

Frankfurt School – Working Paper Series

No. 130

Dimensionen des Wissens: Ein kognitiv-evolutionärer Ansatz auf der Grundlage von F.A. von Hayeks Theorie der „Sensory Order“

by Carsten Herrmann-Pillath

Oktober 2009



**Frankfurt School of
Finance & Management**
Bankakademie | HfB

Sonnemannstr. 9–11 60314 Frankfurt am Main, Germany
Phone: +49 (0) 69 154 008 0 Fax: +49 (0) 69 154 008 728
Internet: www.frankfurt-school.de

Abstract

The standard economic treatment of knowledge mixes a mentalist approach in game theory and an externalist approach in growth theory and related fields. This confusing state requires a philosophical clarification. I propose to start out from F.A von Hayek's approach developed in his book on *The Sensory Order*. Hayek develops an externalist approach based on neuronal monism in which the category of mental states appears as an internal construct that fills the gap which results from the fundamental impossibility that any kind of neuronal system can fully explain itself. However, Hayek does not fully develop on the potential of his own approach, especially with reference to his companion concept of distributed knowledge. I propose to connect his line of thinking with modern externalist conceptions of the mind. By this line of thinking, I can provide a philosophical foundation for recent arguments against intellectual property rights which have been systematized by Boldrin and Levine. The notion of IPR is actually lacking an ontological reference, as it falsely assumes a reification and individualization of mental facts, which is impossible to maintain in a distributed knowledge framework.

Key words: distributed knowledge; externalism; Hayek; Gödel theorem; intellectual property rights

JEL classification: B4, D8

ISSN: 14369753

Contact:

Carsten Herrmann-Pillath
Academic Director, East-West Centre for Business
Studies and Cultural Science
Frankfurt School of Finance and Management
Sonnemannstraße 9-11
60314 Frankfurt am Main, Germany
Email c.herrmann-pillath@frankfurt-school.de

This paper was presented at the Jahrestagung des Ausschusses für Wirtschaftssysteme und Institutionenökonomik beim Verein für Socialpolitik in Leipzig, 6.-8.9. 2009

Inhalt

1	Die Notwendigkeit einer philosophischen Radikalisierung des Wissensbegriffs in der Ökonomik	4
1.1	Hayeks Ansatz im Lichte der philosophischen Diskussion.....	5
1.2	Verteiltes Wissen: Woher weiß ich, was ich essen möchte?.....	6
2	Hayeks naturalistischer Begriff des Geistes.....	8
2.1	Konzeptionelle Verwerfungen im Wissensbegriff der Ökonomik	8
2.2	Der evolutionäre Ansatz zum Wissen in Hayeks „Sensory Order“	10
2.3	Wo befinden sich „Bedeutungen“?.....	12
3	Die Grenzen des Wissens und die Naturalisierung der Gödel-Sätze	14
3.1	Das Hayeksche Unmöglichkeitstheorem	14
3.2	Die Lösung: Geist superveniert auf Netzwerke von neuronalen Prozessen und evolvierenden Artefakten.....	18
4	Verteiltes Wissen und ökonomische Institutionen.....	20
4.1	Soziale Epistemologie und verteilte Kognition	20
4.2	Die Autonomie der Wissens evolution und die Implikationen für geistige Eigentumsrechte.....	23
	Literaturverzeichnis	26

Most great inventions are cumulative and simultaneous; most great inventions could have been introduced simultaneously, or almost so, by many different inventors and companies, competing among them to improve the product and to sell it to the consumers at a price as low as possible; most great inventions could have spread more rapidly and improved more quickly if the social productive capacity that simultaneous inventions generate had been usable; all of us, but a dozen undeserving monopolists, would have been better off. None of this has happened, and none of this is happening, because the system of intellectual monopoly blocks it.

Boldrin and Levine (2008, Chapter 8).

1 Die Notwendigkeit einer philosophischen Radikalisierung des Wissensbegriffs in der Ökonomik

Wissen ist ohne Zweifel eine zentrale Kategorie der Wirtschaftswissenschaft. Dennoch fehlt es an einer gründlichen philosophischen Behandlung dieses Konzeptes im ökonomischen Kontext. Eine solche philosophische Betrachtungsweise ist unumgänglich, schon alleine weil die jüngeren Entwicklungen der Philosophie - insbesondere der „Philosophy of Mind“ in der Tradition der angloamerikanischen analytischen Philosophie - sehr wichtige Einsichten und Ansätze gebracht haben, die auch für die Ökonomie bedeutend sind; und zwar nicht nur in grundsätzlicher Hinsicht, sondern auch für die Behandlung von praktischen Fragen institutioneller Gestaltung der Wissensproduktion und –verbreitung.

Es geht im Folgenden darum, Wissen als *ontologische* Kategorie zu analysieren. Das bedeutet, ich frage, welches unsere grundlegenden Annahmen über „Wissen“ als ein Aspekt der ökonomischen Wirklichkeit sind. Ist Wissen ein Ding oder ist es ein Prozess? Lässt sich Wissen in Elemente zerlegen, oder besteht es aus unzerlegbaren Gesamtheiten? Sind die Gegenstände des Wissens selbst unabhängig vom Wissen? Wie konstituiert sich die Subjekt / Objekt Relation im Wissen? Bei der Antwort auf diese Fragen werde ich vor allem auf *Hayeks* (1952) Überlegungen zur „Sensory Order“ zurückgreifen. Dieses Buch erlaubt es, die Brücke zwischen Wirtschaftswissenschaft und Philosophie zu schlagen, so wie dies auch im *Hayek*-schen Werk selbst geschieht. Ich werde die Konsequenz ziehen, dass unser etabliertes Konzept „geistiger Eigentumsrechte“ Wissen in irreführender Weise vergegenständlicht und individualisiert, und biete somit eine philosophische Unterstützung für die radikale Kritik am „intellectual monopoly“, die *Boldrin* und *Levine* (2008) als Summe der jüngeren ökonomischen und wirtschaftshistorischen Literatur zu dieser Frage formuliert haben.

1.1 Hayeks Ansatz im Lichte der philosophischen Diskussion

Die ontologische Fragestellung ist als solche keine typische Frage in der gegenwärtigen philosophischen Behandlung des Wissensbegriffs. *Anacker (2007)* unterscheidet hier drei Phasen, die ontologische, die mentalistische und die linguistische. Die ontologische Frage beherrschte die antike und mittelalterliche Philosophie, fokussierte das Seiende und vernachlässigte das grundlegende Problem, wie das Seiende überhaupt erkennbar ist. Diese Perspektive beherrschte die Philosophie seit dem Übergang zur Neuzeit, d.h. im weitesten Sinne, es ging darum, wie die Welt dem Geist überhaupt zugänglich sein kann. Die dritte Phase, die linguistische, setzt im 20. Jahrhundert ein und kulminiert in der analytischen Philosophie der anglo-amerikanischen Tradition, allerdings angestoßen vor allem durch die Debatten im Umfeld des Wiener Kreises. Wenn ich nun also eine ontologische Frage angehe, dann bedeutet dies eine Rückkehr zu den historischen Wurzeln der Problemstellung. Der Grund für dieses Vorgehen liegt zum einen darin, dass, wie bereits skizziert, in der Wirtschaftswissenschaft sich tatsächlich die einfache, fast naive Frage stellen lässt, welches ein Ding eigentlich das Wissen sei. Darüber hinaus werden wir aber auch sehen, dass die sprachtheoretische Diskussion des Wissensbegriffs selbst wieder auf eine ontologische Perspektive zuführt. Das hängt im Wesentlichen damit zusammen, dass wir, erneut naiv, fragen können, welches ein Ding eigentlich die Sprache sei. Denn die sprachanalytische Philosophie führt immer wieder auf die grundlegende Thematik der ontologischen Unterscheidung zwischen mentalen und physikalischen Phänomenen hin.

Dementsprechend ist es eine äußerst wichtige Frage, ob Wissen ein mentales oder ein physikalisches Phänomen ist, bzw. was eigentlich geschieht, wenn wir diese ontologische Differenzierung gar nicht akzeptieren, sondern, wie dies unserem heutigen wissenschaftlichen Weltbild am ehesten gerecht wird, die Existenz mentaler Phänomene verneinen. Denn gleichzeitig ist es weithin selbstverständlich, und durchaus auch für die philosophische Literatur eher üblich, Wissen als ein mentales Phänomen zu begreifen, insofern der Begriff auf ein erkennendes Subjekt bezogen wird, derart dass der Startpunkt aller Überlegungen die Aussage ist:

S weiß, dass *p*

und dann darüber diskutiert wird, was nun folgt, wenn man diese Aussage mit einem „genau dann, wenn...“ fortsetzt. Das ist die ungemein folgenreiche Cartesianische Perspektive, die uns bei der Betrachtung des Wissensbegriffs seit dem Einsetzen der Neuzeit immer wieder zur Frage hinführt, wie ein erkennendes Subjekt Wissen begründen kann. Ich möchte in aller Unbescheidenheit diesen Cartesianischen Ballast abwerfen. Das ist im Endergebnis nur in einer evolutorischen Ontologie möglich.

Meine Überlegungen nehmen einen sehr konkreten dogmengeschichtlichen Ausgangspunkt, auch wenn sie nicht lediglich Fußnoten zu diesem sind. Das ist das Werk *von Hayeks*. Dabei geht es vornehmlich um die Beziehung zwischen seiner Analyse der „Sensory Order“ und den Ideen zum verteilten Wissen (*Hayek, 1945*) und zur Rolle von Regeln als den konstitutiven Elementen von Wissen (*Hayek, 1973*). Auch wenn die zentrale Rolle der ersteren für die Hayeksche Theorie inzwischen weithin anerkannt ist (*Steele 2002; Streit 2008*), fehlt es nach wie vor an einer Ausarbeitung der Konsequenzen für die Wirtschaftswissenschaft im Allgemeinen, und natürlich für den Wissensbegriff im Besonderen. Dazu ist es erforderlich, die *Hayek*-sche Position im Lichte neuester philosophischer Entwicklungen zu aktualisieren und dann zu verallgemeinern. Das ist die engere Aufgabe dieses Papiers. *Hayek* hat eine äußerst interes-

sante Position entwickelt, die einerseits monistisch-physikalistisch ist, gleichzeitig aber mentale Phänomene in dem Sinne anerkennt, als sie sich evolutorisch aus der Funktion ableiten, grundlegende Paradoxa der Selbstreferenz rein physikalisch operierender Systeme – d.h. hier Systeme, die sich aus Nervenimpulsen in komplexen neuronalen Netzen konstituieren – zu lösen. Ich gehe dann aber weit über *Hayek* hinaus, indem ich eine Lücke in seiner Argumentation zu schließen versuche, nämlich wie sich seine neurophilosophische Position mit dem Begriff des verteilten Wissens verbinden lässt, und wie wir konsequenterweise auch das verteilte Wissen physikalistisch deuten können. Dazu nehme ich auf die Weise Bezug, wie die alte ontologische Fragestellung in der heutigen analytischen Philosophie aufleuchtet, nämlich als Differenzierung zwischen *Internalismus* und *Externalismus*. Ich skizziere einen externalistischen Ansatz zur Analyse des Wissens in der Wirtschaftswissenschaft, in dem der mentale Charakter des Wissens radikal abgelehnt wird. Das heißt, salopp gesprochen, ich werfe das Subjekt *S* aus der oben angeführten Basisformulierung heraus.

Das ist sicherlich fast skandalös, und um die Akzeptanz beim geeigneten Leser zu erhöhen, möchte ich zunächst eine beispielhafte Illustration geben.

1.2 Verteiltes Wissen: Woher weiß ich, was ich essen möchte?

Mein Beispiel sei unser Wissen über die richtige Form der Ernährung. In der neueren ökonomischen Literatur erfährt diese Thematik relativ viel Aufmerksamkeit, weil insbesondere in den USA falsche Ernährungsgewohnheiten hohe Kosten für das Gesundheitssystem verursachen, insbesondere durch Übergewicht. Gleichzeitig scheint es sehr schwierig, das allgemein verbreitete und auch leicht verständliche Wissen um die richtige Form der Ernährung tatsächlich zu nutzen. Das führt in den USA zu politischen Diskussionen über gesetzlich verordnete Intensivierungen des Wissenstransfers, wie beispielsweise die Verpflichtung, in Speisekarten von Restaurants Kalorieninformationen zu geben. Die Ökonomen treten nun neuerdings mit dem auch in der Öffentlichkeit viel beachteten Konzept des „nudging“ hervor, um richtiges Ernährungsverhalten durchzusetzen (*Downs et al. 2009*). Darunter versteht man bestimmte Arrangements und Mechanismen, die Menschen sozusagen „anschubsen“, von selbst zu den richtigen Entscheidungen zu gelangen, ohne dies dann großartig reflektieren zu müssen (*Thaler / Sunstein 2009*). Beispielsweise könnte schon ein geeignetes Arrangement des Menüs ausreichen, um die eigentlich „rationale Wahl“ zu ermöglichen.

Der springende Punkt dieser Debatte ist in unserem Zusammenhang folgender. Erstens müssen wir zur Kenntnis nehmen, dass Menschen offenbar nicht selbstverständlich über das notwendige Wissen verfügen, welche Ernährungsformen die richtigen sind. Das wird gewöhnlich als ein Kontrast zwischen Vernunft und Trieben kolportiert, d.h. selbst wenn wir wissen, dass wir zu viel essen, können wir dem Drang nur schwer widerstehen. Die Frage stellt sich aber, wieso wir nicht bereits als Ergebnis der menschlichen Evolution mit diesem Wissen ausgestattet sind, handelt es sich hier doch um ein elementares Bedürfnis. Man kann daher den Vernunft/Trieb Kontrast auch anders deuten, nämlich dass unser Ernährungsverhalten in wesentlicher Weise durch externe Faktoren bedingt ist, die in diesem Sinne externe Quellen des Wissens über die richtige Ernährung sind. Ich ver falle also nicht meinen Trieben, wenn ich zu viel esse, sondern aktiviere eine Fülle von externen Informationen, die in Merkmalen der Umgebung repräsentiert sind, beispielsweise in der Art und Weise, wie Essen zubereitet und portioniert wird, und wie sich andere Menschen verhalten (vgl. *Mansik et al. 2009*).

Die Idee des „Nudging“ besteht nun darin, diese Tatsache der Externalisierung von Wissen anzuerkennen und demzufolge durch Manipulation der Umgebung zu erreichen, dass sich richtiges Ernährungsverhalten durchsetzt. Denn Untersuchungen haben gezeigt, dass selbst explizite Kalorieninformationen nicht ausreichen, um richtiges Verhalten zu verursachen. Erfolgreicher sind die erwähnten „Tricks“ wie eine geeignete Positionierung der gesünderen Kost auf der Speisekarte.

Dieses Beispiel ist eine gute Illustration des Konzepts des verteilten Wissens aus Sicht des Externalismus. Wenn ein Konsument nun ein von *Richard Thaler* und Kolleginnen konzipiertes Restaurant besucht und die ernährungswissenschaftlich richtige Wahl trifft, wo müssen wir dann das Wissen lokalisieren, das dieser Wahl zu Grunde liegt? Offensichtlich ist es gar nicht notwendig anzunehmen, dass das Wissen ein individueller *mentaler* Tatbestand ist. Es ist lokalisiert in der Umgebung des Restaurants (der Speisekarte, den Portionierungen etc.) und weiter reichend in den sozialen Netzwerken, die zwischen den Theoretikern des Nudging, den Politikern und den Restaurantbetreibern bestehen. Auch in diesen Netzwerken ist das Wissen nicht notwendigerweise an einer Stelle konzentriert, so dass etwa der Restaurantbetreiber die Theorie des Nudging nur ansatzweise kennt. Umgekehrt ist die Theorie des Nudging selbst auf unvollständigem Wissen über das Verhalten der Individuen aufgebaut, was sich in der laufenden Debatte um empirische Validität in der Wissenschaft niederschlägt.

Aus der Perspektive dieser Beschreibung ergibt sich, dass Wissen um die angemessene Ernährung größtenteils außerhalb der Individuen liegt: Gerade die Ernährung ist ein in hohem Maße kulturell bestimmtes Phänomen, also ein Musterbeispiel für die Koevolution von Biologie und Kultur des Menschen, und weniger individueller Optimierung (*Boyd / Richerson 2005*). Mentale Tatbestände spielen eine Rolle, aber nur als eine Funktion im gesamten Prozesszusammenhang, zum Beispiel bei der Wahl eines bestimmten Gerichts. Unser Beispiel der Ernährung ist also eine Illustration dessen, was der Philosoph *Hillary Putnam* die „epistemic division of labour“ genannt hat: Individuelles Wissen wird dekonstruiert in ein Netz von Individuen und Artefakten (vgl. *Schützeichel 2007*). Diese Sichtweise der „sozialen Epistemologie“ deckt sich inzwischen mit vielen Ansätzen zur Wissensforschung im engeren Sinne, also vor allem auch der Wissenschaft und Technik. Das Wissen, ein Flugzeug zu fliegen, ist nur in geringem Maße im Piloten verdichtet, sondern verteilt sich über ein hochgradig vernetztes System von Akteuren und Artefakten (*Callon, 2008*).

Externalistische Konzeptionen des Wissens ziehen nun eine radikale Konsequenz, dass demzufolge Wissen gar kein mentales Phänomen ist. Vielmehr ist unser Wissen um mentale Phänomene selbst externalistisch zu begründen. Woher weiß ich eigentlich, dass ich weiß, dass *p*? Der Cartesianische Zweifel und seine Auflösung durch das „Ich denke, also bin ich“ setzt tatsächlich viel zu spät in der Analyse des Wissensproblems an. Denn bereits die reine Tatsache, dass es einen kausalen Prozess gibt, der eine Entität zur Äußerung dieses Satzes verursacht, beweist, dass dieser Satz eine Funktion in dieser Welt haben muss. Die Ursache, die zur Äußerung des Satzes führt, muss selbst existent sein. Plakativ gesprochen, denkt nicht der Geist diesen Satz, und kann dann weitere Überlegungen anstellen, wie darüber hinaus gehendes Wissen begründbar ist, sondern die Welt denkt den Geist, im Sinne einer rein physikalischen Verursachung des Gedankens im Sinne eines bestimmten Zustandes eines neuronalen Systems.

Halten wir nun an dieser Stelle inne. Die Problematik als solche dürfte inzwischen klar geworden sein. Die grundsätzlichen Fragen zur Natur des Wissens haben direkte Relevanz für

unser ökonomisches Verständnis von Institutionen. Zum Beispiel setzt die Idee eines geistigen Eigentumsrechtes implizit voraus, dass Wissen Gegenstandscharakter hat, gleichzeitig aber individualisierbar ist als mentaler Tatbestand, nämlich eine „Idee“. Ähnlich unterstellt auch die Idee des Humankapitals, dass Wissen akkumulierbar ist. Die Wirtschaftswissenschaft überspringt häufig die Phase gründlicher philosophischer Klärung solcher Vorstellungen, indem sie direkt zur Konstruktion empirischer Korrelate übergeht und dann, ganz im Sinne der Friedman'schen Konzeption positiver Ökonomik, die Theorie anhand der Validität ökonometrischer Schätzungen bewertet. Dieses Verfahren ist freilich wissenschaftstheoretisch längst demontiert, und rechtfertigt sich nur als Gewohnheitsrecht der Ökonomen. Insofern ist die Last systematischer Klärungen der Grundbegriffe unvermeidbar.

2 Hayeks naturalistischer Begriff des Geistes

2.1 Konzeptionelle Verwerfungen im Wissensbegriff der Ökonomik

In der herrschenden Lehre gibt es zwei Weisen des ökonomischen Zugangs zum Phänomen des Wissens, die interessanterweise nicht ganz widerspruchsfrei zueinander stehen.

Die eine besteht darin, Wissen als einen Stock zu behandeln, der bestimmte ökonomische Effekte generiert (*Jones 2002*; kritisch hierzu *Metcalfe 2001*). Wissen wird hier als objektivierbar und reifizierbar betrachtet, auch wenn die unterliegenden Prozesse durchaus dynamische sind, wie etwa positive Externalitäten. Gleichwohl verschwindet diese Dynamik in der aggregierten Betrachtungsweise, und Wissen wird also vergleichbar anderen Formen des Kapitals, was die (bekanntlich problematische) Annahme der Teilbarkeit und Summierbarkeit anbetrifft. Das bedeutet auch, dass Wissen im Prinzip unabhängig ist von den Handlungen einzelner Akteure: Wissen und Geist sind getrennt voneinander, und Wissen wird allenfalls als Gegenstand mentaler Operationen betrachtet, die aber im aggregierten Ergebnis verschwinden. Das erlaubt dann vor allem den Übergang zu einer aggregativen Analyse in der Wachstumstheorie. Dem unterliegt dann auch eine ganz bestimmte Vorstellung zur Entwicklung des Wissens, nämlich im Sinne einer linearen Progression. Genau diese lineare Progression schlägt sich dann in den langfristig geglätteten Wachstumslinien des Sozialprodukts nieder.

Man kann sicher sagen, dass dieser Begriff des Wissens ein externalistischer ist, der gleichzeitig neutral ist in Bezug auf die Individualisierungsthese. In der ökonomischen Welt ist Wissen ein „Ding“, das bestimmte kausale Kräfte besitzt, die sich in mathematisch-funktionalen Zusammenhängen ausdrücken lassen.

Die zweite Betrachtungsweise findet sich vor allem in der Spieltheorie (*Samuelson 2004*). Hier ist Wissen eindeutig propositionales Wissen in der Form „S weiß dass p “, wobei es sich bei p zumeist um Propositionen über das Wissen anderer Agenten handelt, aber nicht notwendigerweise, wie zum Beispiel auch Zustände der Natur. Jedoch spielt das Wissen über das Wissen anderer eine zentrale Rolle, weil Annahmen über „gemeinsames Wissen“ definierende Kraft für die Spielsituation haben. Die Strategiewahl hängt wesentlich ab vom Wissen über die möglichen Strategiewahlen der anderen Spieler. In dieser Sichtweise ist Wissen also kein Gegenstand, sondern ein mentaler Zustand eines Akteurs. Das Gleichgewicht eines Spieles ist

eine mentale Koordination, die dann gemäß der Spielform Payoffs generiert, die materialen Charakter haben. Diese Annahme gilt generell für die klassische Spieltheorie, wird aber speziell thematisiert in der sogenannten epistemischen Spieltheorie (*Brandenburger 2007*). Die Spieltheorie ist daher im allgemeinen Sinne der epistemologischen Phase des Wissensbegriffs in der Philosophie zuzuordnen, ist also nicht eigentlich zur sprachanalytischen Phase vorgezogen. Wie wir unten sehen werden, entstehen viele Probleme der Spieltheorie genau durch diese philosophische Lücke.

Es ist instruktiv, dies mit der evolutionären Spieltheorie zu vergleichen (vgl. *Sugden 2001*). Die evolutionäre Spieltheorie kann viele Probleme der klassischen Spieltheorie vermeiden, gerade weil sie keinen mentalistischen Wissensbegriff besitzt, sondern Strategien als Regeln begreift, die in einer Population von Regeln einem Selektionsprozess ausgesetzt sind. Hier muss also nicht unterstellt werden, dass Wissen die Form „S weiß, dass p“ besitzt. Insbesondere ist es nicht notwendig, dass „S weiß, dass S weiß dass p“, und die Annahme des Common Knowledge wird irrelevant.

Genau diese Differenzierung zwischen der klassischen und der evolutionären Spieltheorie führt uns aber zu einer dritten Position in bestimmten Denkschulen der Ökonomie, die bislang nicht die herrschende Meinung darstellt, aber durchaus in eher politiknahen Konzeptionen der „knowledge economy“ eine bedeutende Rolle spielt (*Foray, 2004*). Hier wird Wissen differenziert in Wissen, das gewusst wird, und solches, das nicht gewusst wird. Diese Idee spielt auch eine zentrale Rolle in *Hayeks* Denken, ist aber vor allem sehr einflussreich in der Managementwissenschaft, dort als Differenzierung zwischen explizitem und implizitem Wissen (tacit knowledge). In beiden Fällen geht es darum, dass eine Form des Wissens identifiziert wird, die zwar erfolgreiches individuelles Handeln ermöglicht, aber gleichzeitig nicht Gegenstand individuellen Wissens ist. Das bedeutet, es wird der grundsätzliche, in der philosophischen Tradition schon lange vollzogene, aber in den fundamentalen Überlegungen nicht immer bedeutende Unterschied zwischen Wissen in propositionaler Form und Wissen als eine Disposition zu erfolgreichem Handeln gemacht (*Brüggen, 1974*). Wissen als Disposition erfordert nicht notwendigerweise, dass ich weiß, was ich weiß, wenn ich weiß, dass ich weiß (vgl. *Dretske, 2004*). Ich weiß also, dass ich Fahrrad fahren kann, weiß aber unter Umständen nur rudimentär, was eigentlich diese Fähigkeit ausmacht. Ist dieser Schritt aber erst einmal vollzogen, ist auch klar, dass es Dispositionen geben kann, von denen ich gar nicht weiß, dass ich sie habe. Mein Immunsystem kann Krankheitserreger abwehren, die ich gar nicht bemerke und kenne. Oder es kann der Fall sein, dass ich ein bestimmtes Wissen meine zu besitzen, die eigentliche Funktion aber gar nicht kenne. Beispielsweise kann ich einem religiösen Reinlichkeitsritual folgen, weiß aber nicht, dass es die Funktion besitzt, die Verbreitung bestimmter Krankheiten zu unterbinden. Falsches propositionales Wissen kann also richtiges dispositionales Wissen sein (*Rappaport 1979* spricht von der „evolutionary significance of lies“).

Wie man sofort sieht, ist hier die vorher aufgezeigte begriffliche Ambiguität des Wortes „Wissen“ Vater des Gedankens: Denn „Wissen“ kann einerseits Wissen₁ als Objekt bezeichnen, also im Sinne der Inhalte des Wissens₁, andererseits aber als Zustand eines Akteurs, der weiß₂. Sobald man diese Unterscheidung trifft, kann man sagen, dass es möglich ist, Wissen₁ zu besitzen, ohne zu wissen₂. Dabei ist zu beachten, dass Wissen₁ durchaus weiter differenziert werden kann in ein Wissen₁, das sich auf den Wissensbestand eines einzelnen Individuums bezieht, oder ein Wissen₁, das geteiltes Wissen₁ in einer Menge von Individuen ist. Das heißt, man unterscheidet zwischen subjektiv gültigem und intersubjektiv gültigem Wis-

sen, wobei der Gegenstandscharakter des Wissen₁ sich hier durch die „Objektivität“ des intersubjektiven Wissens einstellen kann, also letztlich Reflex eines Prozesses der kollektiven Wahrheitsfindung ist. Hinzu kommt, dass Wissen₁ im dispositionalen Sinne gar nicht notwendigerweise auf ein epistemisches Subjekt bezogen ist. Das wirft allerdings die Frage auf, was Wissen dann eigentlich ist. Sein Objektcharakter ergibt sich nämlich nur scheinbar aus der impliziten Bezugnahme auf einen externen, zumeist wissenschaftlichen Beobachter, der Wissen propositional abbildet, das er aus der Beobachtung einer Funktionalität gewinnt. Durch die propositionale Rekonstruktion scheint Wissen als Objekt, obgleich es im ursprünglichen Zusammenhang eigentlich einen Prozessaspekt bezeichnet.

Ich habe deswegen an anderer Stelle die Differenzierung von referentiellem und nicht-referentiellem Wissen eingeführt (*Herrmann-Pillath, 1997, 2002*). Referentielles Wissen bezieht sich auf Wissen₂ im Sinne, dass es eine Relation zwischen Subjekt und Objekt voraussetzt, nicht-referentielles bezieht sich auf Wissen₁, d.h. blendet ein erkennendes Subjekt vollkommen aus, kann aber zu Wissen₁ werden, wenn es Gegenstand einer propositionalen Beschreibung wird. Diese Unterscheidung ist natürlich nicht zwingend, sondern hängt von der Definition des Wissens ab. In weiten Teilen der philosophischen Literatur wird Wissen immer und grundsätzlich auf ein erkennendes Subjekt bezogen, meint also Wissen₂, wie auch in der klassischen Spieltheorie. Wie wir aber gesehen haben, ist das gerade in der Wirtschaftswissenschaft nicht immer der Fall. Implizites Wissen₁ bezieht sich auf ein handelndes, nicht aber auf ein erkennendes Subjekt, und Wissen₁ als Stock existiert scheinbar unabhängig von seinen Nutzern.

Dass diese Unterscheidungen nun aber nicht ontologisch harmlos sind, zeigt die Debatte in der Ökonomik über die Folgen, die sich aus dem Konzept des impliziten Wissens für die Theorie der Firma ergeben (*Foss 1993, 1994; Hodgson / Knudsen, 2004, 2006*). Implizites Wissen hat die Form von Routinen. Eine Routine ist eine kollektive Disposition im Verhalten der Mitglieder einer Unternehmung, die im Wettbewerbsprozess selektiert und stabilisiert wurde. Die Routine muss nicht notwendigerweise den Mitgliedern selbst bekannt sein, bzw. es besteht gegebenenfalls bei niemandem propositionales Wissen darüber, warum und wie die Routine zu erfolgreichem Handeln führt. Gleichwohl könnte ein externer Beobachter diese Routine als Regel rekonstruieren. In diesem Falle aber ergibt sich die Objektivität des impliziten Wissens nicht primär durch seine Beschreibbarkeit, sondern dadurch, dass die Firma zu einem irreduziblen sozialen Faktum wird.

2.2 Der evolutionäre Ansatz zum Wissen in Hayeks „Sensory Order“

Man kann die angerissene konzeptionelle Problematik besonders eindeutig fassen, wenn man eine möglichst abstrakte Definition von Wissen verwendet, die nicht-propositional ist, sondern auf zwei differenzierte Systeme Bezug nimmt. Das ist die Definition von Wissen als Regel (vgl. *Holland, 1995*). Sie hängt eng mit der auch in der ökonomischen Literatur verbreiteten Definition von Wissen als einer Fähigkeit zur Problemlösung zusammen (etwa bei *Mantzavinos, 2001*) und geht auf evolutionäre Ansätze, insbesondere der Evolutionären Epistemologie zurück (*Engels, 1989*). Wissen ist dann eine Regel der Form „wenn a, dann b“, die ein System mit einem anderen in einer Weise verkoppelt, so dass die Regel eine Regelmäßigkeit des Systems B darstellt und Grundlage einer Regelmäßigkeit des Systems A ist, das mit B in einer kausalen Beziehung steht, derart dass die Interaktion zwischen System A und System B

der Funktionalität des Systems *A* förderlich ist. Dabei ist die Verwendung des Begriffs der „Darstellung“ bereits problematisch, aber sprachlich notwendig, um überhaupt die Beziehung zwischen System *A* und *B* zu formulieren. Denn die „wenn *a*, dann *b*“ Regel ist natürlich eine Proposition. Noch einfacher wäre die Beschreibung von Wissen als eine kausale Kopplung zwischen zwei Regelmäßigkeiten in System *A* und System *B*, derart dass die Funktionalität des Systems *A* unterstützt wird. Das ist nichts anderes als eine sehr allgemeine Beschreibung eines evolutionären Prozesses, der zur Generierung von Information führt (*Ben Jacob* 1998; *Ben Jacob et al.* 2006).

Es stellt sich dann als entscheidendes philosophisches Problem heraus, ob diese kausale Kopplung selbst voraussetzt, dass in System *A* eine Repräsentation des Systems *B* vorhanden sein muss, und wenn ja, was diese Repräsentation darstellt (*Godfrey-Smith*, 2007). Deswegen ist es sinnvoll, zwischen Regel und Regelmäßigkeit zu unterscheiden. Wissen kann dann als eine Regelmäßigkeit verstanden werden, die sich als Regel konstituiert, und zwar entweder im System *A* selbst, so dass in diesem Falle die Regel „wenn *a*, dann *b*“ eine Quasi-Proposition ist, die sich auf System *B* als Gegenstand bezieht, oder in der Wahrnehmung eines außenstehenden Betrachters, der das System *A* rekonstruiert, und zwar als eine Menge von Regeln.

Man kann diesen Punkt in einfacher Weise am Beispiel eines Thermostates illustrieren (vgl. die Diskussion bei *Dretske*, 1995). Der Thermostat reguliert die Raumtemperatur, hat also eine Funktionalität. Er kann durch eine „wenn, dann“ Regel beschrieben werden. Bedeutet das aber auch, dass er eine Repräsentation der Umwelt aufweist? Jeder würde wohl zustimmen, nein. Der Thermostat ist kein mentales Phänomen. Woher kommt aber seine Funktionalität? In seinem Fall ist sie Ergebnis des Designs durch eine Ingenieurin, die auf der Basis mentaler Zustände arbeitet. Die biologische Temperaturregelung im Körper kommt aber ohne Design aus. Sie ist Ergebnis eines evolutorischen Selektionsprozesses. Damit kommen wir aber an einen entscheidenden Punkt. Wenn wir Wissen als einen mentalen Zustand beschreiben, greifen wir dann nicht einfach zu kurz und extrapolieren unkritisch unsere eigene Erfahrung der Introspektion? Könnten wir gegebenenfalls nicht diese mentalen Zustände selbst weiter auf eine Funktionalität reduzieren, die derjenigen des Thermostates vergleichbar ist? In der Tat, die meisten von uns würden wohl zustimmen, wenn ich schreibe, dass ein noch so komplexer Computer nichts anderes ist als ein höchst komplizierter Thermostat. Ein Computer weist durchaus Repräsentationen auf, im Sinne von internen Abbildungsrelationen. Viele Menschen würden aber sagen, dass dies keine mentalen Zustände sind, weil die Repräsentation selbst „nur“ eine Funktionalität ist. Warum können wir dann aber nicht umgekehrt sagen, dass dies auch für mentale Zustände gilt? Ist es also sozusagen eine epistemische Selbsttäuschung, wenn wir aufgrund der Introspektion glauben, es gäbe mentale Zustände, ein falsch verstandenes „Cartesianisches Theater“ (vgl. *Dennett*, 1991)?

Wir laufen also auf ein fundamentales Dilemma zu. Es ist der Cartesianische Fehlschluss, von der Selbsterfahrung mentaler Zustände letzten Endes den Schluss zu ziehen auf einen ontologischen Dualismus, im Sinne einer Unterscheidung zwischen Geist und Materie. Tatsächlich aber ist für diese Unterscheidung in einem modernen wissenschaftlichen Weltbild gar kein Raum mehr. Es gibt keine Alternative zum Monismus im Sinne eines Naturalismus, d.h. insbesondere der Annahme der kausalen Schließung einer physikalischen Welt (zum Begriff des Naturalismus siehe *Papineau*, 2007). Dann dürften wir aber auch nicht mehr von mentalen Zuständen sprechen, sondern nur von Funktionalitäten eines neuronalen Systems, also des

Gehirns. Das hätte dann sofort die Konsequenz, dass auch Wissen nicht mehr als mentaler Zustand zu begreifen ist.

Genau diese Problematik hat nun *Hayek* in seiner „Sensory Order“ diskutiert. Ohne hier auf Details eingehen zu können, befasst er sich mit der Beziehung zwischen drei „Ordnungen“, der physikalischen, der neuronalen und der mentalen. Mentale und neuronale Ordnung sind Klassifikationssysteme, wobei die neuronale Ordnung auch ein physikalisches Phänomen ist. Im obigen Sinne kann jede Art von Klassifikation als „wenn, dann“ Schema interpretiert werden, insofern die Klassifikation auf einer Regel basieren muss, die bestimmte Inputs und Outputs miteinander verbindet. Hayek argumentiert nun, dass ontologisch die Ordnung der Sinneswahrnehmung nur auf neuronalen Netzen und Impulssequenzen beruhen kann. Klassifikationen entstehen als Rückkopplungsmechanismen zwischen physikalischen Inputs und einer Sequenz von Aktivierungen neuronaler Gruppen auf unterschiedlichen Ebenen, derart dass der einzelne Input in ein zunehmend komplexeres System von internen Vernetzungen eingebettet wird. Letzten Endes ist diese Sequenz dann mit motorischen Outputs verkoppelt, so dass die Funktionalität der resultierenden Klassifikation durch die Ermöglichung erfolgreichen Handelns, gemessen an einer phylogenetisch verankerten Bewertung, zum Standard für die Angemessenheit der Repräsentation der physikalischen Ordnung wird.

Das bedeutet aber eigentlich, dass die mentale Ordnung im Grunde redundant ist; wir werden gleich noch sehen, warum das in einem sehr besonderen Sinne nicht der Fall ist. Hier sei zunächst nur festgehalten, dass also im Hayekschen Ansatz Wissen₂ grundsätzlich immer als Wissen₁ erklärt werden kann und muss, und als eine Korrelation von internen neuronalen Regelmäßigkeiten und externen physikalischen Regelmäßigkeiten begriffen wird, ganz im Sinne der oben skizzierten abstrakten Definition. Die mentale Ordnung muss in diesem Zusammenhang *prima vista* selbst als eine Funktionalität erklärt werden. Anders gesagt, Wissen₂ kann eine Form von Wissen₁ sein, ohne dass Wissen₂ Wissen₁ abbildet. Es kann also beispielsweise sein, dass falsches Wissen₂ richtiges Wissen₁ ist, wenn es eine entsprechende Funktion hat.

Hayek zieht aus dieser Analyse eine sehr weitreichende Schlussfolgerung über die Evolution des Wissens, soweit dieser Begriff auf neuronale Systeme bezogen wird (vgl. *Herrmann-Pillath*, 1992): Wissen werde zunehmend tautologisch, weil mit der zunehmenden Komplexität des neuronalen Systems die internen Klassifikationsschemata zunehmend unabhängig von Umwelteinflüssen würden, und zwar im Sinne, dass die internen neuronalen Zustände stets in ein funktionales Gleichgewicht fänden, also nicht mehr störbar sind (eine Hypothese, die interessanterweise auch *Piaget* entwickelt hat). Da Hayek eindeutig von einem evolutorischen Konzept ausgeht, d.h. die Entwicklung des neuronalen Systems als Ergebnis eines Selektionsprozesses versteht, befindet sich diese Annahme in grundsätzlichem Widerspruch zur Position *Karl Poppers* (1973), der bekanntlich gerade sein Falsifikationsprinzip evolutorisch begründete. Dieser Gegensatz verdeutlicht die massiven philosophischen Probleme, die sich aus dem naturalistischen Ansatz zum Wissen ergeben.

2.3 Wo befinden sich „Bedeutungen“?

In der neueren philosophischen Diskussion wird die angerissene Problematik im Rahmen der Debatte über den Externalismus behandelt (Überblick bei *Schantz*, 2004a). Sie ist ungemein komplex und vielschichtig, und ich kann sie hier nur sehr verkürzt darstellen. Grundsätzlich findet die Auseinandersetzung zwischen Internalismus und Externalismus anlässlich der Frage

statt, ob Wissen rein intern begründet werden kann, oder ob es immer und notwendigerweise auf kausalen Kopplungen mit der Welt beruht. Der Internalismus ist mindestens seit *Descartes* die dominante Position in der westlichen Epistemologie und vertritt die Auffassung, dass es zumindestens wesentliche Wissensbestandteile gibt, die rein intern generiert werden, wie im Falle des Cartesischen Zweifels und seiner Lösung. Anders gesagt, ist der Internalismus die Reaktion auf den Skeptizismus, der sich seit *Hume* gerade aus einer empiristischen Epistemologie ableitet. Diese Cartesianische Position unterliegt auch dem Mentalismus in der Spieltheorie, wie oben skizziert.

Der Externalismus versucht zu zeigen, dass alle Formen sogenannter mentaler Inhalte auf Kausalbeziehungen mit der „Außenwelt“ beruhen. Anders formuliert, eine typische Position des Externalismus besteht darin, dass alle mentalen Repräsentationen nur Epiphänomene einer grundlegenden Funktionalität kausaler Prozesse sind. Das zentrale Problem dieser Position, nämlich die Erklärung falscher oder rein fiktiver Repräsentationen, wird heutzutage durch ein evolutorisches Argument gelöst (*MacDonald / Papineau 2006a*). Es besteht darin, die Funktionalität selbst durch einen Prozess der Variation, Selektion und Bewahrung zu erklären, indem die mentale Repräsentation ihrerseits als Teil der Funktionalität erklärt wird. Sie kann dann aber im Einzelfall auch falsch sein, und wird dann entweder aufrecht erhalten, wenn es keinen gegenteiligen Selektionsdruck gibt, oder sich eben im Zeitablauf verändern.

Der Externalismus unterscheidet sich nun aber in einer wichtigen Weise von *Hayeks* Ansatz. Das liegt daran, dass *Hayek* mit einem Konzept der sensorischen Inputs arbeitet. Man muss hier konzeptionell sehr sauber arbeiten: Denn was der klassische Empirismus, aber auch der Positivismus, und selbst diesen überwindende Positionen wie diejenige von *Quine* weiter behaupten, ist die Existenz von sensorischen Daten, die dann aber im Grunde selbst mentale Zustände sind (*Schantz, 2004b*). Der Externalismus, wenn er in letzter Konsequenz vollzogen wird, muss auch dieses Konzept verwerfen und ausschließlich die Kausalität zwischen einem externen Ereignis und einem neuronalen Prozess fokussieren. Geschieht das aber, dann wird sofort klar, dass *Hayeks* Position zwar naturalistisch-monistisch ist, gleichzeitig aber internalistisch. Genau deshalb gelangt er zum Schluss auf die Tautologisierung des Wissens. Denn *Hayek* nimmt nur die internen neuronalen Prozesse ins Visier und befasst sich gar nicht mit deren eigentlichen Ursachen, die extern sind.

Eine konsequent externalistische Betrachtungsweise würde aber dementsprechend sagen, dass der Begriff des Wissens also gar nicht nur auf neuronale Zustände bezogen werden kann, sondern nur auf Systeme, in denen externe Zustände mit neuronalen Zuständen strukturell verkoppelt sind. Mit anderen Worten, was wir als einen mentalen Zustand wahrnehmen, ist tatsächlich gar kein Zustand des menschlichen Gehirns. Der Fehler der cartesianischen Tradition, aber auch internalistisch-naturalistischen Positionen wie derjenigen von *Hayeks*, liegt also darin, dass sie unkritisch davon ausgeht, dass Gehirn und Geist dieselbe Extension haben, also durch die Grenzen des Körpers definiert sind (vgl. *Wilson, 2004*). Der konsequente Externalist würde aber behaupten, dass der Geist, auch im Sinne eines eigentlich falsch verstandenen Konzepts, sich nicht auf das Gehirn bezieht, sondern auf ein System, dessen Teil das Gehirn ist.

Diese Unterscheidung ist in der modernen philosophischen Literatur besonders im Zusammenhang der Diskussion von *John Searles* „Chinese Room argument“ verdeutlicht worden, das sich gegen die Möglichkeit von Artificial Intelligence richtete (Überblick bei *Cole, 2008*). Wie oben schon gesehen, ist die Unterscheidung zwischen Geist und Materie letztendlich

auch die einzige, die wirklich ausschließen könnte, dass Computer irgendwann einmal zu „denken“ beginnen. Searle hat nun eine fiktive Situation konstruiert: Ein Mann sitze in einem Kasten und sei mit Regeln ausgestattet, die ihn befähigen, bei einem bestimmten Input chinesischer Zeichen einen bestimmten Output zu generieren. Diese Regeln sind natürlich völlig unabhängig von der Bedeutung dieser Zeichen, die der Mann gar nicht kennen muss. Im Gegenteil, wir müssen konstatieren, dass er richtige Zeichen generieren kann, ohne Chinesisch zu verstehen. Insofern ist ein rein mechanistisches Verständnis des menschlichen Geistes unzureichend für die Analyse sprachlicher Bedeutung, und Bedeutungen sind natürlich mentale Zustände *par excellence*.

Die Diskussion um dieses Argument hat nun genau den oben genannten Punkt herausgearbeitet: Die Bedeutung kann gar nicht innerhalb des Kastens verortet sein, sondern im System, in dem dieser Kasten eingebettet ist. Wir treffen dann sofort wieder auf die Differenzierung zwischen Design und Evolution. Entweder, wie im Falle von Computern, jemand hat die Regeln definiert, nach denen der Mann im Kasten arbeitet, und diese Definitionen arbeiten wiederum auf der Basis von Bedeutungen, oder sie sind evolviert in einem Prozess, bei dem die Kommunikation zwischen dem Mann und den Außenstehenden in einen pragmatischen Kontext eingebettet ist, d.h. es gibt ein externes Kriterium richtiger Kommunikation.

Mit anderen Worten: Geist, hier im Sinne von Bedeutungen, ist entweder das Ergebnis von Design, oder von Evolution. Daraus folgert natürlich sofort, dass Design selbst ja nur ein Reflex von Geist ist, d.h. man endet in einem unendlichen Regress. Eigentlich kann daher nur eine Erklärung durch Evolution gelten. Der Externalismus stellt also letzten Endes die Radikalisierung der Darwinschen Revolution dar: Eine externalistische Theorie des Geistes löst diesen naturalistisch auf und erklärt ihn als einen Aspekt von Evolution (*Dennett, 1995*). Was aber ist dasjenige, welches evolviert?

3 Die Grenzen des Wissens und die Naturalisierung der Gödel-Sätze

3.1 Das *Hayeksche* Unmöglichkeitstheorem

Die bisherigen Ergebnisse lassen sich auch dadurch begründen, dass ein internalistischer bzw. mentalistischer Wissensbegriff aporetisch ist und in letzter Konsequenz unauflösbare Paradoxien erzeugt. Diese Paradoxien gehen letzten Endes auf die Tatsache zurück, dass ein mentalistischer Wissensbegriff nur als explizit propositional beschreibbar ist. Sobald aber eine propositionale Form des Wissens unterstellt wird, ergibt sich das Problem der semantischen Kategorien und der letztendlich unvermeidbaren Selbstbezüglichkeit, die seit *Russells* Antinomie und *Gödels* Verallgemeinerungen zu den fundamentalen Schwierigkeiten der Konstruktion formaler Systeme überhaupt gehört (*Bolander, 2009*). Anders gesagt, Wissen als mentales Konstrukt ist nicht widerspruchsfrei in begriffliche Form zu bringen. Diese Widersprüche sind nur in einem evolutorischen Ansatz auflösbar, der Wissen nicht-propositional definiert. Insofern lässt sich der Externalismus auch streng begründen.

Interessanterweise ist diese Problematik von *Hayek* selbst bereits in die benötigte Zuspitzung gebracht worden, der dann auch später auf die Beziehung zum Gödel Satz hinwies (*Hayek, 1967*). In den letzten Abschnitten der „Sensory Order“ argumentiert Hayek (1952: 184ff.),

dass das menschliche Gehirn nicht in der Lage sein kann, sich selbst zu erklären, weil dies voraussetzt, dass es ein System höherer Komplexität konstruiert, als es selbst ist. Wichtig ist, dass sich diese Aussage auf ein einzelnes Gehirn bezieht. Das *Hayeksche* Unmöglichkeitstheorem hat weitreichende Konsequenzen. Denn es besagt, dass ein rein in physikalischen Prozessen operierendes Gehirn nicht in der Lage ist, eine vollständige Erklärung seiner eigenen Operationen in Gestalt von Propositionen über physikalische Prozesse zu entwickeln. Das heißt, dieses Gehirn wird immer die Kategorie des Geistes als Substitut verwenden, um sich selbst zu erklären. Gilt dies aber für die Gesamtheit aller dieser Prozesse, dann auch für einzelne Prozesse. Denn der einzelne Prozess kann in seiner kausalen Funktionalität nur in Verbindung mit der Gesamtheit aller Prozesse erklärt werden (*Hayek* weist hier eine enge Beziehung zu *Quine* auf). Können wir aber die Gesamtheit nur als geistiges Phänomen begreifen, gilt das notwendigerweise auch für jeden einzelnen Prozess. Daraus leitet *Hayek* auch ein grundsätzliches Theorem über die Grenzen menschlichen Wissens ab, weil eine vollständige physikalische Erklärung der Welt natürlich auch erfordert, dass wir die Funktionsweise jedes einzelnen Gehirns erklären können. Da dies, wie gezeigt, unmöglich ist, gibt es grundsätzliche Grenzen des menschlichen Wissens.

Hayeks Argument erscheint als ein in der philosophischen Diskussion übersehenes Argument zu den sogenannten Qualia, oder zum sogenannten „narrow content“. Denn es leitet die Rolle mentaler Phänomene aus einer Analyse der physikalischen Systeme selbst ab. *Hayek* ist eindeutig ontologischer Monist, im Sinne, dass er das menschliche Gehirn als ein System neurophysiologischer Prozesse begreift, und dass es also keine separate geistige Substanz gibt, wie ursprünglich von *Descartes* angenommen. Er begründet aber gerade in diesem rein naturalistischen Rahmen, warum wir uns selbst als geistige Wesen erleben, und warum wir sogar die philosophische Kategorie des Geistes benötigen, um uns selbst zu erklären. Diese besonderen Kategorien werden aber letzten Endes durch das physikalische System selbst generiert, sind also ihrerseits physikalische Phänomene. Mit Blick auf die „Chinese Room“-Debatte ist außerdem interessant, dass *Hayek* auch explizit sagt, dass Menschen in der Lage sein könnten, eine Maschine zu bauen, die wie das Gehirn arbeitet, aber dass sie gerade dann, wenn ihnen dies gelänge, die Arbeitsweise der Maschine nur mit Hilfe der Kategorie des Geistes erklären könnten (vgl. *Edelman*, 2006).

Das *Hayeksche* Ergebnis ist in unterschiedlicher Form in ganz verschiedenen Bereichen der Wissenschaft im Prinzip reproduziert worden. Alle diese Theoreme gehen letzten Endes auf die Urform des *Cantorschen* Diagonalargumentes zurück (*Chaitin*, 2005). Das Diagonalargument zeigte zum ersten Mal die grundsätzliche Unlösbarkeit von Systemen mit Selbstreferentialität auf und ist sicherlich dasjenige mathematische Theorem, das größte Einfachheit mit größtmöglichen Konsequenzen verbindet. *Cantor* wendete es erstmals an, um die Überabzählbarkeit der reellen Zahlen zu begründen bzw. die Idee von Unendlichkeiten unterschiedlicher Mächtigkeit, d.h. Kardinalität zu greifen. In einer allgemeinen Form bezieht es sich auf Mengen und deren Potenzmengen. Eine Potenzmenge hat per definitionem eine größere Kardinalität als die zugrundeliegende Menge selbst. Wenn wir also in einem bestimmten System die universale Menge betrachten, also die Menge aller Mengen, dann muss diese Menge also auch alle Elemente der Potenzmenge der universalen Menge enthalten. Dann muss aber die Kardinalität dieser Potenzmenge kleiner als die Kardinalität der universalen Menge sein, was in einen Widerspruch führt.

Das Cantorsche Diagonalargument definiert eine allgemeine Klasse von Problemen der Selbstreferenz. In einer einfachen Form können diese auf das sogenannte *Russellsche* Schema reduziert werden (*Bolander, 2009*). Gegeben seien zwei Prädikate P und Q , sowie eine partielle Funktion δ . Das Schema basiert dann auf den folgenden Bedingungen:

$w = \{x | P(x)\}$ existiert und $Q(w)$ gilt;

Wenn x eine Teilmenge von w ist so dass $Q(x)$ gilt, dann gelte auch:

- a. $\delta(x) \in x$
- b. $\delta(x) \notin w$

Unter diesen Bedingungen ergibt sich immer ein Widerspruch, weil w trivialerweise eine Teilmenge von w ist. Denn wenn also $Q(w)$ gilt, dann folgt sofort

$\delta(w) \in w$ und

$\delta(w) \notin w$

Das berühmte Russellsche Paradox der Menge aller Mengen, die sich nicht selbst als Element enthalten, lässt sich ebenso in diese Struktur einfügen, wie Grellings Paradox heterologischer Terme. Dieses wiederum hat eine ähnliche Struktur wie das Turingsche Halteproblem, das seinerseits auf das Gödelsche Unvollständigkeitstheorem rückführbar ist. Und natürlich besitzt auch *Hayeks* Unmöglichkeitstheorem dieselbe Struktur, die man dadurch kennzeichnen kann, dass das Gehirn ein Modell seiner eigenen neuronalen Prozesse und Netze bilden müsste, das dann natürlich mächtiger als diese zu sein hätte, insofern ja dieses Modell tatsächlich selbst ein neuronaler Prozess sein muss. Genau das aber kann nicht sein, da es ja also selbst eine Teilmenge dieser Prozesse ist.

Ich möchte hier nicht weiter in die Details dieser formalen Prozeduren einsteigen, denn es geht letzten Endes um gesicherte Sachverhalte, die vielerorts nachlesbar sind. Wesentlich erscheint mir die Erkenntnis, dass also die Probleme der Selbstreferenz nicht dadurch neutralisierbar sind, dass, wie oft argumentiert, die *Gödelschen* Sätze nur für formale Systeme einer bestimmten Art gelten. Das *Gödelsche* Theorem besitzt vielmehr, wie schon in der *Hayek*-schen Variante deutlich wird, Gültigkeit für rein physikalisch beschreibbare Prozesse (siehe etwa auch *Ben Jacob, 1998*). Diese Tatsache lässt sich unter anderem anhand von *Wolframs* (2002) Theorie zellulärer Automaten verdeutlichen, die ja auch ein Ansatz sind, um neuronale Systeme formal darzustellen. Der entscheidende Punkt ist, dass ein zellulärer Automat eine Menge von Einheiten darstellt, die nach bestimmten, einfachen Regeln ihren Zustand verändern, und dass diese Veränderungen jeweils Zustände anderer Einheiten verändern. Für solche Systeme formuliert *Wolfram* ein Prinzip der „computational equivalence“, d.h. grundsätzlich kann jeder Automat jeden anderen Automaten simulieren. Die Frage ist, ob eine solche Simulation auch bedeutet, dass ein Automat die Zustände eines anderen Automaten prognostizieren kann. Das ist aber unmöglich, und zwar in zweierlei Hinsicht.

Erstens treffen wir erneut auf ein Problem der Selbstreferenz, denn ein simulierender Apparat müsste, um eine Prognose zu erstellen, eine komplette Kopie des anderen Automaten enthalten, und damit also einen höheren Komplexitätsgrad besitzen. Die Prognose scheitert also am Problem der Selbstreferenz, obgleich sie in dem Sinne möglich ist, dass der Automat den anderen simuliert. Dieses Argument besitzt eine derart allgemeine Struktur, dass, wie *Wolpert*

(2001) gezeigt hat, es für ganz allgemeine physikalische Systeme gilt. Jedes physikalische System kann, wie auch *Wolfram* darlegt, als ein Computer allgemeinsten Art verstanden werden (vgl. *Lloyd*, 1999, 2001, 2006). Dann haben die Probleme der Selbstreferenz die Folge, dass ein physikalisches System zwar durchaus ein anderes simulieren kann, aber nur in derselben Zeit, wie auch das simulierte System selbst. Anders gesagt, Simulation ist möglich, aber keine Prognose, denn das simulierende System erreicht den Zielzustand erst dann, wenn auch das simulierte System diesen erreicht.

Dieser Umstand ergibt sich aus dem zweiten zu betrachtenden Aspekt, nämlich den Ergebnissen zur Non-computability. Wenn ein System wie ein zellulärer Automat arbeitet, dann ist es zu allen Berechnungen in der Lage, die auch die Mathematik ermöglicht. Das bedeutet aber auch, dass es an dieselben Grenzen stößt. Bekanntlich gibt es nun eine ganze Reihe von Problemen, für die eine mathematische Lösung in endlicher Zeit nicht möglich ist. Das gilt insbesondere sogar dann, wenn eine bereits gegebene Lösung leicht nachvollziehbar ist, wie einige Probleme in der Graphentheorie: Die Lösung kann unendlich viel Zeit benötigen, und wir sind auch nicht in der Lage, diese Zeit abzuschätzen. Es gibt hier eine enge Beziehung zu *Turings* Halteproblem: Wie *Chaitin* (2005) gezeigt hat, lässt sich mathematisch noch nicht einmal die Wahrscheinlichkeit bestimmen, mit der wir den richtigen Algorithmus finden könnten. Mit anderen Worten, es bleibt nur das blinde Probieren. Das ist aber genau das Verfahren der Evolution. Evolution lässt sich also nur durch Evolution simulieren, gleichzeitig aber geht die Wahrscheinlichkeit gegen Null, dass eine solche Simulation im selben Zustand endet.

Hayeks Argument ist also eine Version all dieser Paradoxa. Sie werden gewöhnlich in der Ökonomie ignoriert, wenngleich es zentrale Themen gibt, bei denen sie hervorbrechen (*Koppl / Rosser*, 2002; *Markose*, 2005). In Bezug auf das Wissensproblem lassen sie sich aber nicht mehr ignorieren. Wir können alle diese Ergebnisse in der Weise zusammenfassen, dass sie auf ein Unmöglichkeitstheorem hinauslaufen: Es ist unmöglich, das menschliche Wissen in einem abgeschlossenen formal-propositionalen System darzustellen, in dem sämtliche Aussagen begründbar sind. In der Diskussion ist nun früh auch die umgekehrte Konsequenz gezogen worden, dass sich aus dem Gödel Theorem also ableiten lässt, dass menschliches Wissen kreativ und ergebnisoffen ist (bereits *Lucas*, 1961). *Penrose* (1995) argumentiert, dass das Gödel Theorem die zentrale Rolle der mathematischen Intuition erklärt. Bei solchen Argumenten ist aber Vorsicht angebracht: Wie auch *Hayek* bereits erläutert, müssen wir eindeutig unterscheiden zwischen der Erklärung der Phänomene des Wissens auf der Basis naturalistischer Ansätze, und unserer Selbstwahrnehmung. Aus dem naturalistisch gewendeten Gödel Theorem ergibt sich lediglich, dass wir nicht in der Lage sind, bestimmte Systeme wie vor allem unser eigenes Gehirn vollständig, konsistent und wohlbegründet abzubilden und im Sinne der Prognostizierbarkeit zu erklären. Wenn wir dann zur Kategorie des Geistes greifen müssen, um das Verhalten dieser Systeme zu beschreiben, bedeutet das aber nicht, dass Geist zu einer ontologischen Kategorie wird. Die Unmöglichkeitstheoreme begründen keine Sonderstellung des Geistes.

Anders gesagt, was wir als ein geistiges Phänomen *erleben*, ist nichts anderes als der Reflex evolutorischer Prozesse im Gehirn selbst. Geist ist supervenient auf Evolution auch innerhalb des Gehirns. Es gibt keine Substanz jenseits der neuronalen Dynamik.

3.2 Die Lösung: Geist superveniert auf Netzwerke von neuronalen Prozessen und evolvierenden Artefakten

Eine wesentliche Konsequenz dieser Überlegungen besteht darin, dass ein mentalistischer Wissensbegriff immer nur ein abgeleiteter im Sinne sein kann, dass sich Wissen ontologisch als ein Systemzusammenhang konstituiert, und zwar als ein Aspekt des Zustands eines evolvierenden Prozesses. Die Frage ist dann, wie wir diesen Prozess näher beschreiben können.

Nun hat *Hayek* selbst eine begriffliche Konstruktion entwickelt, in der zwischen sensorischen Inputs und neuronalen Prozessen eine klare Grenze gezogen wird. Aus externalistischer Sicht ist dies zu hinterfragen. Das hat dann auch direkt Implikationen für den Begriff des Geistes als Basis mentalistischer Wissenskonzeptionen. Denn die Paradoxa können einfach daher resultieren, dass Gehirn und Geist als direkte Projektionen aufeinander betrachtet werden. Eine Alternative hierzu bieten konsequent externalistische Ansätze, die mentale Phänomene auf Kausalprozesse zurückführen, die neuronale Prozesse mit externen Entitäten verknüpfen. Eine solche Theorie ist *Aungers* (2002) Neuromemetik.

Ich spreche diese Theorie hier aus zwei Gründen an. Erstens kann sie eine sehr allgemeine Grundlage für den nächsten Abschnitt bieten. Zweitens lässt sich eine weitere grundlegende Problematik skizzieren, nämlich die Beziehung zwischen atomistischen und holistischen Konzeptionen des Wissens. Die letztere Fragestellung ist ebenfalls bedeutsam für ökonomische Themen. Einfach gesagt, geht es darum, ob sich Wissen in einzelne Bestandteile zerlegen lässt, die dann auch als solche transferierbar sind, oder ob eine solche Zerlegung prinzipiell daran scheitern muss, dass die einzelnen Bestandteile nur im Kontext eines kompletten Wissenssystems auch Bedeutung haben. Diese Thematik findet sich in ganz unterschiedlichen Projektionen des Wissensbegriffs wieder. Sehr bedeutend ist in der Wissenschaftstheorie die sogenannte *Duhem-Quine* These, nach der sich einzelne Beobachtungssätze nicht isoliert empirisch überprüfen lassen, sondern nur die kompletten, den in den Beobachtungssätzen verwendeten theoretischen Termen zugrundeliegenden Theorien.

Aungers Ansatz ist direkt mit *Hayeks* verwandt, führt aber eine zentrale Innovation ein: Das ist die Vorstellung, dass die neuronale Dynamik des Gehirns notwendig und essentiell mit externen Entitäten verkoppelt ist, und zwar insbesondere Artefakten, die sich aus der Aktivität eben dieses Gehirns selbst ergeben. Diese Artefakte sind wesentlich für die Verkoppelung zwischen neuronalen Prozessen in unterschiedlichen Gehirnen.

Die Theorie selbst ist aus der Diskussion um die sogenannte Memetik entstanden (Überblick bei *Aunger*, 2000). *Dawkins* (1989) hat in seiner Theorie des „egoistischen Gens“ die zusätzliche These vertreten, dass die kulturelle Evolution des Menschen als eine Dynamik der Evolution von Memen zu verstehen ist. In seiner Darstellung sind Meme Lieder, Symbole, mathematische Formeln etc. Der Bezug zum Wissenskonzept liegt auf der Hand: Nach der Theorie der Memetik ließe sich Wissen als eine Menge von Mem-Populationen verstehen, in denen Meme sich in einem Darwinschen Prozess wandeln und stabilisieren. Die menschlichen Gehirne sind in dieser Theorie nur die Umwelt, in der sich diese Mem-Evolution ereignet, d.h. sie bieten sozusagen die ökologischen Nischen (Zeit, Energie etc. für die Mem Reproduktion). *Dawkins* Theorie ist also einerseits externalistisch, insofern die Meme – ähnlich *Poppers* (1973) „Welt 3“ der Produkte des Geistes – durch den Beobachter außerhalb der individuellen Gehirne angesiedelt sind, aber gleichzeitig implizit mentalistisch, weil die genannten Beispiele sämtlich mentale Phänomene sind, wie etwa eine Melodie, die als solche natürlich nur für

einen menschlichen Hörer Sinn macht. Darüber hinaus ist der Atomismus der Meme letztendlich fragwürdig: Denn die Bedeutungen einzelner Meme hängen ja vom gesamten semantischen System ab.

Aufgrund dieser begrifflichen Inkonsequenz ist die Mem Theorie heutzutage mehr oder weniger an ihre Grenzen gelangt. *Aunger* hat aber eine Theorie vorgelegt, die diese Defizite zu beheben scheint. In aller Kürze: *Aunger* führt das Konzept des „Neuromems“ ein. Ein Neuromem ist eine funktional stabile neuronale Struktur, die sich in einem evolutorischen Prozess reproduziert, d.h. Kopien im neuronalen System generiert. In völligem Unterschied zu *Dawkins* ist aber dieses Neuromem gar keine bedeutungstragende Einheit, sondern schlicht dies: eine sich selbst reproduzierende neuronale Struktur. Der Bezug zu *Dawkins* Konzept ergibt sich erst dadurch, dass es eine Rückkopplung zwischen der neuromemetischen Evolution und externen Entitäten gibt, und hier vor allem den Outputs, die sich an der Organismus/Welt Grenze aus neuronalen Prozessen ergeben. *Aunger* sieht hier vor allem eine zentrale Rolle für die Kommunikation: Das wichtigste Artefakt ist also die Sprache im allgemeinsten Sinne, also symbolisches Handeln des Menschen. Hier muss aber erneut konsequent evolutorisch gedacht werden: Sprache als eine Menge von Artefakten (im Sinne produzierter Muster von Schallwellen) evolviert in Populationen von Sprachverwendern und ist in diesen wiederum pragmatisch verkoppelt mit nicht-sprachlichen Handlungen, etwa die Koordination von Nahrungssuche (vgl. ähnlich *Millikan*, 2005). Das heißt, *Dawkins* Memetik wird ersetzt durch eine Theorie der Ko-evolution von neuronalen Systemen und von Artefakten, die rückgebunden ist an selbst evolvierende Funktionalitäten, von denen biologische Funktionen grundlegend sind (Reproduktion, Nahrungsbeschaffung etc.), aber nicht umfassend, weil die Evolution der Artefakte selbst neue Funktionalitäten generiert (wie beispielsweise die Technologie).

Dieser Gedanke der Ko-evolution bietet nun den Ausweg aus dem *Hayekschen* Paradox des Geistes. Denn *Hayek* fokussiert individuelle Gehirne. Die Neuromemetik, hier einem frühen Vorschlag *Edelmans* (1987) folgend, postuliert, dass komplexere kognitive Operationen nur in Populationen von Gehirnen möglich sind, deren Verknüpfung selbst durch Artefakte ermöglicht wird, die sich in einem eigenständigen Evolutionsprozess verändern. Genau das löst aber das Dilemma der Selbstreferenz: Denn diese Evolution ist selbst fragmentiert, hierarchisiert und offen im Sinne, dass die unterschiedlichen Bereiche der Evolution sich gegenseitig Impulse geben und wechselseitige Bezüge ermöglichen. Geist ist in dieser Sichtweise also eine emergente Eigenschaft der Populationen von durch Artefakte verkoppelten Gehirnen. Die weithin übliche These der Ko-extension von Gehirn und Geist wird also aufgegeben. Das hat natürlich weitreichende Konsequenzen für den Wissensbegriff.

Meine abstrakte Diskussion lässt sich vergleichsweise leicht ökonomisch illustrieren. Ich hatte bereits darauf hingewiesen, dass der Übergang von der klassischen zur evolutorischen Spieltheorie im Lichte dieser Problematik gesehen werden kann. Es gibt aber auch eine Korrespondenz zum Konzept der Ko-evolution. Zum einen finden wir in der sogenannten epistemischen Spieltheorie natürlich sofort die Entsprechung zu sämtlichen Varianten der Paradoxa der Selbstreferenz. Sie stellen sich immer dann ein, wenn berücksichtigt wird, dass alle Handlungen in einer Spielsequenz, die vom theoretischen Gleichgewicht abweichen, selbst das Wissen der Spieler über die Rationalität der anderen Spieler verändern, damit aber gleichzeitig die Gültigkeit der Gleichgewichtslösung selbst aufheben (*Brandenburger*, 2007). Letzten Endes entstehen an dieser Stelle alle Schwierigkeiten der Gleichgewichtsfindung in Spielen.

Eine der Lösungen in der klassischen Spieltheorie ist aber eine exakte Analogie zur Koevolution von Artefakten: Das ist die Verwendung von focal points und korrelierten Strategien, die an bestimmten wahrnehmbaren Merkmalen der Umwelt ansetzen (vgl. ähnlich *Skyrms*, 1996, 2004). Denn das bedeutet, dass ein Teil des Wissens, das den Strategien zugrunde liegt, externalisiert ist. Das einfachste Beispiel ist die Rolle von focal points in Koordinationsspielen. Wenn sich also Menschen in Paris treffen wollen, ohne vorher kommunizieren zu können, würden sie eventuell auf den Eiffelturm verfallen, weil dies das herausragendste Artefakt der Stadt ist. In Populationen von Akteuren, die dieses Problem lösen müssen, kann sich also eine selbstverstärkende Dynamik einstellen. Das bedeutet aber, dass der Eiffelturm zu einer externen Komponente des Wissens der Akteure wird bzw. zu einem konstitutiven Bestandteil des Spiels. Eine vollständige Beschreibung des Spiels muss den Eiffelturm als Artefakt einschließen, das als solches von den Meinungen der Spieler selbst völlig unabhängig ist: Er verursacht einen mentalen Zustand, ist aber keiner. Damit haben wir aber genau dieselbe Struktur wie in *Aungers* neuromemetischer Theorie: Die interne Wissensevolution ist essentiell mit der Evolution von Artefakten verkoppelt. Wenn wir ein Gleichgewicht scheinbar als eine rein mentale Koordination empirisch zu interpretieren glauben, dann übersehen wir, dass das Spiel in eine Struktur von wissenstragenden Artefakten eingebettet ist, die diese Lösung überhaupt erst ermöglichen.

4 Verteiltes Wissen und ökonomische Institutionen

4.1 Soziale Epistemologie und verteilte Kognition

Damit können wir abschließend zu einer Klärung gelangen, was die Beziehung zwischen *Hayeks* neuronaler Ontologie und seinem Begriff des verteilten Wissens anbetrifft. In diesem Zusammenhang sind jüngere externalistische Theorien der Kognition hilfreich. Gemeinsames Merkmal dieser Theorien ist die Vorstellung, dass ein kognitiver Prozess nur als eine dynamische Interaktion zwischen neuronalen Prozessen und externen Artefakten vorstellbar ist. Diese Theorien sind wiederum in unterschiedlichem Abstraktionsgrad und mit unterschiedlichem Bezug ausgelegt, und haben zudem eine evolutionstheoretische Basis.

Mit relativ engem Bezug argumentieren alle externalistischen Kognitionstheorien, die annehmen, dass komplexere kognitive Prozesse beim Menschen immer extern unterstützt werden (*Sterelny*, 2004). Eine solche externe Unterstützung kann in dreierlei Weise stattfinden. Erstens können Informationsträger in der materiellen Umwelt aktiviert werden und bestimmte kognitive Leistungen unterstützen. Beispielsweise kann die Zeitwahrnehmung durch den Lauf der Sonne unterstützt werden. Die Beobachtung der Sonne ist in diesem Falle ja keine direkte Form der Zeitwahrnehmung, sondern unterstützt diese. Zweitens können kognitive Prozesse durch Artefakte erweitert oder überhaupt erst ermöglicht werden; im Falle der Zeitwahrnehmung sind dies beispielsweise Uhren, die eine zunehmende De-Kontextualisierung der Zeit ermöglichen. Drittens können andere Menschen individuelle Kognitionsprozesse unterstützen, insofern etwa Zeitkonventionen sozial bedingte sind. Die klassische Untersuchung zu diesen Zusammenhängen zur Navigation von *Hutchins* (1995) hat gezeigt, dass komplexere Kogniti-

onsprozesse in der Regel alle drei Faktoren gleichzeitig mobilisieren. Das bedeutet aber, dass eine Reduktion auf mentale Prozesse wesentlich zu verkürzt ist.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu sehen, dass mentale Prozesse selbst eine Funktion haben. An dieser Stelle greift die evolutionstheoretische Perspektive des Externalismus. Wenn wir zu einem bestimmten Zeitpunkt meinen, dass ein kognitiver Prozess mental sei, so beschreibt dies nur das Ergebnis eines evolutorischen Prozesses, in dem die Internalisierung bestimmter Prozesselemente funktional ist. Dieser evolutorische Prozess selbst kann wiederum nur externalistisch analysiert werden. Dieses Argument greift auf unterschiedlichen Ebenen. Sehr bedeutsam sind die Theorien zur sozialen Kognition, die mehr oder weniger an Vygotsky anknüpfen (*Lewis / Carpendale, 2002; Carpendale / Lewis, 2004; Moll / Tomasello, 2007*). Hier wird mit großem Allgemeinheitsanspruch die Auffassung vorgetragen, dass zu irgendeinem früheren Zeitpunkt der Ontogenese alle kognitiven Prozesse externe gewesen sind, und nur als Folge der wachsenden funktionalen Komplexität immer mehr internalisiert wurden. Wenn also heute ein mentaler Zustand identifiziert wird, ist dieser evolutorisch-genetisch nur funktionaler Reflex eines früheren Selektionsprozesses, indem dieser Zustand nicht existierte. Mentale Zustände besitzen vor allem die Funktion, Kooperation zwischen Individuen zu ermöglichen, weil sie erlauben, zielgerichtetes Handeln anderer zu imaginieren und zu antizipieren. Egos Introspektion folgt erst aufgrund dieser originär auf Alter gerichteten „theory of mind“.

Wenn man an dieser Stelle weiter an *Vygotsky* anknüpft, dann kann vor allem die Sprache als ein sehr umfassendes Medium für solche Internalisierungsprozesse angeführt werden. Die Sprache ist dann also kein mentales Phänomen, sondern ein Artefakt, das im Verlauf von dessen sozialer Evolution zu einem teilweise internen Prozesselement des Gehirns wurde. Eine einfache Illustration dieses Tatbestandes ist die Tatsache, dass Schreiben und Sprechen grundlegend verschiedene Denkvorgänge ermöglichen, obgleich es sich mental um dieselbe Sprache zu handeln scheint. Tatsächlich aber sind gesprochene und geschriebene Sprache völlig verschiedene Artefakte, die demzufolge auch sehr unterschiedliche Möglichkeiten des Denkens eröffnen, weil die physikalischen Merkmale der Schrift andere sind als diejenigen von Schallwellen (*Menary, 2007*). Nun mag es scheinen, dass in diesen Prozessen der individuelle menschliche Geist als rein „interner“ Verwender dieser Artefakte regiert. Doch dieses letzte Refugium ist konzeptionell nicht haltbar, wie ein weiteres bedeutendes Unmöglichkeitstheorem gezeigt hat, nämlich *Wittgensteins* (1958) Privatsprachen Argument (Überblick bei *Candlish, 2004*). Die im Sprachgebrauch grundlegenden Bedeutungen sind selbst nur externalistisch erklärbar, also als ein evolvierender Sprachgebrauch in Populationen von Sprechern. Insofern kann *Aungers* Neuromemetik auch als eine Naturalisierung des Privatsprachen Arguments aufgefasst werden.

Wird also die Sprache als eines der bedeutendsten Artefakte in der verteilten Kognition anerkannt, gelten die so gewonnen Einsichten mutatis mutandis für die verteilte Kognition im Allgemeinen. Damit wird aber der individuelle Geist als Träger des Wissens endgültig entthront. Hier ist wieder größte konzeptionelle Sauberkeit vonnöten: Das bedeutet nicht, dass im Ergebnis eine Art kollektiver Geist der Populationen von Akteuren eingeführt wird (vgl. die Diskussion in *Wilson 2005*). Solche Auffassungen übertragen fälschlicherweise das herkömmliche Konzept des Geistes auf die Kollektive. Wird der Begriff „Geist“ hier verwendet, dann geht es also, wie gesehen, tatsächlich um etwas gänzlich anderes, nämlich ein komplexes evolvierendes System aus neuronalen Prozessen und Artefakten. Mit Hayek könnten wir

höchstens dafür plädieren, den Begriff des „Geistes“ für das Phänomen der Introspektion beizubehalten, das in diesem System selbst eine funktionale Rolle spielt. Es ist aber unmöglich, diesem stark eingeschränkten Phänomen eine kausale Priorität zuzuschreiben, auch wenn wir selbst uns als bestimmende Akteure wahrnehmen mögen.

Diese Schlussfolgerung entspricht interessanterweise exakt den Ergebnissen der Diskussionen um den Begriff der „biologischen Information“, wo es ebenfalls die Schwierigkeit gibt, zwischen dem Gen als vermuteten Träger dieser Information und der Rolle von Umgebungsfaktoren zu unterscheiden (*Griffiths*, 2001). Auch hier gibt es entgegen der neodarwinistischen Orthodoxie die Möglichkeit, Entitäten wie der Zelle oder sogar auch der biologisch gestalteten ökologischen Nische die bedeutendere Rolle bei der Generierung, Verbreitung und Speicherung dieser Information zuzuschreiben (*Odlin-Smee*, 1998; *Oyama* 2000, 2001)). Die Zelle ist für die Interpretation und Vererbung des genetischen Materials essentiell, und sie ist gleichzeitig ein Produkt von dessen Wirken. Eine systemische Sicht kann also „Information“ (hier völlig analog zum „Wissen“) nur der Gesamtheit zuschreiben, nicht aber der genetischen Basis alleine (*Rheinberger / Müller-Wille*, 2007). Es ist demnach tatsächlich eine Frage der subjektiven Gewichtung bzw. der grundlegenden wissenschaftlichen Überzeugungen, ob dem genetischen Material die Rolle des „ersten Bewegers“ zugeschrieben wird, oder lediglich die Rolle als „Buchhalter“ (*Gould*, 2002).

Das bedeutet, in Systemen verteilter Kognition bzw. verteilten Wissens sind die Individuen zwar wesentliche, aber nicht kausal primäre Faktoren der Wissensevolution. Mit Blick auf *Hayeks* Begriff des verteilten Wissens ergibt sich eine wesentliche Erweiterung. Denn *Hayek* – ähnlich wie auch die modernere Literatur zur Informationsverarbeitung auf Märkten – nimmt an, dass Märkte individuelle mentale Zustände koordinieren, die jeweils nur Teilaspekte des gesamten Zusammenhangs reflektieren. Unsere philosophische Analyse negiert diese mentalen Zustände, was freilich weniger radikal ist als es scheint: Denn beispielsweise kennt die Literatur der experimentellen Ökonomik und zum Market Design durchaus Märkte mit sogenannten „zero intelligence agents“ (*Smith*, 2003). In diesem Falle ist das Wissen, das zur Funktionalität der Erreichung der Gleichgewichtslösung notwendig ist, vollständig externalisiert, und mentale Zustände spielen gar keine Rolle mehr (inzwischen als „mindless economics“ apostrophiert).

Damit gelangen wir aber zu einem methodologischen Paradox. Denn gerade die jüngere Debatte um die Neuroökonomik hat zu einer Zuspitzung der klassischen methodologischen Position geführt, dass die Annahme rationaler Agenten überhaupt keinen ontologischen und mithin auch empirischen Status hat, sondern lediglich eine formale Beschreibung eines Aspektes ökonomischer Systeme ist (*Gul / Pesendorfer*, 2005). Das würde also heißen, der rationale Agent ist ein System- bzw. ein Makrophänomen, aber kein Mikrophenomen (vgl. die Diskussion in *Ross*, 2005). Im Lichte unserer Überlegungen kann dieser Auffassung mit einer wesentlichen Modifikation zugestimmt werden: Diese Modifikation besteht darin, dass eine rein formale Beschreibung des Systems nicht hinreichend ist, um das verteilte Wissen zu beschreiben, das in Märkten funktional ist. Sie führt im Endergebnis mentale Zustände durch die Hintertür wieder ein. Stattdessen muss eine konsequent externalistische Theorie die physikalische Struktur von Märkten explizit werden lassen, im Sinne ihrer Strukturierung als Artefakten sozialer Evolution. Erst dieser Schritt würde dann auch erlauben, *Hayeks* Theorie der Sensory Order mit seinem Konzept verteilten Wissens naturalistisch zu vereinen.

Eine solche Perspektive wird bislang nur in der neuesten soziologischen Literatur eingenommen, die sich in die Tradition von Ansätzen wie der Actor-Network-Theory stellt (Latour, 2005). Es geht darum, eine Institution wie den Preis und die Mechanismen seiner Generierung explizit als Mechanismus sozialer Interaktion unter Einbeziehung medialer und die Prozesse einbettender Artefakte zu interpretieren (beispielhaft zum Preis: Beunza et al., 2006; Caliskan, 2007). Besonders weit entwickelt ist diese Forschung im Bereich der Finanzmärkte, die gleichzeitig in Reinform ein wissensverarbeitendes System sind. Eine externalistische Sicht auf die Finanzmärkte befasst sich mit Fragen wie beispielsweise, in welcher Form beeinflussen Technologien die Wissenserzeugung und –verbreitung, oder, in welcher Weise ist das Entscheidungsverhalten der Akteure sozial eingebettet und normativ bestimmt, insbesondere auch in material vermittelter Kommunikation (vgl. den Überblick bei Preda, 2008)? Alle diese Ansätze, ungeachtet theoretischer Differenzen im Detail, gehen davon aus, dass verteilte Kognition in wesentlicher Hinsicht ein materielles, also im Sinne dieses Papiers, ein physikalisches Phänomen ist (Pinch / Swedberg, 2008).

Naturgemäß hat diese Sichtweise auch Konsequenzen für die Analyse der Artefakte selbst, also insbesondere auch die Technologie. Zwischen technologischem Wandel und Technologien als Artefakten der Wissensrevolution besteht ein unmittelbarer Rückkopplungsmechanismus. Was bedeutet es dann an dieser Stelle, wenn die Wissenserzeugung selbst externalistisch begriffen wird?

4.2 Die Autonomie der Wissensrevolution und die Implikationen für geistige Eigentumsrechte

Wenden wir uns nun also den praktischen Konsequenzen der philosophischen Überlegungen zu. Diese ergeben sich vor allem aus zwei Einsichten. Erstens, Wissen ist kein Gegenstand, sondern ein Prozessmerkmal, und zweitens, dieser Prozess ist nicht individualisierbar, im Sinne der Zuschreibung von Wissen zu individualisierten mentalen Zuständen. Damit knüpft die externalistische Sicht an eine verschüttete Tradition der Wirtschaftswissenschaft an, die sich besonders mit Namen des amerikanischen Institutionalismus verbindet (Veblen, 1914; Ayres, 1944) und die später zur These des „technologischen Determinismus“ zugespitzt wurde. Es geht um die Eigengesetzlichkeit und Autonomie des technologischen Wandels. In den modernen Sozialwissenschaften werden diese Ideen höchst kritisch gesehen (Wyatt, 2008). Gleichzeitig gibt es aber Bestrebungen, den technologischen Wandel evolutionstheoretisch zu deuten, was in der Konsequenz zum Externalismus hinführt (Ziman, 2000).

Beide Einsichten werfen die grundsätzliche Frage auf, inwieweit Wissen Gegenstand einer Institution sein kann, die sogenannte „geistige Eigentumsrechte“ definiert.

In diesem Papier kann ich nicht die Büchse der einschlägigen Fachdiskussion öffnen, sondern will lediglich auf einer hohen Abstraktionsebene die Relevanz der philosophischen Argumente prüfen. Das betrifft zum einen den Begriff „geistig“. Nun mag es spitzfindig erscheinen, diesen Begriff philosophisch zu hinterfragen, doch stellen sich Zweifel an der gängigen These der individuellen Zurechenbarkeit ein. Wenn im externalistischen Verständnis alles Wissen auf Systemen verteilter Kognition beruht, setzt also eine klare individuelle Zurechnung eine spezifische Kausalhypothese voraus, nämlich dass für die Produktion einer bestimmten „Wissenseinheit“ ein individualisierbarer mentaler Zustand kausal ausschlaggebend war. Anders gesagt, gibt es eine „Idee der Dampfmaschine“, die eindeutig James Watt zugerechnet werden

kann im Sinne, dass ein mentaler Zustand James Watts kausal ausschlaggebend dafür war, dass sich eine Innovation „Dampfmaschine“ durchgesetzt hat? Eine solche Fragestellung ist lediglich ein Spezialfall der klassischen Debatte zwischen heroischer und struktureller Geschichtsschreibung nach dem Muster der Frage, ob Hitler ausschlaggebend für den Aufstieg des Nazismus war, oder ob es strukturelle Faktoren waren, während Hitler selbst nur einen kontingenten Beitrag geliefert hat. Im Falle der Wissensproduktion können wir aber diese Debatte abschließend klären, denn wenn nur ein externalistischer Wissensbegriff Gültigkeit beanspruchen kann, ist prinzipiell unmöglich, die Idee der Dampfmaschine ausschließlich James Watt zuzuschreiben. Diese Idee ist vielmehr nur ein Reflex der externen Evolution technologischer Artefakte.

Wie *Boldrin* und *Levine* (2008) auf der Grundlage umfänglichen historischen Materials gezeigt haben, ist auch der Prozess der Innovation ein System verteilter Kognition, in dem es unmöglich ist, einzelnen Innovatoren eine derart zentrale Schlüsselrolle zuzuschreiben, wie sie dem Gedanken des geistigen Eigentumsrechts zugrunde liegt. Die ökonomische Debatte betrachtet dieses Problem in der Regel unter dem Gesichtspunkt der Anreizstrukturen und dem möglichen negativen Folgen für die allgemeine Wohlfahrt, die aus der Vergabe begrenzter Monopolrechte entstehen. Die Überlegungen in diesem Papier dringen aber zu einer prinzipielleren Ebene vor: Kann überhaupt sinnvoll in individualistischer Weise von „Wissen“ gesprochen werden? Die Antwort lautet eindeutig, nein.

Aus dieser Sicht ist die Konstruktion eines geistigen Eigentumsrechts also nichts anderes als der Versuch, die Erträge aus einem hochdynamischen sozialen Prozess individuell zu appropriieren. Dass eine solche Monopolisierung durchaus im Interesse der Nutznießer ist, kann nicht bezweifelt werden. Aber das Monopol bedeutet gleichzeitig, dass die dynamische Wissensproduktion behindert wird. Wie *Boldrin* und *Levine* gezeigt haben, ist das entscheidende Argument der Befürworter der geistigen Eigentumsrechte schwach, nämlich dass sie zur Lösung des Anreizproblems notwendig wären. Es gibt ein interessantes Paradox hier: Wenn ein Imitator ein erfolgreiches Produkt imitiert, woher weiß er, dass dieses Produkt erfolgreich werden wird, wenn es in der Frühphase der Innovation noch gar nicht erfolgreich war? Wenn es aber erfolgreich ist, bedeutet nicht gerade diese Beobachtung auch, dass der Innovator bereits hinreichend hohe Erträge erzielt hat, um ihn im Sinne der Opportunitätskosten angemessen für den Verzicht auf alternative Beschäftigungen zu entlohnen? Warum werden übernormale Monopolrenten für notwendig gehalten, um Innovatoren zu entlohnen?

Wie gesagt, die umfängliche ökonomische Literatur kann hier nicht gewürdigt werden. Nur ein Aspekt soll hervorgehoben werden: Dass nämlich der Wissenswettbewerb von Innovatoren und Imitatoren nichts anderes ist als der ökonomische Reflex der fundamentaleren Evolution verteilten Wissens. Eine durch geistige Eigentumsrechte nicht blockierte Wettbewerbsdynamik weist in viel stärkerem Maße die Eigenschaft auf, dass Innovationen graduell und dezentral kontinuierlich verbessert werden, vor allem auch im Sinne einer engeren Interaktion zwischen Produzenten und Nutzern. Gleichzeitig wird das ökonomische Gewinninteresse darauf gelenkt, Marktanteile durch komplementäre Innovationen zu erweitern, die gegebenenfalls stärker individuell appropriierbar sind, wie beispielsweise bestimmte Dienstleistungen (etwa Reparaturen). In der Regel ist ein Geschäftsgeheimnis ausreichend, um eine Appropriierung des Wissensertrages zu ermöglichen, nimmt aber nicht die Anreize, durch weitere Innovationsschritte das Produkt zu verbessern. Der Patentschutz setzt hingegen Anreize, die Anstren-

gungen in die Durchsetzung des Patents zu investieren, und andere Wettbewerber daran zu behindern, das Produkt weiter zu verbessern.

Dieses Bild des Innovationswettbewerbes führt zu einem Perspektivenwechsel, der bereits in älteren institutionalistischen Theorien zur Evolution der Technologie angelegt war. Hier wird die Evolution des Wissens als ein autonomer Prozess aufgefasst, in dem die Aktivitäten einzelner Innovatoren lediglich die Rolle spielen, Strukturdynamiken anzustoßen, sozusagen, „Steine ins Rollen zu bringen“, im Grunde als Zufallsgeneratoren, die als solche gegeneinander substituierbar sind. Das heroische Bild des Neuerungsprozesses, wie es der Idee des geistigen Eigentums zu Grunde liegt, leitet völlig irre. Wissensrevolution ist ein dynamischer Prozess auf Populationsebene, in dem ständig Varianten generiert und getestet werden. Wissensrevolution ist gleichzeitig komplex vernetzt und stützt sich auf verteilte Kognition, unter Einbeziehung von sozialen Interaktionen und von Artefakten. Die Zuweisung von geistigen Eigentumsrechten reifiziert kontingente Zustände in diesem Prozess und unterdrückt damit seine Dynamik.

Das Argument, durch geistige Eigentumsrechte würde der Innovator in die Lage versetzt, seine F&E Kosten zu decken und weiter in F&E zu investieren, unterstellt stillschweigend, dass der Innovator tatsächlich auch derjenige ist, der das Wissen in bestmöglicher Form weiter entwickelt. Das ist in einem Prozess verteilten Wissens eine unbegründete Annahme. Neue Ideen zur Verbesserung der Innovation können schon in der ersten Phase von anderen kommen, weil sie beispielsweise besser über die Nutzung informiert sind. Es gibt eine ganze Reihe von Beispielen, dass die ursprünglichen Innovatoren tatsächlich nicht diejenigen waren, die am besten zu einer schnellen Weiterentwicklung fähig waren, und sich gerade deshalb auf die Auswertung ihres Patentes konzentrierten.

Zusammenfassend können wir also sagen, dass die Institution geistiger Eigentumsrechte auf einem grundlegenden Missverständnis über die Natur des Wissens und seiner Evolution beruht. Solange aber die Wirtschaftswissenschaft an einem verdinglichten und pseudoquantitativen Wissensbegriff festhält, wird es schwer fallen, dieses Missverständnis zu überwinden. Die philosophische Analyse kann dazu beitragen, den ökonomischen Wissensbegriff abzuklären und in eine auch empirisch gehaltvollere Form zu bringen.

Literaturverzeichnis

- Anacker, Michael (2007): Das Erkenntnisproblem und der Wissensbegriff in der philosophischen Tradition, in: Schützeichel (2007): 353-374.
- Aunger, Robert (2002): *The Electric Meme. A New Theory of How We Think*. New York et al.: Free Press.
- Aunger, Robert, ed. (2000): *Darwinizing Culture: The Status of Memetics as a Science*, Oxford: Oxford University Press.
- Ayres, Clarence E. (1944): *The Theory of Economic Progress*, Chapel Hill: University of North Carolina Press.
- Ben Jacob, Eshel (1998): Bacterial Wisdom, Gödel's Theorem and Creative Genomic Webs, *Physica A*: 57-76.
- Ben Jacob, Eshel / Shapira, Yoash / Tauber, Alfred I (2006): Seeking the Foundations of Cognition in Bacteria: From Schrödinger's Negative Entropy to Latent Information, in: *Physica A* 359: 495-524.
- Beunza, Daniel / Hardie, Iain / MacKenzie, Donald (2006): A Price Is a Social Thing: Towards a Material Sociology of Arbitrage, http://www.sps.ed.ac.uk/_data/assets/pdf_file/0013/3415/arbitrage.pdf.
- Bolander, Thomas (2009): Self-Reference, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2009 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.),
URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2009/entries/self-reference/>>.
- Boldrin, Michele / Levine David K. (2008): *Against Intellectual Monopoly*, Cambridge et al.: Cambridge University Press.
- Boldrin, Michelle / Levine, David K. (2009): A Model of Discovery, *American Economic Review* 99(3): 337-343.
- Brüggen, Michael (1974): Wissen, in: Krings et al., ed. (1974): 1723-1739.
- Caliskan, Koray (2007): Price As a Market Device: Cotton Trading in Izmir Mercantile Exchange, in: Callon et al. (2007): 241-261.
- Callon, Michel (2007): What Does It Mean to Say That Economics is Performative? In: MacKenzie et al. (2007): 344-357.
- Callon, Michel (2008): Economic Markets and the Rise of Interactive Agencements: From Prosthetic Agencies to Habilitated Agencies, in: Pinch / Swedberg (2008). 29-56.
- Callon, Michel / Millo, Yuval / Muniesa, Fabian, eds. (2007): *Market Devices*. Malden et al.: Blackwell.
- Candlish, Stewart (2004): Private Language, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2004 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.),
URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2004/entries/private-language/>>.

- Carpendale, Jeremy I.M. / Lewis, Charlie (2004): Constructing an understanding of mind: The development of children's understanding of mind within social interaction, *Behavioral and Brain Sciences*, 27, 79-150.
- Chaitin, Gregory J. (2005): *Metamaths. The Quest for Omega*, London: Atlantic Books.
- Cole, David (2008): The Chinese Room Argument, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2008 Edition), Edward N. Zalta (ed.),
URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2008/entries/chinese-room/>>.
- Cornwell, John, ed. (1995): *Nature's Imagination. The Frontiers of Scientific Vision*, Oxford / New York / Melbourne: Oxford University Press.
- Dennett, Daniel C. (1991): *Consciousness Explained*, Boston et al.: Little, Brown and Company.
- Dennett, Daniel C. (1995): *Darwin's Dangerous Idea. Evolution and the Meanings of Life*, New York: Simon & Schuster.
- Dopfer, Kurt (ed.) (2001): *Evolutionary Economics. Program and Scope*, Boston/Dordrecht/London: Kluwer.
- Downs, Julie S. / Loewenstein, George / Wisdom, Jessica (2009): Strategies for Promoting Healthier Food Choices, *American Economic Review* 99(2): 159-164.
- Dretske, Fred (1981/1999): *Knowledge and the Flow of Information*, Reprint, Stanford: CSLI Publications.
- Dretske, Fred (1995): *Naturalizing the Mind*, Cambridge and London: MIT Press.
- Dretske, Fred (2004): Knowing What You Think vs. Knowing that You Think It, in: Schantz (2004b): 389-418).
- Edelman, Gerald M. (1987): *Neural Darwinism. The Theory of Neuronal Group Selection*. New York: Basic Books.
- Edelman, Gerald M. (2006): *Second Nature. Brain Science and Human Knowledge*. New Haven and London: Yale University Press.
- Edelman, Gerald M. / Tononi, Giulio (1995): Neural Darwinism: The Brain as a Selectional System, in: Cornwell (1995): 78-101.
- Engels, Eve-Marie (1989): *Erkenntnis als Anpassung? Eine Studie zur Evolutionären Erkenntnistheorie*, Frankfurt: Suhrkamp.
- Foray, Dominique (2004): *Economics of Knowledge*, Cambridge and London: MIT Press.
- Foss, Nicolai J. (1993): Theories of the Firm: Contractual and Competence Theories, in: *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 3, S. 127-144.
- Foss, Nicolai J. (1994): Realism and Evolutionary Economics, in: *Journal of Social and Evolutionary Systems*, Vol. 17, No. 1, S. 21-40.
- Gould, Stephen Jay (2002): *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge and London: Belknap.

- Griffiths, Paul E. (2001): Genetic Information: A Metaphor In Search of a Theory, *Philosophy of Science* 68: 394–412.
- Gul, Faruk / Pesendorfer, Wolfgang (2005): The Case for Mindless Economics, <http://www.princeton.edu/~pesendor/mindless.pdf>.
- Hackett, Edward J. / Amsterdamska, Olga / Lynch, Michael / Wajcman, Judy, eds. (2008): *The Handbook of Science and Technology Studies*, Cambridge and London: MIT Press.
- Hayek, F.A. von (1945): The Use of Knowledge in Society, in: *American Economic Review*, Vol. XXXV, No. 4, 519-530.
- Hayek, Friedrich August von (1952): *The Sensory Order. An Inquiry into the Foundations of Theoretical Psychology*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hayek, Friedrich August von (1967): *Studies in Philosophy, Politics, and Economics*, London: Routledge & Kegan Paul.
- Hayek, Friedrich August von (1973): *Law, Legislation and Liberty. A New Statement of the Liberal Principles of Justice and Political Economy. Volume 1: Rules and Order*. Chicago: University of Chicago Press.
- Herrmann-Pillath, Carsten (1992): The Brain, Its Sensory Order and the Evolutionary Concept of Mind. On Hayek's Contribution to Evolutionary Epistemology, in: *Journal for Social and Biological Structures* 15/2, S. 145-187.
- Herrmann-Pillath, Carsten (1997): Wettbewerb als ontologische Universalie: Natürliche Arten, wettbewerbliche Interaktionen und Internalisierung, in: U. Fehl/K. von Delhaes, Hrsg., *Dimensionen des Wettbewerbes*, Stuttgart/Jena/New York: G. Fischer, 321-356.
- Herrmann-Pillath, Carsten (2002): *Grundriß der Evolutionsökonomik*, zwei Bände, Stuttgart: Wilhelm Fink Verlag, 814 S.
(vollständig als online-Version bei www.evolutionaryeconomics.net).
- Hodgson, Geoffrey M. / Knudsen, Thorbjørn (2004): The Firm as an Interactor: Firms as Vehicles for Habits, *Journal of Evolutionary Economics* 14(3): 281-309.
- Hodgson, Geoffrey M. / Knudsen, Thorbjørn (2006): The Nature and Units of Social Selection, *Journal of Evolutionary Economics* 16(5): 477-490.
- Holland, John H. (1995): *Hidden Order. How Adaptation Builds Complexity*, Reading et al.: Addison-Wesley.
- Hutchins, Edwin (1995): *Cognition in the Wild*, Cambridge and London: MIT Press.
- Jones, Charles I. (2002): Sources of U.S. Economic Growth in a World of Ideas, *American Economic Review* 92(1): 220-239.
- Koppl, Roger / Rosser, J. Barkley, Jr (2002): All That I Have To Say Has Already Crossed Your Mind, *Metroeconomica* Vol. 53, 339-360.
- Krings, Hermann / Baumgartner, Hans Michael / Wild, Cristoph, eds. (1974): *Handbuch philosophischer Grundbegriffe*, München: Kösel.

- Latour, Bruno (2005): *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network.Theory*, Oxford et al.: Oxford University Press.
- Lewis, Charlie / Carpendale, Jeremy (2002): *Social Cognition*, in: P. K. Smith & C. Hart, eds.: *Blackwell Handbook of Social Cognition*. Oxford: Blackwell 375-393.
- Lloyd, Seth (1999): *Universe as a Quantum Computer*, arXiv:quant-ph/9912088.
- Lloyd, Seth (2001): *Computational Capacity of the Universe*, arXiv:quant-ph/0110141.
- Lloyd, Seth (2006): *Progammung the Universe. A Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos*, New York: Knopf.
- Macdonald, Graham / Papineau, David, (2006a): *Introduction: Prospects and Problems for Teleosemantics*, in: *ibid.* eds., *Teleosemantics. New Philosophical Essays*, Oxford / New York: Oxford University Press, 1-22.
- Macdonald, Graham / Papineau, David, eds. (2006b): *Teleosemantics. New Philosophical Essays*, Oxford / New York: Oxford University Press.
- Mantzavinos, Chrysostomos (2001): *Individuals, Institutions, and Markets*, Cambridge et al.: Cambridge University Press.
- Markose, S.M. (2005): *Computability and evolutionary complexity: markets as complex adaptive systems (CAS)*, in: *Economic Journal* 115(504): F159-F193.
- Menary, Richard (2007): *Writing as Thinking*, *Language Sciences* 29: 621-632.
- Metcalf, J. Stanley (2001): *Evolutionary Approaches to Population Thinking and the Problem of Growth and Development*, in: *Dopfer* (2001), 141-164.
- Millikan, Ruth (2005): *Language: A Biological Model*, Oxford: Clarendon.
- Moll, Henrike / Tomasello, Michael (2007): *Cooperation and Human Cognition: The Vygotskian Intelligence Hypothesis*, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 362: 639-648.
- Odlin-Smee, F.J. (1988): *Niche-Constructing Phenotypes*, in: *Plotkin* (1988): 73-132.
- Oyama, Susan (2000): *Evolution's Eye. A Systems View of the Biology-Culture Divide*, Durham/London: Duke University Press.
- Oyama, Susan (2001): *The Ontogeny of Information. Developmental Systems and Evolution*. Durham: Duke University Press.
- Papineau, David (2007): *Naturalism*, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2007 Edition), Edward N. Zalta (ed.),
URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2007/entries/naturalism/>>.
- Penrose, Roger (1989): *The Emperor's New Mind. Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics*, Oxford: Oxford University Press.
- Penrose, Roger (1995): *Must Mathematical Physics Be Reductionist?* In: *Cornwell* (1995): 12- 26.

- Pinch, Trevor / Swedberg, Richard, eds. (2008): *Living in a Material World. Economic Sociology Meets Science and Technology Studies*, Cambridge: MIT Press.
- Plotkin, H.C., ed. (1988): *The Role of Behavior in Evolution*. Cambridge/London: MIT Press.
- Popper, Karl R. (1973): *Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf*, Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Preda, Alex (2008): *STS and Social Studies on Finance*, in: Hackett et al. (2008): 901-920.
- Rappaport, Roy A. (1979): *Ecology, Meaning, and Religion*. Richmond: North Atlantic Books.
- Rheinberger, Hans-Jörg and Staffan Müller-Wille (2007): *Gene*, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2007 Edition), Edward N. Zalta (ed.),
URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2007/entries/gene/>>
- Ross, Don (2005): *Economic Theory and Cognitive Science: Microexplanations*, Cambridge and London: MIT Press.
- Schantz, Richard (2004a): *Introduction*, in: Schantz (2004c): 1-36.
- Schantz, Richard (2004b): *Empiricism Externalized*, in: Schantz (2004c): 89-122.
- Schantz, Richard, ed. (2004c): *The Externalist Challenge*, Berlin: de Gruyter.
- Schützeichel, Rainer, (2007a): *Soziale Epistemologie*, in: Schützeichel (2007b): 290-305.
- Schützeichel, Rainer, Hrsg. (2007b): *Handbuch Wissenssoziologie und Wissensforschung*, Konstanz: UVK.
- Skyrms, Brian (1996): *Evolution of the Social Contract*, Cambridge et al.: Cambridge University Press.
- Skyrms, Brian (2004): *The Stag Hunt and the Evolution of Social Structure*, Cambridge et al.: Cambridge University Press.
- Smith, Vernon L. (2003): *Constructivist and Ecological Rationality in Economics*, *The American Economic Review* 93(3): 465-508.
- Sterelny, Kim (2004): *Externalism, Epistemic Artefacts and The Extended Mind*, in: Schantz (2004c): 239-254.
- Streit, Manfred (2008): *Wissen, Wettbewerb und Wirtschaftsordnung*, Baden-Baden: Nomos.
- Sugden, Robert (2001): *The Evolutionary Turn in Game Theory*, *Journal of Economic Methodology* 8(1): 113-130.
- Thaler, Richard H. / Sunstein, Cass R. (2009): *Nudge. Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*, London: Penguin.
- Veblen, Thorstein (1914/1990): *The Instinct of Workmanship and the State of Industrial Arts*, New Brunswick/London: Transaction.
- Wilson, Robert A. (2004): *Boundaries of the Mind. The Individual in the Fragile Sciences: Cognition*, Cambridge et al.: Cambridge University Press.

Wolfram, Stephen (2002): A New Kind of Science. Champaign, IL: Wolfram Media.

Wyatt, Sally (2008): Technological Determinism Is Dead: Long Live Technological Determinism, in: Hackett et al. (2008): 166-180.

Ziman, John, ed. (2000): Technological Innovation as an Evolutionary Process, Cambridge et al.: Cambridge University Press.

FRANKFURT SCHOOL / HFB – WORKING PAPER SERIES

No.	Author/Title	Year
129.	Hankir, Yassin / Rauch, Christian / Ueber, Marc It's The Market Power, Stupid! – Stock Return Patterns in International Bank M&A	2009
128.	Herrmann-Pillath, Carsten Outline of a Darwinian Theory of Money	2009
127.	Cremers, Heinz / Walzner, Jens Modellierung des Kreditrisikos im Portfoliofall	2009
126.	Cremers, Heinz / Walzner, Jens Modellierung des Kreditrisikos im Einwertpapierfall	2009
125.	Heidorn, Thomas / Schmaltz, Christian Interne Transferpreise für Liquidität	2009
124.	Bannier, Christina E. / Hirsch, Christian The economic function of credit rating agencies - What does the watchlist tell us?	2009
123.	Herrmann-Pillath, Carsten A Neurolinguistic Approach to Performativity in Economics	2009
122.	Winkler, Adalbert / Vogel, Ursula Finanzierungsstrukturen und makroökonomische Stabilität in den Ländern Südosteuropas, der Türkei und in den GUS-Staaten	2009
121.	Heidorn, Thomas / Rupprecht, Stephan Einführung in das Kapitalstrukturmanagement bei Banken	2009
120.	Roszbach, Peter Die Rolle des Internets als Informationsbeschaffungsmedium in Banken	2009
119.	Herrmann-Pillath, Carsten Diversity Management und diversitätsbasiertes Controlling: Von der „Diversity Scorecard“ zur „Open Balanced Scorecard“	2009
118.	Hölscher, Luise / Clasen, Sven Erfolgsfaktoren von Private Equity Fonds	2009
117.	Bannier, Christina E. Is there a hold-up benefit in heterogeneous multiple bank financing?	2009
116.	Roßbach, Peter / Gießamer, Dirk Ein eLearning-System zur Unterstützung der Wissensvermittlung von Web-Entwicklern in Sicherheitsthemen	2009
115.	Herrmann-Pillath, Carsten Kulturelle Hybridisierung und Wirtschaftstransformation in China	2009
114.	Schalast, Christoph: Staatsfonds – „neue“ Akteure an den Finanzmärkten?	2009
113.	Schalast, Christoph / Alram, Johannes Konstruktion einer Anleihe mit hypothekarischer Besicherung	2009
112.	Schalast, Christoph / Bolder, Markus / Radünz, Claus / Siepmann, Stephanie / Weber, Thorsten Transaktionen und Servicing in der Finanzkrise: Berichte und Referate des Frankfurt School NPL Forums 2008	2009
111.	Werner, Karl / Moormann, Jürgen Efficiency and Profitability of European Banks – How Important Is Operational Efficiency?	2009
110.	Herrmann-Pillath, Carsten Moralische Gefühle als Grundlage einer wohlstandschaffenden Wettbewerbsordnung: Ein neuer Ansatz zur erforschung von Sozialkapital und seine Anwendung auf China	2009
109.	Heidorn, Thomas / Kaiser, Dieter G. / Roder, Christoph Empirische Analyse der Drawdowns von Dach-Hedgefonds	2009
108.	Herrmann-Pillath, Carsten Neuroeconomics, Naturalism and Language	2008
107.	Schalast, Christoph / Benita, Barten Private Equity und Familienunternehmen – eine Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung deutscher Maschinen- und Anlagenbauunternehmen	2008
106.	Bannier, Christina E. / Grote, Michael H. Equity Gap? – Which Equity Gap? On the Financing Structure of Germany's Mittelstand	2008

Dimensionen des Wissens: Ein kognitiv-evolutionärer Ansatz auf der Grundlage
von F.A. von Hayeks Theorie der „Sensory Order“

105.	Herrmann-Pillath, Carsten The Naturalistic Turn in Economics: Implications for the Theory of Finance	2008
104.	Schalast, Christoph (Hrsg.) / Schanz, Kay-Michael / Scholl, Wolfgang Aktionärschutz in der AG falsch verstanden? Die Leica-Entscheidung des LG Frankfurt am Main	2008
103.	Bannier, Christina E./ Müsch, Stefan Die Auswirkungen der Subprime-Krise auf den deutschen LBO-Markt für Small- und MidCaps	2008
102.	Cremers, Heinz / Vetter, Michael Das IRB-Modell des Kreditrisikos im Vergleich zum Modell einer logarithmisch normalverteilten Verlustfunktion	2008
101.	Heidorn, Thomas / Pleißner, Mathias Determinanten Europäischer CMBS Spreads. Ein empirisches Modell zur Bestimmung der Risikoaufschläge von Commercial Mortgage-Backed Securities (CMBS)	2008
100.	Schalast, Christoph (Hrsg.) / Schanz, Kay-Michael Schaeffler KG/Continental AG im Lichte der CSX Corp.-Entscheidung des US District Court for the Southern District of New York	2008
99.	Hölscher, Luise / Haug, Michael / Schweinberger, Andreas Analyse von Steueramnestiedaten	2008
98.	Heimer, Thomas / Arend, Sebastian The Genesis of the Black-Scholes Option Pricing Formula	2008
97.	Heimer, Thomas / Hölscher, Luise / Werner, Matthias Ralf Access to Finance and Venture Capital for Industrial SMEs	2008
96.	Böttger, Marc / Guthoff, Anja / Heidorn, Thomas Loss Given Default Modelle zur Schätzung von Recovery Rates	2008
95.	Almer, Thomas / Heidorn, Thomas / Schmaltz, Christian The Dynamics of Short- and Long-Term CDS-spreads of Banks	2008
94.	Barthel, Erich / Wollersheim, Jutta Kulturunterschiede bei Mergers & Acquisitions: Entwicklung eines Konzeptes zur Durchführung einer Cultural Due Diligence	2008
93.	Heidorn, Thomas / Kunze, Wolfgang / Schmaltz, Christian Liquiditätsmodellierung von Kreditzusagen (Term Facilities and Revolver)	2008
92.	Burger, Andreas Produktivität und Effizienz in Banken – Terminologie, Methoden und Status quo	2008
91.	Löchel, Horst / Pecher, Florian The Strategic Value of Investments in Chinese Banks by Foreign Financial Institutions	2008
90.	Schalast, Christoph / Morgenschweis, Bernd / Sprengel, Hans Otto / Ockens, Klaas / Stachuletz, Rainer / Safran, Robert Der deutsche NPL Markt 2007: Aktuelle Entwicklungen, Verkauf und Bewertung – Berichte und Referate des NPL Forums 2007	2008
89.	Schalast, Christoph / Stralkowski, Ingo 10 Jahre deutsche Buyouts	2008
88.	Bannier, Christina E./ Hirsch, Christian The Economics of Rating Watchlists: Evidence from Rating Changes	2007
87.	Demidova-Menzel, Nadeshda / Heidorn, Thomas Gold in the Investment Portfolio	2007
86.	Hölscher, Luise / Rosenthal, Johannes Leistungsmessung der Internen Revision	2007
85.	Bannier, Christina / Hänsel, Dennis Determinants of banks' engagement in loan securitization	2007
84.	Bannier, Christina “Smoothing“ versus “Timeliness“ - Wann sind stabile Ratings optimal und welche Anforderungen sind an optimale Berichtsregeln zu stellen?	2007
83.	Bannier, Christina E. Heterogeneous Multiple Bank Financing: Does it Reduce Inefficient Credit-Renegotiation Incidences?	2007
82.	Cremers, Heinz / Löhr, Andreas Deskription und Bewertung strukturierter Produkte unter besonderer Berücksichtigung verschiedener Marktszenarien	2007
81.	Demidova-Menzel, Nadeshda / Heidorn, Thomas Commodities in Asset Management	2007

Dimensionen des Wissens: Ein kognitiv-evolutionärer Ansatz auf der Grundlage
von F.A. von Hayeks Theorie der „Sensory Order“

80.	Cremers, Heinz / Walzner, Jens Risikosteuerung mit Kreditderivaten unter besonderer Berücksichtigung von Credit Default Swaps	2007
79.	Cremers, Heinz / Traughber, Patrick Handlungsalternativen einer Genossenschaftsbank im Investmentprozess unter Berücksichtigung der Risikotragfähigkeit	2007
78.	Gerdesmeier, Dieter / Roffia, Barbara Monetary Analysis: A VAR Perspective	2007
77.	Heidorn, Thomas / Kaiser, Dieter G. / Muschiol, Andrea Portfoliooptimierung mit Hedgefonds unter Berücksichtigung höherer Momente der Verteilung	2007
76.	Jobe, Clemens J. / Ockens, Klaas / Safran, Robert / Schalast, Christoph Work-Out und Servicing von notleidenden Krediten – Berichte und Referate des HfB-NPL Servicing Forums 2006	2006
75.	Abrar, Kamyar / Schalast, Christoph Fusionskontrolle in dynamischen Netzsektoren am Beispiel des Breitbandkabelsektors	2006
74.	Schalast, Christoph / Schanz, Kay-Michael Wertpapierprospekte: Markteinführungspublizität nach EU-Prospektverordnung und Wertpapierprospektgesetz 2005	2006
73.	Dickler, Robert A. / Schalast, Christoph Distressed Debt in Germany: What´s Next? Possible Innovative Exit Strategies	2006
72.	Belke, Ansgar / Polleit, Thorsten How the ECB and the US Fed set interest rates	2006
71.	Heidorn, Thomas / Hoppe, Christian / Kaiser, Dieter G. Heterogenität von Hedgefondsindizes	2006
70.	Baumann, Stefan / Löchel, Horst The Endogeneity Approach of the Theory of Optimum Currency Areas - What does it mean for ASEAN + 3?	2006
69.	Heidorn, Thomas / Trautmann, Alexandra Niederschlagsderivate	2005
68.	Heidorn, Thomas / Hoppe, Christian / Kaiser, Dieter G. Möglichkeiten der Strukturierung von Hedgefondsportfolios	2005
67.	Belke, Ansgar / Polleit, Thorsten (How) Do Stock Market Returns React to Monetary Policy ? An ARDL Cointegration Analysis for Germany	2005
66.	Daynes, Christian / Schalast, Christoph Aktuelle Rechtsfragen des Bank- und Kapitalmarktsrechts II: Distressed Debt - Investing in Deutschland	2005
65.	Gerdesmeier, Dieter / Polleit, Thorsten Measures of excess liquidity	2005
64.	Becker, Gernot M. / Harding, Perham / Hölscher, Luise Financing the Embedded Value of Life Insurance Portfolios	2005
63.	Schalast, Christoph Modernisierung der Wasserwirtschaft im Spannungsfeld von Umweltschutz und Wettbewerb – Braucht Deutschland eine Rechtsgrundlage für die Vergabe von Wasserversorgungskonzessionen? –	2005
62.	Bayer, Marcus / Cremers, Heinz / Kluß, Norbert Wertsicherungsstrategien für das Asset Management	2005
61.	Löchel, Horst / Polleit, Thorsten A case for money in the ECB monetary policy strategy	2005
60.	Richard, Jörg / Schalast, Christoph / Schanz, Kay-Michael Unternehmen im Prime Standard - „Staying Public“ oder „Going Private“? - Nutzenanalyse der Börsennotiz -	2004
59.	Heun, Michael / Schlink, Torsten Early Warning Systems of Financial Crises - Implementation of a currency crisis model for Uganda	2004
58.	Heimer, Thomas / Köhler, Thomas Auswirkungen des Basel II Akkords auf österreichische KMU	2004
57.	Heidorn, Thomas / Meyer, Bernd / Pietrowiak, Alexander Performanceeffekte nach Directors Dealings in Deutschland, Italien und den Niederlanden	2004
56.	Gerdesmeier, Dieter / Roffia, Barbara The Relevance of real-time data in estimating reaction functions for the euro area	2004
55.	Barthel, Erich / Gierig, Rauno / Kühn, Ilmhart-Wolfram Unterschiedliche Ansätze zur Messung des Humankapitals	2004

Dimensionen des Wissens: Ein kognitiv-evolutionärer Ansatz auf der Grundlage
von F.A. von Hayeks Theorie der „Sensory Order“

54.	Anders, Dietmar / Binder, Andreas / Hesdahl, Ralf / Schalast, Christoph / Thöne, Thomas Aktuelle Rechtsfragen des Bank- und Kapitalmarktrechts I : Non-Performing-Loans / Faule Kredite - Handel, Work-Out, Outsourcing und Securitisation	2004
53.	Polleit, Thorsten The Slowdown in German Bank Lending – Revisited	2004
52.	Heidorn, Thomas / Siragusano, Tindaro Die Anwendbarkeit der Behavioral Finance im Devisenmarkt	2004
51.	Schütze, Daniel / Schalast, Christoph (Hrsg.) Wider die Verschleuderung von Unternehmen durch Pfandversteigerung	2004
50.	Gerhold, Mirko / Heidorn, Thomas Investitionen und Emissionen von Convertible Bonds (Wandelanleihen)	2004
49.	Chevalier, Pierre / Heidorn, Thomas / Krieger, Christian Temperaturderivate zur strategischen Absicherung von Beschaffungs- und Absatzrisiken	2003
48.	Becker, Gernot M. / Seeger, Norbert Internationale Cash Flow-Rechnungen aus Eigner- und Gläubigersicht	2003
47.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Notes on convexity and quanto adjustments for interest rates and related options	2003
46.	Hess, Dieter Determinants of the relative price impact of unanticipated Information in U.S. macroeconomic releases	2003
45.	Cremers, Heinz / Kluß, Norbert / König, Markus Incentive Fees. Erfolgsabhängige Vergütungsmodelle deutscher Publikumsfonds	2003
44.	Heidorn, Thomas / König, Lars Investitionen in Collateralized Debt Obligations	2003
43.	Kahlert, Holger / Seeger, Norbert Bilanzierung von Unternehmenszusammenschlüssen nach US-GAAP	2003
42.	Beiträge von Studierenden des Studiengangs BBA 012 unter Begleitung von Prof. Dr. Norbert Seeger Rechnungslegung im Umbruch - HGB-Bilanzierung im Wettbewerb mit den internationalen Standards nach IAS und US-GAAP	2003
41.	Overbeck, Ludger / Schmidt, Wolfgang Modeling Default Dependence with Threshold Models	2003
40.	Balthasar, Daniel / Cremers, Heinz / Schmidt, Michael Portfoliooptimierung mit Hedge Fonds unter besonderer Berücksichtigung der Risikokomponente	2002
39.	Heidorn, Thomas / Kantwill, Jens Eine empirische Analyse der Spreadunterschiede von Festsatzanleihen zu Floatern im Euroraum und deren Zusammenhang zum Preis eines Credit Default Swaps	2002
38.	Böttcher, Henner / Seeger, Norbert Bilanzierung von Finanzderivaten nach HGB, EstG, IAS und US-GAAP	2003
37.	Moormann, Jürgen Terminologie und Glossar der Bankinformatik	2002
36.	Heidorn, Thomas Bewertung von Kreditprodukten und Credit Default Swaps	2001
35.	Heidorn, Thomas / Weier, Sven Einführung in die fundamentale Aktienanalyse	2001
34.	Seeger, Norbert International Accounting Standards (IAS)	2001
33.	Moormann, Jürgen / Stehling, Frank Strategic Positioning of E-Commerce Business Models in the Portfolio of Corporate Banking	2001
32.	Sokolovsky, Zbynek / Strohhecker, Jürgen Fit für den Euro, Simulationsbasierte Euro-Maßnahmenplanung für Dresdner-Bank-Geschäftsstellen	2001
31.	Roßbach, Peter Behavioral Finance - Eine Alternative zur vorherrschenden Kapitalmarkttheorie?	2001
30.	Heidorn, Thomas / Jaster, Oliver / Willeitner, Ulrich Event Risk Covenants	2001
29.	Biswas, Rita / Löchel, Horst Recent Trends in U.S. and German Banking: Convergence or Divergence?	2001

Dimensionen des Wissens: Ein kognitiv-evolutionärer Ansatz auf der Grundlage
von F.A. von Hayeks Theorie der „Sensory Order“

28.	Eberle, Günter Georg / Löchel, Horst Die Auswirkungen des Übergangs zum Kapitaldeckungsverfahren in der Rentenversicherung auf die Kapitalmärkte	2001
27.	Heidorn, Thomas / Klein, Hans-Dieter / Siebrecht, Frank Economic Value Added zur Prognose der Performance europäischer Aktien	2000
26.	Cremers, Heinz Konvergenz der binomialen Optionspreismodelle gegen das Modell von Black/Scholes/Merton	2000
25.	Löchel, Horst Die ökonomischen Dimensionen der ‚New Economy‘	2000
24.	Frank, Axel / Moormann, Jürgen Grenzen des Outsourcing: Eine Exploration am Beispiel von Direktbanken	2000
23.	Heidorn, Thomas / Schmidt, Peter / Seiler, Stefan Neue Möglichkeiten durch die Namensaktie	2000
22.	Böger, Andreas / Heidorn, Thomas / Graf Waldstein, Philipp Hybrides Kernkapital für Kreditinstitute	2000
21.	Heidorn, Thomas Entscheidungsorientierte Mindestmargenkalkulation	2000
20.	Wolf, Birgit Die Eigenmittelkonzeption des § 10 KWG	2000
19.	Cremers, Heinz / Robé, Sophie / Thiele, Dirk Beta als Risikomaß - Eine Untersuchung am europäischen Aktienmarkt	2000
18.	Cremers, Heinz Optionspreisbestimmung	1999
17.	Cremers, Heinz Value at Risk-Konzepte für Marktrisiken	1999
16.	Chevalier, Pierre / Heidorn, Thomas / Rütze, Merle Gründung einer deutschen Strombörse für Elektrizitätsderivate	1999
15.	Deister, Daniel / Ehrlicher, Sven / Heidorn, Thomas CatBonds	1999
14.	Jochum, Eduard Hoshin Kanri / Management by Policy (MbP)	1999
13.	Heidorn, Thomas Kreditderivate	1999
12.	Heidorn, Thomas Kreditrisiko (CreditMetrics)	1999
11.	Moormann, Jürgen Terminologie und Glossar der Bankinformatik	1999
10.	Löchel, Horst The EMU and the Theory of Optimum Currency Areas	1998
09.	Löchel, Horst Die Geldpolitik im Währungsraum des Euro	1998
08.	Heidorn, Thomas / Hund, Jürgen Die Umstellung auf die Stückaktie für deutsche Aktiengesellschaften	1998
07.	Moormann, Jürgen Stand und Perspektiven der Informationsverarbeitung in Banken	1998
06.	Heidorn, Thomas / Schmidt, Wolfgang LIBOR in Arrears	1998
05.	Jahresbericht 1997	1998
04.	Ecker, Thomas / Moormann, Jürgen Die Bank als Betreiberin einer elektronischen Shopping-Mall	1997
03.	Jahresbericht 1996	1997
02.	Cremers, Heinz / Schwarz, Willi Interpolation of Discount Factors	1996
01.	Moormann, Jürgen Lean Reporting und Führungsinformationssysteme bei deutschen Finanzdienstleistern	1995

**FRANKFURT SCHOOL / HFB – WORKING PAPER SERIES
CENTRE FOR PRACTICAL QUANTITATIVE FINANCE**

No.	Author/Title	Year
21.	Packham, Natalie / Schlögl, Lutz / Schmidt, Wolfgang M. Credit dynamics in a first passage time model with jumps	2009
20.	Reiswich, Dimitri / Wystup, Uwe FX Volatility Smile Construction	2009
19.	Reiswich, Dimitri / Tompkins, Robert Potential PCA Interpretation Problems for Volatility Smile Dynamics	2009
18.	Keller-Ressel, Martin / Kilin, Fiodar Forward-Start Options in the Barndorff-Nielsen-Shephard Model	2008
17.	Gribsch, Susanne / Wystup, Uwe On the Valuation of Fader and Discrete Barrier Options in Heston's Stochastic Volatility Model	2008
16.	Veiga, Carlos / Wystup, Uwe Closed Formula for Options with Discrete Dividends and its Derivatives	2008
15.	Packham, Natalie / Schmidt, Wolfgang Latin hypercube sampling with dependence and applications in finance	2008
14.	Hakala, Jürgen / Wystup, Uwe FX Basket Options	2008
13.	Weber, Andreas / Wystup, Uwe Vergleich von Anlagestrategien bei Riesterrenten ohne Berücksichtigung von Gebühren. Eine Simulationsstudie zur Verteilung der Renditen	2008
12.	Weber, Andreas / Wystup, Uwe Riesterrente im Vergleich. Eine Simulationsstudie zur Verteilung der Renditen	2008
11.	Wystup, Uwe Vanna-Volga Pricing	2008
10.	Wystup, Uwe Foreign Exchange Quanto Options	2008
09.	Wystup, Uwe Foreign Exchange Symmetries	2008
08.	Becker, Christoph / Wystup, Uwe Was kostet eine Garantie? Ein statistischer Vergleich der Rendite von langfristigen Anlagen	2008
07.	Schmidt, Wolfgang Default Swaps and Hedging Credit Baskets	2007
06.	Kilin, Fiodor Accelerating the Calibration of Stochastic Volatility Models	2007
05.	Gribsch, Susanne/ Kühn, Christoph / Wystup, Uwe Instalment Options: A Closed-Form Solution and the Limiting Case	2007
04.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Interest Rate Convexity and the Volatility Smile	2006
03.	Becker, Christoph/ Wystup, Uwe On the Cost of Delayed Currency Fixing	2005
02.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Cross currency swap valuation	2004
01.	Wallner, Christian / Wystup, Uwe Efficient Computation of Option Price Sensitivities for Options of American Style	2004

HFB – SONDERARBEITSBERICHTE DER HFB - BUSINESS SCHOOL OF FINANCE & MANAGEMENT

No.	Author/Title	Year
01.	Nicole Kahmer / Jürgen Moormann Studie zur Ausrichtung von Banken an Kundenprozessen am Beispiel des Internet (Preis: € 120,-)	2003

Printed edition: € 25.00 + € 2.50 shipping

Download:

Working Paper: http://www.frankfurt-school.de/content/de/research/Publications/list_of_publication0.html

CPQF: http://www.frankfurt-school.de/content/de/research/quantitative_Finance/research_publications.html

Order address / contact

Frankfurt School of Finance & Management

Sonnemannstr. 9–11 ■ D–60314 Frankfurt/M. ■ Germany

Phone: +49 (0) 69 154 008 – 734 ■ Fax: +49 (0) 69 154 008 – 728

eMail: m.biemer@frankfurt-school.de

Further information about Frankfurt School of Finance & Management
may be obtained at: <http://www.frankfurt-school.de>