

Wie Rotkäppchen vom Wald in den Computer kam

Es war einmal vor langer Zeit ein kleines Mädchen. Es lebte bei ihrer Mutter und wurde Rotkäppchen genannt, weil es ein gar hübsches rotes Kopftuch trug.

Rotkäppchen hatte eine liebe Großmutter, doch diese war schon sehr alt und lebte in einem kleinen Haus tief im finst'ren Wald. Die Großmutter konnte nicht mehr für sich selbst sorgen und da Rotkäppchen sie sehr gern hatte, sorgte es für sie so gut es nur konnte. Es brachte ihr Blumen, Kuchen und Wein, damit es ihr an nichts fehle. Mit einem Körbchen voller schöner Sachen machte Rotkäppchen sich auf den Weg durch den finst'ren Wald zu seiner Großmutter.

Aber der Wald war gefährlich. Man mußte den richtigen Weg kennen und auf der Hut vor dem bösen Wolf sein, um sicher hindurch zu kommen. Auch mußte Rotkäppchen genug zu essen dabei haben, um keinen Hunger zu bekommen.

Eines schönen Tages sah das ein weiser Mann und dachte bei sich: „Wie macht Rotkäppchen das bloß? - Was geht da in ihr vor?“. Er überlegte und forschte, und nach einiger Zeit kam dabei etwas heraus, das fast das gleiche tat

Dieser Wissenschaftler ist Dietrich Dörner, ein Psychologe an der Universität Bamberg. Er entwickelte mit anderen Mitarbeitern das Programm EmoRegul, von dem in diesem Text die Rede sein soll. EmoRegul ist eine Simulation der Theorie der Handlungsregulation, die entwickelt wurde, um die psychischen Prozesse des Menschen zu erklären. In dem System ist nur ein Teil der Theorie der Handlungsregulation, die PSI-Theorie, realisiert. Im Speziellen geht es um die Interaktion von Motivation, Emotion und Kognition bei der Handlungsregulation.

EmoRegul soll zu späterem Zeitpunkt einmal in dem System Regul, welches dann auch die kognitiven Prozesse repräsentiert, aufgenommen werden.

In diesem Artikel wird die Arbeitsweise des Systems beschrieben ohne genauer auf die mathematischen oder programmiertechnischen Hintergründe einzugehen.

1. Die Theorie

Zunächst zur Theorie der Handlungsregulation. Diese Theorie soll menschliches Verhalten, konkret: zielgerichtetes Mehrfachhandeln in komplexen, dynamischen Systemen, erklären. Mit Mehrfachhandeln ist ein Handeln gemeint, bei dem der

Handelnde zugleich mehrere Ziele hat und je nach Gelegenheit, Dringlichkeit, Fähigkeit mal das eine, mal das andere Ziel verfolgt. So eine Theorie muß erklären,

Ziele setzen

wie sich Menschen in Abhängigkeit von ihren Bedürfnissen und Fähigkeiten und in Abhängigkeit von ihren Umgebungs- und Situationsmerkmalen Ziele setzen.

Für ein Ziel entscheiden

wie sich Menschen in einer konkreten Situation für eines von zahlreichen Zielen entscheiden.

Verhalten anpassen

wie und warum Menschen zur Erreichung ihrer Ziele in bestimmter Weise vorgehen, mal planen, mal explorieren, das heißt erforschen und manchmal agieren. Also wie sie ihr Verhalten anpassen und lernen.

Diese Punkte sind in dem System EmoRegul realisiert. Am Beispiel von Rotkäppchen, das durch den Wald zu seiner Großmutter will, wird im folgenden die Theorie erklärt.

2. Die „Praxis“

Bedürfnisse und Motive sind die zentralen Punkte in EmoRegul. Sie sind für eine Modellierung der Umwelt und der Funktionsweise des Systems in der Umwelt notwendig.

2.1 Bedürfnisse

Zu Anfang stehen die Bedürfnisse als Initiatoren. Rotkäppchen hat z.B. das Bedürfnis ihrer Großmutter etwas Gutes zu tun. Es gibt noch viele andere Bedürfnisse wie z.B. Hunger, Durst, Schlaf ... Diese Bedürfnisse sind immer vorhanden, jedoch von Situation zu Situation unterschiedlich gewichtet.

Im Programm sind die Bedürfnisse Abweichungen der Variablen von ihren Sollwertbereichen. EmoRegul ist so konzipiert, daß es versucht alle Variablen in ihren Bereichen zu halten; sprich die Bedürfnisse gering zu halten. Weicht eine Variable nun zu weit von ihrem Sollwert ab, wird aus ihr ein Motiv.

Beim Bedürfnis „Hunger“, das zwischen 0 und 1 liegen kann heißt das: Wird der Wert für „Hunger“ größer als 1, entsteht ein Motiv „Essen beschaffen“.

2.2 Erzeugung eines Motivs

Das Bedürfnis der Großmutter etwas Gutes zu tun, erzeugt bei Rotkäppchen ein „Blumenpflück-Motiv“ (z.B. durch die Blumenwiese am Wegesrand). Es existiert nun neben dem Motiv „Zur Oma gehen“, das von der Mutter gegeben wurde.

Im Programm können aus den Sollwertabweichungen Motive werden. Dabei werden nicht aus allen Sollwertabweichungen Motive, sondern nur aus denen, die einen Schwellwert überschreiten. Dieser Schwellwert ist variabel. Er ist abhängig von der Wichtigkeit und der Anzahl der schon existierenden Motive.

2.3 Auswahl eines Motivs

In diesem Schritt muß entschieden werden, welches Motiv (zuerst) erledigt werden soll; Blumen pflücken, oder direkt zur Großmutter. Für diese Entscheidung werden verschiedene Kriterien verwendet:

Wichtigkeit des Motivs

Die Wichtigkeit der Motive kann unterschiedlich sein, z.B. ist das "Schlafen gehen" Motiv um so wichtiger, ja länger Rotkäppchen wach ist. Das „Vor dem Wolf weglaufen“ Motiv wird wichtiger, wenn der Wolf näher an Rotkäppchen herankommt. Je wichtiger ein Motiv ist, desto größer ist seine Chance erledigt zu werden; also zum handlungsleitenden Motiv zu werden.

Dringlichkeit des Motivs

Die Dringlichkeit eines Motivs ist an Zeiten gebunden. Hat Rotkäppchen durch Blumen pflücken Zeit vertrödelt, wird das "Zur Oma gehen" Motiv dringlicher, da es nicht zu spät zur Oma kommen soll. Beginnt des Abends die Dämmerung, wird das „Nach Hause gehen“ Motiv dringlicher. Ein Motiv wird eher zum Handlungsleitenden, wenn es dringender ist.

Fähigkeit zur Befriedigung des Bedürfnisses

Die Fähigkeit zur Befriedigung ist im Fall Rotkäppchen der Umstand, daß es entweder weiß, wie es zur Oma kommt, oder es weiß, wie es (vermutlich) herausbekommen kann wie man zur Großmutter kommt. Rotkäppchens Fähigkeit ein paar Blumen zu pflücken ist größer, als das kaputte Dach an Omas Haus zu reparieren. Wenn die Fähigkeit für ein Motiv groß ist, wird es wahrscheinlicher ausgewählt.

Im Programm sind die Wichtigkeit, Dringlichkeit und die Fähigkeit multiplikativ verknüpft und ergeben den Auswahldruck eines Motivs. Der Auswahldruck wird für das jeweils aktuelle Motiv berechnet, wobei die restlichen Motive durch einen Modulationsparameter einfließen. So wird entschieden, welches Motiv letztendlich handlungsleitend wird. Ein ausgewähltes Motiv kann abgelöst werden, sobald ein anderes Motiv einen höheren Auswahldruck erreicht.

3. Bedürfnisbefriedigung

Angenommen Rotkäppchen wird nun die Großmutter besuchen und kennt den Weg. Dieser Fall ist einfach, da es den Weg kennt, und direkt losgehen kann.

Wäre Rotkäppchen den Weg jedoch noch nie gegangen, muß es sich einen Plan machen, also einen Weg durch den Wald finden.

Es wäre auch möglich, daß Rotkäppchen noch nie im Wald gewesen ist, oder ihn überhaupt nicht kennt. Dann muß es versuchen Wissen über den Wald zu bekommen; es könnte z.B. die Mutter nach dem Weg fragen.

So ergeben sich drei Möglichkeiten zur Bearbeitung eines Motivs: Agieren, Planen und Explorieren.

Explorieren

In diesem Fall muß EmoRegul zunächst sein Wissen über die Umwelt vergrößern, also mehr Informationen sammeln um das gesetzte Ziel erreichen zu können.

Planen

Hat EmoRegul genügend Wissen über die Umwelt, jedoch noch keinen Ablauf der Problemlösung muß dieser generiert werden. Es müssen in diesem Fall die Informationen in geeigneter Weise verknüpft werden um das Ziel erreichen zu können.

Agieren

Ist genügend Wissen vorhanden und ein Handlungsablauf klar, kann EmoRegul direkt zur Problemlösung übergehen um das Ziel zu erreichen.

3.1 Explorieren

Explorieren heißt, mehr Wissen anzusammeln, also Erfahrungen zu sammeln. Um wieviel die Erfahrung anwächst, hängt zunächst von der schon vorhandenen Erfahrung von Rotkäppchen / EmoRegul ab: Der Zuwachs ist um so kleiner, je größer die schon

vorhandene Erfahrung ist; auf der anderen Seite erleichtert das schon vorhandene Wissen das Erlernen.

Im weiteren ist der Erfahrungszugewinn noch von anderen Parametern abhängig:

Feinheit der Betrachtungsweise

Die Feinheit der Betrachtungsweise ist eine Art Auflösungsgrad. Studiert Rotkäppchen die Waldkarte sehr genau und nicht nur oberflächlich, hat es hinterher mehr gelernt.

Aktiviertheit

Mit Aktiviertheit ist die Energie gemeint, die Rotkäppchen / EmoRegul in die jeweilige Aufgabe investiert. Wenn Rotkäppchen voller Elan über dem Waldplan sitzt, wird es mehr lernen.

Abtastrate

Damit ist die Genauigkeit gemeint, mit der Rotkäppchen / EmoRegul den Hintergrund des aktuell handlungsleitenden Motivs beachtet. Je mehr Rotkäppchen auf die Geschehnisse in ihrem Umfeld (es regnet, die Mutter bäckt Pfannkuchen, der böse Wolf steht vor ihr ...) achtet, desto weniger Aufmerksamkeit bleibt für die Explorationsaufgabe übrig; es lernt weniger.

Diese Parameter sind nicht unabhängig voneinander, sondern je höher die Aktiviertheit ist, desto geringer ist der Auflösungsgrad. Wenn also viele wichtige Aufgaben erledigt werden müssen, wird die Ausführung eher ungenau.

3.2 Planen

Es ist genügend Wissen vorhanden, bzw. exploriert worden. In diesem Fall muß ein Plan zur Erledigung der Aufgabe gemacht werden. Für Rotkäppchen heißt das: Es hat die Waldkarte gut studiert und arbeitet einen Plan aus. Erst geradeaus in den Wald hinein, an der zweiten Kreuzung rechts, an der alten Eiche vorbei ...

So konkret plant EmoRegul nicht. Genauer gesagt erhöhen sich beim Planen zwei Parameter, das Ausmaß und die Güte eines nicht weiter spezifizierten Planes. (Die genaue Spezifizierung soll später einmal im System Regul realisiert werden, wo dann auch konkrete Wege durch eine gegebene Umwelt generiert werden - EmoRegul soll ja auch 'nur' die Interaktion bei der Handlungsregulation darstellen).

Diese beiden Parameter sind wiederum nicht unabhängig. Das Ausmaß ist abhängig von:

Feinheit der Betrachtungsweise

Je feiner betrachtet wird, um so geringer ist die Geschwindigkeit beim planen. Es wird langsamer aber genauer geplant.

Abtastrate

Je mehr Aufmerksamkeit auf die Umwelt gerichtet wird, um so mehr geht bei der Planung verloren, d.h. desto langsamer wird geplant.

Erfahrung bzgl. der Bedürfnisbefriedigung

Das heißt, je größer die Erfahrung für das aktuelle Bedürfnis ist, um so schneller und besser kann ein Plan entwickelt werden.

Die subjektive Kompetenzeinschätzung

Damit ist das Wissen, wie man zu Wissen gelangt, gemeint. Je größer diese Kompetenz ist, um so schneller kann geplant werden.

Es ist aber nicht nur das Ausmaß wichtig, sondern auch, wie gut der Plan ist. Im Beispiel heißt das: Hat Rotkäppchen gut geplant, wird es todsicher zur Großmutter kommen, hat es schlecht geplant, wird es sich schon nach 5 Minuten verlaufen.

Die Güte ist vom Auflösungsgrad abhängig. Je feiner betrachtet wird, desto feiner und damit besser wird geplant.

3.3 Agieren

Ist genügend Wissen vorhanden und ein Plan vorhanden, der genügend Genauigkeit und Reichweite hat, geht es an die Ausführung der Aufgabe.

Rotkäppchen geht, da sie den Weg ja kennt, Schritt um Schritt seinen Weg ab, bis es irgendwann bei der Oma ankommt, oder aber sich verläuft, oder ...

Es wird also der Plan, der gegebenenfalls nach dem Explorieren erstellt wurde schrittweise abgearbeitet. Wie groß diese Schritte sind, hängt wiederum von drei Parametern ab:

Erfahrung bzgl. der Bedürfnisbefriedigung

Damit ist gemeint, daß im Beispiel Rotkäppchen den Weg zur Oma besser findet, wenn sie ihn schon oft gegangen ist. Beim ersten Mal wird sie sich schneller verlaufen. Je größer die Erfahrung, desto größer auch die Schrittweite.

Güte des Plans

Je besser der Plan ist, desto wahrscheinlicher läßt sich auch der richtige Weg finden.

Abtastrate

Wird viel Aufmerksamkeit auf die Umwelt gerichtet, bleibt weniger für das Ausführen des Plans übrig, also ist die Zielannäherung um so größer, je weniger Aufmerksamkeit durch Umweltkontrolle verloren geht.

Es kommt jedoch auch vor, dass Handlungen fehl schlagen. Rotkäppchen verirrt sich und kommt vom rechten Wege ab. Das kann auch EmoRegul passieren. Es wird entschieden, ob eine Handlung erfolgreich war oder nicht. Sie kann in die falsche Richtung führen und weiter vom Ziel weg, kann aber auch neue Möglichkeiten eröffnen (ein Irrtum kann auch schöpferisch sein). Es wird demnach das Ausmaß einer fehlgeschlagenen Aktion berechnet.

Es besteht in einem solchen Fall die Möglichkeit erneut zu planen („Wie komme ich von hier zur Oma?“) oder zu explorieren („Wo bin ich eigentlich?“). Immer wird in Abhängigkeit von Erfahrung und Plan ermittelt, ob exploriert, geplant oder agiert werden soll.

Außerdem ist es auch EmoRegul möglich Wissen zu vergessen, so daß Planen oder Explorieren nötig wird.

Letzendlich ist Rotkäppchen / EmoRegul auch in der Lage, die Entfernung zum gesteckten Ziel abzuschätzen. Dadurch kann es bei einer Wegentscheidung feststellen, ob sie eine Zielannäherung oder -abweichung bedeutet. EmoRegul vergleicht den zurückgelegten Weg immer mit der Gesamtstrecke und kann so ungefähr abschätzen, wie weit es noch bis zu Ziel ist, bzw. wie lange es noch dauert.

4. Erreichen des Ziels

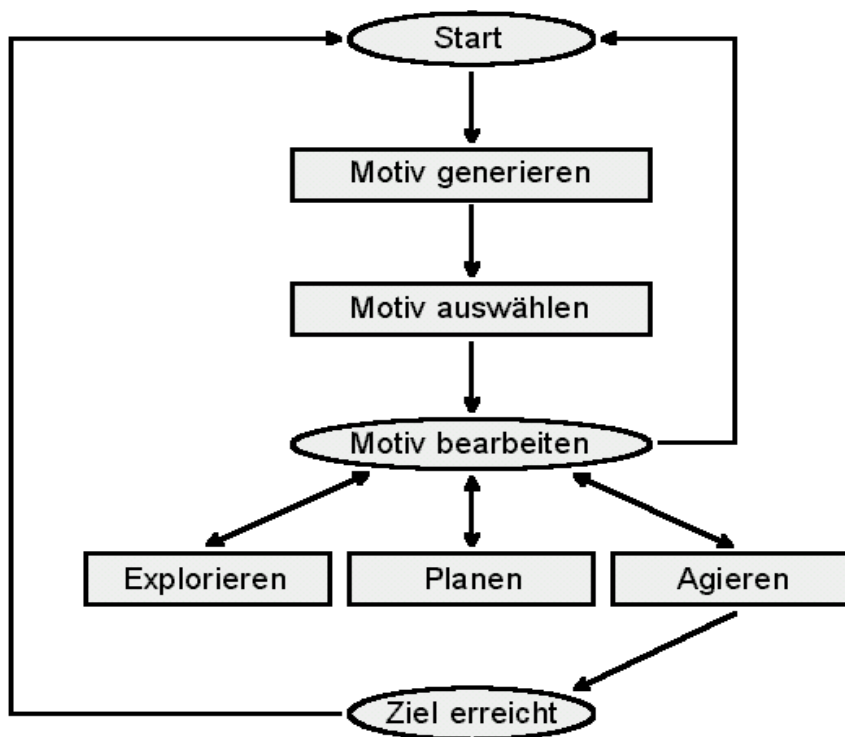
Ist der Plan nun komplett abgearbeitet, kommt Rotkäppchen bei der Oma an, wenn es auch im Grimm'schen Märchen jetzt erst richtig losgeht. EmoRegul hat in diesem Fall sein gestecktes Ziel erreicht. Das Bedürfnis ist befriedigt, das Motiv verschwindet. Die vorher abweichende Variable ist jetzt wieder in ihren Schranken. Damit kommt man wieder zur Motivauswahl und der Zyklus beginnt von vorne.

Es kann natürlich auch vorkommen, dass ein Motiv nicht direkt befriedigt werden kann, weil ein anderes Motiv irgendwann stärker und so zum Handlungsleitenden wurde. Passiert so etwas, wird die Bedürfnisbefriedigung unterbrochen und ein neues Ziel verfolgt.

Da in EmoRegul kein natürlicher Tod implementiert wurde, geht es weiter mit dem 'Gerangel' unter den Motiven um Handlungsleitung, bis der Computer ausgeschaltet wird.

5. Übersicht

Bis hier hin ist der grobe Ablauf des Programmes gezeigt und soll hier noch einmal veranschaulicht werden.



6. Gute und schlechte Laune

EmoRegul wird außer den oben genannten Variablen durch weitere Parameter beeinflusst. Das System hat einen integrierten Lust- / Unlustpegel, der die jeweilige Stimmung widerspiegelt und das Kompetenzzempfinden beeinflusst. EmoRegul kann auf diese Weise eine Art Freude / Unlust "empfinden". Diese (Un-)Freude wird durch folgende Situationen hervorgerufen:

Freude

Das EmoRegul Freude "empfindet" heißt, dass der Lust- / Unlustpegel ansteigt. EmoRegul "empfindet" Freude, wenn es ein Ziel erreicht, wenn also ein Bedürfnis befriedigt bzw. eine Sollwertabweichung sich verringert.

Im Weiteren ist ein Grund für Freude, wenn Erwartungen erfüllt werden, wenn also vorhergesehene Ereignisse auch eintreffen.

Drittens steigt der Lust- / Unlustpegel, wenn EmoRegul positive Ereignisse kommen sieht; eine Art von Hoffnung.

Diese Situationen steigern das subjektive Kompetenzzempfinden.

Unlust

Unlust zu "empfinden" heißt analog, daß sich der Pegel verringert. Unlust tritt demnach dann auf, wenn eine Sollwertabweichung sich vergrößert, also ein neues Bedürfnis generiert wird.

Unlust kann auch auftreten, wenn es Überraschungen gibt; durch fehlgeschlagene Handlungen oder unvorhergesehene Ereignisse.

Als letzter Grund für Unlust gibt es die Voraussetzung von negativen Ereignissen; eine Art von Befürchtung.

Durch diese drei Situationen wird das Pegel abgesenkt; das subjektive Kompetenzzempfinden sinkt

7. Die Umwelt

Die Umwelt, in der EmoRegul seine Handlungen ausführt ist modelliert durch Ereignisse, die das System beeinflussen. Von diesen Ereignissen gibt es acht verschiedene:

1. *Plus*: Befriedigung eines Bedürfnisses
2. *Minus*: Erzeugung eines Bedürfnisses
3. *Help*: Erleichterung einer Bedürfnisbefriedigung
4. *Hind*: Behinderung einer Bedürfnisbefriedigung
5. *IPlus*: Ankündigung eines *Plus* - Ereignisses
6. *IMinus*: Ankündigung eines *Minus* - Ereignisses
7. *IHelp*: Ankündigung eines *Help* - Ereignisses
8. *IHind*: Ankündigung eines *Hind* - Ereignisses

Diese Ereignisse sind entweder beim Start des Systems vorgegeben, oder werden während des Programmablaufes produziert. Ob ein Ereignis generiert wird oder nicht, wird durch einen Zufallsgenerator gesteuert. So entstehen immer wieder neue Umwelten in denen EmoRegul "handelt".

8. Zusammenfassung

EmoRegul ist ein Programm, das Teile der Theorie der Handlungsregulation repräsentiert. Die Theorie der Handlungsregulation soll menschliches Verhalten erklären. EmoRegul beschränkt sich auf zielgerichtetes Verhalten und repräsentiert genauer: Die Auswahl eines Motivs; die Bearbeitung des Motivs durch Wahrnehmung der Umwelt, durch Explorieren, Planen und Agieren.

Im einzelnen vollbringt das System folgende Leistungen:

Autonome Zielsetzung

EmoRegul entscheidet selbständig, welches der eingebauten Bedürfnisse im Augenblick in Abhängigkeit von internen Mangelzuständen und externen Gegebenheiten befriedigt werden soll.

Autonome Bearbeitungsweise

EmoRegul entscheidet selbständig, ob zur Bedürfnisbefriedigung erst noch Erfahrung gesammelt werden muß, ein Plan erstellt werden soll oder ob gehandelt werden kann.

Adaption an die jeweilige Situation

EmoRegul modelliert selbstständig in Abhängigkeit von internen und externen Gegebenheiten sein Handeln im Hinblick auf Schnelligkeit, Genauigkeit, Aufmerksamkeits- richtung und Beharrlichkeit.

Um dieses adaptive selbständige Verhalten zu gewährleisten, wurden folgende Basisfähigkeiten in das System integriert:

Wahrnehmung von Sollwertabweichungen

Also die Identifikation von Bedürfnissen. Zusätzlich ein Schwellwert, der bei Überschreitung eine Motivgenerierung auslöst.

Wahrnehmung der gegenwärtigen Zustände der Umwelt

Es stellt fest, welche Umwelteinflüsse relevant für das Bedürfnis sind und hat die Fähigkeit der Antizipation, also der Vorwegnahme, von zukünftigen bedürfnisrelevanten Umweltereignissen.

Lernfähigkeit

EmoRegul hat die Fähigkeit zur 'Speicherung' von Erfahrenem.

Es kann Verhaltensprogramme erwerben, durch die Fixierung durchgeführter, erfolgreicher Verhaltensweisen und durch Planen.

Lernen bedeutet jedoch nicht die tatsächliche Ausformung von Schemata, sondern Auf- und Abwärtswandern von Zahlen.

Außerdem wurden in das System mehrere Grundbedürfnisse integriert, wie z.B. Hunger, Durst, Schlaf ... Zum Anderen mit dem Bedürfnis nach der Reduktion der Unbestimmtheit der Umgebung (eine Art Neugier) und letztlich mit dem Bedürfnis der Kompetenzerweiterung.

9. Fazit

EmoRegul ist eine interessante Herangehensweise an ein sehr komplexes Problem. Es werden sehr globale Regeln aufgestellt, anstatt im Kleinen anzufangen. Dörner legt eher auf eine umfassende Modellierung Wert, als bei jedem Detail in die Tiefe zu gehen. So wird z.B. weder weiter ausgeführt, ob es bei jedem Menschen die vorausgesetzten Grundbedürfnisse gibt, noch ob sie immer gleich sind, bzw. eine eindeutige Schnittmenge bestimmbar ist.

Die Simulation funktioniert gut in einer Umgebung, die schon für verschiedene Gegebenheiten modelliert wurde. Allerdings bleibt die Frage offen, ob das System einen generelleren Wert hat, denn die Umgebungen stammen natürlich aus dem gleichen Hause. Wenn man solch eine Umgebung gut kennt ist es natürlich einfacher, ein System zu bauen, das in einer solchen Umgebung gute Ergebnisse liefert. Anders gesagt: Man gewinnt jeden Rätselwettbewerb, wenn man die Lösungen schon kennt.

Nichts desto Trotz stellt Dörner meines Erachtens interessante Überlegungen an, die es Wert sind betrachtet zu werden.

.... und wenn Rotkäppchen und der weise Mann noch nicht gestorben sind, dann gehen sie noch heute durch den finst'eren Wald ohne vom Wolf gefressen zu werden.

10. Literatur

Dietrich **Dörner**, Angela **Hamm**, Katrin **Hille**:

EmoRegul. Beschreibung eines Programmes zur Simulation der Interaktion von Motivation, Emotion und Kognition bei der Handlungsregulation, Bamberg 1996

Dietrich **Dörner**, u.a.:

PSI Homepage, <http://www.uni-bamberg.de/~ba2dp1/psi.htm>