

Vittorio Gallese

## Den Körper im Gehirn finden

### Konzeptuelle Überlegungen zu den Spiegelneuronen

»Wer Du spricht, hat kein Etwas, hat nichts. Aber er steht in der Beziehung. [ ] Ich werde am Du; Ich werdend spreche ich Du. Alles wirkliche Leben ist Begegnung«  
(Martin Buber, *1948*, S. 10).

Von Anfang an führen wir unser Leben mit der/dem anderen. Als Säugetiere bewohnen wir für einen kurzen, aber entscheidenden Zeitraum sogar den Körper der anderen, unserer Mutter. Zwillinge teilen den mütterlichen Körper mit einem anderen. Infolgedessen nimmt unser Gehirn-Körper-System in der wechselseitigen Beziehung zu einem anderen lebendigen Menschen Gestalt an und beginnt sogleich nach der Geburt, seine lebenslange Begegnung mit der Welt zu entwickeln. Voraussetzung dafür ist der Aufbau spezifischer Muster der funktionalen Gehirn-Körper-Organisation. Solche Muster bleiben erhalten; sie üben einen dynamischen Einfluss auf unsere Begegnungen mit der Welt aus und werden ihrerseits durch diese Welt beeinflusst.

Wir können die Beziehung zwischen dem Fötus beziehungsweise dem Neugeborenen und seiner Mutter sowie alle weiteren interpersonalen Begegnungen, die für unser Leben charakteristisch sind, unter verschiedenen Blickwinkeln betrachten. Ich konzentriere mich hier auf die Subjektivität und ihre Entwicklung. Dabei stütze ich mich auf einen multidisziplinären Ansatz, indem ich die einschlägigen Beiträge der kognitiven Neurowissenschaft sowie der Philosophie, der Psychoanalyse und der Entwicklungspsychologie zusammenführe, sie integriere und kritisch diskutiere. Die Hirnforschung lässt sich von den mannigfaltigen und facettenreichen Ebenen, die unsere sozialen Begegnungen mit anderen charakterisieren, nicht abkoppeln und sollte diese deshalb auch nicht ignorieren. Insofern die kognitive Neurowissenschaft die Art und Weise, wie wir andere erfahren, zu erklären vermag, kann sie neues Licht auf die Intersubjektivität und ihre Entwicklung werfen.

Historisch gesehen ist die kognitive Neurowissenschaft unter den Disziplinen, die die menschliche Natur zu verstehen versuchen, zweifellos ein Newcomer, dessen methodologischer Reduktionismus häufig als eine Art unvermeidliche totalitäre Identitätstheorie zwischen Gehirn und Verhalten, Gehirn und Psychologie oder Gehirn und Kognition missverstanden wird. Vielleicht vertritt die Neurowissenschaft mitunter tatsächlich solche Identitätstheorien. Dies ist aber nicht unabänderlich, und *meine* Sache ist es ganz gewiss nicht. Die kognitive Neurowissenschaft sollte die menschliche Natur zuallererst erforschen, indem sie klärt, was menschliches Erleben, menschliche Erfahrung ausmacht. Was bedeutet es, jemand zu sein, was bedeutet es, zu lieben oder zu hassen, sich geliebt oder gehasst zu fühlen, sich geborgen oder unsicher zu fühlen, hellwach oder abgestumpft, bewegt oder versteinert, offen für andere oder ausschließlich auf sich selbst fixiert? Dies sind einige der interessanten Fragen, denen die Kognitionswissenschaft nachgehen muss.

Ein neurowissenschaftliches Verständnis der Intersubjektivität ist allerdings nicht deshalb wichtig, weil es eine sub-personale und kausale, auf Neurotransmitter, Rezeptoren, Neuronen und neurale Hirnschaltkreise rekurrierende Ebene der Beschreibung unserer zwischenmenschlichen Bande, unserer Bindungslosigkeit oder unserer dürftigen Verbindungen ermöglicht. Die Vorstellung, dass Intersubjektivität nichts sei als eine Funktion unserer Hirnschaltkreise, ist nicht ergiebiger als die Annahme, dass die Sonne nichts sei als ein Feuerball.

Gleichwohl erschließt das Wissen, dass spezifische Neurotransmitter, Rezeptoren, Neuronen und Hirnschaltkreise aktiviert oder deaktiviert werden, wenn wir uns selbst in der Beziehung zu Objekten und zu anderen Menschen erleben, eine gänzlich andere Perspektive auf die menschliche Natur. Sie ermöglicht es, viele der Wörter und Sätze zu dekonstruieren, die wir gewöhnlich benutzen, wenn von ebendieser menschlichen Natur die Rede ist.

Auf einer sub-personalen, neuro-kognitiven Untersuchungsebene erscheinen Aktion, Wahrnehmung, Kognition, Subjekt, Objekt, Intersubjektivität und Sprache in neuem Licht. Werden wir tatsächlich autistisch geboren? Sind wir zur Entwicklung einer kompetenten Intersubjektivität im eigentlichen Sinn wirklich erst dann fähig, wenn wir zuvor unsere eigene, persönliche Identität

aufgebaut haben? Geht die Subjektwerdung der Möglichkeit, bedeutungshaltige intersubjektive Beziehungen zu leben, wirklich voraus? Ist Intersubjektivität eine rein theoretische und abstrakte Angelegenheit? Ist es zulässig, einen so intimen und wesentlichen Aspekt wie die menschliche Sprache unter Missachtung ihrer dialogischen Essenz auf Syntax und Rekursivität zu reduzieren? All diese Fragen sind aufs Engste miteinander verflochten und können deshalb nicht isoliert betrachtet werden. Im Idealfall untersucht man sie der Reihe nach und hält dabei alle übrigen im Hintergrund präsent.

Doch auch damit können wir es nicht bewenden lassen. Die Intersubjektivität muss wie sämtliche Aspekte, die mit der menschlichen Natur zusammenhängen, auch in den phylogenetischen und ontogenetischen Bezugsrahmen eingeordnet werden. Wir müssen also erforschen, ob und wie menschliche Intersubjektivität mit den inter-individuellen Beziehungen anderer Spezies und den sie fundierenden neuralen Mechanismen zusammenhängt. Wir müssen erforschen, ob und wie die Art und Weise, wie Menschen ihre intersubjektiven Fähigkeiten entwickeln, mit der Art und Weise zusammenhängt, wie sie von anderen Lebewesen entwickelt werden.

Die kognitive Neurowissenschaft zeigt, dass die Intersubjektivität selbst auf der innersten Beschreibungsebene von der quintessentiellen Natur des Menschen als situierter, fühlender und agierender Körper zeugt. Sein, Fühlen, Handeln und Wissen sind unterschiedliche Modalitäten unserer körperlichen Beziehung zur Welt. Gemeinsam ist ihnen allen eine in distinkte und spezifische Funktionsweisen der Hirnschaltkreise und neuralen Mechanismen ausdifferenzierte, konstitutive körperliche Grundlage. Aktion, Wahrnehmung und Kognition bestehen auf der Ebene des Gehirn-Körper-Systems aus demselben, wiewohl unterschiedlich verschaltetem und funktionell unterschiedlich organisiertem »Material«. Donald Winnicott drückte dies mit fast den gleichen Worten aus, als er schrieb: »Es ist jedoch nicht logisch, das Geistige und das Physische einander entgegenzusetzen, da sie nicht von gleicher Art sind. Geistige Phänomene sind in der Kontinuität des Seins des Leibseelischen, in dem, was das Selbst des Individuums ausmacht, Komplikationen von verschieden großer Bedeutung« (Winnicott, 1957/1988, S. 100).

Dank der kognitiven Neurowissenschaft können wir Subjektivität und Intersubjektivität nun erstmals unter einem anderen und

komplementären Blickwinkel betrachten. Bedeutet dies, dass eine objektive, auf Informationsverarbeitung abhebende Dritte-Person-Erklärung an ihre Stelle treten sollte? Nicht unbedingt. Auf der Forschungsagenda der kognitiven Neurowissenschaft muss die Anwendung ihres methodologischen Reduktionismus auf die Untersuchung dieser Fragen stehen, wobei jedoch die reiche Erfahrung unserer Begegnungen mit anderen nicht aufgeopfert oder eliminiert werden darf. Die solipsistische und theoretische Standarderklärung der Intersubjektivität, die die klassische Kognitionswissenschaft im Folgenden als »klassischer Ansatz« bezeichnet, hat sich als fragwürdig erwiesen. Bemerkenswert reichhaltige Belege zeugen übereinstimmend von der grundlegend relationalen Natur des Menschen. Neu ist, dass sich diese relationale Natur auch auf der neuralen sub-personalen Ebene zeigt, die von der kognitiven Neurowissenschaft erforscht wird.

Bevor ich auf diese Zusammenhänge näher eingehe, erläutere ich kurz, wie der klassische Ansatz mit der Intersubjektivität in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts verfahren ist.

## Das sogenannte »Problem der anderen Psyche«

Spätestens seit Aristoteleszeiten wissen wir, dass der Mensch ein soziales Wesen ist. Doch dies hat die Entwicklung einer solipsistischen Erklärung der menschlichen Natur nicht verhindert. Auf die Philosophie des Geistes bezogen bedeutet Solipsismus, dass man sich lediglich auf die isolierte, individuelle Psyche konzentrieren muss, um definieren zu können, was eine Psyche ist und wie sie funktioniert. Dieser in der Neuzeit auf Descartes zurückgehende Verständnisansatz gab jahrzehntelang vor, wie die soziale Kognition des Menschen gesehen und erklärt wurde. Er beeinflusste auch die ursprüngliche, nahezu exklusive psychoanalytische Betonung der intrapsychischen Dimension der menschlichen Natur.

Dem klassischen Ansatz zufolge vollzieht die ontologische Entwicklung der menschlichen Intersubjektivität universale Reifungsschritte. Die Endstufe erreicht sie zeitgleich mit dem Erwerb der voll entfalteten sprachlichen Kompetenz. Diese Erklärung setzt die

menschliche soziale Kognition im Grunde mit der sozialen Metakognition in eins, das heißt, mit der Fähigkeit, explizit über das eigene psychische Leben in seiner Bezogenheit auf das mentale Leben anderer Menschen zu reflektieren und zu theoretisieren.

Derselben, auf die Phylogenese bezogenen Sichtweise zufolge verlassen sich alle übrigen sozialen Arten, einschließlich der nichtmenschlichen Primaten, ausschließlich auf die sichtbaren Verhaltensaspekte und ihre statistische Wiederholung in einem bestimmten Kontext, um sich in ihrer sozialen Welt zurechtzufinden. Dieses Verständnis impliziert eine radikale kognitive Diskontinuität – metaphorisch als »mentaler Rubikon« bezeichnet – zwischen dem Menschen und allen anderen Lebewesen. Demnach bewohnt der Mensch diejenige Seite des Flusses, die den »Gedankenlesern« [Mindreaders] vorbehalten ist, während die übrigen Arten – einschließlich der nichtmenschlichen Primaten – auf der Seite der Verhaltensleser leben. Eine solche Erkennung privilegiert eine hochkomplizierte kognitive Interpretation der Intersubjektivität und betont ihren vermeintlich vorwiegend, wenn nicht gar ausschließlich theoretischen Charakter. Die Lösung, die der klassische Ansatz für das sogenannte »Problem der anderen Psychen« gefunden hat, ist die Entwicklung einer Theorie der Psyche des anderen. Diese Lösung geht davon aus, dass äußeres Verhalten an sich undurchsichtig ist, uns also nichts Relevantes über das »Was« und »Warum« der Handlungen, Einstellungen und Gedanken anderer verraten kann. Um zu verstehen, was der andere tut, fühlt und denkt und welche Gründe seine Handlungen, Gefühle und Gedanken fundieren, müssen wir das Verhalten, das wir an ihm beobachten, auf innere und folglich nicht unmittelbar zugängliche mentale Zustände zurückführen.

Eine solche Lösung war auch für die Entwicklungspsychologie prägend und führte zu einer Konzeptualisierung der kindlichen Entwicklung sozialer Kognition, die sich beinahe ausschließlich auf die verbalen Aussagen und die sprachlich vermittelte Performanz der Kinder stützte.

Die Essenz sozialer Kognition betrifft das Verstehen des Verhaltens anderer Menschen. Im Alltagsleben suchen wir ständig und nicht immer bewusst nach Erklärungen für das Verhalten unserer sozialen Partner. Umfassend verständlich aber wird Verhalten, so die klassische Sicht, erst dann, wenn man in der Lage ist, es auf die

verborgenen mentalen Zustände zurückzuführen, die es hervorbringen.

Dazu ein alltägliches Beispiel. Stellen Sie sich vor, dass Sie in einem Café sitzen und am Nebentisch eine andere Besucherin erblicken, die gerade die Hand nach einer vor ihr stehenden Kaffeetasse ausstreckt. Ihnen ist vermutlich augenblicklich klar, dass die Dame einen Schluck Kaffee nehmen möchte. Damit stellt sich die Frage: Wie sind Sie zu diesem Verständnis gelangt? Gemäß dem klassischen Ansatz mussten Sie die biologischen Bewegungen Ihrer Tischnachbarin, die an sich keine Intention verraten, in die mentale Repräsentation sowohl ihres *Wunsches*, Kaffee zu trinken, als auch ihrer *Überzeugung*, dass die mit brauner Flüssigkeit gefüllte Tasse wahr und wahrhaftig Kaffee enthält, übersetzen. Der nach wie vor weitgehend dominanten Sicht der Intersubjektivität zufolge läuft das Verständnis anderer Menschen also letztlich auf ein Manipulieren symbolischer Repräsentationen hinaus.

Die klassische Kognitionswissenschaft sowie zahlreiche Schulen der analytischen Philosophie konzeptualisieren die Psyche/den Geist als ein funktionales System, dessen Prozesse man als formale syntaktischen Regeln unterliegende Manipulationen von Informationssymbolen beschreiben kann. Dementsprechend verstehen sie Konzepte als abstrakte, amodale und willkürliche Propositionen, die in einer Art »Sprache des Denkens« repräsentiert werden. Mit der Sprache an sich hat sie mindestens zwei charakteristische Merkmale gemeinsam, nämlich die Generativität und die Kompositionalität (Fodor, 1975, 1977, 1980; Pylyshyn, 1984). Diese Sichtweise reduziert das Denken auf ein Komputieren und das Verstehen anderer Psychen auf einen prädiktiven, inferentiellen, theorieähnlichen Prozess; mentale Zustände sind demnach nichts anderes als theoretische Zustände einer als Alltagspsychologie bezeichneten psychologischen Commonsense-Theorie.

Der Alltagspsychologie zufolge ist das Denken referentiell; den Inhalt mentaler Repräsentationen bezeichnet sie als Wünsche, Überzeugungen und Intentionen. Wenn wir andere wahrnehmen oder ich erinnere an das Caféhaus-Beispiel, übersetzen wir folglich unsere Wahrnehmung ihrer Handlungen in die Wünsche und Überzeugungen, von denen diese mutmaßlich hervorgebracht werden. Solche propositionalen Einstellungen werden als gehaltvolle repräsentatio-

nale mentale Zustände verstanden. Das Verständnis anderer entspricht somit einem meta-repräsentationalen Vorgehen in dem Sinne, dass man sich ihre mentalen Repräsentationen vorstellt, sie für sich selbst repräsentiert, wenn man ihnen explizit mentale Inhalte zuschreibt.

So gesehen, erfordert eine neurobiologisch plausible Erklärung der sozialen Kognition also die Suche nach den neuronalen Zuständen, die Wünsche und Überzeugungen repräsentieren. Viele Vertreter der kognitiven Neurowissenschaft haben sich auf ebendiese Suche begeben. Wenn man glaubt, dass menschliche Individuen durch eine Kluft voneinander getrennt sind, und sie als mentalisierende Monaden begreift, deren einzige bedeutungshaltige Verbindungen auf ihren theoriegeleiteten Mentalisierungsfähigkeiten beruhen, ist die Schlussfolgerung, dass man nach den neuronalen Korrelaten von Überzeugungen und Wünschen suchen muss, nicht von der Hand zu weisen. Deshalb war es unvermeidlich, dass die Reifizierung propositionaler Haltungen zahlreiche Neurowissenschaftler veranlasste, nach Hirnregionen oder -schaltkreisen zu forschen, in denen die Wünsche und Überzeugungen ihren Sitz haben.

Diese epistemische Strategie ist allerdings eindeutig zirkulär. Sie setzt Intersubjektivität einerseits mit der Möglichkeit in eins, eine Theorie anderer Psychen zu entwickeln und zu vertreten. Um solche Theorien des Mentalen/des Geistes (ToM) zu untersuchen, bittet man die Probanden gewöhnlich, sich propositionale Einstellungen vorzustellen (z. B. fiktionalen Figuren falsche Überzeugungen zuzuschreiben), während man ihr Gehirn mittels der fMRI-Technik untersucht. Die während der Mentalisierungsaufgabe aktivierten Hirnregionen werden dann als Sitz des ToM-Moduls oder der ToM-Module identifiziert. Ich bezweifle, dass es uns durch Anwendung dieser Analyse auf die soziale Kognition jemals gelingen wird, die alltagspsychologische und die neurowissenschaftliche Beschreibungsebene innerhalb eines kohärenten und biologisch plausiblen naturalisierten Bezugsrahmens zusammenzubringen. Lassen Sie uns sehen, warum.

Die bildgebenden ToM-Studien (aktuelle Übersichten bei Frith u. Frith, 2003; van Overwalle, 2009) haben wiederholt die ToM-Spezifität mehrerer Hirnregionen, unter anderem der temporoparietalen Verbindung (TPJ = temporo-parietal junction) und des

medialen präfrontalen Kortex (mPFC), postuliert. Eine ähnliche ToM-Relevanz wurde auch dem anterioren cingulären Kortex (ACC) zugeschrieben, dessen Aktivierung bei Mindreading-Aufgaben (Gedankenlesen) wiederholt durch eine Reihe bildgebender Untersuchungen bestätigt wurde (Literaturübersicht bei Bird, Castelli, Malik, Frith u. Husain, 2005). Die bilaterale Schädigung der medialen frontalen Bereiche führt aber keineswegs zu Defiziten des Mindreading; dies beweist der neuropsychologische Fall, den Bird et al. (2005) beschrieben haben. Sie berichten über eine Schlaganfallpatientin, bei der ein beidseitiger Infarkt der anterioren Cerebralarterie zu einer extensiven bilateralen Läsion des medialen Teils der Frontallappen geführt hatte. Nach gründlicher und gewissenhafter Untersuchung der ToM-Kompetenz der Patientin gelangten die Autoren zu dem Schluss, dass sie keine signifikante Beeinträchtigung bei Aufgaben aufwies, deren Lösung die Konstruktion einer Theorie des Mentalen voraussetzte. Dies beweise, dass »die durch ihren Schlaganfall zerstörten extensiven Bereiche der medio-frontalen Regionen für diese Funktion nicht erforderlich sind. [ ] Wir zogen den Schluss, dass unsere Beobachtungen davor warnen, die funktionelle Bildgebung als einzige Methode zur Kartographie der kognitiven Neuroanatomie zu benutzen« (Bird et al., 2005, S. 2005).

Dieser klinische Fall zeigt beispielhaft, dass die klassische Sichtweise des Mindreading nicht überzeugend zu erklären vermag, weshalb bei expliziten Mentalisierungsaufgaben medio-frontale Regionen und die temporo-parietale Verbindung (TPJ) aktiviert werden; sie vertritt allerdings die tautologische Vorstellung, dass das Gedankenlesen ebendort implementiert sei. Mittlerweile wird sogar die Mindreading-Spezifität der Aktivierung dieser Hirnbereiche begründet angezweifelt. Mitchell (2005) wies zum Beispiel nach, dass die TPJ, der lange Zeit eine für das Gedankenlesen spezifische Aktivierung etwa bei der Identifizierung von falschen Überzeugungen (Saxe u. Kanwisher, 2003; Saxe u. Wexler, 2005; Saxe u. Powell, 2005) zugeschrieben wurde, gleichermaßen durch nichtsoziale Aufgaben, die die Aufmerksamkeit beanspruchen, aktiviert werden kann. Noch interessanter ist der Nachweis, dass die TPJ an einer multisensorischen Integration körperlicher Informationen beteiligt ist, die ein bewusstes und kohärentes Erleben des Körperperselbst vermittelt (Berlucchi u. Aglioti, 2001; Blanke et al., 2005; Committeri



et al., 2008). Studien, die mittels transkranieller Magnetstimulation (TMS) zum Beispiel die »Gummihand-Illusion« untersuchen (Botvinick u. Cohen, 2000), also die phänomenale Einverleibung einer mit den Augen wahrgenommenen prothetischen Gummihand, die genauso gestreichelt wird wie die eigene, verdeckte Hand, ergaben, dass eine vorübergehende Blockierung der Aktivität der rechtehemisphärischen TPJ die Illusion abschwächt (Kammers, de Vignemont, Verhagen u. Dijkerman, 2008; Tsakiris, Costantini u. Haggard, 2008).

Tsakiris et al. (2008) vermuten, dass die rechtsseitige TPJ ein kohärentes Körpergefühl vermittelt. Hinzuzufügen ist, dass dieser spezielle Hirnbereich aufgrund seiner funktionellen Konnektivität Teil eines Netzwerkes ist (zu dem auch der anteriore insuläre Kortex, der posteriore parietale Kortex sowie der prämotorische Kortex gehören), das an der multisensorischen Integration im Kontext selbst- und fremdbezogener Vorgänge und Erfahrungen mitwirkt. Somit könnte man die These aufstellen, dass die systematische Beteiligung der TPJ an Mindreading-Aufgaben nicht etwa darauf beruht, dass sie Neuronen enthält, die für die Zuschreibung von falschen Überzeugungen spezifisch sind, sondern darauf, dass die Differenzierung zwischen Selbst und anderem auf einer körperlichen Ebene einen notwendigen Bestandteil ebendieser Mentalisierungsaktivität bildet.

Bereits die oberflächliche Sichtung der aktuellen neurowissenschaftlichen Literatur zum Gedankenlesen vermittelt den Eindruck, dass das Standardverständnis des Mindreading einer gründlichen Diskussion bedarf. Die zeitgenössischen Vertreter der klassischen Sichtweise der Intersubjektivität teilen sich in zwei große Lager auf. Für das erste steht die Simulationstheorie (ST, s. Goldman, 2006). Sie privilegiert das Selbst als Modell des anderen. Das heißt, andere Menschen zu verstehen bedeutet, dass man sich in ihren mentalen Zustand hineinversetzt. Weniger differenzierte Vorläufer dieses Modells lassen sich bis auf John Stuart Mill und seine These der »Inferenz durch Analogie« zurückführen. Mill zufolge schreiben wir anderen die lediglich Körper in Bewegung sind mentale Zustände zu, weil ihr Verhalten in uns Erinnerungen an eigene frühere, situationsspezifische Erfahrungen weckt. Zumindest in Goldmans Version betont die Simulationstheorie die Relevanz des eigenen, direkten Zugangs zu eigenen bewussten phänomenalen und mentalen Zuständen.

Das zweite Lager wird durch die Theorie-Theorie (TT) repräsentiert. Wie schon erwähnt, beschreibt dieses rationalistische Modell die Intersubjektivität im Wesentlichen als ein nichtprivilegiertes theoretisches epistemisches Verständnis des auf andere Weise unverständlichen anderen, dessen mentaler Inhalt von außen durch rationales Theoretisieren gelesen werden kann. Die Regeln, denen dieses Gedankenlesen gehorcht, gibt die Alltagspsychologie vor. Die Entwicklungspsychologin Vasudevi Reddy (2004) wies kürzlich darauf hin, dass Simulationstheorie und Theorie-Theorie trotz ihrer Unterschiede eine Kluft zwischen Psychen postulieren, denn beide »begreifen das Wissen um andere Psychen als einen Zuschreibungsprozess etwas, das mehr erfordert als die bloße Wahrnehmung des Psychologischen. Doch es gibt eine Alternative, die aus der Infragestellung ebendieser Annahme einer tiefen inter-psychischen Kluft hervorgeht. [ ] Ich vertrete die Ansicht, dass diese Alternative die Zweite-Person-Perspektive die Art und Weise verändert, wie wir über die Kluft nachdenken, und sogar nahelegt, dass die Psychologie die Methoden, die sie zum Verständnis der Menschen benutzt, verändern muss« (Reddy, 2004, S. 10).

Die Zweite-Person-Perspektive unterscheidet sich von der Dritte-Person-Perspektive durch eine radikal andere, deflatorische epistemische Sicht des Problems der anderen Psychen, die die vermeintlich trennende mentale Lücke maßgeblich verkleinert. Michael Pauen (2004, S. 10f.) zeigte vor Kurzem drei Minimalvoraussetzungen auf, die ein epistemischer Ansatz erfüllen muss, um sich als Zweite-Person-Perspektive zu qualifizieren. Erstens muss er sich auf eine Replikation oder Imagination des zu erkennenden mentalen Zustands stützen; zweitens muss er eine Unterscheidung zwischen Selbst und anderem beinhalten, das heißt, dem epistemischen Subjekt muss bewusst sein, dass der replizierte Zustand ein Zustand des anderen ist; drittens muss er das epistemische Subjekt in die Lage versetzen zu erkennen, dass seine epistemische Situation sich von derjenigen der anderen Person unterscheidet. Noch interessanter ist, dass diese Erfordernisse nicht voraussetzen, dass das epistemische Subjekt sich ihrer explizit bewusst ist. Laut Pauen (2004) »hat es sogar den Anschein, dass sie weitgehend automatisch und unterbewusst bleiben« (S. 10). Im Folgenden werde ich zeigen, dass alle drei Erfordernisse mit der neurowissenschaft-

lichen Erklärung der Intersubjektivität, wie ich sie hier vertrete, vereinbar sind.

## Die Zweite-Person-Perspektive

Wir beziehen nicht nur eine »objektive« Dritte-Person-Perspektive, um zu erklären, wer andere sind und was sie an uns und mit uns tun. Wenn wir anderen begegnen, können wir sie als körperliche »Selbste« erleben, ähnlich wie wir uns selbst als Eigner unseres Körpers und als Urheber unserer Aktionen erleben. Wenn wir den expressiven Verhaltensweisen, Reaktionen, Tendenzen anderer ausgesetzt sind, erleben wir gleichzeitig deren Zielgerichtetheit oder intentionalen Charakter, so wie wir auch uns selbst als die Urheber *unserer* Aktionen, als Subjekte *unserer* Affekte, Gefühle und Emotionen, als Eigner *unserer* Gedanken, Fantasien, Vorstellungen und Träume erleben. Mit Worten lässt sich kaum beschreiben, wie die intime intentionale Abstimmung, die durch die Begegnung mit dem anderen ausgelöst werden kann, gleichzeitig mit den klar gezogenen körperlichen Grenzen existiert, die unser Wesen als Selbst, unser Selbst-Sein, ständig definieren.

Der jüdische Philosoph und Theologe Martin Buber (1888–1965) ist ein Vorläufer des Zweite-Person-Verständnisses der Intersubjektivität. In seinem wegweisenden, von der chassidischen Tradition durchdrungenen Buch »Ich und Du« (1923) arbeitet er den grundlegend relationalen Charakter des Menschen heraus. Dieser relationale Charakter ist mindestens »zweifeltig«. Er kann in einer Dritte-Person-Beziehung Ausdruck finden, in einem *Ich-Es* (und *Ich-Sie* oder *Ich-Er*) oder in einer Zweite-Person-Beziehung, einem *Ich-Du*. Buber bezeichnet *Ich-Es* sowie *Ich-Du* als die beiden *Grundworte*. Was diese Beziehungen voneinander unterscheidet, ist nicht ihr Objekt, sondern der Beziehungsstil oder, theoretischer formuliert, der epistemische Status des Ichs. Man kann zu einem anderen Menschen genauso in Beziehung treten wie zu unbelebten Objekten. Auf entsprechende Weise kann man zu unbelebten Objekten, etwa zu einer Landschaft, einem Baum oder einem Kunstwerk, eine Beziehung wie zu einem anderen Menschen eingehen.

All die verschiedenartigen Beziehungen, die Menschen miteinander entwickeln und aufrechterhalten, können auf unterschiedliche Weise gelebt und erlebt werden. Was sich verändert, ist nicht das Objekt unserer Beziehung zu anderen, sondern unsere Einstellung ihnen gegenüber. Wir können ein und dieselbe Person wie eines von zahlreichen anderen Objekten behandeln oder aber wie einen Menschen, den wir lieben. Selbst die, die wir lieben, können »Es«, ein »Sie« oder »Er« sein. So kann der/die andere beispielsweise zu einem Instrument werden, das uns über eine bestimmte Sachlage oder Situation informiert; oder zu jemandem, der uns hilft, diese Situation zu meistern; oder zu jemandem, über den wir sprechen; er kann uns auch ein Rätsel sein, das wir mental zu entziffern versuchen, wobei wir uns mit hoher Wahrscheinlichkeit einer inferentiellen Mentalisierungsroutine bedienen.

Implizit gibt Buber zu verstehen, dass die Lösung des Inter-subjektivitätsproblems nicht in der erzwungenen Wahl zwischen einer Dritte-Person- und einer Zweite-Person-Perspektive bestehen kann. Wir leben unser Leben, indem wir unaufhörlich zwischen diesen beiden Modi interpersonalen Beziehungen wechseln.

Sofern dies tatsächlich zutrifft, bleibt uns noch die Wahl, ob wir nun einen ökumenischen Holismus vertreten oder das klassische Konzept des Mindreading/Gedankenlesens diskutieren und die Vorstellung, dass eine theoretische meta-repräsentationale Sicht auf den anderen der einzige/wichtigste Schlüssel zur Inter-subjektivität sei, hinterfragen. Potenziell interessanter scheint mir die zweite Alternative zu sein. Mindreading, im breiten Sinn verstanden (MbS), könnte unser Verständnis dessen bezeichnen, was vor sich geht, wenn wir uns auf jemanden anderen in einer Vielfalt von Beziehungsmodalitäten beziehen, die nicht zwangsläufig meta-repräsentational sein müssen, aber gleichwohl ein basales funktionales Merkmal gemeinsam haben: das Mapping des anderen auf das Selbst, das wiederum durch ein Mapping des Selbst auf den anderen erwidert wird. Mindreading im engeren Sinn (MeS) sollte Inter-subjektivität nur dann definieren, wenn ein expliziteres Bedürfnis nach Erklärungen eine weniger engagierte, eher Dritte-Person-Beziehung erfordert.

Für beide Typen des Mindreading ist die wesensmäßig relationale Natur von Aktion vorgängig und grundlegend (Gallese, 2002).

(1962a, 1963). Der Rhythmus, die Synchronie und die Asynchronie, die Menschen von Anfang an in allen zwischenmenschlichen Beziehungen erleben, markieren die Geburt der Intersubjektivität. So betrifft ein ungemein stimulierender Aspekt von Bubers Buch die Überlegung, dass die Ich-Du-Beziehung der Ich-Es-Beziehung vorausgehe, weil letztere die Existenz eines Ichs voraussetze. Laut Buber taucht das vollentwickelte Ich erst auf, wenn man sich selbst als ein Du wahrzunehmen vermag und sich der interpersonale Dialog in einen selbstzentrierten inneren Dialog verwandelt. »Im Anfang ist die Beziehung«, so Buber, »als Kategorie des Wesens, als Bereitschaft, fassende Form, Seelenmodell; das Apriori der Beziehung; das eingeborene Du« (Buber, 1963/1964, S. 10). Viele Jahre später schrieb der Kinderarzt und Psychoanalytiker Donald Winnicott: »Was erblickt das Baby, das der Mutter ins Gesicht schaut? Ich vermute, dass es normalerweise sich selbst erblickt. Mit anderen Worten: Die Mutter schaut das Baby an, und wie sie schaut, hängt davon ab, was sie sieht« (Winnicott, 1964, S. 10).

Um Bubers Gedanken in einer modernen Perspektive der kognitiven Neurowissenschaften zu kontextualisieren, könnte man das Du aufgrund der »Ursprünglichkeit des Beziehungsstrebens« (Buber, 1963/1964, S. 10) als Kristallisation der Entwicklung des Appetenz- oder Suchsystems betrachten (Panksepp, 1998; Solms u. Panksepp, 1998); gekoppelt mit einem relational programmierten motorischen System (Gallese, 1998; Rizzolatti u. Gallese, 1998; Rizzolatti u. Sinigaglia, 1998, 2000) könnte diese Grundausstattung die parallele Genese des Ichs und des Dings (dazu mehr im Folgenden) ermöglichen.

In interpersonalen Beziehungen wird Bubers *eingeborenes Du* im begegneten Du realisiert. Hier nimmt Buber Steins Brühens (1998, 1999, 2000) Konzept der altero-zentrierten Partizipation der angeborenen Fähigkeit, das, was der andere erlebt, als in diesem anderen zentriert zu erleben vorweg.

Wenn wir anderen begegnen, können wir uns ihnen gegenüber in der für einen äußeren Beobachter typischen distanzierten Weise verhalten. Wir können andere »objektiv« erklären, wir können reflektieren und Urteile formulieren und Parametrisierungen und Kategorisierungen ihrer Handlungen, Gefühle und Empfindungen vornehmen, indem wir eine Dritte-Person-Perspektive beziehen, um den Inhalt unserer Wahrnehmungen und Voraussagen zu objektiv-

vieren. Zweck dieser kognitiven Operationen ist die Kategorisierung einer  $\mu$ -ären Sachlage. Dieselben anderen können aber auch gemäß einer totalen Verlagerung des Objekts unserer intentionalen Relationen erfahren werden. Wenn wir auf andere in einer Zweite-Person-Perspektive bezogen sind, konzentrieren wir uns auf den Inhalt einer Wahrnehmung nicht länger, um diesen zu kategorisieren. Wir stimmen uns lediglich auf die intentionale Relation ein, die wir an dem anderen beobachten (Gallese,  $\mu$ a,  $\mu$ b,  $\mu$ ). Intersubjektivität ist keineswegs exklusiv auf eine deklarative, meta-repräsentationale Dritte-Person-Perspektive begrenzt. Wir sind den Aktionen, Emotionen und Empfindungen anderer nicht entfremdet, denn wir erleben diese Aktionen, Emotionen und Empfindungen ebenfalls.

Aus diesem Grund könnte ein neues Verständnis der Intersubjektivität von einer Bottom-up-Untersuchung und -Charakterisierung der nichtdeklarativen und nicht-metarepräsentationalen Aspekte der sozialen Kognition profitieren (Gallese,  $\mu$ ,  $\mu$ ). Ein entscheidender Punkt des neuen Intersubjektivitätsverständnisses, das ich hier vorstelle, ist die Untersuchung der neuralen Grundlagen unserer Fähigkeit, uns auf die intentionalen Relationen anderer einzulassen. Die intentionale Abstimmung macht »den anderen« zu weit mehr als einem von vielen repräsentationalen Systemen; er wird zu einem körperlichen Selbst, geradeso wie wir. Diese neue epistemologische Sicht auf die Intersubjektivität hat den Vorteil, Voraussagen über die intrinsisch funktionale Natur unserer sozialen kognitiven Operationen zu ermöglichen im Gegensatz zu einer Ontologie der spezifischen Psyche, wie sie der klassische Ansatz vertritt.

## Die Verkörperung motorischer Ziele und motorischer Intentionen

Mehrere Jahrzehnte lang konzentrierte sich die neurophysiologische Erforschung des kortikalen motorischen Systems nichtmenschlicher Primaten vorwiegend auf die elementaren physischen Merkmale der Bewegung, also auf Kraft, Richtung und Amplitude. Die neurophysiologische Erforschung des ventralen motorischen Kortex sowie

des posterioren parietalen Kortex von Makakenaffen ergab jedoch, dass das kortikale motorische System einen wichtigen Beitrag zur Kognition leistet. Es stellte sich insbesondere heraus, dass die funktionale Organisation des kortikalen motorischen Systems unter dem Blickwinkel *motorischer Ziele* erfolgt.

Die vorderste Region des ventralen prämotorischen Kortex der Makaken, nämlich Areal F5 (Matelli, Luppino u. Rizzolatti, 1991), steuert Hand- und Mundbewegungen (Hepp-Reymond, Hösler, Maier u. Qi, 1998; Kurata u. Tanji, 1992; Rizzolatti, Scandolara, Matelli u. Gentilucci, 1996; Rizzolatti et al., 1996). Ähnlich wie die Neuronen in anderen Bereichen des kortikalen motorischen Systems (Alexander u. Crutcher, 1990; Crutcher u. Alexander, 1990; Kakei, Hoffman u. Strick, 1998; Shen u. Alexander, 1997) feuern die F5-Neuronen mehrheitlich nicht im Zusammenhang mit der Aktivierung spezifischer Muskelgruppen oder während der Ausführung elementarer Bewegungen; ihre Aktivierung erfolgt vielmehr in Assoziation mit motorischen Akten – Bewegungen, die der Erreichung eines spezifischen motorischen Ziels dienen – wie dem Greifen, Ziehen, Festhalten oder Manipulieren von Objekten (Rizzolatti et al., 1996; Rizzolatti u. Gallese, 1995; Rizzolatti, Fogassi u. Gallese, 1996).

Die motorischen F5-Neuronen kodieren keine physischen Bewegungsparameter wie Kraft oder Bewegungsrichtung, sondern die pragmatische Beziehung zwischen Urheber und Ziel des motorischen Aktes. F5-Neuronen werden tatsächlich nur dann aktiviert, wenn und solange eine spezifische Art von Effektor-Objekt-Relation (z. B. Hand-Gegenstand, Mund-Gegenstand) ausgeführt wird, bis aus dieser Relation ein anderer Zustand hervorgeht (z. B. die Inbesitznahme eines Stückes Nahrung, sein Wegwerfen, Auseinanderbrechen, An-den-Mund-Führen, Zerkauen usw.).

## Die Spiegelung der motorischen Ziele und motorischen Intentionen anderer: Spiegelneuronen

Die zweite Kategorie der multi-modalen F5-Neuronen besteht aus Nervenzellen, die feuern, wenn der Affe die Aktion eines anderen Individuums beobachtet und wenn er selbst die gleiche oder eine

Ähnliche Aktion ausführt. Diese Neuronen wurden als »Spiegelneuronen« bezeichnet (Gallese, Fadiga, Fogassi u. Rizzolatti, 1996; Rizzolatti, Fadiga, Gallese u. Fogassi, 1996).

Neuronen mit ähnlichen Eigenschaften wurden später auch in einem Sektor des posterioren parietalen Kortex entdeckt, der mit dem Areal F5 reziprok vernetzt ist (Bonini et al., 1999; Fogassi et al., 1996; Gallese, Fogassi, Fadiga u. Rizzolatti, 1996), sowie im primären motorischen Kortex (Dushanova u. Donaghue, 1999; Tkach, Reimer u. Hatsopoulos, 1999). Der entscheidende Auslöser, der die Spiegelneuronen bei der Ausführung und Beobachtung von Handlungen aktiviert, ist die Interaktion zwischen den Körpereffektoren des Urhebers, beispielsweise der Hand beziehungsweise des Mundes und dem Objekt: Die Spiegelneuronen der Affen reagieren weder auf die Beobachtung eines isolierten Objekts noch auf den Anblick einer Hand, die eine Aktion imitiert, ohne dass ein Zielobjekt wahrnehmbar ist (Gallese et al., 1996).

Auf die Ausführung/Beobachtung eines motorischen Greifaktes reagieren die F5-Spiegelneuronen ungeachtet der ausgeführten/beobachteten Bewegungen, die erforderlich sind, um dieses Ziel zu erreichen (Rochat et al., 1996). Die F5-Spiegelneuronen feuern bei der Ausführung einer Aktion signifikant stärker als bei der reinen Beobachtung. Dies lässt vermuten, dass der Spiegelungsmechanismus für die Frage der Urheberschaft nicht opak ist, das heißt, für die Frage, wer in der dyadischen sozialen Beziehung der Urheber und wer der Beobachter ist.

Wenige Jahre nach ihrer Entdeckung wurden die Spiegelneuronen als Ausdruck einer direkten Form des Aktionsverständnisses interpretiert. Dies führte zu dem Postulat, dass sie für die soziale Kognition relevant sind (Gallese et al., 1996; Rizzolatti et al., 1996; Rizzolatti u. Gallese, 1996). Spiegelneuronen, so die These, ermöglichen die motorische, zielbezogene Beschreibung der wahrgenommenen Aktion, die reicher ist als eine lediglich visuelle Erklärung ihrer typischen Eigenschaften. Diese These konnte später durch zwei weitere Studien belegt werden:

Umiltà et al. (1996), die Autoren der ersten Untersuchung, fanden heraus, dass annähernd 90% der F5-Spiegelneuronen auf das Ergebnis der Aktion sogar dann reagieren, wenn keine vollständige visuelle Information über sie verfügbar ist, weil die beobachtete



Hand des Experimentleiters das Objekt hinter einer undurchsichtigen Oberfläche ergreift, also außerhalb des Blickfeldes des Affen.

Durch diese Daten wird die Bedeutung einer im »visuellen« System des Gehirns erfolgenden visuellen Analyse des Verhaltens anderer keineswegs geschmälert. Worauf es ankommt, ist vielmehr, dass das, was aus solchem Verhalten einen intentionalen, zielgerichteten motorischen Akt macht – das, was *die sich bewegende Hand* des anderen als *greifende Hand* erkennt –, der Wiederverwendung jener neuralen Ressourcen im Gehirn des Beobachters entspricht, die es ihm selbst ermöglichen, seine Hand als Greifhand zu benutzen. Die rein visuelle, »piktoriale« Analyse reicht mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht aus, um zu verstehen, dass ein anderer ein Objekt ergreift, um damit »etwas zu machen«. Ohne Bezugnahme auf das in den parietal-prämotorischen kortikalen Schaltkreisen kodierte innere »motorische Wissen« des Beobachters beschränkt die lediglich piktoriale Dritte-Person-Beschreibung für das beobachtende Individuum keine erfahrungsgestützte Bedeutung (Gallese, Rochat, Cossu u. Sinigaglia, 2006).

In der zweiten Studie wiesen Köhler et al. (2001) nach, dass F4 Spiegelneuronen auch auf das Geräusch reagieren, das bei einer zielgerichteten Hand-Objekt-Interaktion, etwa dem Aufbrechen einer Erdnuss, entsteht. Diese spezifische Klasse von F4-Spiegelneuronen (»audio-visuelle Spiegelneuronen«) feuert nicht nur, wenn der Affe einen bestimmten händischen motorischen Akt *ausführt* und *beobachtet*, sondern auch dann, wenn er das für den Akt typische Begleitgeräusch *hört*. Zudem reagieren diese Neuronen nicht allein selektiv auf die Geräusche zielgerichteter Handlungen, sondern unterscheiden überdies zwischen den Geräuschen verschiedenartiger Handlungen. Die funktionalen Eigenschaften der Spiegelneuronen geben die Existenz eines neurophysiologischen Mechanismus des Spiegelungsmechanismus (MM = Mirror Mechanism) zu erkennen, durch den so unterschiedliche Vorgänge wie gehörte Aktionsgeräusche und gesehene Aktionsbilder von denselben motorischen Neuronen kodiert und integriert werden, die die Ausführung ebendieser Aktionen ermöglichen (Literaturübersicht bei Gallese, 2004a, 2004b, 2005; Gallese, Keysers u. Rizzolatti, 2004; Gallese et al., 2004; Rizzolatti et al., 2004; Rizzolatti u. Sinigaglia, 2006, 2007).

Ein weiterer Schritt gelang mit der Entdeckung, dass F4- und

parietale Spiegelneuronen auf identische motorische Akte (etwa das Greifen) unterschiedlich reagieren, und zwar je nach dem Ziel der Handlung, in die diese Akte eingebettet sind (z. B. das Ergreifen eines Objekts, um es entweder an den Mund zu führen oder aber in einen Behälter zu stecken; Bonini et al., 2004; Fogassi et al., 2005). Dies zeigt, dass der Spiegelungsmechanismus (MM) die Beobachtung von zielgerichteten motorischen Aktionssequenzen (Greifen, Festhalten, ans Ziel heranführen, unterbringen), die logisch koordiniert werden, um einen ferneren motorischen Zielzustand herzustellen, aktiv kontrolliert und darauf reagiert. Diese Ergebnisse demonstrieren zumindest auf der Ebene basaler Aktionen, dass der Spiegelungsmechanismus (MM) auch motorische Intentionen wie das Greifen-um-zu-Essen oder das Greifen-um-zu-Platzieren kodiert.

## Die Spiegelung motorischer Ziele und motorischer Intentionen anderer: der menschliche Spiegelungsmechanismus

Der Spiegelungsmechanismus (MM) wurde mittlerweile auch im menschlichen Gehirn zweifelsfrei nachgewiesen. Die Beobachtung von Aktion stimuliert prämotorische und posteriore parietale Regionen, die vermutlich denjenigen Arealen des Makaken-Gehirns entsprechen, in denen man die Spiegelneuronen ursprünglich entdeckt hat. Der für die Aktionsspiegelung zuständige Mechanismus im menschlichen Gehirn ist grob somatotopisch organisiert, das heißt, dieselben prämotorischen und posterioren Parietalregionen, die normalerweise bei der Ausführung von Aktionen des Mundes, der Hände und der Füße aktiviert werden, feuern auch, wenn wir ebendiese motorischen Akte an anderen Menschen beobachten (Buccino et al., 2001 s. auch Cattaneo u. Rizzolatti, 2002). Wenn wir sehen, dass jemand die Hand nach einer Tasse Kaffee ausstreckt, dass er in einen Apfel beißt oder einen Ball kickt, werden in unserem Gehirn dieselben kortikalen Regionen aktiviert, die auch dann feuern, wenn wir selbst diese Handlungen ausführen.

Der menschliche Spiegelungsmechanismus ist nachweislich an der Imitation einfacher Bewegungen (Iacoboni et al., 2000, 2001)

und am imitationsgestützten Erlernen komplexer Fertigkeiten, beispielsweise dem Gitarrespielen (Buccino et al., 2001; Vogt et al., 2003), beteiligt. Darüber hinaus ermöglicht er eine neurophysiologische Erklärung zahlreicher interessanter Phänomene, die von den Sozialpsychologen beschrieben werden, beispielsweise des »Chameleoneffekts«, also der nichtbewussten Nachahmung von Körperhaltungen, Gesichtsausdrücken und Verhaltensweisen der Sozialpartner durch den Beobachter (Chartrand u. Bargh, 2006). Hier ist unbedingt festzuhalten, dass solche Beispiele für eine nichtbewusste intersubjektive Nachahmung allesamt einen prosozialen Charakter haben, denn sie treten im Zuge sozialer Interaktionen mit Affiliationszwecken vermehrt auf.

Im Einklang mit der Zielgerichtetheit der Spiegelneuronen von Makaken wird die Erregbarkeit des motorischen Systems menschlicher Beobachter, wie Rochat et al. (2007) in einer TMS-Studie (TMS = Transkranielle Magnetstimulation) nachwies, durch das Ziel des beobachteten motorischen Aktes moduliert, und zwar ungeachtet der zum Erreichen des Ziels erforderlichen Bewegungen (Cattaneo, Caruana, Jezzini u. Rizzolatti, 2008).

Posteriore parietale sowie ventrale prämotorische Areale, die Bestandteile des für den Spiegelungsmechanismus zuständigen Netzwerks bilden, werden durch die Beobachtung von Handaktionen sogar dann aktiviert, wenn ein nichtanthropomorpher Roboterarm die Bewegungen ausführt (Gazzola, Rizzolatti, Wicker u. Keysers, 2007a) oder wenn der Beobachter selbst ohne Arme geboren wurde und deshalb nie händische Greifbewegungen ausführen konnte (Gazzola et al., 2007b). In diesem letzten Fall aktivierte die beobachtete Greifbewegung der Hand im Gehirn zweier armloser Patienten die motorischen Repräsentationen des Objekterfassens mit Mund und Fuß. Ebenso wie bei den Makaken generalisiert der parieto-prämotorische Spiegelungsmechanismus motorische Ziele auch bei der akustischen Wahrnehmung von Aktionsgeräuschen (Gazzola, Aziz-Zadeh u. Keysers, 2008). Ähnliche funktionale Eigenschaften wurden bei Patienten mit angeborener Blindheit entdeckt (Ricciardi et al., 2008).

Eine aktuelle TMS-Adaptationsstudie bestätigt den spezifischen Beitrag, den das motorische System zur kontextunabhängigen Koordination motorischer Zielgerichtetheit leistet. Die visuellen Areale

hingegen, die auf die Beobachtung biologischer Bewegung reagieren, weisen diese Eigenschaft nicht auf (Cattaneo, Sandrini u. Schwarzbach, 2008). Dies zeigt einmal mehr, dass auch beim Menschen die visuelle Erfassung motorischen Verhaltens dessen Zielgerichtetheit nicht zu erklären vermag. Die Erkennung des relationalen Charakters von Verhalten durch das kortikale motorische System ermöglicht eine direkte Einschätzung des Handlungszieles und -zweckes, ohne dass ein explizites Schlussfolgern erforderlich wäre. Die Entscheidung, ob es sich hierbei um Verhaltenslesen, Gedankenlesen oder um nichts davon handelt, überlasse ich dem Leser.

Einige hirnbildgebende und neurophysiologische Studien ergaben vorläufige Anhaltspunkte für eine Beteiligung des menschlichen Spiegelungsmechanismus an der Erkennung basaler motorischer Intentionen wie dem Essen und Trinken und Weglegen von Objekten (Iacoboni et al., 2006; Cattaneo et al., 2008). Iacoboni et al. (2008) weisen nach, dass der ventrale prämotorische Kortex auf die Beobachtung verschiedenartiger motorischer Intentionen, die mit Greiffähigkeiten wie Trinken oder Aufräumen assoziiert sind, unterschiedlich reagiert. Brass, Schmitt, Spengler und Gergely (2008) fanden Hinweise auf die Aktivierung des Spiegelungsmechanismus bei der Beobachtung ungewöhnlicher Aktionen, zum Beispiel der Betätigung eines Lichtschalters mit dem Knie, und zwar ungeachtet der Frage, ob das ungewöhnliche Verhalten für den Beobachter plausibel war (weil der Akteur die Hände nicht frei hatte) oder nicht.

Diese sehr verdichtete Zusammenschau eines Teils der wissenschaftlichen Literatur über die Spiegelneuronen und den Spiegelungsmechanismus zeigt, dass Verhalten ohne eine explizite sprachlich vermittelte Konzeptualisierung auf einer hohen Abstraktionsebene beschrieben werden kann. Zusammen mit seinen Verbindungen zu den visero-motorischen und somato-sensorischen kortikalen Regionen strukturiert das motorische System die Ausführung und die Wahrnehmung von Aktion sowie die Nachahmung und die Vorstellung von Aktion. Ausführung und Nachahmung einer Aktion gehen mit der Aktivierung der kortiko-spinalen Leitungsbahn einher, und dies ermöglicht dann die Bewegung. Wenn man die Aktion aber lediglich beobachtet oder imaginiert, wird ihre tatsächliche Ausführung unterdrückt. Das kortikale motorische Netzwerk wird zwar, wenngleich nicht mitsamt all seinen Bestandteilen und nicht

mit der gleichen Intensität, aktiviert, doch die Handlung selbst erfolgt nicht real, sondern wird nur simuliert.

Die Existenz des Spiegelungsmechanismus (MM) in nicht-menschlichen wie auch menschlichen Gehirnen eröffnet ein neues Szenarium der Evolution, in dem die »motorische Kognition« beim Auftauchen menschlicher Intersubjektivität eine führende Rolle spielt (Gallese et al., 2003; Gallese u. Rochat, 2002).

Wir müssen die Intentionen anderer Menschen nicht unbedingt in einem propositionalen Format meta-repräsentieren, um sie verstehen zu können. Motorische Ziele und motorische Intentionen sind Teil des »Vokabulars«, das vom motorischen System gesprochen wird. Die meiste Zeit überschreiben wir anderen nicht explizit Intentionen zu, sondern entdecken diese einfach. Wenn wir Verhaltensweisen anderer Menschen beobachten, können wir deren motorische intentionale Inhalte unmittelbar erfassen, ohne sie meta-repräsentieren zu müssen.

## Die gemeinsam geteilte Welt der Emotionen und Empfindungen

Die Entdeckung des für Aktionen zuständigen Spiegelungsmechanismus führte zu der Hypothese, dass die Spiegelneuronen womöglich nur die Spitze eines gewaltigen, bislang unentdeckten Eisbergs bilden, der sich im Bereich der Emotionen und körperlichen Empfindungen verbirgt (Gallese, 2003a, 2003b; Goldman u. Gallese, 2002). Diese Hypothese wird durch empirische Funde gestützt. Unsere Fähigkeit, Emotionen und Empfindungen mit anderen Menschen zu teilen, wird offenbar durch andere Spiegelungsmechanismen vermittelt (de Vignemont u. Singer, 2003; Decety u. Sommerville, 2003; Gallese, 2003 2003a, 2003b, 2003). Wenn wir beobachten, dass die Mimik eines anderen Menschen eine bestimmte Basisemotion ausdrückt, werden in uns selbst die gleichen Gesichtsmuskeln aktiviert (Dimberg, 2003; Dimberg u. Thunberg, 2003; Dimberg, Thunberg u. Elmehed, 2003; Lundqvist u. Dimberg, 2003), und zwar mit unterschiedlicher, der Einfühlung entsprechenden Intensität (Sonnby-Borgstrom, 2003).

Die systematische wechselseitige Korrelation zwischen dem körperlichen Ausdruck einer Emotion und der Art und Weise, wie Emotionen verstanden werden, ist wiederholt dokumentiert worden. Wenn Individuen emotionsspezifische Körperhaltungen oder Gesichtsausdrücke zeigen, erleben sie emotionale Zustände und evaluieren äußere Vorgänge auf eine kongruente Weise (Literaturübersicht s. Niedenthal, 2007). Die integrierte Aktivität von sensorisch-motorischen und affektiven neuronalen Systemen vereinfacht und automatisiert zumindest zu einem gewissen Grad die Verhaltensreaktionen, die geeignet sind, dem Organismus das Überleben in seiner sozialen Umwelt zu ermöglichen.

Die Wahrnehmung und Produktion emotionsbezogener Gesichtsausdrücke könnten auf gemeinsame neurale Strukturen einwirken, deren Funktion ganz ähnlich wie die des Spiegelungsmechanismus postuliert werden kann. Sowohl durch die Beobachtung als auch die Nachahmung des mimischen Ausdrucks von Basisemotionen wird eine umgrenzte Gruppe von Hirnstrukturen einschließlich des ventralen prämotorischen Kortex, der Insula und der Amygdala aktiviert (Carr, Iacoboni, Dubeau, Mazziotta u. Lenzi, 2001).

Die willkürliche Nachahmung eines mimischen Emotionsausdrucks hat aber nicht zwangsläufig zur Folge, dass man die imitierte Emotion auch tatsächlich selbst erlebt. Speziell diesen Aspekt untersuchte eine fMRI-Studie, in der die Hirnaktivität gesunder Probanden sowohl während des phänomenalen Erlebens von Ekel ausgelöst durch Inhalation abstoßender Gerüche als auch bei der Beobachtung von Videoaufnahmen gescannt wurde, die andere Menschen mit demselben emotionalen Gesichtsausdruck zeigten. Die Beobachtung des für Ekel spezifischen Gesichtsausdrucks anderer Menschen aktiviert die linke anteriore Insula im eben jenem Bereich, der auch bei der Ekelempfindung des Subjekts selbst aktiviert wird (Wicker et al., 2005). Dieses Ergebnis stimmt auch mit der klinischen Beobachtung überein, dass die Schädigung der anterioren Insula sowohl die Möglichkeit ausschließt, Ekel subjektiv zu erleben, als auch die Möglichkeit, diese Emotion zu erkennen, wenn sie von anderen gezeigt wird (Adolphs, Tranel u. Damasio, 2004; Calder, Keane, Manes, Antoun u. Young, 2002). Mithin scheint das Erleben eines bestimmten affektiven Zustands eine »wir-zentrische« (Gallese, 2003a, 2003b) Dimension zu besitzen. Wenn wir den

Gesichtsausdruck eines anderen beobachten, verstehen wir die Bedeutung nicht aufgrund einer expliziten Inferenz durch Analogie. Ich vertrete die These, dass wir die Emotion des anderen zuallererst konstituieren und direkt verstehen, indem wir einen Teil derselben neuronalen Schaltkreise wiederverwenden, die das eigene, Erste-Person-Erleben derselben Emotion vermitteln.

Ähnliche Mechanismen sind auch für die Schmerz Wahrnehmung (Botvinick et al., 2000; Hutchison, Davis, Lozano, Tasker u. Dostrovsky, 2004; Jackson, Meltzoff u. Decety, 2004) und für das Berührungsempfinden (Blakemore, Bristow, Bird, Frith u. Ward, 2005; Ebisch et al., 2004, 2005; Keyser et al., 2004) beschrieben worden. Wenn wir beobachten, wie der Körper eines anderen berührt, gestreichelt, geschlagen oder verletzt wird, wird auch ein Teil unseres eigenen somato-sensorischen Systems, das normalerweise für unsere subjektiv erlebten Berührungs- und Schmerzempfindungen zuständig ist, aktiviert.

In ihrer Gesamtheit legen diese Ergebnisse nahe, dass ein wichtiger Aspekt der Intersubjektivität bei der Beobachtung des Ausdrucks fremder Emotionen und Sensationen als Wiederverwendung derselben neuronalen Schaltkreise verstanden werden kann, die unseren eigenen emotionalen und sensorischen Erfahrungen zugrunde liegen (Gallese, 2001a, 2001b, 2002, 2003; Gallese et al., 2004). Man hat die These vertreten, dass ein gemeinsamer funktionaler Mechanismus, nämlich die »verkörperte Simulation« (ES = Embodied Simulation), diese Vielfalt intersubjektiver Phänomene kohärent und neurobiologisch plausibel zu erklären vermag.

## Intersubjektivität und die Theorie der verkörperten Simulation

Das Simulationskonzept kann in zahlreichen unterschiedlichen Bereichen Anwendung finden und besitzt dabei oft unterschiedliche, nicht zwangsläufig überlappende Bedeutungen. Simulation oder Nachahmung ist ein funktionaler Prozess mit einem bestimmten Inhalt, der typischerweise auf mögliche Zustände seines Zielobjekts fokussiert ist. In der Philosophie des Geistes wird das Simulations-

konzept von Vertretern der Simulationstheorie des Mindreading benutzt (Goldman, 2006); in diesem Kontext charakterisiert es den Als-ob-Zustand, den der Zuschreibende einnimmt, um das Verhalten eines anderen Menschen zu verstehen. Dieser Sichtweise zufolge benutzen wir unseren eigenen Geist/unsere Psyche, um uns in die mentale Verfassung anderer hineinzusetzen.

Anders als die Standarderklärungen der ST ist die Theorie der verkörperten Simulation (ES) als mandatorischer, nicht-metarepräsentationaler, nichtintrospektiver Prozess charakterisiert (Gallese, 2003a, 2003, 2005; Gallese u. Sinigaglia, 2005). Die ES-Theorie stellt die Vorstellung infrage, dass die einzige Erklärung von Intersubjektivität in der expliziten Zuschreibung propositionaler, als symbolische Repräsentationen gespeicherter Einstellungen zum Beispiel, von Bezügen und Wünschen an andere besteht. Dem Gedankenlesen vorgängig und auf einer tieferen Ebene dient die *Zwischenleiblichkeit* als Hauptquelle des Wissens, das wir direkt über andere sammeln (Gallese, 2006). Wie kürzlich von de Preester in Anlehnung an Merleau-Ponty betont, wird der Körper der Zwischenleiblichkeit primär als systematisches Instrument der Annäherung an Objekte wahrgenommen. Dies ist laut de Preester (2006) der Grund, weshalb »der andere als Verhalten und das Ich im Wesentlichen als »motorisches Ich« gesehen wird« (S. 200).

Ich habe die These vertreten, dass eine direkte Form des zusaugen von innen heraus erfolgenden Verstehens anderer die intentionale Abstimmung (Gallese, 2003a, 2005) durch eine Aktivierung jener neuralen Systeme erreicht werden kann, die dem, was wir und andere tun und fühlen, zugrunde liegen. Parallel zu der distanzierten sensorischen Dritte-Person-Beschreibung der beobachteten sozialen Stimuli werden innere, nicht-propositionale »Repräsentationen« im Körperformat der mit Handlungen, Emotionen und Empfindungen assoziierten körperlichen Zustände im Beobachter hervorgerufen, so als ob dieser selbst eine ähnliche Handlung ausführte oder eine ähnliche Emotion oder Empfindung erlebte.

Die Theorie der verkörperten Simulation (ES) liefert eine einheitliche Erklärung basaler Intersubjektivitätsaspekte und zeigt, dass Menschen ihre eigenen, im Körperformat repräsentierten mentalen Zustände oder Prozesse wiederverwenden, um sie anderen funktional zuzuschreiben. Die ES-Theorie ist keine Ge-



neraltheorie der mentalen Simulation, das heißt, sie deckt nicht sämtliche Typen des simulationsgestützten Mindreading ab. Sie fokussiert auf die Erklärung des Spiegelungsmechanismus (MM = Mirror Mechanism) und damit zusammenhängender Phänomene wie die räumliche Wahrnehmung, die visuelle Objekterfassung, mentale Vorstellungsbilder und verschiedene Aspekte der Sprache (Gallese u. Sinigaglia, 2005). Indem die Theorie der verkörperten Simulation (ES) den Spiegelungsmechanismus als Wiederverwendung mentaler Zustände erklärt, rekurriert sie auf die intrapersonale Ähnlichkeit oder Passung zwischen dem eigenen mentalen Zustand während der Ausführung einer Aktion oder während des Erlebens einer Emotion oder Empfindung einerseits und der Beobachtung der Aktionen, Emotionen und Empfindungen sozialer Partner andererseits. Die interpersonale Ähnlichkeit zwischen dem mentalen Zustand oder Prozess des Simulators und des Zielobjekts ermöglicht keine mentale Simulation, sofern sie nicht aus der intrapersonalen Wiederverwendung des eigenen mentalen Zustand/Prozesses des Simulierenden hervorgeht (Gallese, 2005; Gallese u. Sinigaglia, 2005).

Die neurale Implementierung einer mentalen Repräsentation im Gehirn bewirkt für sich genommen natürlich noch keine Verkörperung. Repräsentationale Formate weisen gewöhnlich charakteristische Verarbeitungsprofile auf. Charakteristisch für eine körperlich formatierte Repräsentation sind motorische, visero-motorische und somato-sensorische Profile, durch die sie sich von einer propositionalen Repräsentation unterscheidet, und zwar auch dann, wenn der Inhalt (partiell) überlappt.

Verkörpert sind mentale Zustände oder Prozesse in erster Linie aufgrund ihres körperlichen Formats. Wie Gallese und Sinigaglia (2005) darlegen, können mentale Repräsentationen vergleichbar einer Straßenkarte und einer Abfolge von Sätzen, die in unterschiedlichem Format ein und dieselbe Reiseroute repräsentieren, partiell überlappende Inhalte (z. B. ein motorisches Ziel, eine Emotion oder Empfindung) aufweisen, sich aber in ihrer Repräsentationsform voneinander unterscheiden (z. B. körperlich statt propositional sein). Ebendies ist entscheidend, denn das Format einer mentalen Repräsentation gibt vor, was durch sie repräsentiert werden kann. Wenn wir einen motorischen Akt planen und ausführen, beschränken

körperliche Faktoren (z. B. bio-mechanische, dynamische und hal-  
tungsbedingte) das, was repräsentiert werden kann. Das körperliche  
repräsentative Format beschränkt mithin die Art und Weise, wie  
ein einzelnes motorisches Ziel oder eine Hierarchie motorischer  
Ziele repräsentiert werden kann, nämlich durch eine Repräsentation,  
die sich von einer propositionalen Repräsentation desselben  
Ziels oder derselben Hierarchie von Zielen unterscheidet. Ähn-  
liche Beschränkungen gelten für die Repräsentationen der eigenen  
Handlungen, Emotionen und Empfindungen, die das tatsächliche  
Agieren und Erleben begleiten, sowie für die entsprechenden Re-  
präsentationen, die aktiviert werden, wenn wir jemand anderen  
bei der Ausführung einer bestimmten Handlung oder beim Er-  
leben einer bestimmten Emotion oder Empfindung beobachten.  
Die Begrenzungen gleichen einander, weil die Repräsentationen  
ein gemeinsames körperliches Format aufweisen.

Ich vertrete die These, dass die durch den Spiegelungsmechanis-  
mus gestützte verkörperte Simulation (ES) eine konstitutive Rolle  
für das basale, die Beteiligung propositionaler Einstellungen nicht  
voraussetzende Mindreading spielt und sie durch mentale Reprä-  
sentationen mit einem körperlichen Format (motorische Repräsen-  
tationen von Zielen und Intentionen sowie visero-motorische und  
somato-sensorische Repräsentationen von Emotionen und Sensa-  
tionen) vermittelt wird. Die Theorie der verkörperten Simulation  
besagt nicht zwangsläufig, dass wir die spezifischen Inhalte der Er-  
fahrungen anderer Menschen erleben. Sie besagt, dass wir andere  
so erleben, als sei ihr Erleben unserem eigenen ähnlich.

Wie vom Begründer der Phänomenologie, Edmund Husserl  
(1859-1937), darlegt und in jüngster Zeit von Dan Zahavi  
(2000) neuerlich betont, ist die Andersheit des anderen der Garant  
für die Objektivität, die wir der Realität normalerweise zuschrei-  
ben. Mit Merleau-Ponty (1905) könnte man allerdings hinzufügen:  
»Ohne Reziprozität gibt es kein Alter-Ego« (S. 100). Vielleicht ist  
es unmöglich, sich selbst als ein Selbst zu erfassen, ohne dass eine  
solche Einschätzung in einer früheren Phase wurzelt, in der das  
gemeinsame Teilen dominierte. Wie wir sahen, werden unsere  
sozialen Transaktionen auch im Erwachsenenalter durch eine ge-  
meinsame Vielfalt der Intersubjektivität (Gallese, 2000) fundiert,  
gestützt und ermöglicht.

Wie dem auch sei, der Charakter der Andersheit, der Charakter *anderer* »Selbste«, den wir anderen Personen, die wir erleben, zuschreiben, wird auch auf der sub-personalen, neuralen Ebene registriert. Die kortikalen motorischen Schaltkreise, die feuern, wenn wir agieren, zeigen nicht die gleiche Aktivierungsintensität (Rochat et al., 2000) wie dann, wenn andere die Urheber und wir selbst die Beobachter von Aktionen sind; sie fallen auch nicht hundertprozentig in eins. Darüber hinaus verhindert eine Vielfalt inhibitorischer Mechanismen, dass unser motorisches System, während wir fremdes Verhalten beobachten, sozusagen angesteckt oder, allgemeiner formuliert, zu einer systematischen, realen Reinszenierung dessen, was wir beobachtet haben, veranlasst wird.

Dieselbe Logik gilt für die Emotionen (Jabbi, Bastiaansen u. Keysers, 2002) und Empfindungen (Blakemore et al., 2005; Ebisch et al., 2005, 2006; Jabbi et al. (2006) zeigen, dass so unterschiedliche Erfahrungen wie ein subjektives Ekelgefühl, die Vorstellung, dass jemand anderer sich ekelt und der Anblick des Ekelausdrucks eines anderen nicht nur allesamt dasselbe Netzwerk von Hirnregionen aktivieren (die anteriore Insula und den anterioren cingulären Kortex), sondern auch, je nach der spezifischen Modalität, in der der Ekel erlebt wird (mein realer Ekel im Gegensatz zu dem Ekel, den ich jemandem unterstelle oder den ich aufgrund eines Gesichtsausdrucks an einem anderen erkenne), unterschiedliche Hirnbereiche.

## Motorische Kognition und der Spiegelungsmechanismus

Die Theorie der verkörperten Simulation (ES) stellt das herkömmliche, rein mentalistische und entkörperlichte Verständnis der Inter-subjektivität und sozialen Kognition, wie es vom klassischen Ansatz vertreten wird, infrage, indem sie postuliert, dass die Fähigkeit, das intentionale Verhalten anderer Menschen zu verstehen, sowohl unter einem phylogenetischen als auch unter einem ontogenetischen Blickwinkel auf einem basaleren funktionalen Mechanismus beruht, der die intrinsische Organisation des motorischen Systems von Primaten verwendet. Wie oben gezeigt, können wir Fähigkeiten

wie die Zielentdeckung, die Antizipation von Handlungen und die hierarchische Repräsentation von Handlungen im Hinblick auf ein Fernziel allesamt direkt auf die charakteristische funktionale Architektur des motorischen Systems zurückzuführen, für dessen Organisation zielgerichtete motorische Akte maßgeblich sind (Rizzolatti u. Gallese, 2002; Rizzolatti et al., 2000, 2001). Solche Fähigkeiten werden als motorische Kognition bezeichnet (Gallese u. Rochat, 2002; Gallese et al., 2002). Der tschechische Philosoph Jan Patočka (2000) schrieb in seinem Buch »Body, Community, Language, World«: »Unsere primäre Selbsterfahrung ist die Erfahrung einer primordialen Dynamik, die sich in unserem Gewahrsein unserer Existenz als bewegtes, aktives Wesen manifestiert. Diese dynamische Kraft weist offenbar eine charakteristische Verbindung mit dem, was uns in unseren Bewegungen orientiert, auf [ ] dergestalt, dass unsere Energie immer auf etwas, auf das, was wir tun, konzentriert ist« (Patočka, 2000, S. 10).

Aus der These der motorischen Kognition ergibt sich ein weiterer wichtiger Punkt, nämlich der, dass die angemessene Entwicklung motorischer Kognition als Stütze kognitiv höher entwickelter mentaler Fähigkeiten erforderlich ist.

Die Kodierung motorischer Ziele ist ein charakteristisches funktionales Merkmal der Organisation des kortikalen motorischen Systems von Primaten einschließlich des Menschen. Dieses funktionale Prinzip kann auch Licht auf die Frage werfen, inwieweit die motorische beziehungsweise die perzeptuelle Erfahrung zum Verständnis der Bedeutung einer beobachteten Aktion beitragen. Wenn die an anderen beobachtete Aktion zu einem Teil des motorischen Erlebens des Beobachters selbst wird, ist eine in höherem Maße antizipierte und stärkere Reaktion der Spiegelneuronen die Folge. Übereinstimmend mit diesen Funden zeigten mehrere bildgebende Studien, dass die Intensität des Spiegelungsmechanismus menschlicher Probanden bei der Beobachtung einer Aktion von der Ähnlichkeit zwischen den beobachteten Aktionen und dem eigenen Aktionsrepertoire der Probanden abhing (Aglioti, Cesari, Romani u. Urgesi, 2008; Buccino et al., 2001b; Calvo-Merino, Glaser, Grzes, Passingham u. Haggard, 2008; Cross, Hamilton u. Grafton, 2008; Haslinger et al., 2008). Eine fMRI-Studie (Calvo-Merino, Grzes, Glaser, Passingham u. Haggard, 2008) untersuchte speziell den

Unterschied zwischen den Beiträgen, die das visuelle beziehungsweise das motorische Erleben zur Verarbeitung einer beobachteten Aktion leistet. Die Ergebnisse zeigen, dass der Spiegelungsmechanismus dann, wenn die beobachteten Handlungen von den Beobachtern selbst häufig ausgeführt werden, stärker aktiviert wird, als wenn die Handlungen lediglich durch Beobachtung bekannt sind, aber vom Subjekt selbst nie praktiziert werden.

## Schlussbemerkung

Die neurowissenschaftlichen Ergebnisse, die ich hier zusammengefasst erläutert habe, betonen die entscheidende Rolle des motorischen Systems als Grundlage, auf der sich höher entwickelte soziale kognitive Fähigkeiten entwickeln können. Freilich ist dies nur ein partielles Bild. Ich habe fast ausschließlich die Bedeutung des kortikalen motorischen Systems für die Intersubjektivität erläutert und die Sensationen, Emotionen und Affekte der Körper halber nur beiläufig erwähnt. Doch unsere Handlungen sind von dem Gefühl des emotional besetzten persönlichen Beteiligtseins an der Situation praktisch nicht zu trennen. Allerdings können Emotionen und Affekte nur dann wirklich verstanden werden, wenn man berücksichtigt, welche Rolle das kortikale motorische System für unser Verständnis eigenen und fremden Verhaltens spielt.

Daniel Stern hat die bestimmende affektive Qualität der frühen Mutter-Kind-Interaktionen mit dem Konzept der »Vitalitätsformen« beschrieben. Vitalitätsformen bestehen aus einer durch Bewegung, Kraft, zeitlichen Fluss und Intentionalität konstituierten Gestalt. Sie generiert eine subjektive Globalität, die ein Gefühl der Vitalität oder Lebendigkeit mit sich bringt. So schreibt Stern (2000): »Vitalitätsformen sind mit einem Inhalt verkoppelt. Präziser ausgedrückt: Sie transportieren einen Inhalt. Vitalitätsformen sind keine leeren Formen. Sie verleihen dem Inhalt eine Zeit- und eine Intensitätskontur und damit die Wirkung einer lebendigen Darbietung. Der Inhalt kann eine Emotion sein, eine emotionale Veränderung, ein Gedankenzug, er kann aus körperlichen oder mentalen Bewegungen bestehen, aus einer Erinnerung, einer Phantasie, einer zweck-

dienlichen Maßnahme [ ] Die Vitalitätsdynamik macht aus dem Inhalt eine dynamische Erfahrung« (Stern, 2002, S. 10). Formen der dynamischen Vitalität gehen dem Bereich der Gefühle und Emotionen in der Entwicklung voraus und repräsentieren die primäre Art und Weise, wie Säuglinge die menschliche Welt erleben. Es wird sehr interessant sein zu erforschen, wie diese unterschiedlichen Dimensionen auf der Gehirnebene interagieren.

Der verstorbene Mauro Mancia, Neurowissenschaftler und Psychoanalytiker, der dem Dialog zwischen Psychoanalyse und Neurowissenschaften eine Bresche schlug, betonte wiederholt die sowohl theoretische als auch klinische Bedeutung, die dem impliziten Gedächtnis und dem nichtverdrängten Unbewussten für die Psychoanalyse zukommt (Mancia, 2002, 2003). Die Plastizität des Spiegelungsmechanismus könnte bei der Konstituierung impliziter Erinnerungen, die unsere Beziehungen zu inneren wie auch äußeren Objekten ständig, einem Basso continuo vergleichbar, begleiten, eine wichtige Rolle spielen. Indem wir spezifische Muster der interpersonalen Bezogenheit internalisieren, entwickeln wir unsere eigene charakteristische Einstellung zu anderen und dazu, wie wir diese Beziehungen innerlich leben und erleben. Ich postuliere, dass unsere persönliche Identität zumindest partiell daraus hervorgeht, wie sich unsere verkörperte Simulation anderer entwickelt und Gestalt annimmt.

Zurück zur Intersubjektivität. Vorläufig können wir folgenden Schluss ziehen: Wir sollten das cartesianische Verständnis des Primats des Ichs verwerfen und eine Perspektive beziehen, die betont, dass der andere gleichzeitig mit dem Selbst von Anfang an gegeben ist. Selbst und anderer sind durch die Zwischenleiblichkeit, die sie miteinander verbindet, miteinander verflochten. Die Zwischenleiblichkeit beschreibt einen entscheidenden Aspekt der Intersubjektivität nicht deshalb, weil letztere phylogenetisch und ontogenetisch auf einer bloßen oberflächlichen, beobachteten Ähnlichkeit zwischen unserem Körper und dem Körper anderer gründet. Zwischenleiblichkeit beschreibt einen entscheidenden Aspekt der Intersubjektivität, weil wir selbst und andere zu einem gewissen Grad dieselben intentionalen Objekte haben und unsere situierten motorischen Systeme, die das Erreichen ähnlicher Ziele vermitteln, ähnlich verschaltet sind. Die Gemeinsamkeit der Situietheit und

die Gemeinsamkeit der intentionalen Ziele konstituieren die Zwischenleiblichkeit als privilegierten Zugang zur Welt des anderen.

Übersetzung: Elisabeth Vorpohl

## Literatur

- Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, A. R. (2002). Dissociable neural systems for recognizing emotions. *Brain and Cognition*, 48 (3), 266-281.
- Aglioti, S. M., Cesari, P., Romani, M., Urgesi, C. (2008). Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature Neuroscience*, 11 (8), 1200-1206.
- Alexander, G. E., Crutcher, M. D. (1990). Neural representations of the target (goal) of visually guided arm movements in three motor areas of the monkey. *Journal of Neurophysiology*, 63, 260-273.
- Berlucchi, G., Aglioti, S. (2001). The body in the brain: Neural bases of corporeal awareness. *Trends in Neurosciences*, 24, 481-489.
- Bird, C. M., Castelli, F., Malik, O., Frith, U., Husain, M. (2004). The impact of extensive medial frontal lobe damage on the theory of Mind and cognition. *Brain*, 127, 1160-1172.
- Blakemore, S.-J., Bristow, D., Bird, G., Frith, C., Ward, J. (2005). Somatosensory activations during the observation of touch and a case of vision-touch synaesthesia. *Brain*, 128, 1111-1122.
- Blanke, O., Mohr, C., Michel, C. M., Pascual-Leone, A., Brugger, P., Seeck, M., Landis, T., Thut, G. (2002). Linking out-of-body experience and self-processing to mental own-body imagery at the temporoparietal junction. *Journal of Neuroscience* 22, 2880-2889.
- Bonini, L., Rozzi, S., Serventi, F. U., Simone, L., Ferrari, P. F., Fogassi, L. (2009). Ventral premotor and inferior parietal cortices make distinct contribution to action organization and intention understanding. *Cerebral Cortex*, 19, 2633-2645.
- Botvinick, M., Cohen, J. (2000). Rubber hands »feel« touch that eyes see. *Nature*, 404, 756-760.
- Botvinick, M., Jha, A. P., Bylsma, L. M., Fabian, S. A., Solomon, P. E., Prkachin K. M. (2005). Viewing facial expressions of pain engages cortical areas involved in the direct experience of pain. *NeuroImage* 25, 1161-1172.
- Brass, M., Schmitt, R. M., Spengler, S., Gergely, G. (2009). Investigating action understanding: inferential processes versus action simulation. *Current Biology*, 19, 1763-1770.
- Bruner, S. (2000). Dialogic Mind: The infant and the adult in protoconversation. In M. Carvallo (Ed.), *Nature, Cognition and System*. Vol. I. (pp. 1-15). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bruner, S. (2002). The virtual other in infants' minds and social feelings. In

- H. Wold (Ed.), *The dialogical alternative* (pp. 100-110). Oslo: Scandinavian University Press.
- Bråten, S. (2002). *On being moved: From mirror neurons to empathy*. Amsterdam u. Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.
- Buber, M. (1958/1988). *Ich und Du*. Stuttgart: Reclam.
- Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G. R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., Seitz, R. J., Zilles, K., Rizzolatti, G., Freund, H.-J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, 13, 400-404.
- Buccino, G., Lui, F., Canessa, N., Patteri, I., Lagravinese, G., Benuzzi, F., Porro, C. A., Rizzolatti, G. (2001a). Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 400-404.
- Buccino, G., Vogt, S., Ritzl, A., Fink, G. R., Zilles, K., Freund, H.-J., Rizzolatti, G. (2001b). Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: an event-related fMRI study. *Neuron*, 49, 75-84.
- Calder, A. J., Keane, J., Manes, F., Antoun, N., Young, A. W. (2002). Impaired recognition and experience of disgust following brain injury. *Nature Neuroscience*, 5, 821-827.
- Calvo-Merino, B., Glaser, D. E., Grzes, J., Passingham, R. E., Haggard, P. (2005). Action observation and acquired motor skills: an fMRI study with expert dancers. *Cerebral Cortex*, 15, 1244-1249.
- Calvo-Merino, B., Grzes, J., Glaser, D. E., Passingham, R. E., Haggard, P. (2006). Seeing or doing? Influence of visual and motor familiarity in action observation. *Current Biology*, 16, 1431-1436.
- Carr, L., Iacoboni, M., Dubeau, M.-C., Mazziotta, J. C., Lenzi, G. L. (2003). Neural mechanisms of empathy in humans: A relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 16056-16061.
- Cattaneo, L., Caruana, F., Jezzini, A., Rizzolatti, G. (2008). Representation of goal and movements without overt motor behavior in the human motor cortex: a transcranial magnetic stimulation study. *Journal of Neuroscience*, 28, 1151-1156.
- Cattaneo, L., Fabbri-Destro, M., Boria, S., Pieraccini, C., Monti, A., Cossu, G., Rizzolatti, G. (2007). Impairment of actions chains in autism and its possible role in intention understanding. *Proceedings of The National Academy of Sciences USA*, 104, 10329-10334.
- Cattaneo, L., Rizzolatti, G. (2008). The mirror neuron system. *Archives of Neurology*, 65, 1225-1231.
- Cattaneo, L., Sandrini, M., Schwarzbach, J. (2009). State-Dependent TMS Reveals a Hierarchical Representation of Observed Acts in the Temporal, Parietal, and Premotor Cortices. *Cerebral Cortex*, 19, 100-110.
- Chartrand, T. L., Bargh, J. A. (1996). The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personality, Social Psychology*, 71, 230-244.
- Committeri, G., Pitzalis, S., Galati, G., Patria, F., Pelle, G., Sabatini, U., Castri-



- ta-Scanderbeg, A., Piccardi, L., Guariglia, C., Pizzamiglio, L. (2008). Neural bases of personal and extrapersonal neglect in humans. *Brain*, 131, 1000-1010.
- Cross, E. S., Hamilton, A. F., Grafton, S. T. (2009). Building a motor simulation de novo: Observation of dance by dancers. *NeuroImage*, 45(2), 1193-1203.
- Crutcher, M. D., Alexander, G. E. (1998). Movement-related neuronal activity selectively coding either direction or muscle pattern in three motor areas of the monkey. *Journal of Neurophysiology*, 80, 1500-1514.
- Csibra, G., Gergely, G., Biró, S., Kösz, O., Brockbank, M. (2003). Goal attribution without agency cues: the perception of »pure reason« in infancy. *Cognition*, 88, 37-55.
- De Preester, H. (2008). From ego to alter ego: Husserl, Merleau-Ponty and a layered approach to intersubjectivity. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 7, 103-124.
- De Vignemont, F., Singer, T. (2007). The emphatic brain: how, when, and why? *Trends in the cognitive sciences*, 11, 10-15.
- Decety, J., Sommerville, J. A. (2009). Shared representations between self and other: a social cognitive neuroscience view. *Trends in Cognitive Science*, 13, 10-15.
- Dimberg, U. (2000). Facial reactions to facial expressions. *Psychophysiology*, 37(3), 269-277.
- Dimberg, U., Thunberg, M. (2001). Rapid facial reactions to emotion facial expressions. *Scandinavian Journal of Psychology*, 42(3), 189-194.
- Dimberg, U., Thunberg, M., Elmehed, K. (2003). Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science*, 14(3), 176-179.
- Dushanova, J., Donoghue, J. (2006). Neurons in primary motor cortex engaged during action observation. *European Journal of Neuroscience*, 18(3), 1000-1007.
- Ebisch, S. J. H., Ferri, F., Salone, A., d'Amico, L., Perrucci, M. G., Ferro, F. M., Romani, G. L., Gallese, V. (2008). Differential involvement of somatosensory and interoceptive cortices during the observation of affective touch. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(3), 323-334.
- Ebisch, S. J. H., Perrucci, M. G., Ferretti, A., Del Gratta, C., Romani, G. L., Gallese, V. (2009). The sense of touch: embodied simulation in a visuo-tactile mirroring mechanism for the sight of any touch. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 1000-1010.
- Ebisch, S. J. H., Salone, A., Ferri, F., De Berardis, D., Mantini, D., Ferro, F. M., Romani, G. L., Gallese, V. (2009). Out of touch with reality? Social perception in first episode schizophrenia. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, Jan 2009. [Epub ahead of print].
- Ferrari, P. F., Coudé, G., Gallese, V., Fogassi, L. (2008). Having access to other's mind through gaze: the role of ontogenetic and learning processes in gaze-following behavior of macaques. *Social Neuroscience*, 3, 100-110.
- Ferrari, P. F., Klinger, E., Fogassi, L., Gallese, V. (2008). The ability to follow eye gaze and its emergence during development in macaque monkeys. *Proceedings of The National Academy of Sciences USA*, 105(20), 7300-7305.
- Ferrari, P. F., Paukner, A., Ionica, C., Suomi, S. J. (2008). Reciprocal face-to-

- face communication between rhesus macaque mothers and their newborn infants. *Current Biology*, (XXXX), XXXXXXXXXXXX.
- Ferrari, P. F., Visalberghi, E., Paukner, A., Fogassi, L., Ruggiero, A., Suomi, S. J. (XXXX). Neonatal imitation in rhesus macaques. *PLOS Biology*, 8 (8), eXXXX.
- Fodor, J. (XXXX). *The language of thought*. New York: Thomas Y. Crowell.
- Fodor, J. (XXXX). *Representations*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fodor, J. (XXXX). *The modularity of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fogassi, L., Ferrari, P. F., Gesierich, B., Rozzi, S., Chersi, F., Rizzolatti, G. (XXXX). Parietal lobe: from action organization to intention understanding. *Science*, XXX (XXXX), XXXXXXXXXXXX.
- Frith, C. D., Frith, U. (XXXX). Mechanisms of social cognition. *Annual Review of Psychology*, XX, XXXXXXXXXXXX.
- Gallese, V. (XXXX). The inner sense of action: agency and motor representations. *Journal of Consciousness Studies*, 8, XXXXXXXX.
- Gallese, V. (XXXX). The »Shared Manifold« Hypothesis: from mirror neurons to empathy. *Journal of Consciousness Studies*, 8, XXXXXXXX.
- Gallese, V. (XXXXa) The manifold nature of interpersonal relations: The quest for a common mechanism. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, XXX, XXXXXXXXXXXX.
- Gallese, V. (XXXXb). The roots of empathy: The shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity. *Psychopathology*, XX, XXXXXXXX.
- Gallese, V. (XXXX). »Being like me«: self-other identity, mirror neurons and empathy. In S. Hurley, N. Chater (Eds.), *Perspectives on Imitation: From Cognitive Neuroscience to Social Science* (Vol. XX pp. XXXXXXXX). Cambridge, MA: MIT Press.
- Gallese, V. (XXXX). Intentional attunement: A neurophysiological perspective on social cognition and its disruption in autism. *Brain Research*, XXXX, XXXXXXXX.
- Gallese, V. (XXXX). Before and below Theory of mind: Embodied simulation and the neural correlates of social cognition. *Proc. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B. Biological Science*, XXX, XXXXXXXXXXXX.
- Gallese, V. (XXXX). Neuroscience and Phenomenology. *Phenomenology, Mind*, 8, XXXXXXXX.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., Rizzolatti, G. (XXXX). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, XXX, XXXXXXXXXXXX.
- Gallese, V., Fogassi, L., Fadiga, L., Rizzolatti, G. (XXXX). Action Representation and the inferior parietal lobule. In W. Prinz, B. Hommel (Eds.), *Common Mechanisms in Perception and Action: Attention and Performance*, Vol. XIX. (pp. XXXXXXXX). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Gallese, V., Keysers, C., Rizzolatti, G. (XXXX). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in Cognitive Science*, 8, XXXXXXXXXXXX.
- Gallese, V., Rochat, M. (XXXX). Motor cognition: The role of the motor system in the phylogeny and ontogeny of social cognition and its relevance for the understanding of Autism. In P. D. Zelazo, M. Chandler, E. Crone (Eds.), *Developmental Social Cognitive Neuroscience* (pp. XXXXXXXX). New York u. a.: Psychology Press/Taylor & Francis Group.
- Gallese, V., Rochat, M., Cossu, G., Sinigaglia, C. (XXXX). Motor cognition and its

- role in the phylogeny and ontogeny of action understanding. *Developmental Psychology*, 40, 1000-1010.
- Gallese V., Sinigaglia, C. (2005). What is so special with Embodied Simulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 43-48.
- Gazzola V., Aziz-Zadeh L., Keysers, C. (2007). Empathy and the somatotopic mirror system in humans. *Current Biology*, 17 (18), 1568-1573.
- Gazzola, V., Rizzolatti, G., Wicker, B., Keysers, C. (2007a). The anthropomorphic brain: the mirror neuron system responds to human and robotic actions. *NeuroImage*, 35, 1661-1671.
- Gazzola, V., van der Worp, H., Mulder, T., Wicker, B., Rizzolatti, G., Keysers, C. (2007b). Aphasics born without hands mirror the goal of hand actions with their feet. *Current Biology*, 17, 1661-1671.
- Goldman, A. (2006). *Simulating Minds: The Philosophy, Psychology and Neuroscience of Mindreading*. Oxford: Oxford University Press.
- Goldman, A., Gallese, V. (2007). Reply to Schulkin. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 10-11.
- Grzes, J., Costes, N., Decety, J. (2005). Top-down effect of strategy on the perception of human biological motion: a PET investigation. *Cognitive Neuropsychology*, 22, 1000-1010.
- Grzes, J., Fonlupt, P., Bertenthal, B., Delon-Martin, C., Segebarth, C., Decety, J. (2005). Does perception of biological motion rely on specific brain regions? *NeuroImage*, 25 (3), 700-708.
- Haslinger, B., Erhard, P., Altenmuller, E., Schroeder, U., Boecker, H., Ceballos-Baumann, A. O. (2005). Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 1000-1010.
- Hepp-Reymond, M.-C., Hsler, E. J., Maier, M. A., Qi, H.-X. (2005). Force-related neuronal activity in two regions of the primate ventral premotor cortex. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 83, 1000-1010.
- Husserl, E. (2000/2003). *Cartesian Meditations*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Husserl, E. (2000/2003). *Ideas Pertaining to a Pure Phenomenology and to a Phenomenological Philosophy, Second Book: Studies in the Phenomenology of Constitution*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hutchison, W. D., Davis, K. D., Lozano, A. M., Tasker, R. R., Dostrovsky, J. O. (2005). Pain Related Neurons in the Human Cingulate Cortex. *Nature Neuroscience*, 8, 1000-1010.
- Iacoboni, M., Koski, L. M., Brass, M., Bekkering, H., Woods, R. P., Dubeau, M.-C., Mazziotta, J. C., Rizzolatti, G. (2001). Reafferent copies of imitated actions in the right superior temporal cortex. *Proceedings of The National Academy of Sciences USA*, 98, 1000-1010.
- Iacoboni, M., Molnar-Szakacs, I., Gallese, V., Buccino, G., Mazziotta, J., Rizzolatti, G. (2005). Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PLOS Biology*, 3, 1000-1010.
- Iacoboni, M., Woods, R. P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J. C., Rizzolatti, G. (2001). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, 296, 1000-1010.

- Jabbi, M., Bastiaansen, J., Keysers, C. (2008). A common anterior insula representation of disgust observation, experience and imagination shows divergent functional connectivity pathways. *PLOS ONE*, 3(12), e3188.
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others: A window into the neural processes involved in empathy. *NeuroImage*, 12, 1664-1672.
- Kakei, S., Hoffman, D. S., Strick, P. L. (2003). Muscle and movement representations in the primary motor cortex. *Science*, 302, 847-850.
- Kakei, S., Hoffman, D. S., Strick, P. L. (2004). Direction of action is represented in the ventral premotor cortex. *Nature Neuroscience*, 7, 773-779.
- Kammers, M. P. M., de Vignemont, F., Verhagen, L., Dijkerman, H. C. (2008). The rubber hand illusion in action. *Neuropsychologia*, 46, 1602-1609.
- Keysers, C., Wicker, B., Gazzola, V., Anton, J.-L., Fogassi, L., Gallese, V. (2008). A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch. *Neuron*, 58, 620-633.
- Kohler, E., Keysers, C., Umiltà, M. A., Fogassi, L., Gallese, V., Rizzolatti, G. (2002). Hearing sounds, understanding actions: Action representation in mirror neurons. *Science*, 297, 848-851.
- Kurata, K., Tanji, J. (2002). Premotor cortex neurons in macaques: activity before distal and proximal forelimb movements. *Journal of Neuroscience*, 22, 1033-1043.
- Lundqvist L., Dimberg U. (2004). Facial expressions are contagious. *Journal of Psychophysiology*, 18, 100-104.
- Mancia, M. (2002). *Feeling the words. Resonant archives of the implicit memory and musicality of the transference.* Hove, U.K.: Routledge.
- Mancia, M. (2003). *Implicit memory and early unrepressed unconscious: their role in the therapeutic process (how the neurosciences can contribute to psychoanalysis).* *International Journal of Psychoanalysis*, 84, 100-110.
- Merleau-Ponty, M. (2002) *Phenomenology of Perception.* (English translation). London: Routledge.
- Mitchell, J. P. (2004) Activity in Right Temporo-Parietal Junction is not selective for Theory of Mind. *Cerebral Cortex*, 14, 1000-1007.
- Niedenthal, P. M. (2007). Embodying emotion. *Science*, 316, 1018-1020.
- Panksepp, J. (2004). *Affective neuroscience: The foundation of human and animal emotions.* Oxford, UK: Oxford University Press.
- Patočka, J. (2003). *Body, Community, Language, World*, edited by J. Dodd, Chicago, IL: Carus Publishing Company.
- Pauen, M. (2003). The second-person perspective. *Inquiry*, 14(2), 100-110.
- Pylyshyn, Z. W. (2003). *Computation and Cognition: Toward a Foundation for Cognitive Science.* Cambridge, MA: MIT Press.
- Reddy, V. (2003). *How Infants Know Minds.* Harvard, MA: Harvard University Press.
- Ricciardi E., Bonino, D., Sani, L., Vecchi, T., Guazzelli, M., Haxby, J. V., Fadiga, L., Pietrini, P. (2008). Do we really need vision? How blind people «see» the actions of others. *Journal of Neuroscience*, 28, 10000-10007.
- Rizzolatti, G., Camarda, R., Fogassi M., Gentilucci M., Luppino G., Matelli M. (2001). Functional organization of inferior area 5 in the macaque monkey: II.

- Area F5 and the control of distal movements. *Experimental Brain Research*, 181, 100–110.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., Fogassi, L. (2000). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 12, 101–113.
- Rizzolatti, G., Fogassi, L., Gallese, V. (2000). Cortical mechanisms subserving object grasping and action recognition: a new view on the cortical motor functions. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The New Cognitive Neurosciences*, 2nd Edition (pp. 103–117). Cambridge, MA: A Bradford Book, MIT Press.
- Rizzolatti, G., Fogassi, L., Gallese, V. (2000). Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Review of Neuroscience*, 3, 67–74.
- Rizzolatti, G., Gallese, V. (2000). From action to meaning. In J.-L. Petit (Ed.), *Les Neurosciences et la Philosophie de l'Action* (pp. 103–117). Paris: Librairie Philosophique J. Vrin.
- Rizzolatti, G., Scandolara, C., Matelli, M., Gentilucci, M. (2000). Afferent properties of periarculate neurons in macaque monkeys. II. Visual responses. *Behavioral Brain Research*, 105, 103–113.
- Rizzolatti, G., Sinigaglia, C. (2000). Mirrors in the Brain. *How Our Minds Share Actions, Emotions, and Experience*. Oxford: Oxford University Press.
- Rizzolatti, G., Sinigaglia, C. (2000). The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nature Review Neuroscience*, 3, 131–136.
- Rochat, M. J., Caruana, F., Jezzini, A., Escola, L., Intskirveli, I., Grammont, F., Gallese, V., Rizzolatti, G., Umiltà, M. A. (2000). Responses of mirror neurons in area F5 to hand and tool grasping observation. *Experimental Brain Research*, 165, 175–182.
- Saxe, R., Kanwisher, N. (2000). People thinking about thinking people: fMRI investigations of theory of mind. *NeuroImage*, 12, 208–220.
- Saxe, R., Powell, L. J. (2000). It's the thought that counts: specific brain regions for one component of theory of mind. *Psychological Science*, 11, 209–215.
- Saxe, R., Wexler, A. (2000). Making sense of another mind: the role of the right temporo-parietal junction. *Neuropsychologia*, 38, 1305–1316.
- Shen, L., Alexander, G. E. (2000). Preferential representation of instructed target location versus limb trajectory in dorsal premotor area. *Journal of Neurophysiology*, 84, 1000–1010.
- Solms, M., Panksepp J. (2000). The Id knows more than the Ego admits: Neuropsychanalytic and primal consciousness perspectives on the interface between affective and cognitive neuroscience. *Brain Sciences*, 1, 1–10.
- Sonnby-Borgstrom, M. (2000). Automatic mimicry reactions as related to differences in emotional empathy. *Scandinavian Journal of Psychology*, 41, 100–108.
- Stern, D. N. (2000). *Forms of vitality: exploring dynamic experience in psychology, the arts, psychotherapy, and development*. Oxford: Oxford University Press.
- Tkach, D., Reimer, J., Hatsopoulos, N. G. (2000). Congruent activity during action and action observation in motor cortex. *Journal of Neuroscience*, 20, 1000–1010.

- Tsakiris, M., Costantini, M., Haggard, P. (2005). The role of the right temporoparietal junction in maintaining a coherent sense of one's body. *Neuropsychologia*, 43, 1800-1808.
- Umiltà, M. A., Kessler, E., Gallese, V., Fogassi, L., Fadiga, L., Keysers, C., Rizzolatti, G. (2005). I know what you are doing. A neurophysiological study. *Neuron*, 48(2), 171-180.
- Van Elk, M., van Schie, H. T., Hunnius, S., Vesper, C., Bekkering, H. (2008). You'll never crawl alone: Neurophysiological evidence for experience-dependent motor resonance in infancy. *NeuroImage*, 40(2), 480-488.
- Van Overwalle, F. (2009). Social cognition and the brain. A Meta-Analysis. *Human Brain Mapping*, 30, 30-47.
- Vogt, S., Buccino, G., Wohlschläger, A. M., Canessa, N., Shah, N. J., Zilles, K., Eickhoff, S. B., Freund, H. J., Rizzolatti, G., Fink, G. R. (2008). Prefrontal involvement in imitation learning of hand actions: effects of practice and expertise. *NeuroImage*, 40(2), 489-498.
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.-P., Gallese, V., Rizzolatti, G. (2005). Both of us disgusted in my insula: The common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, 47, 373-382.
- Winnicott, D. W. (1957/1987). *Through Pediatrics to Psychoanalysis*. New York: Basic Books Inc. Publishers.
- Winnicott, D. W. (1957). *Playing and Reality*. London: Tavistock Publications Ltd.
- Zahavi, D. (2002). Beyond empathy. Phenomenological approaches to intersubjectivity. *Journal of Consciousness Studies*, 15, 103-123.

Johannes Lehtonen, Minna Valkonen-Korhonen,  
Stefanos Georgiadis, Pasi Karjalainen, Juha-Pekka  
Niskanen, Mika Tarvainen, Ari Pöykkönen,  
Hanne Lappi

## **Embodiment der Psyche des Neugeborenen**

Eine neurophysiologische Studie  
über die Auswirkungen des Stillens

### **Psychophysiologischer Hintergrund der Studie**

Nach der Geburt basiert das Überleben des Babys auf zwei Hauptfaktoren, auf dem Beginn der Atmung und dem Finden eines Objekts, um Nahrung, Trost und Fürsorge zu erhalten. Die grundlegenden Faktoren der Reorganisation der vitalen Funktionen, welche die Geburt begleiten, sind aus der neonatalen Physiologie bekannt. Weit weniger ist jedoch bekannt über die Psychophysiologie am Ende des intrauterinen Lebens sowie über die Psychophysiologie der primären psychologischen Anpassung an die neue objektive Umwelt.

Im Uterus haben sensorische Stimuli, wie Geschmack, Geruch, auditorische Signale, Bewegungen und Daumenlutschen, welche auf den Fötus einwirken, keine lebensnotwendigen Auswirkungen. Die Sauerstoff- und Nahrungsversorgung über die Plazenta ist automatisch und weitgehend unabhängig von den fluktuierenden Bedingungen außerhalb des Mutterleibs.

Im Gegensatz zu fetalen Bedingungen, signalisieren die Stimuli, die auf das Kind nach der Geburt einwirken, den Aufbau einer neuen und lebensnotwendigen Verbindung zwischen dem Neugeborenen und seiner Fürsorgeperson. Der Zyklus von An- und Abwesenheit des fürsorgenden Objekts wird zum Teil des Lebens des Neugeborenen. Die Stimulation und das Trösten durch die Fürsorge, die verbunden ist mit physiologischen Effekten sowie die Wahrnehmung von fürsorglichen Handlungen, werden lebenswichtig.

Das Baby hat das Bedürfnis, den adaptiven Herausforderungen nach der Geburt gerecht zu werden und dieses Bedürfnis muss von

dem neuen Objekt unterstützt werden. Ein hohes Niveau zirkulierender Katecholamine begleitet die Geburt und verursacht ein extremes Arousal, eine Voraussetzung, damit das Neugeborene anfangt zu atmen. Es dient weiterhin dazu, die Aufmerksamkeit des Babys darauf zu richten, ein fürsorgendes Objekt zu finden (Koch, 1998).

Wenn die physiologische Anpassung an die postnatalen Bedingungen stabil ist, findet eine graduelle Abnahme des Katecholaminlevels statt. Das Föttern führt zu einer Endorphin- und Cholecystokinin-Freigabe (Uvnäs-Moberg, Marchini u. Winberg, 1998), was den Säugling tröstet und dessen Wohlbefinden wiederherstellt. Wenn die Unruhe der Geburt vorüber ist, wird der Wechsel zwischen An- und Abwesenheit des ernährenden Objekts ein neuer, grundlegender Faktor in der Regulation der Homöostase und des Wohlbefindens des Säuglings.

Sowohl im physiologischen als auch im primär psychologischen Sinn ist anzunehmen, dass die tröstenden Auswirkungen des Fötterns und der Fürsorge neben ihrem ernährenden Ziel auch Einfluss auf die Gehirnaktivität des Babys nehmen, was sich wiederum auf dessen Funktion auswirken kann.

## Der psychoanalytische Rahmen der Studie

Aus psychoanalytischer Sicht besteht die Hypothese, dass die Bestandteile der menschlichen Psyche auf frühe Kindheitserfahrungen direkt nach der Geburt basieren. Diese Hypothese ist in Freuds Instinkttheorie (Freud, 1905/1961) sowie seiner späteren strukturellen Theorie enthalten. Freud formulierte die Natur des Ich als erstes und vor allem als ein körperliches Ich, das sich aus der psychischen Projektion der Erfahrung der Körperoberfläche entwickelt (Freud, 1905/1961 S. 100). Auf reale Lebensumstände bezogen bedeutet dies, dass früheste Interaktionen zwischen Säugling und Fürsorgeperson einen natürlichen Rahmen geben, was psychische Projektionen der Erfahrung der Körperoberfläche bedeuten können. Dies gilt besonders für solche wie das Stillen, die eine lebensnotwendige Fürsorgefunktion erfüllen.

Viele spätere psychoanalytische Forscher der frühen Kindesentwicklung haben weiter ausgeführt, wie die biologischen Instinkte



an der Entwicklung der frühen Psyche beteiligt sind und welchen Beitrag sie an den ersten, primitiven, geistigen Szenarien leisten, in welchen somatische und psychische Dimensionen der Psyche noch undifferenziert sind. Eine psychosomatische Einheit (Winnicott, 1953) oder eine Matrix wird häufig postuliert (z. B. the protomental matrix of Bion, 1965; emergent self: Stern, 1985; basic core: Weil, 1959; safety principle of the primal matrix configuration: Pacella, 1988), aus der sich die Psyche graduell entfaltet.

Psychoanalytisches Wissen über die klinischen Konsequenzen der frühen Fürsorgeerfahrungen, vor allem solcher, die mit dem Stillen verbunden sind, wurde in Pionierstudien von Isakower (1952) und Bertram Lewin (1953) vertieft. Nach ihren Aussagen sowie laut zahlreicher weiterer Forscher, die an ihre Beobachtungen anknüpfen (Spitz, 1955; Weil, 1959; Pacella, 1988; Stern, 1985), schafft das Füttern des Kindes eine einheitsstiftende Erfahrung von Zufriedenheit. Es unterstützt die Kontinuität des Gefühls des Seins, erhält die physiologische Sicherheit aufrecht und fördert die Integration verschiedener Sinnesmodalitäten (gustatorisch, olfaktorisch, taktil, auditiv und visuell). Gemeinsam entwerfen sie ein Spektrum postnatalen Anpassungsverhaltens, das oft das Konzept der kindlichen Bindung zur Fürsorgeperson beinhaltet (Bowlby, 1958).

Klassische Studien von Spitz (1955) haben die koenösthetische Natur der sensorischen Welt der neonatalen Babys unterstrichen, in der sich internale und externale Sinneserfahrungen zu einer undifferenzierten Einheit zusammenfügen. Die zufriedenstellenden sensorischen Erfahrungen, die aus der Interaktion von Kind und Fürsorgeperson entstehen, werden mit der physiologischen Homöostase des Babys verbunden. Dabei assoziiert das Kind die Wahrnehmung dieser lebensnotwendigen Interaktion mit einer physiologischen Sicherheit. Die Auswirkungen der Fürsorge-Interaktion werden in den Zyklus von Wachsein, Hunger, Füttern, Zufriedenheit und eventuell zirkadianem Schlaf-Wach-Rhythmus integriert, wenn sie regelmäßig über einen langen Zeitraum wiederholt werden.

## Die Grundüberlegung der Studie

Eine Fülle an Befunden an niedrigeren Säugetieren zeigt, dass die Interaktion zwischen Nachkommen und Fürsorgeperson neuronale Auswirkungen hat. Es zeigten sich beispielsweise Auswirkungen der Interaktion zwischen Rattenmutter und Nachkomme auf die Entwicklung von glucocorticoiden Rezeptoren im Gehirn. Lecken und Liebkosen des Nachwuchses beeinflusste diese Entwicklung und verstärkte dadurch die durch Glucocorticoide gesteuerte Stressregulationskapazität (Meaney u. Szyf, 1994). Des Weiteren zeigte sich, dass das Fürsorgeverhalten der Rattenmutter ebenfalls die neuronale Entwicklung des Hippocampus, einer zentralen Hirnregion, die an der Organisation des Gedächtnisses beteiligt ist, beeinflusst. Der Hippocampus ist anatomisch mit somatosensorischen kortikalen Bereichen verbunden und spielt somit ebenfalls eine Rolle bei der Entwicklung der »Body Map« im parietalen Kortex (Buzsaki, 1996; Kandel, 1998).

Dennoch ist das Wissen über die neurophysiologischen Effekte der Anpassung des Kindes an die postnatalen Bedingungen gering. Nur sehr wenig ist darüber bekannt, wie das Gehirn des Neugeborenen wirklich auf das postnatale Fürsorge-Objekt reagiert, dessen Präsenz zeitweilig ist im Gegensatz zu der kontinuierlichen Versorgung während der fetalen Phase. Darüber hinaus ist nicht bekannt, wie sich die Auswirkungen der Fürsorge während des Heranwachsens und der Entwicklung des Kindes verändern. Es wurden lediglich sporadische Hinweise auf Theta-Aktivität im EEG bei flaschen- oder brustgefütterten Kindern veröffentlicht (Maulsby, 1977; Paul, Dittrichova u. Papoušek, 1980; Futagi, Ishihara, Tsuda, Suzuki u. Goto, 1980). Es existieren aber keine systematischen Studien zu den Auswirkungen des Stillens.

Die Grundüberlegung unserer Studie basiert auf der Annahme, dass in der postnatalen Periode die lebenswichtige Mutter-Interaktion an der Entwicklung der Organisation des Gehirns beteiligt ist. Es erscheint plausibel, dass in der frühen Entwicklungsphase die Bildung von Netzwerken zwischen verschiedenen Hirnregionen Einfluss darauf nimmt, wie die unterschiedlichen Gehirnfunktionen reifen und wie diese Hirnregionen die Basis eines Sicherheitsgefühls des Babys bilden sowie dazu beitragen, die Lücke zwischen Baby

und Objekt zu überbrücken, und folglich die Grundlage für mentale Gesundheit legen.

Wir haben bereits vorläufige EEG-Daten während des Stillens erhoben. Es zeigten sich dabei bereits kurz nach der Geburt während des Stillens EEG-Veränderungen sowie starke reifungsbedingte Veränderungen im Alter von sechs Monaten (Lehtonen et al., 2008; Lehtonen, Kinnunen, Purhonen, Partanen u. Saarikoski, 2008; Lehtonen, Partanen u. Purhonen, 2008). Um unsere vorläufigen Beobachtungen zu bestätigen, wurde eine neue Stichprobe untersucht. Dabei wurden eine genauere Signalanalyse durchgeführt sowie weitere statistische Methoden angewendet und zusätzliche Messzeitpunkte im Follow-up (von der Geburt bis zum Alter von sechs Monaten) eingeführt.

## Die Methode der Studie

### Stichprobe

An der Studie nahmen vierzig gesunde Mutter-Kind-Paare teil. Die Teilnahme war freiwillig. Die Mutter-Kind-Paare wurden von der Geburtsstation des Kuopio University Hospital in Finnland rekrutiert. Die durchschnittliche Dauer der Schwangerschaft betrug 38,8 Wochen. Dreißig Mütter hatten eine Vaginalgeburt und zehn einen Kaiserschnitt. Die Mütter wurden ausführlich über die Studie informiert und unterzeichneten eine schriftliche Einverständniserklärung. Nach der EEG-Untersuchung des Babys, die während des Stillens erfolgte, wurden die Mütter darüber informiert, dass die EEG-Befunde ihres Kindes normal seien. Die Studie wurde von der Ethikkommission überprüft und angenommen.

### EEG-Aufzeichnung

Zu vier verschiedenen Messzeitpunkten (neugeboren, mit sechs, zwölf und 18 Wochen) wurden EEG-Daten der Säuglinge während des Brust-Stillens in jeweils vier aufeinanderfolgenden Situationen/

Bedingungen aufgezeichnet: Wenn das Kind hungrig ist und auf das Flattern wartet, wenn das Kind an einem Schnuller saugt, bevor es gestillt wird, während des ernährenden Saugens (Brust) und wenn das Kind mit dem Saugen aufhört. Um die Effekte des Brust-Stillens auf das EEG-Muster des Kindes zu untersuchen, wurden pro Messzeitpunkt die während der unterschiedlichen Bedingungen erhobenen EEG-Daten hinsichtlich ihrer quantitativen Parameter verglichen.

Das EEG wurde mit Hilfe eines Neuroscan-Synamps-Verstärkers (Neuroscan Inc., Sterling, Virginia) aufgezeichnet. Die Elektroden wurden gemäß des internationalen Systems platziert und die Referenz-Elektrode befand sich auf der Nase. Die anderen Elektroden wurden auf folgenden Positionen platziert: C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, P<sub>3</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, O<sub>3</sub> und O<sub>4</sub>. Alle Aufnahmen wurden digitalisiert und für anschließende Analysen gespeichert. Sowohl unipolare (P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>) als auch bipolare (C<sub>3</sub>-P<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>-P<sub>4</sub>, und T<sub>3</sub>-O<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>-O<sub>4</sub>) Ableitungen wurden für die Analysen verwendet. Die Samplingrate (Frequenz) betrug 100 Hz. Zusätzlich zu den EEG-Aufzeichnungen wurden ebenfalls EMGs der submentalen Muskeln, horizontale Augenbewegungen, Herzrate (ECG) und die elektrodermale Aktivität (GSR) aufgezeichnet.

Die Befunde bezüglich des Zusammenhangs zwischen der Variation der Herzrate und der Art des Flatterns wurden bereits in Lappi et al. (1998) publiziert.

## Das Verhalten des Säuglings

Ziel war es, mit der EEG-Aufzeichnung zu starten, wenn das Baby hungrig war, normalerweise zu einer Zeit zwischen zehn und zwölf Uhr. Das Verhalten des Säuglings variierte dabei während der Erhebung von wachsam, hungrig zu unruhigem Weinen oder Schläfrigkeit. Das Verhalten des Säuglings wurde bei allen Messzeitpunkten sowohl vor als auch nach der Erhebung mithilfe der Prechtl-Scale of Alertness (Prechtl-Skala der Wachsamkeit) (Prechtl u. Beintema, 1988) gemessen. Einige der Säuglinge nahmen keinen Schnuller in den Mund und bei einigen Säuglingen traten während der Aufzeichnung an verschiedenen Zeitpunkten der Erhebung technische

Probleme auf, was zu fehlenden Daten in einer oder mehreren Bedingungen führte.

Während insgesamt 100 Mutter-Kind-Paare in der Neugeborenen-Phase des Kindes an den Erhebungen teilnahmen, verringerte sich die Anzahl der Teilnehmer mit fortlaufendem Alter, sodass im Alter von sechs Monaten nur noch 100 Mutter-Kind-Paare untersucht wurden. Die Anzahl der Probanden sowie erfolgreichen Datenerhebungen werden in Tabelle 1 dargestellt. Der Hauptgrund des Drop-outs war ein Mangel an Motivation. Fälle mit Entwicklungsstörungen oder somatischen Erkrankungen wurden nicht in die Auswertung eingeschlossen.

**Tabelle 1:** Anzahl der Teilnehmerinnen und erfolgreiche Datenerhebung während des Follow-up von der Geburt bis zum Alter von sechs Monaten

Stillzyklus	Alter des Kindes in Wochen				
	neugeboren	6 Wo.	12 Wo.	24 Wo.	Gesamt
Hunger (H)	36 (40)	27 (40)	23 (40)	25 (40)	111 (160)
Schnuller (S)	31 (40)	20 (40)	22 (40)	18 (40)	91 (160)
Füttern (F)	39 (40)	31 (40)	30 (40)	26 (40)	126 (160)
Nach dem Stillen (NF)	40 (40)	33 (40)	30 (40)	27 (40)	130 (160)
Gesamt	146 (160)	111 (160)	105 (160)	96 (160)	458 (640)

»Unbalanced« Messwiederholungs-Design (Alter und Stillzyklus = Between-Subject-Faktoren, Baby = Within-Subject-Faktoren). 100 Mutter-Kind-Paare nahmen an der Studie teil. In Klammern das »balanced« Design (fehlend 100% der Gesamtanzahl).

## Signal-Verarbeitung

Für die EEG-Analyse wurden bipolare zentral-parietale (C<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>-P<sub>4</sub>) und temporal-okzipitale (T<sub>3</sub>-O<sub>2</sub>, T<sub>5</sub>-O<sub>2</sub>) Ableitungen sowie monopolare okzipitale (O<sub>2</sub>, O<sub>1</sub>) und parietale (P<sub>2</sub>, P<sub>1</sub>) Ableitungen gewählt. Für jedes Alter wurden für jede der vier Bedingungen vier repräsentative, artefaktfreie Epochen von acht Sekunden des EEGs ausgewählt und einer quantitativen Spektralanalyse unterzogen. Das Leistungsspektrum (power spectrum) jeder Epoche wurde mit Hilfe der Welch Periodogram Method (vier Sekunden Hanning-Fenster mit 10% overlap) ermittelt. Außerdem wurde für jede der vier

Epochen der Durchschnitt des Spektrums berechnet. Das Spektrum wurde in acht dünnere Frequenzbänder unterteilt: 0,5-1 Hz, 1-2 Hz, 2-4 Hz, 4-8 Hz, 8-16 Hz, 16-32 Hz, 32-64 Hz und 64-128 Hz. Die Stärke jedes Frequenzbandes wurde aus den Werten des Leistungsspektrums des jeweiligen Bandes berechnet. Die Schätzung des Spektrums wurde für jeden der oben erwähnten EEG-Kanäle wiederholt. Die daraus entstehenden Frequenzst rken wurden logarithmisch in Dezibel (dB) transformiert und gingen zusammen mit den korrespondierenden relativen Amplitudenwerten in die quantitative Analyse ein. Auf diese Weise wurden aus jedem Kanal 8 Parameter gewonnen, welche separat in anschließenden statistischen Analysen analysiert wurden.

## Statistische Analyse

Die Anzahl der Messungen, die in dem »unbalanced« Design mit Messwiederholung verwendeten wurden, sowie die Anzahl der Daten für die »balanced« Fälle sind in Tabelle 2 dargestellt. Das resultierende Design ähnelte einem proportionalen Fall ohne leere Zellen. Um auch die fehlenden Werten bearbeiten zu können, wurden die Effekte der verschiedenen Bedingungen, Alter und ihre Interaktionen mit Hilfe einer univariaten Varianzanalyse (ANOVA) getestet. Das ausgewählte lineare Modell bestand aus zwei Between-Subject-Faktoren (Alter, Stillzyklus), ihren Interaktionen und einem zufälligem Within-Subject-Faktor (Baby). Die statistische Analyse erfolgte mit Hilfe von Matlab, The MathWorks, Inc. (Statistics toolbox, Function Anovan, basierend auf dem Typ II Summe der Quadrate). Um eine mögliche Verletzung der Sphärizität zu kompensieren, berechneten wir Tests zur Anpassung der Freiheitsgrade (Milliken u. Johnson, 1992) in der Annahme einer maximalen Null-Sphärizität (geringere Grenze für Epsilon). Zusätzlich pr fften wir die individuellen Paare auf signifikante Unterschiede mit Hilfe einer multiplen Bonferroni-Korrektur, basierend auf den Grenzwerten der Population für das »unbalanced« Design (Milliken u. Johnson, 1992, Matlab Function Multcompare).

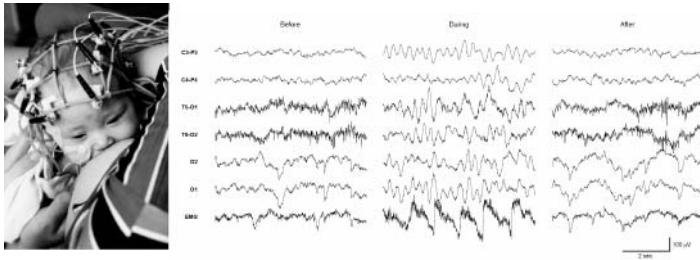
## Ergebnisse

Die quantitativen Daten werden in einem anderen Zusammenhang publiziert (Lehtonen et al., in Vorbereitung). Hier beschreiben wir die qualitativen Hauptergebnisse.

### Beobachtungen des qualitativen, analogen EEGs bei verschiedenen Altersstufen

Das EEG des Neugeborenen zeigte normale wache, neonatale, undifferenzierte EEG-Aktivität ohne organisierte rhythmische Wellenformen. Die deskriptive Untersuchung der analogen Kurven des neugeborenen Babys zeigten keine eindeutigen Unterschiede zwischen dem EEG-Mustern der vier Bedingungen. Die Neugeborenen zeigten jedoch tendenziell eine höhere synchronisierte Aktivität während des Stillens. Jedoch ergaben sich in der deskriptiven Analyse aller Daten, die vor dem Alter von 4 Wochen erhoben wurden, anhand der analogen Kurven zwischen den Bedingungen keine reliablen visuellen Unterschiede in der EEG-Aktivität. Allerdings zeigte sich, dass sich die Muskel- und Bewegungsartefakte während aller Altersstufen nach dem Stillen verringerten.

Bei den 4 Wochen alten Babys wurde bereits vor dem Stillen ein geringer Anteil posteriorer rhythmischer Aktivität von ungefähr 8 Hz variabel aufgezeichnet. Während des Stillens zeigte sich bei nahezu allen Babys eine rhythmische Theta-Aktivität (8 Hz) in temporal-okzipitalen und zentral-parietalen Bereichen, welche sich in der vorangegangenen Phase des Saugen am Schnuller nicht zeigte und nach dem Stillen, wenn das Baby mit dem Saugen aufhörte, wieder verschwand. Bei manchen Babys war diese rhythmische Theta-Aktivität während des Bruststillens besonders auffällig (s. Abbildung 2).



**Abbildung 1:** EEG-Aktivität bei sechs Monate alten Kindern vor, während sowie nach dem Stillen. Aufgenommen linkshemisphärisch an zentral-parietalen Kanälen (C3-P3), temporal-okzipitalen (T3-O3) und okzipitalen (O3) Kanälen sowie rechtehemisphärisch an zentral-parietalen (C4-P4), temporal-okzipitalen (T4-O4) und okzipitalen (O4) Kanälen. Es zeigt sich anhand des EEGs während des Stillens eine rhythmische 8-12 Hz Theta-Aktivität. Anhand der EMG-Kanäle (Wellenform unterhalb) zeigt sich die motorische Aktivität des Saugens. Die Veröffentlichung des Fotos erfolgt mit der Erlaubnis des finnischen medizinischen Fachjournals Duodecim. Original Publikation: Lehtonen et al., 2008, S. 1000-1004

## Die Fluktuation der Wachsamkeit im Verhalten während des Stillzyklus

Die Prechtl-Skala zur Schätzung der Wachsamkeit der Babys wurde auf einer Skala zwischen eins und vier (von Schlaf bis Wachsamkeit) in den verschiedenen Bedingungen des Stillzyklus in jeder Altersstufe bewertet: Hungrig (h), Stillen (s) und nach dem Stillen (a) (siehe Tabelle 2). Bei den Neugeborenen fiel die Wachsamkeit im Durchschnitt nach dem Stillen ab und erreichte nahezu einen Schlafzustand, während sie in den anderen Altersstufen höher ausfiel und das Absinken nach dem Stillen geringer ausfiel. Bei den 12 Wochen alten Babys trat nach dem Stillen kein Absinken der Wachsamkeit mehr auf.

**Tabelle 2:** Die Prechtl-Skala zur Einschätzung der Wachsamkeit der Babys während des Stillzyklus

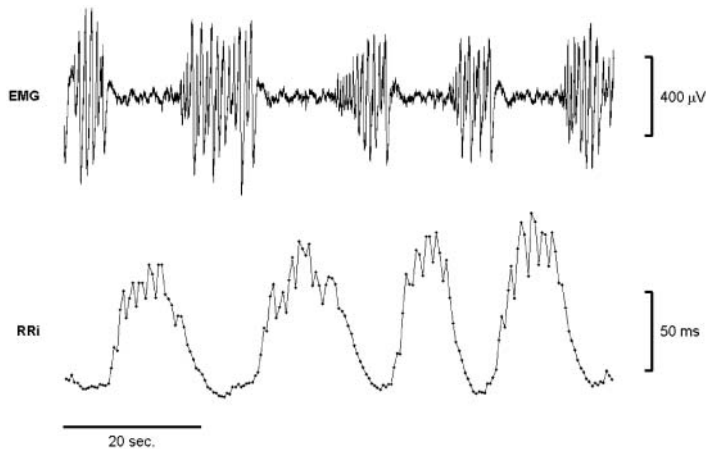
	Alter des Kindes in Wochen			
Stillzyklus	neugeboren	6 Wochen	12 Wochen	24 Wochen
h	2,68	3,42	3,90	3,96
s	2,48	3,21	3,57	3,62
a	1,60	2,79	2,82	3,57

h = hungrig, s = stillen, a = nach dem Stillen



## Variation der Herzrate während des Stillzyklus

Die Daten bezüglich der Variation der Herzrate während des Stillzyklus zu den vier unterschiedlichen Messzeitpunkten wurden bereits veröffentlicht (Lappi et al., 2008). Es zeigte sich in allen Altersstufen bis zum Alter von 6 Wochen während des ernährenden Saugens/Stillens ein regelmäßiger und signifikanter Anstieg der Herzrate. Das Stillen scheint also bis zum Alter von 6 Wochen und vor allem für Neugeborene eine signifikante Belastung darzustellen (s. Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Das Oberflächen-Elektromyogramm gemessen unterhalb des Kiefers zeigt die rhythmische Saugbewegung eines Neugeborenen (obere Wellenform). Jede Veränderung der Muskelaktivität geht einher mit einer unmittelbaren Antwort der Herzrate. In der Abbildung wird der Anstieg der Herzrate durch eine Verkürzung der Distanz zwischen den aufeinanderfolgenden R-Gipfeln des Elektrokardiogramms, z. B. negative Ableitung der Wellenform (unterhalb), dargestellt. Original Publikation: Lappi et al., 2008 S. 2008.

## Quantitative EEG während des Stillzyklus

Die Effekte des Alters, des Stillzyklus und ihre Interaktionen wurden anhand einer ANOVA analysiert und dabei separat für jeden Kanal und jede Frequenzband-Kombination in den gepoolten Daten jedes Entwicklungsalters (neugeboren, sechs, zwölf und 6 Wochen) be-

rechnet. Die Analyse wurde für beide Frequenzstärken (band power, dB) und ihre relativen Amplitudenwerte durchgeführt. Monopolare und bipolare Elektrodenableitungen wurden dabei separat analysiert.

## Alterseffekte

Im Alter von sechs Wochen zeigte sich an jeder Elektrodenposition und jedem Frequenzband ein Haupteffekt des Alters. Dabei war vor allem in den niedrigen Frequenzbändern (8–16 Hz) ein Anstieg der Amplitude zu beobachten. Im Alter von 12–16 Wochen zeigte sich hingegen besonders in den Frequenzbändern von 16–24 Hz und von 24–32 Hz ein Anstieg der Amplitude, während im Alter von 18 die Aktivität in den niedrigfrequenten Bändern (8–16 Hz) sank.

## Effekt des Stillzyklus

Im Zusammenhang mit dem Stillzyklus zeigten sich besonders in den Frequenzbereichen von 8 bis 16 Hz signifikante Veränderungen in parietalen, temporalen und okzipitalen Kanälen, nicht aber im zentral-parietalen Bereich. Wenn die erhöhte 16–24 Hz Theta-Aktivität bei 18 Wochen alten Babys herausgemittelt wurde und normalisierte Amplituden verwendet wurden, zeigten die Daten einen signifikanten Effekt des Stillzyklus in fast allen Frequenzbändern.

## Interaktion zwischen Alter und Stillzyklus

Die Interaktion zwischen Alter und Stillzyklus wurde unter der Verwendung einer konservativen Bonferroni-Korrektur (über die getesteten EEG Kanäle hinweg) und mit der Annahme einer maximalen Non-Sphärizität analysiert. Ein Haupteffekt wurde im Frequenzbereich von 16–24 Hz in temporalen, parietalen sowie, am auffälligsten, in okzipitalen Bereichen gefunden. An den zentralen-parietalen Kanälen zeigte sich ein solcher Interaktionseffekt beinahe ausschließlich in der rechten Hemisphäre. Die normalisierte Amplitude zeigte

in den Frequenzbändern von 8-12 Hz an den temporal-okzipitalen Kanälen rechtshemisphärisch mehr signifikante Interaktionen zwischen Alter und Stillzyklus als in der linken Hemisphäre.

## Follow-up-Analyse des Effekts des Stillzyklus

Die Veränderungen im Verlauf des Stillzyklus wurden für jede Altersstufe mit Hilfe multipler Vergleiche analysiert. Dabei wurde eine Bonferroni-Korrektur auf die Interaktionsterme angewendet. Die Power- und normalisierten Amplituden-Daten zeigten ein ähnliches EEG-Muster während des Stillzyklus, wobei die Powerdaten die beste Auflösung ergaben.

**Neugeborene Babys:** Die EEG-Aktivität sank in der Schnuller-Bedingung (nichternährendes Saugen, Schnuller) im Vergleich zur Baseline (»Hungrig«-Bedingung) ab. Während der Still-Bedingung stieg die EEG-Aktivität stark an und fiel nach dem Füttern signifikant wieder ab. Dieses Muster zeigte sich am deutlichsten in temporal-okzipitalen Regionen. Im parietalen Bereich zeigte sich ein geringerer Unterschied zwischen der Schnuller- und Stillbedingung, jedoch ergab sich hier ähnlich wie in den posterioren Bereichen nach dem Füttern ein starker Abfall der EEG-Aktivität.

**8 Wochen alte Babys:** Hier zeigte sich im Verlauf des Stillzyklus ein ähnliches Muster der Veränderungen in der EEG-Aktivität wie bei den Neugeborenen. Die Veränderungen zwischen den Bedingungen waren jedoch geringer und besonders der Abfall der Aktivität nach dem Füttern fiel niedriger aus.

**12 Wochen alte Babys:** Hier zeigte sich im Vergleich zur neonatalen Phase ein anderes EEG-Muster im Verlauf des Stillzyklus. Es ließen sich während des Stillens keine signifikanten EEG-Veränderungen feststellen.

**18 Wochen alte Babys:** Im Alter von 18 Wochen ergab sich ein anderes Muster. Hier zeigte sich während der Stillbedingung, nicht aber in der vorigen und darauf folgenden Bedingung, ein signifikanter Anstieg an rhythmischer 8-12 Hz Theta-Aktivität vor allem in temporal-okzipitalen Bereichen. Dieser Anstieg stellt den stärksten Befund im Alter von 18 Wochen dar. Der Befund spiegelte sich

ebenfalls im qualitativen, analogen EEG wider. Seine relativ regelmäßige, rhythmische Natur gab dem analogen EEG einen organisierten Charakter im Vergleich zu der diffuseren, langsamen Aktivität, die sich bei jüngeren und besonders neugeborenen Babys zeigte.

## Diskussion

Im Rahmen dieser Studie wird das erste Mal von EEG-Daten berichtet, die von der Geburt bis zum Alter von 8 Wochen während des evolutionären Stillzyklus (Hunger, nicht ernährendes Saugen: Schnuller, ernährendes Saugen: Brust und Zustand nach dem Füttern) erhoben wurden.

Die Befunde legen nahe, dass wiederholendes Stillen zu einem Anstieg der Leistung der Gehirnaktivität führt, während das Saugen am Schnuller den gegenteiligen Effekt bewirkt. Nach dem Stillen sinkt die EEG-Leistung signifikant, was die Zufriedenheit und Beruhigung des Babys widerspiegelt. Die EEG-Veränderungen wiederholen sich normalerweise einige hundert Male während der frühen Kindheit und es ist sehr wahrscheinlich, dass sie einen großen Effekt auf die Funktionsmuster des kindlichen Gehirns haben. Diese Effekte verschwinden jedoch bis zum Alter von zwölf Wochen (ungefähr drei Monate), was vermuten lässt, dass sich die neonatalen Auswirkungen des ernährenden Saugens (Stillens) vor diesem Entwicklungsalter vollzogen haben und sich bis dahin eine überdauernde Verbindung zwischen der Wahrnehmung der Fürsorgeperson und dem kindlichen Gefühl der Zufriedenheit gebildet hat.

Das Auftreten der rhythmischen 8-12 Hz Theta-Aktivität bis zum Alter von 8 Wochen (ungefähr sechs Monate) signalisiert ein neues Entwicklungsphänomen der Gehirnfunktion des Babys im Zusammenhang mit dem Stillen. Sein synchronisierter rhythmischer Charakter lässt vermuten, dass verschiedene Gehirnbereiche sowohl kortikale als auch subkortikale aufeinander abgestimmt werden und eine Integration zwischen kortikalen und subkortikalen Bereichen des Gehirns sowie eine Verbindung mit Erfahrungen von Freude und Zufriedenheit stattfindet.

Wir schlussfolgern, dass verschiedene neurophysiologische Me-

chanismen existieren, die die Entwicklung der primordialen Psyche in seiner Verbindung zur primären Fürsorgeperson unterstützen. Diese relevanten Mechanismen stehen vermutlich in einem engen Zusammenhang mit den instinktiven Bedürfnissen des Babys, die durch ernährendes Füttern (Stillen) und durch die mit lebenswichtiger, ernährender Fürsorge assoziierte und reziproke Interaktion befriedigt werden. Die Synchronität der Gehirnaktivität während des Stillens im Alter von 4 Wochen könnte als Vorlage für den sich entwickelnden Sinn von primordialer angenehmer Einheit der Psyche dienen und das Baby auf seiner Urheberschaft der Psyche vorbereiten, zum Beispiel hin zu der Entwicklung der primären Identifikation.

The Institute of Clinical Sciences, Psychiatry, University of Eastern Finland:  
 Johannes Lehtonen, Minna Valkonen-Korhonen, Hanne Lappi;  
 The Department of Applied Physics, University of Eastern Finland:  
 Stefanos Georgiadis, Pasi Karjalainen, Juha-Pekka Niskanen, Mika Tarvainen;  
 The Department of Clinical Neurophysiology, University Hospital of Kuopio:  
 Ari Pekkinen.

Übersetzung: Constanze Rickmeyer

## Literatur

- Bion, W. R. (1961). *Experiences in groups*. London: Tavistock.
- Bowlby, J. (1969). *Attachment*. London: The Hogarth Press.
- Buzsaki, G. (1996). *Rhythms of the Brain*. New York: Oxford University Press.
- Freud, S. (1915/1961). *Instincts and their vicissitudes*. Standard Edition, 12 (S. 127-144). London: Hogarth Press.
- Freud, S. (1923/1961). *The Ego and the Id*. Standard Edition, 19 (S. 19-30). London: Hogarth Press.
- Futagi, Y., Ishihara, T., Tsuda, K., Suzuki, Y., Goto, M. (2000). Theta rhythms associated with sucking, crying, gazing, and handling in infants. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 111, 1000-1008.
- Isakower, O. (1953). A contribution to the patho-physiology of phenomena associated with falling asleep. *International Journal of Psychoanalysis*, 34, 100-108.
- Kandel, E. R. (1992). *In Search of Memory. The Emergence of a New Science of Mind*. New York: W.W. Norton & Company.
- Koch, C. (1984). When Does Consciousness Arise? *Scientific American Mind*, Sept./Oct., 100-105.
- Lappi, H., Valkonen-Korhonen, M., Georgiadis, S., Tarvainen, M. P., Tarkka,

- I. M., Karjalainen, P. A., Lehtonen, J. (1998). Effects of nutritive and non-nutritive sucking on infant heart rate variability during the first 6 months of life. *Infant Behavior Development*, 21, 333-344.
- Lehtonen, J., Kinnunen, M., Purhonen, M., Partanen, J., Saarikoski, S., Launiala, K. (1998). The effect of nursing on the brain activity of the newborn. *Journal of Pediatrics*, 133, 1000-1004.
- Lehtonen, J., Kinnunen, M., Purhonen, M., Partanen, J., Saarikoski, S. (1998). The effects of feeding on the electroencephalogram in 6- and 8-month-old infants. *Psychophysiology*, 35, 100-104.
- Lehtonen, J., Partanen, J., Purhonen, M., Valkonen-Korhonen, M., Kononen, M., Saarikoski, S., Launiala, K. (1998). Nascent body ego. *Metapsychological and neurophysiological aspects*. *International Journal of Psychoanalysis*, 79, 100-110.
- Lewin, B. D. (1988). Sleep, the mouth, and the dream screen. *Psychoanalytic Quarterly*, 57, 100-110.
- Maulsby, R. L. (1988). An illustration of emotionally evoked 6-rhythm in infancy. *Hedonichypersynchrony*. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 71, 100-110.
- Meaney, M. J., Szyf, M. (1998). Maternal care as a model of experience-dependent chromatin plasticity? *Trends in Neuroscience* 21, 100-104.
- Milliken, G. A., Johnson, D. E. (1998). *Analysis of Messy Data, Volume 6: Designed Experiments*, Chapman & Hall.
- Pacella, B. L. (1988). The primal matrix configuration. In R. F. Lax, S. Bach, J. A. Burland (Eds.), *Rapprochement: The critical subphase of separation-individuation* (pp. 100-110). New York: Aronson.
- Paul, K., Dittrichova, J., Papoušek, H. (1988). *Infant Feeding Behavior: Development in Patterns and Motivation*. *Developmental Psychobiology*, 21, 100-110.
- Prechtel, H. F. R., Beintema, D. (1988). *The neurological examination of the full term newborn*. London: SIMP Heinemann.
- Spitz, R. A. (1988). *No and yes. On the genesis of human communication*. New York: International Universities Press.
- Stern, D. (1988). *The Interpersonal Worlds of the Infant. A view from Psychoanalysis and Developmental Psychology*. New York: Basic Books.
- Uvnäs-Moberg, K., Marchini, G., Winberg, J. (1988). Plasma cholecystokinin concentration after breast feeding in healthy 6-day-old infants. *Archives of Disease in Childhood*, 63, 100-104.
- Weil, A. (1988). The basic core. In: *The Psychoanalytic Study of the Child*, Vol. 33, 100-110. New Haven, CT: Yale University Press.
- Winnicott, D. W. (1988). Mind and its relation to the psyche-soma. In: *Through Paediatrics to Psychoanalysis* (pp. 100-110). London: The Hogarth Press.