

Kultur im Gehirn:

Empathie, die menschliche Natur und Spiegelneuronen

ALLAN YOUNG

Einleitung

»Nach mehr als einem Jahrzehnt Forschung über Spiegelneuronen stehen wir vor einem entscheidenden Problem: Gibt es ein Spiegelneuronensystem beim Menschen? [...] Wenn wir die Ergebnisse aus veröffentlichten Studien betrachten, scheint es, als ob nur eine handvoll Studien (die bildgebende Verfahren nutzen) so entworfen wurden, dass sie das Problem direkt angehen, und sogar diese Studien haben keine zwingenden Beweise dafür geliefert, dass es einen speziellen Mechanismus gibt, der dem zuerst beim Affen beschriebenen Spiegelneuronensystem entspricht.« (Turella et al. 2008: 9)

Der erste Nachweis von Spiegelneuronen bei Rhesus-Affen wurde vor 15 Jahren erbracht. Im Laufe des letzten Jahrzehnts hat sich die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen, die sich mit Spiegelneuronen beschäftigen, verzehnfacht. Warum hat sich das Interesse an Spiegelneuronen trotz des von Turella und Kollegen erwähnten Problems vergrößert? Der Neurowissenschaftler Marcel Kinsbourne glaubt, dass Spiegelneuronen weiterhin die Aufmerksamkeit von Wissenschaftlern fesseln, weil sie »einem scheinbar unwiderstehlichen Trend hin zu

einer Atomisierung in neuronalen Hirnmodellen entgegen laufen«. Unser Wissen über Gehirnfunktionen stammt vor allem aus der Forschung über die Wirkungen von fokalen Hirnläsionen. Diese Wirkungen identifizieren unterscheidbare Hirnfunktionen, das heißt, Funktionen, die nicht offensichtlich mit anderen Hirnregionen und -funktionen verbunden sind. Wenn Forscher Funktionen verbinden wollen, die sich weniger leicht unterscheiden lassen, müssen sie warten, bis sie einen Patienten oder eine Patientin mit einer strategisch ähnlichen Läsion finden. Und dies erklärt, warum Hirnfunktionsmodelle einer zusammengeschnipselten Collage ähneln. Ein Spiegelneurosensystem beim Menschen verspricht da etwas Besseres:

»Spiegelneuronen bieten eine greifbare Integration von wahrgenommener und performierter Handlung, und mehr noch, sie tun dies durch einen experimentell zugänglichen, spezialisierten Typ von Zelle. Man kann dieser Gelegenheit schwer widerstehen. Auf der Basis dieses mikroskopischen Gebäudes werden Theorien über die Hirnmechanismen der ›*Theory of Mind*‹, des Wesens des Autismus, des kulturellen Fortschritts etc. [...] in großer Menge vorgeschlagen.« (Kinsbourne 2005: 211)

Meine These ist: Die Entdeckung von Spiegelneuronen fällt zusammen mit der Wiederentdeckung der Empathie. Diese Verbindung eröffnet zum ersten Mal die Möglichkeit, den Geist im Gehirn zu visualisieren und dieses neue Objekt, Geist/Gehirn, mit einer Version der »menschlichen Natur« des 21. Jahrhunderts zu verbinden.

Von der Rationalität zur Empathie

Vor einem Jahrhundert bildete Rationalität den Maßstab, anhand dessen die biologische und moralische Evolution des menschlichen Geistes gemessen wurde. Man behauptete, dass der primitive Mensch die prä-rationalen Anfänge des noch nicht entwickelten Geistes darstellte. Seitdem hat die anthropologische Forschung den Mythos der ›primitiven Mentalität‹ unterminiert und betrachtet nun die gesamte Menschheit als rational. Allerdings sind neue Zweifel an der Rationalität aufgekommen: Forscher im Feld der vergleichenden Kognitionswissenschaften

haben nachgewiesen, dass rationales Verhalten (wenn es entsprechend definiert wird) keine exklusiv menschliche Eigenschaft ist. Anstelle von Rationalität werden in zunehmendem Maß Empathie und der kognitive Vorgang, der sie ermöglicht, »Gedanken-Lesen«, angepriesen als die ikonischen menschlichen Eigenschaften sowie als Grundlage moralischen Denkens, ein Merkmal, das zweifellos allein den Menschen auszeichnet.

»Empathie erlaubt uns, die Intentionen anderer zu verstehen, ihr Verhalten vorherzusagen und eine von ihrer Emotion ausgelöste Emotion zu empfinden. Kurz gesagt erlaubt uns Empathie, effektiv in der sozialen Welt zu interagieren. Sie ist auch der »Kitt« der sozialen Welt, der uns dazu hinzieht, anderen zu helfen, und der uns davon abbringt, andere zu verletzen« (Lawson et al. 2004: 163; Baron-Cohen et al. 2005). Die Alltagserfahrung lehrt uns, dass menschliche Wesen nicht in gleichem Maße mit empathischen Fähigkeiten ausgestattet sind; ein Eindruck, den die kognitionswissenschaftliche Forschung bestätigt. Die Arbeiten von Baron-Cohen haben gezeigt, dass normale Frauen im Allgemeinen höhere Werte auf dem Empathie-Quotienten erreichen als Männer. Er glaubt, dass Empathie ihren Ausgang als pro-soziale Adaption während des Paläolithikums nahm. Sie erlaubte unseren Vorfahrinnen, die Wünsche ihrer vorsprachlichen Kinder wahrzunehmen, und sie ermöglichte ihnen darüber hinaus, die Launen der mächtigen und potenziell gefährlichen männlichen Wesen, mit denen sie zusammenlebten, zu lesen. Da der empathische Geist zum Tratsch und zu Erkundigungen über das Leben anderer neigt, schuf er Netzwerke, in denen nützliche soziale und ökologische Informationen zirkulierten.

Personen, die mit autistischen Störungen diagnostiziert wurden, einschließlich derer mit überdurchschnittlicher Intelligenz, weisen in dieser Hinsicht ein charakteristisches Defizit auf. Die Epidemiologie von Autismus ist stark in Richtung der Männer verschoben: Das Verhältnis der Prävalenz von Männern zu Frauen beträgt fünf zu eins, und beim Typ des High-Functioning-Autismus beträgt es sogar zehn zu eins. Baron-Cohen

1 | Wie dieser Beitrag deutlich zeigt, geht es beim »mind reading« um mehr, als durch den deutschen Begriff »Gedankenlesen« erfasst wird. Um dies hervorzuheben, verwenden wir die Schreibweise »Gedanken-Lesen«.

glaubt, dass wir Autismus als eine Störung des ›extrem männlichen Gehirns‹ betrachten sollten – eine Schlussfolgerung, zu der Hans Asperger schon in den 1940er-Jahren gekommen war.

Die evolutionären Spekulationen Baron-Cohens stehen in der Tradition von John Hughlings Jackson. Jackson beschrieb das Nervensystem als etwas, das eine Hierarchie der »Zentren« darstellt (Smith 1982). Jedes Zentrum steht für eine Adaption, die im Laufe der Evolution erworben wurde. Die archaischesten Zentren sind automatisch, hoch organisiert, unmöglich zu verändern und dienen zur schnellen senso-motorischen Verarbeitung. Später erworbene (neokortikale) Zentren sind willentlich, flexibel, langsam und abwägend. Die höheren hemmen und regulieren das Wirken der niederen Zentren. Wenn höhere Zentren ausfallen oder sich nicht entwickeln, agieren die niederen Zentren frei ihre evolutionsmäßigen Funktionen aus. Folglich können neuropsychiatrische Syndrome eine Gelegenheit darstellen, das evolutionäre Archiv einer Spezies aufzusuchen.

Hughlings Jackson zufolge ist das Verhältnis zwischen Geist und Gehirn eines der »Konkomitanz«: Das Gehirn ist das physische Substrat des Geistes (Bewusstsein), aber wir können mentale Funktionen nicht diskreten Hirnstrukturen zuordnen. Im 21. Jahrhundert ist dies nicht mehr der Fall. Aktuelle Entwicklungen der Neurowissenschaft – besonders die Verfügbarkeit funktionaler bildgebender Verfahren und die Entdeckung von Spiegelneuronen beim Affen – haben es Wissenschaftlern erlaubt zu sagen, dass sie über die Konkomitanz hinausgegangen sind. Es ist Forschern heute möglich zu behaupten, dass sie Bilder vom Wirken des Geistes im Gehirn sehen können. Sie können beobachten, wie das Gehirn auf kognitive Aufgaben reagiert, einschließlich solcher Vorgänge, die einen Beitrag für die Empathie leisten.

In der Forschung werden drei Arten von Empathie unterschieden: kognitive, emotionale und motorische Empathie (de Vignemont/Singer 2006). Diejenigen, die sich mit Spiegelneuronen beschäftigen, gehen davon aus, dass der kognitive und der emotionale Typ immer auch eine motorische Dimension haben. Motorische Empathie kann hingegen auch ohne ein kognitives oder emotionales Element auftreten – zum Beispiel bei der Echopraxie und dem sogenannten Chamäleon-Effekt –, aber dies wird in der Spiegelneuronenliteratur in der Regel als marginales Phänomen behandelt.

Kognitive Empathie wird allgemein definiert als die Fähigkeit, die Intentionen einer anderen Person zu identifizieren. Über die Definition emotionaler Empathie besteht weniger Einigkeit. In der Literatur werden drei Möglichkeiten erwähnt: (1) die Gefühle der beobachtenden Person entsprechen denen der beobachteten Person (zum Beispiel Freude als Reaktion auf Freude); (2) die Gefühle des Beobachters sind anders, aber angemessen (zum Beispiel Mitgefühl als Reaktion auf Leid, Mitleid als Antwort auf Trauer); und (3) die Gefühle der beobachtenden Person sind inkongruent oder auf andere Art sozial unangemessen (zum Beispiel Vergnügen als Reaktion auf Leid). Für die meisten Forscher, einschließlich Baron-Cohens, sind die erste und die zweite Reaktion Teil ihres Empathie-Konzepts, aber sie schließen den dritten Fall, »Counter-Empathie« (zum Beispiel Lanzetta/Englis 1989) genannt, daraus aus.

Die Entdeckung der Empathie

Der englische Begriff »empathy« leitet sich vom deutschen Wort »Einfühlung« ab, das 1903 von Theodor Lipps eingeführt wurde, um eine psychologische Beziehung zwischen dem Beobachter oder der Beobachterin und einem unbelebten Kunstwerk zu bezeichnen; insbesondere wird damit das Gefühl der beobachtenden Person benannt, sich emotional in das wahrgenommene Objekt zu projizieren. Diese »ästhetische Empathie« war vorher schon von deutschen Autoren, namentlich Robert Vischer, beschrieben worden, aber allein Lipps erweiterte sie so, dass sie auch Beziehungen zwischen Menschen umfassen konnte. »Ich fühle mich selbst in ihm« ist die Wendung, mit der Lipps sich selbst beschrieb, während er einem Seiltänzer bei einer Aufführung zusah. Es war, so schrieb er, als ob er die Situation des Akrobaten innerhalb seines eigenen Körpers imitieren oder reproduzieren würde (Hundahl 1967; Jahoda 2005).

Edmund Husserl integrierte Lipps Vorstellungen in seine Version der Phänomenologie. Von der Geburt an, so schrieb er, umfasst menschliche Subjektivität *Intersubjektivität*: eine Beziehung zwischen dem Selbst und dem Anderen, in dem der Andere mittels eines primitiven holistischen Prozesses der »Paarung«, der auf der Ebene des Körpers abläuft, wahrgenommen wird. Um genau zu sein: Ein Bedeutungstransfer zwischen

Körpern vollzieht sich. Das »primordiale Ego« ist die Basis dieses Vorganges, in dem Bedeutungen sich zwischen Körpern bewegen, aber die Integrität der entsprechenden Egos gewahrt bleibt. Husserls Zeitgenosse Levy-Bruhl schlug eine radikalere Version von Intersubjektivität, genannt »Partizipation«, vor. Sie ähnelt dem Lipp'schen Begriff insofern, als dass auch sie eine Interpenetration von Ich-Zuständen, und nicht nur eine bloße Gleichrichtung, annimmt und ebenfalls Beziehungen zwischen Beobachtern und nicht-menschlichen Wesen sowie unbelebten Objekten mit einschließt. Aber während Lipp glaubte, dass Einfühlung sowohl ein primitiver psychologischer Prozess als auch universal menschlich sei, beschränkte Levy-Bruhl sein Konzept der Partizipation auf die geistige Welt der Primitiven (Levy-Bruhl 1921, 1927; Chimisso 2000; Moyn 2005; Gallese 2003).

Im Jahr 1909 führte Edward Titchener Lipps Konzept der Einfühlung, ins Englische übersetzt als »empathy«, in die amerikanische wissenschaftliche Psychologie ein. Und dies ist der Ort, an dem das Konzept bis zum Ende des 20. Jahrhunderts im Werkzeugkasten der Sozialpsychologie brach lag; in erster Linie als Konzept, das eine pro-soziale, entkörperte Einstellung bezeichnete (zum Beispiel Davis 1994).

Empathie und Spiegelneuronen

Die kognitiven Neurowissenschaften entdeckten Lipps verkörpertes Konzept der Empathie in den 1990er-Jahren, als Folge einer Kette von Ereignissen, die durch den einfachen Zugang zu funktionalen bildgebenden Verfahren und durch die Entdeckung der Spiegelneuronen in Gang gesetzt worden war. Heutzutage ist dies ein bekanntes Phänomen: Die Versuchsperson beobachtet zielgerichtetes Verhalten, das von einer anderen Person ausgeführt wird. Der sensorische Input aktiviert ein neuronales »matching system«: Der motorische Cortex des oder der Beobachtenden stimmt überein mit dem Aktivierungsmuster im Gehirn des oder der Beobachteten (Gallese 2001; Iacoboni et al. 2005). Zuerst konnte die Existenz von Spiegelneuronen bei Rhesus-Affen nachgewiesen werden. In der Folgezeit hat die Forschung am Menschen Entwicklungen identifiziert, die sich nach der evolutionären Trennung zwischen den Hominiden und den Vorfahren der Schimpansen vor sechs Millionen

Jahren herausgebildet haben. Man nimmt an, dass menschliche Spiegelneuronen sich bis in das Sprachzentrum des Gehirns erstrecken, dass sie empfänglich für Input aus dem episodischen Gedächtnis sind und dass die Verbindungen zum limbischen System und anderen Hirnregionen im Allgemeinen stärker ausgeprägt und komplexer sind als bei anderen Primaten.

Das menschliche neuronale »matching system« untermauert drei phänomenologische Zustände. Menschen teilen die ersten beiden mit anderen Primaten, während der dritte Zustand einzigartig beim Menschen ist:

1. Das individuelle Erleben spiegelt die Neuronenaktivierung passiv wieder, in einem »Resonanz« genannten Zustand.
2. Die Aktivierung umfasst eine spontane und unwillkürliche Wiederholung des beobachteten Verhaltens und der Emotionen, zum Beispiel bei Episoden emotionaler Ansteckung.
3. Der Beobachter entkoppelt seine Spiegelneuronenrepräsentationen. Sie oder er versteht, dass diese Repräsentationen die kognitiven und emotionalen Attribute der beobachteten Person sind. Mit anderen Worten: Sie oder er hat seine Repräsentationen objektiviert und sie dann zurück auf ihre Quelle projiziert.

Diese Fähigkeit zum sogenannten »perspective-taking« kennzeichnet einen bedeutsamen evolutionären Aufbruch. Sie ist Vorbedingung für das Gedanken-Lesen, einer einzigartigen menschlichen Fähigkeit, die es einem Individuum erlaubt, anderer Menschen Absichten zu deuten, ihr Verhalten vorherzusagen und sie mit diesem Wissen zu täuschen, etwa indem sie ihre eigenen Absichten verschleiern. Dies ist der Normalzustand der Menschheit: das Einnehmen von Perspektiven, Gedanken-Lesen und ein bewusster Typ von Empathie. Die neuronalen Mechanismen, die für das Entkoppeln und die Projektion intersubjektiver Repräsentationen verantwortlich sind, konnten bisher noch nicht sichtbar gemacht werden, aber man geht davon aus, dass sie im präfrontalen Cortex, als Teil der »ausführenden« Struktur des Gehirns, lokalisiert sind.

Es ist Forschern gelungen, einen neuronalen Matching-Effekt nachzuweisen, wenn man Personen bittet, Handlungswörter wie »lecken«, »aufheben« oder »treten« zu lesen und dabei passiv zu bleiben. Das Lesen dieser Wörter regt Areale

im Cortex an, die normalerweise aktiviert sind, wenn Personen tatsächlich ihre Zungen, Finger oder Füße bewegen. Ein ähnlicher Effekt zeigt sich, wenn Versuchspersonen dazu aufgefordert werden sich vorzustellen, dass sie die entsprechenden Handlungen ausführen. Wenn wir akzeptieren, dass es keinen wesentlichen Unterschied zwischen dem Sich-Vorstellen eines Bildes und dem Abruf eines Bildes aus dem Gedächtnis gibt, dann können wir davon ausgehen, dass der Akt des Erinnerns eines Ereignisses die intersubjektive Wirkung der ursprünglichen Situation reproduziert (Blakemore et al. 2003; Kohler et al. 2002; Rizzolatti/Arbib 1998; Tettamanti et al. 2002; vgl. Jacob/Jeannerod 2006). Das Muster der neuronalen Aktivierung und die empathischen Gefühle des ursprünglichen Ereignisses werden wiederholt. Der Effekt ist analog zum vermeintlichen »Flashback«-Phänomen, welches bei der Posttraumatischen Belastungsstörung auftritt.

Flashbacks sind pathologisch. Neuronales Matching ist normal. Dies ist eine provokante Idee, da das menschliche Spiegel-System nicht gänzlich unterscheidet zwischen der autobiografischen Vergangenheit und Gegenwart (Gedächtnis und momentanes Erleben) oder zwischen dem Faktischen und dem Kontra-Faktischen (momentanes Erleben und Imagination). Das Gedächtnis, Vorstellungen und das aktuelle Erleben operieren innerhalb des gleichen neuronalen Systems. Sein phänomenologisches Gegenstück ist eine Lebenswelt (*Umwelt*)² voll unerbittlicher Mimesis, in der Bewusstsein von einer Neigung zum Spiegeln, zur Wiederholung, Dopplung und Nachahmung getrieben wird.

Diese – technologischen wie theoretischen – Entwicklungen stellen einen epistemischen Bruch mit der Vergangenheit dar. Zum ersten Mal ist es möglich, den Geist beim Arbeiten im Gehirn zu sehen. Dies stellt einen riesigen Sprung dar, der weit über die Theorie der Konkomitanz von Houghlings Jackson hinausgeht. Dieses neue Geist/Gehirn bietet eine physikalische Basis für das »Gefühl«, das Lipps mit empathischem Erleben assoziierte. Es erklärt den von Husserl nur vage definierten Prozess der Paarung und verteidigt (und universalisiert) Levy-Bruhls »participation mystique«.

Repräsentationen

Spiegelneuronen werden in verschiedenen Situationen aktiviert: wenn eine Person zielgerichtetes Verhalten oder Gesichtsemotionen beobachtet; wenn sie an dieses Verhalten über metonymischen sensorischen Input (zum Beispiel ein mit einer bestimmten Handlung verknüpfter Klang) erinnert wird; oder wenn sie sich über Abruf oder Vorstellung an Verhalten erinnert. Wenn sich die Aktivierung von Spiegelneuronen als Resonanz oder emotionale Ansteckung ausdrückt, kann man davon ausgehen, dass das Aktivierungsmuster verschwindend klein ist: Es schafft keine innere Repräsentation. Andererseits ist es so, dass die neuronale Aktivierung *im Gehirn repräsentiert werden wird*, wenn beim Spiegeln, »perspective-taking«, Gedanken-Lesen oder Einfühlung³ beteiligt sind (Blakemore et al. 2003; Gallagher/Frith 2003; Gallese 2003; Fadiga et al. 2000; vgl. Singer 2006 für eine Kritik).

Der Informationsinput durch Spiegelneuronen geschieht über verschiedene sensorische Modalitäten. Spiegelneuronen repräsentieren die zielgerichtete Handlung, die beobachtet wird; kanonische Neuronen repräsentieren das Objekt dieser Handlung. So beobachtet zum Beispiel ein Individuum jemanden dabei, wie sie ihre Hand nach einem Griff ausstreckt. Die Spiegelneuronen-Aktivierung der Beobachterin oder des Beobachters repräsentiert die Handlung des Hand-Ausstreckens; seine kanonischen Neuronen repräsentieren das Objekt der Handlung, den Griff. Das komplette Muster legt eine *Kausalbeziehung* zwischen der Handlung und ihrem Objekt nahe. Folglich impliziert sie auch die *Intention* des oder der Handelnden.

Einfache Aktivierungsmuster, zum Beispiel Hand-Ausstrecken plus Zugreifen, werden als »pre-wired intentional chains«, als fest verschaltete Intentionalketten, beschrieben. Wenn das sich entwickelnde Gehirn sensorischem Input durch die Beobachtung der Handlungen anderer ausgesetzt ist, verbinden sich einfache Repräsentationen zu komplexeren; einfache Verhaltensmodule reihen sich in Programmen und Simulationen aneinander (Hurley 2005: 185).

Iacoboni et al. (2005) zufolge sind die Elemente, aus denen sich die komplexen Ketten zusammensetzen, im Kontext »lo-

gisch verwandt«, und diese Logik erlaubt es einer Beobachterin oder einem Beobachter, die Absichten einer beobachteten Person intuitiv zu erfassen. Vittorio Gallese (2003) und andere in der Spiegelneuronen-Forschung haben behauptet, dass diese Operation (in der Kausalität intern repräsentiert wird) durch die »forward model architecture« des Gehirns ermöglicht wird. Dies ist eine symbolische Struktur, die im lateralen Cortex lokalisiert ist und in die Parietallappen projiziert. Die »forward model architecture« steuert den motorischen Output und reguliert die Körperbewegung bei allen Wirbeltier-Spezies. Gallese veranschaulicht dies auf folgende Weise:

»Wenn ich meinen Arm ausstrecke, um nach einem Griff vor mir zu greifen, wird die daraus resultierende Störung in der Körperhaltung, die eigentlich folgen und eine Beugung des Körpers [nach vorne] verursachen würde, durch ein an den posterioren Muskel meines Beines gesendetes Vorwärts-Signal annulliert, was meinen Stand stabilisiert. Die Muskeln [...] kontrahieren, bevor sich mein Arm in Bewegung setzt. Die Kontraktion [...] antizipiert, *sagt* das Ergebnis der programmierten Aktion des Arms, [die] Störung, *vor*aus, und verhindert sie [folglich ...] Weder offenkundiges Wissen noch bewusstes Schlussfolgern ist beteiligt.« (Gallese 2001: 38)

Die Forward-Architektur des Gehirns ist der Ursprung derjenigen Intentionen, die die Basis des Gedanken-Lese-Systems sind. (Davon gehen jedenfalls die Theoretiker in der Spiegelneuronen-Forschung aus.) Das Forward-Modell ist Teil eines Systems (die senso-motorische Schleife), das einen Schaltkreis von Elementen darstellt. Innerhalb dieses Systems liefert ein inverses Modell internes sensorisches Feedback, was Anpassungen bei der Vorhersage und der Ausführung erlaubt. Das System arbeitet über innere Repräsentationen, die es möglich machen, Vorhersagen (das Forward-Modell) mit internem sensorischem Feedback (Invers-Modell) zu vergleichen. Daraus folgt:

1. Ein motorisches Kommando und eine Vorhersage des Outputs.
2. Die tatsächliche Durchführung wird durch sensorisches Feedback gemessen.
3. Vorhergesagte und tatsächliche Durchführung werden verglichen. Das motorische Kommando wird angepasst.

4. Nach vielen Zyklen wird es überflüssig, den Output zu vergleichen und anzupassen. Der Schaltkreis wird schneller und die Effizienz des Organismus erhöht sich.
5. Wenn die Diskrepanz zwischen Echtzeit-Feedback und dem vorhergesagten (»simulierten«) Feedback zu groß wird, passt das Modell das motorische Kommando erneut an. Nach einer hinreichenden Anzahl von Zyklen erzeugt das Forward-Modell eine passend modifizierte Simulation.

Das wichtigste sensorische Feedback ist das visuelle. Visuelles Feedback kann transparent oder opak sein: Diese Unterscheidung ist wichtig, da sie mit der Unterscheidung zwischen intentionaler Empathie und emotionaler Empathie einhergeht. So sieht Gallees Greif-Beispiel auf der Basis von transparentem visuellem Feedback aus:

1. Das Individuum beobachtet seine eigenen Handbewegungen.
2. Es beobachtet andere dabei, wie sie dieselben Handbewegungen ausführen.
3. Das Gehirn empfängt denselben visuellen Input von (1) und (2) und es werden dieselben senso-motorischen Neuronen aktiviert.
4. Das Nervensystem blockiert aber den motorischen Output am Anschluss von Resonanz durch das Ereignis (2). Die Repräsentationen werden wirksam »offline« gesetzt. Falls dies nicht der Fall wäre, würden Beobachtende automatisch das beobachtete Verhalten imitieren.
5. Die Fähigkeit des Systems, Ereignis (2) zu blockieren, setzt die Fähigkeit voraus, zu identifizieren, ob eine Bewegung (visuelles Feedback) die einer anderen Person oder die eigene ist. Die subjektive Unterscheidung, die wir zwischen »Selbst« und »Andere/Anderer« treffen, bildet sich (phylogentisch wie ontogenetisch) aus dieser Operation heraus aus (Hurley 2005: 187-188).

Visuelles Feedback kann auch opak sein: Die beobachtende Person ist dann nicht imstande, die Handlung bei sich selbst zu sehen (Carr et al. 2003). Während eines Großteils der Geschichte der Menschheit waren die Gesichtsemotionen – Wut, Angst, Traurigkeit, Fröhlichkeit, Ekel etc. – visuell opak. Und

in dieser Situation befinden sich sehr junge Kinder auch heute noch. »Wie kann dann eine Verbindung hergestellt werden zwischen meinem Sehen des Gesichtsausdrucks einer anderen Person und mir selbst beim Machen eines ähnlichen Gesichtsausdrucks?« Die am häufigsten gegebene Antwort auf diese Frage lautet, dass die neuronale Entsprechung »angeboren« sei.

Nicht-propositionale Konzepte

Gallese zufolge dürfen wir uns Spiegelneuronen-Repräsentationen weder wie Bilder noch als propositional im konventionellen Sinne vorstellen, sondern vielmehr als *nicht-propositionale Konzepte* – ein repräsentationales Format, das die menschliche Kognition mit derjenigen anderer Tiere gemein hat.

Propositionen werden in erster Linie durch die Analogie mit Sätzen verstanden und mentale Bilder durch die Analogie mit tatsächlichen Bildern. Propositionaler Inhalt repräsentiert die Eigenschaften von Objekten und die Beziehungen zwischen Objekten, und er kann manipuliert werden, um Schlussfolgerungen entsprechend der Gesetze der Inferenz und der Wahrscheinlichkeit zu ziehen. Rick Grush (2004: 393) hat ein drittes Format vorgeschlagen, das er »amodal spatial imagery« nennt – ein Konzept, das Gallese's multimodalen Repräsentationen ähnelt. Amodale Bilder sind weder wie ein einfaches Bild noch offensichtlich propositional. Sie bestehen aus Objekten, die Eigenschaften wie Ort oder Bewegung besitzen. Ihre Repräsentationen spiegeln die Gesetze der Dynamik von Bewegung und Handeln wider, die dem Arbeiten des Forward-Systems intrinsisch sind.

Amodale Bilder basieren auf einem dynamischen Modell, das von Schwartz (1999) vorgeschlagen worden war und von Kosslyn (2005) weiter ausgearbeitet wurde. Das Modell ist ein mechanisches System, das imstande ist, sowohl interne Kräfte und Widerstände als auch Feedback aus einer dynamischen Welt voller Kräfte und Widerstände zu antizipieren und auf sie zu reagieren. Das System besitzt eine innere Logik, wobei »Logik« oder »logische Wenn-dann-Beziehung« hier nicht in ihrer herkömmlichen Bedeutung verwendet werden.

Dies bildet den Kontext von Gallese's Ansatz, der besagt, dass die Forward-Architektur die Quelle von Intentionen und

Gründen darstellt, die Beobachter in ihre Spiegelneuronen-Repräsentationen einsetzen. Peter Gärdenfors, ein schwedischer Kognitionswissenschaftler, bringt ein ähnliches Argument vor, wenn er die Forward-Architektur mit der beim Menschen einzigartigen Fähigkeit zum kausalen Schlussfolgern verbindet. Er zitiert Povinelli (2003) und Tomasello (2006), die argumentieren, dass Affen nur schlecht über die physikalischen Ursachen von Phänomenen logisch folgern können und die Intentionalität bei anderen nicht verstehen können. Dazwischen liegende und versteckte Kräfte kennen sie nicht. »Andererseits zeigen bereits kleine Kinder starke Anzeichen dafür, dass sie die Welt mittels der Hilfe versteckter Kräfte und anderer Kausalvariablen interpretieren.« (2004: 403) Gärdenfors kommt zu dem Schluss, dass Menschen eine weiter entwickelte Forward-Architektur besitzen als andere Tiere.

Aktuelle Untersuchungen über Wahnvorstellungen der Fremdkontrolle haben Ergebnisse erbracht, die sich gut mit Gärdenfors Schlussfolgerung decken. Diese Symptome treten bei Patienten mit Schizophrenie auf, insbesondere bei solchen, die selbst ausgeführte Handlungen auf eine externe Ursache fehl-attributieren. In einer der Studien wurde Hypnose dazu verwendet, um eine ähnliche Fehl-Attribution bei normalen Individuen zu erreichen (Blakemore et al. 2003). Die Wissenschaftler verwendeten PET-Scans, um die neuronalen Korrelate von aktiven Bewegungen, die die Versuchspersonen korrekt auf sich selbst attribuierten, zu identifizieren, und sie verglichen diese mit identischen aktiven Bewegungen, die auf eine externe Ursache fehl-attribuiert worden waren. Die fehl-attribuierten Bewegungen gingen einher mit einer signifikant höheren Aktivierung im Cerebellum (und im parietalen Cortex). Man glaubt, dass das Cerebellum an der Vorhersage der sensorischen Folgen von Bewegung (Re-Afferenz) beteiligt ist, und dass es darüber hinaus auch der mutmaßliche Ort der »forward model architecture« ist. Normalerweise unterscheidet die Architektur (Efferenzkopie) wirksam zwischen internem sensorischen Feedback (Re-Afferenz) und sensorischem Feedback aus externen Quellen (Ex-Afferenz). Wenn das System diese Funktion nicht mehr korrekt ausführt, werden intern generierte Bewegungen auf externe Ursachen attribuiert. Die Hypothese besagt, dass dieses Versagen die Wahnvorstellungen von Fremdkontrolle bei Schizophrenie erklärt.

Die sozialen Folgen von Empathie

In der Darstellung von Spiegelneuronen wird Empathie im Allgemeinen als pro-soziale Kraft dargestellt. Man sagt ihr nach, dass sie im Paläolithikum die Kooperation und gegenseitige Hilfe befördert habe und dass sie die Gewalt innerhalb von Gruppen und spalterische Tendenzen verringert habe. Empathie soll die Basis für die Fähigkeit zum Gedanken-Lesen bei den Hominiden und damit die Grundlage für das kognitive Wettrüsten bereitgestellt haben. Empathie soll die intensive und oft bösartige interpersonale Konkurrenz, die wir bei unseren nächsten Verwandten, den Schimpansen, beobachten können, gedämpft haben. Auf diese Weise beförderte sie eine soziale Umwelt, die das Lernen durch Nachahmung begünstigte. Diese Entwicklungen – das kognitive Wettrüsten, soziale Beziehungen, die Nachahmungslernen fördern – würden das außergewöhnliche Wachstum des in Bezug auf den Stoffwechsel sehr kostspieligen hominiden Gehirns erklären. Empathische Hominiden wären sowohl beim Kooperieren wie beim Konkurrieren überlegen. Diese Situation würde eine positive Feedback-Schleife zwischen den empathischen Kapazitäten und dem Fortpflanzungserfolg begünstigen und die hominide empathische Leistung würde sich weiter erhöhen.

Folglich vereinen sich die Spiegelneuronen-Theorie und das evolutionäre Narrativ und scheinen die oben zitierte Sichtweise Baron-Cohens zu bestätigen: »Empathie [erlaubt uns] effektiv in der sozialen Welt zu interagieren. Sie ist auch der »Kitt« der sozialen Welt, der uns dazu hinzieht, anderen zu helfen, und der uns davon abbringt, andere zu verletzen.« (Baron-Cohen 2005) Dieses Narrativ ist allerdings zu simpel und zu beruhigend, da die folgenden zwei Komplikationen bestehen:

Erstens unterstellt die Spiegelneuronen-Theorie, dass das beobachtete Verhalten eine Kopie des neuronalen Aktivierungsmusters der handelnden Person im Gehirn des Beobachters oder der Beobachterin erzeugt. Wenn das beobachtete Verhalten zielgerichtet ist – zum Beispiel nach etwas Greifen oder Zugreifen –, wird der vorhergesagte motorische Output normalerweise vom Gehirn der beobachtenden Person blockiert. Episoden von Echopraxie sind die pathologische Ausnahme. Emotionale Empathie ist komplexer. Es hat den Anschein, als ob sie einer

anderen Logik folgt, die nichts mit der Forward-Architektur zu tun hat. Gespiegelte Gesichtsemotionen erzeugen spontane Reaktionen, keine Handlungsprogramme. (Angst könnte die Ausnahme sein.) Erzeugen emotionale Aktivierungsmuster Repräsentationen, und, falls sie dies tun, unterscheiden diese sich von den Repräsentationen motorischer Aktivität? Wir wissen es nicht, aber lassen wir dies im Moment beiseite, um eine zweite Komplikation zu betrachten. Individuen sind häufig simultanen emotionalen Zurschaustellungen von zwei oder mehr Personen sowie sensorischem Input aus dem emotionalen Gedächtnis und der vorgestellten Zukunft ausgesetzt. Wenn es keine wirksame Intervention gäbe, würden die zusammenlaufenden Inputs und das entsprechende Spiegeln ein Chaos produzieren. Es sieht so aus, als ob sich Apparate (die außerhalb des Bewusstseins operieren?) herausgebildet hätten, um konfligierende emotionale Inputs zu regeln und zu unterdrücken. Ist dies die Aufgabe der im frontalen Cortex lokalisierten exekutiven Funktionen? Jede dieser Fragen zögert den großen Sprung nach vorn, ein Paradigma jenseits der Konkominanz, weiter hinaus.

Es gibt noch eine Komplikation, die mit der Idee zusammenhängt, dass emotionale Empathie uns ermuntert, anderen zu helfen, und uns davon abhält, andere zu verletzen. Denken Sie an die drei Möglichkeiten zurück, die ich am Anfang dieses Aufsatzes aufgezählt habe: die Gefühle der Beobachtenden entsprechen denen der beobachteten Person, etwa Freude als Reaktion auf Freude; die Gefühle der beobachtenden Person sind anders, aber angemessen, zum Beispiel Mitgefühl als Reaktion auf Leid; und letztlich der Fall, in dem die Gefühle des Beobachters oder der Beobachterin inkongruent oder »kontra-empathisch« sind, also etwa Vergnügen als Reaktion auf Leid. Wenn bei der letzten Konstellation der Beobachter oder die Beobachterin nicht daran beteiligt war, Angst, Trauer oder Schmerz hervorzurufen, nennen wir diese Reaktion *Schadenfreude*. Wenn er verantwortlich ist, bezeichnen wir die Reaktion als *Grausamkeit*. Im Alltagsgebrauch ist »Empathie« auf die ersten beiden Reaktionen beschränkt, und die meisten Forscher folgen dieser Praxis. Aber es ist schwierig, die dritte Reaktion auszuschließen, sobald Empathie in Form von Spiegelungsprozessen erklärt wird.

Grausamkeit fehlt in unserem evolutionären Standard-Narrativ (Nell 2006; Stein 2000). Vielleicht wird sich dies bald än-

dern. Eine neuroökonomische Studie, die in Science veröffentlicht wurde, weist in diese Richtung (de Quervain et al. 2004). In diesen Experimenten erhält eine Versuchsperson einen bestimmten Geldbetrag und wird dazu aufgefordert, diesen unter den anderen Teilnehmenden aufzuteilen, nach einer beliebig von ihm oder ihr aufzustellenden Regel. Während des Experiments werden die Gehirne der Teilnehmer mittels funktionaler Magnetresonanztomografie (fMRI) beobachtet. Die Prozedur wird wiederholt, aber bei jedem Durchgang teilt eine andere Person den Betrag nach ihren oder seinen Regeln auf. Manchmal ist die Aufteilung gerecht, manchmal ist sie egoistisch, die Handlung einer ›Schummlerin‹ oder eines ›Schummmlers‹. Die Abfolge der Ereignisse ist so strukturiert, dass es fair gesinnten Teilnehmenden möglich ist, die Schummelnden zu bestrafen, indem sie ihnen bei der nächsten Gelegenheit ihren gesamten Anteil vorenthalten. Entsprechend der festgelegten Regeln muss aber der »Bestrafende« den Betrag, den er oder sie an sich selbst bezahlt, verringern, wenn er oder sie einer anderen Person deren Anteil vorenthalten will. Das Bestrafen von Schummelnden ist eine pro-soziale Verhaltensweise, da die Bestrafung den potenziellen Schummelnden einen Anreiz bietet, sich entsprechend der Regeln der starken Reziprozität zu verhalten (Boyd et al. 2003; Knoch et al. 2006; Singer et al. 2006b; siehe auch Bernhard et al. 2006 über »parochiale« Empathie). Das Bestrafen von Schummelnden ist auch eine kostspielige Verhaltensweise, da der Bestrafer oder die Bestraferin einen Teil des eigenen Anteils opfern muss. Folglich betrachtet man dieses Verhalten als ein Beispiel für »altruistische Bestrafung«. (»Altruismus« wird in der Evolutionstheorie als eine Handlung definiert, bei der ein Individuum den Fortpflanzungsvorteil anderer steigert, indem es den eigenen Fortpflanzungsvorteil verringert.)

Während dieser Versuchssitzungen lieferte ein fMRI-Gerät Bilder von den Gehirnen der Bestrafer. Die Ergebnisse deuten darauf hin, »dass Menschen aus der Bestrafung von Normverletzungen Befriedigung ziehen und dass die Aktivierung im dorsalen Striatum [des Gehirns] die antizipierte Befriedigung aus der Bestrafung Abtrünniger [die Schummmler] widerspiegelt«. Auf diese Weise war es den Forschern möglich, ein Phänomen zu belegen, das wir *empathische Grausamkeit* nennen könnten: Dies ist nicht einfach das Vergnügen, das als Reaktion auf das beobachtete oder vorgestellte Leid einer anderen Person

empfundener wird, sondern ein Vergnügen, das durch den eigenen Beitrag am Zustand des Opfers erlangt wird.

Epilog

Mein Ausgangspunkt in diesem Aufsatz war eine historische Verschiebung im Untersuchungsobjekt der Humanwissenschaften: ein vermindertes Interesse am souveränen Individuum und dem Problem der Rationalität versus ein gesteigertes Interesse daran, Empathie, Gedanken-Lesen und Intersubjektivität zu erklären. Das souveräne Individuum ist ein evolutionäres Puzzle, da man erklären können muss, wie eine Menge von rationalen, eigennützigen Individuen sich in eine selbst-reproduzierende Gesellschaft verwandeln konnte. Bernard Mandevilles »Die Bienenfabel« (1714) bot eine Lösung. Wenn es eine komplexe Form der Arbeitsteilung gibt, wird ungezügelter Selbstsucht eine prosperierende Gesellschaft interdependenter Individuen erschaffen, die miteinander nicht durch ihre Tugenden, sondern durch ihre privaten Laster und die Erfordernisse des Waren- und Dienstleistungsaustausches verbunden sind. Heutigen Autoren zufolge löst auch Empathie das Problem des souveränen Individuums, allerdings durch eine Hemmung oder Sublimation von Selbstsucht. Wo Empathie das Produkt der Aktivierung von Spiegelneuronen ist, spüren Individuen den Schmerz und die Freude anderer und werden dazu motiviert, sich auf eine Weise zu verhalten, die soziale Solidarität schafft.

Wie eingangs bereits ausgeführt, postulieren Baron-Cohen und andere Kognitionswissenschaftler, dass emotionale Empathie drei Formen annehmen kann: (1) Übereinstimmung der Gefühle von beobachtender und beobachteter Person; (2) unterschiedliche, aber angemessene Gefühle beim Beobachter oder der Beobachterin und (3) inkongruente Gefühle auf Seiten der beobachtenden Person, also etwa Vergnügen als Reaktion auf Schmerz oder Leid (»empathische Grausamkeit«). Baron-Cohen zufolge stellen nur der erste und zweite Fall pro-soziale Emotionen dar, während der dritte Fall nicht Teil emotionaler Empathie ist. Allerdings kommen aktuelle Untersuchungen in der Neuroökonomie und am menschlichen Spiegelneuronensystem zu einem anderen Schluss, nämlich dass empathische Grausamkeit die biologische Fortschreibung von (1) und (2) ist

und dass empathische Grausamkeit *auf der kollektiven Ebene* pro-sozial sein kann (da sie die Selbstreproduktionsfähigkeit einer Gesellschaft vergrößert).

Neuroökonomische Experimente beschreiben eine Weise, in der empathische Grausamkeit als pro-sozial bezeichnet werden kann: Sie liefert denjenigen, die potenziell Regeln durchsetzen, ein Motiv (Vergnügen) für das Ausführen altruistischer Bestrafung. Auf diese Weise würde empathische Grausamkeit Betrug verhindern. Das Fortbestehen von empathischer Grausamkeit im 21. Jahrhundert wäre das Ergebnis eines »genetischen Nachhinkens«: paläolithische Körper in postindustriellen Gesellschaften.

Daniel Lord Smail schlägt eine weitere Möglichkeit vor: ein 21. Jahrhundert-Pendant zu Mandevilles Bienenfabel. Smail erzählt in seinem Buch »On Deep History and the Brain« (2008) detailliert eine Evolutionsgeschichte, die mit unseren prä-hominiden Vorfahren beginnt, die in Gruppen lebten, die Schimpansen- oder Pavian-Gesellschaften ähnelten. Die prä-hominide Gesellschaftsordnung war hierarchisch und Herrschaft wurde durch willkürliche Gewaltakte gegen Untergebene aufrechterhalten. Die hominide Gesellschaft stellte die nächste Stufe dar. Sie war egalitärer aufgebaut und brachte vermutlich weniger Stress mit sich. Dies blieb so bis zum Beginn des Neolithikums, in der die sozialen Hierarchien wiederkehrten. Während der Bronzezeit bildeten sich die ersten Staaten. Die herrschende Klasse erhielt ihre Vormacht aufrecht, indem sie Körper kontrollierte und die Neurochemie ihrer Gehirne regulierte. Ein hohes Niveau an Stress wurde bei den Massen durch Terror und Repression aufrechterhalten und durch Furcht einflößende Rituale und Theologien unterstützt. Die weltliche und religiöse Führungsschicht hatte sich ein Monopol für den Stressabbau geschaffen, was erleichtert wurde durch »teletrope« Praktiken, einschließlich sadistischer Spektakel, also Gelegenheiten für empathische Grausamkeit. Im West-Europa des 18. Jahrhunderts veränderte sich das Leben. Das gemeine Volk konsumierte Substanzen – Alkohol, Opiate, Zucker, Koffein, Tabak und rührselige Romane –, die es jedem einzelnen Individuum erlaubten, seine oder ihre Neurochemie zu modulieren. Diese »autotropen« Mechanismen »imitieren oder verändern die Wirkungen von Dopamin, Serotonin, Norepinephrin und anderen chemischen Botenstoffen« auf wirksame Weise. Der breite Zu-

gang zu autotropen Praktiken untergrub das staatlich kontrollierte neurochemische Regime und seine Strategie, sich auf empathische Grausamkeit zu verlassen.

Die moderne Konsumgesellschaft stellt die Apotheose der autotropen Gesellschaft und der Rehabilitation des souveränen Individuums dar. So gesehen könnte man die aktuelle Hinwendung zur Empathie-minus-Grausamkeit als Nostalgie für eine menschliche Natur begreifen, die es so nie gab.

Addendum

Galleses Ansatz basiert auf drei Prinzipien: (1) Es gibt ein menschliches Spiegelneuronensystem. (2) Dieses System erlaubt es Beobachtern, auf die Intentionen (Ziele) einer handelnden Person zu schließen (sie retrospektiv abzuleiten), indem es mit deren Handlung sozusagen mitschwingt (neuronales Matching). (3) Dieser Vorgang erklärt die Biomechanik von Gedanken-Lesen und Intersubjektivität (empathisches Erleben). Es gibt Kognitionswissenschaftler, die diesen Ansatz ablehnen.

Dinstein und Kollegen (2008) zufolge gibt es wenige »belastbare Beweise«, die die gegenwärtigen Spekulationen über die Existenz eines menschlichen Spiegelneuronensystems unterstützen. Bei der ersten Entdeckung von Spiegelneuronen verwendete man Makaken und eine Technik (transkraniale magnetische Stimulation), die es einer Forscherin oder einem Forscher erlaubt, ein einzelnes Neuron bei einer Aktivität (zum Beispiel Greifen mit der Hand) im Gehirn zu lokalisieren. Die Forschung beim Menschen hingegen verwendet im Wesentlichen fMRI. Bei der fMRI werden »Populationen« von Neuronen anstelle von einzelnen Neuronen identifiziert. Die Aktivierung von Spiegelneuronen ist selektiv, sie entspricht einem »Wörterbuch« für die Ausführung von zielgerichtetem Handeln. Jeder Wörterbucheintrag hat einen bestimmten Ort in den prämotorischen und anterioren Hirnarealen. Diese Orte entsprechen der somatotopischen Organisation, die in Wilder Penfields neuroanatomischem »Homunculus« dargestellt wird. Da Spiegelneuronen nur eine Minderheit unter den Neuronen in jeder somatotopischen Region sind, »ist es unklar, ob diese somatotopisch organisierten fMRI-Ergebnisse [während der Experimente] durch die Spiegelneuronen-Aktivierung oder die

Aktivierung anderer neuronaler Populationen erzeugt werden«. In entsprechender Weise schließen die fMRI-Ergebnisse Hirnareale mit ein, bei denen man davon ausgeht, dass sie keine Spiegelneuronen besitzen. »Wie kann man dann wissen, ob das fMRI-Ergebnis einer bestimmten Hirnregion von der Aktivität von Spiegelneuronen oder von der Aktivität irgendeiner dieser anderen neuronalen Populationen erzeugt wird?« (Dinstein et al. 2008: R14-R15)

Csibra und Gergely akzeptieren, dass es ein Spiegelneuronsystem beim Menschen gibt, aber sie lehnen die anderen Prinzipien ab (siehe auch Jacob 2008). Ihnen zufolge beginnt der Spiegelneuronenprozess dann, wenn der Beobachter oder die Beobachterin das Ziel des oder der Handelnden identifiziert und kontextualisiert. (Zum Beispiel beobachtet sie, wie die Handelnde eine Tasse »mit präzisiertem Griff« greift und assoziiert diesen Griff mit dem nachgelagerten Ziel, aus der Tasse zu trinken.) Der Spiegelneuronenprozess selektiert dann die Handlung, die dem Ziel nach Effizienzkriterien (Kraftaufwand) am besten entspricht. Mit anderen Worten: Das Ziel sagt die Handlung voraus, während bei Gallese's Version sich das Ziel, das heißt die Intention des oder der Handelnden, aus der Handlung ableitet. Das Inventar möglicher Handlungen des Beobachters basiert auf phylogenetischen Quellen und ontogenetischen Erfahrungen. Der Prozess geht ohne neuronales Matching zwischen Beobachter und Handelndem vonstatten. Folglich hat der Beobachter keinen Zugang (Resonanz) zum Nervensystem der handelnden Person. Das »Ziel« der handelnden Person ist nicht mehr äquivalent zu deren »Intentionen«, wie dies bei Gallese der Fall war. Diese »Nachahmungs-Neuronen«-Interpretation wird deswegen ernst genommen, weil Csibra und Gergely nachweisen können, dass sie sich ebenso gut mit den empirischen Befunden der Spiegelneuronen-Forschung am Affen und Menschen deckt. Die Implikationen für die Definition menschlicher Natur sollten offensichtlich sein: Wenn man eine neuronensorbasierte Intersubjektivität und den biologischen Mechanismus empathischen Erlebens eliminiert, würde dies die Bedeutung des Gedanken-Lesens neu definieren und Rationalität würde erneut in den Stand des die menschliche Natur kennzeichnenden Merkmals erhoben.

Literatur

- Baron-Cohen, Simon/Knickmeyer, Rebecca C./Belmonte, Matthew K. (2005): »Sex differences in the brain. Implications for explaining autism«. *Science* 310, S. 819-823.
- Bernhard, Helen/Fischbacher, Urs/Fehr, Ernst (2006): »Parochial altruism in humans«. *Nature* 442, S. 912-915.
- Blair, R. J. R. (2005): »Responding to the emotions of others. Dissociating forms of empathy through the study of typical and psychiatric populations«. *Consciousness and Cognition* 14, S. 698-718.
- Blakemore, S.-J. et al. (2001): »How the brain perceives causality. An event-related fMRI study«. *NeuroReport* 12, S. 3741-3746.
- Blakemore, S.-J./Oakley, D. A./Frith, C. D. (2003): »Delusions of alien control in the normal brain«. *Neuropsychologia* 41: 1058-1067.
- Boyd, Robert et al. (2003): »The evolution of altruistic punishment«, *Proceedings of the National Academy of Science* 100, S. 3531-3535.
- Carr, Laurie et al. (2003): »Neural mechanisms of empathy in humans. A relay from neural systems for imitation to limbic areas«. *Proceedings of the National Academy of Science* 100, S. 5497-5502.
- Chimisso, Cristina (2000): »The mind and the faculties. The controversy over »primitive mentality« and the struggle for disciplinary space at the inter-war Sorbonne«. *History of the Human Sciences* 13, S. 47-68.
- Csibra, Gergely/Gergely, György (2007): »Obsessed with goals. Functions and mechanisms of teleological interpretations of actions in humans«. *Acta Psychologica* 124, S. 60-78.
- Davis, Mark H. (1994): »Empathy. A Social Psychological Approach«. Madison, Wisconsin: Brown and Benchmark.
- de Quervain, Dominique et al. (2004): »The neural basis of altruistic punishment«. *Science* 305, S. 1254-1258.
- de Vignemont, Frederique/Singer, Tania (2006): »The empathic brain. How, when and why?« *Trends in Cognitive Sciences* 10, S. 435-441.
- Dinstein, I. et al. (2008): »A mirror up to nature«. *Current Biology* 18/1, R13-R18.

- Fadiga, L. et al. (2000): »Visuomotor neurons. Ambiguity of the discharge or »motor« perception?« *International Journal of Psychophysiology* 35, S. 165-177.
- Gallagher, Helen L./Frith, Christopher D. (2003): »Functional imaging of »theory of mind««. *Trends in Cognitive Sciences* 7, S. 77-83.
- Gallese, Vittorio (2001): »The »shared manifold« hypothesis. From mirror neurons to empathy«. *Journal of Consciousness Studies* 8, S. 33-50.
- Gallese, Vittorio (2003): »A neuroscientific grasp of concepts. From control to representation«. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 358, S. 1231-1240.
- Gärdenfors, Peter (2004): »Emulators as sources of hidden cognitive variables«. *Behavioral and Brain Sciences* 27, S. 403.
- Grush, Rick (2004): »The emulation theory of representation. Motor control, imagery, and perception«. *Behavioral and Brain Sciences* 27, S. 377-398, 425-442.
- Hundahl, J. (1967): »Concerning Einfühlung (Empathy)«. *Journal of the History of the Behavioral Sciences* 3, S. 180-191.
- Hurley, Susan (2004): »The shared circuits hypothesis. A unified functional architecture for control, imitation, and simulation«. In: Susan Hurley/ Nick Chater (Hg.): *Perspectives on Imitation. From mirror neurons to memes*, Cambridge, MA: MIT Press, S. 177-193.
- Iacoboni, M. et al. (2005): »Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system«. *PLOS Biology* 3, S. 0529-0535.
- Jacob, Pierre (2008): »What do mirror neurons contribute to human social cognition?«. *Mind and Language* 23, S. 190-223.
- Jacob, Pierre/Jeannerod, Marc (2005): »The motor theory of social cognition. A critique«. *Trends in Cognitive Sciences* 9, S. 21-25.
- Jahoda, Gustav (2005): »Theodor Lipps and the shift from »sympathy« to »empathy««. *Journal of the History of the Behavioral Sciences* 42, S. 151-163.
- Kinsbourne, Marcel (2005): »Imitation as entrainment. Brain mechanisms and social consequences«. In: Susan Hurley/ Nick Chater (Hg.): *Perspectives on Imitation. From mirror neurons to memes*, Cambridge, MA: MIT Press, S. 163-172.

- Knoch, Daria et al. (2006): »Diminishing reciprocal fairness by disrupting the right prefrontal cortex«. *Science* 3, S. 829-832.
- Kohler, E. et al. (2002): »Hearing sounds, understanding actions. Action representation in mirror neurons«. *Science* 297, S. 846-848.
- Kosslyn, Stephen M. (2005): »Mental images and the brain«. *Cognitive Neuropsychology* 22, S. 333-347.
- Lanzetta, John T./Englis, Basil G. (1989): »Expectations of cooperation and competition and their effects on observers: vicarious emotional responses«. *Interpersonal Relations and Group Processes* 46, S. 543-554.
- Lawson, John/Baron-Cohen, Simon/Wainwright, Sally (2004): »Empathising and systematising in adults with and without Asperger Syndrome«. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 34, S. 301-310.
- Levy-Bruhl, Lucien (1921/1910): *Das Denken der Naturvölker*, Wien: Braumüller.
- Levy-Bruhl, Lucien (1927/1922): *Die geistige Welt der Primitiven*, München: Bruckmann.
- Moyn, Samuel (2005): *Origins of the Other. Emmanuel Levinas between Revelation and Ethics*, Ithaca: Cornell Univ. Press.
- Nell, Victor (2006): »Cruelty's rewards. The gratifications of perpetrators and spectators«. *Behavioral and Brain Sciences* 29, S. 211-224; 246-257.
- Povinelli, Daniel J. (2000): *Folk Physics for Apes*, Oxford/New York: Oxford Univ. Press.
- Rizzolatti, Giacomo/Arbib, Michael A. (1998): »Language within our grasp«. *Trends in Neuroscience* 21, S. 188-194.
- Schwartz, Daniel L. (1999): »Physical imagery. Kinematic versus dynamic models«. *Cognitive Psychology* 38, S. 433-464.
- Singer, Tania (2006): »The neuronal basis and ontogeny of empathy and mind reading. Review of literature and implications for future research«. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 30, S. 855-863.
- Singer, Tania et al. (2006b): »Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others«. *Nature* 439, S. 466-469.
- Smail, Daniel L. (2008): *On Deep History and the Brain*, Berkeley: Univ. of California Press.

- Smith, C. U. M. (1982): »Evolution and the problem of mind. Part I. Herbert Spencer«. *Journal of the History of Biology* 15, S. 55-88.
- Stein, Dan J. (2000): »The neurobiology of evil. Psychiatric perspectives on perpetrators«. *Ethnicity and Health* 5, S. 303-315.
- Tettamanti, M. et al. (2005): »Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits«. *Journal of Cognitive Neuroscience* 17, S. 273-2781.
- Tomasello, Michael (2006): *Die kulturelle Entwicklung des menschlichen Denkens. Zur Evolution der Kognition*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Turella, L. et al. (2007): »Mirror neurons in humans: Consisting or confounding evidence?« *Brain and Language* [im Druck, August 2008].
- Umlità, M. A. et al. (2001): »I know what you are doing. A neurophysiological study«. *Neuron* 31, S. 155-165.
- Williams, J. H. G. et al (2001): »Imitation, mirror neurons and autism«. *Neuroscience and Biobehavioral Review* 25, S. 287-295.