Kurzanleitung für den Gebrauch und das Verständnis des Psi-Programms

Dietrich Dörner

Höchstwahrscheinlich haben Sie Psi in einer Zip-Datei erhalten oder heruntergeladen. Am besten ist es, wenn Sie dafür irgendwo auf Ihrem Computer ein Directory "Psi" anlegen und den Inhalt der Zip-Datei in dieses extrahieren. Im Directory "Psi" finden Sie dann eine Liste von Delphi Source Files, Delphi Forms, usw., die es Ihnen erlaubt, Psi gegebenenfalls selbst zu kompilieren und auch die Quelltexte im einzelnen zu studieren. In diesem Directory finden Sie auch den File "Psi.exe". Den können Sie direkt starten, um sich das Verhalten des Psi-Systems anzusehen.

Das Psi-System ist in Pascal (IDE Delphi) geschrieben und Sie brauchen, wenn Sie mit den Source-Files arbeiten wollen, einen Delphi-Compiler. Es wird außerdem in dem Directory "Psi" einen Reihe von Subdirectories angelegt, nämlich die Directories "Bitmaps", "Protokoll", "PsiDaten", "Reality" und "Waves". Diese Directories enthalten im Einzelnen:

Bitmaps: Alle Bitmaps aller Objekte und der Greifbewegungen von Psi.

PsiDaten: Allgemeine Daten, die das "Vorwissen" von Psi betreffen und – besonders – Subdirectories für die Persönlichkeit von Psi. Höchstwahrscheinlich gibt es in der von Ihnen heruntergeladenen Version von Psi ein Subdirectory "Teddy", welches einen File "Param.dat" enthält. Das ist die "laufende" Persönlichkeit von Psi; wir gehen auf diesen File unten noch weiter ein (noch nicht realisiert!). Im Wesentlichen enthält er Angaben, die die Motivation und die Stimmungslage von Psi betreffen.

Reality: In diesem Subdirectory finden Sie wiederum Subdirectories; höchstwahrscheinlich die Subdirectories Insel und InselIII. Dies sind zwei Beispielsrealitäten für Psi, die Sie beide erproben können. Es kann aber noch mehr, im Grunde beliebig viele Realitäten für Psi geben.

Waves: Hier finden Sie alle Wave-Dateien für die Sprachausgabe von Psi und für die verschiedenen Geräusche, die die Objekte in Psis Welt oder seine eigenen Aktionen erzeugen.

Protokoll: Hier finden Sie die Protokolle von Psi, die Psis Verhalten genau festhalten und die man studieren kann, wenn man an den Verhaltenseigentümlichkeiten von Psi genauer interessiert ist.

Die Steuerung des Programms

Wir nehmen an, daß Sie zunächst einmal daran interessiert sind, Psi kennenzulernen. Dafür können Sie einfach Psi.exe mit (gewöhnlich) Doppelklick starten. Ich möchte Ihnen nun berichten, was Sie dann sehen und hören und welche Bedeutung das hat.

Sie starten also Psi.exe mit Doppelklick. Dann erscheint ein Fenster "Reality". Dies bietet ihnen voraussichtlich die Auswahl zwischen zwei Realitäten, nämlich Insel und InselIII. Wählen Sie z. B. InselIII aus und klicken Sie die ok-Taste. Dann erscheint als nächstes ein Fenster mit dem Namen "Protokoll". Hier werden Sie nach einem Verzeichnisnamen gefragt und es wird Ihnen das Verzeichnis "Test" vorgeschlagen. Wählen Sie es oder geben Sie einen anderen Namen ein und bestätigen Sie Ihre Wahl durch das Klicken der Taste ok.

Dann erfüllt Psi gewissermaßen den gesamten Bildschirm. Sie sehen insgesamt acht Fenster; im Grunde sind es neun, aber das eine ist unter dem Fenster "EEG" verborgen. (Wenn das nicht ganz so ist, dann lassen Sie sich dadurch nicht irritieren; die Fensteraufteilung wechselt manchmal.) Sie können sich diese Fenster beliebig einrichten; zum großen Teil können Sie sie vergrößern oder verkleinern und sie können Sie verschieben. Am besten lassen Sie aber alles zunächst einmal wie es ist; vielleicht ist es aber günstig, wenn Sie auf das Fenster mit den Inselumrissen klicken, um

es in den Vordergrund zu bringen und auch um es richtig zu "proportionieren". Sie sehen dann ein kleines Vehikel mit einem Greifarm über einem blauen Punkt. Psi ist an einem bestimmten Ort in seiner Umgebung. Dieser Ort ist der "Haselwald"; die Ansicht von "Haselwald" sehen sie in zwei Fenstern, nämlich einmal in dem Fenster "Situation" und dann in dem Fenster "Action". Warum diese beiden Fenster gleich aussehen wird gleich erläutert werden. Das Fenster "Umgebung" zeigt zweidimensional die "Welt" an, in der sich Psi bewegt. Ersichtlichermaßen ist das eine Labyrinthwelt, die aus einem Netz verschiedener Stationen besteht, in dem Psi sich bewegen kann und muß, wenn es sein Leben sichern und seine sonstigen Aufgaben erfüllen soll.

Das Fenster "EEG" haben Sie wahrscheinlich weggeklickt. Es wird Sie wahrscheinlich später sehr interessieren. Wir gehen weiter unten noch genauer auf dieses Fenster ein. Ziemlich in der Mitte des Bildschirms sehen Sie oben das Gesicht von Psi. An diesem Gesicht können Sie die Emotionen, die Psi hat, jeweils ablesen. Auch auf dieses Gesicht gehen wir noch genauer ein. Oben links sehen Sie ein Fenster "Motive". Hier sehen Sie wie sich die Bedürfnislage von Psi hinsichtlich von Hunger und Durst und der anderen Motive im Laufe der Zeit verändert.

In dem Fenster "Memo" können Sie ein Protokoll von Psis Verhalten sehen; das wird Sie zunächst wahrscheinlich wenig interessieren; für den Systementwickler ist dieses Fenster aber von großem Interesse.

Unten links gibt es ein Fenster, welches Sie einmal anklicken sollten. Sie werden sehen, daß es sich um das Fenster "Val-Change" handelt. Hier kann man einige veränderbare und konstante Parameter von Psis "Persönlichkeit" sehen und auch (teilweise) "online" verändern. Dieses Fenster ist im wesentlichen für den Systementwickler interessant.

Sie müssen sich Psi als einen kleinen autonomen Roboter vorstellen, der auf der Insel, die Sie in der Mitte des Bildschirms sehen, lebt. Dieser Roboter hat verschiedene Motive. Z. B. hat er das Motiv, den Kraftquell für seine Aktivitä-

ten, nämlich eine Dampfmaschine funktionsfähig zu halten. Dafür braucht er Wasser und Brennstoff. Wasser kann er Wasserlachen entnehmen, die Sie in der Situation "Haselwald" leicht entdecken werden, nämlich rechts in der Situation. Außerdem braucht Psi Brennstoff. Diesen kann Psi gewinnen, wenn er z.B. Haselnüsse oder Sonnenblumenkerne "frisst" und diese in seinem Verdauungssystem "auspreßt", um auf diese Art und Weise Öl zu gewinnen, welches er seinem Brenner zuführen kann. Psi hat also Hunger und Durst, und da die Dampfmaschine ständig Brennstoff und Wasser verbraucht, müssen beide Ressourcen ständig nachgefüllt werden. Psi weiß und merkt das; je nachdem hat Psi ein Brennstoff- oder Wasserbedürfnis oder auch beides. Das Bedürfnis nach Brennstoff und nach Wasser sind zwei von drei "existentiellen" Bedürfnissen von Psi. Ein drittes existentielles Bedürfnis ist der Schmerz (= Bedürfnis nach Schadensvermeidung oder –minderung). Bestimmte Wege und bestimmte Orte fügen Psi Schaden zu. Psi sollte Schäden vermeiden, oder aber – wenn Schäden eingetreten sind – diese "reparieren". Dies kann geschehen dadurch, daß Psi bestimmte Heilpflanzen verzehrt, die in der Umgebung an bestimmten Orten vorkommen.

Sie sollen aber auch berücksichtigen, daß Psi nicht nur die Bedürfnisse "Hunger", "Durst" und "Schadensvermeidung" hat, sondern außerdem ein Bestimmtheits- und ein Kompetenzbedürfnis. Psi hat das Bedürfnis, seine Umgebung möglichst präzise voraussagen zu können, insbesondere auch die Folgen der eigenen Aktionen. Weiterhin hat Psi das Bedürfnis, sich als "kompetent" zu erweisen, und das heißt, daß Psi in möglichst hohem Maße in der Lage sein möchte, seine Umgebung zu manipulieren. Diese beiden Bedürfnisse, das nach Bestimmtheit (oder Voraussagbarkeit) und das Bedürfnis nach "Manipulierbarkeit" sind wichtig für das Verständnis des Verhaltens von Psi. Psi wird keineswegs nur durch die "niederen" Bedürfnisse "Hunger", "Durst" und "Schadensvermeidung" gesteuert; es weist darüber hinaus Wissbegier auf und möchte Unbestimmtheit vermindern und Methoden finden, um seine Kompetenz zu vergrößern.

Psi weiß zunächst von all dem nicht viel. Es weiß nicht, was es essen oder trinken kann; es weiß nicht, wie es seine Schäden heilen kann. All dies muß Psi lernen. Psi kann das lernen, indem es zunächst einmal nachhaltig exploriert. Das werden Sie beobachten können, wenn Sie Psi starten.

Aber wir sind noch nicht ganz so weit. Ehe Sie Psi starten, sollten Sie sich noch mit den verschiedenen Steuerungen der Ausgabe vertraut machen.

Die Modifikation von Psis Verhalten

Wenn Sie Psi gestartet haben (oder auch vorher), können Sie verschiedene Parameter verändern. Klicken Sie einmal auf das Hauptmenü und dort auf "Optionen". Sie sehen dann drei Angaben, nämlich einmal die Angabe "Geschwindigkeit", zum zweiten die Angabe "Sprache" und zum dritten die Angabe "EEG".

Mit **"Geschwindigkeit"** können Sie die Simulationsgeschwindigkeit einstellen. Am besten ist es, wenn Sie das zunächst einmal lassen, wie es ist; dieser Parameter ist auf "schnell" eingestellt.

Der nächste Parameter betrifft die **"Sprache"**. Hier können Sie festlegen, in welchem Ausmaß Psi Ihnen Mitteilungen über seinen inneren Zustand macht. Diese Mitteilungen über seinen inneren Zustand sind vorgeprägte Sätze. Insofern sollten Sie diese Sätze als Sprachäußerungen nicht ernst nehmen. Sie sollten sie aber als Ausdruck des inneren Zustandes von Psi ernst nehmen. Wenn also Psi sagt "Mist!", dann fühlt sich Psi im Moment schlecht. Wenn Psi sagt, "wollen wir mal sehen, was man da machen kann!", dann wird Psi nachsehen, was man in der gegenwärtigen Situation so tun kann, um ein Ziel zu erreichen. Es folgt also eine Suchoperation im Gedächtnis. Usw. Keine der Äußerungen, die Psi macht, ist sinnlos oder pure Illustration, alle drücken aus, was Psi im Moment tut oder wie es sich "fühlt".

Der dritte Parameter (unter "Optionen") ist **"EEG"**. Hiermit können Sie die EEG-Ausgabe ein- oder ausstellen. Was es damit auf sich hat, beschreiben wir weiter unten.

Im Hauptmenü gibt es ein weiteres Falldown-Menü, nämlich "Fenster". Hier können Sie einmal die Fensteraufteilung ändern, indem Sie z.B. "Umgebung" anklicken, oder auch nicht. Dies bewirkt einfach eine andere Fensteraufteilung zu Beginn. Die weiteren Angaben unter Fenster geben jeweils an, welche Beobachtungsfenster Sie geöffnet haben (Häkchen!) oder auch öffnen können. Lassen Sie die Aufteilung zunächst am besten einmal so wie sie ist. Auch das weitere Falldown-Menü, das fünfte des Hauptmenus, beachten sie zunächst einmal nicht. Am besten ist es, wenn Sie Psi nun starten. (Durch einen Klick auf die gleiche Schaltfläche können Sie Psi auch jederzeit anhalten.)

Das Verhalten von Psi.

Wenn Sie Psi gestartet haben, so werden Sie zunächst einmal sehen, daß sich das rechts neben dem Gesicht befindliche Fenster und natürlich auch das Memofenster verändert. Psi nähert sich an Objekte an, frißt Haselnüsse, trinkt aus Wasserlachen, usw. Und dabei verändert sich auch sein Gesicht. Sie sehen außerdem, daß in dem Fenster "Action" ein Greifarm operiert, der Psis jeweilige Reaktionen auf die Realität darstellt. Gehen Sie dabei bitte davon aus, daß das alles kein "Film" ist, bei dem Ihnen etwas vorgespielt wird. Psi interagiert wirklich mit seiner Umwelt (die auch im Rechner simuliert wird); seine Aktionen haben Effekte auf die "Welt", in der es lebt. Wir verändern diese Welt, genauso wie unsere Aktionen unsere Welt verändern, wenn wir das Blatt Papier, welches vor uns liegt, zerknüllen und in den Papierkorb schmeißen. Genauso verändert sich Psis Welt, wenn es die Haselnüsse von einem Busch pflückt und sich diese einverleibt. Dann sind die Haselnüsse am Buch nicht mehr vorhanden; auf der anderen Seite hat der "Verzehr" von Haselnüssen Psis Hunger gestillt.

Man sieht also oben rechts neben dem Gesicht, was Psi jeweils tut, an welche Objekte es sich annähert und welche Operationen es durchführt. Dieses Fenster sollte man durchaus "wörtlich" nehmen, wenn Psi eine Aktion durchführt, so ist diese Aktion die Ursache für eine bestimmte Veränderung des Objektes.

Im Fenster links neben dem Gesicht, sehen Sie die Situation, in der sich Psi jeweilig befindet. Hier können sie die Aufmerksamkeit und die Änderung der Aufmerksamkeit von Psi beobachten. Beachten Sie den hellblauen Punkt, er markiert jeweils das Objekt, welches im Zentrum von Psis Aufmerksam steht. Diese Ausrichtung der Aufmerksamkeit kann verschiedene Gründe haben; gewöhnlich sind solche Objekte im Zentrum der Aufmerksamkeit, die – nach Psis Erfahrung oder Vermutung – eine Bedürfnisbefriedigung ermöglichen oder dazu führen. – Sie sehen jetzt auch den Unterschied zwischen dem Fenster "Situation" und "Action". Das Fenster "Action" ist Psis privates Sichtfeld der Situation. Auch das sollten Sie wieder wörtlich nehmen; Psi "erlebt" die jeweilige Situation. Es sieht allerdings in der derzeitigen Ausbaustufe keine Farben, sonder nur die Schwarzweiß-Konturmuster. Diese erkennt Psi wieder; wenn es ein Muster nicht kennt, so wird ein neues Muster gelernt. Psi weist also "sensorisches Lernen" auf; es erlernt neue Schemata für die Wahrnehmung von Objekten. Außerdem lernt Psi Ziele. Ziele sind Objekte, nach denen eine Operation ("konsummatorische Endhandlung") folgte, die zu einer Bedürfnisbefriedigung führte. Haselnüsse oder Sonnenblumen sind Ziele für das Hungerbedürfnis von Psi; Psi lernt solche Ziele.

Sie können aber auch sehen, daß Psi nicht nur Ziele lernt, sondern auch zielführende Operationen. Wenn Psi z. B. einen Baum schüttelt, aus dem ein Nukleotid fällt, den Psi dann an sich nimmt, dann lernt Psi eine Kette von Operationen, die zielführend ist. "Wenn Baum, dann schütteln; wenn schütteln, dann Nukleotid! Wenn Nukleotid, dann nehmen; wenn Nehmen_Nukleotid, dann Bedürfnisbefriedigung!" Diese Kette erlernt Psi; gäbe es auf der Insel längere Ketten dieser Art, so würde Psi auch diese erlernen können. Solche

Ketten bilden die Basis die Organisation des Handelns. Sie werden einfach abrufen oder aber auch - teilweise oder ganz - als Bestandteile neuer Pläne, die Psi konstruieren kann, verwendet.

Das Erlernen von sensumotorischen Koordinationen ist *instrumentelles* Lernen; das Lernen von Operationen, die "Instrumente" zur Erreichung eines bestimmten Zieles sind. Psi verfügt also drei Formen des Lernens; über instrumentelles Lernen (operantes Konditionieren), über das sensorische Lernen, das Erlernen von Schemata zur Objektidentifizierung und über das Ziellernen, über das Lernen von Objekten, die die "Eingangspforten" zu einer konsummatorischen Endhandlung sind, zu einer Endhandlung also, die zur Befriedigung eines Bedürfnisses führt. Das Erlernen sensorischer Schemata, also das sensorische Lernen ermöglicht es Psi in beliebigen Realitäten, in Realitäten, die durch eine beliebige Ansammlung von Objekten gekennzeichnet sind, zu überleben. Psi kann also keineswegs nur auf der Insel leben, die Sie vor sich sehen, sondern es kann in beliebigen Realitäten, deren Objekte sich durch Schwarzweiß-Konturen kennzeichnen lassen, überleben. Denn es kann lernen, alle diese Objekte zu unterscheiden. Und es kann lernen, daß verschiedene Objekte für Zielerreichungen stehen, indem es erlernt, daß bestimmte Objekte damit verbunden sind, daß Bedürfnisse verschwinden.

Übrigens gibt es zum "Ziellernen" auch das negative Pendant. Wenn Psi feststellen muß, daß ein bestimmtes Objekt negative Folgen hat, daß es dazu führt, daß ein Bedürfnis entsteht, so erlernt Psi die Tendenz, dieses Ereignis in Zukunft zu vermeiden. Es erlernt auch gewissermaßen "negative" Ziele, Situationen, die es vermeiden sollte. Das Ziellernen besteht also aus zwei Bestandteilen, dem Erlernen von "Attraktoren", die man anstreben sollte, um ein bestimmtes Bedürfnis zu befriedigen und das Erlernen von "Aversoren" (kennen Sie ein besseres Wort?), Situationen, die man nicht anstreben sollte und nicht erreichen sollte, wenn nicht das Bedürfnisgleichgewicht gefährdet werden soll.

Das Erlernen von Zielen, das Erlernen von Aversionen, das Erlernen zielführender Verhaltensweisen (und von Verhaltensweisen, die zu "Aversionen" führen, also vermieden werden sollten) und schließlich das Erlernen von Schemata, die es gestatten, bestimmte Objekte zu identifizieren, gehört zum Verhaltensinventar von Psi.

Das Planen könnte man als vierte Lernmethode von Psi ansehen. In der Planungsfähigkeit liegt Psis Fähigkeit zu denken. Die Pläne aber, die Psi konstruiert, werden dem Verhaltensinventar von Psi hinzugefügt, dienen also zur Komplettierung des Weltbildes.

Die Gefühle von Psi können Sie aus seinen **Gesicht** ablesen. Sie können hier sehen, ob sich Psi wohl fühlt, Angst hat, erschrickt, usw.. In dem Gesicht sind die 14 wichtigsten Gesichtsmuskeln (von 84) realisiert, die auch bei Menschen vorhanden sind. Die Gesichtsmuskeln werden durch die jeweilige Stimmung und die Gefühle von Psi gesteuert. Es handelt sich also nicht um eine Illustration, sondern das Gesicht ist direkter Ausdruck von Psis Gefühlslage.

Wir wollen nun noch auf das **EEG** eingehen. Psi ist im Kern ein neuronales System; seine Informationsverarbeitung geschieht basal auf neuronaler Ebene. Psi verfügt über sensorische Schemata, um Objekte zu erkennen. Der Erkennungsprozeß geschieht dadurch, daß Psi eine bestimmte Szene mit sakkadischen Sprüngen abtastet, um auf diese Weise entweder bekannte Objekte zu entdecken oder auch neue Objekte kennen zu lernen. Sie können diese Abtastung beobachten, in dem sie in dem Menü "Optionen" "Wahrnehmung anzeigen" anklicken. Dann sehen Sie in dem Fenster "Situation" einen Schleier von roten Punkten auftauchen, die die einzelnen sakkadischen Sprünge angeben. (Die Ausgabe der sakkadischen Sprünge verlangsamt das Psi-Programm in hohem Maße; stellen Sie es am besten bald wieder aus!)

Weiterhin verfügt Psi über (gelernte) sensumotorische Koordinationen, die gleichfalls neuronal realisiert sind. Auch die Verarbeitungsprozesse und die motivationalen Prozesse sind neuronal realisiert. Auf die neuronale Realisation und ihre

Spezifitäten können wir hier auch nicht genauer eingehen, weil das den Rahmen dieser Kurzanleitung sprengen würde.

Sie können aber die neuronale Informationsverarbeitung von Psi unmittelbar beobachten, indem sie unter "Fenster" "EEG" anklicken, worauf sie einen sehr groben Sagittalschnitt des Gehirns erblicken. Wenn sie jetzt noch unter "Optionen" gleichfalls "EEG" anklicken, und das Psi-Programm wieder starten, dann sehen Sie, daß in den einzelnen Gehirnbereichen, die im Fenster EEG angezeigt werden, jeweils blinkende weiße beziehungsweise orangefarbene Pünktchen auftreten. Jedes dieser Pünktchen steht für ein einzelnes aktives Neuron. Wenn Sie Psi laufen lassen, dann sehen Sie, daß sich die Konfiguration der aktiven Neuronen ständig verändert. Die Aktivität im präfrontalen Cortex stellt die Steuerung der Erinnerung und Planungsprozessen dar, die Aktivitäten im motorischen Cortex zeigen die jeweils aktiven sensumotorischen Prozesse an; die Aktivitäten im Hypothalamus indizieren die motivationalen Prozessen. Im occipitalen Cortex sieht man die Wahrnehmungsprozesse. Das alles ist nicht "Illustration", sondern entspricht den tatsächlichen neuronalen Prozessen im Gehirn des Psi-Systems. (Einigten sich handelte es sich bei diesem System nicht um ein EEG, sondern um ein Computertomogramm, da ein EEG nur die Prozesse an der Oberfläche des Cortex anzeigt; hier aber werden auch die "tiefen" Neuronen angezeigt. das EEG" ist die zweidimensionale Darstellung eines dreidimensionalen Geschehens.)

Einige historische Anmerkungen

Das Psi - Programm, worauf sich diese Anleitung bezieht, lief in einer ersten Version im Jahre 1984 (VoRg – Programm, = Vornahmenregulation). Auch dieses Programm hatte Vorläufer, nämlich ein namenloses Programm, welches die Lösung von Deduktionsproblemen bei Menschen darstellen sollte (siehe Dörner, Reither & Schöpel, 1973; Dörner 1974). Dieses Programm war bereits "neuronal" konzipiert. – Das VoRg - Programm wurde dann durch *Dietrich Dörner*, *Angela Hamm*, *Katrin Hille* und *Harald Schaub* zum Pro-

gramm "Emo-Regul" (= emotionale Regulation des Problemlösens) weiterentwickelt. Die Fortentwicklung zum Psi - Programm geschah durch *Dietrich Dörner* und *Jürgen Gerdes*. Ein Grobversion des Programms (RMotiv = Regulation motivationalen Geschehens) entwickelten *Dietrich Dörner* und *Harald Schaub* im Jahre 1998.) Beigetragen zum Psi - Programm haben mit Programmier- und konzeptuellen Arbeiten für Teilsysteme *Christina Bartl* (Problemlösen), *Maja Dshemuchadse* (Gesicht, Gefühle), *Katrin Hille* (Arousal, Gefühle), *Harald Schaub* und *Georg Zeißner* (Wahrnehmung). *Johanna Künzel* entwickelte aus dem Psi-Programm das Programm PsiLingua; ein Programm, welches über Sprache verfügt. Mit diesem Programm kann man sich unterhalten, ihm Aufträge geben, die das Programm dann ausführt (oder auch nicht; das Programm macht in gewisser Weise, was es will).

Leider fehlte uns die Kapazität, PsiLingua fortzuentwickeln; im Hinblick auf die Realisierung komplexer kognitiver Prozesse wäre das sehr wichtig! Sehr wichtige Vorarbeiten für ein solches erweitertes Programm stammen von *Christina Bartl-Storck*.

Sehr viele wichtige Anmerkungen und Anregungen stammen von praktisch allen anderen Mitgliedern des damaligen Instituts für Theoretische Psychologie der Universität Bamberg.

Literatur (unvollständig, wird ergänzt)

Bartl, Christina & Dörner, Dietrich (1997): Comparing the Behaviour of Psi with Human Behaviour in the BioLab - Game.: Taatgen, N.A. & Aasman, J. (Eds.): Proceedings of the 3rd International Conference on Cognitive Modeling. Veenendaal, Netherlands, Universal Press

Dörner, D., Gerdes, J., Mayer, M. & Misra, S. (2006): A Simulation of Cognitive and Emotional Effects of Overcrowding. Fum, D., de Missier, F. & Stocco, A.: Proceedings of the Seventh International Conference on Cognitive Modeling (ICCM 2006). Trieste: Editione Goliardiche. S. 92 - 99:

Dörner, D., mit Bartl, Ch., Detje, F., Gerdes, J., Halcour, D., Schaub, H. & Starker, U. (2002): Die Mechanik des Seelenwagens. Bern: Huber.

Dörner, D., Reither, F. & Schöpel, R. (1973): . , (1973): Ein System zur Fortentwicklung der Problemlösefähigkeit. Zeitschrift für Psychologie, 180/181, 119-158

Dörner, D. (1999): Bauplan für eine Seele. Reinbek: Rowohlt.

Dörner, D. (1974): Die kognitive Organisation beim Problemlösen. Huber: Bern.