

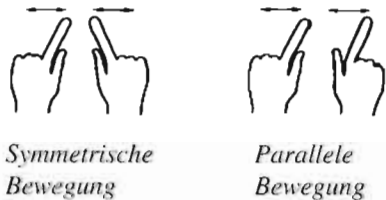
Franz Mechsner

Beseelte Bewegung

Früher hieß es: sich bewegen lernen bedeutet vor allem lernen, genau die richtigen Muskeln zu genau den richtigen Zeitpunkten zu kontrahieren und zu entspannen, sodass ihr komplexes Zusammenspiel eine sinnvolle Bewegung erzeugt. Doch scheint es heute, dass vor allem die Art und Weise, wie wir uns eine Bewegung und deren Ziele mental vorstellen, die Bewegungsqualität bestimmt. So verbessert die Vorstellung „Ich fliege“ das Tanzen mehr als alle Beinbasteleien. Statt immergleiche Bewegungsmuster einzuschleifen, scheint es also viel sinnvoller, generell die Wahrnehmung bei Bewegungen zu verfeinern. Am Münchener Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften haben wir in den letzten Jahren eine Reihe von einfachen Experimenten realisiert, die zeigen, wie Wahrnehmungen und Vorstellungen Bewegungen steuern. Ein Beispiel. Eine Versuchsperson bewegt die nebeneinander nach vorn ausgestreckten Zeigefinger gemeinsam nach links und rechts, zum sich beschleunigenden Takt eines Metronoms (Bild 1, rechts). Es ist seit langem bekannt, dass die meisten Menschen, wenn sie diese parallele Bewegung beschleunigen, oberhalb einer kritischen Frequenz unwillkürlich in ein spiegelsymmetrisches Muster fallen, bei dem sich die Zeigefinger im Takt gegeneinander bewegen (Bild 1, links). Eine starke Neigung, aus unsymmetrischen spontan in symmetrische Bewegungsmuster zu kippen, zeigt sich bei vielen beidhändigen Bewegungen. Die vorherrschende Lehrmeinung interpretierte die Symmetrietendenz als Tendenz zur gemeinsamen Aktivierung homologer, das heißt anatomisch spiegelbildlicher Muskeln. Doch ist diese nahe liegende Idee richtig? Es könnte doch sein, dass sich hier keines-

wegs eine Tendenz zur gemeinsamen Aktivierung homologer Muskeln ausdrückt, sondern dass wir zu Bewegungen neigen, die symmetrisch aussehen und sich symmetrisch anfühlen. Vielleicht sind ja symmetrisch gestaltete Bewegungen besonders leicht zu überwachen und zu steuern. Wir gingen dieser Frage nach, indem wir die klassische Versuchsanordnung zur beidhändigen Fingerszillation auf einfache Weise erweitert haben: Wie üblich bewegten die Versuchspersonen die Zeigefinger in der Hälfte der Durchgänge parallel und in der anderen symmetrisch. Anders als üblich lagen dabei jedoch die Hände in verschiedenen Positionen. In „kongruenten“ Positionen zeigen beide Handflächen nach unten oder beide nach oben. In „inkongruenten“ Positionen zeigte eine Handfläche nach oben und die andere nach unten (Bild 2). Interessant waren die inkongruenten Handpositionen. Wenn tatsächlich eine Tendenz zur gemeinsamen Aktivierung homologer Muskeln besteht, sollte hier das parallele Bewegungsmuster stabiler sein als das symmetrische. Wenn die Symmetrietendenz aber tatsächlich eine Tendenz zu einer räumlich spiegelsymmetrischen Bewegungsgestalt ist, dann sollten auch bei inkongruenten Handpositionen symmetrische Bewegungen stabiler sein als parallele – obwohl dabei nicht homologe, sondern unterschiedliche Muskeln gemeinsam aktiviert werden. Die Versuchsergebnisse waren eindeutig: Spiegelsymmetrische Fingerszillationen waren immer stabiler als parallele, auch bei inkongruenter Position der Hände. Bei höheren Bewegungsgeschwindigkeiten gab es Übergänge vom parallelen in das symmetrische Bewegungsmuster, aber niemals umgekehrt. Die spontane Symmetrietendenz bei der Zeigefingerszillation ist folglich eine Tendenz zu räumlich spiegelsymmetrischer Bewegung. Welche Muskeln dabei aktiv werden, spielt offenbar keine oder nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die Muskeln werden anscheinend flexibel und automatisch direkt im Dienste der wahrnehmbaren Bewegungsgestalt aktiviert. Die traditionelle Auffassung, dass die Symmetrietendenz sich einer „motorischen“ Tendenz zur gemeinsamen Aktivierung homologer Muskeln verdankt, ist damit für diesen Fall widerlegt.

Bild 1
Bewegungsmuster



Symmetrische
Bewegung

Parallele
Bewegung

Bild 2
Handpositionen



Kongruente Handpositionen:
Beide Handflächen nach oben oder
beide nach unten

Wenn dies so ist, bedeutet das nichts anderes, als dass Wahrnehmungen und Vorstellungen beziehungsweise deren neuronale Korrelate tatsächlich direkt Bewegungen steuern können. Dies ist deshalb ein bemerkenswertes Resultat, weil das Gehirn diese Fähigkeit nicht nur in diesem speziellen Falle, sondern ganz allgemein bei absichtsvollen Bewegungen nutzen könnte. Das würde bedeuten, dass Bewegungen, wie oben postuliert, unmittelbar über Wahrnehmungen und Vorstellungen und nicht als motorische Muster organisiert werden. Wir nehmen an, dass Menschen Bewegungsmuster bevorzugen, die sich auf unkomplizierte Weise über Wahrnehmungen und mentale Vorstellungsbilder koordinieren, steuern und überwachen lassen.

Die traditionelle Konzentration der Forscher auf „motorische“ Aspekte der Bewegungskontrolle könnte somit irreführend sein. Wenn die Muskeln so unmittelbar und automatisch im Dienste von Bewegungsvorstellungen aktiv werden können, drängt sich die Idee auf, dass das Gehirn vielleicht gar keine Mühe mit den Muskeln hat. Mit anderen Worten: die Hauptaufgabe bei der Bewegungsplanung ist, eine geeignete Bewegungsvorstellung zu organisieren. Die Muskeln verwirklichen diese dann automatisch und flexibel, ohne dass sich das System gesondert um sie kümmern müsste.

Natürlich dürfen solche Aktionsvorstellungen, wenn sie funktionieren sollen, nicht beliebig sein, sondern müssen den Anforderungen der Bewegung genügen. Wer sich vorstellen kann, einen Salto zu machen, der bringt ihn deshalb noch nicht wirklich zustande. Um eine Bewegung richtig machen zu können, muss man sie sich auch richtig und nicht nur irgendwie vorstellen können. Was aber sind die Charakteristika einer „richtigen“, zur Steuerung geeigneten Bewegungsvorstellung? Welche Eigenschaften eines Bewegungsplanes sind entscheidend für die Bewegungsqualität?

Wir zeigten, dass Menschen auch hochkomplexe, ja normalerweise „unmögliche“ Bewegungen ausführen können, wenn nur das wahrnehmbare Ergebnis der Bewegung einfach ist. Versuchspersonen drehten beidhändig zwei unsichtbare Kurbeln unter dem Tisch,

mit denen sie zwei sichtbare kreisende Zeiger kontrollierten (Bild 3). Der linke Zeiger kreiste direkt über der linken Hand, während der rechte sich, über ein Zahnradgetriebe gesteuert, vier Drittel mal schneller bewegte als die rechte Hand. Die Versuchspersonen bekamen die Aufgabe, die sichtbaren Zeiger in spiegelsymmetrischen oder gegentaktigen Kreisen zu bewegen. In beiden Fällen müssen sie dazu ihre Hände in einem Frequenzverhältnis von 4:3 kreisen lassen. Zum einen ist das eine äußerst diffizile Bewegung, die ihnen normalerweise unmöglich ist. Zum anderen lässt sich aus der Bewegung der Hände das Bewegungsmuster der Zeiger nicht erschließen. Symmetrie und Gegenteil in den Zeigern lassen sich somit über motorische Programme oder Pläne, welche auf die Muskeln oder auf den Körper zielen, nicht erzeugen. Dennoch waren die Versuchspersonen recht gut in der Lage, die geforderten Bewegungsmuster einzustellen, indem sie nur auf die kreisenden Zeiger achten und dabei ihre Hände „vergaßen“.

Schlussfolgerung: Menschen können um einfacher Effekte willen höchst komplizierte, ja „unmögliche“ Bewegungen ausführen, sofern sie vor allem auf die angestrebten Effekte, nicht aber auf die Einzelheiten der Körperbewegung achten. Dies scheint dadurch möglich zu sein, dass wir Bewegungen unmittelbar über Wahrnehmungen und Vorstellungen, nicht aber mittelbar über Koordinationsprozesse im motorischen System steuern. Die nötigen Muskeln scheinen im Dienste der angestrebten Effekte in letztlich einfacher Weise aktiviert zu werden. Ihr formal hochkomplexes Tätigkeitsmuster ergibt sich dabei gewissermaßen automatisch und von selbst, ohne dass es eigens als integriertes Ganzes organisiert werden müsste.

Dr. hum. biol. Franz Mechsner
Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften
Arbeitsbereich Psychologie/Kognition und Handlung
Amalienstr. 33, 80799 München



*Inkongruente Handpositionen:
Eine Handflächen nach oben und
eine nach unten*

