

Der Open-Access-Publikationsserver der ZBW – Leibniz-Informationzentrum Wirtschaft
The Open Access Publication Server of the ZBW – Leibniz Information Centre for Economics

Lehmann-Waffenschmidt, B. Cornelia; Roth, Gerhard; Thießen, Friedrich

Working Paper

Die (innere) Logik des Entscheidens: Zur neurobiologischen Fundierung ökonomischer Entscheidungen

Dresden discussion paper series in economics, No. 12/08

Provided in cooperation with:

Technische Universität Dresden

Suggested citation: Lehmann-Waffenschmidt, B. Cornelia; Roth, Gerhard; Thießen, Friedrich (2008) : Die (innere) Logik des Entscheidens: Zur neurobiologischen Fundierung ökonomischer Entscheidungen, Dresden discussion paper series in economics, No. 12/08, <http://hdl.handle.net/10419/36477>

Nutzungsbedingungen:

Die ZBW räumt Ihnen als Nutzerin/Nutzer das unentgeltliche, räumlich unbeschränkte und zeitlich auf die Dauer des Schutzrechts beschränkte einfache Recht ein, das ausgewählte Werk im Rahmen der unter

→ <http://www.econstor.eu/dspace/Nutzungsbedingungen> nachzulesenden vollständigen Nutzungsbedingungen zu vervielfältigen, mit denen die Nutzerin/der Nutzer sich durch die erste Nutzung einverstanden erklärt.

Terms of use:

The ZBW grants you, the user, the non-exclusive right to use the selected work free of charge, territorially unrestricted and within the time limit of the term of the property rights according to the terms specified at

→ <http://www.econstor.eu/dspace/Nutzungsbedingungen>
By the first use of the selected work the user agrees and declares to comply with these terms of use.

*Dresden Discussion Paper Series
in Economics*



Die (innere) Logik des Entscheidens
**Zur neurobiologischen Fundierung ökonomischer
Entscheidungen**

MARCO LEHMANN-WAFFENSCHMIDT

GERHARD ROTH

FRIEDRICH THIEßEN

Dresden Discussion Paper in Economics No. 12/08

Address of the author(s):

Marco Lehmann-Waffenschmidt
TU Dresden
Professur für VWL, insb. Managerial Economics
01062 Dresden

e-mail : manaecon@mailbox.tu-dresden.de

Gerhard Roth
Universität Bremen und Hanse-Wissenschaftskolleg
Institut für Hirnforschung
PF 330440
28334 Bremen

e-mail : gerhard.roth@uni-bremen.de

Friedrich Thießen
TU Chemnitz
Professur für Finanzwirtschaft und Bankbetriebslehre
09107 Chemnitz

e-mail : finance@wirtschaft.tu-chemnitz.de

Editors:

Faculty of Business and Economics, Department of Economics

Internet:

An electronic version of the paper may be downloaded from the homepage:
<http://rcswww.urz.tu-dresden.de/wpeconomics/index.htm>

English papers are also available from the SSRN website:
<http://www.ssrn.com>

Working paper coordinator:

Dominik Maltritz
e-mail: wpeconomics@mailbox.tu-dresden.de

Die (innere) Logik des Entscheidens

Zur neurobiologischen Fundierung ökonomischer Entscheidungen

Marco Lehmann-Waffenschmidt
TU Dresden
Professur für VWL, insb. Managerial Economics
01062 Dresden
manaecon@mailbox.tu-dresden.de

Gerhard Roth
Universität Bremen und Hanse-Wissenschaftskolleg
Institut für Hirnforschung
28334 Bremen
gerhard.roth@uni-bremen.de

Friedrich Thießen
TU Chemnitz
Professur für Finanzwirtschaft und Bankbetriebslehre
09107 Chemnitz
finance@wirtschaft.tu-chemnitz.de

Abstract:

Ziel des Beitrages ist es, die neueren Erkenntnisse der Neurobiologie zum Entscheidungsverhalten von Menschen für die Entwicklung eines idealtypischen Ablaufplans ökonomischer Entscheidungsvorgänge einzusetzen, indem die Logik deutlich gemacht wird, die den Aufbau des menschlichen Gehirns bestimmt. Ein solcher Ablaufplan kann dazu beitragen, ökonomische Modelle realitätsnäher als bisher formulieren zu können, und ökonomische Modelle, die bisher eher getrennt voneinander gesehen wurden, als Teil eines größeren Ganzen einzuordnen. Es zeigt sich, dass wesentliche Komponenten einiger viel verwendeter Modelle der Ökonomik Parallelen in der neurobiologischen und -physiologischen Arbeitsweise des Gehirns finden. Dies kann einen Beitrag dazu leisten, Modelle zielgerichteter als bisher zur Lösung ökonomischer Probleme einzusetzen.

JEL-Classification: D87, D01, D81

Keywords: Neuroeconomics, Behavioural Economics, Entscheidungsverhalten, Validierung ökonomischer Modelle

1. Einleitung

Ziel des folgenden Beitrages ist es, die neueren Erkenntnisse der Neurobiologie zum Entscheidungsverhalten von Menschen für die Entwicklung eines idealtypischen *Ablaufplans* ökonomischer Entscheidungsvorgänge zu nutzen. Ein solcher Ablaufplan kann zur Klärung mehrerer Forschungsfragen dienlich sein:

Er hilft zunächst ganz direkt, das menschliche Entscheidungsverhalten besser zu verstehen und für Nichtbiologen anschaulich begreifbar zu machen, indem die Logik deutlich gemacht wird, die den Aufbau des menschlichen Gehirns bestimmt. Zudem kann ein Ablaufplan dazu beitragen, ökonomische Modelle realitätsnäher als bisher formulieren zu können. Er kann auch helfen, ökonomische Modelle, die bisher eher getrennt voneinander gesehen wurden bzw. deren Verbindung bisher nicht deutlich genug geworden ist, als Teil eines größeren Ganzen einzuordnen. Es zeigt sich, dass wesentliche Komponenten einiger viel verwendeter Modelle der Ökonomik Parallelen in der Arbeitsweise des Gehirns finden. Ein Ablaufplan des Entscheidens kann diese Parallelen im wörtlichen und übertragenen Sinne sichtbar machen: Er kann sie nicht nur räumlich, sondern auch entscheidungslogisch verorten. Dies kann einen Beitrag dazu leisten, Modelle zielgerichteter als bisher zur Lösung ökonomischer Probleme einzusetzen.

Zwei große Modellgruppen lassen sich dazu unterscheiden:

- **Neoklassische Modelle** mit den wesentlichen Komponenten: Hoher und homogener Informationsstand der Handlungsbeteiligten (im Folgenden Modellgruppe „*Neoklassik*“), wobei **Prinzipal-Agenten-Modelle** mit den wesentlichen Komponenten: Systematisch differierender Informationsstand der Handlungsbeteiligten als Beispiel genauer betrachtet werden (Modellgruppe „*Asymmetrische Informationen*“),
- **Behavioral Economics-Modelle** mit den wesentlichen Komponenten: Systematisch von den Fundamentaldaten verzerrter Informationsstand der

Handlungsbeteiligten (Modellgruppe „*Behavioral Economics*“) mit Phänomenen wie Framing u.a.¹

Am Beispiel von vier verhaltensorientierten Ansätzen zu ökonomischem Entscheidungsverhalten, zu denen sich eine breite wissenschaftliche Diskussion eröffnet hat, sollen unsere Überlegungen konkretisiert werden (Abschnitt 4):

- Reinhard Selten und Werner Güths Prinzip der *Fairness*,²
- Herbert Simons Prinzip des *Satisficing*,³
- Gerd Gigerenzers Prinzip *heuristischen* Entscheidens⁴,
- Klaus Essers Prinzip der *Variablen Rationalität*⁵.

Alle genannten Phänomene beschreiben Umstände, die empirisch gut belegt und damit offenbar Teil der realen Welt sind. Wenn man nun einen Ablaufplan von Entscheidungsvorgängen auf neurobiologischer Grundlage erstellt, dann kann man Mechanismen identifizieren, die in der Konsequenz zu Phänomenen der genannten Art führen können.

Methodisch gehen wir folgendermaßen vor: Wir sichten neurobiologische Literatur, die sich mit dem Entscheidungsverhalten von Menschen befasst. Dabei werten wir vor allem diejenigen Werke aus, die die Aufgaben der verschiedenen Gehirnteile behandeln und deren Beziehungen beleuchten. Es liegen mittlerwei-

¹ Wir beschäftigen uns im Folgenden nicht explizit mit sogenannten Verhaltensanomalien. Handeln auf Basis von Erfahrungen kann zu Phänomenen führen, die als cognitive illusions bzw. Verhaltensanomalien in den Behavioral Economics beschrieben wurden. Gigerenzer zeigt, dass scheinbar irrationale Verhaltensweisen nicht immer irrational sein müssen; vgl. Gigerenzer 2004, 65ff., insbes. S.66 und die dort angegebene Literatur. Gigerenzer (2004, 66) sieht in den Verhaltensweisen „reasonable judgements given the environmental structure“.

² Hier wären sicherlich auch andere Autoren wie z.B. Armin Falk, Ernst Fehr oder Urs Fischbacher zu nennen. Das Prinzip besagt, dass Menschen auch dann Elemente von Fairness in ihr Verhalten einfließen lassen, wenn es ihnen weder kurz- noch langfristig direkte Vorteile erbringt; vgl. z. B. Selten 2000; Güth, Kliemt 2000. außerdem Fehr, Falk usw. zitieren

³ Das Prinzip besagt, dass sich Menschen mit zufriedenstellenden Lösungen begnügen. Sie suchen nicht systematisch nach dem absoluten Optimum; s. Simon 1955, 1961.

⁴ Das Prinzip besagt, dass sich Menschen mit vereinfachenden Lösungsprozeduren zufrieden geben. Sie wenden nicht systematisch das ausgeklügelteste System/Algorithmus der Lösungsfindung an; s. Gigerenzer, Todd 1999; Gigerenzer 2004.

⁵ Der Soziologe Klaus Esser hat herausragende Arbeit darin geleistet, menschliches Entscheiden in Modellen abzubilden. Das genannte Prinzip der Variablen Rationalität greift den beobachteten Tatbestand auf, dass Menschen teilweise sehr überlegt handeln und dann auch wieder oberflächlich oder gar ganz unbesonnen agieren. Das Prinzip besagt, dass der Mensch über eine endliche Anzahl vorgefertigter Lösungsprozeduren verfügt, die im Rahmen einer unbewusst stattfindenden Vorauswahl situationspezifisch aufgerufen werden. Die Auswahlentscheidung kann durch Faktoren wie Effort, Motivation, Opportunity und Accessibility beschrieben werden. Vgl. Esser 1993, 1996; Kroneberg 2005.

le ausreichend viele Forschungsergebnisse zu diesen Aspekten vor, so dass ein Gesamtbild eines Entscheidungsvorgangs sichtbar wird.⁶

Wir beginnen mit einem externen Ereignis („Anstoßeffekt“), das eines der menschlichen Sinnesorgane reizt.⁷ Der Reiz wird in das Gehirn weitergeleitet und löst dort Reaktionen aus, welche wir in unserem Ablaufplan verfolgen. Da das Gehirn ununterbrochen aktiv ist und Reize auf vielfache Weise auch längerfristig weiterverarbeitet, ist es gar nicht so einfach, den Abschluss der Reaktionen auf einen Reiz festzumachen. So werden akribisch Erfolge von Handlungen registriert, Soll-Ist-Abgleiche vorgenommen und Gedächtnisinhalte neu programmiert. Über „ungelöste“ Probleme wird in Belastungspausen weiter nachgedacht.

Die Reaktion auf einen Reiz kann für das Gehirn darin bestehen, den Reiz nicht weiter zu beachten, d.h. ihn zu unterdrücken, eine bestimmte motorische Handlung zu starten, im weiteren Verlauf nach dieser Handlung Beobachtungen des Erfolges durchzuführen, Umspeicherungen in diversen Gedächtnisteilen vorzunehmen, synaptische Kontakte zu lockern oder zu festigen, das sog. „aufgeschobene“ Nachdenken auszulösen, oder auch in endlose Kreisprozesse einzutreten, die als „Grübeln“ bezeichnet werden, u.s.w. Einen einfachen Mechanismus „Reiz-Reaktion“ oder ökonomisch gesprochen „Problem-Entscheidung“ gibt es auf jeden Fall nicht.

Unsere Sichtweise ist eine primär ökonomische. D.h. wir wollen wissen, welche Qualität die Reaktionen auf Reize hinsichtlich ökonomisch relevanter Kriterien haben, wobei wir die Frage, was ökonomisch relevante Kriterien sind, hier weder exakt abgrenzen noch überhaupt zu eng fassen wollen, um nicht wertvolle Informationen von vornherein zu unterdrücken. Nicht befassen werden wir uns mit solchen Fragen, die eher in anderen Disziplinen im Vordergrund stehen (Medizin: Krankheit oder Gesundheit von Systemen, Zellen etc.; Jura: Schuldfähigkeit etc.).

Die Arbeit ist folgendermaßen aufgebaut: Der folgende 2. Abschnitt stellt ein allgemeines Grundmodell der Abläufe im Gehirn bei Entscheidungsprozessen

⁶ Allerdings sind noch längst nicht alle Details erforscht. Aus diesem Grund muss unser Beitrag in einzelnen Aspekten zwangsläufig ungenau bleiben. Wenn wir z.B. schreiben, „ein System des Gehirns trägt dazu bei“, dann bedeutet diese Formulierung, dass bisher nur bekannt ist, dass ein Hirnsystem involviert ist, nicht aber genau wie.

⁷ Daneben gibt es Anstoßeffekte, die aus dem „Inneren“ des Körpers kommen (Hungergefühl, Schmerz) sowie Anstoßeffekte aus früheren kognitiven Prozessen.

vor, das vier Ebenen des biologischen Entscheidungssystems unterscheidet. Abschnitt 3 erläutert diese vier stilisierten Entscheidungsmechanismen des Gehirns. In Abschnitt 4 zeigen wir Parallelen auf zwischen diesen Verfahren und den oben genannten vier verhaltensorientierten Ansätzen zu ökonomischem Entscheidungsverhalten. In der Zusammenfassung (Abschnitt 5) geben wir Hinweise für die weitere Forschung.

2. Ein neurobiologisch fundiertes Modell menschlichen Entscheidens

Abbildung 1 stellt den Ablaufplan des Entscheidungsverhaltens, den wir im Folgenden erläutern wollen, in komprimierter Form dar. Es sind vier Ebenen erkennbar, die folgende Aufgaben haben:

- Zunächst erfolgt die *Identifizierung* der Reize: Was wurde gesehen, gefühlt, gehört, geschmeckt, gerochen? Dabei bedeutet Identifizierung den Reizen, die von den Sinnesorganen als elektrische Impulse im Gehirn ankommen, komplexere Objekte bzw. Vorgänge zuzuordnen (ein Auto, heiße Kartoffeln, eine Besprechung, eine Bahnfahrt). Dies geschieht wesentlich im Zwischenhirn (dorsaler Thalamus) und im primären und sekundären visuellen Cortex.
- Auf der nächsten Ebene erfolgt die *Bewertung* der erkannten Situationen und Objekte anhand der im emotionalen Erfahrungsgedächtnis abgespeicherten Vergleichssituationen (limbisches System). Zusätzlich werden aus den Erfahrungen bewertete Handlungsalternativen herausgesucht, und es wird bei ausreichender Eindeutigkeit der (Vergleichs-) Situation(en) sofort unbewusst entschieden, d.h. eine der Handlungsalternativen ausgewählt. Unter bestimmten Umständen wird auf dieser Ebene auch affektives Handeln ausgelöst.
- Aufgabe der dritten Ebene („Bewusstsein“) ist es, weitere Handlungsalternativen zu ermitteln, d.h. *Neues* zu erdenken, und deren Konsequenzen zu eruieren. Diese dritte Ebene wird eingeschaltet, wenn die Vergleichssituationen kein eindeutiges Bild ergeben. Die Informationen über diese Situationen werden dann zusammen mit den Informationen über den An-

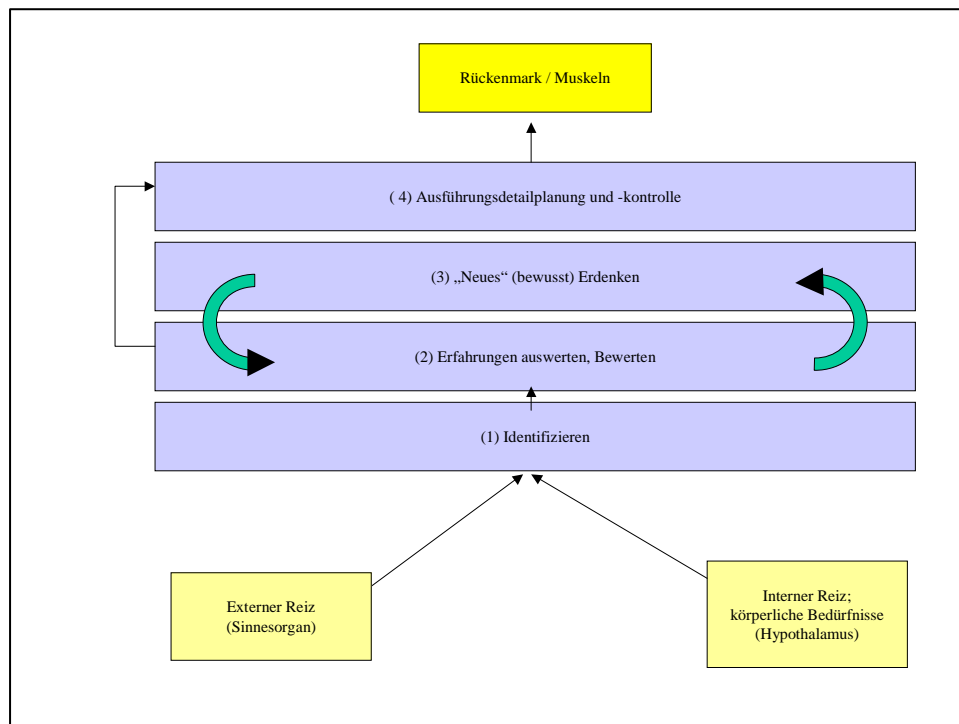
stoßeffekt dem Bewusstsein zugeleitet. Dort werden im sog. Arbeitsgedächtnis, unterstützt von weiteren Systemen und zusätzlichen Informationen aus dem deklarativen Gedächtnis, weitere Handlungsvorschläge erarbeitet.

- Die vierte Ebene dient der *Ausführungsdetailplanung und -kontrolle*.

Die erste, zweite und vierte Ebene enthalten Systeme, die allgemein dem Unterbewusstsein zugeordnet werden, während die dritte Ebene Systeme enthält, die als Bewusstsein bezeichnet werden (vgl. Abb. 2).

Zwischen der zweiten und dritten Ebene gibt es intensive „bilaterale Kontakte“, denn das, was auf der dritten Ebene neu ausgedacht worden ist, muss zurück zur zweiten Ebene, um dort bewertet zu werden. Erst dann, wenn die Bewertung zufriedenstellende Ergebnisse erbracht hat, erfolgt die Freigabe zur Ausführung (s. Abb. 1).

Abb. 1: Schematischer Ablaufplan einer Entscheidung



Bevor wir das System näher betrachten, verfolgen wir die Logik dieses vierstufigen Aufbaus:

Biologisch-psychologisch gesehen ist das wichtigste Ziel des Denkens die *Handlungsplanung*. Entwicklungsgeschichtlich hat sich das Gehirn zusammen mit der Herausbildung der Hand als universales Arbeitsinstrument entwickelt. Die Hauptfrage, die das Gehirn zu lösen hat, lautet deshalb immer: Wie geht es weiter? Was tue ich als nächstes?

Ein wichtiges Instrument der Handlungsplanung ist der dorsolaterale präfrontale Cortex, vor allem als Sitz des Arbeitsgedächtnisses. Dieses ist das Zentrum dessen, was uns als „Bewusstsein“ bekannt ist. Das Arbeitsgedächtnis ist in der Lage, verschiedenste Aspekte logisch konsistent miteinander zu verknüpfen. Unserem Erleben nach findet all das, was wir an Denkarbeit leisten, in diesem System statt. Dazu ist das Arbeitsgedächtnis aber überhaupt nicht in der Lage. Es arbeitet nämlich „nur“ sequentiell. Ein Aspekt kann nur nacheinander mit einem anderen in Beziehung gebracht werden. Dies fällt auf, wenn man mehrere Dinge gleichzeitig tun müsste oder möchte, dies aber nicht kann: Wir Menschen können nur einen Gedanken zu einer Zeit haben. Dieser(bewusste) Gedanke kostet im Durchschnitt 1 Sekunde (genauer 0,3-3 Sekunden) Zeit und ist stoffwechselphysiologisch sehr „teuer“. Eine Sekunde ist offenbar viel zu langsam, um einem Säugetier das Überleben zu ermöglichen. Als Lösung dieses Problems könnte man an eine Aneinanderreihung mehrerer Arbeitsgedächtnisse denken. Dies würde aber zu großen energetischen Problemen führen. Eine andere Lösung ist es, das Arbeitsgedächtnis zu *entlasten*. Dies gelingt, wie wir noch sehen werden, durch eine Vielzahl von Systemen, die dem Arbeitsgedächtnis vorgeschaltet oder ihm beigeordnet sind. Ein Teil dieser Systeme ermöglicht es dem Arbeitsgedächtnis, von entbehrlichen Details zu abstrahieren (was die Zahl der Denkvorgänge bereits stark reduziert). Durch andere Mechanismen werden Entscheidungen auf die unbewusste Ebene verlagert, was (bedingt durch die Arbeitsweise dieser Systeme) die Energiekosten des Denkens stark verringert.

Das zentrale Prinzip des Gehirns ist es, in einer gegebenen Situation gespeicherte möglichst schnell Erfahrungen auszuwerten. Dies muss als wirklich genialer Schachzug interpretiert werden, denn auf diese Weise werden mehrere Probleme auf einen Schlag gelöst:

- (1) Aus Erfahrungen kann ein großer Teil des Kontextes einer Situation abgeleitet werden, selbst wenn dieser nicht durch die Sinnesorgane direkt gemeldet wurde (Beispiel: Was liegt vor, wenn das Klingeln des Weihnachtsglöckleins ertönt?). Die Gehirnteile, die mit der Auswertung der Daten von Sinnesorganen befasst sind, können dadurch kleiner ausfallen. Die Sinnesorgane selber brauchen weniger leistungsstark sein.
- (2) Die abgespeicherten Erfahrungen bestehen aus den Umständen einer Situation und den Folgen für das Subjekt. Sie beinhalten insoweit eine *Bewertung*. Auf diese Weise steht unmittelbar eine Einschätzung des „Wertes“ einer Situation zur Verfügung: ist etwas brenzlich-kritisch, angenehm, besteht Zeitdruck oder Gefahr? Eine solche Einschätzung könnte auch durch logisches Überlegen erarbeitet werden, dies aber nur mit einem wesentlich größeren Aufwand. Man stelle sich vor, jemand ohne Erfahrungen mit Weihnachten sollte nach dem Klingeln des Weihnachtsglöckleins am 24. Dezember durch logisches Rasonieren im Arbeitsgedächtnis entscheiden, was als nächstes zu tun ist.
- (3) Indem die abgespeicherten Erfahrungen auch eigene Aktivitäten und Folgen beinhalten, stehen mit dem Auswerten der Erfahrungen auch mögliche Ziele und Aktionen zur Verfügung, und zwar realistische und machbare Ziele und Handlungen, denn das, was in einer früheren ähnlichen Situation einmal erreicht wurde, kann – bei genügend stabiler Umwelt – (sicherlich) wieder erreicht werden. Das bedeutet, dass Ziele und Handlungsalternativen nicht (immer) mühsam logisch-rational im Arbeitsgedächtnis erarbeitet werden müssen, sondern unmittelbar – zeit- und energiesparend – zur Verfügung stehen.

Alles in allem erscheint es vor dem Hintergrund des langsamen und teuren Arbeitsgedächtnisses nicht unvernünftig, vor das logisch-rationale Durchdenken von Problemen die Auswertung des Erfahrungsgedächtnisses zu setzen und Handlungen wo sinnvoll daraus abzuleiten. Dass die Inhalte des Erfahrungsgedächtnisses dafür „bewertet“ sein müssen, ist verständlich.

Damit kann es dann aber auch zugleich der Bewertung der im Arbeitsgedächtnis ausgedachten Handlungsalternativen dienen, was die Kreisprozesse (s. Abb. 1) zwischen der bewussten Ebene drei und der unbewussten Ebene zwei erklärt.

Im Folgenden behandeln wir ausgewählte Aspekte der vier Ebenen im Einzelnen.

3. Die vier Ebenen des biologischen Entscheidungssystems

Ebene 1: Identifizieren, Objekterkennung

Der Entscheidungsprozess beginnt mit der Objekterkennung. Die Daten, die aus der Umwelt über die Sinnesorgane in das Gehirn gelangen, werden im Zwischenhirn und im primären und sekundären sensorischen Cortex Objekten zugeordnet. Nur noch diese und nicht mehr die einzelnen Daten der Wahrnehmung werden im Folgenden weiter verarbeitet. Dies hat einen großen Vorteil: Wir werden im Folgenden sehen, dass das Gehirn an vielen Stellen zu energie- und zeitsparenden Lösungen greift. Es ist offenbar wichtig, die Ressourcen an Zeit und Energie sparsam einzusetzen. Dies geschieht auch bei der Objekterkennung.

So arbeiten Wahrnehmungsorgane, um ein Beispiel zu nennen, nicht perfekt, sondern nur so gut wie erfahrungsgemäß notwendig. Scharf sehen ist oft entbehrlich. Anstatt alle Sehreize zu verarbeiten, reicht es, Konturen zu erkennen. Das Gehirn wertet Kontraste, Größenverhältnisse, Bewegungen, Helligkeitswerte u.a. vor anderen Dingen aus, um schnell zum Ziel zu gelangen, Dinge zu erkennen. Die Vereinfachung führt im Einzelfall auch in die Irre, wie Versuchstiere, z.B. Frösche, zeigen, die nach Attrappen, z.B. Stückchen Pappe, schnappen, weil das Gehirn die wahrgenommenen Bilder nicht vollständig analysiert, sondern nur Bruchstücke davon, z.B. Bewegungen. Die einfache Regel, ‚Schnapp nach allem, was sich bewegt‘, bewährt sich trotzdem für jemanden, der sein Leben in einem ungestörten Teich verbringt, und spart ihm viel Energie (Roth, 1996, S.73). Das visuelle System wendet Faustregeln an, um das wahrgenom-

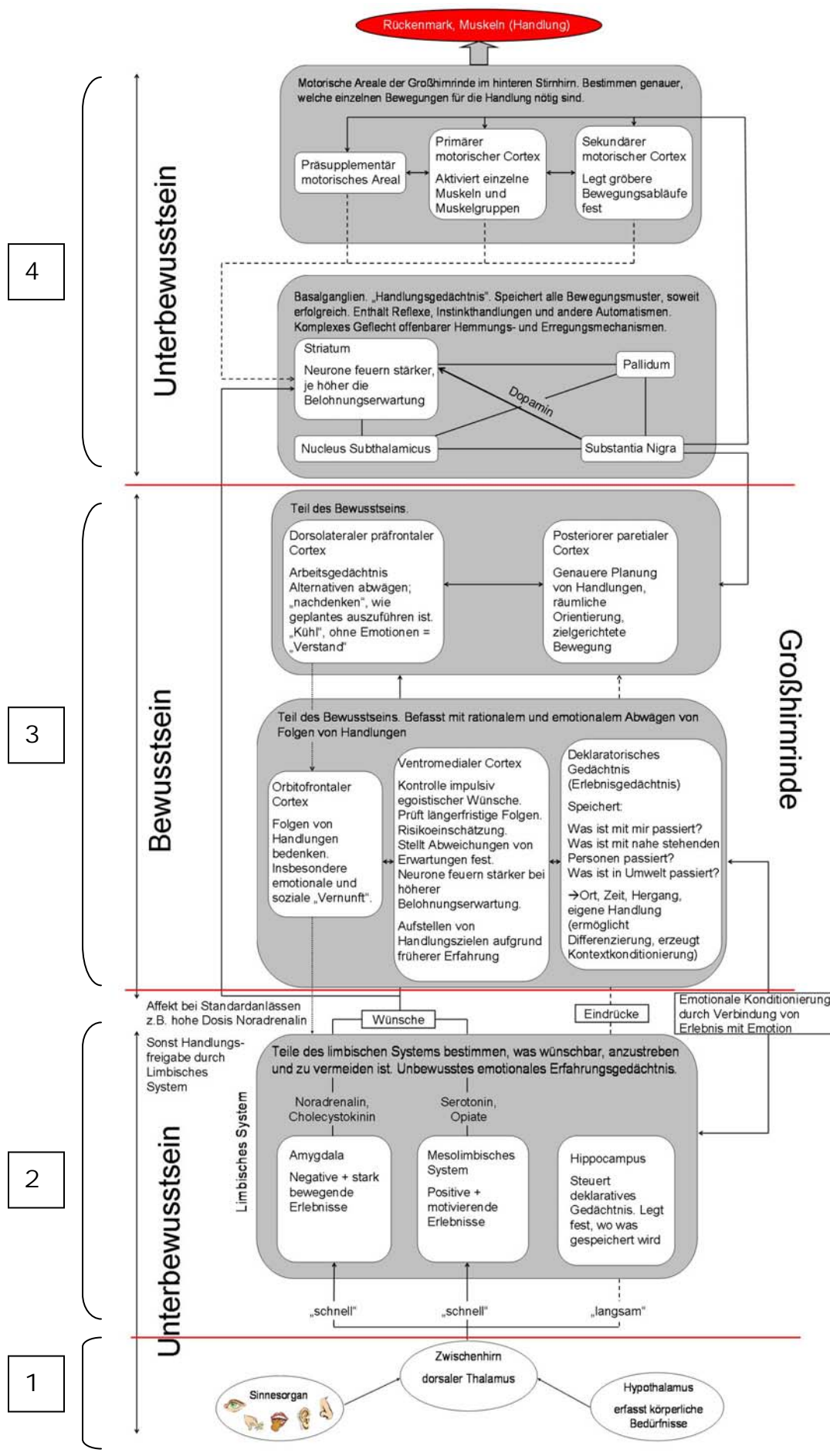
mene Bild schnell und einfach zu ordnen und zu gestalten. Diese ‚Gesetze des Sehens‘ (z.B. das Prinzip der minimalen Komplexität eines Gestaltmusters) sind willensmäßig nicht oder nur sehr schwer außer Kraft zu setzen.

Die ressourcenbedingte Notwendigkeit zur Vereinfachung ist so gewichtig, dass sie sogar unsere Präferenzen verändert hat: Menschen finden häufig vereinfachte Darstellungen attraktiver als reale Objekte, was mit der ‚Neigung‘ unseres Wahrnehmungssystems zusammenhängt, einfache Wahrnehmungszustände herzustellen.

Ebene 2: Erfahrungen auswerten, bewerten

Nachdem die Objekte identifiziert sind, werden sie weiterverarbeitet – und zwar im limbischen System (s. Abb. 2 Ebene 2). Im Zentrum der nächsten Schritte stehen die Amygdala und das mesolimbische System. Beide erhalten auf sensorischen Bahnen Mitteilungen von den Sinnesorganen bzw. den ihnen nachgeschalteten Verarbeitungszentren im Mittel- und Zwischenhirn (s. Abb. 2 Ebene 1 und 2). Vom Zwischenhirn (genauer vom dorsalen Thalamus) aus trennen sich die sensorischen Bahnen, von denen einige „auf kurzem Wege“ zur Amygdala und zum mesolimbischen System gehen (und zu anderen limbischen Zentren) und die anderen zu den sensorischen und anschließend zu den assoziativen Arealen der Großhirnrinde (auf der dritten Ebene in Abb.1). Die ersteren Bahnen sind schneller, aber die dabei mitgeteilte Information ist gröber in der Auflösung. Als Folge davon nehmen Amygdala und mesolimbisches System die Ereignisse früher, aber schemenhafter wahr, während die Großhirnrinde langsamer, aber mit feinerer Auflösung arbeitet.

Abbildung 2: Ablaufplan



Was ist nun die Aufgabe von Amygdala und dem mesolimbischen System? Ihre wichtigste Aufgabe ist, die ankommenden Mitteilungen auf vorliegende Erfahrungen hin zu überprüfen und zu bewerten. Sie durchforsten – überwiegend unbewusst – das emotionale Erfahrungsgedächtnis und suchen nach Vergleichssituationen.

Wir tun oder erleben etwas, und dies hat für uns entweder positive, negative oder neutrale Konsequenzen. Diese unterschiedlichen Konsequenzen werden von unserem Gehirn bewusst oder unbewusst registriert und fest verbunden mit den Ereignissen oder Handlungen in unserem Erfahrungsgedächtnis abgespeichert. Dieser Prozess beginnt schon vor der Geburt und setzt sich das ganze Leben hindurch fort. Es ist bekannt, dass Kinder bereits im Mutterleib anfangen, Erfahrungen zu sammeln, diese zu bewerten und beides im emotionalen Erfahrungsgedächtnis abzuspeichern. Es ist sicher kein Zufall, dass das emotionale Erfahrungsgedächtnis im Kinde viel früher heranreift als das deklarative Gedächtnis, welches bewusste Denkvorgänge unterstützt.

Um den sich dabei anhäufenden ungeheuren Vorrat an Erfahrung schnell zugänglich zu machen, versieht das Gehirn die unterschiedlichen Konsequenzen und Erfahrungen mit emotionalen „Etiketten“ oder „Markern“. Wenn immer wir in eine Situation kommen, die das Gehirn durch Vergleich mit abgespeicherten Situationen als „bekannt“ oder zumindest als „ähnlich“ einstuft, werden die diesen Situationen zugeordneten Gefühle aufgerufen, die uns als eine Art von Kurzbotschaften des emotionalen Erfahrungsgedächtnisses raten, was wir zu tun und zu lassen bzw. wovor wir uns in Acht zu nehmen haben. Die emotionalen Konditionierungen bilden sich meist nicht aufgrund eines einmaligen Erlebnisses aus, sondern bestimmte negative oder positive Erfahrungen müssen wiederholt gemacht werden, um sich fest in unserem emotionalen Erfahrungsgedächtnis zu verankern. Allerdings geht diese Verankerung umso schneller vor sich, je stärker die emotionalen Begleitzustände oder Folgen von Ereignissen waren. Passiert etwas, das große Freude, große Lust, starken Schmerz oder große Furcht in uns auslöst, dann kann sich diese Kopplung schon beim ersten Mal unauslöschlich in uns einprägen. Da sich im Laufe der Zeit ein ungeheurer Schatz an

Erfahrungen ansammelt, können wir viele Dinge des täglichen Lebens völlig „automatisch“ erledigen. Anders formuliert: viele Dinge des täglichen Lebens *werden* für uns völlig automatisch erledigt, ohne dass es nötig wäre, das teure und zeitaufwändige Bewusstsein einzuschalten.

Zusammenfassend ergibt sich: Während in unserer frühesten Kindheit unser deklaratives, zu bewusster Erinnerung fähiges Gedächtnis (Cortex und Hippocampus), noch gar nicht ausgebildet ist, lernt unser limbisches, emotionales Gedächtnis aufgrund der Aktivität der Amygdala und des mesolimbischen Systems bereits, was in unserer Umgebung und an eigenen Handlungen gut oder schlecht, lustvoll oder schmerzhaft, angenehm oder unangenehm ist. Indem bestimmte Geschehnisse einschließlich unserer eigenen Handlungen im limbischen Gedächtnis mit positiven oder negativen Gefühlen fest verbunden werden, erhalten sie eine *Bewertung*. Dies erleben wir, sobald wir etwas älter geworden sind, als *Gefühle*, die uns raten, etwas zu tun oder zu lassen.

Wie Amygdala und mesolimbisches System die abgespeicherten Erfahrungen „screenen“ und Vergleichssituation (d.h. ähnliche Situationen) heraussuchen, ist heute noch nicht genau bekannt. Wir wissen, dass die Hirnareale, in welchen das emotionale Erfahrungsgedächtnis angesiedelt ist, im Gegensatz zur Hirnrinde (Cortex) nur über eine geringe Detailauflösung verfügen. Das „Screenen“ des Gedächtnisses vollzieht sich offenbar derart, dass sich die auslösenden Impulse zunächst über die Fläche verteilen und dann in kurzer Zeit „durch“ das gesamte Gedächtnis laufen. D.h., im Gegensatz zum Arbeitsgedächtnis, das streng sequentiell arbeitet, haben wir hier eine Art „massiv paralleler“ Arbeitsweise. Ebenfalls nicht genau bekannt ist, mit welchen Algorithmen die „Ähnlichkeit“ von Situationen festgestellt wird.

Anschließend wird, wenn die gefundenen Situationen eine ausreichende Übereinstimmung insbesondere auch der mit ihnen verbundenen emotionalen Marker aufweisen, die Entscheidung unmittelbar, d.h. ohne Einschaltung des Bewusstseins, getroffen. Dabei werden die Handlungsalternativen ebenfalls dem emotionalen Erfahrungsgedächtnis entnommen, denn dieses enthält ja nicht nur die

Umstände der jeweiligen Situation, sondern auch das eigene Tun oder das beobachtete Tun von Dritten samt der damit erzielten Erfolge.

In einigen Fällen werden die Lösungen für ein Handlungsproblem aber nicht den Erfahrungen entnommen, sondern durch vorgegebene Reaktionen bestimmt: den sogenannten Affekten. Affekte werden ausgelöst, wenn beim Screenen des emotionalen Erfahrungsgedächtnisses nach Vergleichssituationen ganz bestimmte, oft stammesgeschichtlich vorgegebene Standardsituationen (z.B. Angriff, Flucht, Verteidigung, Hilfe) gefunden werden. Diese lösen – hierbei spielt auch die Ausschüttung bestimmter Botenstoffe insbes. Noradrenalin eine Rolle – unmittelbare Reaktionen („affektives Handeln“) aus. Die Handlungsmuster dazu sind in anderen Gehirnsystemen abgelegt (s.u.) und haben z.T. genetische Ursachen.

Das heißt zusammenfassend: Zuerst wird das aktuell Wahrgenommene (ein Gegenstand, eine Person, eine Entscheidungssituation) unbewusst (und später dann gegebenenfalls bewusst; s.u.) identifiziert. Es wird das emotionale Gedächtnis nach vergleichbaren Situationen und dazugehörigen emotionalen Bewertungen durchgesucht. Aus diesen werden „machbare“, d.h. letztlich „realistische“ Ziele sowie Handlungen (mit denen früher die Ziele erreicht wurden) abgeleitet. Ist die emotionale Bewertung der gefundenen Vergleichssituationen eindeutig, so wird sofort entschieden – d.h. ein Handlungsplan (vom limbischen System) freigegeben (s. Abb. 2 Bewegung von Ebene 2 auf Ebene 4).

Ebene 3: Neues Erdenken, Folgen ausloten

Was passiert nun, wenn die emotionale Bewertung der Vergleichssituationen *nicht* eindeutig ist, z.B. weil mehrere Situationen gefunden wurden, die mit nicht übereinstimmenden emotionalen Markern gekoppelt sind? In diesen Fällen kommt es nicht zu einer unmittelbar aus dem emotionalen Gedächtnis gesteuerten Entscheidung. Die Daten werden nun in die assoziative Großhirnrinde weitergeleitet, deren Aktivität teilweise von Bewusstsein begleitet ist (s. Abb. 2 E-

bene 3). Wir erleben dies manchmal, indem wir den „Widerstreit der Gefühle“ wahrnehmen.

Das zentrale System dieses Bereiches ist der dorsolaterale präfrontale Cortex einschließlich des, Arbeitsgedächtnisses und des direkt benachbarten Broca-Sprachareals. Aufgabe dieses Systems ist es, logische Verknüpfungen zwischen Sachverhalten herzustellen. Dies dient dazu, Alternativen abzuwägen, um neue Handlungsweisen zur Lösung solcher komplexerer Probleme zu finden, Widersprüche aufzuklären etc. Hauptproblem dieses Systems ist sein Zeit- und Energiebedarf. Hier können pro Zeiteinheit (0,3-3 Sekunden) nur ein Gedanke bzw. eine Vorstellung verarbeitet werden, wobei allerdings ein Gedanke als eine abgeschlossene logische Verknüpfung von mehreren Sachverhalten verstanden werden kann.

Vermutlich aufgrund dieser Langsamkeit des Systems haben sich mehrere ergänzende Systeme um das Arbeitsgedächtnis herum gruppiert, in welche Teilaufgaben ausgelagert wurden:

- An den posterioren parietalen Cortex ist die genauere Planung von Handlungen ausgelagert, insbesondere die räumliche Orientierung und die zielgerichtete Bewegung im Raum.
- Der orbitofrontale Cortex prüft die Folgen und Risiken von möglichen Handlungen, welche das Arbeitsgedächtnis erwogen hat. Das Arbeitsgedächtnis selbst fügt Dinge zusammen ohne Rücksicht auf Folgen oder Bewertungen. Man spricht deshalb auch vom Arbeitsgedächtnis als dem Sitz des „Verstandes“ und vom orbitofrontalen Cortex als dem Sitz der „Vernunft“.
- Der anteriore cinguläre Cortex ist ebenfalls für die (bewusste) Risikoeinschätzung, für Fehlererkennung und Fehlerkorrekturen zuständig.
- Auch der ventromediale frontale Cortex ist mit der Prüfung längerfristiger Folgen von Handlungen befasst. Er kontrolliert insbesondere impulsiv-egoistische Wünsche.

Die genannten Systeme stützen sich wesentlich auf das deklarative (Erlebnis-) Gedächtnis, unterstützt von Meldungen aus dem unbewussten limbischen System (z.B. der Amygdala und dem mesolimbischen System). In diesem Gedächtnisteil werden der Ort, die Zeit und der Hergang eines Ereignisses, dazu die eigene Handlung und der spätere Erfolg abgespeichert – auf eine Weise, dass alles in einer sprachlichen Darstellung wiedergegeben werden kann. Was ist mit mir passiert? Was ist mit mir nahestehenden Personen passiert? Was ist in der weiteren Umwelt passiert? Abgespeichert werden nicht nur grobe Abläufe und zentrale Aspekte, sondern viele Details. Ohne die Aufnahme von Details in das Gedächtnis wäre es beim späteren Abruf von Vergleichssituationen nicht möglich, eine *Differenzierung* vorzunehmen. Letztlich erfolgt dadurch aber auch die bekannte *Kontextkonditionierung*, die manchmal für Fehlentscheidung sorgt, wenn der erkannte Kontext nicht mit dem wirklich relevanten Kontext übereinstimmt (Framing). Eine Rolle spielt auch, dass das Gehirn auf eine noch nicht genau erforschte Weise assoziativ vorgeht und nicht nur zu zentralen Elementen, sondern auch zu „unwichtigeren“ Kontextelementen immer weitere Gedächtnisinhalte (Vergleichssituationen) aufruft.

Haben die genannten Systeme nun Handlungsvorschläge entwickelt und Folgewirkungen ermittelt, dann erfolgt unmittelbar noch gar *nichts*. Entscheidungen werden nämlich – anders als erlebt – nicht auf der Ebene des Bewusstseins gefällt: Jede erdachte Handlung und jede zusätzliche Information über Folgewirkungen wird zurückgeleitet in das limbische System (s. Abb. 2 Ebene 2), um dort bewertet zu werden. Dabei wird, wie erläutert, das emotionale Erfahrungsgedächtnis durchforstet, und die zu einer geplanten Handlung (in Verbindung mit den gegebenen Umwelt-/Umfelddaten) vorhandenen Bewertungen werden ermittelt. Erst dann, wenn diese, wie oben erläutert, auf eine ausreichende Übereinstimmung stoßen, wird die Handlung freigegeben. Wird das notwendige Maß an Übereinstimmung nicht erreicht, dann werden die gefundenen Bewertungen sowie die neu aufgetauchten Wünsche und Handlungsmöglichkeiten dem Bewusstsein zurückgemeldet, und die nächste Runde beginnt. Das deklarative Gedächtnis wird nach weiteren Details durchforstet, neue Handlungsmöglichkeiten werden erarbeitet und auf Folgen hin überprüft und die Ergebnisse dem limbi-

schen System zur Bewertung zurückgemeldet. Wird das notwendige Maß an Übereinstimmung nicht erreicht, gibt es keinen Ausweg aus diesen Kreisprozessen. Endlosschleifen sind möglich und als fruchtloses „Grübeln“ gut bekannt.

Dass unser Bewusstsein nichts entscheidet, merken wir nicht. Im Gegenteil, es drängt sich uns meist der Eindruck auf, wir hätten die Handlung selbst bewusst entschieden. Dies liegt u.a. daran, dass von den Systemen der vierten Ebene (s. Abb. 2 Ebene 4) Bahnen ins Bewusstsein führen, auf welchen gemeldet wird, welche Handlung letztlich freigeschaltet wurde. So erfährt das Bewusstsein quasi „als erstes“ davon, und wir haben den Eindruck, die Entscheidung sei auch im Bewusstsein gefallen.

Ebene 4: Handlungsfreischaltung

Wenden wir uns nun kurz der vierten Ebene zu: welche Aufgaben lösen die darin befindlichen Hirnsysteme?

- Zum einen befinden sich hier Systeme, die darauf achten, dass immer genau nur eine Handlung freigeschaltet wird, so dass das handelnde Subjekt nicht in widersprüchliche Situationen gelangen kann.
- Dann findet man hier Teile des Erfolgsmessungs- und Kontrollsystems.
- Schließlich sind hier Systeme untergebracht, die der Feinplanung von Handlungen dienen. Es geht darum, ganz konkret festzulegen, welcher Muskel wann den Befehl erhalten soll, sich zusammenzuziehen oder zu entspannen, um die gewünschte Handlung auszuführen.

Es ist offenbar so, dass die Entscheidungen, welche im Arbeitsgedächtnis und im limbischen System erarbeitet wurden, nur auf einer relativ groben Ebene vorgenommen werden. So wird z.B. der Wunsch, ein Glas Saft zu trinken, vom limbischen System freigegeben, ohne genau geplant zu haben, wie das Glas zu greifen ist. Genauso erfolgt die Freigabe des Plans, in ein Geschäft zu gehen, um

dort etwas zu kaufen, ohne die Muskelbewegungen der Beine bis zum Erreichen des Regals exakt festgelegt zu haben. Diese Feinsteuerung übernimmt die vierte Ebene. Dabei hilft ein weiterer Gedächtnisteil, das sog. Handlungsgedächtnis, das in den Basalganglien lokalisiert ist. Hier sind alle Bewegungsmuster abgespeichert, die sich *bewährt* haben, d.h. alle automatisierten Handlungen. Hier finden sich auch die Bewegungsmuster, die bei affektiven Reaktionen, bei Reflex- und Instinkthandlungen ergriffen werden. Die abgespeicherten Routinen müssen nicht immer völlig starr und identisch ausgeführt werden. Die Systeme sind mit den Sinnesorganen gekoppelt und können auch ohne Inanspruchnahme der Ebenen 2 und 3 leichte Variationen ausführen, wenn es die Situation erfordert. Kommt es aber zu großen Abweichungen, wie z.B. Stolpern, dann werden sofort wieder die unteren Ebenen eingeschaltet, um die „neue“ Situation zu meistern.

4. Das biologische Entscheidungssystem und ökonomische Modelle

Wir kommen nun abschließend zu dem oben genannten Anliegen zurück, Mechanismen aus dem skizzierten Entscheidungsablaufplan mit Mechanismen aus ökonomischen Entscheidungsmodellen abzugleichen. Wir äußerten die Vermutung, dass ein Entscheidungsablaufplan dazu beitragen könnte, derartige Parallelen zu finden.

Dazu greifen wir auf die Vorarbeiten von Gerhard Roth zurück. Roth hat die im skizzierten Entscheidungsablaufplan (s. Abb. 1 und 2) enthaltenen Mechanismen zu vier Entscheidungssystemen zusammengefasst:

- Affektiv-impulsives Entscheiden,
- routinisiertes Entscheiden,
- logisch-rationales Entscheiden und
- unbewusst-aufgeschobenes Entscheiden.

Die Mechanismen des *affektiv-impulsiven Entscheidens* (s. oben Abb. 2 Ebene 2) ermöglichen besonders schnelle Entscheidungen. Die Entscheidungen stellen genetisch bedingte oder erfahrungsgeleitete unmittelbare Reaktionen auf bestimmte Reize dar (Angriff, Verteidigung, Flucht, Erstarren). Ein planender Charakter ist nicht erkennbar. Der Entscheider befindet sich in starker emotionaler Erregung (Stress), was einerseits seine Aufmerksamkeit steigert und seine Reaktionsbereitschaft erhöht, andererseits aber auch seinen Entscheidungs- und Handlungsraum einengt, was bis zur völligen Erstarrung und Lähmung führen kann. Die Einengung des Denkens führt dazu, dass die Entscheidungen nicht unbedingt eine hohe Qualität haben. Sie sind nur so gut, wie die genetisch bedingten Reaktionen Angriff, Flucht, Verteidigung oder Erstarrung gut sind in Bezug auf die jew. Situation, was in modernen Gesellschaften eher selten der Fall ist.

Das affektiv-impulsive Entscheiden widerspricht im Prinzip allen ökonomischen Modellen. In ökonomisch relevanten Kontexten kommt dieser Mechanismus aber kaum zum Tragen. Insofern ist er für die weiteren Betrachtungen irrelevant.

Routinisiertes Entscheiden (s. Abb. 2 Ebene 2) ist ein Mechanismus, der in (gelernten) Standardsituationen zum Einsatz kommt. Voraussetzung des routinisierten Entscheidens ist lange Erfahrung. Erfahrung führt zur Herausbildung von vorgefertigten Entscheidungswegen, die vom Gehirn automatisch (d.h. laufend und ohne Einschaltung des Bewusstseins) abgespeichert werden und die bei Bedarf, d.h. bei Eintritt von Situationen, die zu den vorgefertigten Entscheidungen passen, ebenfalls automatisch wieder abgerufen werden. Diese Automatik macht den Entscheidungsprozess schnell und verringert den Energiebedarf des Entscheidens. Die Entscheidungsqualität ist hoch, wenn gelerntes Verhalten und Situation wirklich zueinander passen. Ein Zimmermann schlägt Nägel von Dimensionen und wichtigen statischen Funktionen ohne nachzudenken in Balken, die Laien nur nach vielerlei Überlegungen einschlagen könnten.

In ökonomisch relevanten Kontexten dürfte das routinisierte Verhalten häufig Verwendung finden. Bei allen wiederkehrenden Entscheidungen in stabilen Umfeldern wird es eingesetzt. Da routinisiertes Entscheiden auf gelernten Zusammenhängen basiert, bietet es Raum zur Erklärung mehrerer der oben genannten Phänomene:

- Bei ausreichend stabilen Umfeldbedingungen und ausreichend hoher Zahl von Lernschritten kann routinisiertes Verhalten kompatibel sein mit neoklassischen Gleichgewichtsentscheidungen. Nach ausreichend langem Lernen und stabilem Umfeld werden Entscheidungen (i) auf hohem Informationsstand und (ii) in kürzester Zeit (routinisiertes Entscheiden kostet nur Bruchteile von Sekunden) sowie (iii) ohne jegliche Transaktionskosten getroffen – drei herausragende Annahmen in neoklassischen Modellen. Starres routinisiertes Verhalten und Neoklassik sind insofern nicht zwingend unvereinbar.⁸
- Basieren Wirtschaftssubjekte ihr Verhalten aber auf gelernten Zusammenhängen und entscheiden starr und mechanistisch, kann dies unter bestimmten Umständen den anderen Wirtschaftssubjekten nicht verborgen bleiben: Ein Wirtschaftssubjekt, das sich auf etwas spezialisiert (z.B. den Verkauf einer Warengattung) und als Spezialist häufiger lernt als die Nichtspezialisten (z.B. ein Käufer), schafft eine Situation asymmetrischer Informationen, mithin eine Prinzipal-Agent-Beziehung. In modernen Marktwirtschaften wird dies sogar nicht nur ausnahmsweise vorkommen, sondern eine sehr häufige Form der Interaktion darstellen. D.h. starres routinisiertes Verhalten und Prinzipal-Agent-Modelle schließen sich nicht zwingend aus. Die Nachteile solcher Situationen für den schwächeren Teil der Prinzipal-Agent-Beziehung müssen auch nicht unbedingt zum Einsatz des bewussten Denkens führen – es sind „Misstrauensroutinen“ denkbar, welche Schutz vor Ausbeutung bieten.
- Selbst dann, wenn derartige „Misstrauensroutinen“ keinen ausreichenden Schutz vor Übervorteilung bieten sollten, ist es nicht zwin-

⁸ Reinhard Selten hat Modelle erarbeitet, die zeigen, wie Lernen über eine begrenzte Zahl von Schritten zur optimalen Lösung führt.

gend erforderlich, Entscheidungen mittels Bewusstsein zu treffen. Es kann sinnvoll sein, gesellschaftliche Sanktionsmechanismen zu entwickeln. Regeln der *Fairness* erscheinen geeignet. Man verlässt sich auf die Fairness des Partners, um nicht von Routinen (oder Heuristiken s.u.) abweichen zu müssen. Fairness als ethische Norm kann ein Ergebnis der Vor- und Nachteile routinisierten Verhaltens sein.

Der dritte Entscheidungsmechanismus ist das *logisch-rationale* Entscheiden (s. oben Ebene 3). Das Gehirn verfügt über die Fähigkeit, situationsspezifisch systematische Abwägungen vorzunehmen. Vielfach wird der Mensch wegen dieser Fähigkeit zu logisch rationalem Denken als „Krone“ der Schöpfung angesehen. Die Leistungsfähigkeit des logisch-rationalen Entscheidens ist aber sehr begrenzt. Nicht nur laufen die Denkvorgänge äußerst langsam ab und kosten viel Energie, sondern das bewusste Abwägen ist darüber hinaus stressanfällig und verliert sich wegen der oben skizzierten Schleife (s. Abb. 1) oft in sinnlosem Rasonieren. Es gibt keinen sicheren Weg zu erkennen, wann sich das logisch-rationale Nachdenken derart verfangen hat. Logisch-rationales Abwägen kann – in kurzer Zeit – nur Situationen relativ geringer Komplexität bewältigen. Mehr Informationen sind häufig ungünstiger als weniger.

- Die Langsamkeit des bewussten Entscheidens zusammen mit der generellen Energiemangel macht den Einsatz abkürzender Entscheidungsverfahren sinnvoll, um im Verlauf eines Tages mehr als nur einige wenige Probleme logisch-rationale bearbeiten zu können. Die von Gigerenzer erforschten *Heuristiken*, also stark vereinfachte Entscheidungsregeln, sind mögliche Lösungen für dieses Problem. Bei den Gigerenzerschen Heuristiken handelt es sich nicht zwingend um routinisiertes Entscheiden, d.h. schematisch angewandte vorformulierte Lösungen, sondern um Evaluierungsprozesse des Bewusstseins, die den Vorteil haben, deutlich weniger Ressourcen zu verbrauchen als umfangreiche Analyseprozesse.
- Über die Gigerenzerschen Heuristiken ergeben sich wieder Beziehungen zu den Modellen der Neoklassik wie auch der Prinzipal-Agent-Literatur. Denn analog zum oben behandelten routinisierten Entschei-

den kann die Anwendung von Heuristiken bei (i) genügend stabilen Umweltbedingungen mit *neoklassischen Situationen* kompatibel sein, bei (ii) starkem Wandel und der Existenz von Spezialisten und Nichtspezialisten aber auch zu Situationen *asymmetrischer Informationen* führen.

- In diesem Zusammenhang kann auch das Prinzip des *Satisficing* von Herbert Simon erwähnt werden. Wie oben gezeigt (s. Ebene 2) entwickelt das limbische System aus dem emotionalen Erfahrungsgedächtnis Ziele und Wünsche. Es gibt keine umfängliche Analyse des gesamten Entscheidungsraumes. Die Ziele und Wünsche ergeben sich, wie oben gezeigt, aus dem, was in der Vergangenheit einmal erreicht worden ist. Dieser Mechanismus hat Ähnlichkeiten mit Simons Prinzip des Satisficing.
- Entscheidungsverzerrungen, wie sie die Modelle der *Behavioral Economics* thematisiert, können in dem von uns skizzierten relativ groben Ablaufplan an mehreren Stellen verortet werden. Ursachen für systematische Verhaltensverzerrungen können in der unvollkommenen Wahrnehmung von Situationen zu finden sein. Sie könnten vielleicht auch in der hohen Bedeutung festgemacht werden, welche die im deklaratorischen und emotionalen Gedächtnis abgespeicherten Erfahrungen haben. Entscheidungen orientieren sich, wie gezeigt, an Vergleichssituationen, die nach noch nicht genau bekannten „Ähnlichkeitskriterien“ ausgewählt werden. Hier könnte ein Raum für systematische Fehlentscheidungen in bestimmten Situationen vorliegen (insbes. Framing). Allerdings haben wir diesen Aspekt wenig beleuchtet. Schließlich kann gesagt werden, dass das Instrument des Lernens aus Erfahrung dazu beitragen kann, Fehlverhalten zu perpetuieren, wenn nämlich bei nur geringen Variationen der wiederholten Situationen es überhaupt nicht auffällt, dass bessere Lösungen eigentlich erreichbar wären.

Den vierten Entscheidungsmechanismus nennt Gerhard Roth „*unbewusst aufgeschobenes Entscheiden*“. Es handelt sich um einen unbewusst ablaufenden Entscheidungsmechanismus, der wie das logisch-rationale Entscheiden Proble-

me durch systematisches Abwägen von Argumenten (unter Nutzung vorliegender Erfahrungen) lösen kann. Der Mechanismus läuft innerhalb der assoziativen Großhirnrinde ab, jedoch *vorbewusst* „im Hintergrund“, wenn die Hirnsysteme nicht mit akuten Entscheidungsproblemen befasst sind. Vornehmliches Unterscheidungsmerkmal dieses vorbewussten Systems ist seine hochgradige Parallelverarbeitung, die sich „intuitiv“ vollzieht. Dieses System ist allerdings stressanfällig, wenngleich in geringerem Maße als das Arbeitsgedächtnis. Die Lösungsfindung im vorbewussten System kann sich über Tage hinziehen. Angewiesen wird dieser vierte Entscheidungsmechanismus vom mesolimbischen System durch das „Versprechen von Belohnungen“, d.h. Dopamin.

Nimmt man alle vier Systeme zusammen, dann wird Klaus Essers Prinzip der „*Variablen Rationalität*“ verständlich und erklärlich. Esser nimmt eine endliche Zahl von Lösungsprozeduren an, die von unbewussten Gehirnsystemen situationsspezifisch aufgerufen werden. Der Ablaufplan, den wir skizzierten, ist mit einer solchen Annahme kompatibel. Er kann darüber hinaus einen Beitrag zu der bei Esser offenen Frage leisten, *wie* die verschiedenen Lösungsprozeduren aufgerufen werden.

5. Zusammenfassung

Aufgabe des vorliegenden Beitrages ist es, die neueren Erkenntnisse der Neurobiologie zum Entscheidungsverhalten von Menschen dazu zu nutzen, einen neurobiologisch fundierten *Ablaufplan* eines idealtypischen Entscheidungsvorgangs darzustellen. Wir wollten damit einen Beitrag leisten, das menschliche Entscheidungsverhalten besser zu verstehen und für Nichtbiologen anschaulich begreifbar zu machen. Zudem wollten wir versuchen, einige wichtige ökonomische Modellgruppen, deren Kernmechanismen herausragend empirisch belegt sind, deren logischer Zusammenhang bisher aber nicht deutlich genug geworden ist, als Teil eines größeren Ganzen, d.h. letztlich als Konsequenz der Arbeitsweise des Gehirns, zu verstehen.

Wir konnten zeigen, dass dies für die neoklassische Modellklasse, insbesondere die informationsökonomischen Prinzipal-Agenten-Modelle, sowie für Fairness, Satisfizierung und das heuristische Entscheiden möglich ist.

In weiteren Forschungsarbeiten können der Ablaufplan verfeinert und die skizzierten Parallelen zwischen den Arbeitsweisen von Hirnsystemen und Mechanismen ökonomischer Modelle konkretisiert werden.

Literatur

Becker, Gary, S. 1976, *The economic approach to human behavior*, Chicago: University of Chicago Press

Camerer, Colin, George Loewenstein und Drazen Prelec 2005, Neuroeconomics: How Neuroscience Can Inform Economics, in: *Journal of Economic Literature*, Vol. 43, März, S.9-64

Conlisk, John 1980, Costly Optimizers Versus Cheap Imitators, *JEBO*, Vol. 1, S.275 - 293

Cory, Gerald 2004, The consilient brain: *The bioneurological basis of economics, society, and politics*, New York u.a.: Kluwer Academic

Dijksterhuis, Ap, Maarten Bos, Loran Nordgren und Rick van Baaren 2006, On Making the Right Choice: The Deliberation-Without-Attention Effect, in: *Science*, 311, 17.Febr.2006

Esser, Hartmut 1993, The Rationality of Everyday Behavior, A Rational Choice Reconstruction of the Theory of Action by Alfred Schütz, *Rationality & Society*, Nr. 5, S.7-31

Esser, Hartmut 1996, Die Definition der Situation, *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, Nr. 48, S.1-34

Fuster, Joaquin 1995, *Memory in the Cerebral Cortex*, Bradford Book, MIT Press: Cambridge, Mass., London.

Gigerenzer, Gerd und Peter Todd 1999, *Simple Heuristics that make us smart*, NY Oxford: Oxford University Press

Gigerenzer, Gerd und Reinhard Selten (Hrsg.) 2001, *Bounded Rationality: The Adaptive Toolbox*, Cambridge MA, London: MIT Press

- Gigerenzer, Gerd 2004, Fast and Frugal Heuristics: The Tools of Bounded Rationality, in: Koehler, D. und Harvey, N. (Hg.), *Blackwell handbook of judgment and decision making*, London: Blackwell, S.62-88
- Güth, Werner und Hartmut Kliemt 2000, *From full to bounded rationality – the limits of unlimited rationality*, Center for Interdisciplinary Research, Universität Bielefeld, 27 S.
- Hartmann-Wendels, Thomas 1999, Prinzipal-Agenten-Konflikt, in: *Enzyklopädisches Lexikon des Geld-, Bank- und Börsenwesens*, Frankfurt: Fritz Knapp, S.1460 ff.
- Kahneman, Daniel und Amos Tversky 1979, Prospect-Theory: An Analysis of Decision under Risk, *Econometrica*, Nr. 47, S.263-291
- Kenning, Peter, Marco Lehmann-Waffenschmidt und Mirja Hubert 2008, Consumer Neuroscience, in: *WISU*, Nr. 8, S. 215-219
- Klopstech, Andrea 1980, *A Model of a Market Process with Bounded Rationality: An adaptive Oligopoly Market with Markovian Interaction*, Diskussionspapier, Universität Bielefeld, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Nr. 83, Bielefeld; erschienen in: *Econometrica*, Vol. 49, Nr. 1, S.247-246
- Kroneberg, Clemens 2005, Die Definition der Situation und die variable Rationalität der Akteure. Ein allgemeines Modell des Handelns, *Zeitschrift für Soziologie*, Nr. 34, Heft 5
- LeDoux, Joseph 1998, *Das Netz der Gefühle. Wie Emotionen entstehen*, Carl Hauser Verlag: München-Wien
- Lehmann-Waffenschmidt, Marco, Hain, Cornelia und Peter Kenning: „Neuroökonomie und Neuromarketing – Ziele und methodische Vorgehensweise“, *WiSt*, 10, 2007, S. 498 - 505
- Lehmann-Waffenschmidt, Marco, Hain, Cornelia und Peter Kenning 2007, Neuroökonomie und Neuromarketing. Neuronale Korrelate strategischer Entscheidungen, in: *Neuroökonomie. Neue Theorien zu Konsum, Marketing und emotionalem Verhalten in der Ökonomie*, Hrsg. B. Priddat, Metropolis Verlag: Marburg, S. 69-108
- Lindstädt, Hagen 2004, Entscheidungskalküle jenseits des subjektiven Erwartungsnutzens, in: *zfbf*, Nr. 56, S.495

- Logothetis, Nikos K., Jon Pauls, Mark Augath, Torsten Trinath und Axel Oeltermann 2001, Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal, in: *Nature* 412, S.150-157
- Magistretti, Pierre 1999, Brain energy metabolism, in: Michael Zigmond, Floyd Bloom, Story Landis, James Roberts und Larry Squire (Hrsg.), *Fundamental Neuroscience*, Academic Press: San Diego u.a., S.389-413
- Magistretti, Pierre, Pellerin, Luc, Rothman, Douglas und Shulman, Robert 1999, Energy on demand, in: *Science* 283, S.496-497
- Neus, Werner 1989, *Ökonomische Agency Theorie und Kapitalmarktgleichgewichte*, Wiesbaden: Gabler
- Nieuwenhuys, Rudolf, Jan Voogd und Christian van Huijzen 1991, *Das Zentralnervensystem des Menschen*, Springer Verlag: Berlin, Heidelberg, New York
- Oehler, Andreas 2000, Behavioral Finance. Theoretische, empirische und experimentelle Befunde unter Marktrelevanz, in: *BankArchiv*, Nr. 48, S.978-989
- Roth, Gerhard 1996, 4. Aufl., *Das Gehirn und seine Wirklichkeit, kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen*, Frankfurt: Suhrkamp Verlag
- Roth, Gerhard 2003, *Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert*, Frankfurt: Suhrkamp-Verlag
- Roth, Gerhard 2003a, *Aus Sicht des Gehirns*, Frankfurt: Suhrkamp-Verlag
- Roth, Gerhard 2007, *Persönlichkeit, Entscheidung und Verhalten. Warum es so schwierig ist, sich und andere zu ändern*. Klett-Cotta, Stuttgart.
- Roth, Gerhard und Dicke, Ursula 2005, Funktionelle Neuroanatomie des limbischen Systems, in: Förstl, Hans., Martin Hautzinger und Gerhard Roth (Hrsg.): *Neurobiologie psychischer Störungen*, Springer Verlag: Heidelberg u.a., S.1-74
- Sauermann, Heinz und Reinhard Selten 1962, Anpassungstheorie der Unternehmung, in: *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, Bd. 118, S.577-597

- Selten, Reinhard 1990, Bounded Rationality, in: *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, S.649-658
- Selten, Reinhard 2000, Thünen-Vorlesung: Eingeschränkte Rationalität und ökonomische Motivation, in: *Schriften des Vereins für Sozialpolitik*, Vol. 274, S.129-157
- Simon, Herbert 1955, A Behavioral Model of Rational Choice, in: *Quarterly Journal of Economics*, 69, S.99-118
- Simon, Herbert 1956, Rational Choice and the Structure of the Environment, in: *Psychological Review*, 63, S.129-138
- Simon, Herbert 1961, *Administrative Behaviour*, 2. Aufl., New York: Macmillan
- Simon, Herbert 1997, *Models of Bounded Rationality*, Volume 3: Empirically Grounded Economic Reason, Cambridge MA: The MIT Press
- Todd, Peter 2001, Fast and Frugal Heuristics for Environmentally Bounded Minds, in: Gigerenzer, Gerd und Reinhard Selten, Hrsg., *Bounded Rationality: The Adaptive Toolbox*, Cambridge MA, London: MIT Press
- Todd, Jay und René Marois 2004, The Capacity Limit of Visual Short-Term Memory in Human Posterior Parietal Cortex, in: *Nature* 428, S.751-753
- Thießen, Friedrich und Gerhard Roth 2007, Von der Neurobiologie zum Marktpreis – Grundlagen der Wirtschaftswissenschaften neurobiologisch betrachtet, in: *NeuroPsychoEconomics*, 2, S.44-59
- Tversky, Amos und Daniel Kahneman 1986, Rational Choice and the Framing of Decisions, *Journal of Business*, 59, S.251-278

Dresden Discussion Paper Series in Economics

- 05/07 **Günther, Edeltraud / Lehmann-Waffenschmidt, Marco:** Deceleration - Revealed Preference in Society and Win-Win-Strategy for Sustainable Management
- 06/07 **Wahl, Jack E. / Broll, Udo:** Differential Taxation and Corporate Futures-Hedging
- 07/07 **Bieta, Volker / Broll, Udo / Milde, Hellmuth / Siebe, Wilfried:** The New Basel Accord and the Nature of Risk: A Game Theoretic Perspective
- 08/07 **Kemnitz, Alexander:** Educational Federalism and the Quality Effects of Tuition Fees
- 09/07 **Mukherjee, Arijit / Broll, Udo / Mukherjee, Soma:** Licensing by a Monopolist and Unionized Labour Market
- 10/07 **Lochner, Stefan / Broll, Udo:** German Foreign Direct Investment and Wages
- 11/07 **Lehmann-Waffenschmidt, Marco:** Komparative Evolutorische Analyse – Konzeption und Anwendungen
- 12/07 **Broll, Udo / Eckwert, Bernhard:** The Competitive Firm under Price Uncertainty: The Role of Information and Hedging
- 13/07 **Dittrich, Marcus:** Minimum Wages and Union Bargaining in a Dual Labour Market
- 14/07 **Broll, Udo / Roldán-Ponce, Antonio / Wahl, Jack E.:** Barriers to Diversification and Regional Allocation of Capital
- 15/07 **Morone, Andrea / Fiore, Annamaria / Sandri, Serena:** On the Absorbability of Herd Behaviour and Informational Cascades: An Experimental Analysis
- 16/07 **Kemnitz, Alexander:** Native Welfare Losses from High Skilled Immigration
- 17/07 **Hofmann, Alexander / Seitz, Helmut:** Demographiesensitivität und Nachhaltigkeit der Länder- und Kommunalfinanzen: Ein Ost-West-Vergleich
- 01/08 **Hirte, Georg / Brunow, Stephan:** The Age Pattern of Human Capital and Regional Productivity
- 02/08 **Fuchs, Michaela / Weyh, Antje:** The Determinants of Job Creation and Destruction: Plant-level Evidence for Eastern and Western Germany
- 03/08 **Heinzel, Christoph:** Implications of Diverging Social and Private Discount Rates for Investments in the German Power Industry. A New Case for Nuclear Energy?
- 04/08 **Bieta, Volker / Broll, Udo / Siebe, Wilfried:** The Banking Firm: The Role of Signaling with Collaterals
- 05/08 **Felder, Stefan / Werblow, Andreas:** Do the Age Profiles of Health Care Expenditure Really Steepen over Time? New Evidence from Swiss Cantons
- 06/08 **Broll, Udo / Wahl, Jack E. / Wessel, Christoph:** Export Production, Hedging Exchange Rate Risk: The Duopoly Case
- 07/08 **Choi, Jay-Pil / Thum, Marcel:** The Economics of Political-Connected Firms
- 08/08 **Broll, Udo / Gilroy, B. Michael / Lukas, Elmar:** Export Production under Exchange Rate Uncertainty
- 09/08 **Broll, Udo / Schmidt, Christian W.:** The Effect of Exchange Rate Risk on US Foreign Direct Investment: An Empirical Analysis
- 10/08 **Lehmann-Waffenschmidt, B. Cornelia:** An Evolutionary Agent-Based Simulation Model for the Industry Lifecycle
- 11/08 **Mukherjee, Vivekananda / Ramani, Shyama V.:** R&D Cooperation, Asymmetrical Technological Capabilities and Rationale for Technology Parks
- 12/08 **Lehmann-Waffenschmidt, Marco / Roth, Gerhard / Thießen, Friedrich:** Die (innere) Logik des Entscheidens – Zur neurobiologischen Fundierung ökonomischer Entscheidungen

