

Universität Bremen

Fachbereich 3 - Informatik

*Diplomarbeit*

---

Faktoren und Prozesse  
bei der Zielsetzung:  
Ein komputationales Modell

Eduard Krieger

---

März, 2009







# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung des Menschen</b>	<b>1</b>
1.1	Überblick . . . . .	1
1.2	Der Begriff Zielsetzung . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Theoretischer Hintergrund</b>	<b>4</b>
2.1	Die Frage der Zielherkunft: Zielbildung . . . . .	4
2.1.1	Was sind Ziele? . . . . .	4
2.1.2	Modifizierte Hull'sche Triebtheorie . . . . .	5
2.1.3	Theorie der Phantasirealisierung . . . . .	6
2.1.4	Überblicksmodell der Motivation im Handlungsverlauf	7
2.2	Prozesse in der Zielsetzung . . . . .	9
2.2.1	Prinzip der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulation . . . . .	9
2.2.2	Automotivtheorie . . . . .	11
2.2.3	Theory of Action Identification . . . . .	12
2.2.4	Erwartungs- $\times$ -Wert-Theorien . . . . .	13
2.2.5	Prozesse der Aufmerksamkeit . . . . .	14
2.2.6	Ein System zur Handlungsregulation . . . . .	20
2.2.7	Das Rubikon-Modell der Handlungsphasen . . . . .	22
2.3	Weitere Theorien und Modelle . . . . .	23
2.3.1	Neuronale Netze . . . . .	23
2.4	Bewertung und Interpretation . . . . .	26
2.4.1	Zielbildung . . . . .	26
2.4.2	Zielsetzung . . . . .	28
<b>3</b>	<b>Entwicklung eines Modells der Zielsetzung</b>	<b>29</b>
3.1	Roadmap der Modellentwicklung . . . . .	29
3.2	Implizites und Explizites . . . . .	30
3.2.1	Theoretische Interpretation . . . . .	30
3.2.2	Zusammenhang von Implizitem und Explizitem . . . . .	31
3.3	Modell der funktionalen Plattform . . . . .	32

3.3.1	Konzeptgrundlagen . . . . .	32
3.3.2	Funktionale Grundlagen . . . . .	33
3.3.3	Komplexe Funktionsverarbeitung . . . . .	37
3.4	Der Zielsetzungsprozess . . . . .	43
3.4.1	Interpretation theoretischer Grundlagen . . . . .	43
3.4.2	Zielsetzungsprozess in der funktionalen Plattform . . . . .	48
3.5	Rückblick . . . . .	53
<b>4</b>	<b>Komputationales Modell der Zielsetzung</b>	<b>55</b>
4.1	Zielsetzung mit einem funktionalen Netz . . . . .	55
4.2	Grundlagen der Funktionsweise . . . . .	56
4.2.1	Ausgangssituation . . . . .	56
4.2.2	Details zur Funktionseinheit . . . . .	56
4.2.3	Die Umsetzung der Funktionseinheit . . . . .	58
4.3	Einsatz der Funktionseinheiten . . . . .	58
4.3.1	Ausgangssituation . . . . .	58
4.3.2	Umsetzung im funktionalen Netz . . . . .	60
4.3.3	Interpretation der Resultate . . . . .	63
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>66</b>
5.1	Zusammenfassung . . . . .	66
5.2	Ausblick . . . . .	67
<b>A</b>	<b>Prüfung der funktionalen Prinzipien</b>	<b>69</b>
A.1	Künstliches neuronales Netz . . . . .	69
A.2	Feld-Differenz . . . . .	70
A.3	Reaktivierung von Neuronen . . . . .	71
A.4	Zeitlich begrenzte Reaktivierung . . . . .	72
<b>B</b>	<b>Softwarepaket</b>	<b>74</b>
	<b>Literatur</b>	<b>75</b>

# Kapitel 1

## Zielsetzung des Menschen

### 1.1 Überblick

Ziele, Karriere, Erfolg – das sind Begriffe, welche in unserer Gesellschaft stets im Zusammenhang gesehen werden. Erfindungen werden gemacht, weil Forscher an einem Ziel, dessen Erreichbarkeit nicht absehbar war, festgehalten haben, Tausende von Schülern durchlaufen die Hierarchie des deutschen Schulsystems nur damit sie im Anschluss einen qualifizierten Abschluss für eine Ausbildung vorzeigen können. Natürlich verfolgen Menschen auch für das Gemeinwohl negative Ziele, trotzdem ist das setzen eines Ziels für den Menschen selbst der erste wichtige Schritt zur Erlangung des Ziels. Durch die Zielsetzung wird die Fokussierung der menschlichen Wahrnehmung geändert, so das z. B. mögliche weitere Ziele vom Menschen selbst nicht mehr wahrgenommen werden.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage wie Menschen Zielen setzen. Dies insbesondere, da die Ziele beim Menschen teilweise sehr *komplex* und *skalierbar* zum einen, jedoch auch sehr *flexibel* zum anderen sind. Bevor Menschen ein Ziel setzen müssen Sie wissen wie das Ziel zu erreichen ist. Dies wird in einem *Zielweg* (siehe Definition 1.3) festgehalten. Der Zielweg kann unvollständig oder auf falschen Grundlagen aufgebaut sein, so dass der Mensch gezwungen ist diesen im Laufe des Zielerlangungsprozesses, d. h. dann, wenn er versucht das Ziel aktiv zu erreichen, abzuändern oder abubrechen. Die Zielsetzung, welche zum Anfang des Zielerlangungsprozesses auf Grundlage des damaligen Zielweges für richtig befunden wurde kann im Laufe des Zielerlangungsprozesses als nicht erreichbar eingestuft werden. Die Zielsetzung ist somit an den Zielweg und deren wahrscheinliche Umsetzung geknüpft, während der Zielweg dynamisch im Zielerlangungsprozess verändert wird. Die oben genannten Eigenschaften der Zielsetzung resultieren daher hauptsächlich

lich aus dem Zusammenspiel der wirkenden Situation, in der sich der Mensch befindet, den Möglichkeiten, welche der Mensch in der Situation hat und den Wahrscheinlichkeiten das Ziel mit den jeweiligen Möglichkeiten zu erreichen.

Zahlreiche Faktoren sind hierbei für den Zielsetzungsprozess wesentlich und charakteristisch, so z. B. die Frage nach den berücksichtigten Faktoren bei der Erstellung eines Zielweges, oder den berücksichtigten Faktoren bei der Bewertung, welche auch den Ausschlag für den Abbruch der Zielsetzung geben. Ein besonderer Aspekt bei der Erstellung eines Zielweges ist die Betrachtung der Fähigkeit des Menschen mit unterschiedlichen zeitlichen Voraussetzungen Zielwege und deren Erfolgswahrscheinlichkeiten abschätzen zu können. Hierbei geht es um die Frage, wie es Menschen auch mit begrenzter Zeit möglich ist ein komplexen Zielweg zu planen und zudem einen besten Zielweg zu bestimmen/setzen.

## 1.2 Der Begriff Zielsetzung

Das Wort Zielsetzung wie auch Zielsetzungsprozess werden sehr unterschiedlich verstanden. Daher wird auch im folgenden zunächst das Verständnis zum Begriff aufgearbeitet. Dazu wird das Wort in seine Teilwörter zerteilt. Diese wären Ziel, Setzung und Prozess. Somit wird durch den Zielsetzungsprozess der Prozess beschrieben, welcher ein Ziel setzt.

### **Definition 1.1: Prozess**

*Ein Prozess ist ein „[...] über eine gewisse Zeit sich erstreckender Vorgang, bei dem etwas entsteht oder abläuft“ (Dud02, S. 702).*

### **Definition 1.2: Ziel**

*Ein Ziel ist „[...] etwas, was angestrebt wird, worauf sich etwas richtet, was mit entsprechendem Bemühen erreicht werden soll“ (siehe Dud02, S. 1076)*

### **Definition 1.3: Zielweg**

*Durch den Zielweg werden alle Prozesse beschrieben, welche zur Erreichung eines Ziels in welcher Form ablaufen müssen. Dazu werden im Zielweg teilweise Alternativen zu Prozessen sowie Vorstellung vom Umfang und Aufwandes des Prozesses festgehalten.*

Nach dem Duden sind Ziel und Zielsetzung Synonyme (Dud04, S. 1077). Diese sollen jedoch in dieser Arbeit unterschieden werden. Hierzu wird das Teilwort Setzung im Kontext der Zielsetzung als ein Prozess verstanden werden, während das Ziel selbst als eine Vorstellung von einem Endzustand interpretiert

wird. Somit beschreibt ein Ziel einen Zustand während die Zielsetzung ein Prozess beschreibt.

Ist “Zielsetzungsprozess” der Prozess, welcher ein Ziel setzt, so lautet die Frage woher das Ziel, welches gesetzt werden soll, kommt. Diese Frage ergibt, dass bevor ein Ziel gesetzt werden kann dieses erst existieren muss. Dies wiederum bedeutet, dass ein Ziel erst entstehen muss bevor es gesetzt werden kann. Für die Entstehung von Zielen sei der *Zielbildungsprozess* verantwortlich.

**Definition 1.4: Zielbildungsprozess**

*Der Zielbildungsprozess beschreibt ein Prozess, in dem die Vorstellung zu einem möglichen Ziel gebildet wird.*

Die Unterscheidung von Zielbildung und Zielsetzung wird an dieser Stelle rein von der Vorstellung der jeweiligen Prozessabläufe gemacht. So können Ziele gebildet werden, ohne dass eine Zielsetzung, aus welchem Grund auch immer, geschieht. Andererseits kann sich der Mensch Ziele merken, so dass diese zu einem späteren Zeitpunkt ohne vorherige Zielbildung zu einer Zielsetzung führen. Generell gilt jedoch, dass Zielbildung und Zielsetzung in ihrem Wirken so eng ineinander greifen, dass deren Unterscheidung teilweise gar nicht möglich ist.

Um die Prozessabläufe der Zielbildung und der Zielsetzung einordnen zu können wurden entsprechende Theorien im Kapitel 2 in unterschiedliche Unterkapitel eingeteilt. Im Kapitel 2.1 sind schwerpunktmäßig Theorien zu finden, welche sich eher mit der Zielbildung beschäftigen. Die im Kapitel 2.2 vorgestellten Theorien behandeln den Zielsetzungsprozess. Das Kapitel 2.3 enthält zusätzliche theoretische Grundlagen, welche bei der Erstellung eines theoretischen Modells im Kapitel 3 ebenfalls gebraucht werden.

# Kapitel 2

## Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Die Frage der Zielherkunft: Zielbildung

#### 2.1.1 Was sind Ziele?

Als Grundlage zum Verständnis des Zielbildungsprozesses wird zunächst untersucht was ein Ziel ist. Das Wort Ziel wurde im Kapitel 1.2 öfters verwendet fand jedoch außer der Definition 1.2 selbst keine weiteren, näheren Beschreibung. Von der Definition selbst lassen sich jedoch nur vage Rückschlüsse auf die Funktionsweisen des Zielsetzungsprozesses ziehen.

Von der Weth (siehe Wet90, S. 15) beschreibt anhand eines Beispiels das grundsätzliche Problem des Zielbegriffs und deren Benutzung in der Psychologie:

„Betrachten wir zum Beispiel eine Person, die bei einem touristischen Rundgang in einer fremden Stadt Hunger verspürt und eine Bratwurstbude sucht, um dort zu speisen: was ist ihr Ziel? Die Bratwurstbude am Marktplatz bei der sie schließlich landet, die Wurst die sie in der Hand hält oder das Gefühl der Sättigkeit nach Verzehr des Imbiß“.

Ausgehend von dem Ziel das Hungergefühl zu befriedigen entstehen je nach Situation verschiedene weitere Ziele. Jedes dieser neuen Ziele wirkt wie ein autonomes Ziel, ist jedoch tatsächlich ein *Subziel* (Gang zur Bratwurstbude, Verzehr) zur Erreichung des *Oberziels* (Befriedigung des Hungerziels) (vgl. Kapitel 2.2.1). Um Ziele zu erreichen entstehen somit Ziel-Hierarchien mit Ober- und Subzielen. Eine solche Hierarchie lässt sich bis zur Muskelbewegung oder gar zur Neuronentätigkeit beschreiben. Ist ein Ziel auf einer solch konkreten Ebene zur Beschreibung des Zielsetzungsprozesses jedoch sinnvoll? Allgemein stellt sich die Frage wann etwas als Ziel bezeichnet werden kann

und wann etwas als das Ergebnis eines Ziels betrachtet wird. Die Schwierigkeit wird in den folgenden zwei Fällen gegenübergestellt:

**Ziel:** Person A will vom Punkt X zum Punkt Y gelangen.

**Fall 1:** Die Person A geht von Punkt X zum Punkt Y.

**Fall 2:** Die Person A ist Querschnittsgelähmt. Der Punkt X liegt irgendwo in der Rehaklinik und Punkt Y liegt zwei Schritte weiter.

Während im Fall 1 das Setzen eines Fusses vor dem anderen wohl nicht als Ziel bezeichnet werden kann, ist dies im Fall 2 sehr wohl ein Ziel. Entsprechend bedeutet dies, dass sogar die Aktivität von bestimmten Neuronen zum Ziel werden kann, wenn eine entsprechende Situation dies als Ziel erfordert.

Im Kapitel 1.2 könnte der Eindruck vermittelt worden sein, dass Ziele bewusste und willentliche Prozesse erfordern, d.h. ein Ziel ist erst dann ein Ziel, wenn es dem Menschen als Ziel bewusst ist und der Mensch das durch das Ziel suggerierte Ergebnis anstreben möchte. Aber wieso soll es keine unbewusst entstandenen Ziele geben? Möglich wäre es z. B. dass Ziele genauso auch unter der Bewusstseinschwelle entstehen (HH<sup>+</sup>06, S. 260).

Somit sind Ziele nicht notwendigerweise bewusst und ein vorhandener Wille muss nicht bedeuten, dass es sich bei dem Gewollten um ein Ziel handelt. Zudem können Ziele, je nach Situation, so verschiedenartig sein, dass eine Konkretisierung des Zielbegriffs auf bestimmte Aktivitäten nicht möglich ist.

### 2.1.2 Modifizierte Hull'sche Triebtheorie

Zu einer, in ihrem Gesamtkonzept, heute eher nicht so einflussreichen Theorie im Bereich der Motivationspsychologie gehört die Hull'sche Triebtheorie.

Das erweiterte Konzept dieser Theorie wird durch folgende Formel ausgedrückt:

$$\text{Verhalten} = \text{Trieb} \times \text{Habit} \times \text{Anreiz}$$

Hierbei resultiert das Verhalten des Menschen aus dem:

- **Trieb:** Der Trieb ist der Motor des Menschen. Er bringt den Menschen voran. Der Trieb wird „von physiologischen Bedürfnissen“ (Rud03, S. 44) wie z.B. Hunger, Durst oder Schlafbedürfnis des Menschen gespeist. Tritt bei einem Bedürfnis ein Mangelzustand ein, so ist der Mensch bestrebt diesen Mangelzustand zu beseitigen.
- **Habit:** Das Habit definiert die Art des Verhaltens. Es definiert die Tendenz mit welcher Reaktion auf welchen Reiz reagiert wird. Der Habit wird daher auch als richtungsgebende Komponente der Formel bezeichnet. Bei mehreren möglichen Reaktionen existiert eine Habithierarchie.

- **Anreiz:** Die Komponente Anreiz macht den Unterschied zwischen der Hull'schen Triebtheorie und der erweiterten Hull'schen Triebtheorie aus. Der Anreiz stellt dabei das Ausmaß der Verstärkung dar. Ist der Anreiz der Triebbefriedigung hoch (höhere Essensration), so wird der Triebbefriedigung schneller entgegengeeilt.

Neben den primären Trieben existieren die *sekundären Triebe* (Rud03, S. 49). Diese sind nach Hull so genannte erlernte Triebe, d.h. Triebe, welche mit dem Hintergrund angeeignet worden sind, um Situationen zu meiden oder aufzusuchen.

### 2.1.3 Theorie der Phantasirealisierung

Bei der Theorie der Phantasirealisierung wird davon ausgegangen, dass der Mensch die gegenwärtige Situation mit einer zukünftig vorgestellten abwägt und so zu einem anzustrebenden Ziel gelangt.

Die zukünftig vorgestellte Situation, welche als *Zukunftsvorstellung* bezeichnet wird, konstruiert der Mensch aus *Erwartungen* oder *Zukunftsphantasien* (vgl. OG02, S. 57-60). Zukunftsvorstellungen auf Basis von Erwartungen entstehen aufgrund von Erfahrungen des Menschen. Entsprechend sind die hierdurch entstandenen Zukunftsvorstellungen an reale Gegebenheiten, welche der Mensch genauso oder ähnlich bereits kennt, gebunden. Die Entstehung von Zukunftsvorstellungen auf Basis von Zukunftsphantasien basieren auf einem Gedankenkonstrukt welches keine Erfahrungen enthält. Vielmehr handelt es sich bei Zukunftsphantasien um Vorstellungen eigener Wünsche oder Sehnsüchte.

Bei der Verarbeitung von Zukunftsvorstellungen werden drei mentale Verarbeitungsarten unterschieden:

1. **Kontrastierung:** Die positive Phantasie wird der momentanen Realität gegenübergestellt (Kontrastierung). Hierdurch wirkt die Realität negativ und muss verändert werden. Diese gewünschte Veränderung der aktuellen Situation zieht eine Einschätzung der Realisierbarkeit der Veränderung nach sich. Meint der Mensch, dass die Realisierung der Phantasie möglich ist (hohe Erfolgserwartungen), so wird die Phantasie als Ziel gesetzt.
2. **Schwelgen:** Diese Art der Phantasievorstellung ignoriert die ihr zugrunde liegende widersprechende Realität. Entsprechend wird bei dieser Art von Phantasievorstellung keine Einschätzung der Realisierbarkeit durchgeführt. Ein hierdurch entstehendes Ziel entsteht somit allein aufgrund der positiven Vorkommnisse der Phantasievorstellung. Hierdurch ist die Verbindlichkeit des Ziels nur schwach ausgeprägt.

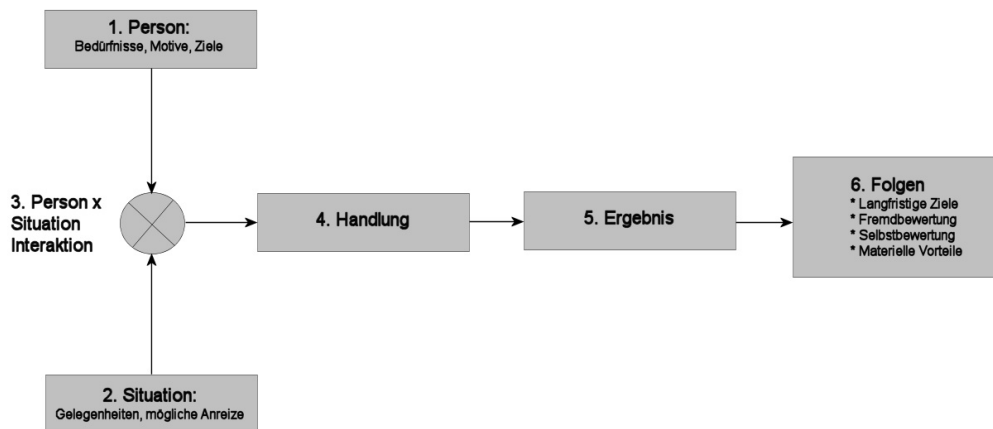


Abbildung 2.1: Überblicksmodell der Motivation im Handlungsverlauf (HH<sup>+</sup>06, S. 3, Abb. 1.1.)

3. **Grübeln:** Beim Grübeln wird über die negative Realität gegrübelt. Hierbei fehlt die positive Zukunftsphantasie. Gerade das Fehlen der Zukunftsphantasie lässt keine Verbindlichkeit für das Beseitigen der negativen Aspekte der Realität entstehen.

Ein Ziel wird somit auf Grundlage von Erwartungen und Zukunftsphantasien gebildet.

## 2.1.4 Überblicksmodell der Motivation im Handlungsverlauf

### 2.1.4.1 Beschreibung des Modells

Das Überblicksmodell der Motivation im Handlungsverlauf (siehe HH<sup>+</sup>06, S. 3-6) stellt verschiedene Faktoren und Erkenntnisse aus der Motivationspsychologie zu einem Überblicksmodell zusammen. Dabei gliedert es die Faktoren in *personenbezogene* und *situationsbezogene Faktoren* (Abbildung 2.1, Kasten 1 und Kasten 2).

Situationsfaktoren bezeichnen die Faktoren, welche situationsbedingt auf die Handlung wirken. Dabei wird die Situation anhand des *Anreizes*, welcher in der Situation wirkt, unterschieden (siehe Abschnitt 2.1.4.2).

Zu den Personenfaktoren zählen *Bedürfnisse*, *implizite* und *explizite Motive*. Bedürfnisse bzw. *universelle Verhaltenstendenzen* sind z. B. Hunger und

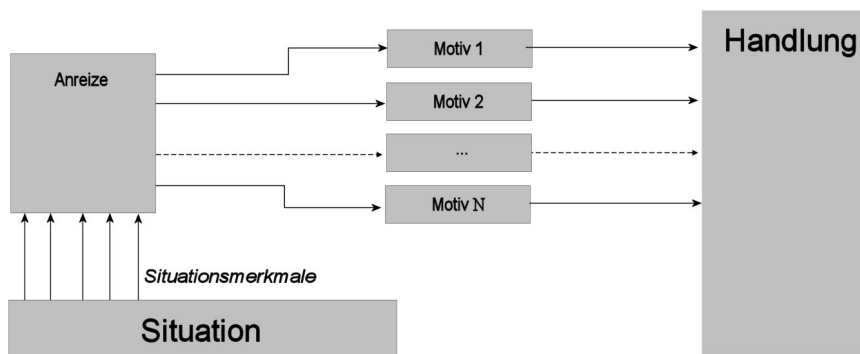


Abbildung 2.2: Person  $\times$  Situation-Interaktion

Durst. Bereits Hull (vgl. Abschnitt 2.1.2) führte diese als zielbildende Faktoren ein.

Motive werden durch Anreize, welche aus der Situation resultieren, aktiviert (siehe Abbildung 2.2, bzw. Abbildung 2.1, Kasten 3). Eine umfangreiche Darstellung von Motiven findet sich im Kapitel 2.1.4.3.

#### 2.1.4.2 Situationsfaktoren

Situationsfaktoren sind gerade wirkenden Faktoren der Situation welche durch Anreize der Situation hervorgerufen werden.

Es werden *intrinsische* und *extrinsische Anreize* unterschieden. Intrinsische Anreize ergeben sich aus der Tätigkeit selbst oder aus deren Ergebnis (vgl. Abbildung 2.1, Kasten 4, Kasten 5). Der Mensch macht etwas von sich aus da er entweder die Tätigkeit selbst oder das Ergebnis der Tätigkeit mag oder verhindern möchte. Extrinsische Anreize sind diejenigen, welche sich durch Folgen der Handlung (vgl. Abbildung 2.1, Kasten 6) und Ergebnis ergeben. Hier handelt der Mensch da er die Folgen einer Handlung herbeiführen oder verhindern möchte. So wird beispielhaft das Helfen einer älteren Person in der entsprechenden Situation durch einen intrinsischen Anreiz ausgelöst wenn der Mensch von sich aus hilfsbereit ist. Wird einer älteren Person jedoch geholfen um z. B. soziale Anerkennung zu erlangen, so ist dies aufgrund eines extrinsischen Anreizes geschehen.

#### 2.1.4.3 Motive

Motive sind die treibenden und gerichteten Kräfte, welche den Menschen in seinen Handlungen steuern. Ein Motiv wird durch ein Anreiz aktiviert (vgl. Abbildung 2.2). Dieser Anreiz wurde durch frühere Erfahrungen bzgl. der Be-

friedigung des Motivs heraus kristallisiert. Dabei wird der Anreiz selbst durch ein Situationsmerkmal (siehe Abschnitt 2.1.4.2) beschrieben (vgl. HH<sup>+</sup>06, S. 241). Es werden implizite und explizite Motive unterschieden:

- implizite Motive: Überdauernde individuelle Motivdispositionen: „implizite Motive sind in der frühen Kindheit gelernte, emotional getönte Präferenzen sich immer wieder mit bestimmten Arten von Anreizen auseinander zu setzen“ (vgl. HH<sup>+</sup>06, S. 4)
- explizite Motive: Explizite Motive, bzw. Ziele sind „bewusste, sprachlich repräsentierte (oder zumindest repräsentierbare) Selbstbilder, Werte und Ziele, die sich eine Person selbst zuschreibt“ (vgl. HH<sup>+</sup>06, S. 4)

Im Unterschied zu Bedürfnissen wird durch Motive die Möglichkeit geboten auf komplexe kognitive emotionale Netzwerke des Menschen zuzugreifen und so nicht nur reaktiv, sondern situativ ausgewählt zu handeln (vgl. HH<sup>+</sup>06, S. 306f), d.h. Ziele, welche aufgrund von Motiven entstehen können vom Menschen verändert, zurückgehalten oder einfach verworfen werden, da der Mensch das Verfolgen des Ziels in der entsprechenden Form zu dem entsprechenden Zeitpunkt oder Situation für falsch hält.

Es werden unterschiedlichste Motive unterschieden. HH<sup>+</sup>06 stellen die Untersuchungen und Erkenntnisse zur Leistungsmotivation (S. 143ff), Anschlussmotivation (Affiliations- bzw. Intimitätsmotiv, S. 193ff) und Machtmotivation (S. 211ff) vor. Erwähnt werden auch Neugier-, Sexualitäts-, Hunger und Angstmotiv (S. 270). Alle Motive können sowohl als explizites oder implizites Motiv unterschiedlich stark beim Menschen zum Vorschein kommen. Auch der Anreiz, welcher das Motiv zum Vorschein bringt kann bei expliziten und impliziten Motiven unterschiedlich sein (HH<sup>+</sup>06, S. 246). Implizite und explizite Motive bauen auf zwei verschiedenen Motivationssystemen auf. Explizite Motive äußern sich durch kognitive Bedürfnisse. Implizite Motive werden durch Affekte angeregt und befriedigt (HH<sup>+</sup>06, S. 246 oder S. 270).

## **2.2 Prozesse in der Zielsetzung**

### **2.2.1 Prinzip der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulation**

„Die [...] Handlungstheorie untersucht das bewusste, zielgerichtete Handeln des Menschen, das gegenständlich und gesellschaftlich eingebunden ist. Ausgangspunkt ist dabei die Planung bzw. Regulation von Handlungsfolgen, die als hierarchisch-sequenziell organisiert angesehen wird.“ (Oes81, S. 9)

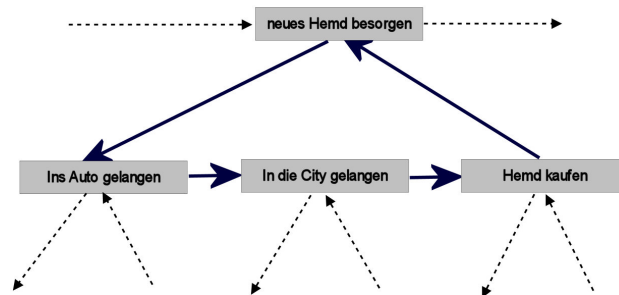


Abbildung 2.3: Hierarchisch-sequentielle Handlungsregulation (Oes81, S. 11, Abbildung 1)

Das Prinzip der hierarchisch-sequentuellen Handlungsregulation geht davon aus, dass eine Handlung hierarchisch und sequentiell organisiert ist.

Dabei werden Handlungen des Menschen auf verschiedenen Hierarchieebenen angeordnet. Jede Handlung wird in der nächst-tieferen Hierarchieebene konkretisiert. So wird als Beispiel (siehe Abbildung 2.3) eingeführt, dass die Handlung „neues Hemd besorgen“ in die Handlungen „Ins Auto gelangen“, „In die City gelangen“ und „Hemd kaufen“ zerlegt werden kann. Jede dieser Handlungen wird wiederum in einer weiteren, tiefer liegenden, Hierarchieebene konkretisiert.

Die Handlungen werden neben der hierarchischen Aufteilung auch sequentiell konkretisiert. So sind die Handlungen „Ins Auto gelangen“, „In die City gelangen“ und „Hemd kaufen“ als eine sequentielle Abfolge von Handlungen zu verstehen. Auch „neues Hemd besorgen“ ist Teil einer sequentiellen Handlung und nach Erledigung der Handlung „Hemd kaufen“ wird die sequentielle Folgehandlung von „neues Hemd besorgen“ angegangen.

Die Handlungen „Ins Auto gelangen“, „In die City gelangen“ und „Hemd kaufen“ werden als *Aktionsprogramme* bezeichnet. Alle zusammen bilden die *zyklische Einheit* (Oes81, S.12). Der rückführende Pfeil von „Hemd kaufen“ zu „neues Hemd besorgen“ ist ein vergleichender Vorgang indem auf die Zielerreichung hin untersucht wird. Die Handlung „neues Hemd besorgen“ wird als Ziel bezeichnet wenn das Aktionsprogramm „Ins Auto gelangen“ oder eines der anderen beiden Aktionsprogramme ausgeführt werden, d.h. als Ziel wird die Handlung der nächsthöheren Hierarchieebene bezeichnet. Entsprechend ändert sich das Ziel je nachdem welche Aktionsprogramme ausgeführt werden.

Auf der untersten Hierarchieebene sind die *beobachtbaren Bewegungseinheiten*. Alle über ihnen liegenden Ziele sind die lenkenden Einheiten dieser beobachtbaren Bewegungseinheiten.

Kann eine Handlung nicht ausgeführt werden, so kehrt die Aufmerksamkeit zum Ziel zurück, wo ein anderer Plan entworfen werden kann wie das Ziel doch noch erreicht werden kann. Kann jedoch kein Plan entwickelt werden wie dieses Ziel erreicht wird, so kehrt die Aufmerksamkeit zum übergeordneten Ziel zurück und die Planung geht da weiter. So werden Teile vom Gesamtplan modifiziert ohne den gesamten Plan zu verwerfen.

Das Prinzip der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulation setzt auf Hierarchien auf. Dabei unterscheidet Hacker (in Hac73) drei Hierarchien (zitiert nach Oes81, S. 16f):

- **sensomotorische Regulationsebene:** „Auf ihr verlaufen Aktionsprogramme, die aus automatisierten Bewegungsabfolgen bestehen.“ Sie „[...] verlaufen unterhalb der Bewusstseinsschwelle“.
- **perzeptiv-begriffliche Regulationsebene:** Auf dieser Ebene werden allgemeine Handlungsschemata reguliert, welche immer benötigt werden, jedoch je nach Situation modifiziert werden.
- **intellektuelle Regulationsebene:** Hier wird die bewusste Analyse komplexer Situationen durchgeführt.

Die Festlegung der Anzahl von Hierarchien ist unterschiedlich (Oes81, S. 18f) und daher wird in dieser Arbeit von der grundsätzlichen Vorstellung der Existenz von Hierarchien ausgegangen. Im Hinblick auf den Inhalt des Kapitels 2.2.3 kann das Problem der Hierarchieunterscheidung zusätzlich unter einem anderen Gesichtspunkt betrachtet werden.

## 2.2.2 Automotivtheorie

Bei der Automotivtheorie (Bar90 zitiert nach OG02, S. 60f) wird davon ausgegangen, dass Ziele aufgrund von automatischen Prozessen gesetzt werden können. Sie besagt, dass situative Hinweisreize bestimmte Prozesse im Menschen in Gang setzen, welche ein Ziel automatisch setzen.

Damit eine Verknüpfung von situativen Hinweisreizen, welche zur automatische Zielsetzung führen, entsteht, muss der Mensch in der Vergangenheit sich in der selben Situation das Ziel bewusst setzen. Erst durch wiederholtes bewusstes Zielsetzen entsteht eine starke mentale Verknüpfung, welche dann das automatische Zielsetzen nach sich zieht. Diese automatische Aktivierung des Ziels ist dem Menschen nicht bewusst, so dass Bargh (Bar90) es als unbewusst motiviertes Verhalten (entsprechend der Name dieser Theorie) bezeichnet.

Das automatische Setzen eines Ziels muss jedoch nicht zwangsläufig auf Grundlage bewusster vergangener Zielsetzungen entstehen (OG02, S. 60, 61). Dies kann genauso auch durch *operantes Konditionieren* zustande kommen.

### 2.2.3 Theory of Action Identification

Die „Theory of Action Identification“ bzw. Handlungsidentifikationstheorie beschäftigt sich mit der kognitiven Repräsentation und Steuerung von Handlungen des Menschen (vgl. VW87, S. 3f). In der Theorie wird davon ausgegangen, dass der Mensch eigene Handlungen unterschiedlich identifiziert (wahrnimmt). Die Art und Weise der Wahrnehmung hängt von der Ebene der Betrachtung ab welche der Mensch dabei einnimmt ab:

- Wird die Handlung auf der Low-Level Ebene wahrgenommen, so werden die einzelnen Teilhandlungen und deren Ausführung identifiziert. Auf dieser Ebene wird somit die Aufmerksamkeit des Menschen auf die konkrete Handlung gelenkt.
- Richtet der Mensch seine Betrachtung auf die High-Level Ebene, so wird das „wieso“ und „aus welchem Grund“ der Ausführung der Handlung betrachtet. In der High-Level Ebene wird die Aufmerksamkeit daher auf abstrakte Abläufe gelenkt.

Alle möglichen Betrachtungsebenen des Menschen für eine spezielle Handlung werden in der „identity structure“ (VW87, S. 4) festgehalten. Diese ist eine hierarchische Anordnung der Identitäten einer Handlung und bildet die Grundlage zum Wechseln der Sichtweise (von Low- auf das High-Level und umgekehrt) dieser Handlung.

Die Theory of Action Identification geht von drei Grundprinzipien aus wie die Wahrnehmung und Steuerung der Wahrnehmung einer Handlung geschieht:

1. Jede Handlung hat unterschiedliche Identitäten. Einige dieser Identitäten identifizieren die Handlung auf der Low-Level-Ebene, andere wiederum auf High-Level-Ebene. Zu jedem Zeitpunkt herrscht jedoch nur eine Identität zu einer Handlung vor. Entsprechend wird eine Handlung nur nach der gerade vorherrschenden Identität der Handlung wahrgenommen.
2. Enthält die identity structure zu einer Handlung sowohl eine Low-Level- wie auch eine High-Level-Identität, so besteht die Tendenz des handelnden Menschen die High-Level-Identität zur Ausführung oder Planung zu benutzen (VW87, S. 5).

3. Ergeben sich im Handeln oder in der Planung der Handlung unvorhergesehene Schwierigkeiten so herrscht die Tendenz vor die Wahrnehmung der Handlung auf eine Identität zu lenken, welche auf einem niedrigerem Level angesiedelt ist.

Das Wechseln der Identität der Handlung geschieht aufgabenspezifisch. Ausschlagend für das Wechseln ist z. B. das Umfeld, in dem die Handlung stattfindet, die Schwierigkeit der Handlung und die Erfahrung, welche der Mensch zu der spezifischen Handlung gesammelt hat (VW87, S. 6-8).

Die Betrachtung eines Sachverhalts unter einem hohen Abstraktionsniveau ermöglicht das Verständnis von komplexen Zusammenhängen verdeckt jedoch die Möglichkeit der feinen Unterscheidung. Andersrum verhält es sich beim tiefen Abstraktionsniveau. Daher geht die Theorie davon aus, dass bei einer schwierigen Aufgabe die Aufmerksamkeit in ein tieferes Abstraktionsniveau wechselt während der Mensch im allgemeinen dazu neigt ein hohes Abstraktionsniveau einzunehmen (vgl. VW87, S. 9ff).

## 2.2.4 Erwartungs- $\times$ -Wert-Theorien

Bei den Erwartungs- $\times$ -Wert-Theorien wird davon ausgegangen, dass die

- Valenz eines Zieles oder Handlungsergebnisses und
- die Wahrscheinlichkeit dieses Ziel zu erreichen

die Zielsetzung determinieren (Rud03, S. 118). Da Erwartungs- $\times$ -Wert-Konzepte in verschiedenen Bereichen der Psychologie Einzug gehalten haben soll anhand der Theorie der Leistungsmotivation von John Atkinson (vgl. Rud03, S. 124ff) eine Erwartungs- $\times$ -Wert-Theorie beispielhaft vorgestellt werden. Die Theorie der Leistungsmotivation ist kompakt, leicht verständlich und eignet sich daher hervorragend zur Demonstration einer Erwartungs- $\times$ -Wert-Theorie.

Die resultierende Tendenz der Zielsetzung wird in der Theorie der Leistungsmotivation durch die Formel

$$Tr = Te + Tm$$

beschrieben. Hierbei steht  $Tr$  für die resultierende Tendenz,  $Te$  bezeichnet die Tendenz Erfolg anzustreben und  $Tm$  die Tendenz Misserfolg zu vermeiden.

Die Tendenz Erfolg aufzusuchen  $Te$  wird durch drei Variablen bestimmt:

$Me$  Leistungsmotiv des Menschen: stabile Disposition des Menschen.

$We$  Erfolgserwartung: situative Variable, welche aus Erfahrungswerten gebildet wird.

$Ae$  Anreiz auf Erfolg: Ist das Komplement der Erfolgserwartung:  $Ae = 1 - We$ .

Somit wird die Tendenz Erfolg aufzusuchen durch folgende Formel wiedergegeben:

$$Te = Me \times We \times Ae$$

Die Tendenz Misserfolg zu vermeiden  $Tm$  wird durch folgende Variablen bestimmt:

$Mm$  Misserfolgsmotiv

$Wm$  Wahrscheinlichkeit von Misserfolg: Es gilt  $Wm = 1 - We$

$Am$  negative Anreize eines Misserfolgs: Es gilt  $Am = 1 - Wm = We$

Wie bei der Tendenz Erfolg aufzusuchen wird die Tendenz Misserfolg zu vermeiden durch die Formel

$$Tm = Mm \times Wm \times Am$$

beschrieben.

Die Faktoren  $Wm$ ,  $Am$  und  $Ae$  werden durch  $We$  (Erfolgserwartung) bestimmt. Das bedeutet, dass neben den unabhängigen Variablen des Leistungsmotivs ( $Me$ ) und des Misserfolgsmotivs ( $Mm$ ) die Erfolgserwartung des Menschen ausschlaggebend für die Bewertung eines Ziels ist.

## 2.2.5 Prozesse der Aufmerksamkeit

### 2.2.5.1 Wieso Aufmerksamkeit?

Die Art und Weise wie Menschen in Situationen handeln ist geprägt durch das Wahrnehmen der Situation. Ausschlaggebend ist hierbei die Aufmerksamkeit und damit verbunden die Lenkung der Wahrnehmung. In der Schule können Schüler nicht lernen, auch wenn sie anwesend sind, wenn sie ihre Aufmerksamkeit nicht auf den vorgestellten Schulstoff lenken. Wenn jedoch durch die Aufmerksamkeit die Wahrnehmung entscheidend beeinflusst wird ist hierdurch auch die Zielbildung und die Zielsetzung entscheidend beeinflusst, denn was der Mensch wahrnimmt ist entscheidend dafür was der Mensch an Zielen fasst.

Im Bereich der Aufmerksamkeitsforschung existieren zahlreiche Theorien und Vorstellungen über deren Funktionsweise. Auch Ansichten, dass Aufmerksamkeit gar nicht existiert gibt es. Davon ausgegangen, dass Aufmerksamkeitsprozesse existieren, ist anzunehmen, dass diese kein geschlossenes System bilden (siehe SZ00, S. 348). Vielmehr tritt die Aufmerksamkeit in verschiedenen Formen auf und zeigt verschiedene Eigenschaften. Die verschiedenen Formen der Aufmerksamkeit können als deren Komponenten bezeichnet werden. Die Unterteilung der Prozesse und Eigenschaften der Aufmerksamkeit in Komponenten erlaubt es ein differenziertes Gesamtbild zu erlangen. Daher wird eine solche Unterteilung im folgenden Kapitel vorgestellt.

Eine besondere Rolle nimmt die Komponente „selektive Aufmerksamkeit“ ein. Von der kognitiven Psychologie wurden zahlreiche Theorien zur Funktionsweise der Aufmerksamkeit mit den Blick auf die Eigenschaften der selektiven Aufmerksamkeit entwickelt. Diese zeigen die Probleme und mögliche Lösungen wie Aufmerksamkeit funktionieren könnte. Im Kapitel 2.2.5.3 werden einigen der Theorien, welche die Funktionsweise modellieren, vorgestellt.

### 2.2.5.2 Komponenten der Aufmerksamkeit

**Allgemeine Komponentendarstellung:** Die Aufmerksamkeit lässt sich zur Veranschaulichung derer Prozesse in verschiedene Komponenten aufteilen. Eine grobe Aufteilung beinhaltet (vgl. Heu01, S. 19ff)

- die Vigilanz (Daueraufmerksamkeit),
- die selektive Aufmerksamkeit und
- die geteilte Aufmerksamkeit.

Die Vigilanz beschreibt die Fähigkeit des Menschen Tätigkeiten über einen langen Zeitraum aufrecht zu erhalten. Die selektive Aufmerksamkeit beschreibt die Fähigkeit des Menschen schnell und zuverlässig auf relevante Reize zu reagieren und irrelevanten und störende Reize auszublenden. Unter geteilter Aufmerksamkeit wird die Fähigkeit verstanden mehrere Dinge gleichzeitig auszuführen und somit Aufmerksamkeit als ganzes auf mehrere Tätigkeiten oder Anforderungen aufzuteilen.

Der Mensch wechselt im Normalfall zwischen den verschiedenen Komponenten der Aufmerksamkeit. So wird er bei einer langen Autofahrt nachts mit wenig Verkehr schnell aufmerksam (selektive Aufmerksamkeit) wenn Ungewöhnliches passiert. Andererseits wird die Anzahl ausführender Aufgaben beschränkt wenn der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben, die Ähnlichkeit bezüglich der benötigten Sinnesmodalitäten und Verarbeitungsressourcen oder die Automatisierbarkeit der Aufgaben dies nicht zulassen.

Dimension	Komponente	Beschreibung
Intensität	Vigilanz	Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit bei eher monotonen Bedingungen (niedrige Reizfrequenz)
	Daueraufmerksamkeit	Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit auch unter wechselnden und kognitiv beanspruchenden, jedoch eher leichten Aufgaben (hohe Reizfrequenz)
	Aufmerksamkeitsaktivierung/ Alertness: → phasische Alertness  → tonische Alertness	Fähigkeit aufgrund eines Reizes kurzfristig die Aufmerksamkeitsintensität zu steigern  Reaktionsbereitschaft oder allgemeine Wachheit. Fähigkeit die Aufmerksamkeitsintensität ohne vorherigen Reiz schnell zu steigern
Selektivität	selektive Aufmerksamkeit	Fähigkeit die Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte zu lenken und unwichtige auszublenden
	Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus	kognitive Flexibilität: Verschieben und Ausrichten der Aufmerksamkeit auf andere Aufgaben oder Aktivitäten
	geteilte Aufmerksamkeit	Die Aufmerksamkeit auf mehrere Aktivitäten/Informationskanäle lenken

Tabelle 2.1: Taxonomie der Aufmerksamkeitskomponenten (nach SZ00, S. 360, Tabelle 6)

**Taxonomie der Aufmerksamkeitskomponenten:** Eine Taxonomie der Aufmerksamkeitskomponenten stellen SZ00 (S. 348-360) vor (siehe Tabelle 2.1). Diese unterscheidet noch detaillierter die Aufmerksamkeitskomponenten, beschreibt nach Meinung der Autoren jedoch nicht alle (SZ00, S. 355).

Die Komponenten werden nach Intensität und Selektivität, den Dimensionen der Aufmerksamkeit, aufgeteilt. Die Taxonomie zeigt dass Aufmerksamkeit nicht nur die Eigenschaften besitzt selektiv, überdauernd und geteilt zu wirken. Hinzu kommen die Eigenschaften die Aufmerksamkeit zu steuern.

Dies fängt damit an dass der Mensch kurzfristig Aufmerksamkeit aufbringen muss, bedingt durch ein Reiz oder auch ohne, bis zum Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus und der Fähigkeit diesen Fokus auf einen aufmerksamkeitsspezifischen Punkt dauerhaft zu belassen.

### 2.2.5.3 Funktionsweise des Aufmerksamkeitsprozesses

Im Kapitel 2.2.5.2 wurden verschiedene Komponenten der Aufmerksamkeit vorgestellt, unter anderem auch die selektive Aufmerksamkeit. Das besondere an der selektive Aufmerksamkeit ist, dass diese selektiv ist und hoch komplexe kognitive Prozesse zulässt. Eine zentrale Frage der kognitiven Psychologie in diesem Zusammenhang ist daher auch: Wieso muss die selektive Aufmerksamkeit selektieren? Wieso nicht alle Sinnesreize und Informationen gleichzeitig verarbeiten wenn denn das Gehirn schon parallel arbeitet? Und wenn es eine Selektion gibt, wie geht diese von statten?

Die Frage der Eigenschaften und des Sinnes der selektiven Aufmerksamkeit haben sich zahlreiche Wissenschaftler gewidmet (Bro58 - frühen Selektion, Tre64 - Dämpfungstheorie, DD63 - späte Selektion, u.v.m.). Die dabei entstandenen Theorien lassen sich in zwei Gruppen einteilen (Heu01, S. 12):

1. Die selektive Aufmerksamkeit ist selektiv, da die Kapazität des Aufmerksamkeitsprozesses begrenzt ist.
2. Die selektive Aufmerksamkeit ist aufgrund ihren selektiven und integrativen Charakters selektiv.

Für den integrativen Charakter der Aufmerksamkeit (Heu01, S. 17f) spricht das Argument, dass auch bei einer unbegrenzte Verarbeitungskapazität zwischen Handlungsalternativen gewählt werden müsste. Entsprechend muss, definiert durch die physikalischen Eigenschaften, der Mensch sich für eine Handlungsalternative entscheiden. Demzufolge ist die Selektion ein Vorbeugen vor chaotischem Verhalten. Die meisten Theorien vertreten jedoch die Meinung der begrenzten Kapazitäten.

Die Filtermodelle, zu denen die frühe Selektion (EZ06, S. 340-346), die Dämpfungstheorie (And01, S. 79) und die Mehrkanal-Theorien (Heu01, S. 14) gehören, gehen von einem Filter aus, der die Reize zu einem bestimmten Zeitpunkt wegfiltert und so keine semantische Verarbeitung derer zulässt. Einzig die späte Selektion (siehe EZ06, S. 346-348) geht davon aus, dass alle Reize semantisch verarbeitet werden bevor diese dann gefilter werden. Diese Theorien vermuten den Grund der Selektivität in der Begrenzung der Informationsverarbeitung und glauben daher an einen Filter innerhalb dieser.

Weitere Theorien gehen von einer Begrenzung des Energievorrates aus. Steht nicht genügend Energie bereit so können Informationen nicht verarbeitet werden, egal ob es einfache Reizinformationen oder semantische Informationen sind. Hierdurch wird nicht der Ort des Filterns eingegrenzt sondern ein Grundkonzept vorgelegt wieso Selektion notwendig ist und wie eine Verteilung dieser erfolgt.

**Modell der Aufmerksamkeitsverteilung<sup>1</sup>:** Im Modell der Aufmerksamkeitsverteilung (EZ06, S. 348-351) wird davon ausgegangen, dass die Energieressource eine variable Kapazität aufweist welche flexibel auf die zur Zeit wirkenden Aufgaben verteilt wird (siehe Abbildung 2.4). Ist die Aufgabe kompliziert so benötigt diese ein großen Teil der Verarbeitungskapazität so dass für die Ausführung einer anderen Aufgabe nur wenig Kapazität übrig bleibt.

Das Arousal ist die Gesamtkapazität. Die Verteilung der verfügbaren Kapazität wird auf Grundlage von

- gelernten oder angeborenen Dispositionen - den unbewussten Verteilungsregeln,
- den augenblicklichen Absichten und
- von der geschätzten Schwierigkeit der Aufgabe

durchgeführt. Hierbei wirkt die geschätzte Schwierigkeit der Aufgabe direkt auf das Arousal.

Diese Modells macht mehrere Vorhersagen (vgl. Wes94, S. 97):

- Menschen können mehrere Aufgaben gleichzeitig ohne Interferenz ausführen wenn die Anforderungen aller Aufgaben ihre begrenzte Kapazität nicht übersteigen.
- Eine ausgeführte Aufgabe hemmt die Ausführung einer anderen Aufgabe wenn die Kapazität beider Aufgaben die begrenzte Kapazität übersteigt.
- Die Kapazitäten werden den Aufgabenanforderungen angepasst.

Problematisch (nach EZ06, S. 351) an diesem Modell ist dass die Aufgabenschwierigkeit nicht direkt bestimmt werden kann. Zudem entspricht die

---

<sup>1</sup>In Wes94, S. 96-102 wird dieses Modell als Modell der Verteilung kognitiver Ressourcen bezeichnet.

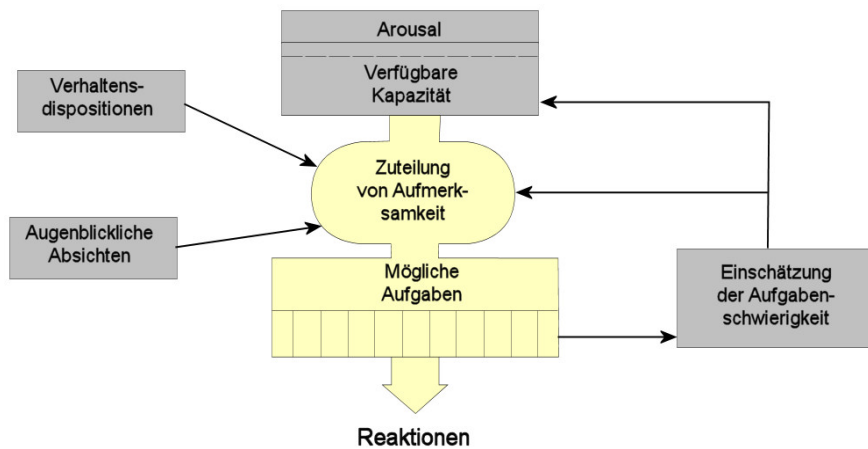


Abbildung 2.4: Modell der Aufmerksamkeitsbildung nach Kahneman (EZ06, S. 349, Abbildung 6.3-1)

Abgabe der Ressourcen des Arousal an das Gesamtsystem nicht dem Yerkes-Dodson-Gesetzes (YD08, zitiert nach Wik07). Dieses besagt dass bei Überschreiten eines Punktes (optimum) die höhere Abgabe der Ressourcen des Arousal sich negativ auf die Leistung auswirkt.

**Zwei-Prozesstheorie:** Bei der Zwei-Prozesstheorie (siehe EZ06, S. 353-359 bzw. SC03) wird davon ausgegangen dass der Mensch zwei Arten von Prozessen besitzt. Die eine Art reagiert automatisch auf gegebene Reize und benötigt kein Bewusstsein. Die andere Art von Prozess ist dem Menschen bewusst. Hier werden die gegebenen Reize kontrolliert und verarbeitet. Mehrere solcher kontrollierten Prozesse können sich stören da die Aufmerksamkeit begrenzt ist. Durch Übung lassen sich kontrollierte Prozesse in automatische überführen falls eine feste Reiz-Reaktionsverknüpfung erkannt wird.

**Alternativbeschreibung der Zwei-Prozesstheorie:** Eine weiterer, ähnlicher Vorschlag zur Unterscheidung des Grades der Automatisierbarkeit und der dafür aufgewendeten Aufmerksamkeit geht davon aus dass auch automatische Prozesse Aufmerksamkeit benötigen (vgl. Wes94, S. 105-107). Diese erfordern nur wenig Ressourcen, so dass es dem Menschen nicht bewusst wird. Hier wird zwischen aktiver und passiver Aufmerksamkeit unterschieden und offenbar ist es möglich dass die passive Aufmerksamkeit die aktive aktiviert sodass diese auf bestimmte Aufgaben oder Ereignisse gelenkt wird.

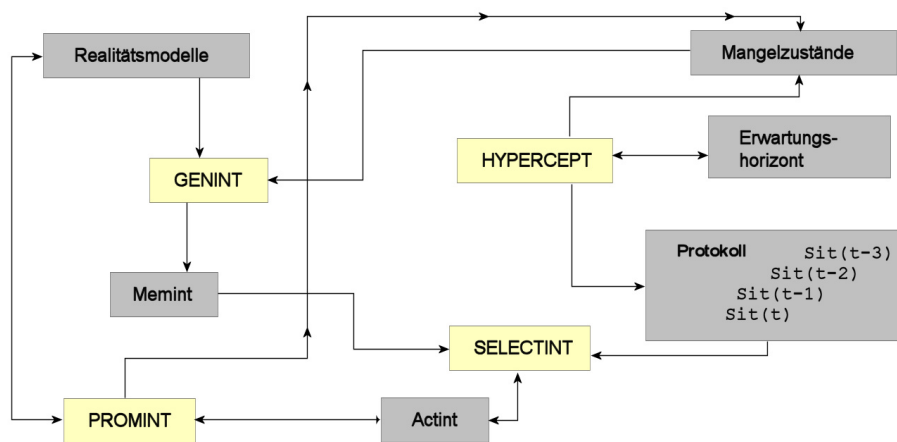


Abbildung 2.5: Modell des Systems zur Handlungsregulation (D<sup>+</sup>88, S. 223, Abbildung 4)

## 2.2.6 Ein System zur Handlungsregulation

Das System zur Handlungsregulation ist das Ergebnis einer „Theorie zur Erklärung menschlichen Verhalten in komplexen, dynamischen Situation“ (D<sup>+</sup>88, S. 217). In Abbildung 2.5 wird das Modell, anhand derer die weitere Beschreibung des System vonstatten geht, dargestellt.

Die Kästchen, im folgenden Einheiten genannt, mit den Bezeichnungen **GENINT**, **SELECTINT**, **PROMINT** und **HYPERCEPT** stellen Informationseinheiten dar. Alle anderen Kästchen stellen Gedächtnisstrukturen dar.

**GENINT:** Die Einheit **GENINT** generiert Absichten. Dazu benutzt es die Informationen der Einheiten **Realitätsmodelle**<sup>2</sup> und **Mangelzustände**. Anhand des vorhandenen Mangels wird eine Zielsituation ermittelt und unter „Berücksichtigung [...] über die augenblickliche Gesamtsituation (SIT)“ (D<sup>+</sup>88, S. 224) (nicht in der Abbildung 2.5 vorhanden) wird eine Absicht (siehe D<sup>+</sup>88, S. 221f) generiert. Die generierte Absicht wird in der Einheit **Memint** gespeichert.

**SELECTINT:** Die Einheit **SELECTINT** nimmt aus **Memint** eine Absicht und bestimmt ob diese als nächstes angestrebt werden soll. Zur Bestimmung der nächsten anzustrebenden Absicht wird die Wichtigkeit der Absicht und

<sup>2</sup>Ein Realitätsmodell enthält die „Teilstrukturen des sensorischen und des motorischen Netzwerkes, die Informationen über die Sachverhalte eines in Frage stehenden Realitätsausschnittes sowie die in ihm möglichen Operationen enthalten“ (D<sup>+</sup>88, S. 223).

die Erfolgswahrscheinlichkeit<sup>3</sup> in der aktuellen Situation bestimmt. Nach einer Erwartungs-Wert-Analyse wird dann bestimmt ob die gegebene Absicht die als nächste anzustrebende Absicht wird.

Die als nächste anzustrebende Absicht wird in der Einheit **Actint** abgespeichert. Hier wird auch berücksichtigt dass eine mögliche herrschende Absicht nicht zu früh verdrängt wird.

**PROMINT:** Die Einheit **PROMINT** benutzt Realitätsmodelle um eine Absicht, welche in **Actint** gespeichert ist, umzusetzen. Zur Umsetzung einer Absicht muss der Weg von der aktuellen Situation zur Zielsituation bekannt sein. Zudem muss das Ziel selbst eindeutig sein.

Ist das Ziel unklar, so muss zunächst dieses genauer definiert werden. Danach wird der Weg zunächst interpolativ, wenn dies nicht funktioniert, synthetisch geplant. Bei der interpolativen Planung werden bekannte Operatoren auf die aktuelle Situation hin neu kombiniert und verkettet. Beim synthetischen Planen werden neue Operatoren erstellt und überprüft, welche nicht vom Realitätsmodell vorgegeben wurden. Schlug sowohl die interpolative wie auch die synthetische Planung fehl, so wird die Absicht verworfen und ein neuer Mangelzustand erzeugt.

**HYPERCEPT:** Die Einheit **HYPERCEPT** erstellt ein Situations- oder Umgebungsbild (**SIT**) seiner aktuellen Situation. Dabei besitzt **HYPERCEPT** auf Grund von vergangenen **SIT**'s die Möglichkeit Informationen aus der Vergangenheit zu berücksichtigen. Durch das Verständnis der aktuellen und der vergangenen Realität kann **HYPERCEPT** in die Zukunft extrapolieren. Diese Extrapolation wird als Erwartungshorizont des Systems bezeichnet. Stimmt der Erwartungshorizont nicht mit der aktuellen Situation überein so wird ein Mangelzustand generiert, welcher eine genaue Erkundung der Situation nach sich zieht.

**Ausbildung von Emotionen:** Neben des Umgebungsbildes erzeugt **HYPERCEPT** verschiedene Zustände: Neuartigkeit - Staunen, Unerwartetheit - Schreck, Unbestimmtheit - Angst, positive und negative Erwartungen - Furcht und Hoffnung. Die Einheit **Memint** enthält die Absichten. Die Gesamtzahl der Absichten erzeugt den Gesamtabsichtsdruck, welcher als Aktiviertheit bezeichnet werden kann. Die Einheit **PROMINT** generiert, in Abhängigkeit seines Erfolges, die aktuelle Kompetenz. Die Änderung des Parameters Kompetenz resultiert in den Emotionen Ärger, Wut und Freude. Wenn die Einheit

---

<sup>3</sup>Neben Wichtigkeit und Erfolgswahrscheinlichkeit wird der eventuelle Erledigungstermin und die Art wie dieser geschätzt wurde in die Kalkulation einbezogen.

SELECTINT bei der Behandlung von Absichten den vorher angepeilten Zeitrahmen nah kommt so entsteht außerdem Zeitdruck.

### 2.2.7 Das Rubikon-Modell der Handlungsphasen

Das Rubikon-Modell beschreibt vier Handlungsphasen des Menschen (siehe Gol87, zitiert nach HH<sup>+</sup>06, S. 278-281). Es behandelt die Fragen woher Ziele des Menschen kommen und wie diese umgesetzt und später bewertet werden.

**Prädezisionale Handlungsphase:** Die erste Phase wird die prädezisionale Handlungsphase genannt (HH<sup>+</sup>06, S. 279). In dieser macht sich der Mensch seine Wünsche und Anliegen, welche verwirklicht werden sollen, bewusst. Die Wünsche sind Ergebnis der persönlichen Motive. Dies findet in Form der Selbstregulation (HH<sup>+</sup>06, S. 312f) statt, d.h. hierbei können alle Komponenten des menschlichen Systems mitentscheiden was gewünscht ist.

Einige Wünsche werden zu verbindlichen Zielen gesetzt. Dazu wird die Wünschbarkeit und Realisierbarkeit des Wunsches den anderen Wünschen gegenübergestellt. Dabei findet kein absolutes Gegenüberstellen aller Faktoren aller Wünsche statt. Vielmehr wird ein maximal mögliches Abwägen durchgeführt. Maximal möglich bedeutet hierbei, dass z. B. der Zeitfaktor oder die Möglichkeit der Abschätzung bestimmter Teile der Realisierbarkeit berücksichtigt werden, jedoch ein gefordertes Mindestmaß an Klarheit erfüllt wird. Das maximal mögliche wird dabei durch die Fazittendenz und das Klärungsmaß bestimmt. Je mehr positive oder negative Konsequenzen von Handlungen oder Nicht-Handlungen gegenübergestellt wurden, desto mehr erscheint das Bewerten und Gegenüberstellen von Wünschen ausgeschöpft und die Fazittendenz steigt. Das Klärungsmaß wird durch die persönliche Wichtigkeit der Entscheidung und durch das Verständnis der Kosten der Abwägung bestimmt.

Nach dem Abwägungsprozess haben die Wünsche eine Motivationstendenz. Die Umwandlung eines Wunsches mit hoher Motivationstendenz in ein Ziel ist jedoch erst dann gegeben, wenn eine Möglichkeit der Realisierung vorhanden ist. Wird die Möglichkeit der Realisierung erkannt, so wird die Zielintention gebildet. Hierdurch erhält das Ziel ein Verbindlichkeitscharakter (die Zielsetzung), die Volitionstärke, welche aus der Motivationstendenz gebildet wird, wodurch sich der Mensch verpflichtet fühlt diesem Ziel nachzugehen.

**Präaktionale Phase:** Die zweite Phase des Rubikon Modells wird die präaktionale Phase genannt. In dieser Phase wird auf die passende Gelegenheit

zum Handeln gewartet oder überlegt wie die passende Gelegenheit schneller herbeigeführt werden kann. Dies geschieht im Prozess der Selbstkontrolle (HH<sup>+</sup>06, S. 313), d.h. die gesamte Energie wird nur auf die Erfüllung dieses Ziels gelenkt. Dazu werden Pläne (Vorsätze oder Durchführungsintentionen) entworfen, welche bestimmen wann wo wie und was gemacht werden soll.

Das Erkennen, wann die Gelegenheit passend zur Durchführung der Handlung ist wird durch die Fiattendenz bestimmt. Diese wird durch die Volitionstärke und den Grad der Günstigkeit der vorliegenden Gelegenheit bzw. Situation der Realisierung des anzustrebenden Ziels gebildet. Dabei wird bei der Bestimmung der Günstigkeit die Längskonkurrenz und die Querkonkurrenz unterschieden. Die Längskonkurrenz bezeichnet weitere vorgestellte, zu der aktuellen konkurrierende, Situationen. Die Querkonkurrenz bezeichnet die Günstigkeit der Situation aller zur Zeit anzustrebender Ziele. Das Ziel mit der höchsten Fiattendenz bekommt den Zugang zur Exekutiven.

**Aktionale Phase:** In der dritten, der aktionalen Phase werden die zuvor gefassten Pläne versucht zu realisieren. Hierbei definiert die Höhe der Volitionstärke die Anstrengungsbereitschaft. Bei auftretenden Schwierigkeiten kann die Volitionstärke erhöht werden. Die Handlung selbst wird durch die mentale Vorstellung des Ziels geleitet.

**Postaktionale Phase:** In der letzten Phase, der postaktionalen Phase, wird die Bewertung der Handlungen durchgeführt. Wird das Ziel als zufriedenstellend erreicht bewertet, so wird das Handlungsziel deaktiviert. Wird das Ziel jedoch als nicht zufriedenstellend erreicht eingestuft, so wird entweder das Anspruchsniveau gesenkt und das Handlungsziel deaktiviert oder das Handlungsziel beibehalten und neue Handlungen geplant um das Ziel trotzdem noch zu erreichen.

## 2.3 Weitere Theorien und Modelle

### 2.3.1 Neuronale Netze

Das Wort *neuronales Netz* ist an der Theorie der *künstliche neuronale Netze* angelehnt. Tatsächlich ist hiermit ein Netz bestehend aus vielen Nervenzellen, welche insgesamt das Nervensystem eines Tieres bildet, gemeint.

An dieser Stelle soll nur die wesentliche Funktionsweise einer Nervenzelle (vgl. Lip05, S. 1-44) dargestellt werden, so dass deren generelle Funktion verstanden wird. Die Komponenten der Nervenzelle für die Beschreibung sind (vgl. mit Abbildung 2.6):

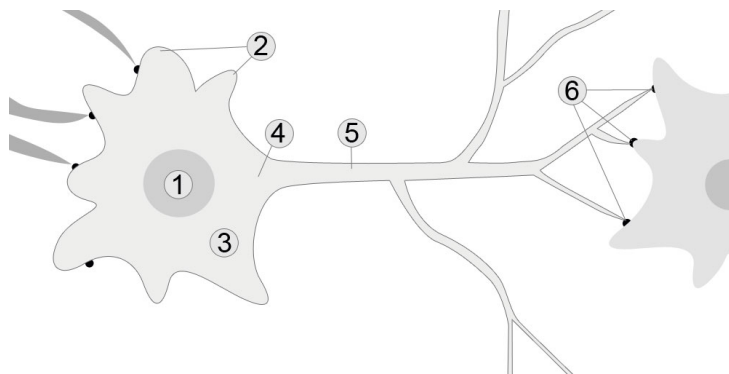


Abbildung 2.6: Skizze des Aufbaus einer Nervenzelle, ① Zellkern, ② Dendriten, ③ Zellkörper, ④ Axonhügel, ⑤ Axon, ⑥ Synapsen

- Dendriten
- Zellkörper
- Axonhügel
- Axon
- Synapsen

Die *Dendriten* sind Fortsätze des *Zellkörpers* und nehmen über *Synapsen* empfangene Signale auf und führen diese im Zellkörper zusammen. Hierbei können die Signale erregend oder hemmend wirken. Die durch die Dendriten aufgenommenen Reize werden im Zellkörper am *Axonhügel* aufgestaut. Es bildet sich hierbei ein Erregungspotential. Das Erregungspotential bezeichnet die aufsummierte Mengen der empfangenen Signale in einem kurzem Zeitraum. Spezielle Faktoren entscheiden am Axonhügel wann das Erregungspotential das Schwellenpotential überschreitet und somit ein Reiz über das *Axon* gesendet werden soll. Das Axon beginnt beim Axonhügel und leitet das Signal des Zellkörpers an andere Nervenzellen weiter. Dazu verzweigt sich das Axon (*Axonkollaterale*), wobei jedes einzelne Verzweigungsende, genannt Endknopf, eine presynaptische Endung darstellt, d.h. die Vorstufe der Synapse ist. Synapsen sind notwendig, da die Endknöpfe des Axon nicht direkt an den Dendriten ansetzen. Da der Reiz, welcher über das Axon geschickt wird immer die gleiche Stärke aufweist wird die Stärke eines Reizes über die Frequenz, d.h. wie oft ein Reiz über das Axon gesendet wurde, vermittelt. Hierbei muss bedacht werden, dass nach jedem Senden eines Signals über das Axon eine kurze Ruhepause eingelegt wird.

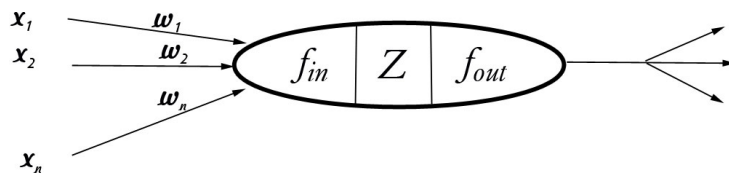


Abbildung 2.7: Künstliches Neuron (nach Lip05, S. 50, Abb. 2.7)

Diese sehr vereinfachte Darstellung der Funktionsweise einer Nervenzelle soll nur das Prinzip und das Zusammenwirken wesentlicher Komponenten der Nervenzellen demonstrieren. Viele Eigenheiten der Funktionsweise wurden hier nicht erläutert, genauso wie die Vielfalt und Unterscheidung verschiedener Arten von Nervenzellen. So werden, nur um Beispiele zu nennen, motorische Nervenzellen, sensorische Nervenzellen oder Interneuronen unterschieden. Diese werden nach ihrem funktionalen Einsatz differenziert, d.h. Rezeptoren der Sinnesorgane oder Organe, Neuronen zur Muskelsteuerung und sonstige Neuronen.

Als Vorbild diente die Nervenzelle beim Erstellen des Modells eines künstlichen Neurons (vgl. Abbildung 2.7), welches dann in künstlichen neuronalen Netzen eingesetzt wurde<sup>4</sup>. Das künstliche Neuron (vgl. Lip05, S.45-50) soll an dieser Stelle vorgestellt werden, da es sehr stark abstrahiert dargestellt wird, dennoch wesentliche Funktionsweisen einer Nervenzelle widerspiegelt. Das Modell beschränkt sich hierbei auf:

- Eingabevektor  $\vec{x}$
- Gewichtsvektor  $\vec{w}$
- Aktivitätsfunktion  $f_{in} : \mathbb{R} \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$
- Zustand  $Z$
- Ausgabefunktion  $f_{out} : \mathbb{R} \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$

Der Zustand beschreibt das Erregungspotential, welcher sich bei jeder neuen Reizeingabe, beschrieben durch die Aktivitätsfunktion, verändert. Die Aktivitätsfunktion ist das Produkt der Eingabevektoren mit den Gewichtsvektoren:  $x_i * w_i$ . Die Ausgabefunktion beschreibt zum einen bei welchem Zustand das Neuron feuert, d.h. bei welchem Schwellwert gefeuert wird (Input) und welchen Wert das Neuron feuert. Die Ausgabe der Funktion wird hierbei stark variiert, je nach Notwendigkeit. Eine einfache Ausgabefunktion ist

<sup>4</sup>Die meisten Modelle der künstlichen Neuronen basieren auf dem McCulloch-Pitts-Neuronmodell (vgl. Lip05, S. 63, 69-72)

die Binärfunktion, welche bei überschreiten des Schwellwertes eine eins feuert, sonst jedoch 0. Typischerweise werden jedoch die Identitätsfunktion, die lineare (mit Sättigung für Wertebereich  $[-1; 1]$ ) Funktion, binäre Schwellwertfunktion, die Sinusfunktion, logistische Funktion ( $1/(1 + \exp(-x))$ ) oder die Tangens hyperbolicus-Funktion benutzt. Bei Darstellungen von künstlichen Neuronen wird auf die Aktivitätsfunktion und die Ausgabefunktion verzichtet, da diese oft für das gesamte Netz gleich sind. Ebenfalls wird der Zustand des Neurons nicht dargestellt, da sich dieser in jedem Zeitpunkt ändert. Stattdessen wird nur der Gewichtsvektor und der Schwellwert eines Neurons dargestellt, bei der Darstellung von neuronalen Netzen zusätzlich die gerichteten Kanten des Netzes.

Mit dem hier vorgestellten künstlichen Neuron lassen sich künstliche Neuronale Netze modellieren. Hierbei sind folgende Veränderungen am Netz denkbar (nach Lip05, S. 55):

- Erstellung neuer Verbindungen
- Löschen existierender Verbindungen
- Modifikation der Stärken der Verbindungen
- Modifikation des Schwellwertes
- Modifikation der Aktivierungs- und Ausgabefunktion
- Einfügen neuer Neuronen
- Löschen bestehender Neuronen
- Modifikation der Lernregel (wird in dieser Arbeit nicht vorgestellt)
- Indirektes Lernen der zeitlichen Charakteristik von Aktionspotentialen (wird in dieser Arbeit nicht vorgestellt)

## 2.4 Bewertung und Interpretation

### 2.4.1 Zielbildung

Für das Verständnis des Zielbildungsprozesses ist es notwendig zu verstehen wie es zur Zielbildung kommt und welche Prozesse in welcher Weise bei der Zielbildung eine wesentliche Rolle spielen.

Die Hull'sche Triebtheorie (vgl. 2.1.2) vermittelt die einfachste jedoch auch eine grundlegende Feststellung: Ziele sind das Ergebnis von Mangelzuständen. So einfach dies auch klingen mag bedeutet es dennoch, dass Ziele immer wegen einem bestimmten Zweck entstehen. Der Zweck resultiert hierbei aus dem Mangelzustand, welcher sich auf unterschiedlichste Art und Weise manifestieren kann:

- innermenschlichen Sensoren können ein solchen Mangel suggerieren → Hunger, Durst, Schmerz usw.
- durch Wahrnehmen von außermenschlichen Reizen → Sichtung von Essbarem, Erkennen von bekannten Gesichtern, Hören seines Namen usw.
- Vorstellungen von bestimmten Situationen, welche zum auslösen von Mangelzuständen führen.

Das Überblicksmodell der Motivation im Handlungsverlauf beschreibt die impliziten Motive, die expliziten Motive und universelle Verhaltenstendenzen als Faktoren welche zu Mangelzustände führen (siehe Kapitel 2.1.4.1). Anders als im Überblicksmodell beschrieben sollen die universellen Verhaltenstendenzen in dieser Arbeit jedoch nicht als ein spezieller Faktor bei der Zielbildung unterschieden werden. Während implizite und explizite Motive eine deutlich unterschiedliche funktionale Repräsentation bei der Zielbildung erkennen lassen, kann dies bei den universellen Verhaltenstendenzen nicht festgestellt werden. Vielmehr bin ich der Meinung, dass die funktionale Entstehung von universellen Verhaltenstendenzen zumindest im Zielsetzungsprozess sich auf die funktionale Eigenheit, welche auch bei den impliziten und expliziten Motiven zum Tragen kommen, reduziert werden kann. Zudem unterscheiden sich laut Kapitel 2.1.4.3 die universellen Verhaltenstendenzen von Motiven durch den Umfang des Einsatzes des kognitiven emotionalen Netzwerks. Jedoch kann auch das Hungergefühl vom Menschen gesteuert, unterdrückt und verworfen werden (z. B. beim Fasten). Andererseits kann eine Sucht, welche nicht als universelle Verhaltenstendenz bezeichnet werden kann, von Menschen eben nicht mehr unterdrückt oder verworfen werden.

Insgesamt erklären die bisherigen Darstellungen nur den Zusammenhang, wie es zur Zielbildung kommt, jedoch weniger, wie Zielbildung, Zielsetzung und Zielwegsuche zusammen hängen. Ziele wurden zudem als explizite Motive beschrieben, was bedeutet, dass auch Ziele für die Zielbildung verantwortlich sein können. Dies zeigt im Besonderen, dass Motive und Ziele eine funktionale Verbindung aufweisen müssen. Generell ist der Zusammenhang von Motiven in der Zielbildung und Zielen nur ungenügend beschrieben.

## 2.4.2 Zielsetzung

Zweck der Auswahl der vorgestellten Theorien zum Zielsetzungsprozess war es diesen aus möglichst unterschiedlichen Blickwinkeln zu betrachten. Die vorgestellten Theorien behandeln hierbei insbesondere folgende Aspekte des Zielsetzungsprozesses:

- den Zielweg
  - Prinzip der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulation, Kapitel 2.2.1
  - Theory of Action Identification, Kapitel 2.2.3
- Bewertung von Zielwegen
  - Erwartungs- $\times$ -Wert-Theorien, Kapitel 2.2.4
- Generelle Phänomene der menschlichen Verarbeitungsweise
  - Automotivtheorie, Kapitel 2.2.2
  - Aufmerksamkeitsprozesse, Kapitel 2.2.5
- Gesamtmodell, welche mitunter auch den Zielsetzungsprozess vorstellen
  - System zur Handlungsregulation, Kapitel 2.2.6
  - das Rubikon-Modell, Kapitel 2.2.7

Das System zur Handlungsregulation hat zahlreiche Weiterentwicklungen erfahren. Die theoretische Weiterentwicklung ist in der PSI-Theorie zu finden (Dör99 oder Dör02). Praktische Entwicklungen finden sich z. B. in *Emo-Regul* (DHH96) oder im *microPSI*-Project (Bac03). Dabei haben die genannten kognitiven Modelle den Schwerpunkt auf der Modulation des Motivations- und Emotionssystems, während andere kognitive Modellierungen wie *ACT-R* (ABB<sup>+</sup>04) und *SOAR* (WJ05) den Schwerpunkt auf Problemlösen und Gedächtnisfunktionalität legen.

Auch wenn die vorgestellten Theorien eine große Vielfalt an Sichtweisen auf den Zielsetzungsprozess aufweisen, so zeigen auch alle Theorien Defizite auf. Theorien, welche die Zielwegbildung beschreiben sind so abstrakt, dass eine direkte Umsetzung kaum möglich ist. Zudem wird nur ein Teil des Zielsetzungsprozesses beschrieben und Zusammenhänge zu anderen Teilen des Zielsetzungsprozesses sind nicht direkt ersichtlich. Gleiches gilt auch für die Bewertungstheorien der Zielwege. Die Phänomene der menschlichen Verarbeitungsweise scheinen ein wesentlichen Einfluss auf den Zielsetzungsprozess zu haben, jedoch ist deren Beschreibung nicht direkt umsetzbar. Die Gesamtmodelle weisen als einzige alle Zusammenhänge des Zielsetzungsprozesses auf, haben jedoch ein Defizit bei der Beschreibung z. B. wie Zielwege hierarchisch erstellt werden oder wie die Wirkung von generellen Phänomenen der menschlichen Verarbeitungsweise zustande kommt.

# Kapitel 3

## Entwicklung eines Modells der Zielsetzung

### 3.1 Roadmap der Modellentwicklung

Neben den einzelnen Status - der Zielbildung, der Zielbewertung, der Zielwegsuche und der Zielwegbewertung - um zur Zielsetzung zu gelangen spielt die Zielwegsuche eine zentrale Rolle. Während der Zusammenhang von Zielbildung und Zielwegsuche an dieser Stelle noch nicht erläutert wurde (siehe Kapitel 3.4.2.1) und daher die Wichtigkeit der Zielwegsuche im Bezug auf die Zielbildung offen ist wird die Wichtigkeit der Zielwegsuche bei der Ziel- und Zielwegbewertung deutlicher, da diese ohne ein Zielweg nicht eindeutig geklärt werden kann. Daher nimmt die Zielwegsuche in dieser Arbeit eine zentrale Rolle bei der Suche nach dem Modell der Zielsetzung ein. Die Zielwegsuche, eine anscheinend einfache Anforderung ein Ziel von A nach B zu finden resultiert bei genauer Betrachtung in einer Unmenge an verschiedensten Theorien welche unterschiedlichste Aspekte betrachten und unterschiedliche Schwerpunkte und Ansatzpunkte aufweisen. Auch wenn die wenigsten Theorien dies erwähnen, so ist der Ursprung all dieser Funktionalität das menschliche Nervensystem. Entsprechend ist einer der direktesten Ansätze ein computationales Modell der Zielsetzung umzusetzen die Überführung der theoretischen Grundlagen in die Funktionsweise eines neuronalen Netzes.

Ein anderer Ansatzpunkt zur Umsetzung der Zielwegsuche besteht darin bekannte Hilfsmittel aus der Informatik zur Lösung heranzuziehen. Hierbei bieten sich im wesentlichen die unterschiedlichsten Suchalgorithmen an, von denen die *informierten Suchalgorithmen* aufgrund deren Schätzfunktionalität/Heuristiken und des großen Suchraums am sinnvollsten erscheinen. Andererseits erhöht sich für informierte Suchalgorithmen mit der Menge der

zu bewertenden Faktoren der Schätzfunktion die komputationale Komplexität. Zudem können sich verschiedene Faktoren bei der Schätzung gegenseitig negativ beeinflussen, so dass bereits für die Bewertung der wirkenden Faktoren eine Schätzung oder sogar eine Suche durchgeführt werden muss. Diese Umstände machen deutlich, dass ein Ansatz mit einem verallgemeinerten Suchalgorithmus problematisch und schwierig ist. Für das weitere Vorgehen wird daher der Ansatz, welcher im ersten Abschnitt beschrieben wurde, gewählt. Da mit diesem Ansatz ebenfalls der Aufmerksamkeitsprozess erklärt werden muss entspricht dies dem funktionalen Ansatz der Suche mithilfe von Heuristiken.

Bevor eine Überführung von den theoretischen Grundlagen in die Funktionsweise eines neuronalen Netzes stattfinden kann muss das Verständnis zu einigen in der Psychologie beobachteten Phänomenen geklärt werden. Dazu zählt die Unterscheidung von Implizitem und Explizitem und der Aufmerksamkeitsprozess (siehe Kapitel 3.2), da beiden Phänomene eine zentrale Rolle bei menschlichen Funktionsverarbeitung zu spielen scheinen.

Das Kapitel 3.3 beschreibt wie der Aufmerksamkeitsprozess und die implizite und explizite Verarbeitung mit Hilfe von neuronalen Netzen umgesetzt werden kann. Es stellt vor wie es zu komplexen Funktionsabläufen auf neuronaler Ebene kommt und wie diese ablaufen könnten. Auf diese Weise bildet das Ergebnis, welches als die funktionale Plattform bezeichnet wird, die Grundlage für das Aufsetzen komplexer Funktionen, wie z. B. dem Zielsetzungsprozess und weist bereits den Ansatz zur Suche auf Grundlage von lokalen Heuristiken auf.

Im Kapitel 3.4 werden die theoretischen Modelle der Zielsetzung aus dem Kapitel 2 genauer untersucht und Inhalte unterschiedlicher Theorien zusammengeführt bzw. neu interpretiert. Auf diese Weise werden die Inhalte der Theorien mit den Erkenntnissen der funktionalen Plattform kombiniert und so der Weg für die Erstellung des Modells des menschlichen Zielsetzungsprozesses geebnet.

## **3.2 Implizites und Explizites**

### **3.2.1 Theoretische Interpretation**

Das Überblicksmodell der Motivation im Handlungsverlauf nennt die impliziten und expliziten Motive als Grundfaktoren, welche für die Zielbildung verantwortlich sind (vgl. Kapitel 2.1.4.3). Um die Abhängigkeit von impliziten und expliziten Motiven zu verdeutlichen werden implizite und explizite Motive als Teil einer ganzen Reihe von Funktionen bzw. einer bestimmten

Art der Funktionsverarbeitung betrachtet. Tatsächlich werden in der Psychologie weitere implizite und explizite Unterscheidungen genannt, so auch das implizite und explizite Gedächtnis, implizites und explizites Lernen (siehe Par00, S. 54-72) bzw. implizites und explizites Wissen (siehe Spi03, S. 62).

Neben den impliziten und expliziten Motiven nennt das Überblicksmodell zusätzlich Bedürfnisse als Grundfaktoren, welche für die Zielbildung verantwortlich sind. In dieser Arbeit werden Bedürfnisse als Teil der impliziten und expliziten Motive betrachtet (siehe hierzu Argumentation im Kapitel 2.4.1).

Der Unterschied der impliziten und expliziten Funktionen liegt im Grad des bewusst werdens der Entstehung des Ergebnisses der entsprechenden Funktion (interpretiert nach Kapitel 2.1.4). Die Ergebnisse der impliziten Funktionen sind ohne bewusste Entstehung vorhanden während die Entstehung und somit die Funktionsweise der expliziten Funktionen dem Menschen bewusst sind. Diese Unterscheidung ist idealisiert, denn auch implizite Funktionen können dem Menschen bewusst werden, d.h. einer expliziten Verarbeitung unterzogen werden. Entsprechendes zeigt die Theory of Action Identification (aus Kapitel 2.2.3).

### **3.2.2 Zusammenhang von Implizitem und Explizitem**

Die Automotivtheorie aus dem Kapitel 2.2.2 beschreibt die Entstehung eines automatischen Zielsetzungsprozesses. Dieser wurde automatisiert, da wiederholt das Ziel in der entsprechenden Situation bewusst gesetzt wurde. Ist der Prozess automatisiert, so ist kein bewusstes Setzen des Ziels notwendig. Das bewusste Setzen des Ziels vor der Automatisierung entspricht einer expliziten Funktion. Diese wird in eine implizite Funktion überführt, falls eine Regelmäßigkeit festgestellt werden konnte. Implizite Funktionen sind demnach automatisierte Funktionen, welche aufgrund von Regelmäßigkeiten der Situation entstehen. Entsprechend sind dann explizite Funktionen für die Bewältigung von unregelmäßigen oder komplexen Situationen verantwortlich.

Ein Zusammenhang der impliziten und expliziten Funktionen bei der Verarbeitung von Aufgaben zeigt die Zwei-Prozesstheorie und deren alternative Beschreibung (siehe Kapitel 2.2.5.3) auf. Dabei ist insbesondere die alternative Beschreibung interessant. Diese geht davon aus, dass auch implizite Funktionen (passive Aufmerksamkeit genannt) Aufmerksamkeit benötigen jedoch der Aufwand und die benötigten Ressourcen der Aufmerksamkeit zu gering sind, so dass es dem Menschen nicht bewusst wird. Dementsprechend lassen sich diejenigen Funktionen als explizit bezeichnen, welche ein gewisses Maß an Aufmerksamkeit erfordern. Hierbei lässt sich der Aufwand der Aufmerksamkeitsressource nicht nur auf zwei Stufen unterteilen, was bedeutet, dass auch der Übergang von impliziten und expliziten Funktionen nicht abrupt

verläuft. Dies erklärt auch, warum implizite Funktionen explizit ausgeführt werden können, denn hierbei wird der Grad der benötigten Aufmerksamkeit für die Verarbeitung angehoben.

Somit beschreibt die Unterteilung von impliziten und expliziten Funktionen lediglich eine situative Darstellung der Ausführung der Funktionen, während Aufmerksamkeit ein allgemeines Konzept darstellt, welches auch die Übergänge der situativen Darstellung beschreibt.

## **3.3 Modell der funktionalen Plattform**

### **3.3.1 Konzeptgrundlagen**

Die Entwicklung der Inhalte der funktionalen Plattform lassen sich in zwei Teile aufteilen. Im ersten Teil wird die strukturelle Anordnungseigenschaft neuronaler Netze betrachtet um so die Möglichkeiten der Umsetzung von impliziten und expliziten Funktionen aufzuzeigen. Hierzu wird die Funktionsausführung neuronaler Netze interpretiert und das Verständnis, wie die Aktivierung einzelner Neuronen zu komplexen funktionalen Abläufen führt, dargestellt. Zentrale Ausgangsfrage hierbei ist die Klärung der Möglichkeiten die lokale Verarbeitung einzelner Neuronen in einem Gesamtzusammenhang interpretieren zu können.

Der zweite Teil geht auf die Entwicklung und Umsetzung komplexer funktionaler Zusammenhänge ein. Hierbei werden unterschiedliche Effekte vorgestellt, mit denen letztendlich die Verarbeitung von individuellen Situationen möglich wird. Hierzu wird die explizite Verarbeitung auf neuronaler Ebene eingeführt. Es folgen die Erläuterungen zur Umsetzung des Aufmerksamkeitsprozesses. Beim Aufmerksamkeitsprozess soll aufgrund des speziellen Charakters nur die selektive Dimension berücksichtigt werden (vgl. hierzu Taxonomie der Aufmerksamkeitskomponenten, Tabelle 2.1). Die im Kapitel 2.2.5.3 vorgestellten Theorien zur Funktionsweise der selektiven Aufmerksamkeitskomponente mögen andeuten, dass Aufmerksamkeit eine spezielle Einheit mit deren Ausprägung in entsprechenden steuernden Funktionen des Gehirns ist. Vom funktionalen Standpunkt her ist ein solches Konzept jedoch mit vielen Schwierigkeiten verbunden (vgl. BS93, S. 36, Heu01, S. 12 oder EZ06, S. 359f), insbesondere der Frage wenn die Aufmerksamkeitsfunktionen die Steuerung der Aufmerksamkeit übernehmen, wer die Steuerung der Aufmerksamkeitsfunktionen übernimmt. Entsprechend ist das Konzept der Aufmerksamkeit lokal in der neuronalen Verarbeitung zu suchen.

## 3.3.2 Funktionale Grundlagen

### 3.3.2.1 Das Verständnis vom *Ganzen*

Die prinzipiellen Funktionseigenschaften eines neuronalen Netzes können neben der Struktur des Netzes selbst auf das Aktivieren und das Feuern von Neuronen reduziert werden (vgl. Kapitel 2.3.1). Die Unterscheidung von Aktiviert sein und Feuern ist die lokale Eigenschaft jedes einzelnen Neurons, welche mit dem jeweiligen Erregungs- und Schwellpotential zusammenhängt. Der Aktivierungszustand einzelner oder mehrerer verbundener Neuronen kann daher als die lokale Funktionsausführung des Neurons bzw. der Neuronen bezeichnet werden. Im Gegensatz hierzu sieht der Mensch seine Handlungen stets in einem größeren Zusammenhang, welche zudem etwas Ganzes zu ergeben scheinen. Es stellt sich daher die Frage, wie der lokale Aktivierungszustand einzelner Neuronen etwas Ganzes ergeben kann.

Für die Beantwortung muss der bisher dargestellte Trugschluss des Verständnisses des Ganzen demonstriert werden. Erscheint dem Menschen seine Handlung oder sein Denken als etwas Ganzes und Zusammenhängendes, so bedeutet dies nicht, dass es eine Funktion gibt, welche diesen Zusammenhang aus allen, zu einem bestimmten Zeitpunkt aktivierten Neuronen herstellt. Denn gäbe es diese Funktion, dann müsste diese die Wirkung aller Neuronen im Gehirn interpretieren können. Hierzu müsste die Funktion somit die gleiche Komplexität aufweisen, wie alle Neuronen zusammen und es müsste daher eine weitere Funktion existieren, welche wiederum den Zusammenhang des Zusammenhangs erstellen müsste. Kurzum bedeutet dies, dass es keine Zusammenfassende oder global interpretierende Funktionen geben kann und der entstandene Eindruck des *Zusammenhängenden* lokal entstehen muss. Dies erscheint auch logisch, wenn bedacht wird, dass jedes Neuron eine bestimmte Wirkung und somit eine bestimmte Eigenschaft bzw. Status im Netz widerspiegelt. Wenn das Neuron jedoch der Wirkung bzw. der bestimmten Eigenschaft entspricht, wozu muss deren Wirkung bzw. Eigenschaft nochmals interpretiert werden?

Auch wenn die Funktionsweise einzelner Neuronen auf die lokale Verarbeitung begrenzt ist, so ist aufgrund der Netzstruktur die lokale Verarbeitung stets von anderen Neuronen abhängig und jedes Neuron beeinflusst die Verarbeitung der anderen Neuronen. Entsprechend ist das, was als etwas Zusammenhängendes bezeichnet wird das Ergebnis der Interaktion des Netzes. Die Aktivierung eines Neurons kann als die Reflektion der Verarbeitung aller Neuronen, welche notwendig waren um dieses Neuron zu aktivieren, bezeichnet werden. Daher ist das, was dem Menschen als etwas Zusammenhängendes erscheint die Beschreibung der Menge aller aktiven Neuronen zu einem be-

stimmten Zeitpunkt.

### 3.3.2.2 Neuronale Funktionen

Komplexe Strukturen wie Funktionen, Objekte und Klassen in Programmiersprachen sind Konzepte welche im wesentlichen dazu dienen den Quellcode eines Programms eine semantische und strukturelle Komponente zu verleihen. So wird auf diese Weise, unter anderem, die Lesbarkeit und Erweiterbarkeit von Programmen verbessert. Dies sind nur einige der Vorteile solcher Konzepte. Vorteile bringen diese Konzepte jedoch nur demjenigen, der diese Vorteile nutzt, d.h. die Konzepte kennt, interpretiert und nach deren Aussage handelt und plant – dem Programmierer. Neuronale Netze besitzen, wie im vorherigen Kapitel beschrieben, keine interpretierenden Einheiten. Entsprechend sind auch Konzepte wie Funktionen, Objekte und Klassen in neuronalen Netzen nicht sinnvoll, da diese Konzepte ja nicht interpretiert werden. Andererseits ist es zur Modellierung und für die Erläuterungen in dieser Arbeit sinnvoll zumindest das Konzept der neuronalen Funktion einzuführen.

Prinzipiell entspricht die Wirkung jedes Neurons in einem neuronalen Netz der einer Funktion. So kann das Erregungspotential des Neurons als der Status oder Variablenwert des Neurons bezeichnet werden. Die Axonkollaterale des Axon entsprechen den möglichen Unterfunktionsaufrufen. Das Feuern, d.h. die Überschreitung des Schwellenpotentials entspricht einer bedingten Funktionsausführung. Ist ein Neuron nicht aktiviert, so weist es keine Eigenschaft auf. Ist das Neuron aktiv, jedoch kann nicht feuern, so repräsentiert es einen bestimmten Status und dient daher als Variable. Feuert ein Neuron, so entspricht das einer lokalen Funktionsausführung.

Das Konzipieren einer neuronalen Funktion mit mehr als einem Neuron kann, ebenfalls wie bei der Programmierung in einer Programmiersprache, in semantisch zusammenhängendem Kontext erfolgen. Hierbei können Neuronen, welche miteinander verbunden sind und im semantischen Kontext einem ähnlichen Zweck dienen zu einer Funktion zusammengefasst werden. Jedoch kann dies bei neuronalen Netzen nur situativ erfolgen. Situativ bedeutet im Kontext von neuronalen Netzen, dass eine bestimmte Konstellation an aktiven Neuronen vorherrscht. Der Grund für die *situative* Festlegung einer neuronalen Funktion liegt in der Tatsache, dass Neuronen von verschiedenen anderen Neuronen aktiviert werden. Ein Beispiel soll diese Problematik verdeutlichen. Die Neuronen  $a$ ,  $b$  und  $c$  werden zu einer Funktion zusammengefasst. Das Neuron  $b$  kann jedoch zusätzlich vom Neuron  $d$  aktiviert werden. Während das Neuron  $b$  zum semantischen Konzept der Neuronen  $a$  und  $c$  passt, jedoch auch zu dem des Neurons  $d$ , passt das semantische

Konzept von  $a$  und  $c$  nicht zu dem von  $d$ . Je nachdem ob das Neuron  $b$  durch das Neuron  $d$  aktiviert wird, kann es zur Funktion von  $a$ ,  $b$  und  $c$  hinzugezählt werden oder als Unterfunktion von  $a$ ,  $c$  und  $d$  verstanden werden. Noch schwieriger wird dieser Sachverhalt, wenn zusätzlich durch aktivieren von Neuron  $e$  die semantische Zusammengehörigkeit von  $a$ ,  $b$  und  $c$  nicht mehr gilt, jedoch für  $a$  und  $d$ . Ein konkretes Beispiel wann die funktionale Zusammengehörigkeit durch Aktivierung einzelner Neuronen beeinflusst wird zeigt die Unterscheidung von impliziten und expliziten Funktionen. Während beide funktional den gleichen Zweck zu erfüllen scheinen ist deren Verarbeitung dennoch unterschiedlich. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die gleiche Funktion situativ unterschiedliche Ausprägungen aufweist. So könnte bei der expliziten Funktion das Neuron  $d$  aus dem vorherigen Beispiel ebenfalls aktiviert worden sein, wodurch das Neuron  $b$  nicht nur von  $a$  und  $c$  aktiviert wird, sondern auch vom Neuron  $d$ , wodurch  $b$  feuert, was es nicht würde, wenn  $d$  es nicht aktiviert hätte und so die weitere Verarbeitung der Funktion, bestehend aus den Neuronen  $a$  und  $c$ , verändert oder erweitert. Das Neuron  $b$  bildet somit eine Art Tor, welches die implizite oder explizite Verarbeitung veranlasst bzw. unterbindet. Es wird daher in dieser Arbeit auch als Gate-Neuron bezeichnet (siehe Kapitel 3.3.2.3).

Die bisherigen Erläuterungen sollten zeigen, dass generell die Klassifizierung von neuronalen Funktionen nicht sinnvoll ist. Dennoch ist es schwierig komplexe Sachverhalte zu erläutern und dabei auf die Aktivierung einzelner Neuronen einzugehen. Entsprechend wird der Begriff der neuronalen Funktionen in dieser Arbeit verwendet, ist jedoch stets an ein semantischen Kontext gebunden und soll entsprechend als situative Erscheinung verstanden werden.

### 3.3.2.3 Temporaler funktionaler Zusammenhang

Ein wesentliches Problem eines Neurons besteht darin, dass nach dem Feuern die Aktivierung absinkt und somit der, durch das Neuron repräsentierte Status schwächer wird oder versiegt. Ist die Verarbeitung einer Funktion komplexer, so ist es möglicherweise notwendig die Information zu erhalten welche Funktion weswegen gefeuert hat. Da das gefeuerte Neuron deren Status nach dem Feuern verliert müssen entsprechende Statusinformationen in anderen Neuronen gespeichert werden, d.h. das feuernde Neuron aktiviert neben der zur Funktion des Neurons notwendig verarbeitenden Neuronen auch ein *temporäres zwischenspeicher-Neuron*. Auch wenn dieses Neuron als temporär bezeichnet wurde beschreibt es die zeitlich zusammenhängende Information, dass eine bestimmte Funktion vorher ausgeführt wurde und entspricht somit einem neuen Status des neuronalen Netzes.

Ein Neuron kann nicht wissen wie die weitere funktionale Verarbeitung

aussieht. Entsprechend kann ein Neuron auch nicht wissen welche Neuronen, zeitlich gesehen später, aktiviert werden und die entsprechende temporale Information der eigenen funktionalen Verarbeitung benötigen. Daher ist es sehr wahrscheinlich, dass es nicht ein Zwischenspeicher-Neuron gibt, sondern mehrere. Je nachdem wie die weitere Verarbeitung aussieht fungiert jedes einzelne Zwischenspeicher-Neuron als Tor um die weitere Verarbeitung zu beeinflussen. Entsprechend können diese Neuronen als Gate-Neuronen bezeichnet werden. Wird ein Gate-Neuron nicht benutzt, weil die temporale funktionale Verarbeitung das entsprechende Neuron nicht erreicht, so erlischt die Aktivierung des Neurons von selbst.

Gate-Neuronen zeigen wie der Eindruck des Zusammenhängenden, wie dieser im Kapitel 3.3.2.1 beschrieben wurde, auch über die Zeit hinweg auf Grundlage von lokaler Funktionen entstehen kann. Die Aktivierung von Gate-Neuronen zeigt nicht nur den Status einer bestimmten vorherigen Verarbeitung, es entspricht auch deren Reflektion, d.h. der Mensch nimmt die Ausführung der Funktion wahr und reflektiert diese im selben Moment. Tatsächlich kann jedes Neuron als Gate-Neuron bezeichnet werden, welches durch mehr als ein Neuron aktiviert werden muss um zu feuern. Und dies trifft sehr wahrscheinlich auf die meisten, wenn nicht alle Neuronen in einem neuronalen Netz zu. Der Begriff des Gate-Neurons soll dennoch in dieser Arbeit dazu dienen im speziellen die Abhängigkeit der verschiedenen Neuronen, welche das Gate-Neuron aktivieren in Hinsicht auf die Funktion des Gate-Neurons zu demonstrieren um so diesem Neuron in der speziellen Situation eine besondere Bedeutung zu verleihen.

#### **3.3.2.4 Abstraktion und Konkretisierung**

Die Theory of Action Identification (siehe Kapitel 2.2.3), aber auch das Prinzip der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulation (siehe Kapitel 2.2.1) zeigen, dass der Zielweg unterschiedlichste Abstraktionsstufen annimmt. Es gibt Ziele und Subziele, komplexe Handlungen und Vorgänge welche in einfachere Teilhandlungen oder Teilvorgänge aufgeteilt werden. Die Theory of Action Identification beschreibt Grundprinzipien der Steuerung der Wahrnehmung einer Handlung. Aus diesen Grundprinzipien lassen sich zwei funktionale Effekte erkennen. Vorgänge, Handlungen oder Funktionsabläufe werden:

1. abstrahiert und
2. konkretisiert

Die Theory of Action Identification beschreibt die Steuerung dieser Vorgängen als das Umschalten der Identität einer Handlung. Das Umschalten kann

in dem bisherigen Funktionsbeschreibungen als die Aktivierung eines Gate-Neurons verstanden werden. Durch Aktivieren dieses werden Handlungen aber auch funktionale Abläufe so umgelenkt, dass diese entweder von den konkreten oder den abstrakten Funktionen weiter verarbeitet werden – das Gate-Neuron bestimmt durch deren Aktivität die Identität einer Handlung.

Der eben beschriebene Effekt der Aktivierung eines Gate-Neurons mit unterschiedlicher semantischen Interpretation lässt sich durch weitere Beispiele demonstrieren. So kann der Effekte des Gate-Neurons auch als Synchronisation von verschiedenen parallel arbeitenden neuronalen Funktionen verstanden werden. Synchronisierend wirkt ein Gate-Neuron aufgrund der Tatsache, dass das Absinken des Erregungspotentials des Neurons eine bestimmte Zeit andauert. Dieses Zeitfenster kann so verstanden werden, dass hier weitere Aktivierungen eintreffen können um so die Aktivität von mehreren neuronalen Funktionen zu vereinen und den Zeittakt für die weitere Verarbeitung durch das Gate-Neuron vorgeben zu lassen.

Ebenso beschreibt die Aktivierung des Gate-Neurons Bewertungsfunktionalität bzw. Selektion oder Aufmerksamkeit (siehe dazu Kapitel 3.3.3.2). Das Kapitel 3.3.2.2 geht auf die Unterscheidung von impliziten und expliziten Funktionen mit Hilfe von Gate-Neuronen ein. Das Kapitel 3.3.2.3 zeigt wie temporale Funktionsverarbeitung mit Hilfe von Gate-Neuronen gestaltet werden kann. Da all diese Effekte durch die Aktivierung einzelner Neuronen hervorgerufen werden können, lässt sich für komplexe Funktionen vorstellen, dass hier verschiedenste Gate-Neuronen aktiviert werden – einige aktivieren die implizite Verarbeitung eines bestimmten Vorgangs, andere die explizite, andere wiederum abstrahieren, weitere konkretisieren, usw. Die Schwierigkeit Funktionen in neuronalen Netzen zu bestimmen wird bei dem Versuch den funktionalen Effekt zu klassifizieren fortgesetzt, d.h. im speziellen ist es nicht möglich zu sagen ob die Verarbeitung eines bestimmten Ablaufs durch expliziten, implizite, abstrakte oder konkrete Funktionen durchgeführt wird.

### **3.3.3 Komplexe Funktionsverarbeitung**

#### **3.3.3.1 Implizite und Explizite Funktionsverarbeitung**

Ausgangspunkt für die Unterscheidung der impliziten und expliziten Funktionsverarbeitung ist die Feststellung aus dem Kapitel 3.2.2, dass explizite Funktionen komplexe und unregelmäßige Situationen verarbeiten. Bei komplexer und unregelmäßiger Verarbeitung ist es grundsätzlich notwendig temporale funktionale Zusammenhänge zu erschließen (vgl. Kapitel 3.3.2.3). Bei der expliziten Funktionsverarbeitung handelt es sich daher um nichts anderes. Je länger die temporale funktionale Verarbeitung andauert, desto deutlicher

wird der explizite Charakter der Verarbeitung. Hierzu kommt der Faktor der Aufmerksamkeit (siehe Kapitel 3.3.3.2), welcher den expliziten Charakter nochmals verstärkt und besonders erscheinen lässt. Implizite Funktionsverarbeitung bedeutet demnach, dass die Abarbeitung einer Aufgabe sehr wenig oder kaum Zeit in Anspruch nimmt, d.h. die Verarbeitung in wenigen Zeitabschnitten durchgeführt wird.

Da implizite Funktionsverarbeitung das Resultat der automatisierten expliziten Verarbeitung ist (siehe Kapitel 3.2.2), kann es als eine Auslagerung der expliziten Funktionsverarbeitung verstanden werden. Hierbei müssen Statuszustände, welche keine temporale Verarbeitung benötigen an das direkte Auftreten einer bestimmten aktiven Neuronenkonstellation gebunden werden, während andere Statuszustände weiterhin der expliziten Funktionsverarbeitung unterzogen bleiben. Die Umwandlung Teile einer expliziten Funktionsverarbeitung in eine implizite wird somit über strukturelle Änderungen am Netz vollzogen. Hierzu muss der entsprechende Teil der Verarbeitung bestimmt werden. Zudem muss die Neuronenkonstellation, an welche die implizite Funktionsverarbeitung gebunden wird, bekannt sein. Beide Anforderungen zeigen, dass hierfür die Funktionsverarbeitung in irgendeiner Weise reflektiert werden muss.

In dieser Arbeit soll nicht auf Lernvorgänge in neuronalen Netzen eingegangen werden, da dies für den Zielsetzungsprozess als Erweiterung denn als Bestandteil verstanden werden kann. Dennoch ist es hilfreich strukturelle Zusammenhänge beim Aufbau eines neuronalen Netzes und bei impliziter und expliziter Funktionsverarbeitung zu verstehen. Als Grundvorstellung wird davon ausgegangen, dass neu gelernte Inhalte an die Funktionen gebunden werden, welche zum Erlernen dieser Inhalte führten. Die entsprechenden Funktionen werden als der *funktionale Hintergrund* der erlernten Inhalte bezeichnet. Da der funktionale Hintergrund zu den neuen Inhalten führt, reflektiert dieser ebenfalls den entsprechenden funktionalen Zusammenhang. Auch kann der funktionale Hintergrund als die abstrakte Funktion der gelernten Inhalte bezeichnet werden. Da die gelernten Inhalte nur an den funktionalen Hintergrund gebunden sind, können diese auch nur durch diesen aktiviert werden. Der funktionale Hintergrund aktiviert die entsprechende gelernte Funktion bei auftreten einer bestimmte Neuronenkonstellation. Wird vom neuronalen Hintergrund eine bestimmte Gruppe von aktiven neuronalen Konstellation ermittelt, welche stets zur Ausführung der gelernten Funktion führt und die gelernte Funktion die entsprechende Aufgabe ohne Interaktion des funktionalen Hintergrunds durchführen kann, so wird diese Gruppe direkt an die Aktivierung der gelernten Funktion gebunden. Hierdurch wird die Verarbeitung des funktionalen Hintergrunds übersprungen und der gelernte Inhalt direkt aktiviert, was, zeitlich gesehen, zu kürzeren Aktivierung führt

und somit der Funktion den impliziten Charakter verleiht.

Während die gelernte Abhängigkeit des funktionalen Hintergrunds und der gelernten Inhalte als eine Hierarchie verstanden werden kann, sind die Funktionen zum Lösen einer bestimmten Anfrage aufgrund der Überföhrungsart in die implizite Funktionsverarbeitung gleichberechtigt. Dies erklärt beispielsweise das unterschiedliche Einsetzen der semantischen Verarbeitung, wie diese durch die Filtermodelle (vgl. Kapitel 2.2.5.3) zu lösen versucht wurden.

### 3.3.3.2 Aufmerksamkeit

Nach Zeitz (siehe Zei97) ist generell ein *mittleres Maß* an Informationen maßgeblich zur optimalen Verarbeitung bei Menschen. Zu wenig Informationen lassen keine eindeutige Einordnung zu, während zu viele Informationen zu viele Einordnungen möglich machen. Für das Aufrechterhalten von Statuszuständen wird der Status zwischengespeichert. Ist es notwendig den Status länger zu erhalten, so muss dieser wiederholt reaktiviert werden. Je mehr Status zu einem Zeitpunkt reaktiviert werden, desto mehr Informationen müssen bei der Verarbeitung berücksichtigt werden. Um das Maß der Verarbeitung zu begrenzen um so eine optimale Verarbeitung zu gewährleisten muss das Aktivieren nicht notwendiger oder unwichtigen Status blockiert werden. Auch das Blockieren einer bestimmten Verarbeitung entspricht dem Aktivieren eines Gate-Neurons, jedoch eines blockierend wirkenden Gate-Neurons. Das Verständnis von *optimal* ist an dieser Stelle nicht geklärt und soll im allgemeinen vermieden werden. Sinnvoller erscheint es, wenn die Bedeutung des Begriffs im speziellen Szenario vorgestellt wird – auch deshalb, weil je nach Szenario die Bedeutung des Begriffs anders verstanden werden kann.

Jedes Neuron ist von seiner Grundfunktion her selektiv, denn es selektiert aufgrund des eigenen Erregungs- und Schwellenpotentials. Entsprechend ist die Aktivierung und die Reaktivierung von Neuronen eine Ausdrucksform der selektiven Aufmerksamkeitskomponente. Der Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus kann als das Aktivieren eines Neurons verstanden werden, dessen funktionale Weiterverarbeitung die bisherige Verarbeitung unterdrückt indem es entsprechende blockierende Neuronen aktiviert.

Die dritten Aufmerksamkeitskomponente, die geteilten Aufmerksamkeit birgt das Problem der Interferenz in der funktionalen Verarbeitung. Interferenz wird als einer der Gründe für die Notwendigkeit der selektiven Aufmerksamkeit genannt (vgl. HP06, S. 383f.). Generell ist es die Grundeigenschaft von neuronalen Netzes Informationen parallel zu Verarbeiten. Entsprechend ist die geteilte Aufmerksamkeit eine Grundeigenschaft der Verarbeitungsweise eines neuronalen Netzes. Interferenzprobleme auf neuronaler Ebene treten

dann auf, wenn eine neuronale Funktion  $A$  durch mehrere andere neuronale Funktionen genutzt wird, welche die Funktionswirkung auf die Funktion  $A$  der jeweils anderen Funktionen nicht berücksichtigen. Problematisch ist dies insofern, da funktionale Voraussetzungen durch das Aktivieren gleicher Neuronen von unterschiedlichen Funktionen zu falschen Ergebnissen führt. Folgendes Szenario verdeutlicht das Problem:

1. Das Gate-Neuron  $a$  aktiviert beim Feuern die neuronale Funktion  $A$ .
2. Das Neuron  $b$  aktiviert das Gate-Neuron  $a$ , mit dem Zweck, dass bei Aktivierung des Neurons  $x$  das Gate-Neuron  $a$  feuert.
3. Das Neuron  $c$  aktiviert das Gate-Neuron  $a$  mit dem Zweck, dass bei Aktivierung der Neuronen  $y$  und  $z$  das Gate-Neuron  $a$  feuert.
4. Aktivieren  $b$  und  $c$  das Gate-Neuron  $a$ , so entspricht das Erregungspotential des Neurons  $a$  dem gleichen, wie, wenn es durch  $b$  und  $x$ , bzw. von  $c$ ,  $y$  und  $z$  aktiviert werden würde.
5. Entsprechend feuert das Neuron  $a$ , obwohl die funktionalen Voraussetzungen, sowohl von  $b$ , noch von  $c$  gegeben sind.

Eine mögliche Lösung könnte so aussehen, dass die Funktionsausführung vor doppelter Benutzung geschützt wird. Dies resultiert im blockieren der Funktionsausführung einer Funktion zum Vorteil der anderen und entspricht somit dem Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus. Die optimale Informationsmenge zur weiteren Verarbeitung ist dann gegeben, wenn zumindest geklärt wird welche Funktion die begrenzte Ressource benutzen darf. Eine weitere Lösung des eben beschriebenen Problems kann so aussehen, dass die begrenzte Ressource, *kopiert* wird. Beide, zum Anfang identischen Funktionen, entwickeln sich unabhängig voneinander. Das Resultat ist daher Inkonsistenz bei fortschreitender Entwicklung. Jedoch ist das kopieren von Funktionen nicht immer möglich, z. B. wenn dies physikalisch bedingt ist nicht – eine Nervenzelle, welche ein Muskel aktiviert. Allgemein stellt die Tatsache, dass die Funktionsverarbeitung vieler Funktionen an ähnlichen Stellen zusammenläuft ein generelles Problem für die geteilte Aufmerksamkeit dar. So sind im besonderen Funktionen, welche Sinneswahrnehmungen interpretieren und motorische Aufgaben übernehmen diejenigen, an denen Ergebnisse verschiedenster Funktionen zusammenlaufen. Entsprechend ist an solchen zentralen Stellen für Funktionen um so schwieriger den Umfang der blockierenden Neuronen zu bestimmen (näheres hierzu im nächsten Kapitel).

### 3.3.3.3 Funktionale Aspekte

Der Zweck von expliziten Funktionen ist es die Verarbeitung zu verzögern und so ein bestimmten Status über einen längeren Zeitraum zu erhalten. Wichtiges Mittel ist hierbei die Reaktivierung und das Blockieren von Statuszuständen. Der Vorteil ein Status über längere Zeit zu erhalten macht jedoch die Reaktionsfähigkeit, d.h. die Änderung eines Statuszustandes, von expliziten Funktionen schwerfällig. Zum einen ist das Abschirmen eines Funktionsablaufs gegen anderen interferierende Funktionsabläufe komplex, da an jedem Neuron eine solche Interferenz auftreten kann. Entsprechend müssen zum Auflösen einer bestimmten expliziten Funktionsverarbeitung viele blockierende Status zurückgesetzt werden. Da die Aktivierung von Neuronen nicht sofort verschwindet macht die Menge und der Zeitraum, in dem die Aktivierung in den Neuronen vorhanden ist, die Verarbeitung insgesamt schwerfällig.

Ein weiteres Problem ist die Bestimmung der blockierenden Statuszustände. Der Funktionsablauf einer expliziten Verarbeitung wird an das Eintreffen einer bestimmten aktiven Neuronenkonstellation geknüpft. Wird die entsprechende Neuronenkonstellation aktiviert, so wird der Statuszustand der expliziten Verarbeitung entsprechend angepasst. Durch die Aktivierung von blockierenden Statuszuständen kann jedoch auch das Entstehen der entsprechenden Neuronenkonstellation verhindert werden. Diese Problematik wird um so gewichtiger, wenn Übergänge von einem funktionalen Status zum anderen vollzogen werden.

Der Übergang eines funktionalen Status zum anderen beschreibt die Auflösung einer expliziten Verarbeitung und das Aufbauen einer neuen expliziten Verarbeitung. Die Auflösung der expliziten Verarbeitung ist, wie Anfangs beschrieben, schwerfällig. Somit kann die Auflösung der vorherigen expliziten Verarbeitung den Aufbau der nächsten expliziten Verarbeitung stören (interferieren). Entsprechend bestehen auch zwischen der Aufbauenden und Auflösenden expliziten Verarbeitung blockierende Statuszustände um den entsprechenden Interferenzen entgegen zu wirken. Hierbei ist es jedoch oft notwendig, dass die vorherige explizite Verarbeitung nicht vollständig erlischt, sondern Informationen zu deren Verarbeitung für die weitere explizite Verarbeitung erhält. Diese dürfen jedoch nicht blockiert werden.

Werden zu viele Verarbeitungen blockiert, so kann ein Mangel an Informationen zur Verarbeitung entstehen. Werden zu wenige Verarbeitungen blockiert, so könnte die Menge der Informationen die Verarbeitung stören. Die Abwägung der Menge der zu blockierenden Verarbeitungen kann nur soweit richtig eingeschätzt werden, wie entsprechendes Wissen im neuronalen Netz vorhanden ist. Die Bestimmung der optimalen Informationsmenge

ist daher in diesem Fall ganz an die Struktur des neuronalen Netzes (dem Wissen) geknüpft und hat mit den Erfahrungen des Menschen zu tun.

#### **3.3.3.4 Person×Situation-Interaktion**

Die Person×Situation-Interaktion (PS-Interaktion) zeigt die Wirkung aller bisher beschriebenen Effekte in einem dynamischen Zusammenspiel. Im Kapitel 2.1.4.1 wurde die PS-Interaktion als die individuelle Funktionsanpassung an die von der Situation ausgehenden Reize beschrieben. Die Unterscheidung von Personenfaktoren und Situationsfaktoren ist im Einzelfall jedoch schwierig, wenn eine strikte Trennung der Einordnung der jeweiligen Faktoren erzwungen wird. So ist bei der Funktionsverarbeitung mindestens die Interaktion von Situations- und Personenfaktoren notwendig um die Dynamik der Verarbeitung zu erhalten, d.h. mindestens an dieser Stelle verschwimmt die Unterscheidung von Situations- oder Personenfaktoren.

Generell erscheint die Einordnung aller Funktionen, welche reaktiviert werden um so die temporale funktionale Verarbeitung aufrecht zu erhalten zu den Personenfaktoren als sinnvoll. Auf diese Weise kann jegliche Verarbeitung, welche zur Änderung der Personenfaktoren führt als Situationsfaktor bezeichnet werden. Situationsfaktoren führen somit zur Aktivierung und Änderung von Personenfaktoren. Eine erweiterte Sicht des Zusammenhangs von Situations- und Personenfaktoren zeigt Itzhak Fried (siehe dazu KKF00). Denkt der Mensch an etwas spezielles, so werden hierbei die selben Neuronen aktiviert, als wenn der Mensch das etwas spezielle sieht. Entsprechend bedeutet dies, dass Personenfaktoren sich selbst Situationsfaktoren schaffen können.

Im Bezug auf das dynamische Zusammenspiel der PS-Interaktion sind die Wirkungsmöglichkeiten der Situationsfaktoren interessant. Eine Möglichkeit wäre, wenn Situationsfaktoren neue Personenfaktoren aktivieren. Hierzu müssten die Situationsfaktoren Funktionen aktivieren, welche sich selbst reaktivieren. Auf diese Weise wird durch Situationsfaktoren geteilte Aufmerksamkeit herbeigeführt. Um das Entstehen von geteilter Aufmerksamkeit in speziellen Situationen zu verhindern müsste daher die Wirkung der Situationsfaktoren geblockt werden. Die Wirkung der Situationsfaktoren kann jedoch auch einfach versieben. Hierbei werden durch Situationsfaktoren eben keine reaktivierenden Funktionen aktiviert und die Wirkung der entsprechenden Situationsfaktoren nicht geblockt. Diese Art der Wirkung von Situationsfaktoren kann als unkontrolliert bezeichnet werden, da diese sehr wohl auf die Verarbeitung einwirkt, jedoch eben keine explizite Verarbeitung nach sich ziehen. Dies könnte z. B. durch kurzzeitige, zum Gesamtkontext der entsprechenden Verarbeitung, unpassenden Aktionen führen.

In dieser Arbeit wird nicht auf die Erweiterung oder Änderung eines Netzes eingegangen. Entsprechend ist die PS-Interaktion auf, von der Struktur her, statischem Netz bei individuellen Situationen interessant. Das neuronale Netz kann und darf nicht für jede Situation eine individuelle Verarbeitung aufweisen. Entsprechend bedeutet dies, dass jede Situation auf einer allgemeinen, d.h. abstrahierten Ebene interpretiert wird (vgl. Kapitel 2.2.3). Eine Besonderheit spielen jedoch spezielle Situationen, welche eben doch eine individuelle Verarbeitung aufweisen, so wie im Kapitel 3.3.3.1 beschrieben. Je nach wirkenden Situationsfaktoren werden spezielle oder abstrakte Funktionen zur Verarbeitung der Situationsfaktoren aktiviert.

Das besondere an der PS-Interaktion ist, dass die Verarbeitung der Situationsfaktoren, je nach wirkenden Personenfaktoren unterschiedlich ablaufen muss. Kaum eine Funktion kann sämtliche Konstellationen von wirkenden Personen- und Situationsfaktoren kennen und entsprechende Funktionsabläufe einleiten. Entsprechend bedeutet dies, dass stets nur die beste Lösung für bestimmte Rahmenbedingungen (Zeit, Komplexität, Anforderungen, usw.) gesucht werden kann. Ist eine bestimmte Konstellation von Personen- und Situationsfaktoren nicht bekannt, so sind die einzigen Möglichkeiten einer Funktion entsprechende Konstellationen vom funktionalen Hintergrund oder der konkreten Funktionen interpretieren zu lassen, d.h. um eine Konstellation verarbeiten zu können muss die Abstraktionsebene der Verarbeitung zunächst gefunden werden. Insofern stellt die PS-Interaktion eine Besonderheit in der Verarbeitung dar, da es verschiedenste Funktionen mit unterschiedlichsten Abstraktionsebenen in der Verarbeitung kombiniert um so die Situationsfaktoren verarbeiten zu können.

## **3.4 Der Zielsetzungsprozess**

### **3.4.1 Interpretation theoretischer Grundlagen**

#### **3.4.1.1 Formen des Zielsetzungsprozesses**

Können Funktionen nach der Art ihrer Ausführung, also implizit oder explizit, unterschieden werden, so lässt sich auch unterscheiden, ob ein Ziel implizit oder explizit entsteht (d.h. implizite oder explizite Zielbildung) und ob ein Ziel implizit oder explizit verarbeitet wird (implizite oder explizite Zielsetzung). Generell ist eine solche Darstellung zwar nicht sinnvoll, da der Übergang von impliziten und expliziten Funktionen schwer auszumachen ist, dennoch soll folgende Darstellung dazu dienen die Integration von Motiven in der funktionalen Plattform zu veranschaulichen.

Für die Unterscheidung des möglichen Prozessablaufs beim Zielsetzungsprozess ergibt sich folgende Verarbeitungsmatrix:

Ausführungsart	Zielbildung		Zielsetzung	
	implizit	explizit	implizit	explizit
Möglichkeit 1	×		×	
Möglichkeit 2	×			×
Möglichkeit 3		×	×	
Möglichkeit 4		×		×

Tabelle 3.1: Zielverarbeitungsmatrix

Beschreibt durch welche Art von Funktion die Zielsetzung zustande kommen kann

Impliziten Zielbildung bedeutet, dass ein Ziel automatisch entsteht. Hierzu muss es vorher gebildet worden sein und an bestimmten Faktoren, welche zur automatischen Zielbildung führen, geknüpft worden sein. Die implizite Zielbildung entsteht daher durch das Wirken von bestimmten Situationsfaktoren. Entsprechend sind Motive oder Intentionen implizite Funktionen, welche an die Aktivierung von bestimmten Situationsfaktoren gebunden sind. Das Ergebnis einer impliziten Zielbildung ist, dass ein Ziel, welches an die entsprechenden Situationsfaktoren gebunden ist im weiteren nur noch geplant oder gesetzt, d.h. bewertet werden muss.

Im Unterschied hierzu bedeutet die explizite Zielbildung, dass ein Ziel durch fortwährende Reaktivierung zustande kommt. Die explizite Zielbildung ist somit an keine bestimmten Situationsfaktoren gebunden und wird durch eine dritte Funktion, welche zunächst die Situationsfaktoren auswertet und daraufhin erst das entsprechende Ziel bildet, aktiviert. Explizite Zielbildung entspringt somit aus der impliziten Zielbildung und bildet so einen größeren Zielbildungsprozess.

Entsprechend der Unterscheidung von impliziter Zielbildung bedeutet implizite Zielsetzung, dass der durch das Ziel aktivierte Zielweg und die Zielsetzung bereits bekannt und bewertet sind. Dies trifft wahrscheinlich auf die wenigsten Ziele zu, denn zumindest die Bewertung des Zielwegs im Kontext der ebenfalls zum gleichen Zeitpunkt aktiven Personenfaktoren erscheint als sinnvoll und notwendig. Dennoch kann eine Bewertung so kurzzeitig sein, dass die Zielsetzung als implizit bezeichnet werden kann.

Bei der expliziten Zielsetzung müsste zunächst der Zielweg gefunden und bewertet werden. Hierzu muss eine PS-Interaktion stattfinden, dessen Personenfaktoren die Planung des Zielweges steuern während diese die Situationsfaktoren berücksichtigen müssen. Bei der Zielsetzung handelt es sich daher

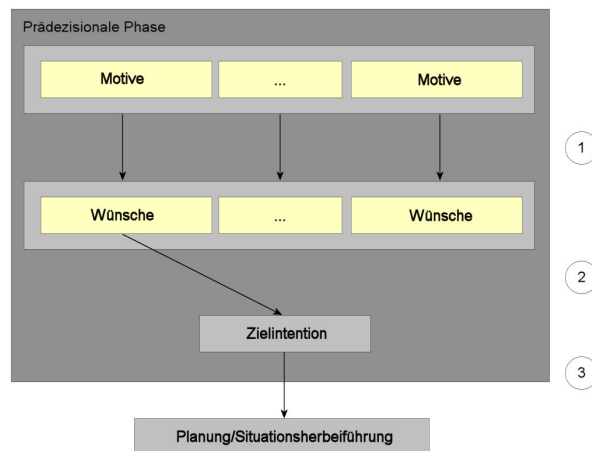


Abbildung 3.1: Interpretation des Ablaufs der Zielsetzung anhand des Rubikon-Modell der Handlungsphasen

- (1) Sich seiner Wünsche bewusst machen
- (2) Gegenüberstellen von Wünschbarkeit / Realisierbarkeit → Fazitstendenz / Klärungsmaß Ergebnis ist die Motivationstendenz.
- (3) Planung hängt von Fazitstendenz ab → Volitionsstärke / Günstigkeit der vorliegenden Situation (Längskonkurrenz, Querkonkurrenz).

um eine PS-Interaktion, wobei je nach funktionalen Ausprägungen diese automatisch, d.h. implizit, teilimplizit oder explizit erfolgt.

### 3.4.1.2 Theorien zur Zielbildung

Eine Übersicht über den Zielsetzungsprozess liefert das Rubikonmodell der Handlungsphasen (siehe Abbildung 3.1 bzw. Abschnitt 2.2.7) und das System zur Handlungsregulation (siehe Abbildung 3.2/3.3 bzw. Abschnitt 2.2.6). Folgende Beschreibungen beziehen sich auf diese Abbildungen.

Es lassen sich zwei Prozesskreisläufe erkennen. Zunächst wird bestimmt ob ein bestimmter Wunsch oder Mangelzustand in eine Absicht bzw. Zielintention überführt wird. Anschließend findet die Zielwegbestimmung statt, d.h. Planung des Zielweges. Die zwei Prozesskreisläufe können daher, in einer ersten Annahme, jeweils der Zielbildung und Zielsetzung zugeordnet werden.

Das Rubikon-Modell zählt im wesentlichen die mentalen Prozesse bzgl. Wünschbarkeit, der Abschätzung der Realisierung von Wünschen und Ab-

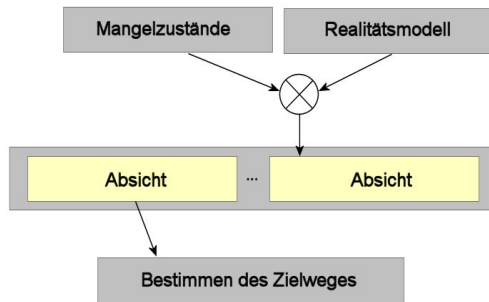


Abbildung 3.2: Ablaufdiagramm des Systems zur Handlungsregulation: GENINT und SELECTINT

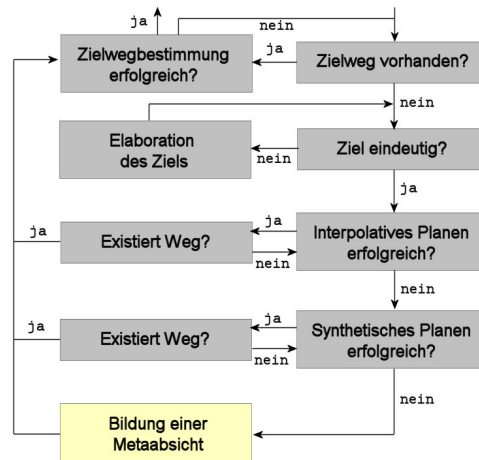


Abbildung 3.3: Bestimmung des Zielweges (nach D<sup>+</sup>88, S. 225): PROMINT

wägung von Kosten zu denen der Zielbildung. Problematisch erscheint hier das Einbeziehen der Abschätzung der Realisierung und der Abwägung der Kosten, da diese erst beim Erstellen eines Zielweges bestimmt werden können. Andererseits kann ein Wunsch je nach Zielweg unterschiedliche Kosten aufweisen und das Ziel insgesamt unattraktiver wirken, je nachdem was für die Zielerreichung notwendig ist. Auch die Tatsache, dass ein Ziel bzgl. seiner Wünschbarkeit auf den Kosten-Nutzen-Effekt hin untersucht wird erscheint problematisch. Denn nur all zu oft lassen sich weder Kosten, noch Nutzen abschätzen.

Auch das System zur Handlungsregulation weist in der hier beschriebenen Darstellung eine Abtrennung von Zielbildung mit Zielbewertung und Zielwegsuche auf (symbolisiert durch die Einheit *Actint*). So bestimmt die Einheit *SELECTINT*, ob eine Absicht in der aktuellen Situation erreicht werden kann oder nicht (Erfolgswahrscheinlichkeit). Wenn jedoch zur Bestimmung der Erfolgswahrscheinlichkeit einer Absicht zunächst ein Zielweg bestimmt werden muss, so wird im Normalfall hierzu die Einheit *PROMINT* aufgerufen. Der Aufruf von *PROMINT* geschieht jedoch nur dann, wenn *SELECTINT* eine Absicht soweit abgeschätzt hat, dass diese für die Zielwegsuche freigegeben wird. Auf diese Weise hebt sich die Funktionsweise beider Einheiten gegenseitig aus, wodurch Absichten, zumindest nach der Beschreibung des Systems zur Handlungsregulation in dieser Arbeit, nicht in Ziele überführt werden können. Die Einschränkung, dass die Bewertung der Erfolgswahrscheinlichkeit auf Basis der Erfahrung des System vollzogen wird (vgl. Dör02, S. 28) wi-

derspricht jedoch der Aussage, dass die Bewertung in Hinsicht der aktuellen Situation geschehen soll. Die Einbeziehung der Abschätzung der Erfolgswahrscheinlichkeit in den Prozess der Zielbildung scheint daher, genau wie beim Rubikon-Modell, problematisch.

### 3.4.1.3 Motive und Ziele

Der Ursprung der Zielbildung ist auf einen einfachen und allgemein gültigen Faktor zurück zu führen. Dieser wurde bereits in den Ursprüngen der Motivationspsychologie, wie z. B. bei der Hull'sche Triebtheorie (vgl. Kapitel 2.1.2) dargestellt: Das Wahrnehmen eines Mangelzustandes. Das Überblicksmodell der Motivation im Handlungsverlauf (vgl. Kapitel 2.1.4) unterscheidet dabei die

- impliziten Motive,
- expliziten Motive und
- (universelle Verhaltenstendenzen)

Wie bereits im Kapitel 2.4.1 dargestellt werden die universellen Verhaltens-tendenzen bei der Zielbildung als Faktor ausgeschlossen.

Das Überblicksmodell beschreibt Motive als die treibende Kraft des Menschen. Sinngemäß kann davon ausgegangen werden, dass Ziele das Ergebnis der Motiv-Situation-Konstellation sind, d.h. individuellen situationsspezifischen motivorientierten Ausprägungen entsprechen. Motive können ebenfalls als Funktionen verstanden werden und entsprechend dem Aufbau der funktionalen Plattform (vgl. Kapitel 3.3.2) verschiedenste Abstraktionsstufen aufweisen. Wenn Motive jedoch unterschiedliche Abstraktionsstufen annehmen können, so können Motive auch sehr konkret werden und somit einem Ziel entsprechen. Die Zusammenfassung der Begriffe Ziel und Motiv erscheint sogar sinnvoll wenn es um Ziele geht, welche nicht an eine Situation gebunden sind wie z. B. "Ich habe das Ziel Gott zu dienen". Vom funktionalen Standpunkt her ist es daher sinnvoll Ziele und Motive als etwas Gleiches zu verstehen.

Das Überblicksmodell der Motivation im Handlungsverlauf (siehe Kapitel 2.1.4.3) unterscheidet implizite und explizite Motive. Zu bedenken ist jedoch, dass der Begriff des Impliziten und Expliziten im Laufe der Entwicklung der funktionalen Plattform ein Wandel durchgemacht hat. Während die Unterscheidung von impliziten und expliziten Funktionen die benötigte zeitliche Komplexität zur Verarbeitung heranzieht wird durch die impliziten und expliziten Motive eine semantische Unterscheidung gemeint. Generell

entsprechen jedoch implizite und explizite Motive den impliziten und expliziten Funktionen, denn bei impliziten Motiven handelt sich um automatisierte Verhaltenstendenzen des Menschen, während explizite Motive das Verhalten im Kontext der Situation meinen. Eine Unterscheidung zwischen impliziten Funktionen und impliziten Motiven tritt dann auf, wenn das Anknüpfen einer Funktion an bestimmte Situationsfaktoren keinen emotionalen Präferenzen entspricht. Implizite Funktionen können daher das implizite Bilden von Zielen beschreiben ohne hierbei emotional getönte Präferenzen aufweisen zu müssen. Für die weitere Arbeit soll daher der Begriff des impliziten Motivs der einer impliziten Funktion, welche zur Zielbildung führt, entsprechen.

Eine Besonderheit gilt für die Bewertung von impliziten Motiven. Die im Kapitel 3.4.1.2 gegenübergestellten Theorien gehen davon aus, dass ein Ziel stets bewertet werden muss. Geschieht die Zielbildung jedoch implizit, dann ist dies nicht notwendig. Für die implizite Zielbildung gilt, dass diese nicht nach deren Wünschbarkeit überprüft werden muss, da die Wünschbarkeit in der Phase der Entstehung bereits bewertet wurde. Wäre ein Ziel nicht wünschenswert für den Menschen, so würde er es nicht entsprechend für die implizite Zielbildung verknüpfen.

## **3.4.2 Zielsetzungsprozess in der funktionalen Plattform**

### **3.4.2.1 Zielbildung und Zielsetzung**

Nach dem Rubikon-Modell ist der Folgeschritt nach der Entstehung einer Zielintention die Planung mit der Bewertung der Günstigkeit der Situation. Das System zur Handlungsregulation sieht als nächsten Schritt die Klärung der Zielsituation mit anschließender Zielwegplanung vor (vgl. Abbildung 3.3). Somit sind die Folgeprozesse, nach der Zielbildung:

- Klärung des Ziels
- Erstellen des Zielweges
- Bewerten des Zielweges
- Abwägen des Kosten/Nutzen-Effekts

Beim Zielsetzungsprozess wird in dieser Arbeit von einem iterativen Prozess ausgegangen (vergleiche Abbildung 3.4). Nicht nur die Theory of Action Identification (vgl. Kapitel 2.2.3) und das Prinzip der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulation (vgl. Kapitel 2.2.1) legt den Rückschluss auf ein iterativen Prozess nahe, auch der Zusammenhang von Personen- und Situationsfaktoren zeigt den iterativen Charakter. Jeder iterative Prozess hat ein Abbruchkriterium. Beim Zielsetzungsprozess ist dieses durch die Zielsetzung gegeben.

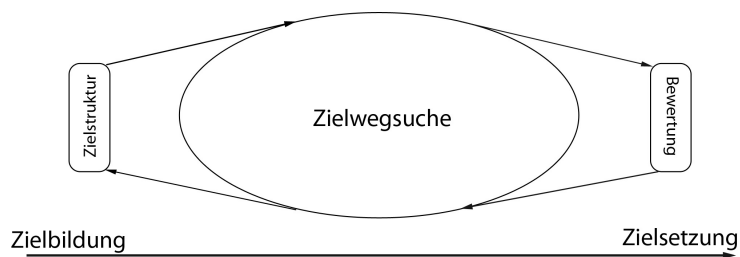


Abbildung 3.4: Modell des Zielsetzungsprozesses

Frei nach der Interpretation des Teilwortes *Setzung* von Zielsetzungsprozess aus dem Kapitel 1.2 ist die Aufgabe der Zielsetzung die Bewertung von Ziel und Zielweg, denn ein Ziel wird nur dann gesetzt, wenn es bewertet ist.

Ein Bindeglied zwischen Zielbildung und der Zielsetzung ist die Zielwertsuche. Hierbei kann die Zielwertsuche als Teil der Zielbildung verstanden werden, da ein Ziel nur dann als Ziel und nicht als Wunsch bezeichnet werden kann, wenn das Wissen um dessen Umsetzungsmöglichkeiten, die Zielstruktur, vorhanden sind. Andererseits kann die Zielwertsuche als Teil der Zielsetzung verstanden werden, da ohne Zielweg keine Bewertung erfolgen kann. Da die funktionale Plattform auf neuronalen Netzen basiert, laufen Zielbildung und Zielsetzung parallel ab. In jedem Schritt der Zielwertsuche muss auch die Bewertung über den weiteren Verlauf der Zielwertsuche oder das Abbruchkriterium gefällt werden. Mögliche und nicht mögliche Zielwege werden hierzu in der Zielstruktur festgehalten und verleihen dem Ziel ein konkreten Charakter.

Eingangs wurden die vier Schritte zur Zielsetzung im Rubikon-Modell vorgestellt. Wird die Zielbildung als der Prozess der Repräsentation der Zielstruktur mitsamt des Zielweges und die Zielsetzung als die Bewertung des Zielweges verstanden, so kann die Klärung des Ziels als erster Schritt der Zielwertsuche verstanden werden. Auf diese Weise wird das allgemeine Konzept, dass die Zielwertsuche der konkretisierende Prozess der Zielbildung ist unterstrichen und gezeigt, dass die Zielsetzung bereits an dieser Stelle einsetzt um somit kein gesonderter Bewertungsprozess für die Zielbildung notwendig ist. Ebenso wird hier nochmals der iterative Charakter des Zielsetzungsprozesses auf unterschiedlichen semantischen Ebenen aufgezeigt. Das Prinzip die Zielbildung bereits bei der Entstehung eines Ziels, d.h. der Klärung anzusetzen kann auch nach der Zielsetzung beobachtet werden. Wird ein Ziel vom Menschen gesetzt, so bedeutet dies nicht, dass der Zielweg vollständig geplant wurde, denn auch während der Zielerreichung wird die Zielstruktur angepasst, das Ziel ausgesetzt oder verworfen. Das zeigt, dass Zielwertsuche bis zur Zielerreichung vollzogen wird und nicht sein Ende bei der Zielwegbe-

wertung findet. Ebenso lässt sich die präaktionale Phase des Rubikonmodells mit der Bewertung der Fiattendenz, der Volitionstärke, der Längskonkurrenz und Querkonkurrenz in diesen Kreislauf integrieren. Denn hierbei handelt es sich um die Anpassung des Zielweges an die aktuell vorherrschenden Situationsfaktoren.

### 3.4.2.2 Zielbildung und Zielwegsuche

Wie entsteht und verfestigt sich die Grundvorstellung eines Ziels – das kommt der gleichen Frage nach, wie der Mensch lernt. Diese Frage soll nicht beantwortet werden. Eine Grundvorstellung dieses Vorgangs wurde jedoch im Kapitel 3.3.3.1 geschildert. Die Theorie der Phantasirealisierung (siehe Kapitel sec:phantasirealisierung) gibt mit den drei mentale Verarbeitungsarten Grundansätze, welche zum Tragen der Verfestigung von Zielen kommen. Ist ein Ziel oder Wunsch, je nach dem wie stark die Zielstruktur ausgebaut ist, verfestigt, so bedeutet dies zum einen, dass die entsprechenden Funktionen an bestimmte Situationsfaktoren gebunden sind, zum anderen, dass zur Verarbeitung der Situationsfaktoren auf den funktionalen Hintergrund zurück gegriffen werden kann. Wesentlich für den weiteren funktionalen Ablauf ist der funktionale Hintergrund eines Ziels. Die Aktivierung eines Ziels entspricht einer PS-Interaktion (siehe Kapitel 3.3.3.4), wobei das Ziel den Personenfaktoren entspricht, während die Situationsfaktoren die individuelle Zielwegsuche bestimmen. Vereinfacht könnte davon ausgegangen werden, dass solange die Personenfaktoren, welche das Ziel repräsentieren, aktiv sind und deren funktionalen Hintergrund, welcher die Zielwegsuche oder Bewertung vornimmt, bemühen der Zielsetzungsprozess stattfindet.

Ein interessanter Aspekt bei dieser Repräsentation von Zielen ist, wenn die Situationsfaktoren in einem Ziel direkte weitere Verarbeitungen veranlassen und auf diese Weise weitere Personenfaktoren aktivieren, so entsprechen die neu aktivierten Personenfaktoren Subzielen. Hierbei müssen, wie im Kapitel 3.3.3.3 beschrieben, einzelne Statuszustände der vorherigen aktiven expliziten Funktion erhalten bleiben um so den funktionalen Zusammenhang zwischen Ziel und Subziel zu erhalten. Sämtliche aktiven Statuszustände entsprechen der Zielstruktur, d.h. aktive Teile des funktionalen Hintergrundes entsprechen der Zielstruktur, während der funktionale Hintergrund sämtliches Wissen für alle möglichen Ziele der gleichen Kategorie repräsentiert.

Eine besondere Art von Subziel ist es, wenn das Subziel bedeutet ein Subziel erst zu finden. Situationsfaktoren können in unterschiedlichsten Konstellationen auftreten. Nicht für jede Konstellationen kann es entsprechende Funktionen geben. Das entsprechende Konzept wurde als Abstraktion bezeichnet (siehe Kapitel 3.3.2.4). Soll für eine bestimmte Konstellation von

Situationsfaktoren die Lösung gefunden werden, so kann die abstrakte Funktion die entsprechenden Situationsfaktoren an die ihr bekannten konkreten Funktionen weiterleiten und entsprechende Ergebnisse abfangen. Die konkreten Funktionen können wiederum abstrahierte Funktionen von anderen konkreten Funktionen sein. Die Grundvorstellung des Zusammenhangs von Funktionen in Kapitel 3.3.3.1 beschreibt, dass für die Überführung der expliziten Verarbeitung in die implizite Verarbeitungen Informationen zu deren typischen Aktivierungskonstellation und deren Erfolg festgehalten werden muss. Anhand dieser Information kann ebenfalls die Priorität, in welcher Reihenfolge welche konkrete Funktion aufgerufen werden soll festgelegt werden. Jede aufrufende (vorher abstrakte Funktion genannt) Funktion kontrolliert durch blockieren und aktivieren den Ablauf der aufgerufenen Funktionen. Die grundsätzliche Richtung der Funktionsverarbeitung wird durch die Personenfaktoren und somit durch das Ziel mit all seinen Subzielen vorgegeben.

Das Suchen einer Möglichkeit ein Ziel unter bisher nicht bekannten Situationsfaktoren zu erreichen kann als individuelle Zielwegsuche bezeichnet werden, welche, bei erfolgreicher Zielwegsuche, zur Verankerung im funktionalen Hintergrund führen kann. Bei den oben vorstellten Möglichkeit zum Auffinden eines Zielweges findet stets eine Transformation der wirkenden Situationsfaktoren statt. Funktional könnte die Transformation so aussehen, dass bestimmte Situationsfaktoren für die Suche ausgeschlossen oder Situationsfaktoren und die entsprechende Zielwegsuche aufgespalten werden. Beides entspricht der Möglichkeit Aufmerksamkeit anzuwenden. Inhaltlich ist es der Zweck des Aufrufs einer Funktion die Situationsfaktoren zu transformieren, da erst durch die Transformationen die Zielvorgaben erreicht werden. Die Suche nach einem neuen Zielweg bedeutet somit bestehende Situationsfaktoren zu verarbeiten, auf diese Weise zu transformieren und damit neue Situationsfaktoren zu erschaffen, so dass andere Funktionen weitere Transformationen an den neuen Situationsfaktoren durchführen können. Um diesen Vorgang kontrolliert ablaufen zu lassen findet stets eine Kontrolle durch abstrakte Funktionen statt. Das Rubikon-Modell unterscheidet hierbei die Fazittendenz und das Klärungsmaß (vgl. Kapitel 2.2.7). Wenn der Zielweg nicht genau genug geplant wurde, so ist die Fazittendenz zu niedrig. Das Klärungsmaß ergibt sich aus der Bewertung der Erreichbarkeit, der Bewertung der Wahrscheinlichkeit des Fehlschlags und der Wichtigkeit der Erreichbarkeit. Die Fazittendenz gibt somit die lokale Einschätzung der Funktionen selbst, in wie weit die Planung im Kontext deren bisherigen Erfahrungen geklärt ist, während das Klärungsmaß eine individuelle Eigenschaft zur Klärung des Ziels ist. Da nur die lokalen Funktionen deren eigene Fähigkeiten einschätzen können müssen Fazittendenz und Klärungsmaß für die endgültige Bewertung vereint werden. Hierzu werden Statuszuständen, welche das

Klärungsmaß repräsentieren, so transformiert, dass lokale Funktionen diese mit den eigenen Vorstellungen der Fazittendenz vereinen können und somit das Abbruchkriterium für die Planung bilden können.

### 3.4.2.3 Bewertung und Zielsetzung

Ein einfaches Gesetz lautet, dass wenn nichts zum Bewerten da ist, dann kann auch nichts bewertet werden. Das etwas, was bewertet werden soll ist das Resultat lokaler Funktionen. Keine andere Funktion kann hierbei das Resultat besser bewerten, als die Bewertungsfunktion der lokalen Funktion. Der Begriff der Funktion ist in neuronalen Netzen schwer zu fassen (vgl. Kapitel 3.3.2.2). In diesem Kontext bedeutet dieser, dass durch die Zielwegsuche automatisch die Bewertung des Zielweges einhergeht, d.h. die Bewertung ein Teil der Zielwegsuchfunktion selbst ist. Der parallele Ablauf von Zielwegsuche und Bewertung wurde bereits im Kapitel 3.4.2.1 angedeutet. Im vorherigen Kapitel wurde beschrieben wie die Kriterien zur Bewertung an die lokalen Funktionen übermittelt und angepasst werden. Wesentliche Aussage war es, dass die Bewertungskriterien, genauso wie die Zielwegsuche einer Transformation vollzogen werden um so für die lokalen Funktionen anwendbar zu sein. Die Erwartungs- $\times$ -Wert-Theorien führen die Valenz des Ziels und die Wahrscheinlichkeit das Ziel zu erreichen als Bewertungskriterien ein. Bei genauer Betrachtung kann der Effekt der Wirkung von Valenz und Erfolgswahrscheinlichkeit in das Klärungsmaß und Fazittendenz überführt werden. Ist die Valenz des Ziels niedrig, so ist das Klärungsmaß niedrig, wodurch die Fazittendenz recht schnell erreicht wird. Auf diese Weise werden weniger Möglichkeiten bei der Zielwegsuche überprüft, was zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit eines Abbruchs der Zielwegsuche führt, bevor ein valider Zielweg gefunden wurde. Die Valenz eines Ziels ist somit mitunter ein Faktor, welche den lokalen Funktionen vermittelt wird und so die Zielwegsuche beeinflusst.

Der Vorgang der Bewertung kann wie folgt ablaufen. Die Zielwegsuche aktiviert währenddessen Verarbeitung bestimmte Gate-Neuronen. Diese Gate-Neuronen führen zur Aktivierung von Funktionen, welche mit weiteren Zielen oder Motiven, den Nebenzielen, verknüpft sind. Der Effekt der dabei aktivierten Neuronenkonstellation entspricht einem negativen Effekt der Nebenziele, so dass diese direkt auf die lokale Repräsentation der Valenz der aktuellen Funktion einwirkt und diese absenkt. Der Zweck der Zielwegsuche ist es somit so viele Transformationen der Situationsfaktoren durchzuführen, so dass das Ziel hierdurch erreicht wird, jedoch auch gleichzeitig die Anzahl der Transformationen möglichst gering zu halten um so der Absenkung durch Nebenziele zu vermindern. Ebenso kann durch die Möglichkeiten der Aufmerksamkeit die Wirkung der Nebenziele verhindert werden indem die

Absenkung der Valenz durch Nebenziele blockiert wird. Hierzu muss jedoch in einem Subziel das Blockieren der Absenkung zunächst abgeschätzt und bewertet werden.

Die Bewertung von einem Ziel ist somit ein mehrschichtiger Vorgang. Zum einen müssen die Anforderungen, welche durch das Ziel vorgegeben wurden, an die lokalen Funktionen transformiert werden. Zum anderen muss die Einschätzung der lokalen Funktionen bezüglich der Erreichbarkeit mit den entsprechenden Abwägung der Kosten durchgeführt werden. Hierzu muss durch die lokalen Funktionen ein Weg gefunden werden, welcher die Valenz des Ziels nicht zu stark absenkt, jedoch die Wahrscheinlichkeit der Erreichbarkeit des Ziels so hoch bleibt, wie es durch das Ziel vorgegeben wurde. Da die Bewertungen lokal ausgeführt werden hat das einige Konsequenzen. So kann eine Funktion auch bei hohem Klärungsmaß trotzdem eine niedrige Fazittendenz aufweisen und somit eine sehr ungenaue Zielwegsuche nach sich ziehen. Dies kann passieren, da die entsprechende Funktion eine sehr hohe Erfolgswahrscheinlichkeit bei bisherigen Planungen aufzuweisen hat. Die Bewertung ist somit sehr von den Ausprägungen der lokalen Funktionen abhängig. Dies ist auch mitunter ein Grund dafür, dass Zielwege ohne konkretes Wissen der Möglichkeiten der Erreichbarkeiten trotzdem vom Menschen als Erreichbar eingeschätzt und anschließend gesetzt werden.

### 3.5 Rückblick

Das vorgestellte Modell des Zielsetzungsprozesses beschreibt keinen Algorithmus. Ebenso wird kein konkretes Vorgehen des Zielsetzungsprozesses, abgesehen von der Abbildung 3.4, vorgestellt. Der Wahl für diesen Entwurf des Zielsetzungsprozesses liegt in dem Verständnis, dass auf neuronaler Ebene die Abgrenzung von Funktionsabläufen zu Funktionen nicht möglich ist. Es ist eben nicht möglich ein generelles Muster vorzulegen, wann Zielbildung, wann Zielwegsuche oder wann die Zielbewertung und Zielsetzung stattfindet. Entsprechende Problematik begegnet in vielen Theorien, so z. B. im Kapitel 3.4.1.2, wo die Abhängigkeiten zwischen Bewertung eines Ziels und der Suche eines Zielweges sich gegenseitig ausschließen, so dass die Zielsetzung nicht möglich ist. Auch die Tatsache, dass die Modelle für jeden Schritt als Abschluss eine Bewertung ansetzen kann die beschriebene Problematik bei der Umsetzung eines konkreten Zielsetzungsprozesses nicht lösen. Die Problematik der zeitlichen Lokalisation des Einsetzen der Bewertung kann auch nach der Zielsetzung beobachtet werden, so z. B. bei der Frage ob das aktuelle Ziel aufgegeben oder verzögert werden soll.

Eine solche Dynamik wie der Zielsetzungsprozess sie aufweist konnte nur

durch die PS-Interaktion erklärt werden. Wichtig war es daher ein Verständnis der grundlegenden neuronalen Tätigkeit aufzubringen. Gleichzeitig sollten jedoch psychologische Prinzipien berücksichtigt werden. Wichtige Bausteine zum Verständnis der neuronalen Tätigkeit, welche sich aus der funktionalen Plattform ergaben, sind:

1. Neuronen können sowohl als Funktion wie auch Status verstanden werden
2. Temporale Funktionsabläufe können durch die Reaktivierung von Neuronen realisiert werden. Auf dieser Erkenntnis basiert auch die Unterscheidung von impliziten und expliziten Funktionen
3. Das Verständnis der Wirkung von Gate-Neuronen.

So zeigt gerade das Verständnis der Interpretation von Gate-Neuronen, dass der Zielsetzungsprozess auf neuronaler Ebene nur interpretiert werden kann, d.h. das Feuern eines Neurons kann sowohl als Zielsetzung, als Zielbewertung oder Zielbildung verstanden werden – je nachdem welche Wirkung das Feuern des Neurons nach sich zieht. Und je verzweigter und größer ein Netz ist, desto schwieriger wird es die Wirkung von Neuronen zu interpretieren. Und genau das ist der Grund warum die Abgrenzung des Funktionsablaufs von Zielbildung, Zielwegsuche usw. nicht möglich ist. Diesen Umstand berücksichtigt das hier vorgestellte Modell und geht davon aus, dass der Zielsetzungsprozess in sehr vielen Abstraktionsstufen gleichzeitig abläuft. Das aufbrechen all dieser Abstraktionsstufen würde dazu führen die einzelnen Teile des Zielsetzungsprozesses klassifizieren zu können. Da jedoch alle Abläufe parallel ablaufen und sich gegenseitig in ihrem Ablauf beeinflussen kann keine Reihenfolge oder gar *Master-Prozess* zu einem bestimmten Zeitpunkt festgestellt werden. Es ist eben ein Zusammenspiel der Ausführung aller Funktionen.

# Kapitel 4

## Komputationales Modell der Zielsetzung

### 4.1 Zielsetzung mit einem funktionalen Netz

Kapitel 3.3 basiert auf der Funktionsweise von neuronalen Netzen. Dieser Ansatz ermöglichte es viele Prozessabläufe für den Zielsetzungsprozess abzuleiten und Zusammenhänge der in der Psychologie aufgezeigten Eigenheiten wie z. B. die implizite und explizite Prozessverarbeitung zu unterscheiden. Jedoch zeigen die Beispiele im Anhang A, dass die Umsetzung sogar einfacher, individueller Prozessabläufe auf neuronaler Ebene sehr komplex werden kann. Der Zweck der Entwicklung der funktionalen Plattform liegt darin die Eigenheiten der Verarbeitung der neuronalen Netzen zu übernehmen, jedoch die Gestaltung von Funktionen zu vereinfachen. Zudem soll das Funktionsprinzip näher an die Gestaltung eines Suchnetzes herangeführt werden.

Um alle diese Anforderungen zu Erfüllen wurde die *Funktionseinheit* erschaffen, welche sowohl die Eigenschaften von neuronalen Netzen aufweist, jedoch auch den Einfluss durch individuelle Programme, hier in *Lisp* geschrieben, zulässt. Komplexere in sich geschlossene Probleme, aber auch einfache, in der Umsetzung durch neuronale Netze jedoch lästige und aufblähende Konstruktionen, können auf diese Weise in Lisp-Funktionen gesondert behandelt werden. Die Ergebnisse der Lisp-Funktion können wieder in das funktionale Netz integriert und durch weitere Funktionseinheiten verarbeitet werden. Funktionseinheiten werden durch Regeln untereinander verbunden, so dass eine Netzstruktur, welche auch als funktionale Suchstruktur bezeichnet werden kann, entsteht. Diese Netzstruktur wird als *funktionales Netz* bezeichnet.

## 4.2 Grundlagen der Funktionsweise

### 4.2.1 Ausgangssituation

Das funktionale Netz soll die Vorteile einer natürlichen Programmiersprache mit dem Funktionsprinzip von neuronalen Netzen verknüpfen. Zum anderen soll es beim Erstellen und Interpretieren als Datenbasis einen erleichterten Zugang bieten. Prinzipiell ist das Funktionsprinzip von neuronalen Netzen sehr einfach, bildet jedoch aufgrund der geringen Möglichkeiten der Einflussnahme durch Neuronen nur begrenzte Möglichkeiten komplexere Abläufe zu vereinfachen. Zudem weist es durch das Vereinen von Daten und Funktion das Problem zur späteren semantischen Interpretation auf.

Sowohl die neuronale Verarbeitung, wie auch Programme geschrieben in einer Programmiersprache weisen ihre Vorteile auf. Während die neuronale Verarbeitung unabhängige Zusammenhänge und parallele Abläufe sehr gut vereint weisen Programme in Programmiersprachen eine sehr hohe semantische Ausdruckskraft auf. Um diese Vorteile zu verknüpfen könnten daher spezielle Neuronen konzipiert werden, welche intern Funktionen, in einer Programmiersprache formuliert, aufrufen. Solche Neuronen könnten dann komplexe Neuronen genannt werden, im Unterschied zu den natürlichen Neuronen.

Um den semantischen Wert von neuronalen Netzen weiter zu erhöhen könnte der Inhalt und die Funktion eines Neurons getrennt werden (vergleiche Kapitel 3.3.2.2). Dies entspricht dem Trennen des Vorgangs der Aktivierung und des Feuern eines Neurons. Da die Aktivierung, die Repräsentation der Statusinformation des Neurons, und das Feuern, der Funktion eines Neurons, getrennt wurden, lässt sich auch das Konzept von komplexen Neuronen direkt in die Funktion des Neurons integrieren.

### 4.2.2 Details zur Funktionseinheit

Die Funktionseinheit, im folgenden FU genannt, ist ein Konzept um Statusinformationen und Regeln miteinander zu verknüpfen (vgl. mit Abbildung 4.1). Statusinformationen entsprechen der Aktivierung von Neuronen. Die FU kann mehreren *Regeln* aufweisen. Bei Regeln handelt es sich, wie im vorherigen Kapitel beschrieben, um die Auslagerung des funktionalen Teils der neuronalen Verarbeitung. Prinzipiell ist damit die Testfunktion (siehe Abbildung 4.1, Element  $\tau$ ) gemeint, welche prüft ob eine bestimmte Konstellation an aktivierten Statusinformationen vorherrscht um daraufhin zu feuern, d.h. bestimmte Statusinformationen bei FU's zu aktivieren. Da bei Regeln es sich um eine Lisp-Funktionen handelt kann eine Regel auch kom-

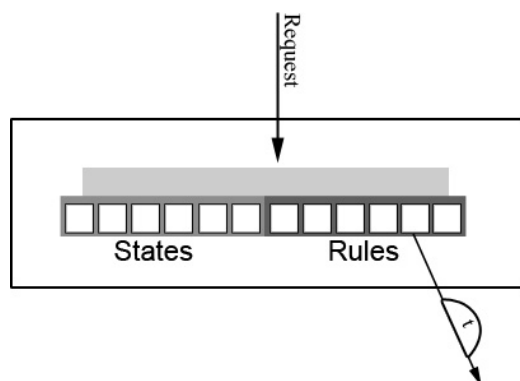


Abbildung 4.1: Grundbaustein des funktionalen Netzes - die Funktionseinheit

plexere Lisp-Funktionen verarbeiten und somit neuronale Verarbeitung in eine Programmiersprache auslagern. Die Kommunikation mit der FU geschieht mittels einer Anfrage bzw. eines *Request*. So kann die Aktivierung einer bestimmten Statusinformation der FU per Request mitgeteilt werden. Mit Hilfe des Request können jedoch auch andere Befehle an eine FU gesandt werden. Einer dieser Befehle fordert die FU auf zunächst alle eigenen Prozesse und dann sich selbst zu beenden.

Die FU kann mehrere Statusinformationen und mehrere Regeln repräsentieren, d.h. durch eine FU ist es möglich mehrere Neuronen zu vereinen. Zwar könnte jedes Neuron als eigenständige FU umgesetzt werden, der Zweck dieses Konzeptes ist es jedoch semantisch zusammengehörige Statusinformationen und Funktionsabläufe in einer FU zu vereinen und somit ein Konzept, ähnlich der einer Funktion, zu erschaffen. Durch die Kapselung von mehreren Neuronen ergibt sich ein Vorteil z. B. bei Funktionsabläufen, die einer Feld-Differenz ähneln (siehe Anhang A). Andererseits müssen blockierende Statusinformationen die unbeabsichtigte Aktivierung von Regeln, welche in neuronalen Netzen so nicht vorkommen würden, entgegenwirken.

Da die Statusinformation und die Funktion des Neurons getrennt wurden ist der Zweck des Erregungspotentials nicht die Ermittlung wann gefeuert wird, denn gefeuert wird in der FU dann, wenn eine bestimmte Kombination an Statusinformationen gleichzeitig aktiv ist. Das Erregungspotential von Statuszuständen wird in jedem Zeitschritt abgesenkt. Es spiegelt daher das Zeitfenster, in dem eine bestimmte Kombination an Statusinformationen gleichzeitig aktiv sein kann, wieder. Entsprechend wird das Erregungspotential in der FU bei Aktivierung nicht addiert, sondern das Maximum gewählt. Daher kann durch Aktivieren keine inhibierende Wirkung oder Löschung einer Statusinformation herbeigeführt werden. Beim jetzigen Stand der Funktionsweise einer FU muss daher die inhibierende Wirkung durch blockierende

Statusinformationen herbeigerufen werden und entsprechende Berücksichtigung in den Regeln der FU finden. Dies erhöht den Programmierumfang, spiegelt jedoch die blockierende Wirkung, was ja durch das inhibieren beabsichtigt wird, besser wieder. Natürlich ließe sich die FU bei Bedarf durch Requests, welche inhibierend wirken, leicht erweitern.

### **4.2.3 Die Umsetzung der Funktionseinheit**

Die Umsetzung der FU basiert auf dem künstlichen neuronalen Netz aus dem Anhang A. Jede FU wird als eigenständiger Thread ausgeführt. Damit die Verarbeitung der FU synchron zueinander läuft wird deren Verarbeitung an eine zentrale Zeituhr gekoppelt. Die Zeituhr wird durch ein Timeserver gesteuert, welcher ebenfalls als Thread läuft. Warten alle FU's auf den nächsten Zeitschritt, so zählt der Timeserver eine Zeitschritt höher.

In jedem Zeitschritt verarbeitet die FU zunächst die Requests. Im dritten Schritt werden die Regeln der FU aufgerufen. Die Regeln werden in einem eigenen Thread ausgeführt, so dass deren Verarbeitung unabhängig voneinander abläuft. Hierzu erhält jede Regel alle aktivierten Statusinformationen der FU, woraufhin die Testfunktion oder komplexere Funktionen durchgeführt werden. Ähnlich der Ruhephase von Neuronen nach dem Feuern setzen Regeln bei zutreffenden Statusinformationen die Regel-Recovertime fest. Wichtig ist, dass die Regel die Recovertime selbständig nach eigener Einschätzung der Komplexität der eigenen Verarbeitung festlegt und festsetzt. Die Verarbeitung der Regel ist unabhängig von der Zeit, die durch den Timeserver vorgegeben wird. Entsprechend kann eine Regel-Funktion vom vorherigen Zeitschritt aktiv sein, woraufhin die FU den Aufruf der entsprechenden Regel zu diesem Zeitschritt überspringt. Ebenso wird die Regel nicht aufgerufen, wenn die Regel-Recovertime noch vorhanden ist. Im zweiten Schritt senkt die FU die Regel-Recovertime. Die Regel-Recovertime wird in jedem Zeitschritt um eins herab gesenkt. Im vierten Schritt, welcher auch der letzte Schritt ist, wird die Aktivierung der Statusinformationen herab gesenkt. Das Herabsenken des Erregungspotentials der Statusinformation wird, anders als für die Recovertime in Schritten von 0.2 durchgeführt.

## **4.3 Einsatz der Funktionseinheiten**

### **4.3.1 Ausgangssituation**

Bereits die Feststellung aus dem Kapitel 3.3.2.2 deutet darauf hin, dass der Zielsetzungsprozess kein linear ablaufender Vorgang ist, welcher, getrennt von

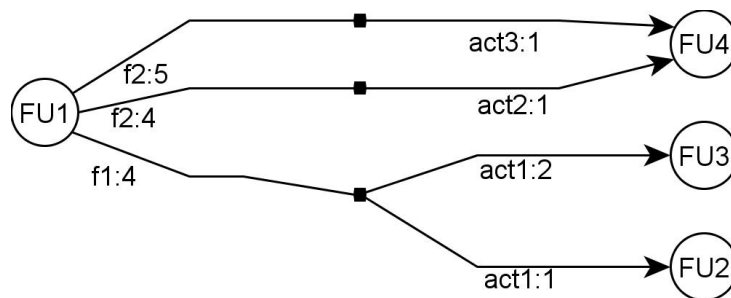


Abbildung 4.2: Vereinfachte Darstellung eines Funktionsnetzes

allen anderen Abläufen, modelliert werden kann. Die Bewertung eines Zielweges (siehe Kapitel 3.4.2.3) zeigt, dass andere Ziele bei der Zielwegsuche interferieren müssen und auf diese Weise erst den menschlichen Zielsetzungsprozess menschlich erscheinen zu lassen. Entsprechend ist die Wahl für ein Modell, welches mit einem Funktionsnetz umgesetzt werden soll, schwierig. Nur all zu schnell kann ein Beispiel für den Einsatz der Funktionseinheiten sehr umfangreich und komplex werden. Entsprechend ist es Zweck dieses Kapitels nicht ein vollständigen, in sich abgeschlossenen Zielsetzungsprozess aufzuzeigen - insbesondere auch deshalb nicht, weil dieser auch in der Zielerreichung stattfindet - sondern den grundsätzlichen Einsatz und das Zusammenspiel mit allen Effekten von Funktionseinheiten aufzuzeigen.

Als Beispielsituation wurde die Initiierung der Planung eines Weges von Nienburg nach Bremen gewählt. Hierbei wurde das Modell nur soweit ausgearbeitet, dass die Planung überhaupt beginnt. Bei der gewählten Beispielsituation handelt es sich um einen mir bekannten Vorgang, so dass die entsprechenden Faktoren und Abläufe bekannt sind. Dies ist insofern wesentlich, da implizite Verarbeitung nur schwer fassbar, jedoch für die Erstellung des Modells wichtig ist. Auf diese Weise ist es möglich den bekannten Vorgang wiederholt auf deren Abläufe zu prüfen. Jedoch ließ sich auch mit Hintergrundwissen das Modell nicht vollständig ausarbeiten, so dass in den folgenden Kapiteln zwei unterschiedliche Ansätze der selben Situation in einem funktionalen Netz umgesetzt und beschrieben werden.

Um die Interaktion von verschiedenen Funktionseinheiten aufzuzeigen wird eine vereinfachte Darstellungsform, wie auf der Abbildung 4.2 gewählt. Die Abbildung muss wie folgt verstanden werden. Die FU1, so wurde die entsprechende FU benannt, kann die FU2, FU3 und FU4 aktivieren. Zur Aktivierung der FU2 muss die Regel *f1* schalten. Schaltet die Regel *f1*, so wird in FU2 die Statusinformation *act1* mit einem Erregungspotential von 1 aktiviert. Entsprechend wird auch im selben Moment für die FU3 die Statusinformation *act1* mit dem Erregungspotential von 2 aktiviert. Nach dem Feuern gilt für

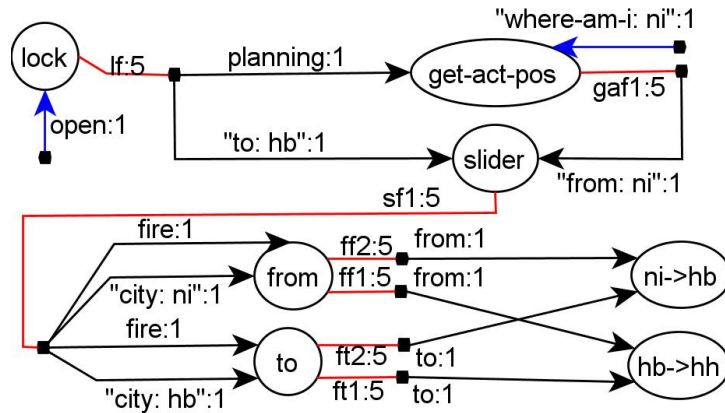


Abbildung 4.3: Netz für Initiierung der Wegplanung (1)

$f1$  eine Revertime von 4. Etwas komplexer wird die Aktivierung von FU4. Da Regeln auch etwas komplexere Funktionen sein können, kann die Regel von Fall zu Fall unterschiedliche Ergebnisse zur Folge haben. Wird die Regel  $f2$  aufgerufen, so kann zum einen FU4 mit  $act2$ , deren Erregungspotential mit 1 angesetzt wurde, aktiviert werden und für  $f2$  gilt danach eine Revertime von 4. Ebenso kann FU4 jedoch mit  $act3$  und einem Erregungspotential von 1 aktiviert werden, wonach für  $f2$  eine Revertime von 5 gilt. In jedem Fall muss die Funktion, welche hinter den entsprechenden Regeln wirkt explizit erläutert werden um dieses Verhalten verstehen zu können. Oftmals handelt es sich bei der entsprechenden Funktion jedoch um einen einfachen logischen Ausdruck, welche die Existenz von verschiedenen Statusinformationen prüft um daraufhin zu Feuern.

## 4.3.2 Umsetzung im funktionalen Netz

### 4.3.2.1 Implizite Umsetzung

Das erste Beispiel kann als die implizite Umsetzung der Initiierung der Wegplanung verstanden werden (siehe Abbildung 4.3). `lock` initiiert den Zielsetzungsprozess. Hierzu wird künstlich der Status `open` in `lock` gesetzt. Auf diese Weise feuert die Regel `lf`, aktiviert in `get-act-pos` den Status `planning` und in `slider` `to: hb`. `get-act-pos` funktioniert unabhängig vom Zielsetzungsprozess und enthält die Information zum aktuellen Aufenthaltsort. In dem Modell wurde der Aufenthaltsort künstlich durch die Aktivierung des Status `where-am-i: ni` gesetzt. Ist in `get-act-pos` der Status `planning` und ein weiterer Status, welcher mit `where-am-i:` beginnt aktiv, so feuert `gaf1` und aktiviert in `slider` den Status `from: <var1>`. Der Inhalt von `var1` ist das,

auf was *where-am-i*: verweist, also in unserem Fall *ni*.

*slider* enthält Regeln, die zu oft geplanten Wegen eine direkte Verknüpfung aufweisen. Es beschleunigt somit Anfragen zur Zielwegplanung oft geplanter Zielwege. Ist in *slider* der Status, welcher mit *to*: beginnt, also bei uns *to: hb* aktiv und zusätzlich *from: ni*, so wird *to* mit *city: <var2>*, hierbei entspricht *var2* dem, was hinter *to*: steht, also *city: hb* und *fire*, während *from* mit *city: ni* und *fire* aktiviert wird (Regel *sf1*). Die Funktionseinheiten *to* und *from* aktivieren alle deren bekannten Wege zu den entsprechenden Orten. Ist z. B. in *from city: hb* und *fire* aktiv, so feuert die Regel *ff1*. In unserem Beispiel feuert in *from* die Regel *ff2* und in *to* die Regel *ft2*. Auf diese Weise wird in *ni->hb from* und *to* aktiviert, was zur weiteren Suchen eines Weges führt.

#### 4.3.2.2 Ansatz mit expliziter Verarbeitung

Ausgangssituation für die Erstellung des Modells ist die Aussage: Ich will jetzt nach Bremen. Für die weiteren Erläuterungen gilt die Abbildung 4.4. Die Funktionseinheit *tconstelation* entspricht diesem Ziel und wird künstlich durch Setzen der Statusinformation *go* gestartet. Die Koordination der Daten für die Initiierung der Wegplanung übernimmt *pathfind*. *pathfind* kann für verschiedene Zwecke Wegplanungen durchführen, entsprechend muss *tconstelation* zunächst sicherstellen, dass die Wegplanung durch *pathfind* möglich ist. Die Regel *tc1* feuert den Status *go: tconstelation*, wenn *go* in *tconstelation* aktiv ist. In *pathfind* definiert der Status *processing* ob eine aktuelle Wegplanung durchgeführt wird. Da nur *tconstelation* in diesem Modell die Wegplanung startet wurde der Vorgang, welcher prüft, ob der bestehende Wegplanungsprozess abgebrochen oder die Anfrage von *tconstelation* verworfen wird, nicht umgesetzt. Entsprechend aktiviert *pathfind* für sich selbst den Status *processing*, vermerkt im Status *act-plan: tconstelation* für welche FU die aktuelle Wegplanung stattfindet und sendet an *tconstelation* die Aufforderung die Randbedingungen der Wegplanung zu aktivieren (Regel *pff1*).

Durch Aktivieren des Status *get plan info* in *tconstelation*, welcher durch *pff1* aktiviert wurde, feuert die Regel *tc2*. Die Randbedingungen entsprechen den Situationsfaktoren des Ziels. Diese lauten *now* für *from* und *city: hb* für *to*, d.h. Ich will *jetzt* nach *Bremen*. Die Regel *tf2* in *to* wird durch den Status *pathfind* und einen Status, welcher mit *city*: beginnt aktiviert und signalisiert *pathfind* durch aktivieren des Status *to*, dass das Ziel der Wegplanung bekannt ist. Bei *from* ist mit *now* der Ursprung der Zielplanung noch nicht eindeutig gegeben. Ist der Status *now* aktiv in *from*, so feuert *ff1* und aktiviert in *get-act-pos* die Anfrage des aktuellen Aufenthaltsort.

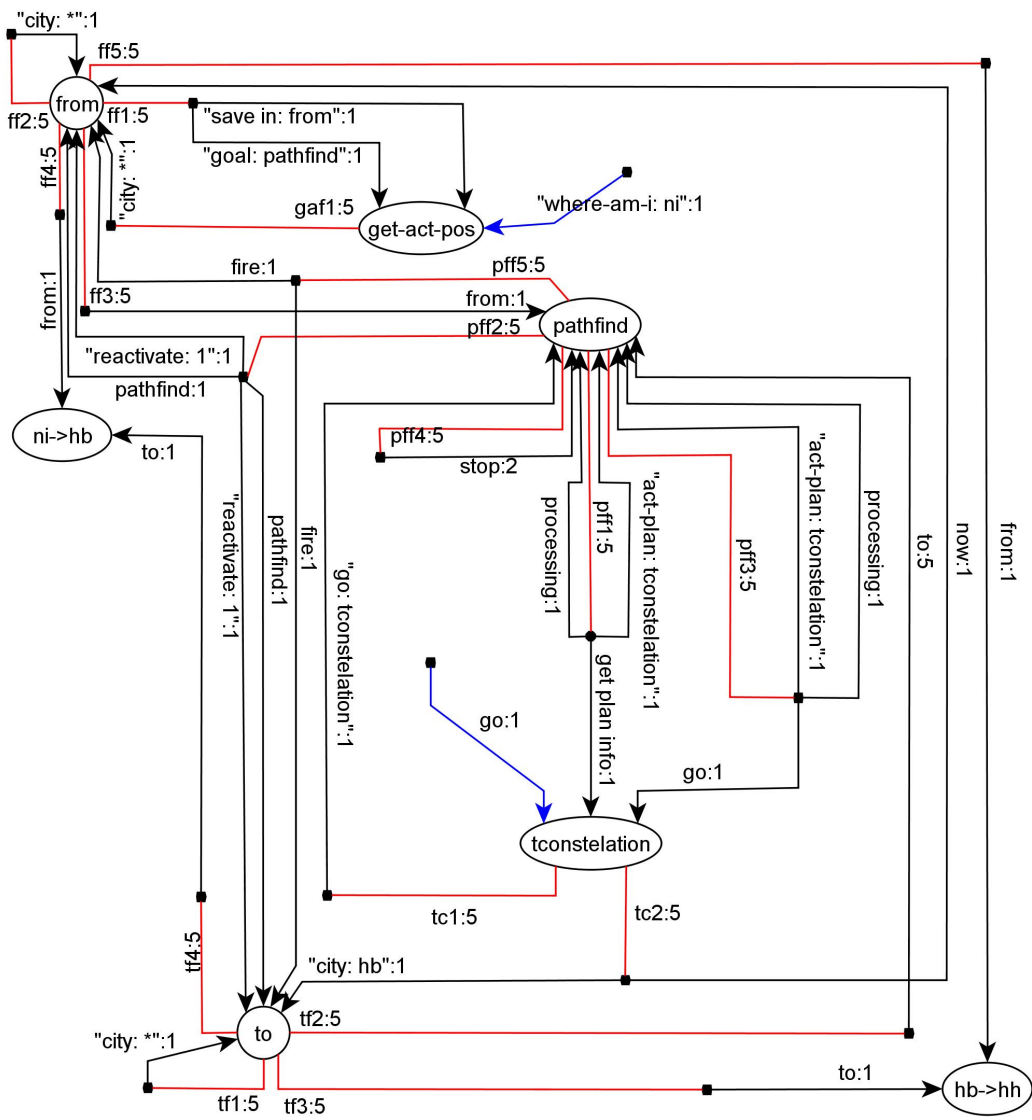


Abbildung 4.4: Netz für Initiierung der Wegplanung (2)

Hierzu werden die Status *goal: pathfind* und *save in: from* aktiviert. Aus der vorherigen Verarbeitung ist in *get-act-pos* der Status *where-am-i: ni* aktiv. Sind alle drei Statuszustände aktiv, so feuert die Regel *gaf1*, transformiert hierzu die Information des Statuszustandes *where-am-i* für *from* in *city: ni*. Der weitere Ablauf von *from* ähnelt dem von *to*. Ist *pathfind* und ein Status der mit *city:* beginnt aktiv, so wird an *pathfind* die Statusinformation *from* übermittelt (Regel *ff3*).

Nachdem in *pathfind* der Status *processing* aktiviert wurde wartet es darauf die Verarbeitung zu koordinieren. Ein erster Schritt sieht so aus, dass *from* und *to* mitgeteilt wird, dass diese ihre aktuellen Informationen aufrecht erhalten sollen, soweit diese Informationen in irgendeiner Weise besitzen. Hierzu wird an *from* und *to*, solange *processing* in *pathfind* aktiv ist, die Statuszustände *reactivate: 1* und *pathfind* aktiviert (Regel *pff2*). Der Status *pathfind* soll *from* und *to* signalisieren an welche FU sie deren Verarbeitung mitteilen, d.h. an welche FU *from* *from* senden soll, falls ein Status, der mit *city:* beginnt aktiv ist und *to* *to*. Da *pathfind* nicht wissen kann wie lange die Abläufe in *from* und *to* andauern erhält es sein eigenen Zustand. Hierzu reaktiviert es den eigenen *processing*-Status und die Zielinformationen (Regel *pff3*).

Nach einigen Durchläufen sollte in *pathfind* sowohl der Status *from*, wie auch *to* aktiviert worden sein. Ist dies der Fall, so feuert die Regel *pff5*. Diese aktiviert in *from* und *to* den Status *fire*. Weiterhin aktiviert es für sich selbst den Status *stop* und bringt damit deren eigene Verarbeitung zum Halt. Alternativ kann *pathfind* durch aktivieren der Status *give-up* oder *solved* zum stoppen gebracht werden. Entsprechende Regel wurde in der Abbildung nicht eingezeichnet, da diese im Modell nicht benutzt wurde.

Durch aktivieren des Status *fire* in *to* und *from* wird die Regel *tf3* oder *tf4* bzw. *ff4* oder *ff5* aktiviert. Ziel ist es durch *fire* die Informationen von *to* und *from* zu vereinen. Hierzu aktivieren *from* und *to* alle bekannten Wege. Nur die Funktionseinheit, welche sowohl durch *to*, wie auch durch *from* aktiviert wurde führt die weitere Wegplanung fort. Die Regel *ff4* von *from* aktiviert *ni->hb*, falls in *from* *city: ni* aktiv ist. Die Regel *ff5* aktiviert *hb->hh*, falls *city: hb* aktiv ist. Entsprechendes gilt auch für *to*. In diesem Beispiel wird *ni->hb* aktiviert, welche die weitere Planung des Weges übernimmt.

### 4.3.3 Interpretation der Resultate

Die Modellierung der Modelle ist begrenzt auf die Initiierung der Zielwegplanung. Wesentliches Ziel des komplexen Modells war es die Interaktion unter den einzelnen FU's aufzuzeigen und damit den Aufmerksamkeitsprozess und die Arbeitsweise der impliziten und expliziten Verarbeitung zu demonstrieren.

ren. Dies wird um so deutlicher, wenn die Verarbeitung der beiden vorgestellten Modelle gegenüber gestellt wird. So findet im komplexen Modell, sobald `pathfind` im *processing*-Status ist, eine wiederkehrende Reaktivierung der wesentlichen Statuszustände statt, um so den temporalen Verzug in der Verarbeitung verschiedener FU's zu koordinieren und zu kompensieren. Der Vorgang, welcher `pathfind` ausführt, kann als Zielwertsuche bezeichnet werden. Da `pathfind` dabei stets aktiv bleibt können fehlerhafte Zustände sofort beseitigt werden. Dies ist insofern wichtig, da dies durch die natürlichen Möglichkeiten einer Programmiersprache immer soweit begrenzt ist, wie die Prüfung auf entsprechenden Fehlerzustand im Quellcode festgelegt ist. Die Aktivierung des Status *fire* kann als Zielsetzung der Funktionseinheit `pathfind` verstanden werden. Die Regel, welche das Zutreffen der Zielsetzung überprüft kann entsprechend als Bewertung dieser Funktionseinheit verstanden werden. Gleiche Statuszustände und Regeln lassen sich auch in `to`, `from` oder den anderen Funktionseinheiten bestimmen.

Das komplexe Beispiel zeigt, wie Statuszustände durch die FU koordiniert werden können, Informationen über Zeit erhalten und Interferenzen durch blockierende Statuszustände vermieden werden. Funktionale Netze, welche wesentlich komplexer sind als das vorgestellte Modell können auch nur die eben erwähnten Techniken verwenden um deren Verarbeitung durchzuführen. Daher erschien es sinnvoll das Beispiel auf diesem Niveau zu halten und die Komplexität des Modells nicht durch Aufblähen des Modells unnötig zu erhöhen. Nicht zuletzt kann die Zielsetzung nur beispielhaft aufgezeigt werden.

Die Zielsetzung kann nur dann stattfinden kann, wenn eine bestimmte Konstellation an Situationsfaktoren aktiv ist. So wird das Ziel und die Folgeverarbeitung im komplexen Modell durch die Situationsfaktoren *now* und *city: hb* repräsentiert. Der Zielsetzungsprozess ist nicht einfach ein in sich geschlossener Vorgang. So wird auf die FU, welche den aktuellen Aufenthaltsort enthält zurückgegriffen. Ebenso ist `pathfind`, `from` und `to` so gestaltet, dass diese durch andere Prozesse benutzt werden könnten. Dies soll verdeutlichen, dass Zielsetzung nicht gleichbedeutend mit dem aktivieren eines Neurons, welches das Motiv repräsentiert, ist. Vielmehr muss die Verfügbarkeit verschiedener Ressourcen geprüft und vorbereitet werden bevor die Zielsetzung des eigentlichen Ziels stattfinden kann. Ein Motiv nimmt dabei nur die Rolle eine Gate-Neurons ein, welches diesen Prozess in Gang setzt.

Durch Aktivieren von Statuszuständen wie z. B. *where-am-i: \** wurde beispielhaft gezeigt, wie variablen Statuszustände und somit gebundene Informationen unter den FU's ausgetauscht werden können. Diese Möglichkeit ist jedoch nur soweit sinnvoll, wie die FU's, bei denen die entsprechenden Statuszustände aktiviert wurden diese interpretieren können. Der Spielraum

für die optimale Nutzung der FU's ist jedoch noch weit nicht ausgeschöpft. Da Regeln in einer Programmiersprache verarbeitet werden erhöht dies die Flexibilität der FU's im Vergleich zu Neuronen, so dass die Möglichkeiten des Einsatzes noch gar nicht ganz abgeschätzt werden können.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz der Funktionseinheit die neuronale Verarbeitung nachempfunden werden konnte. Zudem konnten die Ergebnisse aus dem Kapitel 3, welche beim Zielsetzungsprozess von einem Zusammenspiel unterschiedlicher Funktionen mit unterschiedlicher funktionaler Ausprägung ausgehen, bestätigt werden. Durch die Eigenschaft der parallelen Ausführung und Interpretation von aktiven Statuszuständen in einer Funktionseinheit konnte das typische Phänomen des Zusammenspiels von Zielbildung, Zielwegsuche und Zielsetzung gezeigt werden. Die Umsetzung der Darstellung des Ergebnisses in einem Datennetz konnte hingegen nicht ganz umgesetzt werden. Zwar ist die Interpretation des Netzes als Datennetz möglich, jedoch wird ein Netz für größere Verarbeitungen schnell unübersichtlich und enthält zudem, neben reinen Datenknoten auch Funktionknoten. Dennoch erleichterten die Modifizierungen des Funktionsprinzip des Neurons, welche zum Konzept der Funktionseinheit führten, die Möglichkeiten bei der Modellierung.

# Kapitel 5

## Zusammenfassung und Ausblick

### 5.1 Zusammenfassung

Der Zweck dieser Arbeit war es ein komputationales Modell der menschlichen Zielsetzung zu erstellen. Ausgehend von der Frage was Zielsetzung ist wurde der Prozess in Zielbildung und Zielsetzung unterteilt. Auf Grundlage dieser Unterscheidung wurden im Kapitel 2 Theorien vorgestellt um die Abläufe im Zielsetzungsprozess genauer zu beleuchten. Konzeptuell lassen sich die entsprechenden Theorien in psychologische und kognitive unterteilen. Die Hoffnung war es eine direkte Verknüpfung der Erkenntnisse aus der Psychologie und der kognitiven Psychologie mit einem direkten Hinweis zur Umsetzung eines komputationalen menschlichen Zielsetzungsprozesses zu erhalten.

Besondere Eigenschaften, wie die Unterscheidung von impliziter und expliziter Verarbeitung oder der Aufmerksamkeitsprozess ließen sich jedoch nach wie vor nicht richtig einordnen. Daher bildete die Unterscheidung von impliziter und expliziter Verarbeitung den Grundstein für die Erstellung der funktionalen Plattform. Die funktionale Plattform versteht sich als die Ansammlung der Interpretation der Funktionsweise von neuronalen Netzen. Angefangen bei der Interpretation und Deutung der Funktionsweise von Neuronen wurde schrittweise ein Konzept entwickelt, welches die Unterscheidung von impliziter und expliziter Verarbeitung möglich macht. Diese beruht auf der Tatsache, dass Neuronen sowohl Wert als auch Funktion in einem sind, wie auch dass die Neuronen nur begrenzte Zeit aktiviert sein können und deshalb für komplexere Abläufe einer ständigen Reaktivierung unterzogen werden müssen. Weiterhin wurde der Aufmerksamkeitsprozess in Verbindung mit der Unterscheidung von impliziter und expliziter Verarbeitung erläutert. Zuletzt wurde die PS-Interaktion mit der Prüfung der bisherigen Konzepte auf Basis eines künstlichen neuronalen Netzes vorgestellt (siehe Anhang A).

Zusammen mit den Erkenntnissen der funktionalen Plattform wurden die Theorien aus dem Kapitel 2 nochmals beleuchtet und so der menschliche Zielsetzungsprozess entwickelt. Hierbei wurde der rekursive Charakter des Zielsetzungsprozesses herausgearbeitet, so dass die Unterscheidung verschiedener Stadien im Zielsetzungsprozess unnötig wurde. Eine besondere Eigenschaft, welche sich durch den rekursiven Charakter des Zielsetzungsprozesses zeigte ist, dass Zielsetzung nicht nur Planung und Bewertung eines Zieles entspricht, sondern auch in der Zielerreichung wirkt. Diese Eigenschaft zeigt ebenfalls wieso Ziele, wenn sie mal gesetzt sind, verworfen oder Zielwege neu geplant werden um z. B. anderen Zielen nachzugehen (siehe Dör02, S. 89). Insbesondere zeigten die Erkenntnisse der funktionalen Plattform, dass der menschliche Zielsetzungsprozess nur durch die parallele Ausführung von Zielbildung, Zielwegsuche und Zielsetzung realisiert werden kann. Denn all diese Prozesse wirken gleichsam bei der Zielsetzung.

Im Kapitel 4 wurde die Umsetzung des komputationalen menschlichen Zielsetzungsprozesses vorgestellt. Diese beruht auf dem Konzept der Funktionseinheiten. Eine Funktionseinheit bildet die Verknüpfung der Konzepte von Programmiersprachen und neuronaler Netze. Zweck war es das Funktionsprinzip von neuronalen Netzen zu erhalten, da die Unterscheidung von impliziten und expliziten Verarbeitung auf Basis von neuronalen Netzen erarbeitet wurde. Weiterhin bieten neuronale Netze aufgrund deren Funktionsart auch konzeptuelle Vorteile. Durch Funktionseinheiten sollte die Modellierung auf neuronaler Ebene vereinfacht und durch Auslagern von Teilfunktionen in programmierte Funktionen die semantische Lesbarkeit erhöht werden. Gleichwohl die Anforderungen zu größten Teil erfüllt wurden ist die Lesbarkeit für größere Netze teilweise nicht gegeben. Zudem kann das Netz auch funktionale Teile als Funktionseinheiten aufweisen, so dass die Interpretation als reines Datennetz, wobei die FU's nur Informationsknoten repräsentieren sollten, nicht ganz möglich ist. Auf Basis von Funktionseinheiten wurden dann Beispiele für die Umsetzung eines Zielsetzungsprozesses vorgestellt. Die Beispiele zeigten die wesentlichen Konzepte, welche im Kapitel 3 erarbeitet wurden.

## 5.2 Ausblick

Mit der Entwicklung der Funktionseinheit wurde ein wichtiger Grundstein für die Erstellung komplexer Netze gegeben. Insbesondere auch deshalb, weil die Ergebnisse dieser Arbeit darauf hindeuten, dass die menschliche Zielsetzung aus der Interaktion parallel ablaufender Prozesse herrührt. Daher ist es nur sinnvoll eine Einheit zu entwickeln, welche gleichzeitig die semantische Interpretation erhöht, die Skalierbarkeit des Netzes verbessert und die

parallele Ausführung des Systems vom Grundansatz her aufweist.

Die Weiterentwicklung der Funktionseinheit kann zum einen durch Erfahrung beim Nutzen der Funktionseinheit bestimmt werden. Noch lange sind die Möglichkeiten der Funktionseinheiten nicht ausgeschöpft und mit den Requests ist eine Möglichkeit gegeben die Funktionalität der Funktionseinheiten leicht zu erweitern. Weiter könnte die Integration der Regeln eleganter gestaltet werden, wozu ebenfalls Erfahrung bei der Nutzung und die Abschätzung des langfristigen Einsatzes bestimmt werden müsste.

Auf theoretischer Ebene sind die bisherigen Erkenntnisse bzgl. der Arbeitsweise des Zielsetzungsprozesses in größerem Umfang angebracht um so die Annahmen der funktionalen Plattform auf den Prüfstand zu stellen. Hierzu ist es sinnvoll nicht nur größere Netze zu konzipieren, sondern auch die PS-Interaktion noch besser zu verstehen. So wäre z.B. die Interaktionsfähigkeit eines Netzes mit der Integration zum funktionalen Hintergrund mit individuellen Situationsfaktoren, welche das Wechseln des Abstraktionsniveaus oder den Wechseln von der impliziten zur expliziten Verarbeitung und umgekehrt darstellen interessant.

Bereits beim Erstellen des hier entwickelten Modells fehlte der Ansatz des Gedächtnisses. Generell wäre die Integration der Funktionseinheit in ein kognitives Modell mit Gedächtniskonzepten interessant. Inwieweit die Funktionseinheit in ein bestehendes kognitives Modell integriert werden kann oder umgekehrt könnte im weiteren ebenfalls untersucht werden.

Abgesehen von den bisherigen Möglichkeiten der weiteren Entwicklung ist der Zielsetzungsprozess erst dann vollständig, wenn dieser sich aufgrund der eigenen Erkenntnisse verändern kann, Teile der expliziten Verarbeitung selbständig auslagert um neue Informationen in das bestehende Netz integrieren kann. Eine Möglichkeit zeigt D. Dörner mit den assoziierenden Verknüpfung unter den Neuronen (vgl. Dör02, S. 38f, S. 69ff). Welche weiteren Möglichkeiten da existieren ist eines der längerfristigen Ziele für die Erweiterung dieses Modells.

# Anhang A

## Prüfung der funktionalen Prinzipien

Bisherige Ausführungen, im besonderen diejenigen der komplexen Funktionsverarbeitung (siehe Kapitel 3.3.3), sind bereits auf einer so abstrakten Ebene beschrieben, dass deren Umsetzung sehr schwer einzuschätzen ist. Dieses Problem, zumindest für komplexere Funktionsverarbeitung, bleibt auch erhalten, da jede komplexe Funktionsverarbeitung auf das Zusammenspiel vieler einfacher Abläufe aufsetzt und zudem sehr individuelle Ausprägungen entfaltet. In diesem Kapitel soll daher die Realisierbarkeit der Grundkonzepte der funktionalen Plattform auf neuronaler Ebene geprüft werden. Als Grundkonzepte können hierbei die Funktionsweise von Gate-Neuronen und die Reaktivierung von Gate-Neuronen verstanden werden.

### A.1 Künstliches neuronales Netz

Als Basis für die Prüfung der Realisierung der Grundkonzepte wurde ein künstliches neuronales Netz erschaffen. Dieses ist Teil des gesamten Softwarepakets, welche mit dieser Arbeit abgegeben wird. Näheres zu dessen Benutzung findet sich in der Onlinedokumentation.

Das Modell der künstlichen neuronalen Netze repräsentiert jede Aktivierung des Netzes in einem Thread. Um die Threads in ihrem Laufzeitverhalten zu synchronisieren führen sie eine interne Uhr mit, welche sich mit einem Timeserver abgleicht. Der Timeserver ist ebenfalls ein Thread, welcher darauf wartet, dass alle Threads ihre Abarbeitung beendet haben und auf den nächsten Zeitschritt warten.

Als Aktivierungs-Threads werden diejenigen, welche die Aktivierung in einem Neuron und diejenigen, welche die Aktivierung in dem Axon repräsen-

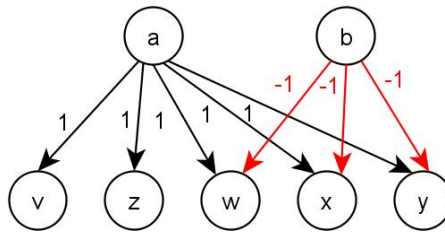


Abbildung A.1: Neuronales Netz als Feld-Differenz

tieren unterschieden. Der Neuron-Thread prüft ob das Erregungspotential des Neurons über dem Schwellpotential liegt und aktiviert daraufhin das Axon. Das Axon ist als eine Menge von ausgehenden Verbindungen des Neurons repräsentiert. Nach dem Feuern fällt das Neuron in eine Ruhephase. Das Feuern kann sich, je nach Ausgabefunktion, über mehrere Zeitschritte erstrecken. In dem vorliegenden Ausgangsmodell wurde eine binäre Aktivierungsfunktion benutzt. Feuert das Neuron nicht, so fällt die Aktivierung um einen festen Betrag in jedem Zeitschritt. Weist ein Neuron keine Aktivierung auf beendet sich der Thread.

Jede Verbindung des Axon weist eine unterschiedliche Länge auf. Der Transport einer Aktivierung zählt somit die Länge der Verbindung in jedem Zeitschritt herunter, d.h. die Aktivierung rückt in jedem Zeitschritt dem Zielneuron näher. Ist die Aktivierung am Zielneuron angelangt wird die Aktivierungshöhe an das Zielneuron übergeben.

## A.2 Feld-Differenz

Das Beispiel der Feld-Differenz ist als Modell im Softwarepaket dieser Arbeit enthalten und wird mit durch den Befehl `test1` gestartet.

Die Feld-Differenz (siehe Dör02, S. 42) beschreibt den funktionalen Einsatz, wie er bereits vorher mit Gate-Neuronen beschrieben wurde (siehe Abbildung A.1). Hierbei wird durch aktivieren eines Gate-Neurons inhibierende Wirkung auf spezielle Neuronen ausgeübt. Eine inhibierende Wirkung wird durch ein negatives Verbindungsgewicht zwischen Neuronen herbei geführt. Dies könnte z. B. beim Aufmerksamkeitsprozess als Blockieren der Aktivität einiger Funktionen verstanden werden. Werden durch aktivieren von  $a$  die Neuronen  $v$ ,  $w$ ,  $x$ ,  $y$  und  $z$  aktiviert, so wird durch gleichzeitiges Aktivieren von  $b$  das Aktivieren von  $w$ ,  $x$  und  $y$  verhindert.

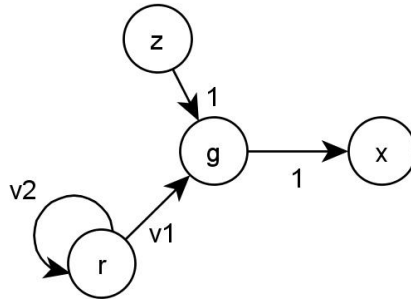


Abbildung A.2: Neuronales Netz zur Reaktivierung eines Gate-Neurons

### A.3 Reaktivierung von Neuronen

Das Beispiel der Reaktivierung von Neuronen ist als Modell im Softwarepaket dieser Arbeit enthalten und wird mit durch den Befehl `test2` gestartet.

Die Reaktivierung eines Neurons  $r$  kann auf mehrere Arten geschehen. Die einfachste Variante besteht darin die Aktivierung des Neurons per Rückkopplung auf sich zurück zu senden (vgl. Abbildung A.2). Hierzu muss das Gewicht der Verbindung die Aktivierung verstärken, da das Neuron nach Reaktivierung eine Ruhephase einlegt, bei dem die interne Reaktivierung des Neurons stets absinkt. Die Verstärkung muss somit mindestens das Absinken der Aktivierung in der Ruhephase kompensieren können. Das Gewicht der rückgekoppelten Verbindung lässt sich per  $w_{rr} = S_r + \Delta t * D$  berechnen, wobei  $w_{rr}$  das Gewicht der rückgekoppelten Verbindung von  $r$  zu  $r$ ,  $S_r$  das Schwellpotential von  $r$ ,  $\Delta t$  die Zeit zum reaktivieren und  $D$  den Abfall der Aktivierung zu jedem Zeitschritt entspricht.

Das sich reaktivierende Neuron muss feuern um sich zu reaktivieren. Entsprechend kann es nicht als Gate-Neuron benutzt werden, da dieses erst bei Eintreffen einer weiteren Nebenbedingung (das Aktivieren durch  $z$ ) feuern darf. Daher muss das Neuron  $r$  im gleichen Zeitpunkt, wo es sich selbst reaktiviert das Gate-Neuron  $g$  aktivieren. Die Aktivierung von  $g$  darf nur so hoch sein, dass  $g$  nicht feuert. Da  $r$  nach Aktivieren eine Ruhephase einlegt sinkt auch bei  $g$  im entsprechenden Zeitraum die Aktivierung. Um längerfristige Inaktivität von  $g$  zu verhindern muss  $r$   $g$  so stark aktivieren, dass  $g$  in der Ruhephase aktiviert bleibt. Hierzu wird das Schwellpotential von  $g$  auf  $S_g = \Delta t * D + 0.2$  gesetzt und das Verbindungsgewicht zwischen  $r$  und  $g$  auf  $w_{rg} = \Delta t * D$  festgelegt. Das Schwellpotential von  $g$  übersteigt somit nur ganz leicht das Verbindungsgewicht, wodurch  $g$  durch aktivieren von  $r$  nicht feuert, dennoch lange genug aktiv bleibt.

Zu erwähnen ist noch, dass alle Aktivierungen eine Stärke von 1 aufweisen und die Aktivierungsstärke durch das Verbindungsgewicht der jeweiligen

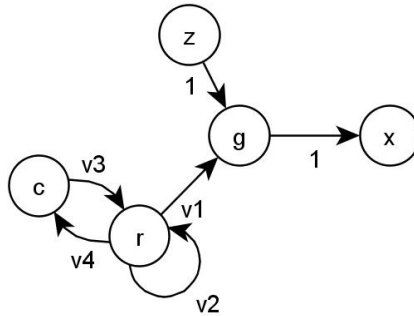


Abbildung A.3: Neuronales Netz mit zeitlich begrenzter Reaktivierung eines Gate-Neurons

Verbindung beeinflusst wurde. Ebenso betrug die Länge aller Verbindungen 1. Entsprechende konstante Annahmen sind in den oben erwähnten Formeln nicht einbezogen worden. Ein weiteres Kriterium, welches in dem funktionalen Ablauf ebenfalls nicht berücksichtigt wurde, jedoch wahrscheinlich eine Rolle spielt ist das Erregungspotential der Neuronen. Weist  $g$  zum Beispiel noch Aktivierung von der vorherigen Verarbeitung auf, so würde es in diesem Beispiel bei jeder Aktivierung durch  $r$ , sofern die vorherige Aktivierung mehr als 0.2 übersteigt, feuern. Entsprechende Berücksichtigungen würden die Komplexität des Modells drastisch erhöhen, so dass diese auch im weiteren Beispiel unberücksichtigt bleiben.

## A.4 Zeitlich begrenzte Reaktivierung

Das Beispiel der zeitlich begrenzten Reaktivierung ist als Modell im Softwarepaket dieser Arbeit enthalten und wird mit durch den Befehl `test3` gestartet.

Bei der zeitlich begrenzten Reaktivierung soll das Gate-Neuron  $g$  aus dem vorherigen Beispiel eine begrenzte Zeit reaktiviert werden. Hierzu wird beim Feuern von  $r$  das Neuron  $c$ , welches als Zähler verstanden wird (vgl. Abbildung A.3), aktiviert. Die Aktivierung des Neurons  $c$  soll bei jeder Aktivierung um einen bestimmten Betrag  $q$  steigen. Nach jedem Feuern von  $r$  verliert ein Neuron  $f = \Delta t * D$  Aktivierung, entsprechend muss das Schwellpotential von  $c$  mit  $S_c = \Delta t * D + l + a * q$  definiert werden. Hierbei entspricht  $\Delta t$  den Zeiteinheiten der Ruhephase,  $D$  dem Abfall der Aktivierung bei jedem Zeitschritt,  $l$  der Aktivierungshöhe die durch den Transport in der Verbindung verloren geht,  $a$  wie häufig  $c$  bis zum Abbruch aktiviert werden soll und  $q$  dem Betrag um den die Aktivierung in jedem Schritt steigen soll. Der Gewichtswert der Verbindung zwischen  $r$  und  $c$  wird berechnet durch  $w_{rc} = \Delta t * D + l + q$ .

Erreicht das Neuron  $c$  das Schwellpotential nach  $a$  Aktivierungen, so inhabiert es die Aktivierung von  $r$  mit folgender Aktivierung  $w_{cr} = D + l - (1 + \Delta t * D)$ . Der Wert  $1 + \Delta t * D$  entspricht der Aktivierung, womit sich  $r$  selbst reaktiviert. Davon muss  $D$  subtrahiert werden, da die Aktivierung von  $c$  die Aktivierung in  $r$  um  $D$  abgesunken ist. Zudem muss  $l$  subtrahiert werden, da in dieser Zeit  $r$  ebenfalls  $l$  Aktivierung verliert.

# Anhang B

## Softwarepaket

Zusammen mit dieser schriftlichen Ausarbeitung wird eine digitaler Datenträger mitgegeben. Der digitale Datenträger enthält den Sourcecode der künstlichen neuronalen Netze aus dem Anhang A sowie den Sourcecode des funktionalen Netzes mit der Funktionseinheit. Diese können im Verzeichnis `Soft` vorgefunden werden.

Im Verzeichnis `Onlinedoku` kann die Online-Dokumentation des Sourcecodes gefunden werden. Die Online-Dokumentation ist im HTML-Format verfasst worden.

# Literaturverzeichnis

- [ABB<sup>+</sup>04] ANDERSON, John R. ; BOTHELL, Daniel ; BYRNE, Michael D. ; DOUGLASS, Scott ; LEBIERE, Christian ; QIN, Yulin: An Integrated Theory of the Mind. In: *Psychological Review* Vol. 111, No. 4 (2004), S. 1036–1060
- [And01] ANDERSON, John R.: *Kognitive Psychologie*. 3. Auflage. Heidelberg, Berlin : Spektrum Akademischer Verlag, 2001
- [Bac03] BACH, Joscha: The MicroPsi Agent Architecture. In: *Proceedings of ICCM-5*. Bamberg : Universitäts-Verlag, 2003, S. 15–20
- [Bar90] BARGH, John A.: Auto-motives: Pre-conscious determinants of social interaction. In: HIGGINS, E. T. (Hrsg.) ; SORRENTINO, R. M. (Hrsg.): *Handbook of motivation and cognition*. Vol. 2. Guilford Press, 1990, S. 93–130
- [Bro58] BROADBENT, Donald E.: *Perception and communication*. Oxford, London, New York : Pergamon Press, 1958
- [BS93] BECKMANN, Jürgen ; STRANG, Hanno ; HAHN, Erwin (Hrsg.): *Aufmerksamkeit und Energetisierung. Facetten von Konzentration und Leistung*. Göttingen : Hogrefe, 1993
- [D<sup>+</sup>88] DÖRNER, Dietrich u. a.: Ein System zur Handlungsregulation oder - Die Interaktion von Emotion, Kognition und Motivation. In: DÖRNER, Dietrich (Hrsg.) ; ENGELKAMP, Johannes (Hrsg.) ; GRIMM, Hannelore (Hrsg.): *Sprache & Kognition*. 7. Jahrgang. Bern, Stuttgart, Toronto : Verlag Hans Huber, 1988 (Heft 1), S. 217–232
- [DD63] DEUTSCH, J. A. ; DEUTSCH, D.: Attention: Some theoretical considerations. In: *Psychological Review* 70 (1963), S. 80–90

- [DHH96] DÖRNER, Dietrich ; HAMM, Angela ; HILLE, Katrin: *EmoRegul - Beschreibung eines Programms zur Simulation der Interaktion von Motivation, Emotion und Kognition bei der Handlungsorganisation*. Bamberg : Bamberg: Lehrstuhl Psychologie II, Momorandum Nr. 2. <http://www2.informatik.hu-berlin.de/~grapenth/vortrag/emoreg/index.html>, zuletzt besucht am 20. August. 2007, 1996
- [Dör99] DÖRNER, Dietrich: *Bauplan für eine Seele*. 1. Auflage. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt Taschenbuch Verlag, 1999
- [Dör02] DÖRNER, Dietrich: *Die Mechanik des Seelenwagens - Eine neuronale Theorie der Handlungsregulation*. 1. Auflage. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle : Verlag Hans Huber, 2002
- [Dud02] DUDENREDAKTION (Hrsg.): *Duden - Das Bedeutungswörterbuch*. Bd. 10. 3. Aufl. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich : Bibliographisches Institut Mannheim, Dudenverlag, 2002
- [Dud04] DUDENREDAKTION (Hrsg.): *Duden - Das Synonymwörterbuch*. Bd. 8. 3. Aufl. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich : Bibliographisches Institut Mannheim, Dudenverlag, 2004
- [EZ06] ENGELKAMP, Johannes ; ZIMMER, Hubert D.: *Lehrbuch der Kognitiven Psychologie*. Hogrefe Verlag GmbH & Co.KG, 2006
- [Gol87] GOLLWITZER, Peter M. ; HECKHAUSEN, Heinz (Hrsg.): *Jenseits des Rubikon. Der Wille in den Humanwissenschaften*. Berlin, Heidelberg : Springer-Lehrbuch Verlag, 1987
- [Hac73] HACKER, Winfried: *Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie: psychische Struktur und Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Berlin : Deutscher Verlag der Wissenschaft, 1973
- [Heu01] HEUBROCK, Dietmar ; PETERMANN, Franz (Hrsg.) ; HOLLING, Heinz (Hrsg.): *Aufmerksamkeitsdiagnostik*. Bd. 2. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle : Hogrefe, 2001
- [HH+06] HECKHAUSEN, Jutta ; HECKHAUSEN, Heinz u. a.: *Motivation und Handeln*. 3. Aufl. Heidelberg : Springer-Lehrbuch Verlag, 2006
- [HP06] HARTJE, Wolfgang ; POECK, Klaus: *Klinische Neuropsychologie*. 6. Auflage. Stuttgart : Thieme, 2006

- [KKF00] KREIMAN, Gabriel ; KOCH, Christof ; FRIED, Itzhak: Imagery neurons in the human brain. In: *Nature* 408 (2000), S. 357–361
- [Lip05] LIPPE, Wolfram-Manfred: *Soft-Computing: mit Neuronalen Netzen, Fuzzy-Logic und Evolutionären Algorithmen*. 1. Auflage. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2005
- [Oes81] OESTERREICH, Rainer: *Handlungsregulation und Kontrolle*. München : Urban & Schwarzenberg : Forschung, 1981
- [OG02] OETTINGEN, Gabriele ; GOLLWITZER, Peter M.: Theorien der modernen Zielpsychoogie. In: FREY, Dieter (Hrsg.) ; IRLE, Martin (Hrsg.): *Theorien der Sozialpsychologie* Bd. III: Motivations-, Selbst- und Informationsverarbeitungstheorien. 2. Auflage. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle : Verlag Hans Huber, 2002, S. 51–73
- [Par00] PARKIN, Alan J.: *Erinnern und Vergessen - Wie das Gedächtnis funktioniert und was man bei Gedächtnisstörungen tun kann*. 1., Auflage. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle : Hans Huber, 2000
- [Rud03] RUDOLPH, Udo: *Motivationspsychologie*. Weinheim, Basel, Berlin : Beltz Verlag, 2003
- [SC03] SCHNEIDER, Walter ; CHEIN, Jason M.: Controlled & automatic processing: behavior, theory, and biological mechanisms. In: *Cognitive Science* 27 (2003), S. 525–559
- [Spi03] SPITZER, Manfred: *Lernen - Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Heidelberg, Berlin : Spektrum Akademischer Verlag GmbH, 2003
- [SZ00] STURM, Walter ; ZIMMERMANN, Peter: Aufmerksamkeitsstörungen. In: WALLECH, C.W. (Hrsg.): *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie*. Lisse, NL : Sweet & Zeitlinger Publishers, 2000
- [Tre64] TREISMAN, Anne: Selective Attention in man. In: *British Medical Bulletin* 20 (1964), S. 12–16
- [VW87] VALLACHER, Robin R. ; WEGNER, Daniel M.: What do People Think They're Doing? Action Identification and Human Behavior. In: HOFFMAN, Martin L. (Hrsg.): *Psychological Review* Bd. 94. Washington : American Psychological Association, Inc., 1987
- [Wes94] WESSELLS, Michael G.: *Kognitive Psychologie*. 3., Auflage. München, Basel : Ernst Reinhardt Verlag, 1994

- [Wet90] WETH, Rüdiger von der: Europäische Hochschulschriften: Reihe VI - Psychologie. In: *Zielbildung - bei der Organisation des Handelns* Bd. 303. Frankfurt am Main, Bern, New York, Paris : Peter Lang GmbH, 1990
- [Wik07] WIKIPEDIA: *Yerkes-Dodson-Gesetz*. <http://de.wikipedia.org/wiki/Yerkes-Dodson-Gesetz>, zuletzt besucht am 20. August.2007, 2007
- [WJ05] WRAY, Robert E. ; JONES, Randolph M.: An Introduction to Soar as an Agent Architecture. In: SUN, Ron (Hrsg.): *Cognition and Multi-agent Interaction: From Cognitive Modeling to Social Simulation*. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2005, S. 53–78
- [YD08] YERKES, Robert M. ; DODSON, John D.: The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. In: *Journal of Comparative Neurology and Psychology* 18 (1908), S. 459–482
- [Zei97] ZEITZ, Colleen M.: Some concrete advantages of abstraction: how experts' representations facilitate reasoning. In: FELTOVICH, Paul J. (Hrsg.) ; FORD, Kenneth M. (Hrsg.) ; HOFFMAN, Robert R. (Hrsg.): *Expertise in context: human and machine*. Cambridge, MA, USA : MIT Press, 1997, S. 43–65