

MARCO IACOBONI  
Woher wir wissen,  
was andere denken und fühlen



GOLDMANN  
Lesen erleben

## *Buch*

Lange Zeit galt die naturwissenschaftliche Erforschung mentaler Prozesse als unmöglich. Niemand konnte sich einen Reim darauf machen, warum wir wissen, was andere tun, denken und fühlen. Dann entdeckten italienische Neurowissenschaftler hochspezialisierte Nervenzellen im Gehirn, denen wir unser äußerst subtiles Verständnis vom Wesen und Handeln anderer Menschen verdanken: die sogenannten Spiegelneuronen. Endlich war das menschliche Vermögen zur Empathie wissenschaftlich erklärbar, und die neuen Erkenntnisse über diese Nervenzellen haben seit ihrer Entdeckung unsere Sicht auf das menschliche Denken, Handeln und Empfinden grundlegend verändert.

Marco Iacoboni ist einer der Pioniere der Spiegelneuronen-Forschung. Er erzählt in seinem Buch nicht nur die spannende Geschichte, wie diese kleinen Wunderwerke der Natur entdeckt wurden, sondern erklärt auch, welche grundlegende Rolle sie für intuitives Verstehen, Mitgefühl oder das Erlernen der Sprache spielen – und warum sie auch Phänomene wie Autismus und sogar den Ursprung menschlicher Moralvorstellungen zu verstehen helfen.

## *Autor*

Marco Iacoboni, geboren 1960 in Rom, erhielt seine Ausbildung als Neurowissenschaftler an der Universität La Sapienza in Rom. Seit 1999 ist er Professor am Institut für Neuropsychiatrie der medizinischen Fakultät der University of California in Los Angeles (UCLA) und Direktor eines Forschungslabors am dortigen Ahmanson-Lovelace Brain Mapping Center. Er gehört zu den führenden Forschern auf dem Gebiet der Spiegelneuronen.

Marco Iacoboni

---

Woher wir wissen,  
was andere denken  
und fühlen

Das Geheimnis  
der Spiegelneuronen

Aus dem Englischen  
von Susanne Kuhlmann-Krieg

GOLDMANN

Die Originalausgabe erschien 2008 unter dem Titel  
»Mirroring People: The New Science of How We Connect with Others«  
bei Farrar, Straus and Giroux, New York.



Verlagsgruppe Random House FSC-DEU-0100  
Das FSC-zertifizierte Papier *Holmen Book Cream* für dieses Buch  
liefert Holmen Paper, Hallstavik, Schweden.

1. Auflage

Taschenbuchausgabe Juni 2011

Wilhelm Goldmann Verlag, München,

in der Verlagsgruppe Random House GmbH

Copyright © 2008 by Marco Iacoboni

Copyright © der deutschsprachigen Ausgabe 2009

by Deutsche Verlags-Anstalt, München,

in der Verlagsgruppe Random House GmbH

Redaktion: Antje Steinhäuser

Typografie und Satz: Brigitte Müller, DVA

Umschlaggestaltung: UNO Werbeagentur, München

Umschlagabbildung: © FinePic

Abbildung auf S. 72: © Sinauer Associates, Inc.

JS · Herstellung: Str.

Druck und Bindung: GGP Media GmbH, Pößneck

Printed in Germany

ISBN: 978-3-442-15675-7

[www.goldmann-verlag.de](http://www.goldmann-verlag.de)

*Meiner Frau Mirella, meiner Tochter Caterina  
und meinen Eltern Rita und Antonio*



# Inhalt

## **11 Kapitel 1: Nachgeöffft**

- 11 Nun sieh mal einer an!
- 16 Überraschung aus den grauen Zellen
- 20 Die fantastischen vier
- 31 Spiegel im Gehirn
- 37 Ich weiß, was du tust
- 39 Ich weiß, was du denkst
- 44 Ich höre, was du tust
- 47 Gespiegelter Werkzeuggebrauch
- 52 Ich weiß, dass du mich nachmachst

## **57 Kapitel 2: Alle Vögel fliegen hoch**

- 57 Nachmacherzellen
- 67 Körper in Resonanz
- 73 Tu, was ich sage, nicht, was ich tue
- 81 Harry Potter und Professor Snape
- 85 Der Zugriff auf den Geist des anderen

## **89 Kapitel 3: Sprache begreifen**

- 89 Siehst du, was ich sage?
- 94 Von der Hand zum Mund
- 99 Hirnkarten und Sendepausen
- 103 Körperwärme
- 106 Chatrooms
- 112 Gespiegelte Sprache und andere Klänge

**117 Kapitel 4: Schau mich an,  
fühl, was ich fühle**

- 117 Zidanes Kopfstoß
- 120 Menschen oder Chamäleons?
- 127 Mitfühlende Spiegel
- 132 Ich fühle deinen Schmerz
- 137 Mütterliche Empathie

**141 Kapitel 5: Auge in Auge mit sich selbst**

- 141 Bist du das, oder bin das ich?
- 146 Der Spiegeltest
- 153 Ein anderes Selbst
- 160 Durchs Selbst gezappt
- 165 Zwei Seiten derselben Medaille

**168 Kapitel 6: Zerbrochene Spiegel**

- 168 Babyspiegel
- 173 Das halbwüchsige Gehirn
- 179 Imitationsverhalten und Autismus
- 184 Die Spiegelneuronenhypothese des Autismus
- 185 Spiegelscherben
- 188 Spiegelscherben kitten

**195 Kapitel 7: Superspiegel und die  
Verkabelung des Gehirns**

- 195 Dunkle Wellen aus den grauen Zellen
- 203 In den Tiefen des menschlichen Gehirns
- 207 Die Jennifer-Aniston-Zelle
- 211 Auf der Suche nach den Superspiegelneuronen



## **215 Kapitel 8: Die weniger glorreichen Seiten**

- 215 Gewalt in den Medien – eine Kontroverse
- 221 Sind wir als Akteure autonom?  
Spiegelneuronen und freier Wille
- 225 Sucht und Rückfall nach dem Ausstieg

## **230 Kapitel 9: Gespiegelte Vorlieben und Wünsche**

- 230 Die Neurowissenschaft des Kaufens
- 239 Blitzangriff: »Instant-Wissenschaft« und  
der Super Bowl
- 245 Gespiegelte Werbung
- 251 Negativwerbung und was sie bewirkt

## **256 Kapitel 10: Neuropolitik**

- 260 Spiegelungsprozesse und das Politikjunkiegehirn
- 265 Gehirnpolitik

## **270 Kapitel 11: Existenzialistische Neurowissenschaft und die Gesellschaft**

- 270 Spiegelneuronen als Mittler
  - 273 Das Problem der Intersubjektivität
  - 277 Ein neuer Existenzialismus
  - 279 Neurowissenschaft und Gesellschaft
- 
- 284 Nachwort
  - 290 Dank
  - 292 Anmerkungen
  - 315 Register



# Nachgeöff

### Nun sieh mal einer an!

Was tun wir Menschen eigentlich den lieben langen Tag? Wir sind unablässig damit beschäftigt, die Welt um uns herum zu entziffern, vor allem die Erscheinung und das Verhalten all derer, die uns über den Weg laufen. Mein Gesicht im Spiegel sieht so früh am Morgen noch nicht allzu gut aus, aber das Spiegelbild neben mir verrät, dass meine bezaubernde Frau einen blendenden Start in den Tag erwischt hat. Ein rascher Blick auf meine elfjährige Tochter am Frühstückstisch mahnt mich, Vorsicht walten zu lassen und meinen Espresso schweigend zu schlürfen. Wenn ein Kollege im Labor nach dem Schraubenschlüssel greift, weiß ich, dass er sich am Magnetstimulator zu schaffen machen und nicht etwa das Werkzeug wütend an die Wand schmeißen wird. Kommt ein anderer Kollege schmunzelnd oder mit einem süffisanten Lächeln hereinmarschiert – der Unterschied kann wirklich minimal sein, Ergebnis winzigster Abweichungen im Bewegungsmuster seiner Gesichtsmuskulatur –, kann ich ohne nachzudenken und beinahe augenblicklich sagen, um welche Art von Lächeln es sich handelt. Wir alle treffen Tag für Tag Dutzende – Hunderte – solcher Unterscheidungen. Im Grunde besteht darin unser ganzes Tun.

Dabei verschwenden wir an nichts von alledem einen Gedanken. Das alles scheint so unspektakulär. In Wirklichkeit jedoch ist es absolut spektakulär – und am spektakulärsten daran ist, dass es sich so unspektakulär anfühlt! Jahrhunderte hindurch haben Philosophen sich des Langen und Breiten den Kopf über die menschliche Fähigkeit zerbrochen, einander auch ohne Worte zu verstehen. Ihre Ratlosigkeit war verständlich: Es

stand ihnen so gut wie keinerlei wissenschaftliche Methodik zur Verfügung, mit der sie hätten arbeiten können. Während der vergangenen etwa 150 Jahre hatten Psychologen, Kognitionswissenschaftler und Neurowissenschaftler dann immerhin einen gewissen Fundus an wissenschaftlicher Methodik – in den letzten fünfzig Jahren sogar ein gar nicht kleiner –, und noch immer hat man sich das Hirn zermartert. Niemand konnte sich einen Reim darauf machen, wie es kommt, dass wir wissen, was andere tun, denken oder fühlen.

Jetzt können wir es: Wir verdanken unser äußerst subtiles Verständnis vom Wesen und Handeln anderer Menschen dem Wirken gewisser Ansammlungen von besonderen Zellen in unserem Gehirn, die man als Spiegelneuronen bezeichnet. Spiegelneuronen sind die kleinen Wunderwerke, die uns durch den Tag bringen. Sie sorgen für unsere – mentale und emotionale – Bindung aneinander.

Warum können wir nicht anders als uns bei den sorgfältig konstruierten, herzerreißenden Szenen gewisser Filme unseren Gefühlen hinzugeben? Weil Spiegelneuronen in unserem Gehirn für uns den Schmerz nachbilden, den wir auf der Leinwand beobachten. Wir empfinden Mitgefühl mit den erfundenen Charakteren – wir wissen, was sie empfinden –, weil wir dieselben Gefühle selbst durchleben. Und wenn wir zuschauen, wie sich Filmstars küssen? Nun, einige der Zellen, die dabei in unserem Gehirn zu feuern beginnen, sind dieselben, die auch dann feuern, wenn wir unsere Liebsten küssen. »Nachempfinden« reicht als Begriff nicht aus, um die Wirkung dieser Neuronen zu beschreiben. Wenn wir jemand anderen leiden oder Schmerz empfinden sehen, helfen uns unsere Spiegelneuronen dabei, den Gesichtsausdruck der oder des Betreffenden zu entschlüsseln und lassen uns das Leid oder den Schmerz des anderen tatsächlich spüren. Diese Augenblicke, das möchte ich im Folgenden zeigen, bilden das Fundament für Mitgefühl, Empathie, möglicherweise auch für Moralempfinden, ein Moralemp-

finden, das tief in unserer Biologie verwurzelt ist. Schauen Sie sich Sportsendungen im Fernsehen an? Wenn ja, dann werden Ihnen Schnappschüsse von Zuschauern auf den Tribünen ein vertrauter Anblick sein: Der Fan in Erwartung versteinert, der Fan in ekstatischem Jubel. Diese Aufnahmen sind »Fernsehen« im wahrsten Sinne, denn unsere Spiegelneuronen sorgen dafür, dass wir die Emotionen der anderen beim Betrachten wahrhaft *teilen*. Athleten bei ihren Leistungen zuzuschauen heißt, selbst zu leisten. Einige der Neuronen, die feuern, wenn wir dem Fußballspieler zuschauen, wie er den Ball annimmt, feuern auch, wenn wir selbst einen Ball annehmen. Es ist, als ob wir durch das Zuschauen ein Stück weit selbst spielen. Wir verstehen, was der Spieler tut, weil wir in unserem Gehirn eine Kopiervorlage für eben dieses Tun haben, eine Vorlage, die auf unseren eigenen Bewegungsmustern basiert. Da unterschiedliche Aktionen gewisse Bewegungskomponenten gemeinsam haben und ähnliche Muskeln aktivieren, müssen wir selbst keine geübten Spieler sein, um die Leistungen der Athleten in unserem Gehirn »spiegeln« zu können. Auch die Spiegelneuronen eines nicht selbst Tennis spielenden Fans feuern, wenn dieser einem Profi zuschaut, der zum Schmetterball ausholt, denn er hat in seinem Leben manches Mal aus anderen Gründen den Arm mit weit ausholender Bewegung von hinten am Ohr vorbeigezogen. Die entsprechenden Neuronen eines Fans, der selbst spielt, werden natürlich sehr viel stärker aktiviert. Und wenn ich als aktiver Spieler Roger Federer zuschaue, feuern meine Spiegelneuronen wie die Wilden, möchte ich wetten, schließlich bin ich ein leidenschaftlicher Federer-Fan.

Spiegelneuronen liefern zweifellos zum ersten Mal in der Geschichte eine plausible neurophysiologische Erklärung für komplexe Formen der sozialen Wahrnehmung und Interaktion. Indem sie uns die Handlungen anderer Menschen erfassen lassen, helfen Spiegelneuronen uns auch, die tieferen Beweggründe hinter diesen Handlungen, die Absichten anderer Personen zu

ergründen. Die empirische Untersuchung von Absicht und Vorsatz hatte lange als so gut wie unmöglich gegolten, denn Intentionen wurden als »zu mental« erachtet, als dass man sie mit empirischen Methoden hätte untersuchen können. Woher wollen wir denn wissen, ob andere Menschen überhaupt über ähnliche Geisteszustände verfügen wie wir selbst? Philosophen haben über diesem Problem des »Fremdseelischen« oder des »Fremdbewusstseins«, jahrhundertlang gebrütet – ohne nennenswerte Fortschritte zu machen. Jetzt haben sie ein paar wirklich wissenschaftliche Methoden, mit denen sie arbeiten können. Die Spiegelneuronenforschung gibt ihnen und jedem, der wissen will, wie wir einander verstehen, eine ganze Menge zu denken.

Nehmen wir zum Beispiel das Teetassenexperiment, das ich mir vor ein paar Jahren ausgedacht habe und später noch in aller Ausführlichkeit erläutern werde. Den Versuchspersonen werden drei Videofilme gezeigt, die alle dieselbe einfache Handlung wiedergeben: eine Hand, die nach einer Teetasse greift. In einem der Filme steht diese Handlung in keinerlei Zusammenhang. Nur Hand und Tasse. Im nächsten sehen die Versuchspersonen einen unaufgeräumten Tisch voller Kuchenkrümel und zerknüllter Servietten – ohne Frage die Hinterlassenschaft einer Teestunde. Das dritte Video zeigt einen ordentlich gedeckten Teetisch, allem Anschein nach die Vorbereitung auf ein solches Teetrinken. In allen drei Filmen greift die Hand nach der Teetasse. Sonst passiert nichts, die von den Versuchspersonen beobachtete Handlung des Zugreifens ist immer genau dieselbe. Der einzige Unterschied ist der Kontext.

Ob die Spiegelneuronen im Gehirn unserer Versuchspersonen den Unterschied zwischen diesen Szenen erfassen? Allerdings, das tun sie. Wenn der Proband das Zugreifen ohne jeden Kontext beobachtet, sind die Spiegelneuronen am wenigsten aktiv. Sie werden aktiver, wenn die Versuchsperson eine der beiden anderen Szenen betrachtet, *am aktivsten* aber sind sie beim Betrachten des ordentlich gedeckten Tisches. Warum? Weil Trin-

ken für uns ein sehr viel grundlegenderes Handlungsmotiv ist als Aufräumen. Das Teetassenexperiment ist auf dem Gebiet der Neurowissenschaft inzwischen wohlbekannt, und seine Ergebnisse stehen keineswegs isoliert da: Solide empirische Beweise legen die Vermutung nahe, dass unsere Gehirne in der Lage sind, selbst verborgenste Aspekte im Geist eines anderen widerzuspiegeln – und Vorsatz ist definitiv ein solcher Aspekt –, und dies in so hoher Auflösung, dass es bei der Ebene, von der wir hier reden, um *einzelne Hirnzellen* geht. Das ist unglaublich bemerkenswert. Ähnlich bemerkenswert ist die Mühelosigkeit dieser Simulation. Wir müssen keine komplexen Schlüsse ziehen oder vertrackte Algorithmen abspulen. Wir benutzen einfach unsere Spiegelneuronen.

Und, um das Thema einmal aus anderer Perspektive anzugehen: In Labors auf der ganzen Welt mehren sich gegenwärtig Hinweise darauf, dass *soziale Defizite*, beispielsweise solche, wie sie mit dem Auftreten von Autismus assoziiert sind, auf eine primäre Funktionsstörung von Spiegelneuronen zurückzuführen sein könnten. Ich wage die Hypothese, dass Spiegelneuronen auch bei der durch Mediengewalt inspirierten Nachahmung von Gewalt eine sehr wichtige Rolle spielen könnten, und wir verfügen über vorläufige Befunde, die den Verdacht nahelegen, dass Spiegelneuronen bei verschiedenen Formen von sozialer Identifikation, unter anderem bei den verschiedenen Ausprägungen von Markenbewusstsein oder der Hinwendung zu einer politischen Partei, wichtig sind. Haben Sie je etwas von Neuroethik, Neuromarketing und Neuropolitik gehört? In den kommenden Jahren und Jahrzehnten werden Sie das, und die Forschung auf diesen Gebieten wird sich – ausdrücklich oder unausgesprochen – auf das Wirken von Spiegelneuronen stützen.

Dieses Buch erzählt die Geschichte der glückreichen und bahnbrechenden Entdeckung dieser speziellen Art von Hirnzellen, von den bemerkenswerten Fortschritten auf diesem Gebiet im Laufe der vergangenen zwanzig Jahre und den extrem eleganten

Experimenten, die gegenwärtig in verschiedenen Labors rund um die Welt durchgeführt werden. Schlicht und einfach: Ich glaube, dass diese Arbeit uns zwingen wird, das innerste Wesen unserer sozialen Bande und unseres ureigensten Seins radikal zu überdenken. Vor ein paar Jahren äußerte ein Wissenschaftlerkollege die Vermutung, die Entdeckung der Spiegelneuronen verspreche für die Neurowissenschaft, was die Entdeckung der DNA für die Biologie geleistet hat.<sup>1</sup> Das ist eine außergewöhnlich kühne Aussage, denn letzten Endes läuft in der Biologie alles auf DNA hinaus. Ob man in ein paar Jahrzehnten wird sagen können, dass in der Neurowissenschaft letztlich alles auf Spiegelneuronen hinausläuft?

## Überraschung aus den grauen Zellen

Seit fünfzehn Jahren lebe ich in Los Angeles und arbeite in meinem Labor an der dortigen University of California, kurz UCLA. Doch wie mein Name vermuten lässt, sollte diese Geschichte von Rechts wegen in Italien beginnen, und ich freue mich, berichten zu können, dass sie das wird. Genau genommen in der wunderschönen kleinen Stadt Parma, schon immer weltberühmt für ihr fantastisches Essen – allem voran Parmaschinken und Parmesankäse – und ihre Musik. Heutzutage können wir auf die Liste der Weltklasseexporte aus Parma auch noch die Neurowissenschaften setzen, denn an der dortigen Universität ist unter Leitung meines Weggefährten Giacomo Rizzolatti eine Gruppe von Neurophysiologen erstmals auf Spiegelneuronen aufmerksam geworden.

Rizzolatti und seine Kollegen arbeiten mit *Macaca nemestrina*, einer in den neurowissenschaftlichen Labors der Welt häufig verwendeten Schweinsaffenart. Im Unterschied zu ihren berühmteren Cousins, den Rhesusaffen, bei denen selbst die Weibchen ein hoch kämpferisches Alphatierverhalten an den



Tag legen, sind diese Meerkatzenverwandten ausgesprochen sanftmütige Tiere. Dass in einem Labor wie dem von Rizzolatti an Affen geforscht wird, begründet sich damit, dass man aus solchen Studien Rückschlüsse auf das menschliche Gehirn ziehen kann, das mit gutem Grund allgemein als die komplexeste aller Strukturen im uns bekannten Teil des Universums gilt. Das menschliche Gehirn enthält etwa hundert Milliarden Neuronen, jedes davon kann mit Tausenden, ja Zehntausenden anderer Neuronen in Kontakt stehen. Diese Kontakte oder Synapsen sind die Kommunikationsschnittstellen der Neuronen, ihre Anzahl ist schwindelerregend. Unverwechselbares Merkmal des Gehirns von Säugetieren ist der hoch entwickelte Neocortex (ein Teil der Großhirnrinde), die evolutionär jüngste unserer Gehirnstrukturen. Und hier kommt das Hauptargument für die Arbeit mit Affen: Das Makakengehirn ist nur ein Viertel so groß wie unseres, und unser Neocortex ist sehr viel größer als der von Makaken, doch Neuroanatomen sind sich im Großen und Ganzen darin einig, dass die Strukturen im Neocortex von Makaken und Menschen einander trotz dieser Unterschiede relativ weitgehend entsprechen.

Hauptstudienobjekt von Rizzolattis Arbeitsgruppe war eine Hirnregion mit der Bezeichnung Areal F5. Diese befindet sich innerhalb eines größeren Areals, das den Namen prämotorischer Cortex trägt und zu jenem Teil des Neocortex gehört, der sich mit der Planung, Auswahl und Durchführung von Handlungen befasst. Das Areal F5 enthält Millionen Neuronen, die jeweils auf die »Kodierung« eines bestimmten motorischen Verhaltens der Hand spezialisiert sind, das heißt, Schaltpläne für gewisse Bewegungsabläufe enthalten, und Bewegungsmuster wie Greifen, Halten, Ziehen und, wichtiger als alles andere, Gegenstände – Nahrung – zum Mund führen steuern. Für jeden Makaken sind diese Handlungen ebenso wie für jeden anderen Primaten so grundlegend und lebenswichtig wie nichts anderes. Wir selbst, *Homo sapiens*, greifen und handhaben unablässig

Gegenstände – von dem Augenblick an, da wir des Morgens unwillig an der Schlummertaste unseres Weckers herumfummeln, bis zu jenem, achtzehn Stunden später, da wir unsere Kissen vor dem Zubettgehen zurechtknuffen. Alles in allem führen wir tagtäglich Hunderte, wenn nicht gar Tausende von Greifhandlungen durch. Genau das war der Grund dafür, dass Rizzolatti sich entschlossen hatte, das Areal F5 so penibel wie irgend möglich zu untersuchen.

Nun möchte jeder Neurowissenschaftler das Gehirn allein schon um des Verstehens willen verstehen. Aber grundsätzlich haben wir auch ein Auge auf praktischere Ziele, zum Beispiel auf Entdeckungen, die letztlich neue Behandlungsmöglichkeiten für Krankheiten erschließen könnten: Wenn es zum Beispiel gelingt, die neurophysiologischen Mechanismen zur Bewegungskontrolle der Hand bei Makaken aufzuklären, könnte das letztlich auch Menschen mit einer Hirnschädigung zugutekommen und wenigstens ein gewisses Maß an Handkontrolle wiedererlangen lassen.

Durch langwieriges Herumexperimentieren mit ihren Affen hatte die Arbeitsgruppe um Rizzolatti eine eindrucksvolle Menge an Wissen über die Aktivität sogenannter motorischer Zellen im Verlauf verschiedener Greifübungen zusammentragen können. (Als »motorische Zellen« bezeichnet man Zellen, die an der Spitze einer Kaskade von Ereignissen stehen, über die Muskeln kontrolliert werden, die schließlich unseren Körper in Bewegung setzen.) Eines schönen Tages, etwa zwanzig Jahre ist es her, da machte sich der Neurophysiologe Vittorio Gallese während einer kurzen Pause bei seinem Experiment im Labor zu schaffen. Ein Affenweibchen saß still auf dem Stuhl und wartete auf die nächste Aufgabe. Plötzlich hörte Vittorio genau in dem Augenblick, als er die Hand nach einem Gegenstand ausstreckte – was genau es war, weiß er leider nicht mehr – aus dem Computer, der mit den Elektroden, die man dem Tier ins Gehirn implantiert hatte, verbunden war, ein Geräusch, das heftige Aktivität ver-

hieß. Für das unerfahrene Ohr hätte es sich wohl wie Rauschen angehört, dem neurowissenschaftlichen Experten signalisierte es eine Entladung der angezapften Zelle in Areal F5. Vittorio war sofort klar, wie seltsam die Reaktion war. Das Affenweibchen saß noch immer ruhig da und machte keinerlei Anstalten, nach irgendetwas zu greifen, dennoch hatte das Neuron, das mit der Greifhandlung zu tun hatte, gefeuert.

So oder ähnlich hört sich die Geschichte über die allererste aufgezeichnete Begegnung mit einem Spiegelneuron an. In einer anderen spielt einer von Vittorios Kollegen die Hauptrolle: Leo Fogassi soll eine Erregungsreaktion in F5 ausgelöst haben, als er eine Erdnuss in die Hand nahm. In wieder einer geht es um Vittorio Gallese und eine Kugel Eis. Es gibt noch mehr, alle plausibel, keine davon bestätigt. Jahre später, als die Bedeutung von Spiegelneuronen nicht mehr von der Hand zu weisen war, durchstöberten die Kollegen in Parma noch einmal ihre alten Laboraufzeichnungen, weil sie hofften, eine einigermaßen schlüssige zeitliche Abfolge ihrer frühesten Beobachtungen zusammenstellen zu können, aber es war einfach nicht mehr möglich. Sie fanden in ihren Aufzeichnungen jede Menge Anmerkungen, über »komplexe, visuell aktivierte Reaktionen« der motorischen Zellen in Areal F5 bei Affen. Diese Notizen trugen nicht wesentlich zur Klärung bei, denn zum Zeitpunkt der Aufzeichnung hatten die Wissenschaftler ja noch nicht gewusst, was sie aus ihren Beobachtungen machen sollten. Weder sie noch sonst ein Neurowissenschaftler auf der Welt hätte sich damals vorstellen können, dass motorische Zellen einzig durch die Wahrnehmung der Handlung eines anderen veranlasst werden könnten zu feuern – ganz ohne dass es zu einer eigenen motorischen Reaktion kommt. Im Lichte des Wissens und der Theorien jener Zeit ließ sich darin absolut kein Sinn erkennen. Zellen im Affengehirn, die Signale an andere Zellen senden, welche anatomisch mit Affenmuskeln verknüpft sind, haben keinen Grund zu feuern, wenn der Affe völlig ruhig dasitzt, die Hände

in den Schoß gelegt hält und die Aktionen eines anderen bäugt. Und trotzdem taten sie es.

Letzten Endes ist es unerheblich, dass sich das »Heureka!« anlässlich der Identifizierung von Spiegelneuronen über eine Spanne von mehreren Jahren erstreckt. Was zählt, ist, dass die Gruppe sich sehr bald mit den seltsamen Begebenheiten in ihrem Labor befasst hat. Es fiel den Wissenschaftlern zunächst selbst schwer, an diese Phänomene zu glauben, aber mit der Zeit wurde ihnen klar, dass die Beobachtung, so sie sich würde bestätigen lassen, das Zeug zu bahnbrechenden Einsichten haben könnte. Sie hatten recht. Zwanzig Jahre nach jener Erstaufzeichnung dieser ersten Beobachtung im Labor hat eine Fülle an gründlich kontrollierten Experimenten mit Affen und später auch mit Menschen (meistens allerdings eher anders gearteter Natur und ohne Nadeln, die durch Schädeldecken gebohrt werden müssen) dieses bemerkenswerte Phänomen bestätigt. Die schlichte Tatsache, dass eine Subpopulation von Zellen in unserem Gehirn – besagte Spiegelneuronen eben – feuern, wenn jemand einen Fußball kickt, sieht, wie ein Ball gekickt wird, hört, wie ein Ball gekickt wird, ja sogar, wenn er das Wort »kicken« nur sagt oder hört, hat Erstaunliches ans Licht gebracht und uns neue Einsichten beschert.

### **Die fantastischen vier**

Wir wissen, dass etwa 20 Prozent der Zellen im Areal F5 des Makakengehirns Spiegelneuronen sind; 80 Prozent werden von anderen Zellarten gestellt. In Anbetracht dieser Relation war abzusehen, dass die Gruppe in Parma früher oder später über Spiegelneuronen hatte stolpern müssen. Als es dann so weit war, stand allerdings nicht nur ihr eigenes theoretisches Fundament auf dem Prüfstand, sondern auch das von Neurowissenschaftlern rund um den Globus. In den Achtzigerjahren galt als Para-

digma unter den Neurowissenschaftlern allgemein die Vorstellung, dass die verschiedenen Funktionen, die das Gehirn – bei Makaken ebenso wie bei Menschen – zu leisten hat, auf getrennte Schubladen verteilt seien. Unter dieser Hypothese sind Wahrnehmung (das Sehen von Gegenständen, Hören von Klängen und so weiter) und Handlung (nach etwas Essbarem greifen, es packen und in den Mund stecken) komplett getrennte und voneinander unabhängig ablaufende Prozesse. Eine dritte Funktion, die Kognition, ist irgendwie »zwischen« Wahrnehmung und Handlung geschaltet und ermöglicht es uns, zu planen und unser motorisches Verhalten willkürlich zu gestalten, uns den Dingen zuzuwenden, die für uns wichtig sind, Dinge, die uns nicht betreffen, auszuklammern, uns an Namen und Ereignisse zu erinnern und so weiter. Diesen drei ausführlich untersuchten Funktionen wurden zumeist mehr oder minder getrennte Hirnbereiche zugewiesen. Diese lange gültige Lehrmeinung spiegelte deutlich eine durchaus gerechtfertigte Vorliebe für die möglichst knappe und schnörkellose Erklärung von Phänomenen wider. Ein komplexes Phänomen in einfachere Elemente zu zerlegen, ist ein durchaus sinnvoller Forschungsansatz, er bildet in Neurophysiologie und Neurowissenschaft noch heute die vorherrschende Herangehensweise und funktioniert auch auf vielen anderen spezialisierten Forschungsgebieten sehr gut: So haben Neurowissenschaftler zum Beispiel Neuronen identifiziert, die nur auf horizontale Linien im Gesichtsfeld ansprechen, während andere auf vertikale Linien reagieren.

Viele Hirnzellen sind allem Anschein nach wirklich hoch spezialisiert und verfügen über eine enge Bandbreite an Reaktionen und Kompetenzen. Ein Neurowissenschaftler aber, der davon ausgeht, dass Neuronen sich fein säuberlich – ohne Kollision zwischen Wahrnehmung, Handlung und Kognition – kategorisieren lassen, wird neuronale Aktivität von sehr viel höherer Komplexität, die von einem Gehirn kündigt, das sich mit der Welt in einer sehr viel »ganzheitlicheren« Weise aus-

einandersetzt, als bisher angenommen, unter Umständen völlig übersehen (oder als puren Zufall abtun). So war es bei den Spiegelneuronen. Die Forscher in Parma, jeder Einzelne davon ein exzellenter Wissenschaftler, waren ungeachtet aller unbestreitbaren Fähigkeiten völlig unvorbereitet auf ein Motorneuron, das gleichzeitig im Dienste der Wahrnehmung steht. Ein altes Bonmot beschreibt die Situation sehr schön: »Fortschritt in der Wissenschaft hangelt sich von Beerdigung zu Beerdigung.« Das ist ein bisschen morbide und eine schamlose Übertreibung, aber wir alle wissen, dass es schwer ist, lieb gewordene Überzeugungen aufzugeben, außerhalb der gewohnten Schablonen zu denken und sich zu ändern – und das gilt nicht nur in der Wissenschaft. In der Tat hat es sie (und unterdessen auch andere Forscher rund um die Welt) nicht wenige Jahre gekostet, die im Labor beobachteten »komplexen visuellen Reaktionen« auszuwerten und richtig zu deuten. Zu Beginn waren die Wissenschaftler mental einfach nicht darauf eingestellt, über Generationen von Forschern überlieferte Ansichten infrage zu stellen, hatten diese doch eine Menge fruchtbarer wissenschaftlicher Analysen hervorgebracht. Hinzu kam, dass es bis zu jenem Augenblick keinerlei Befunde gegeben hatte, die diesen Vermutungen widersprochen hätten.<sup>2</sup>

Jetzt war es so weit – und sie widersprachen in mehr als einer Hinsicht. Während der ersten Jahre ihrer Spiegelneuronenforschung stieß die Arbeitsgruppe um Rizzolatti im Areal F5 auf eine weitere Subpopulation von Zellen, die sie ebenfalls nicht erklären konnten. Dies waren Zellen, die während einer Greifbewegung feuerten, aber auch beim Anblick der zum Greifen bereitliegenden Gegenstände. Man bezeichnete diese Zellen später als kanonische Neuronen. Die neuronalen Aktivitätsmuster beider Zelltypen widersprachen der alten Vorstellung, dass Handlung und Wahrnehmung zwei komplett unabhängige Prozesse und auf ihre jeweilige Schublade im Gehirn beschränkt sind. In Wirklichkeit kann weder ein Affe noch ein Mensch

jemand anderen dabei beobachten, wie er einen Apfel in die Hand nimmt, ohne dass in ihrem Gehirn die motorischen Schaltpläne aktiviert werden, die nötig sind, um den Apfel selbst in die Hand zu nehmen. (Hier handelt es sich um die Aktivierung von Spiegelneuronen.) Genauso kann weder ein Affe noch ein Mensch einen Apfel auch nur anschauen ohne dabei die motorischen Schaltpläne zu aktivieren, die nötig sind, ihn in die Hand zu nehmen. (Dies entspricht der Aktivierung von kanonischen Neuronen.) Kurz: Die Handlung des Zugreifens und die motorischen Schaltpläne, die nötig sind, um ein Stück Obst vom Tisch zu nehmen und zu essen, sind unauflöslich verknüpft mit unserem Verständnis, unserem ureigenen inneren Bild von diesem Obst. Die Aktivitätsmuster von Spiegelneuronen und kanonischen Neuronen in Areal F5 zeigen deutlich, dass Wahrnehmung und Handlung im Gehirn nicht als getrennte Prozesse vorliegen. Sie sind schlicht zwei Seiten einer Medaille und unauflöslich miteinander verknüpft.

Einige der ersten Makakenexperimente, die man in den Achtzigerjahren in Parma durchgeführt hatte – lange vor den verblüffenden Vorkommnissen, die sich später als die Entdeckung der Spiegelneuronen erweisen sollten –, nehmen genau diese Schlussfolgerungen über die enge Verknüpfung zwischen Wahrnehmung und Handlung voraus. Zu jener Zeit stellte die Gruppe eine Reihe von Versuchen an, die sich nicht mit dem Areal F5, sondern mit dem benachbarten Areal F4 der motorischen Rinde – oder des Motorcortex – befassten. In Areal F5 feuern die Zellen, wie wir gesehen haben, vor allem, wenn der Affe die Hand bewegt. Es gibt in F5 allerdings auch Neuronen, die feuern, wenn der Affe den Mund bewegt, zubeißt zum Beispiel oder mimisch kommuniziert, unter anderem wenn er bestimmte Schmatzgeräusche mit den Lippen macht, ein Verhalten, das im Sozialverhalten von Primaten positiv besetzt ist.<sup>3</sup> Ja, manche Neuronen in F5 feuern bei Hand- *und* bei Mundbewegungen. Auch das Aktivitätsmuster dieser Neuronen

MARCO  
IACOBONI  
**WOHER WIR WISSEN,  
WAS ANDERE DENKEN  
UND FÜHLEN**  
Das Geheimnis  
der Spiegelneuronen



GOLDMANN

Marco Iacoboni

**Woher wir wissen, was andere denken und fühlen**

Das Geheimnis der Spiegelneuronen

Taschenbuch, Broschur, 320 Seiten, 12,5 x 18,3 cm

ISBN: 978-3-442-15675-7

Goldmann

Erscheinungstermin: Mai 2011

Wie kommt es, dass uns Kinofilme zu Tränen rühren oder wir förmlich mitzittern, wenn ein Elfmeterschütze Anlauf nimmt? Menschen besitzen die erstaunliche Fähigkeit, sich in andere hineinzusetzen und sie intuitiv zu verstehen. Ermöglicht wird das durch besondere Nervenzellen im Gehirn, die sogenannten Spiegelneuronen. Der Neurowissenschaftler Marco Iacoboni eröffnet einen faszinierenden Blick auf ein spannendes, neues Forschungsgebiet, das unser Bild vom Menschen und seinem Kommunikationsverhalten verändern wird.