

Kognitionswissenschaftliches Symposium

Berlin-Brandenburg

30.6.2001

Raum 551, Chausseestraße 117, 3. Hof, Institut für Biologie, HUB

- 9:00-9:10 **Begrüßung**
- 9:10-9:35 **Gedächtnis für Zeit (5+15¹)**
Elke van der Meer & Frank Krüger, HUB, Lehrstuhl Kognitive Psychologie
- 9.35-10:00 **Blicksteuerung beim Lesen: Experimente und Mathematische Modellierung (5+15)**
Reinhold Kliegl & Ralf Engbert, UP, Institut für Psychologie, Projektgruppe "Mathematische Modelle der Blicksteuerung beim Lesen"
- 10:00-10:25 **Bedienermodellierung mit kognitiven Architekturen (5+15)**
Sandro Leuchter & Leon Urbas, TUB, Zentrum Mensch-Maschine-Systeme, MoDyS Research Group
- 10:25-10:50 **Textverstehen und nicht-sprachliche Kognition (5+15)**
Stephanie Kelter, Berry Claus, Guido Liebe & Alexander Specht, TUB, Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft,
- 10:50-11:00 Pause
- 11:00-11:25 **Konfligierende Regeln (5+15)**
Gisbert Fanselow, UP, Institut für Linguistik, Forschergruppe "Konfligierende Regeln und Strategien zur Resolution von Konflikten in der Kognitionswissenschaft"
- 11:25-11:50 **Der Concreteness-Effekt bei Lesestörungen beruht auf Eigenschaften des verletzten Netzwerkteils (5+15)**
Angela Heine & Rainer Bösel, FUB, Institut für Psychologie, AG Neuropsychologie

¹ In (5+15)-Vorträgen wird zunächst ein sehr kurzer Überblick über die Arbeitsgruppe gegeben, anschließend wird über ein aktuelles Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe berichtet.

11:50-12:15 **Die Entwicklung der Sprachverarbeitung bei normal sprechenden und spracherwerbsgestörten Kindern (5+15)**

Jürgen Weissenborn & Barbara Höhle, UP, Institut für Linguistik,
Forscherguppe "Deutsche Spracherwerbsstudie"

12:15-12:40 **Eine crosslinguistische Studie syntaktischer Störungen bei Aphasie: Von der Theorie zur Therapie (5+15)**

Ria De Bleser & Frank Burchert, UP, Institut für Linguistik

12.40-14:00 Mittagspause

14:00-14:25 **Unüberwachtes Lernen von Invarianzen (5+15)**

Laurenz Wiskott, HUB, Innovationskolleg Theoretische Biologie, VW-Nachwuchsgruppe

14:25-14:50 **Inferenz räumlicher Relationen unter Anwendung von Verfahren des Maschinellen Lernens (5+15)**

Carsten Gips & Fritz Wysotzki, TUB, FG "Methoden der Künstlichen Intelligenz"

14:50-15:00 Pause

15:00-15:20 **Erwerb kognitiver Fähigkeiten aus Problemlöseerfahrungen (15)**

Ute Schmid & Fritz Wysotzki, TUB, FG "Methoden der Künstlichen Intelligenz"

15:25-15:50 **Langsame, rhythmische EEG-Aktivität und Informationsreduktion (15)**

Sascha Tamm, Ai-Leen Saw & Rainer Bösel, FUB, Institut für Psychologie, AG Neuropsychologie

15:50-16:15 **Agentenorientierte Methoden**

Joscha Bach & Hans-Dieter Burkhard, HUB, Lehr- und Forschungsgebiet Künstliche Intelligenz

16:15-16:30 **Schlußwort**

Organisationsteam

Leon Urbas, Zentrum Mensch-Maschine-Systeme, TUB

Johannes Haack, Interdisziplinäres Zentrum für kognitive Studien, UP

Gedächtnis für Zeit

Elke van der Meer & Frank Krüger, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Psychologie, Lehrstuhl Kognitive Psychologie

Die Beachtung zeitlicher Regularitäten ist für die Verhaltensregulation und höhere kognitive Prozesse unverzichtbar. Der Mensch besitzt jedoch kein Rezeptorsystem, mit dem er Zeit direkt wahrnehmen könnte. Zeit ist vielmehr eine Abstraktion, die aus der Registrierung der Veränderung von Sachverhalten entsteht. Diese Syntheseleistung des ZNS basiert auf verschiedenen Informationsquellen (Kesner & DiMattia, 1985) und wird von spezifischen neuronalen Strukturen vermittelt. Dabei können die Zeitdauer, die zeitliche Reihenfolge und die Zeitperspektive von singulären Ereignissen oder Ereignisklassen bestimmt werden. Die Verarbeitung zeitbezogener Information ist bislang in der Psychologie wenig thematisiert (van der Meer, 1999). Und auch die dem Zeitgedächtnis zugrundeliegenden neuronalen Strukturen und ihre Interaktion sind erst ansatzweise bekannt (Grafman, 1995, 2000; Fuster, 1995; Kesner, 1998; von Cramon, 1997).

Im Mittelpunkt unserer Untersuchungen steht die Verarbeitung und Kodierung zeitlicher Folgeinformation im semantischen Gedächtnis. Mit Hilfe von Reaktionszeitexperimenten, der Registrierung der Pupillomotorik und dem Einsatz bildgebender Verfahren (fMRI) wird analysiert, wie alltägliche Routineereignisse mental repräsentiert sind und aktiviert werden. Dabei interessieren insbesondere die multiple Kodierung des „Zeitpfeils“ und seine Ausdehnung (Eddington, 1928), die Interaktion von Zeitdauer- und Zeitfolgeverarbeitung sowie die dafür relevanten Hirnstrukturen. Kritisch ist beispielsweise, ob sich exekutive Funktionen und Prozesse der Verarbeitung zeitgebundener Information dissoziieren lassen. Neben gesunden Probanden werden auch Patienten mit wohl bestimmten Läsionen im präfrontalen Cortex und Hippocampus in die Untersuchungen einbezogen.

Blicksteuerung beim Lesen: Experimente und Mathematische Modellierung

Reinhold Kliegl & Ralf Engbert, Universität Potsdam, Institut für Psychologie, Projektgruppe "Mathematische Modelle der Blicksteuerung beim Lesen"

Lesen erfordert die koordinierte Bewegung der Aufmerksamkeit und der Augen über den Text. Über das Zusammenspiel dieser Prozesse liegen zahlreiche empirische Regelmäßigkeiten vor, deren integrative Erklärung zunehmend mit computationalen Modellen erfolgt. Eine Klasse von Modellen nimmt an, daß die Aufmerksamkeit sequentiell verschoben wird und dem Blick je nach Schwierigkeit der lexikalischen

Verarbeitung unterschiedlich weit vorausseilt (Reichle et al., 1998; Engbert & Kliegl, in press). Die lexikalische Verarbeitung beschränkt sich dabei immer auf ein Wort; die Selektion des nächsten Sakkadenziels und das Timing der Sakkaden sind funktional streng gekoppelt. Wir präsentieren ein neues dynamisches Modell (Engbert et al., submitted), das in Übereinstimmung mit neuen Befunden (z.B. Kennedy, 2000; Inhoff et al., 2000) (1) von einer über ein Aufmerksamkeitsfenster verteilten lexikalischen Verarbeitung und (2) einer Trennung von Sakkadentiming und Sakkadenzielselektion ausgeht. Diese Prinzipien ermöglichen einen gemeinsamen Kontrollmechanismus für Fixationen, Refixationen und Regressionen. Modellsimulationen sind in guter Übereinstimmung mit wortfrequenzabhängigen Fixationswahrscheinlichkeiten und –dauern bzw. Wortlesezeiten.

Engbert, R., Longtin, A., & Kliegl, R. (submitted). A dynamical model of saccade generation in reading based on spatially distributed lexical processing.

Engbert, R., & Kliegl, R. (2001, in press). Mathematical models of eye movements in reading: A possible role for autonomous saccades. *Biological Cybernetics*.

Inhoff, A.W., Radach, R., Starr, M., & Greenberg, S. (2000). Attention and saccade programming. In A. Kennedy, R. Radach, D. Heller, & J. Pynte (eds.) *Reading as a perceptual process*. Amsterdam: Elsevier.

Kennedy, A. (2000). Attention allocation in reading: Sequential or parallel? In A. Kennedy, R. Radach, D. Heller, & J. Pynte (eds.) *Reading as a perceptual process*. Amsterdam: Elsevier.

Reichle, E.D., Pollatsek, A., Fisher, D.L., & Rayner, K. (1998). Toward a model of eye movement control in reading. *Psychological Review*, 105, 125-157.

Bedienermodellierung mit Kognitiven Architekturen

Sandro Leuchter & Leon Urbas, Technische Universität Berlin, Zentrum Mensch-Maschine-Systeme, MoDyS Research Group

Der Zweck der Bedienermodellierung in diesem Projekt ist anwendungsorientiert. Das Ziel ist es, Werkzeuge und Vorgehensweisen für eine kosteneffiziente Modellierung auf der Basis von Kognitiven Architekturen wie ACT-R, COGENT, EPIC oder SOAR zu definieren, um „Kognitive Bedienermodelle“ im Entwurfsprozess, in Unterstützungs- und Ausbildungssystemen für komplexe und dynamische Mensch-Maschine-Systeme zu entwickeln.

Kognitive Architekturen bilden für die anwendungsorientierte Modellierung kognitiver Leistungen von Bedienern eine vielversprechende Grundlage: Die Konzeption dieser Theorien verspricht im Gegensatz zur Verwendung von „Mikrotheorien“ eine gute Wiederverwendbarkeit valider kognitiver Primitiven bei hoher Prädiktionskraft. Erfahrungen aus der Modellierung von Bedienerprozessen in Kognitiven Architekturen legen jedoch anhand der Beispiele „Autofahrer“ (in SOAR, Aasman 1995), und „Fluglotse“ (in ACT-R, Jürgensohn et al. 2000) nahe, dass insbesondere die Verwaltung von Zielen und die Anbindung an Aufgabenumgebungen in existierenden Kognitiven Architekturen modifiziert werden müssen. Für die

ingenieurmäßige Anwendung besteht weiterhin aus *software engineering*-Sicht Forschungsbedarf in der Extraktion und Definition von Entwurfsmustern und einer Verbesserung der Modellierungs- und Implementierungswerkzeuge, um einen durchgehenden Prozess von Modellierung bis zum Einsatz zu ermöglichen.

Aasmann, J. (1995) *Modelling Driver Behaviour In Soar*. Leidschendam: KPN Research.

Jürgensohn, T., Niessen, C. & Leuchter, S. (2000) Bedienermodellierung: Beispiele. In: K-P. Timpe, T. Jürgensohn & H. Kolrep (Hrsg.), *Mensch-Maschine Systemtechnik. Konzepte, Modellierung, Gestaltung, Evaluation*. Düsseldorf: Symposion, pp. 149–177.

Textverstehen und nicht-sprachliche Kognition

Stephanie Kelter, Berry Claus, Guido Liebe & Alexander Specht, Technische Universität Berlin, Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft

Das Projekt gilt der Frage, wie Menschen das in einem Text geschilderte Geschehen mental repräsentieren. Wir gehen von der These aus, daß bei der Rezeption eines Textes die geschilderten Ereignisse intern durch eine Art "mentaler Simulation" dargestellt werden. In den letzten Jahren lag der Schwerpunkt unserer Untersuchungen auf der Repräsentation räumlicher Aspekte des Geschehens. Gegenwärtig beschäftigen wir uns vor allem mit der Repräsentation zeitlicher Aspekte. In unseren aktuellen Untersuchungen wird mittels Lesezeitmessungen bei der Textrezeption experimentell geprüft, wie die Zeitdauer und chronologische Abfolge von geschilderten Ereignissen repräsentiert werden.

Konfligierende Regeln

Gisbert Fanselow, Universität Potsdam, Institut für Linguistik, Forschergruppe "Konfligierende Regeln und Strategien zur Resolution von Konflikten in der Kognitionswissenschaft"

In einer Vielzahl von kognitiven Domänen scheint es fruchtbar, sehr generelle Regeln/ Cues/ Organisationsprinzipien, etc. anzunehmen, die potentiell miteinander in Konflikt geraten können, und dann die Mechanismen und Prinzipien der Lösung dieser Konflikte zu studieren. Beispiele sind etwa Grammatik und ihre Verarbeitung, Kategorisierung, Entscheidungsfindung, visuelle Perzeption, etc. Der Vortrag wird darstellen, warum und wo eine konfliktbezogene Herangehensweise besonders einsichtsträchtig ist, welche Bereiche in der Potsdamer DFG-Forschergruppe "Konfligierende Regeln" spezifisch erforscht werden, und wie mögliche Anknüpfungspunkte an andere Disziplinen der Kognitionswissenschaft aussehen können.

Der Concreteness-Effekt bei Lesestörungen beruht auf Eigenschaften des verletzten Netzwerkteils

Angela Heine & Rainer Bösel, Freie Universität Berlin, Institut für Psychologie

Erworbene Tiefendyslexie ist eine Lesestörung, die durch gemeinsames Auftreten von semantischen, visuellen, sowie kombinierten semantisch-visuellen Fehlern gekennzeichnet ist. Die Mehrheit der untersuchten Patienten weisen weitere Symptome auf, zu denen auch der sogenannte Concreteness-Effekt zählt, d.h. ein deutlicher Vorteil beim Lesen konkreter im Vergleich zu abstrakten Wörtern. Klassische Erklärungsversuche gehen davon aus, daß die vielfältigen Symptome von Tiefendyslexie durch eine gleichzeitige Schädigungen mehrerer Hirnstrukturen entstehen.

In mehreren Studien (Hinton & Shallice, 1991; Plaut & Shallice, 1993) wurde ein einfaches konnektionistisches Modell vorgestellt, in dem gelernt werden konnte, orthografische mit semantischen Mustern zu verbinden. Wenn im gelernten Zustand die Verbindungen von nur zwei Schichten dieses Netzwerks verletzt wurden, so entstanden ähnliche Fehler wie bei der Tiefendyslexie. In diesen Studien erfolgte auch eine Simulation des Concreteness-Effektes. Allerdings ist nicht auszuschließen, daß diese Resultate lediglich eine Eigenheit der verwendeten Wortliste und nicht des Attraktornetzes widerspiegeln.

Mit Hilfe eigener Modellrechnungen konnten die Ergebnisse von Plaut & Shallice (1993) mit dem dort verwendeten Korpus repliziert werden. In einem zweiten Schritt wurde ein revidierter und wesentlich erweiterter Korpus verwendet. Die erzielten Ergebnisse nach Läsion unseres Attraktornetzes deuten darauf hin, daß die verbliebene Leseleistung in Abhängigkeit von den semantischen Eigenschaften der dargebotenen Worte (insbesondere der Concreteness-Effekt) tatsächlich eine Eigenschaft des Netzwerks und nicht des gelernten Korpus ist.

Hinton GE, Shallice T (1991) Lesioning an attractor network: investigations of acquired dyslexia. *Psychological Review* 98, 74-95.

Plaut DC, Shallice T (1993) Deep dyslexia: a case study of connectionist neuropsychology. *Cognitive Neuropsychology* 10, 377-500.

Die Entwicklung der Sprachverarbeitung bei normal sprechenden und spracherwerbsgestörten Kindern

Jürgen Weissenborn & Barbara Höhle, Universität Potsdam, Institut für Linguistik, Forschergruppe "Deutsche Spracherwerbsstudie"

Gegenstand des Projektes ist die Entwicklung der Sprachverarbeitung in den ersten drei Lebensjahren bei sprachlich unauffälligen Kindern und bei Kindern mit Sprach-

entwicklungsstörungen. Im Zentrum der Untersuchungen stehen drei Fragen: (1) Wie entwickeln sich Fähigkeiten im Bereich der *Identifizierung* zielsprachlicher Einheiten unterschiedlicher Repräsentationsebenen (u.a. Silben, Morpheme und Wörter) anhand prosodischer und segmentaler Eigenschaften des Sprachsignals? (2) Wie entwickeln sich Fähigkeiten im Bereich der *Erkennung* von Regelmäßigkeiten, die der Kombination dieser Einheiten zugrundeliegen, wie Wortstellungs- und Kongruenzregeln. (3) Wie verläuft die *Entwicklung* lexikalisch-phonologischer Repräsentationen? Weitere Aspekte betreffen Entwicklungsprozesse im Bereich der akustisch-temporalen Informationsverarbeitung und der phonologischen Kurzzeitgedächtnisse. Anhand der so gewonnen Entwicklungsprofile für die Sprachverarbeitung kann dann erstmalig festgestellt werden, wann und in welchen Aspekten der untersuchten sprachlichen Analysefähigkeiten sich die Entwicklung spracherwerbsgestörter Kinder von der unauffälliger Kinder unterscheidet. Im Kontext der Ergebnisse der übrigen Teilprojekte erwarten wir von diesem Vergleich Aufschlüsse über die Rolle von Defiziten der Sprachverarbeitungsfähigkeiten bei der Entstehung von Störungen der Sprachentwicklung.

Eine crosslinguistische Studie syntaktischer Störungen bei Aphasie: Von der Theorie zur Therapie

Ria De Bleser & Frank Burchert, Universität Potsdam, Institut für Linguistik

Der Agrammatismus ist eine spezifische Form der Sprachstörung, die häufig mit Läsionen infolge von Hirnerkrankungen im sog. Broca-Areal der sprachdominanten linken Hemisphäre des Gehirns assoziiert wird. Der klassischen Unterteilung von Aphasien in die Standardsyndrome Broca- und Wernicke Aphasie folgend, wurde der Agrammatismus ursprünglich als eine vorherrschende Störung der Sprachproduktion definiert, die sich in unterschiedlichen Schweregraden im Vergleich zur ungestörten Sprache durch besondere qualitative Merkmale auszeichnet. Weitere Forschungen haben zudem gezeigt, daß die Störung der Sprachproduktion auch von einer Störung des Sprachverständnisses begleitet werden kann. Es liegen in der Literatur zwar eine Reihe von Berichten und Studien zur Sprachproduktion und –verständnis bei Agrammatismus vor, jedoch gibt es kaum Ergebnisse zu diesem Thema im deutschsprachigen Raum, da sich ein Großteil der Forschungen auf das Englische konzentriert hat. Die in dem interdisziplinären Projekt "Eine crosslinguistische Studie syntaktischer Störungen bei Aphasie: Von der Theorie zur Therapie" geplanten Untersuchungen zu diesem Thema sollen dazu dienen, diese Lücke nicht nur für den deutschsprachigen Raum zu schließen,

sondern Daten aus verschiedenen Sprachen zu sammeln, die sich im Gegensatz zum Englischen durch eine reichere Morphologie auszeichnen. Aus diesem Grunde arbeitet eine Gruppe von Neuropsychologen, Neurologen, Linguisten und Sprachtherapeuten der Universität Potsdam, der Universität Tel Aviv und der Charité Berlin eng zusammen, um mit geeignetem Testmaterial eine Reihe von syntaktischen Aspekten aphasischer Sprachstörungen genauer zu untersuchen und die Ergebnisse für gezielte und damit wirksamere Therapiemethoden zu nutzen. Eine Zusammenarbeit mit der Universität Stettin wird ebenfalls angestrebt. Bei der Untersuchung der syntaktischen Aspekte von Störungen in der Sprachproduktion und im Verständnis wird der Schwerpunkt auf verschiedene Bewegungstypen in der Syntax gelegt, wie sie durch Bewegung von Verben und Bewegung von Nominalphrasen entstehen. In der Literatur wurden häufig Patienten beschrieben, die selektiv bei der Verarbeitung und Produktion von Sätzen gestört waren, die durch Bewegungsoperationen abgeleitet wurden. Darüber hinaus wird die neurologische Basis syntaktischer Verarbeitung bei Produktion und Verständnis durch moderne bildgebende Verfahren (fMRI) untersucht.

Unüberwachtes Lernen von Invarianzen

Laurenz Wiskott, Humboldt-Universität zu Berlin, Innovationskolleg Theoretische Biologie, VW-Nachwuchsgruppe

Wir können visuelle Objekte als gleich erkennen, obwohl sie sich in Aspekten wie Größe, Position, Beleuchtung, etc. unterscheiden. Diese Fähigkeit wird als invariante Objekterkennung bezeichnet. Es ist unklar, wie unser visuelles System diese Invarianzleistung erbringt und wie sie sich entwickelt hat. Ich untersuche in meiner Arbeit die Hypothese, dass Invarianzen aufgrund von Seherfahrung gelernt werden können. Eine Schlüsselrolle spielen dabei die verschiedenen Zeitskalen, auf denen sich die Umwelt und interne Repräsentationen der Umwelt verändern. Die Umwelt verändert sich langsam, die primären sensorischen Eingänge ändern sich schnell, die Repräsentation der Umwelt in höheren Hirnarealen ändert sich wie die Umwelt langsam. Invariante Repräsentationen können gelernt werden, indem man aus den schnell veränderlichen primären sensorischen Eingängen langsam veränderliche Merkmale extrahiert. Die gleiche Idee kann auch auf die Analyse von technischen Signalen übertragen werden.

Inferenz räumlicher Relationen unter Anwendung von Verfahren des Maschinellen Lernens

Carsten Gips & Fritz Wysotzki, Technische Universität Berlin, Fakultät 4, FG "Methoden der Künstlichen Intelligenz"

Beim Lesen von Texten wird ein mentales Modell (im Sinne von Johnson-Laird) der beschriebenen Szene aufgebaut.

Zur Darstellung der mentalen Modelle benutzen wir gerichtete Graphen, in denen die im Text gegebenen Objekte durch die Knoten des Graphen und die dargebotenen Relationen durch gerichtete Kanten repräsentiert werden. Durch die Zuordnung von Koordinatensystemen zu den Objekten kann man die Orientierung und Position der Objekte in verschiedenen Bezugssystemen angeben. Die räumlichen Relationen sind hierbei Constraints auf den (Variablen der) Transformationsmatrizen. Dabei kann man mit Hilfe der Objektkoordinatensysteme bestimmte Richtungen auszeichnen, zum Beispiel 'vorn' oder 'rechts'. Die Relationen sind bisher immer intrinsisch (relativ zum Koordinatensystem des Bezugsobjektes) definiert.

Durch die bei der Überprüfung der Constraints notwendigen Transformationen (Bezugssystemwechsel) entstehen komplizierte nichtlineare Ungleichungssysteme, die mit herkömmlichen Methoden nicht oder nur schwer lösbar sind. Ein Ansatz zur Lösung dieses Problems ist der Einsatz von Verfahren des maschinellen Lernens, hier des Entscheidungsbaumverfahrens CAL5 (Stichwort 'aktives Lernen'). Die Erfüllbarkeit von Constraintnetzen und die Inferenz räumlicher Relationen kann nun mit Hilfe der aus dem Entscheidungsbaum ablesbaren Erfüllungsgebiete erfolgen. Unter kognitionswissenschaftlichen Gesichtspunkten ergeben sich aus diesen Untersuchungen Möglichkeiten zur Formalisierung mentaler Modelle, des räumlichen Schließens und der Semantik räumlicher Relationen.

Erwerb kognitiver Fähigkeiten aus Problemlöseerfahrungen

Ute Schmid & Fritz Wysotzki, Technische Universität Berlin, Fakultät 4, FG "Methoden der Künstlichen Intelligenz"

Wir stellen einen Ansatz zum Erwerb kognitiver Fertigkeiten aus Problemlöseerfahrung vor. Dabei modellieren wir Aspekte menschlichen Strategielernens, die selten - weder im Bereich Maschinelles Lernen noch in der kognitiven Modellierung - behandelt werden: In einem ersten Schritt wird ein KI Planungsansatz benutzt, um erste Erfahrungen mit einem Problembereich zu sammeln (etwa Lösen des 3-

Scheiben Turm-von-Hanoi Problems). Im zweiten Schritt werden die beispielhaften Problemlösungen, unter Nutzung eines Ansatzes der induktiven Programmsynthese, generalisiert. Ergebnis der Generalisierung ist ein rekursives Programmschema, das beispielsweise die Strategie zur Lösung beliebiger Turm-von-Hanoi Probleme (n-Scheiben Probleme) repräsentiert. Die Repräsentation von Strategien als Schemata ermöglicht, analoges Problemlösen und Lernen zu modellieren. Wir arbeiten hier mit einem Ansatz zur Anti-Unifikation von Termen. Wird ein bereits erworbenes Schema erfolgreich auf einen neuen Problembereich übertragen, so kann ein abstrakteres Schema, das über die strukturellen Gemeinsamkeiten von Basis- und Zielproblem generalisiert, konstruiert werden. Auf diese Weise baut sich mit zunehmender Problemlöseerfahrung ein hierarchisch organisiertes Schema-Gedächtnis auf.

Unser Anliegen ist es, zu zeigen, dass formal gut fundierte Methoden der Informatik geeignet sind, um grundlegende Aspekte menschlicher Kognition zu beschreiben. Insbesondere sprechen wir an, wie allgemeine Regeln aus beispielhaften Erfahrungen extrahiert werden können.

Langsame, rhythmische EEG-Aktivität und Informationsreduktion

Sascha Tamm, Ai-Leen Saw & Rainer Bösel, Freie Universität Berlin, Institut für Psychologie
 Informationsreduktion wird diskutiert im Zusammenhang mit Konzeptbildung, Abstraktion und Fertigkeitserwerb. Unter allen diesen Bedingungen ist eine Merkmalsextraktion aus mehreren Perzepten erforderlich. Dieser Prozeß setzt offenbar eine Aggregation der Reizinformationen vor der Reduktion auf gemeinsame Merkmale voraus.

Beim Konzeptlernen entstehen Konzeptthesen aus einer Aggregation von Daten und Feedback. Es wurde beobachtet, daß dieser Vorgang von langsamen EEG-Alpha-Wellen begleitet ist (Bösel u.a., 1990). Dies wurde so interpretiert, daß Konzeptbildung höchstwahrscheinlich mit einer Schließung thalamischer Input-Tore und einer Reduktion lokaler cerebraler Aktivität in Verbindung gebracht werden kann. Wenn für Abstraktionen und für Teilprozesse beim Fertigkeitserwerb ein ähnlicher Vorgang postuliert wird, so sollte in geeigneten Anordnungen ebenfalls langsames EEG-Alpha zu beobachten sein.

Als Reizmaterial werden visuelle Muster verwendet, die aus Ziffern unterschiedlicher numerischer Größe, Anordnung kombiniert mit anderen variierenden visuellen Merkmalen bestehen. Damit lassen sich Wahlaufgaben konstruieren, die die Beachtung weniger vs. vieler Merkmalsklassen voraussetzen und sich auf Merkmale

geringerer und höherer Ordnung beziehen. Abstraktes Denken soll im Verlauf wiederholter Wahlentscheidungen beobachtet werden.

Das bisher verwendete Verfahren der gefensterter Fouriertransformation zur EEG-Analyse liefert aggregierte Information über die zugrunde liegenden kognitiven Prozesse. Mit Hilfe von Verfahren der modellbasierten Spektralanalyse soll nun auch die zeitliche Dynamik der Prozesse untersucht werden.

Bösel R, Mecklinger A, Stolpe R (1990) Changes in spontaneous EEG activity indicate a special kind of information processing in concept learning. *Biological Psychology* 31, 257-269.

Agentenorientierte Methoden und Projekte der Künstlichen Intelligenz

Joscha Bach & Hans-Dieter Burkhard, HUB, Lehr- und Forschungsgebiet Künstliche Intelligenz

Seit dem Wechsel zu objektorientierten Paradigmen gewinnt in der KI-Forschung, aber auch in vielen anderen Bereichen der Softwaretechnologie die Agentenperspektive an Bedeutung. Künstliche Agenten sind Softwarekomponenten, die autonom, proaktiv, adaptiv und persistent mit ihrer Umwelt interagieren.

Programme sind in diesem Sinne nicht länger monolithische Blöcke, die der Reihe nach Anweisungen abarbeiten, um zu einem Ergebnis zu kommen, sondern bestehen aus individuell verschiedenen Einheiten mit unterschiedlichen, möglicherweise sogar widersprüchlichen Zielen und verschiedenen inneren Strukturen, deren Zusammenwirken erst das gewünschte Gesamtverhalten des Systems produziert. Durch das Auftreten von Kooperation, Interferenz, Delegation und Planung produziert verteiltes Handeln Emergenzeffekte.

Ein prominentes Beispiel für den Einsatz und die Untersuchung von Agentenarchitekturen stellt der RoboCup dar: eine Simulationsumgebung, in zwei Gruppen von Agenten Fußball spielen. Die dabei auftretenden Probleme schließen die Verwaltung eines unscharfen, dynamischen Modells der Umgebung, Probe-Handeln, das Treffen verteilter Entscheidungen unter Echtzeitbedingungen und die Modellierung mentaler Zustände anderer Agenten ein. Für letzteres kommen Belief-Desire-Intention-Modelle zur Anwendung. Zur Untersuchung kognitionswissenschaftlicher Aspekte entwickeln wir derzeit eine weitere Agentenarchitektur, die Orientierung, Lernen und emotionale Handlungssteuerung in einer dreidimensionalen virtuellen Umgebung zum Gegenstand hat. Ausgangspunkt unserer Arbeit sind dabei die formalisierten Emotionsmodelle des Psychologen Dietrich Dörner und Ansätze aus der Neurobiologie, insbesondere die Untersuchungen von Gerhard Roth.