dieser unregelmäßige Weg zustande.

Was wäre nun, wenn die Ameise einen anderen Körper hätte? Wenn sie so groß wäre wie wir Menschen?

Angenommen die Steine liegen an derselben Stelle wie zuvor und die Ameise folgt noch immer dem selben Prinzip, um sich ihren Weg zu bahnen. Die Route der Ameise wäre dann eine komplett andere. Durch den viel größeren Körperbau registriert die Ameise kleine Steine gar nicht mehr und kann über sie hinweg laufen. Das bedeutet nun, dass sowohl die Umwelt, als auch der Körperbau unzertrennlich mit dem Verhalten der Ameise verbunden sind.

Das Embodiment-Konzept geht davon aus, dass wir keine abstrakt logischen Denker und Planer sind, sondern durch Interaktion mit unserer Umwelt Wissen verkörperlichen und davon geleitet werden. Wir sind nicht gut im Lösen von logischen Problemen im Kopf.

Andy Clark schreibt nun hierzu in seinem Buch: „**Good at frisbee, bad at logic**“ (S. 60).

Wir sind also gut im Frisbee spielen (entspricht dem verkörperlichten Wissen), aber schlecht bei der Bewältigung von Logikproblemen.

Wollen wir nun abstrakte Probleme lösen, so können wir das nur solange es für uns noch anschaulich bleibt. Wir müssen meist auf externe Gedächtnishilfen zurückgreifen, um diese Probleme lösen zu können. Das wird auch als „Scaffolding“ bezeichnet, was eine weitere zentrale Annahme von Andy Clark darstellt. Darauf werden wir aber später noch genauer eingehen.

## BEISPIEL: Tetris



(Quelle: <http://www.ilovetrash.de/pix/tetris.gif>, am 16.06.2009)

Fortgeschrittene Spieler rotieren die Spielsteine öfter, da dieser Prozess schneller gelingt, als sie sich die Rotation im Kopf vorstellen können. Somit kann auch schneller eine geeignete Position für die Steine gefunden werden. (Clark, S.65f.)

### **1.1 Embodied, embedded cognition (EEC)**

Die Embodied, embedded cognition ist eine philosophisch, theoretische Position in der Cognitive Science, die eng verwandt ist mit der Embodied Cognitive Science-Theorie.

Diese Theorie besagt, dass intelligentes Verhalten aus einer Wechselwirkung zwischen Gehirn, Körper und Umwelt hervorgeht. Die Umwelt ist nicht nur der Spielplatz, auf dem Körper und Gehirn handeln, sondern alle 3 Komponenten sind gleichbedeutend.

EEC besteht aus 2 Aspekten: dem **Embodiment** und der **Embeddedness**.

*Embodiment* besagt, wie vorhin schon erklärt, dass die Körpergestalt ganz wesentlich beeinflusst, wie wir unsere Umwelt wahrnehmen und somit wie wir denken und handeln.

*Embeddedness* heißt auf deutsch soviel wie Eingebettetheit oder Integriertheit und besagt, dass die physische Interaktion zwischen dem Körper und der Umwelt die möglichen Verhaltensweisen des Organismus in eine Richtung drängen, was wiederum die kognitiven Prozesse beeinflusst, die aus der Interaktion zwischen der Umwelt und dem Organismus hervorgehen.

Die EEC- Theorie besagt also, dass Körper, *Gehirn UND Umwelt ein System bilden*, die einzelnen Komponenten eng miteinander verbunden sind und einander bedingen.

Die Theorie steht im Gegensatz zum Kognitivismus, in dem das Gehirn eine Art Hardware darstellt, auf dem die Kognitionen gespeichert sind. Das Gehirn gibt dem Körper Anweisungen, diese auszuführen und die Umwelt ist nur ein Spielplatz, auf dem diese Agenten handeln.

Es gibt aber noch starke Diskussionen um die EEC- Theorie, wie zum Beispiel, ob die EEC wirklich eine eigenständige Theorie ist, oder nur aus Bündeln von Kritikpunkten am Kognitivismus besteht usw.

(Vgl. [http://en.wikipedia.org/wiki/Embodied\\_Embedded\\_Cognition](http://en.wikipedia.org/wiki/Embodied_Embedded_Cognition))

## **2. Scaffolding**

Um einen Eindruck von Memory Scaffolding zu vermitteln, wollen wir mit 2 Einstiegsbeispielen aus dem Alltag beginnen.

### **Beispiel 1: etwas Aufschreiben**

Wenn wir uns mit einem Kollegen an einem Mittwoch in 2 Wochen um 20 Uhr verabreden, so notieren wir uns diesen Termin meist in unserem Kalender, da wir ihn ansonsten wohl vergessen würden. Indem wir unsere Gedanken auf Papier bringen oder digital abspeichern, müssen wir uns nicht mehr alle Details merken. Dieses Auslagern des Termins ist ein Beispiel des Memory Scaffoldings. Jedoch müssen wir noch daran denken, regelmäßig in den Kalender zu schauen.

## **Beispiel 2: PC**

Stellt euch vor, ihr würdet euer Notebook verlieren oder die Festplatte hätte einen defekt. Würden die Daten zuvor nicht gesichert, so wäre es ein gravierendes Problem, weil wichtige Informationen verloren gegangen sind. Man sieht hierbei deutlich, wie viel wir von unserem Gedächtnis in unseren PC auslagern und dementsprechend vertrauen wir auch darauf, jederzeit auf die Daten zugreifen zu können. Das gleiche finden wir auch beim Handy. Geht dieses einmal verloren, so haben wir damit auch viele wichtige Nummern verloren.

Diese Beispiele sollen verdeutlichen, dass ein Teil unseres Wissens nicht in unserem Gehirn gespeichert ist, sondern in unserer Umwelt. Wir müssen uns nur das bewusst merken, was wir wirklich zu wissen brauchen.

### **2. 1 Begriffserklärung Scaffolding**

Scaffold oder Scaffolding bedeutet im Englischen soviel wie (Bau-) Gerüst. Die Artificial Intelligence beschreibt den Begriff Scaffolding als das Ausnützen von externen Strukturen, Eigenschaften der Umwelt. Dabei kann es sich um Werkzeuge handeln, um Informationen in der Umwelt, um andere Menschen, aber auch die Sprache ist ein wichtiges Instrument.

Memory scaffolding bedeutet nun, dass das Gedächtnis bzw. Teile davon in die Umwelt ausgelagert werden.

### **2 .2 Definition Scaffolding**

#### ***Wozu brauchen wir überhaupt Scaffolding?***

Scaffolding hängt sehr stark mit unserm Gehirn zusammen, da es viele Stärken und Schwächen aufweist. Unsere Fähigkeiten liegen in der Wahrnehmung, im Erkennen von Mustern, in der Steuerung von Muskeln und des ganzen Körpers, außerdem sind wir flexibel und anpassungsfähig.

Große Mühe bereiten uns hingegen Dinge wie komplexes Planen, das Erstellen von abstrakten Modellen, das Rechnen mit größeren Zahlen oder wenn wir uns eine



Menge an Fakten und Informationen merken müssen. Wir erinnern uns einfach besser an Erlebnisse. Oder wie das zuvor erwähnte Zitat verdeutlicht hat: „Good at frisbee, bad at logic“.

Das besondere am menschlichen Gehirn, und was uns auch von früheren Menschen und vom Tier unterscheidet, ist, dass wir die bewusste und komplexe Interaktion mit der Außenwelt suchen, mit Hilfe von Werkzeugen. So können wir zum Beispiel Papier und Bleistift benutzen, um wichtige Informationen zu behalten.

## **2. 3 External Memory/ Memory Scaffolding**

External bzw. Memory Scaffolding ist ein alltäglich beobachtbares Phänomen. Es soll ein Beispiel dafür darstellen, dass der menschliche Geist permanent bewusst oder unbewusst mit der Umwelt interagiert und darum nicht isoliert von seiner Umwelt betrachtet werden kann.

Scaffolding wird von Andy Clark folgendermaßen definiert:

„We may often solve problems by „piggy- backing“ on reliable environmental properties. This exploitation of external structure is what I mean by the term “scaffolding”. In any given circumstance, this external structure might include other people, linguistic tools (language), environmental aspects, and/or intrinsic bodily dynamics (e.g., the properties of muscles).“ (Clark, 1997, S. 180)

„Wir können oft Probleme durch Auslagerung und Verwendung zuverlässiger Umwelteigenschaften lösen. Diese Ausnutzung der externalen Strukturen ist das was ich mit dem Begriff „scaffolding“ meine. Diese externalen Strukturen können andere Menschen, Sprachbezogene und Umwelt-Aspekte und/oder innere körperliche Dynamik einschließen.“

Man unterscheidet nun zwei Arten von Scaffolding, **explizites und implizites** Scaffolding.

Beim **expliziten** Scaffolding wird die Umwelt absichtlich verändert, zum Beispiel beim Gebrauch von Werkzeugen. So kann man nun seinen Arbeitsplatz so einrichten, dass man wichtige Informationen schnell findet und die Position eines Dokuments

etwas über dessen Dringlichkeit aussagt. Ein weiteres Beispiel wäre, dass man alle wichtigen Telefonnummern im Handy abspeichert und so immer bereit hat. Oder wie Andy Clark es ausdrückt: „We use intelligence to structure our environment, so that we can succeed with less intelligence.“

“Wir benutzen Intelligenz, um unsere Umwelt zu strukturieren, damit wir mit weniger Intelligenz auskommen.“

Das ist schon fast ein Widerspruch, da wir Intelligenz direkt zur Bearbeitung der Aufgaben einsetzen können, statt uns zu überlegen wie wir unsere Aufgaben an die Umwelt weiterleiten können. Aber oft ist der Nutzen eines Werkzeuges oder einer Technik größer als der Aufwand, den es braucht, um sie zu entwickeln.

Beim expliziten Scaffolding suchen wir also nach Möglichkeiten, um gewisse Aufgaben auszulagern und zu erleichtern.

Beim **impliziten** Scaffolding benutzen wir unbewusst die Informationen, die in der Umwelt gespeichert sind. Es ist ein sehr alltägliches Phänomen, denn so kann zum Beispiel der Wäschekorb, den man im Badezimmer sieht, daran erinnern, dass man noch die Wäsche machen muss. Das implizite Scaffolding benutzen wir also deutlich öfter als das explizite, nur sind wir uns dessen weniger bewusst.

Im Allgemeinen funktioniert das passive Gedächtnis besser als das Aktive (recognition ist einfacher als recollection). Wir haben somit kein Problem eine Computertastatur zu bedienen, da die einzelnen Tasten mit Buchstaben versehen sind. Aber eine komplette Tastatur auf ein Blatt Papier aufzeichnen könnte wohl fast niemand.

Ein Experiment von Nickerson und Adam (1979) soll ein Beispiel darstellen:

Wir können alle die einzelnen Münzen und Noten unterscheiden und benutzen, problematisch wird es allerdings, wenn wir eine Münze selber zeichnen sollen. Die beiden haben bei diesem Experiment 20 Amerikaner aufgefordert, eine 1-Penny-Münze zu zeichnen. Nur einer erinnerte sich an alle wichtigen Kriterien und bei diesem handelte es sich um einen Münzensammler.

Wollen wir nun an einem Beispiel die beiden Arten von Scaffolding vergleichen:

Nehmen wir mal an, man will zum ersten Mal einen Freund in einem Stadtteil besuchen, den man wenig bis gar nicht kennt. Man wird wahrscheinlich zuerst die Adresse auf dem Stadtplan suchen, um dann, wenn man unterwegs ist, an Wegweisern, Straßennamen und Hausnummern orientieren zu können. Das alles sind explizit vom Menschen geschaffene Werkzeuge, mit dem Zweck der Orientierung.

Hat man nun hingegen denselben Freund schon mehrmals besucht, so benötigt man keinen Stadtplan und keine Wegweiser mehr, sondern man orientiert sich an der Umgebung: an Bäumen, Häusern, Wiesen, Supermärkten, Restaurants, etc. Das sind alles Dinge, die einfach da sind und nicht dem besonderen Zweck der Orientierung dienen. Wir nehmen sie also unbewusst wahr und können so einem Weg folgen, den wir kennen, indem wir implizit die in der Landschaft gespeicherten Informationen nutzen. Es ist sogar so, dass wir auf diese impliziten Informationen angewiesen sind, denn in der Nacht, wenn wir sie nicht wahrnehmen, ist die Orientierung viel schwieriger.

### **3. Storehouse-Metapher und ihre Auswirkungen**

Wie wirkt sich das Phänomen des Memory Scaffolding auf die Wahrscheinlichkeit der Storehouse-Metapher aus?

Den Ausgangspunkt für Gedächtnisdefinitionen stellt die Beschäftigung mit den Informationen dar. Im Allgemeinen wird das Gedächtnis als Sammlung verschiedener Mechanismen zur Handhabung von Informationen gesehen. Diese Mechanismen umfassen die Enkodierung und Speicherung von Informationen, als auch das Durchsuchen und Abrufen des Gedächtnisses.

In den meisten Definitionen werden Erinnerungen als in einem Speicher abgelegte Elemente gesehen, die in einem Suchprozess wieder gefunden und abgerufen werden können. → z.B. Bilder.

Dieser Speicher wird analog zur ortsspezifischen Speicherung von Daten auf einem bestimmten Speichermedium, oft als begrenzter, lokalisierbarer Ort im Gehirn gesehen. Aber nicht nur die meisten Gedächtnistheorien, sondern auch unsere gesamte Alltagssprache ist von Ausdrücken geprägt, die der Speichermetapher

entsprechen. Die Storehouse-Metapher sieht nun unser Gedächtnis als lokalisierbaren Speicher im Gehirn.

Das Modell der Storehouse-Metapher besagt also, dass alle Informationen zentral im Gedächtnis gespeichert sind und auch dort ausgetauscht werden. Die Interaktion mit der Umwelt wird in diesem Modell nicht berücksichtigt. Somit lässt sich also der Begriff des Scaffolding nicht vereinbaren mit der Meinung, dass unser Gedächtnis sich ausschließlich im Gehirn befindet.

Die Vertreter des Embodiment gehen auch von der Annahme aus, dass sich unser Gedächtnis nicht allein auf unser Gehirn beschränkt, sondern dass unser Wissen auf die Umwelt verteilt ist.

Andy Clark stellt sich hierzu die Frage, wo genau die mentalen Prozesse stattfinden, also und schreibt dazu in seinem Buch:

**„Where does the mind stop and the rest of the world begin? Our boundaries extend further out in the world than we might have initially supposed.“**

“Wo hört unser Verstand auf, und wo fängt der Rest der Welt an? Unsere Grenzen reichen vielleicht weiter in die Welt hinaus, als wir ursprünglich angenommen haben.“

Unser Gehirn ist nun dafür zuständig, lokale Prozesse zu kontrollieren. Aber wo findet ein komplexer Prozess wie das Gedächtnis statt?

Es kann nicht auf das Gehirn beschränkt werden und es ist auch nicht klar lokalisierbar. Wir können annehmen, dass unser Gedächtnis verteilt ist auf Gehirn und Umwelt. Wir müssen aber vorsichtig sein, wenn wir von der Qualität unseres Gedächtnisses sprechen, denn ein großer Teil seiner Leistungsfähigkeit kommt erst durch die Interaktion mit der Umwelt.

### **Fazit:**

Das Memory Scaffolding stellt nun klassische Gedächtnis-Modelle, wie die Storehouse-Metapher in Frage, da klar darauf hingedeutet wird, dass das Gedächtnis nicht ein Organ in unserem Kopf ist, sondern auch in der Interaktion mit unserer Umwelt liegt.

## 4. Being and representing

Zitat von Woody Allen:

→ “Ninety percent of life is just being there.”

Das Zitat scheint für Andy Clark von zentraler Bedeutung zu sein, denn einen Teil davon findet man auch in seinem Titel „Being there“ wieder.

„Minds may be essentially embodied and embedded and still depend crucially on brains which compute and represent.“

„Computation“ und Repräsentationen des Gehirns sind für das Verständnis von Gedächtnis, Geist, Verstand und Denken unerlässlich sind.

### 4.1. Repräsentationen

Kognitionswissenschaftler sprechen oft von Gehirn und Computermodellen als Unterkunft interner Repräsentationen. Diese Grundidee bietet eine gemeinsame Basis zwischen den beiden gegnerischen Lagern, also des Konnektionismus und der klassischen künstlichen Intelligenz. Die Unterschiede betreffen nur die genaue/exakte Natur des internen repräsentationalen Systems, nicht aber seine Existenz.

Clark setzt sich in seinem Buch auch mit der internen Repräsentation auseinander, welche man zum Beispiel im Gehirn (somit in einem neuronalen Netz) oder in Computern (dem Gehirn einer Maschine) finden kann.

Es gibt nun verschiedene Definitionen für die interne Repräsentation, jedoch wird in seinem Buch vorwiegend auf jene von Haugeland (1991) eingegangen. Diese Definition beruht nun auf drei Kriterien, welche für die interne Repräsentation erfüllt sein müssen.

### **4. 1. 1 Koordination**

Die Koordination des Verhaltens mit der Umgebung muss gewährleistet sein, auch dann, wenn gewisse Merkmale nicht unmittelbar vorhanden sind. Womit Fälle wie zum Beispiel die Pflanzen mit ihrer direkten Ausrichtung der Blätter nach der Sonne ausgegrenzt werden können. Clark betont jedoch, dass dies zweifelsohne ein deutlicher Hinweis auf eine interne Repräsentation sein kann, jedoch kein zwingendes Kriterium sein muss.

### **4. 1. 2 Flexibilität**

Das System soll einen Mechanismus besitzen der für die nicht verwertbare Information der Umgebung einspringt. Wobei nicht genauer definiert wird, auf welche Weise dies zu geschehen hat.

### **4. 1. 3 Generelle Repräsentation**

Dieser Punkt ist in den Augen Clarks das herausragendste Kriterium:

Der erwähnte Mechanismus ist Teil eines größeren Systems, welches ihm erlaubt, dieses Einspringen systematisch bei einer ganzen Reihe von verwandten Situationen zu ermöglichen.

Mit der generellen Repräsentation soll gewährleistet sein, dass ähnliche Zustände verarbeitet werden können, obwohl sie sich der gleichen Repräsentation bedienen. Ein Beispiel hingegen für eine ungenügende interne Repräsentation wäre, dass die Repräsentation Amsel strikt getrennt gehandhabt wird von der generellen Repräsentation der Klasse der Vögel. Für ein System bedeutet dies also, dass ähnliches in der Repräsentation zusammen kodiert werden muss.

Repräsentationale Thesen können also auf einem breiten Spektrum aufgestellt werden, angefangen mit einfachen Systemen, wie der Pflanzen, welche ihre Blätter nach der Sonne ausrichtet, bis hin zu den komplexen Mechanismen, die Haugeland mit seinen Kriterien beschreibt. Es gibt jedoch auch Gruppierungen, die die Verwendung solcher Betrachtungsweisen durchwegs ablehnen, zu ihnen gehören die Verfechter der „Thesis of Radical Embodied Cognition“:

„Structured, symbolic, representational, and computational views of cognition are mistaken. Embodied cognition is best studied by means of noncomputational and nonrepresentational ideas and explanatory schemes involving e.g., the tools of Dynamic Systems theory“.

„Strukturierte, symbolische, repräsentationale und computationale Sichtweisen der Kognition sind falsch verstanden worden. Die Embodied cognition ist am besten studiert durch „noncomputational“ und „nonrepresentational“ Ideen.“

Man findet diese These sowohl in der Philosophie, wie auch in der Roboter-Entwicklung. Sie wird von Clark jedoch nicht geteilt, da er diesen Radikalismus als ungerechtfertigt betrachtet: „Body“, „world“ & „computation“ gehören zusammen. Andy Clark meint weiter: „The role of body and world can be seen as complementary to search for computational and representational understandings“.

Somit muss eine Korrelation zwischen einem innerem Zustand und dem Embodiment oder der Umgebung vorhanden sein.

Als Beispiel beschreibt Clark den Versuch mit Ratten, welche die Ausrichtung ihres Kopfes in ihrem Gehirn (neuronalen Netz) abgespeichert (intern repräsentiert) haben. Je nach Blickrichtung der Ratten sind verschiedene Reizungen des neuronalen Netzes messbar. Es besteht eine direkte Korrelation zwischen der Körperhaltung und der internen Darstellung im Gehirn der Ratte, sie ist jedoch nicht abhängig davon, was die Ratte gerade sieht oder aus welchem Grund diese Kopfhaltung eingenommen wurde.

Wie bereits erwähnt ist es jedoch wichtig, zu begreifen, dass die Existenz einer Korrelation zwar ein unerlässliches, jedoch kein ausreichendes Kriterium für eine Repräsentation ist.

Zum Beispiel gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Mond und den Gezeiten. Man kann jedoch weder den Mond als Repräsentation von Ebbe und Flut noch das umgekehrte deklarieren.

Ob die inneren Zustände eine Repräsentation sind, hängt also weniger von der Art, als vielmehr von der Rolle, die sie im System spielen, ab. Es ist somit irrelevant, ob die Informationen als Bild, Zeichen- oder Zahlenfolge abgespeichert sind. Wichtig ist, dass bestimmte Informationen weitergeleitet werden können und es mit anderen Systemen und dem Verhalten in Verbindung steht.

## **4. 2 action-oriented-representation**

Eine wichtige Spezifikation von Repräsentationen ist die aktionsorientierte Repräsentation oder auch „directly perceiving“, d.h. direkt erkennend. Das Gegenteil davon wäre eine objektiv, von der jeweiligen Aktion unabhängige und allgemeine Repräsentation. Als Beispiel kann hier wieder das Gehirn mit lokaler, aktions-orientierter innerer Repräsentation genommen werden. Das Ziel ist eine lokale, effektive und personifizierte“ Repräsentation.

Zum Beispiel kann die Suche nach der eigenen Tasse durch Konzentration auf ein Merkmal (z.B. die spezielle Farbe der Tasse) enorm vereinfacht werden. Ich suche nun nicht nach meiner Tasse, sondern nach einer gelben Tasse bzw. nach etwas Gelbem.

Clark erwähnt allerdings auch, dass auch diese Betrachtungsweise ihre speziellen Gegner hat: Die Kritik an der aktionsorientierten Repräsentation ist, dass die Identität eines Objekts beispielsweise nicht von der Farbe abhängig ist, die Repräsentation sei somit zu oberflächlich. Verlangt wird von diesen Leuten eher wieder eine Identifikation mittels weniger zufälliger Bestandteilen, daher das erwähnte Gegenteil der objektiven Repräsentation.

In der Natur findet man jedoch hauptsächlich aktionsabhängige innere Zustände. Eine Kröte beispielsweise lässt ihre Zunge nach allem hervorschnellen, was in einem bestimmten Größenintervall liegt und sich bewegt. Die simple Strukturierung der Umgebung vereinfacht also viele Prozesse, wie beispielsweise die Suche. Somit wird ein minimaler Aufwand erreicht. Die Natur löst alles so einfach, wie möglich. Gewisse Insekten orientieren sich mittels „point-to-point“ Verbindungen: sie markieren ihren Weg.

Dass dies aktionsorientiert ist wird klar, wenn man diese Insekten an einem beliebigen Ort (ohne Markierungen) aussetzt. Den Weg zu Ihrem Nest finden sie ohne ihre “links” nicht mehr.

Der Mensch versucht ebenfalls eine Vereinfachung zu erreichen.

Ein Beispiel aus der Wirtschaft: Die Verpackung von Produkten, das Firmen-Logo oder die Werbung soll möglichst „aktionsorientiert“ sein, damit die Suche



beziehungsweise die Identifikation der Firma, oder seinem Produkt, möglichst vereinfacht wird und somit ein Vorteil gegenüber der Konkurrenz besteht. Je aktionsorientierter die interne Repräsentation umso einfacher ist das System. Klar wird dies, wenn man die Orientierungsmöglichkeiten der bereits erwähnten Insekten mit denen des Menschen vergleicht. Während das Insekt mit seiner aktionsorientierten Repräsentation der Umgebung den Weg nach Hause nur mit Hilfe seiner Markierungen findet, kann man den Menschen an beliebiger Stelle aussetzen und darauf zählen, dass er sich orientieren kann (mittels Wegbeschreibung, Landkarte, Kompass etc.).

## **5. Situatedness**

Eine zwingende Voraussetzung um Informationen aus der Umwelt aufzunehmen sind Sensoren. Memory Scaffolding funktioniert also nicht ohne die Informationen aus der Umwelt. Angenommen der Mensch würde alle Sensorinformationen im Gehirn speichern, dann würde das Frame-Problem auftreten. Da sich die Welt andauernd ändert, müssten wir ständig das interne Modell aktualisieren. Außerdem wäre es eine große Datenmenge, die gespeichert werden müsste. Somit wäre es zu aufwändig, die relevanten Informationen in all den Daten zu finden. Da nun aber der Mensch „situated“ ist, kann er jederzeit aus der Umwelt Informationen aufnehmen und diese sind zudem aktuell. Die Gefahr der veralteten Information besteht somit nicht.

In Bezug auf intelligente Roboter sind diese mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet, die es erlauben, die aktuelle Umgebung wahrzunehmen, Arbeiten in ihr zu erledigen und auf unerwartete Ereignisse zu reagieren. Künstliche Intelligenz erlaubt es Aktionen vor der Ausführung zu planen und komplexe Aufträge eigenständig auszuführen.

## **6. Autonome Agenten**

### **6.1 Robotik**

Die Robotik ist eine wissenschaftliche Disziplin, die sich mit der Steuerung und Entwicklung von Robotern befasst. Außerdem umfasst sie Teilgebiete der Informatik,

der Elektrotechnik und des Maschinenbaus. Ziel der Robotik ist es, durch die Programmierung ein gesteuertes Zusammenarbeiten der Elektronik und Mechanik herzustellen.

### **6. 1. 1 Geschichtliche Entwicklung**

- In der Antike wurden bereits erste Versuche mit Automaten durchgeführt und die bekanntesten aus dieser Zeit sind automatische Theater und Musikmaschinen, welche von Heron von Alexandria entworfen wurden. Eine weitere Erfindung stellt die fliegende Taube von Archytas von Tarent dar.
- Mit dem Niedergang der antiken Kultur verschwanden auch die wissenschaftlichen Erkenntnisse dieser Zeit. Technische Erfindungen und Wissenschaften erhielten erst nach dem Mittelalter wieder einen Aufschwung und ihr Stellenwert erhöhte sich wieder. Vor allem Leonardo da Vinci erzeugte mit seinen Skizzen über Androiden große Aufmerksamkeit. Solche Pläne waren jedoch zu dieser Zeit noch nicht realisierbar, da der technische und wissenschaftliche Kenntnisstand dafür noch nicht ausreichte.
- Im Jahre 1740 konstruierte Jaques de Vaucanson einen flötenspielenden Automaten, eine automatische Ente, als auch den ersten programmierbaren automatischen Webstuhl. Dieser wird jedoch in der Literatur sehr oft auch Joseph- Marie Jacquard um das Jahr 1805 zugeschrieben.
- Vor allem am Ende des 19. Jahrhunderts wurden im Bereich des Militärwesens große Anstrengungen und Versuche unternommen, fernbedienbare Boote oder Torpedosteuerungen zu entwickeln. In dieser Zeit entstand auch die Geschichte über eine „Menschmaschine“ vom Schriftsteller Jules Verne.
- 1920 führte der Schriftsteller Karel Capek den Begriff Roboter für einen Androiden ein.
- Isaac Asimov erfand und prägte den Begriff der Robotik im Jahre 1942. Für ihn ist die Robotik die Auseinandersetzung und das Studium der Roboter. In Asimovs Kurzgeschichte „Runaround“ wurde die Robotik im März 1942 im Astounding- Magazin erstmals erwähnt.
- Nach dem Ende des 2. Weltkrieges erlebte die Robotik einen rasanten Fortschritt. Ausschlaggebend hierfür war mit Sicherheit die Erfindung des

Transistors um das Jahr 1947, integrierte Schaltkreise und in weiterer Folge auch die Entwicklung leistungsstarker und Platz sparender Computer. Auch die Kosten dafür waren deutlich gesenkt.

- In Amerika wird 1954 ein Patient von George C. Devol für einen programmierbaren Manipulator angemeldet. Dieses Datum gilt als Geburtsstunde für die Entwicklung von Industrierobotern. Devol war mitunter auch der Mitbegründer der Firma „Unimation“, die 1960 den ersten hydraulisch betriebenen Industrieroboter vorstellten.
- Im Jahr 1955 kamen die ersten NC (numeric control)- Maschinen auf den Markt.
- 1968 wird am MIT der erste mobile Roboter von Allen entwickelt.
- Erst Anfang der 70- er Jahre wurde die Robotertechnik in Deutschland effektiv eingesetzt und es wurde auch der erste autonome mobile Roboter am Stanford Research Institute entwickelt. Er trägt den Namen Shakey.
- 1973 wurde an der Waseda- Universität in Tokio die Entwicklung des humanoiden Roboters Wabot 1 gestartet.
- 1974 wurde der erste vollständig elektrisch angetriebene Roboter vorgestellt und eingeführt.
- 1986 startete Honda das „Humanoid Robot Research and Development Program“. Die Ergebnisse davon waren die humanoiden Roboterversionen P1 bis P3. Eine Weiterentwicklung davon war ASIMO 2001, welcher ebenfalls ein humanoider Roboter war.
- 1997 landete der erste mobile Roboter auf dem Mars.
- Zwar bestimmen am Anfang des 21. Jahrhunderts Roboter nicht so stark unser Leben, wie Science-Fiction-Autoren es vorhergesagt haben, doch der Einsatz dieser Maschinen ist längst nicht mehr auf Industriehallen beschränkt. Roboter erkunden wie der **Sojourner** der *Pathfinder Mission* (1997) ferne Planeten, fliegen wie der **Global Hawk** automatisch Aufklärungsmissionen oder dienen wie der Roboterhund **Aibo** Kindern als Spielzeug. Mit dem **Stanford Cyberknife**, das automatisch Tumore radiochirurgisch behandelt, übernehmen Roboter sogar Aufgaben in der Medizin.

## 6. 1. 2 Klassifikation von Robotern

**Stationäre Roboter:** ist an einen festen Punkt gebunden und kann seine Position im Raum nicht verändern.

**Mobile Roboter:** Hauptaufgabe von mobilen Robotern ist das Navigieren in bekannten und unbekanntem Umgebungen. Dabei werden Informationen über die Umgebung gesammelt und je nach Bedarf dem Menschen zur Verfügung gestellt.

**Manipulationsroboter:** Erweiterung der mobilen Roboter, denn sie bewegen sich nicht nur in ihrer Umwelt, sondern sie manipulieren sie auch.

**Humanoide Roboter:** Die Krönung der Robotik sind menschenähnliche Roboter, die aufrecht auf zwei Beinen gehen können, Arme haben und autonom und eigenständig agieren können. Autonomie ist bezogen auf das System. Ein autonomer Roboter führt Energie, Rechenpower und Sensorik mit sich und ist so völlig unabhängig von der Außenwelt. (Vgl.: [http://users.informatik.haw-hamburg.de/~pioneer/Projekte/jung\\_m/html/Studienarbeit-2\\_3.html](http://users.informatik.haw-hamburg.de/~pioneer/Projekte/jung_m/html/Studienarbeit-2_3.html))

## 6. 2 Agenten

Der Begriff des intelligenten Roboters hebt sich von Industrierobotern ab und bezeichnet eine neue Generation, die man auch als Agentensysteme oder Hardbots bezeichnen kann. Im Allgemeinen kann man sagen, dass Agentensysteme sind, denen bei der Ausführung ihrer Aufgaben eine gewisse Eigenständigkeit zugeschrieben wird. Ein solcher Agent kann die Umwelt durch seine Sensoren wahrnehmen und auf die Umgebung mit seiner Motorik einwirken.

Andy Clark will im Sinne der Embodied Cognitive Science den Roboter in Richtung Embodied-Roboter entwickeln. Er geht jetzt davon aus, dass Intelligenz einen Körper benötigt und so müsse auch ein Agent immer als Ganzes betrachtet werden, denn nur so kann man auf seine körperlichen Grenzen und Möglichkeiten eingehen. Ohne diese Körperlichkeit reduzieren wir die Intelligenz auf Vorgänge im Inneren einer isolierten Black-Box, die nicht fähig ist, mit der Umwelt zu agieren und den Agenten an die Umwelt anzupassen. Sie handeln in ihrer Umwelt effektiv, ohne ständig von Menschen geführt und überwacht zu werden. Sie können gewissermaßen auch aus den gesammelten Erfahrungen lernen und passen ihr Handeln an Veränderungen in der Umgebung an. Damit heben sie sich von Standardsystemen ab, welche ja nach

jeder unerwarteten Situation die Hilfe des Menschen benötigen oder nur einfache Aufgaben erledigen können.

### **6.3 Vollständige Agenten**

Ein Agent ist in der realen Welt überlebensfähig, wenn er alle dazu benötigten Eigenschaften mit sich bringt. Beispielsweise wäre ein Computerprogramm kein vollständiger Agent, da es nicht alleine in der Umwelt überleben könnte. Ein vollständiger Agent muss also autark sein, d.h. er muss selbst seine Energiereserven überwachen und nachfüllen können und diese ebenfalls irgendwo beschaffen können. Ein biologischer Agent muss beispielsweise nicht nur Essen und Trinken, sondern auch Jagen, Sammeln oder Einkaufen gehen. Da ein Agent also mehreren Aktivitäten nachgehen muss, und diese Aktivitäten aus mehreren verschiedenen Verhalten bestehen, hat ein Agent immer das Problem, dass er mehrere Aufgaben aufeinander abstimmen und miteinander vereinbaren muss.

Ein vollständiger künstlicher Agent kann zum Beispiel die Aufgabe haben, einen Raum sauber zu halten. Er muss immer in der Lage sein, seine Energie so einzuteilen, dass er nicht während dem Putzen seine Reserven ganz leert. Gleichzeitig darf er jedoch nicht soviel Zeit mit dem Energiehaushalt verbringen, dass der Rückstand, der dadurch entsteht nicht mehr aufzuholen ist.

Ein vollständiger Agent muss zudem autonom sein und nicht von Außen kontrolliert werden. Das heißt nicht, dass ein Agent nicht auf seine Umwelt angewiesen sein darf. Er hängt immer bis zu einem gewissen Grad von externen Faktoren ab, sondern dass er nicht vollständig von anderen Agenten abhängig ist, die ihn steuern. Es ist klar, dass ein Agent autark sein muss, um ein gewisses Maß an Unabhängigkeit zu erlangen. Dass ein vollständiger Agent unabhängig von anderen Agenten ist, heißt aber auch, dass er sämtliche Erfahrungen mit seinen eigenen Sensoren in Interaktion mit seiner Umwelt macht und dass wiederum bedeutet, dass ein vollständiger Agent lernfähig sein muss um überhaupt Informationen aus der Umwelt nutzen zu können. Ein vollständiger Agent zeichnet sich dadurch aus, dass er als Ganzes in seinem Verhalten involviert ist.

## 6. 4 Cyborgs

Der Begriff Cyborg bezeichnet ein Mischwesen aus lebendigem Organismus und Maschine und besteht aus biologischen und künstlichen Teilen. Der Name Cyborg ist ein Akronym und leitet sich vom englischen *cybernetic organism* ab. Im Fremdwörterbuch wird der Cyborg als eine "geplante Integrierung technischer Geräte in den Menschen als Ersatz oder zur Unterstützung nicht ausreichend leistungsfähiger Organe" bzw. zur Leistungserhöhung von Organen im allgemeinen bezeichnet (LexiROM 1995/1996).

Aber man muss nun betonen, dass Cyborgs keine Roboter sind, sondern sie sind technisch veränderte biologische Lebensformen.

In der modernen Biotechnologie gibt es nun Bestrebungen, biologische Elemente (in diesem Fall der Mensch) mit technischen Elementen zu verbinden. Dieser technische Bereich wird als Bioelektronik bezeichnet. Im medizinischen Kontext ist die Verwendung komplexer Technologie nichts Neues mehr. Menschen mit technischen Implantaten wie Herzschrittmacher, künstlichen Gliedmaßen, komplexen Prothesen oder Prothesen in Auge und Ohr sind dem Begriff Cyborg bereits sehr nahe. Cyborgs werden von vielen Menschen jedoch nicht nur als Fortschritt angesehen, sondern auch als Risiko, wie das folgende Beispiel verdeutlichen soll.

Im November 1999 ließ ein Mann seinen Körper durch viele Elektroden und einen Computer mit dem Internet verbinden. Andere Menschen an anderen Orten mit anderen Computern konnten ihn nun durch die Eingabe gewisser Befehle oder Anweisungen steuern, d. h. sie bestimmten, welche seiner Körperteile bzw. Muskelgruppen durch schwache Stromstöße stimuliert wurden. Dieser Mann heißt **Stelarc**, lebt in Australien und ist bekannt als Performancekünstler. Durch seine spektakulären Aktionen bzw. Experimente mit seinem Körper und dem Netz sorgt er für ebenso viel Begeisterung wie Abscheu. Gerade mit seinem Projekt "Der vernetzte Körper" will er demonstrieren, dass der menschliche Körper nicht vom Netz ausgeschlossen wird, sondern zu dessen Bestandteil werden kann.

Es gibt auch einen Professor am Department Of Cybernetics an der University of Reading in England namens Kevin Warwick, der sein Leben den Robotern, also der Erschaffung maschineller Intelligenz und der kontrovers diskutierten Entwicklung von Mensch-Computer-Implantaten, die er sich sogar selbst einpflanzen ließ, verschrieben.

Er beschreibt seine Arbeit selbst als: **"It's like creating science fiction"** (Brown 1999).

Nach seinem ersten aufsehen erregenden Projekt, der Computerfernsteuerung in Form einer im Arm implantierten 23 mal 3 Millimeter großen Glaskapsel, entwickelt er eine Möglichkeit seine Gehirnströme direkt mit dem Computer zu verbinden.

Der einzige Mensch, der das schon hautnah erlebt hat, ist der britische Kybernetikprofessor Kevin Warwick. Er ließ sich einen Chip in den Unterarm implantieren, der ihn mit einem Computer verband. Der Computer wusste immer, wo er sich befindet, konnte Türen öffnen und ihn sogar über Internet in New York fühlen lassen, was eine Kunsthand in seinem Institut erspürte.

Warwick glaubt, dass in 20 bis 30 Jahren Roboter intelligenter sein werden als der Mensch. Und dass sie wie im Science-Fiction die Welt erobern. Der provozierende Roboterforscher ist sich bewusst, dass seine Projekte heikle ethische Fragen aufwerfen. Doch er nimmt sich die Freiheit, die jetzt schon vorhandenen technischen Möglichkeiten einfach auszuprobieren. Zurzeit arbeitet er an dem weltweit ersten Roboter, der mit ihm zusammen einen Halbmarathon bestreiten wird – ein Projekt, das Kevin Warwick auch körperlich alles abverlangt.

## 7. Literaturverzeichnis

Clark, A. (1997). *Being There: Putting Brain, Body and World together again*. USA: MIT Press

### Internet:

[http://users.informatik.haw-hamburg.de/~pioneer/Projekte/jung\\_m/html/Studienarbeit-2\\_3.html](http://users.informatik.haw-hamburg.de/~pioneer/Projekte/jung_m/html/Studienarbeit-2_3.html)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Embodied\\_Embedded\\_Cognition](http://en.wikipedia.org/wiki/Embodied_Embedded_Cognition)

[http://www.ifi.unizh.ch/ailab/teaching/semi2005/presentations/Memory\\_Scaffolding.pdf](http://www.ifi.unizh.ch/ailab/teaching/semi2005/presentations/Memory_Scaffolding.pdf)

[http://viadrina.euv-frankfurt-o.de/~sk/diges/cyborg\\_arbeit.html](http://viadrina.euv-frankfurt-o.de/~sk/diges/cyborg_arbeit.html)

<http://www.dw-world.de/dw/article/0,2144,1896339,00.html>