

# Die Hand - Geniestreich der Evolution

von Henning Engeln (GEO, Nr.7/ Juli 1997)

Der Mann war süchtig, 15 Jahre lang. In fast ganz Europa fahndete er nach den Objekten seiner Leidenschaft. Dabei galt die Obsession von Norbert Nemetz weder schönen Frauen noch verschollenen Schätzen, sondern einem gewöhnlichen menschlichen Körperteil: der Hand. Und im Lauf der Jahre brachte der passionierte Sammler aus Wolnzach bei München rund 800 Objekte zusammen, die einen wesentlichen Bezug zur menschlichen Hand haben.

"Es begann mit einem Bild, das 1980 zum Pressefoto des Jahres gekürt wurde", erinnert sich Nemetz. "Es zeigt die winzige abgemagerte Hand eines hungernden Kindes in Uganda in der großen Hand eines weißen Uno-Helfers, und es hat mich so berührt, daß ich alles zu sammeln begann, was mit der Hand zusammenhing."

In der Tat galt die Passion des Wolnzacher Elektromeisters einem höchst erstaunlichen Gegenstand. Denn die Hand ist keine bloße "Extremität" des Menschen, sondern ein derart sensibles Sinnesorgan, daß Blinde damit selbst den Wert eines Geldscheines ertasten können. Sie hat die Konstruktion von Werkzeugen vom Faustkeil bis zum Computer ermöglicht, sendet Signale in Form von - bewußten und unbewußten - Gesten und wird für eine Gebärdensprache genutzt, die der gesprochenen in nichts nachsteht. Die Hand vermittelt dem Graphologen Einblick in die Persönlichkeit, sie wird von frommen Menschen als Reliquie verehrt. Ihr Abbild ist allgegenwärtig in der Werbung, findet sich wieder auf Briefmarken, Schmuck und Kunstwerken.

Die Hand ist tragendes Element vieler Rekorde: Ein Brite schleppte einen vier Kilogramm schweren Ziegelstein auf seinen Händen 99,4 Kilometer weit. Ein Österreicher lief auf seinen Händen in 55 Tagen die 1400 Kilometer von Wien nach Paris. Ein anderer Österreicher zog mit einem Finger einen 13-Tonnen-Lkw inklusive sechs Paletten Bier und zwei Fahrern in zehn Sekunden drei Meter weit.

Die simpelste Form, mit der dieses "Werkzeug des Geistes" - wie der Philosoph Immanuel Kant es formulierte in die Welt eingreifen kann, ist, einen Gegenstand aufzunehmen und ihn an eine andere Stelle zu setzen. Aber welche grandiose Leistung selbst eine solche einfache Handlung darstellt, wird deutlich, wenn man sie einer Roboterhand abfordert.

"Wir sind noch meilenweit von dem entfernt, was die menschliche Hand kann", meint Friedrich Pfeiffer von der Technischen Universität München. Er hat mit seinem Team eine vierfingerige Hand konstruiert, die mittels Hydraulik zugreift und so beispielsweise ein Ei aufnimmt.

Doch damit sie das zu leisten vermag, muß die Bewegung der einzelnen Finger entsprechend der Größe und Form des Eies vorher programmiert werden. Denn um einen Gegenstand "von selbst" zu ertasten, brauchte die Roboterhand Sensoren wie die menschliche, deren Fingerkuppen mit mehreren tausend Tastkörperchen pro Quadratzentimeter ausgestattet sind.

Mit gehörigem Aufwand sei es technisch wahrscheinlich möglich, eine von der Mechanik her ziemlich perfekte Hand zu konstruieren, glaubt Pfeiffer. Ebenbürtig wäre sie dem biologischen

Vorbild jedoch noch lange nicht. "Die Hauptprobleme liegen in der Sensorik und in der intelligenten Steuerung."

Robotern fehlt eben das Hirn. Erst durch die neuronale Verarbeitung der sensorischen Informationen und deren Koordination mit der Bewegungsmotorik wird die Hand zur Hand. Hinzu kommt die neuronale Vernetzung mit dem Auge, dessen Informationen das Greiforgan bei seinen Bewegungen leitet. Dieser komplexe Prozeß ist das Ergebnis einer jahrmillionenalten Koevolution zwischen dem Gehirn und dem Werkzeug Hand.

Keiner der zahlreichen bislang konstruierten Roboter Greifer (siehe auch GEO Nr. 11/1991) kann erfühlen, ob die Oberfläche eines Gegenstandes rauh oder glatt, warm oder kalt, hart oder weich ist. Und keiner kann ein Objekt so schnell, präzise und zugleich feinfühlig durch den Raum jonglieren wie die menschliche Hand. Selbst ein simples Glas Wasser aufzunehmen und zu bewegen ist deshalb für eine künstliche Hand noch immer eine Herausforderung.

Mediziner am Physiologischen Institut der Universität Kiel haben im Rahmen einer Untersuchung Erwachsenen und Kindern verschiedener Altersstufen beim Greifen auf die Finger geschaut. Sowohl den aufzunehmenden Gegenstand als auch mehrere Stellen an Fingern und Handrücken hatten die Physiologen durch aufgeklebte Punkte markiert, deren Bewegung dann eine Infrarotkamera registrierte. Ein Computer wertete die Daten aus und schrieb sie als Bewegungsfolgen auf den Bildschirm: einen abstrahierten Strichmännchenarm, der sich zum Gegenstand hin streckte, wo sich die Strichmännchenfinger öffneten, um das Objekt zu packen.

Ergebnis: Der Bewegungsablauf differenziert sich in eine Zielbewegungskomponente - zum Gegenstand hin - und die eigentliche Greifbewegung, die beide vom Gehirn unabhängig voneinander gesteuert werden. Erste Auswertungen ergaben, daß die Kinder insgesamt langsamer als die Erwachsenen sind und daß die "Qualität" ihrer Griffe von Versuch zu Versuch stärker variierte. Offenbar ist der Bewegungsablauf bei Erwachsenen routinierter, eingeschliffener.

Ähnliche Versuche mit hirngeschädigten Personen sollen weitere Aufschlüsse darüber geben, wie die grauen Zellen die Greifbewegung steuern. Hilfreich könnten dabei die Ergebnisse von Experimenten an Katzen sein, deren Pfotenbewegungen mit Röntgenstrahlen analysiert wurden.

"Im Röntgenbild ähnelt die Katzenhand erstaunlich der menschlichen", erklärt Michael Illert, Leiter des Projekts. "Auch Katzen können ihre fünf Finger unabhängig voneinander bewegen."

Den Tieren wurde beigebracht, mit der Pfote ein Stück Wurst aus einer erhöht vor ihnen liegenden Öffnung herauszufischen. Bei Verletzung der sogenannten Pyramidenbahn - einer Gruppe von Nervensträngen, die für willkürliche Bewegungen zuständig ist - gelang es den Katzen zwar, noch völlig normal mit der Pfote zur Öffnung zu langen, nicht mehr jedoch, das Futter richtig herauszuziehen, auf der Pfote umzudrehen und ins Maul zu befördern. Auch das ist ein Hinweis darauf, daß die

Bewegungskomponenten unabhängig voneinander gesteuert werden.

20 bis 30 Tage nach der Nervenverletzung kehrte bei den Katzen das normale Greifverhalten zurück, hatten offenbar andere Nervenfasern deren Funktion übernommen. Dank solcher Erkenntnisse hoffen die Physiologen, menschlichen Patienten, deren Handmotorik durch Gehirnläsionen oder -tumore geschädigt ist, besser helfen zu können.

"Es gibt zwei grundsätzlich unterschiedliche Typen von Handbewegungen", erläutert Illert. "Solche, die durch ständige Rückkoppelung gesteuert werden, zum Beispiel das Schreiben. Sie ermöglichen vorsichtige, filigrane Bewegungen. Und dann gibt es die ballistischen Bewegungen, bei denen ein Bewegungsprogramm abgerufen wird und sehr schnell abläuft. Es ist dann aber nicht mehr modifizierbar und nicht hundertprozentig genau." Mittels solcher Bewegung fängt der Mensch einen Ball oder teilt einen Kinnhaken aus, und die Katze erbeutet damit einen Vogel. Doch 100 bis 200 Millisekunden vergehen, bis sich das Bewegungsprogramm in der Großhirnrinde formiert, an die Muskeln gelangt und sie aktiviert. Deshalb schickt die Katze erst einmal die Pfote dorthin, wo sie den Vogel etwa 200 Millisekunden später erwartet. Für letzte Korrekturen dieses evolutionär entstandenen und durch tägliche Übung perfektionierten Programmablaufs verfügt die Katze sogar über eine hyperschnelle direkte Nervenverbindung zwischen Pfote und Auge.

Doch die motorische Steuerung ist nur ein Aspekt der Handbewegung. "Die Hand ist auch ein wichtiges Sinnesorgan", betont Illert. "Sie ‚sieht‘ im Dunkeln und um die Ecke herum. Neben der Zunge haben die Finger im Gehirn die größten sensorischen Repräsentationsareale." Diese Hirnregionen verarbeiten jene Informationen, die die Hand erfühlt: Mindestens vier Typen der vielen tausend Tastkörperchen sowie Zehntausende freier Nervenenden an Fingerspitzen und Handflächen senden ihre "Sicht" der Welt ans Hirn und machen sie "begreifbar". In diesem erfüllten Universum können sogar Blinde Bälle fangen oder in zuvor durch Tasten inspizierter Umgebung Fahrrad fahren.

Die Wiederherstellung dieser sensorischen Fähigkeiten ist unter anderem Ziel bei der Behandlung von verletzten oder fehlgebildeten Händen. "Das Wesentliche an der Hand ist das Gefühl, und deshalb ist die unvollkommen chirurgisch rekonstruierte Hand noch immer besser als die beste Prothese", sagt Anna-Maria Selzer, Oberärztin am Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Boberg in Hamburg. Dort, an der größten Handchirurgischen Abteilung Deutschlands, operieren Spezialisten täglich durch Unfälle verletzte und verstümmelte, an Sehnen, Muskeln, Nerven oder Knochen erkrankte oder durch angeborene Fehlbildungen beeinträchtigte Hände.

Verletzte etwa, deren Nerven dort durchtrennt sind, wo der Handteller in die Finger übergeht, können ihre Hand normal bewegen, denn die Finger werden über Sehnen gestreckt und gekrümmt. Die Finger selbst haben keine Muskeln und daher nur sensible Nervenfasern. Dennoch können solche Patienten ihre Hände schlecht gebrauchen, weil Fein- und Tastgefühl fehlen. Wer im Winter einmal eine Schneeballschlacht ohne Handschuhe gemacht hat und dann mit tauben, steifen Fingern in seine warme Wohnung zurückgekehrt ist, weiß, wovon die Rede ist.

Zum Glück haben einige Nerven die Fähigkeit, sich nach einer Durchtrennung zu regenerieren: Nach mikrochirurgischer Naht der Nervenhülle, zum Beispiel an Hand und Unterarm, wachsen die einzelnen Nervenfasern mit einer Geschwindigkeit von einem Millimeter pro Tag. Die meisten der in der Hülle gebündelten Fasern finden und verbinden sich wieder: Gefühl und Motorik kehren im Laufe von Monaten und Jahren größtenteils zurück.

Dank der Kunst der Handchirurgen und dieser erstaunlichen Regenerationsfähigkeit können Betroffene oft auch nach erheblichen Handverletzungen wieder ordentlich greifen. Und selbst wo Finger völlig fehlen - bei angeborenen Fehlbildungen oder nach Unfällen -, besteht Hoffnung: In diesen Fällen transplantieren die Mediziner Zehen an die Hand, verbinden dort Knochen, Sehnen und Nerven miteinander und schaffen eine zwar unvollkommene, aber doch funktionierende Hand. Zwei opponierbare also wie der Daumen und ein Finger gegeneinander zu stellende - Glieder reichen für den sogenannten Präzisionsgriff aus. Und der ist eine der wichtigsten Bewegungen der menschlichen Hand.

Die Geschichte des opponierbaren Daumens begann vor rund 60 Millionen Jahren mit den ersten Primaten. Das Grundmuster unserer "Vorderextremität" hat allerdings einen viel früheren Ursprung: Ein quastenflossiger Fisch mit fünfstrahliger Vorderflosse - ein Verwandter des heutigen Lungenfisches - schickte sich vor mehr als 350 Millionen Jahren an, das Land zu erobern. Er wurde zum Urahn der Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere. Noch immer tragen daher viele der heutigen Wirbeltiere fünf Zehen, die sich beim Menschen zum hochspezialisierten Greiforgan ausgeformt haben.

Wer je im Zoo den Schimpansen, Orang-Utans oder Gorillas intensiver zugeschaut hat, wird beeindruckt sein, wie sehr das Verhalten dieser Menschenaffen an Homo sapiens erinnert. Das gilt besonders für den Einsatz der Hände - wenn die Affen beispielsweise eine Banane verzehren, sich am Fell kratzen, zärtlich die Hand des Partners ergreifen oder einen Gegenstand untersuchen. Die Menschenaffenhand zeigt ein der unseren durchaus ebenbürtiges Geschick selbst was die Feinmotorik betrifft.

Holger Preuschoft und seine Mitarbeiterin Marianne Christel von der Abteilung Funktionelle Morphologie am Institut für Anatomie der Universität Bochum haben das in einem Experiment nachgewiesen. Sie streuten Trockenfutter aus - Gries, Hafer, Hirse- oder Weizenkörner - und beobachteten wie Schimpansen und Menschen es mit den Fingern auflasen. Preuschoft: "Abgesehen davon, daß Schimpansen beim Aufsammeln kleiner Gegenstände die Spitze des Daumens in die Beuge des Zeigefingers legen, statt wie Menschen die Spitzen von Daumen und Zeigefinger zum Präzisionsgriff zusammenzubringen, gab es keine signifikanten Unterschiede."

Auch was die Ausstattung der Hände mit Sinneszellen betrifft, sieht Preuschoft kaum Differenzen. "Was der Mensch mit seiner Hand darüber hinaus leisten kann, hat nichts mit der Anatomie der Hand, sondern einzig mit dem Gehirn zu tun."

Der Schlüssel zum Verständnis der "Handwerdung" bei Affen und Menschen liegt für den Bochumer Morphologen in der Anpassung unserer Vorfahren an das Leben auf Bäumen. Um auf den Ästen Halt zu finden, mußten die Ur-Primaten eine Pfote ausbilden, die nicht nur Druckkräfte beim Laufen am

Boden auffangen konnte. Sie mußte vielmehr auch die Finger einhaken können, um Äste zu umfassen und an ihnen entlang zu hangeln. Außerdem hatte sie Reibungskräfte und Drehmoment zu übertragen, damit das Tier gegen Wegrutschen und -drehen auf dem Ast gefeit war.

So entwickelte sich bei den äffischen Ahnen im Lauf der Evolution eine Extremität mit langen, einzeln beweglichen Fingern. Gegen das Rutschen half ein spezielles "Reifenprofil" - jenes System aus Fingerleisten, das einem jeden von uns heute den unverwechselbaren Fingerabdruck beschert und das die Reibung um rund 20 Prozent erhöht. Außerdem "erfanden" die frühen Baumbewohner ein spezielles "Haftmittel", mit dem Finger noch besser halten: den Hand- und Fußschweiß. Dieses System wird immer dann besonders angekurbelt, wenn es für die Primaten brenzlich wird und sie sich in den Baumkronen davonmachen müssen.

Schweißfüße und feuchte Hände bei Erregung und Stress sind somit nichts anderes als uralte, reflexartige Vorbereitungen des Körpers auf Leistungen wie Flucht, Jagd oder Kampf. Mit der Körperkühlung hat der Schweiß an Fußsohle und Innenhand wenig zu tun: Niemals bekommen wir im Schlaf feuchte Hände, auch wenn uns sonst noch so heiß ist. Umgekehrt dauert es morgens eine Weile, bis die "Schmierung" der Hand in Gang kommt - weshalb manche Affen nach dem Erwachen zunächst besonders vorsichtig klettern.

Für die Lebensweise der ursprünglichen Primaten auf den Bäumen war es vorteilhaft, kräftige Hinterbeine zum Springen von Ast zu Ast zu entwickeln, so daß sich das Körpergewicht - im Gegensatz zu den meisten anderen Säugetieren überwiegend auf die hinteren Extremitäten verlagerte.

Damit entwickelte sich das aufrechte Sitzen zu ihrer bevorzugten Ruhestellung - und die Hände wurden frei für neue Aufgaben. Beispielsweise als Hilfsmittel beim Futtern oder Trinken.

Wo andere Tiere mit ihrem langen Hals problemlos hingelangen, hätten die kurzhalsigen Affen ihren Körper in Bewegung setzen müssen. Dank der Hand konnten sie jedoch energiesparend sitzen bleiben und sich alle Nahrung in Reichweite des Armes abpflücken. Ein weiterer Vorteil: Die Nahrung läßt sich mit der Hand prüfen, bevor sie in den Mund befördert wird. Und ein versehentlich mit Blättern oder Früchten aufgenommener Skorpion ist in der Hand weniger gefährlich als im Rachen.

So ist die Anatomie der Hand bereits von unseren äffischen Vorfahren auf die evolutionäre Spitze getrieben worden. Dann aber begannen vor rund zweieinhalb Millionen Jahren Menschenvorfahren, primitive Werkzeuge zu fertigen und zu nutzen. Herstellung und Gebrauch von Werkzeugen erforderten eine ungleich komplexere Steuerung durch das Hirn. Wahrscheinlich löste daher der Umgang etwa mit Faustkeilen einen enormen Entwicklungsschub des Gehirns aus.

Erst diese evolutionäre Wechselwirkung von Hand und Hirn machte die Kombination zu einem Instrument, das die Welt veränderte. Unsere Vorderextremität gewann damit eine Bedeutung, die weit über die Funktion als reines Greif- und Manipulationsorgan hinausgeht.

Davon zeugen auch zahllose Redewendungen: die Trümpfe in der Hand haben, einem das Handwerk legen, blutige Hände haben, die Hand ins Feuer legen, die Hände ringen, zwei linke

Hände haben, jemandem zur Hand gehen unzählige solcher sprichwörtlichen Konstrukte lassen sich zusammentragen.

Die Hände können sogar die Funktion der gesprochenen Sprache komplett übernehmen, wie die Gebärdensprache der Taubstummen belegt. Aber auch wer sich akustisch artikuliert, teilt mit Gesten zusätzliche, wichtige Dinge mit. Psychologen sprechen da von nonverbaler Kommunikation, von Körpersprache.

"Wir unterscheiden die sprachbegleitende Gestik, die sprachunabhängige Gestik und sogenannte Embleme", erläutert Harald Wallbott vom Institut für Psychologie der Universität Salzburg. "Embleme, das sind Handbewegungen mit ganz bestimmter Bedeutung, die praktisch als Ersatz für Sprache verwendet werden." Beispiele dafür sind der berüchtigte "Vogel", mit dem mancher sein Gegenüber als geistig nicht zurechnungsfähig erklären möchte, oder der nicht minder berühmte "Stinkefinger".

Eine simple Geste kann dem gesprochenen Wort sogar überlegen sein. Die Aufforderung, "Versuchen Sie mal eine Wendeltreppe zu beschreiben!", ist eines von Wallbotts schlagenden Beispielen. Und tatsächlich nimmt sein Gegenüber unwillkürlich die Hand zu Hilfe und macht eine eindeutige Geste, während er stammelt: "Das ist eine Treppe, die im Kreis, nach oben, sich windet, äh..."

Im Alltag ist die Gestik oft sprachbegleitend. Vermutlich gibt es zwischen Sprache und der Gestik enge Zusammenhänge im Gehirn. Versuchspersonen, die daran gehindert wurden, ihre Hände beim Reden zu bewegen, sprachen weniger differenziert und weniger flüssig, hatten Formulierungsprobleme, und sogar die Sprachinhalte wurden beeinflusst.

Umgekehrt helfen Gesten, die Worte eines Redners verständlicher zu machen, insbesondere, wenn das Publikum so weit entfernt ist, daß es die Gesichtsmimik kaum mehr wahrnimmt. Deshalb auch gestikulieren Theaterschauspieler intensiver als Filmschauspieler. Adolf Hitler nahm in den zwanziger Jahren Unterricht bei dem Schauspieler Basil, der am Königlichen Hoftheater in München heroische Rollen spielte. Von ihm soll der nachmalige "Führer" gelernt haben, die Hände bei öffentlichen Auftritten publikumswirksam einzusetzen und seine Zuhörer statt mit Argumenten mit Gesten und Körpersprache für sich einzunehmen.

Mitunter jedoch verrät die Gestik oder ihr Mangel auch, ob jemand lügt. So zeigte ein Forscher einer Gruppe von Leuten einen "schönen" Film, über dessen Vorzüge die Probanden hinterher schwärmen sollten. Eine zweite Gruppe bekam einen Film mit abstoßendem Inhalt zu sehen, sollte ihn aber trotzdem als schön empfunden loben. Die „Lügner“ entlarvten sich durch eine auffallend reduzierte sprachbegleitende Gestik.

Und manchmal kommt es vor, daß es einem die Sprache verschlägt, daß einem die richtigen Worte einfach nicht einfallen. Wenn man sich dann am Kopf kratzt, so ist das womöglich eine unbewusste Art der Stimulierung des Gehirns oder eine Übersprungshandlung aus Verlegenheit. Solche sprachunabhängigen Bewegungen der Hände - dazu gehören auch das Trommeln mit den Fingern auf dem Tisch, das Händereiben und dergleichen verraten vieles über den inneren Zustand, über Erregung oder Nervosität eines Menschen. Zusammen mit anderen nonverbalen Signalen des Körpers sind sie Grundlage der sozialen Kommunikation.

Als unbewußtes Sprachwerkzeug teilen die Hände nach den Erkenntnissen von Fachleuten für nonverbale Kommunikation beispielsweise mit, ob jemand vertrauensselig und friedlich gestimmt sei (die offene Hand wird gezeigt) oder er sich unsicher und bedroht fühle (die Hand wird zugedeckt oder sucht Halt). Die geballte Faust drücke aggressive Entschlossenheit aus, die nach rückwärts gezogenen Arme ein passives Gewährenlassen.

Wenig allerdings offenbart die Psychologie des Gestikulierens darüber, wie das Gehirn die Hand steuert, wie es Bewegungen organisiert und kontrolliert. In diesem Zusammenspiel aber muß die Antwort auf die Frage zu finden sein: Was macht die menschliche Hand so einmalig in der Welt des Lebendigen?

Erste Hinweise auf den Einfluß der grauen Zellen auf die Motorik gaben Experimente Wilder Penfields in den dreißiger Jahren. Der kanadische Neurologe hatte die Hirnrinde von Epilepsie-Patienten elektrisch stimuliert und festgestellt, daß bei der Reizung eines bestimmten Hirnareals ein Körperteil zu zucken begann. 1950 publizierten Penfield und ein Kollege den Nachweis, daß die sensorischen Fähigkeiten der Hand in der Großhirnrinde mehr Areal als jedes andere Organ beanspruchen.

In jener Zeit stellten sich Wissenschaftler die Bewegungssteuerung ähnlich der einer Marionette vor: Von einem eng umgrenzten Fleck auf der Großhirnrinde gingen Impulse an den zugehörigen Körperteil und bewegten ihn wie ein Faden, der entweder an Arm, Hand oder Bein der Marionette zieht. Inzwischen sind die Forscher von der starren Zuordnung bestimmter Hirnareale zu bestimmten Körperteilen abgerückt. Vielmehr sehen sie die motorische Repräsentation eines Körperteils als ein komplexes, über die Hirnrinde verstreutes Mosaik an - vergleichbar mit der Speicherung einer digitalen Datei, die in vielen, an unterschiedlichen Stellen abgelegten Häppchen auf einer Festplatte oder Diskette erfolgt.

Hinzu kommt, daß die Zuordnung jener Gebiete im Gehirn nicht starr ist, sondern sich durch Gebrauch und Nichtgebrauch ändert auch hier paßt das Bild von der digitalen Datei, die bearbeitet und dadurch in ihrer Größe verändert wird. Das konnte beispielsweise ein spanisches Physiologenteam bei Versuchen mit Probanden belegen, die die Braille-Blindenschrift erlernten. Es stellte sich heraus, daß sich jenes Gehirnareal, das für die Sensomotorik der Fingerbewegungen zuständig war, während der ersten sechs Monate jeweils einige Stunden nach dem Üben drastisch vergrößerte. Am nächsten Tag war es wieder normal. Nach einem halben Jahr jedoch blieb das Hirngebiet, das für den Zeigefinger zuständig ist, permanent größer, das für die angrenzenden Finger hingegen schrumpfte etwas.

Wie feinfühlig Motorik und Sensorik bei der Steuerung der Hand zusammenarbeiten, zeigen auch Experimente einer Forschergruppe aus Kanada. Versuchspersonen mußten Zylinder unterschiedlichen Gewichts und unterschiedlicher Textur mit dem "Präzisionsgriff" von Daumen und Zeigefinger hochheben. Gemessen wurde dabei die Kraft, mit der die Finger zupackten. Es stellte sich heraus, daß die Fingerkraft sowohl vom Gewicht des Zylinders abhängt als auch von dessen Oberfläche: Je schwerer der Gegenstand und je schlüpfriger die Oberfläche, desto stärker der Griff.

Dabei berücksichtigt das Gehirn auch Erfahrungswerte, denn bei neuerlichem Ergreifen eines bereits bekannten Gegenstandes wird die Kraft von vornherein auf das erwartete Gewicht und die Textur des Gegenstandes zugeschnitten. Zudem erhält

das Hirn unablässig sensorische Informationen über Gewicht und Oberflächenbeschaffenheit - sowohl von den Fingern als auch über das Auge und paßt den Druck der Finger über diese Rückkoppelung innerhalb von Millisekunden an sich verändernde Kräfte und Gewichte an.

Trotz Erforschung solcher Details ist die Wissenschaft noch weit davon entfernt, die Hand wirklich zu begreifen. So resümiert denn der Kieler Physiologe Illert: "Zwar sind die Prinzipien der Muskelsteuerung bei einfachen Greifbewegungen weitgehend klar. Doch die Motorik in Verbindung mit der Sensorik ist noch nicht verstanden. Und auch - das eigentlich Interessante wie die Hand in einen Verhaltenskontext gebracht wird, zum Beispiel beim Gestikulieren im Gespräch, ist physiologisch noch völlig ungeklärt."

Für den Hände-Freund Norbert Nemetz indes ist das kein Manko, sondern ein Grund mehr, in der Hand etwas Besonderes, Rätselhaftes, Faszinierendes zu sehen. Und deshalb hat er der Hand inzwischen zu einem eigenen Museum verholfen. Der Bürgermeister seiner Heimatstadt hatte den Elektromeister gedrängt, seine Sammlung der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Und so wurde im Mai 1996 in Wolnzach das Museum "Kulturgeschichte der Hand" eröffnet, das die 200 interessantesten Gegenstände der Sammlung darunter Original-Lithographien und Drucke von Picasso und Dali - zeigt und weltweit nicht seinesgleichen hat.

Sein Wandel zum Museumsdirektor hat Nemetz zwar von dem Zwang befreit, ständig neue Objekte suchen zu müssen. Dennoch meint er am Ende des Rundgangs durch sein Handwerk mit dem leicht gequälten Blick des Perfektionisten: "Man kann der Hand in einem Museum einfach nicht gerecht werden. Sie ist zu komplex." Da würden die Kollegen aus der Wissenschaft nicht widersprechen.

Um sein Manuskript in den Computer zu tippen, benötigte GEO-Redakteur Henning Engeln, 43, mehr als 25000 Fingerbewegungen - und war sich nach Recherchen in Sachen Hand bewußt, welche komplexe neuronale Steuerung hinter solcher Leistung steht.

Henning Engeln (GEO, Nr.7/ Juli 1997)