



## Quarks & Co „Die Hand“



**Autoren:**

Katrin Buchwalsky  
Ulrich Grünewald  
Sabine Guth  
Judith König  
Georg Wieghaus

**Redaktion:**

Cladia Heiss

27 Knochen, 36 Gelenke und 39 Muskeln – so lauten die technischen Daten eines Hochleistungswerkzeugs: der menschlichen Hand.

Sie kann zart streicheln, hart zupacken, feinste Oberflächen ertasten und Präzisionsarbeit leisten. Die Hand ist ein nahezu unverzichtbares Werkzeug für uns. Mehr als 20.000 Menschen in Deutschland jedoch fehlt eine Hand. Sie sind auf Prothesen angewiesen.

Inwieweit ist es überhaupt möglich, die menschliche Hand nachzubauen?

Und kann man mit einer künstlichen Hand auch fühlen?

**Quarks & Co** stellt die neuesten Forschungsergebnisse vor.

Außerdem gehen wir folgenden Fragen nach:

Was macht den Menschen zum Rechts- bzw. Linkshänder?

Haben eineiige Zwillinge eigentlich den selben Fingerabdruck?

Wie werden die Bewegungen unserer Hand vom Gehirn gesteuert?

Gehen Hände, Hufe, Flügel und Pfoten tatsächlich auf den gleichen evolutionären Ursprung zurück?

Und warum ist der Daumen der wichtigste Finger der Hand?

## Die fünfstrahlige Hand



Die Grundelemente sind bei allen Säugetieren gleich

Die vorderen Extremitäten aller Säugetiere sind aus den gleichen Elementen aufgebaut: 31 Knochen bilden den gesamten Arm. Jedes Säugetier hat die Anlage für fünf Finger: die so genannte fünfstrahlige Hand. An diesem Grundbauplan hat sich durch Anpassung an die verschiedenen Lebensräume bei den einzelnen Säugern nicht viel geändert. Lediglich die Länge der einzelnen Knochen ist unterschiedlich. Bei manchen Tieren sind bestimmte Knochen länger, bei anderen kürzer, bei einigen sind sie verschmolzen oder haben sich ganz zurückgebildet.

### Der Mensch – ein Alleskönner



Der Arm des Menschen ist frei beweglich

Arm und Hand des Menschen sind echte Alleskönner. Lediglich vier der 31 Knochen bilden den Arm: Oberarmknochen, Elle, Speiche und Schulterblatt. Im Vergleich zu anderen Tieren hat der menschliche Arm eine enorme Bewegungsfreiheit. Insgesamt 27 Knochen sind auf die Hand verteilt, die aus acht Handwurzelknochen, fünf Mittelhandknochen und 14 Fingerknochen besteht. Die Handknochen sind sehr kompakt und feingliedrig. Da der Arm dem Menschen nicht zur Fortbewegung dient, hat sich die Hand im Laufe der Evolution kaum spezialisiert. Sie ist perfekt für den universellen Einsatz.

### Die Katze – der perfekte Jäger



Als Zehengänger bewegen sich Katzen fast lautlos fort

Katzen sind Zehengänger: Sie laufen auf ihren Zehenspitzen. Die Knochen der Mittelhand sind im Vergleich zum Menschen deutlich länger. Dadurch erreichen sie eine höhere Sprintgeschwindigkeit. Auf kurzen Strecken sprinten Hauskatzen mit Geschwindigkeiten von bis zu 48 Kilometern pro Stunde. Auf ihren gepolsterten Sohlen können sie sich nahezu lautlos fortbewegen. Anschleichen und Sprinten - diese Fähigkeiten machen Katzen zu erfolgreichen Jägern.

### Das Pferd – immer bereit zur Flucht



Die große Schrittlänge des Pferdes spart Energie auf langen Strecken

Pferde sind Huftiere. Die gesamte Beschaffenheit des Pferdes, so auch sein Knochengestütze, sind auf Blitzstart (Flucht) und das Zurücklegen weiter Strecken ausgebildet. Die Schritte des Pferdes sind deswegen besonders groß, weil der gesamte Fuß senkrecht steht und das Pferd nur noch mit den Zehenspitzen den Boden berührt. Die Mittelhandknochen sind stark verlängert. Elle und Speiche des Unterarmes sind zu einem Knochen verschmolzen. Sie treten sozusagen nur mit dem Mittelfinger auf. Die anderen Zehen haben sich beim Pferd im Laufe der Evolution zurückgebildet. Das Pferd läuft auf der Hornschicht des Hufs – dem eigentlichen Fingernagel – und ist damit unempfindlich gegenüber der Bodenbeschaffenheit

### Der Maulwurf – ein Schaufelbagger



Die verwachsenen Finger bilden perfekte Schaufeln

Die Vorderbeine des Maulwurfs sind zu mächtigen Schaufeln umgewandelt. Die Oberarmknochen sind verkürzt und die Finger miteinander verwachsen. Sie enden in schaufelförmigen Krallen, mit denen er beim Graben schnell vorankommt. In einer einzigen Nacht kann er Tunnel von fast 100 Metern Länge anlegen. Der walzenförmige Körper ist äußerst gelenkig: Der Maulwurf dreht sich per Rückwärtsrolle im engen Gang um 180°, um die zuvor nach hinten geschaufelte Erde in Richtung des nächstgelegenen Maulwurfhaufens nach draußen zu befördern.

### Die Fledermaus – der Flieger unter den Säugetieren



Die elastischen Knochen der Flughand widerstehen den Biegekräften im Flug ausgezeichnet

Die Anpassung an den Flug wird besonders bei den vorderen Extremitäten deutlich: Die Unterarme, die Mittelhand- und Fingerknochen sind enorm verlängert, während der Daumen sehr kurz ist und als einziger Finger eine Kralle hat. Der Knochenbau erscheint zarter und zerbrechlicher, als er in Wirklichkeit ist. Besonders die dünnen Knochen der Flughand sind elastisch und durch eine kompakte Schichtung der Knochen-substanzen sehr fest: Sie widerstehen den Biegekräften im Flug ausgezeichnet. Die Tragfläche des Flügels wird von der Flughaut gebildet. Sie umfasst die Vorderextremitäten (ohne die Daumen), die Hinterbeine und bei den meisten einheimischen Arten auch den Schwanz.

### 31 Knochen und endlose Kombinationen

Natürlich sind dies nur einige Beispiele für die vielen Kombinationsmöglichkeiten der Arm- und Handknochen. Sie gehen alle von dem gleichen Grundbauplan aus. Auch die Flossen von Delphinen oder Walen, die zu den Säugern gehören, sind nichts anderes als Arme mit Händen.

Katrin Buchwalsky

## Primatenhände

### Menschliche und nichtmenschliche Primatenhände

Die fünfstrahlige Hand, das ist eine Hand mit fünf Fingern, war im Ursprung allen Säugetieren gemein. Allerdings haben nur noch die Primaten, also Affen, Halbaffen und Menschen, diese "ursprüngliche" Hand. Je nachdem, wo die verschiedenen Arten ihren Lebensraum gefunden haben, veränderten sich ihre Hände: Sie passten sich dem Lebensraum an.

### Makaken – (Macaca)

Makaken gehören zur Gattung der Meerkatzen. Sie leben am Boden oder auf Bäumen und sie gehen sogar ins Wasser: Makaken können gut schwimmen. Mit dem Menschen sind sie nur entfernt verwandt. Dennoch sieht eine Makakenhand der menschlichen Hand sehr ähnlich; sogar ähnlicher, als eine Menschenaffenhand. Das liegt daran, dass sich die Hände der Menschenaffen im Laufe ihrer Entwicklung spezialisiert haben.

### Orang-Utan – (Pongo pygmaeus)



Hangelndes Orang-Utan-Männchen

Der Orang-Utan, ein großer afrikanischer Menschenaffe, bewohnt die oberen Baumwipfel. Seine Hände haben die perfekte Form für einen Schwingkletterer: eine längliche Handfläche mit vier etwa gleich langen Fingern. Der Daumen sitzt am unteren Ende des Handtellers und ist recht kurz. Mit diesen "Spezialisierungen" kann der Orang-Utan eine Hakenhand bilden, die ihm sicheres und präzises Greifen und Festhalten ermöglicht. Um an sein Futter zu gelangen, benutzt der Orang-Utan sogar Hilfsmittel: Er gebraucht Äste, mit denen er an Termiten herankommt. Allerdings ist das Bewegungsrepertoire seiner Hand, im Gegensatz zu der des Menschen, durch den kurzen Daumen beschränkt.

### Gorilla – (Gorilla gorilla)



Gorilla mit verhornten Hautpolstern vom Knöchelgang

Der Gorilla ist der größte und schwerste Menschenaffe. Er hält sich hauptsächlich auf dem Boden auf. Seine Arme sind sehr kräftig mit breiten Händen und relativ kurzen Fingern. Der Gorilla ist ein so genannter Knöchelgänger: Er kann sein Handgelenk überstrecken und sich auf den Knöcheln fortbewegen. Damit hat er eine "modernere" Hand als der Mensch.

### Schimpanse – (Pan troglodytes, Pan satyrus)



Die Schimpansenhand ist der menschlichen sehr ähnlich; nur der Daumen ist wesentlich kleiner

Der Schimpanse gilt als der nahesten Verwandte des Menschen. Tatsächlich ist das genetische Material von Schimpanse und Mensch zu 98,7 % identisch.

Der Schimpanse ist als Wald- und Savannenbewohner auf dem Boden genauso zu Hause wie in den Bäumen. Auch er benutzt Hilfsmittel bzw. Werkzeuge zur Abwehr von Feinden und zur Nahrungssuche.

Die Hände von Schimpanse und Mensch sehen sich sehr ähnlich und die Finger sind von vergleichbarer Größe. Mit einer Ausnahme: Der menschliche Daumen ist im Verhältnis viel größer als der des Schimpansen. Deswegen kann der Schimpanse zwar Präzisionsgriffe ausführen, allerdings nicht den vierten und fünften Finger zur Daumenbasis krümmen. Sein Griff bei Drehbewegungen ist demzufolge auch relativ schwach.

### Mensch



Präzisionsgriff: Der Daumen wird einem anderen Finger gegenüber gestellt

Die menschliche Hand ist zwar auch eine typische Primatenhand, aber sie ist nicht spezialisiert und insofern "primitiv". Gerade, weil sie sich nicht spezialisiert hat, ist die Hand des Menschen unglaublich vielseitig. Ihre besonderen Fähigkeiten liegen in der Feinmotorik - eine Fähigkeit, die jedoch in erster Linie der Entwicklung des menschlichen Gehirns zu verdanken ist. Professor Carsten Niemitz von der Freien Universität Berlin sagt dazu: "Wir haben ein tolles Hirn für eine primitive Hand".

### Entwicklung zum Feinmotoriker

Laut Frank R. Wilson setzte schon der Gebrauch vorgeschichtlicher Steinwerkzeuge einiges voraus: Die Hand musste sich der Form natürlicher Gegenstände anpassen können und die starken Belastungen ertragen, die die Stöße der Steine und Faustkeile hervorrufen. Das Arbeiten mit diesen Werkzeugen über mehrere Millionen Jahre hat die menschliche Hand geformt.

Sabine Guth

## Links – und Rechtshänder

Nur jeder Zehnte benutzt die linke Hand, um zu schreiben, zu malen oder um einen Ball zu werfen. Lediglich zwei Prozent aller Menschen können beide Hände gleich gut benutzen und der große Rest ist eindeutig mit der rechten Hand stärker und geschickter. Wieso das so ist, darüber sind sich die Wissenschaftler noch nicht einig.

### Fifty-fifty im Tierreich

Im Tierreich gibt es eine solche Vorliebe für Rechts nicht. Zwar haben auch viele Tiere eine bevorzugte "Hand": Katzen fischen mit ihrer "Lieblingspfote" nach dem Wollknäuel unter dem Sofa. Aber diese Vorliebe variiert von Katze zu Katze: 50 % der Katzen benutzen dafür ihre linke Pfote und 50 % die rechte. Auch die nächsten Verwandten des Menschen, die Menschenaffen - also Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans - haben keine Vorliebe für die rechte Hand.

### Auch Hände können sprechen



Noch vor 20 Jahren waren Menschen, die mit Links schreiben, selten: Sie wurden "umgeschult"

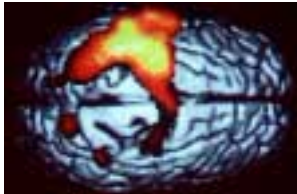
Die ausgeprägte Rechtshändigkeit scheint in der Evolution einzigartig zu sein und nur beim Menschen vorzukommen. Ebenso wie die Sprache, die nur der Mensch entwickelt hat. Deswegen vermuten viele Forscher, dass die Vorherrschaft der rechten Hand im Zusammenhang mit der Entwicklung der Sprache steht. Immerhin liegen Sprachzentrum und die Steuerung der rechten Hand - zumindest bei den meisten Menschen - in der gleichen, nämlich linken Gehirnhälfte. Aber wo genau liegen die Berührungspunkte von "Hand" und "Sprache"? Mittels gestischer Sprache können wir auch mit den Händen sprechen. Insofern ist die Hand, mit der wir gestikulieren, auch ein "sprechendes" Organ. Um eine schnelle Kommunikation zu ermöglichen, erscheint es also als sehr sinnvoll, dass Sprach- und Handsteuerungszentrum räumlich eng beieinander liegen. Für diese Theorie spricht auch, dass ein Teil des Sprachzentrums, das so genannte Broca-Zentrum, entwicklungsgeschichtlich aus einem motorischen Areal im Gehirn entstanden ist: Eine Hirnregion, in der früher Gesten und Imitationen verarbeitet wurden. Auch heute noch findet man in diesem Areal Aktivität bei gehörlosen Menschen, die sich in Gebärdensprache unterhalten.

### Die Rolle der Gene

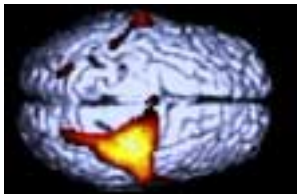
Es existieren noch zahlreiche andere, teilweise abenteuerliche Erklärungsmodelle für die vorherrschende Rechtshändigkeit. Einige Wissenschaftler sind der Meinung, dass die Rechtshändigkeit genetisch begründet ist. Sie beobachteten, dass Föten schon in der 10. Woche bevorzugt mit Rechts "hantieren". Gegen diese genetische Vorbestimmtheit spricht allerdings die Zwillingsforschung: Es gibt eineiige Zwillinge, von denen einer rechts- und der andere linkshändig ist.

Auch soziale Faktoren werden oft als Grund für die überwiegende Rechtshändigkeit ins Feld geführt: Schließlich ist unsere Welt in sehr hohem Maße auf Rechtshänder ausgerichtet: Man gibt sich die rechte Hand zur Begrüßung, hält das Messer rechts und schreibt rechts. In einigen Kulturen gilt die linke Hand gar als unrein.

### Der umgeschulte Linkshänder



So sehen die Aktivierungsmuster des Gehirns beim Schreiben aus:  
a) Rechtshänder



b) Linkshänder



c) umgeschulter Linkshänder

Linkshändigkeit wurde lange Zeit als unnormal angesehen. In der Schule erzog man die Linkshänder kurzerhand um. Für viele Kinder war das mit großen Schwierigkeiten verbunden, weil die rechte Hand einfach nicht so wollte wie die linke.

### Ein Linkshänder wird nie zum echten Rechtshänder

Umgeschulte Linkshänder sind heute für Händigkeitforscher von großem Interesse. In einer Studie der Technischen Universität in München wurde die Gehirnaktivität von Rechtshändern, Linkshändern und umgeschulten Linkshändern miteinander verglichen. Beim Schreiben wiesen Rechtshänder Aktivität in der linken Hirnhälfte auf und Linkshänder in der rechten Gehirnhälfte. Bei umgeschulten Linkshändern dagegen gab es Aktivitäten in beiden Hirnhälften. Das Gehirn hat also nur zum Teil umgelernt. Ein Teil der Steuerung verbleibt - trotz Umschulung - in der Gehirnhälfte, die ursprünglich für die Steuerung der linken Hand verantwortlich war: in der rechten Gehirnhälfte.

### Mythen

Viele Mythen ranken sich um die Händigkeit. So sollen Linkshänder kreativer sein als Rechtshänder. Als Grund dafür wird angeführt, dass bei Linkshändern die dominante Hand von der rechten Gehirnhälfte gesteuert wird, also von der Gehirnhälfte, die kreativ und ganzheitlich arbeiten soll. Tatsächlich gibt es Statistiken, die belegen, dass in kreativen Berufen ein höherer Prozentsatz von Linkshändern arbeitet. Viele Forscher glauben jedoch, dass das ein Folge des "Immer-Etwas-Anders-Seins" der Linkshänder ist.

### Der Händigkeitstest

Wenn Sie jetzt glauben, eigentlich ein Linkshänder zu sein, dann machen Sie doch den Test auf den folgenden Seiten mit uns.



Judith König

Umgeschulte Linkshänder sind heute für "Händigkeitforscher" von großem Interesse

## Händigkeitstest

Sie halten sich für einen Rechtshänder, nur weil Sie mit der rechten Hand schreiben? So einfach ist es mit der Händigkeit aber nicht. Um mehr Gewissheit darüber zu bekommen, was für ein "Händer" Sie wirklich sind, ist mehr nötig. Quarks & Co schafft da Abhilfe!

Wir haben für Sie 16 Fragen zum Thema "Mit welcher Hand führen Sie welche Tätigkeit aus" zusammengestellt.

Um den Test richtig durchführen zu können, ist es nicht notwendig, die jeweiligen Gegenstände tatsächlich auch zu verwenden. Es reicht völlig aus, sich die Tätigkeiten vorstellen oder sie mit einfachen Hilfsmitteln zu simulieren.

An dieser Stelle bedanken wir uns herzlich bei Frau Dr. Johanna Barbara Sattler von der ersten deutschen Beratungs- und Informationsstelle für Linkshänder und umgeschulte Linkshänder in München. Sie hat diesen Test entwickelt und uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

	links	unterschiedlich	rechts
1. Mit welcher Hand halten Sie die Zahnbürste beim Zähneputzen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Welche Hand benutzen Sie, um einen Gegenstand aus einem Gefäß zu nehmen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Welche Hand benutzen Sie, um Blumen zu gießen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Mit welcher Hand greifen Sie nach Gegenständen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Sie feilen Ihre Nägel und halten dabei die Nagelfeile in der linken Hand. Welche Hand bewegen Sie beim Feilen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Sie nehmen Besen und Kehrschaufel zur Hand. In welcher Hand halten Sie dabei den Besen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sie nehmen den Deckel eines Behältnisses ohne Schraubverschluss ab. In welcher Hand halten Sie den Deckel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Sie zünden ein Streichholz an. In welcher Hand halten Sie das Streichholz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



	links	unterschiedlich	rechts
9. Mit welcher Hand unterschreiben Sie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. In welcher Hand halten Sie einen Tischtennis-Schläger?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Sie bestreichen sich ein Butterbrot. In welcher Hand halten Sie das Messer?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. In welcher Hand halten Sie den Löffel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. In welcher Hand halten Sie die Schere?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Mit welcher Hand halten Sie das Messer beim Kartoffelschälen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. In welcher Hand halten Sie einen Schraubenzieher?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Mit welcher Hand führen Sie das Bügeleisen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Erläuterung:

Wenn sie mindestens 12 Fragen zugunsten einer Hand beantwortet haben, können Sie auch sicher sein, dass sie links- bzw. rechtshändig sind; insofern nicht schon sehr früh eine Umschulung stattgefunden hat, oder ein Krankheit den Handgebrauch beeinflusst hat.

Bei einem unklaren Ergebnis sollten sie aber von einer weiteren Selbsttestung absehen und stattdessen vielleicht Rat suchen in der Beratungsstelle für Linkshänder:

Dr. Johanna Barbara Sattler  
 Erste deutsche Beratungs- und Informationsstelle für  
 Linkshänder und umgeschulte Linkshänder  
 Sendlinger Str. 17, 80331 München, Tel. 089 / 26 86 14  
[www.lefthander-consulting.org](http://www.lefthander-consulting.org)

Sehr viele Faktoren können zu einem uneindeutigen Handgebrauch führen. Noch vor kurzen war es üblich, Linkshänder in jungen Jahren auf rechts umzuschulen besonders beim Schreiben und Essen zu denken. Oftmals schulen sich Kinder selbst durch Nachahmung auf die rechte Hand um, weil sie so sein wollen wie die anderen Kinder. Gebrauchsgegenstände, die asymmetrisch für die rechte oder linke Hand angelegt sind, wie z.B. die Schere, können zu einer fest eingeübten, automatisierten Handlung mit der nicht dominanten Hand führen und verwirren die Selbsteinschätzung.

Die gestellten 16 Fragen können vier Bereichen zugeordnet werden:

Die ersten 4 Fragen stammen aus dem Bereich „spontane Tätigkeiten, die mit einer Hand ausgeführt werden können und die von Erziehung und Umwelt nicht oder kaum geprägt sind“.

Die Fragen 5-8 befassen sich mit dem Bereich „sehr spontane Tätigkeiten, die mit zwei Händen ausgeführt werden können. Auch diese Tätigkeiten sind nicht oder kaum von der Erziehung oder Umwelt geprägt“.

Die Fragen 9-12 beschäftigen sich mit „Tätigkeiten, die durch Erziehung und Nachahmung geprägt und beeinflusst sind“.

In den Fragen 13-16 geht es schließlich um „Tätigkeiten, die durch technische Vorrichtungen oder durch fehlende Linkshänder-Werkzeuge oder Produkte geprägt sind“.

## Musikerkrankheit



Musikerkrankheit heißt die merkwürdige Erkrankung, bei der sich während des Musizierens ein Finger abspreizt oder einrollt

Robert Schumann hat seine Karriere plötzlich beendet. Der ehemals virtuose Musiker musste seinen Beruf aufgeben, weil sein rechter Mittelfinger ihm partout nicht mehr gehorchen wollte. Statt die Tasten anzuschlagen, rollte er sich ein oder spreizte sich ab. Das war zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Robert Schumann ist der erste Musiker, von dem bekannt geworden ist, dass er unter dieser merkwürdigen Krankheit litt: der so genannten Musikerkrankheit. Die Mediziner sagen dazu: Fokale Dystonie. Unter Musikern ist die Erkrankung keine Seltenheit: Schätzungsweise 1:200-1:500 beträgt die Häufigkeit bei Instrumentalmusikern. Die Mediziner an der Musikhochschule in Hannover haben sich auf diese Erkrankung spezialisiert und betreuen längst Musiker aus ganz Deutschland und anderen europäischen Ländern.

### Musiker, Chirurgen und Urmacher

Die fokale Dystonie ist eine Erkrankung, die nicht nur Pianisten betrifft, sondern auch andere Musiker, die auf das präzise Zusammenspiel ihrer Finger angewiesen sind. Von heute auf morgen folgt ein Finger - manchmal auch mehrere - nicht mehr dem jahrelang einstudierten Bewegungsablauf. Für Pianisten bedeutet es auch heute noch oft das Ende der Karriere. Ein ähnliches Krankheitsbild kann auch Chirurgen, Uhrmacher oder "Schreiber" treffen - bei letzteren wird die Erkrankung dann auch als Schreibkrampf bezeichnet.

### Schlüssel liegt im Gehirn

Mit den Fingern hat das nicht direkt zu tun. Sie sind gesund und machen alle Bewegungen wie gewohnt - bis auf das Klavierspielen. Es liegt also keine Fehlfunktion der Hand oder der sie steuernden Muskulatur vor. Die Ursache liegt vielmehr im Gehirn. In der Großhirnrinde nimmt die Steuerung der Hand ein vergleichsweise großes Areal ein. Das liegt daran, dass in den Fingerspitzen besonders viele Nervenendigungen sitzen, die hier verarbeitet und verschaltet werden. Die Hand ist fortwährend damit beschäftigt, die Umwelt zu "begreifen". Jede neue Information wird hier gespeichert. Auch das virtuose Zusammenspiel der Finger eines Pianisten ist hier "festgehalten". Wenn ein Finger plötzlich nicht mehr das tut, was er jahrelang fast automatisch getan hat, muss der Schlüssel dafür irgendwo in der Steuerzentrale - also im Gehirn - liegen.

### Musikmediziner fündig geworden

Die Mediziner an der Musikhochschule in Hannover konnten tatsächlich eine Anomalie im Gehirn nachweisen und zwar im sensorischen Zentrum der Hand. Dort gibt es für jeden Finger eine eigene "Fühlregion", in der das, was die Finger ertasten, verarbeitet wird. Im sensorischen Areal der kranken Hand konnten die Forscher eine Verschmelzung der normalerweise getrennten Steuerregionen für die einzelnen Finger nachweisen. Oft sind sogar die Regionen von vier Fingern in einem einzigen Punkt miteinander verschmolzen.

### Ursache noch unerforscht



Links: Die "Fühlregionen" der gesunden Hand: jeder Finger hat einen Punkt.

Rechts: Bei der kranken Hand sind die Regionen verschmolzen

Ob diese Verschmelzung im Gehirn die Ursache oder nur die Folge der Erkrankung ist, können die Forscher noch nicht sagen. Auch wodurch die Krankheit letztlich ausgelöst wird, ist noch ein Rätsel. Möglicherweise spielen frühere Verletzungen eine Rolle, die den Musiker zu einer ausgleichenden Bewegung gezwungen haben. Diese Ausgleichshaltung könnte das eingespielte Bewegungsmuster gestört haben. Aber auch Stress und hoher Erfolgsdruck könnten eine Rolle spielen. Inwieweit diese psychischen Aspekte ausschlaggebend sind, wird unter Wissenschaftlern noch diskutiert.

### Umlernen als Therapie

Therapieansätze gibt es bereits. Ziel dabei ist, das alte Bewegungsmuster, das nur noch gestört abläuft, durch ein neues zu ersetzen. Retraining heißt das in der Fachsprache. Ein Musiker muss also lernen, die Tasten ein wenig anders anzuschlagen. Für das Gehirn muss diese Bewegung zu einer neuen Bewegung werden, damit es die alte - oft jahrzehntelang einstudierte - vergessen kann. Die Therapie ist zwar mühsam und langwierig, aber sie zeigt Erfolge.

Judith König

# Gebärdensprache

## Die Sprache der Hände



Gleich beginnen die Hände zu "sprechen"

In den USA kennt jeder Polizist zumindest ein paar ihrer "Begriffe" und Wendungen. Ein Gehörloser, der dort eine Polizeistation aufsucht und sein Anliegen "gebärdet", wird zumindest ansatzweise verstanden. Bei einer deutschen Polizeistation hätte er damit kaum Chancen, denn außer den Gehörlosen selbst, beherrschen hier nur wenige Hörende die Gebärdensprache. Dass diese Sprache in Deutschland immer noch um ihre gesellschaftliche Anerkennung kämpfen muss, hat nicht zuletzt mit etlichen Vorurteilen und Missverständnissen zu tun. Wir haben deshalb den gehörlosen Gebärdensprachdozenten Peter Rapp aus Köln um Aufklärung gebeten und ihn gefragt: Wie leistungsfähig ist die Sprache der Hände? Seine Antwort wurde von einer Gebärdensprachdolmetscherin in die Lautsprache übersetzt.

## Absolut gleichwertig

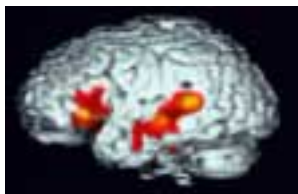


Peter Rapp "gebärdet" ein Gedicht

"Also für mich ist es total klar, dass ich mich mit den Händen unterhalte, genauso wie die Hörenden mit ihrer Stimme und zwar auf demselben Niveau. Nehmen wir das Beispiel "Quantenphysik". Damit könnte ich mich in meiner Sprache auseinandersetzen. Oder ich kann mich in der Gebärdensprache poetisch ausdrücken. Wir haben unsere eigenen Gedichte, kann ich ihnen zeigen ..."

"Genauso gut kann ich mich auch über die Grammatik der Gebärdensprache mit anderen unterhalten und diskutieren. In dem Bereich kenne ich mich aus. Das ist schließlich mein Beruf. Ich bin Gebärdensprachdozent."

## Bildhaft und expressiv



Broca- und Wernicke-Areal in der linken Gehirnhälfte: Sie sind sowohl für die Verarbeitung der Laut- wie auch der Gebärdensprache zuständig

"Die Deutsche Gebärdensprache hat eine spezielle Struktur, sie ist ganz anders aufgebaut als die Deutsche Lautsprache. Was jedem gleich auffällt, ist das Bildhafte der Gebärdensprache und wie wichtig bei uns z. B. die Mimik ist. Weil sie so direkt und expressiv ist, wurde die Gebärdensprache früher häufig als Affensprache bezeichnet. Man hielt sie für primitiv. In den Gehörlosenschulen war es verboten, sie zu benutzen. Die Kinder mussten ihre Hände ruhig aufs Pult legen. Sie wurden ausschließlich in der Lautsprache unterrichtet."

### **Verarbeitet in der linken Hirnhälfte**



Die Gebärdensprache ist sehr ausdrucksstark und direkt

"Gott sei Dank sind diese Zeiten vorbei. Es hat sich vieles geändert. Vielleicht auch, weil man die Gebärdensprache mittlerweile wissenschaftlich untersucht hat. So z. B. an der RWTH-Aachen. Dort hat man herausgefunden, dass die Deutsche Gebärdensprache in derselben Hirnregion der linken Gehirnhälfte verarbeitet wird wie die Lautsprache."

### **Faszinierend auch für Hörende**

"Trotz ihrer Gleichwertigkeit ist die Gebärdensprache etwas ganz Besonderes, gerade weil sie so ausdrucksstark und direkt ist. Wer mit dieser Sprache zu anderen spricht, gibt sehr viel von sich preis. Deshalb sind Hörende auch so fasziniert von ihr. Sie empfinden es als eine besondere Herausforderung, das Gebärden zu erlernen und sich dabei zu öffnen. Das ist wohl der Grund, warum so viele Hörende in meine Kurse kommen."

Georg Wieghaus

## Der Fingerabdruck

In der Schule mag das noch klappen: Man schickt seinen eineiigen Zwilling in die heikle Klassenarbeit. Aber unter Verbrechern? Könnte ein Zwilling allein aufgrund der Fingerabdrücke für die Untaten seines Geschwisters büßen? Sicherlich nicht. Denn, auch wenn bei eineiigen Zwillingen das Erbgut gleich ist, in einer Kleinigkeit unterscheiden sie sich doch: im Fingerabdruck.

### Individualität, die auf der Hand liegt



Wer so deutliche Spuren hinterlässt, wird schnell gefasst

Fingerabdrücke entstehen durch Papillarleisten. Die so genannte Leistenhaut haben wir nur an den Fingern, den Handflächen, den Fußsohlen und Zehenunterseiten. Papillarleisten verlaufen nebeneinander her, gabeln oder unterbrechen sich. Sie zeigen Charakteristiken, die in ihrer Form und Lage zueinander einmalig sind. Wir tragen also sozusagen einen Stempel auf den Fingern. Und zwar einen überaus individuellen. Abschleifen lässt er sich nicht, denn seine Struktur ist in tiefen Hautschichten verankert. Seit 1897 greifen Verbrecher deshalb zu Handschuhen: Damals klärte Scotland Yard das erste Mal ein Delikt aufgrund von Fingerabdrücken.

### Früh festgelegt und unveränderbar



Mit der Abnahme der Fingerabdrücke ist der Täter schon fast überführt

Die Ausformung des Fingerabdrucks, die so genannte Papillarleistenkonfiguration, bildet sich etwa bis zum vierten Embryonalmonat aus. Was genau die Papillarleisten formt, ist noch nicht abschließend geklärt. So könnte etwa der Ernährungszustand des Ungeborenen die Entwicklung des Musters beeinflussen: Eine starke Mangelernährung soll zu Wirbelmustern, eine ausreichende Ernährung zu Bogenmustern führen. Ab dem vierten Embryonalmonat sind die komplexen Formen der Papillarleisten unveränderbar und bis zum Tode festgelegt.

### Grundmuster und Feinheiten

Fingerabdrücke werden in verschiedene Grundmuster eingeteilt. Aussagekräftiger bei der Identifizierung eines Täters sind jedoch die kleinen Feinheiten: der Anfang oder das Ende der Linien oder ihre Verzweigungen. Zwölf solcher Details müssen übereinstimmen, um einen Verbrecher sicher einer Tat zu überführen.

### Preiswert und genau

Auch heute – in Zeiten der DNA-Analyse – sind Fingerabdrücke nach wie vor eines der wichtigsten Beweismittel in der Kriminologie. Denn sie sind nicht nur billiger als die aufwendigen Laboranalysen, sondern gerade bei der Identifizierung von eineiigen Zwillingen differenzierter als die DNA-Analyse.

Katrin Buchwalsky

## Was ist dran am Handlesen?



Handanalysten gibt es schon seit Hunderten von Jahren

"Die Zukunft steht in deinen Händen." Mit dieser Überzeugung interpretieren Handanalysten schon seit mehreren hundert Jahren die Handlinien ihrer Klientel. Die Beugelinien der Hand finden sich dort, wo eine feste Verbindung mit tieferliegenden Hautschichten vorliegt. Obwohl sie Beugelinien heißen, entstehen sie nicht durch Bewegungen der Hand. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Linien in der Hand des Embryo bereits entstehen, bevor die Hände überhaupt bewegt werden können. Ihr Verlauf ist sozusagen von Geburt an festgelegt. Darum glauben Handleser auch, dass sie in den Händen eines Menschen wie in einem offenen Buch lesen können.

### Handlesen auf dem Prüfstand

Quarks & Co wollte wissen: Was ist dran am Handlesen? Wir haben die Handabdrücke von Ranga Yogeshwar an zwölf Handleser geschickt - mit der Bitte um eine Analyse.

Das Ergebnis ist nicht wirklich überraschend. Nicht nur die Preise schwanken (immerhin zwischen 0 und 150 €), auch der Umfang der Analysen war recht unterschiedlich. Mal bekamen wir ein einzelnes bedrucktes Blatt, mal eine gebundene Analyse von über 40 Seiten. In ihren Aussagen sich die Handleser nicht wirklich einig waren. Der eine sah zum Beispiel keine Unfallgefahr, der andere einen drohenden Autounfall. Ein weiterer Handleser legte sich sogar auf die Farbe des Autos fest: Insbesondere bei dunklen oder schwarzen Autos sei die Unfallgefahr deutlich erhöht. Diese Liste der Widersprüche könnten wir beliebig verlängern.

### Barnum-Statements treffen auf jeden zu

Ein ähnlicher Test wurde Ende der 80er Jahre des vergangenen Jahrhunderts auch in Holland gemacht. Zwölf selbsternannte Wahrsager und zwölf absolute Laien sollten aus der Hand lesen. Die Trefferquote lag in beiden Gruppen bei nur einem Prozent. Das entspricht genau der Zufallserwartung.

Ähnlich wie bei den Astrologen sind die Aussagen von Handlesern selbst vieldeutig und werden erst von den Klienten auf ihre spezielle Situation hin interpretiert. Solche Aussagen nennt man auch Barnum-Statements. Das sind Persönlichkeitsbeschreibungen, die fast auf alle Menschen zutreffen; etwa: „Sie sind ein sehr selbstkritischer Mensch.“ Wer würde das nicht von sich behaupten?! Natürlich können Handleser mit solchen Aussagen ihre Klienten um den Finger wickeln. Ein Beweis dafür, dass man die Zukunft aus der Hand lesen kann, sind sie nicht.

Katrin Buchwalsky

## Prothesen als Handersatz?



Im 16. Jahrhundert eine technische Meisterleistung: die Hand des Götz von Berlichingen

*"Warum reicht Ihr mir die Linke? Bin ich die ritterliche Rechte nicht wert?"  
"Und wenn Ihr der Kaiser wärt, Ihr müsstet mit dieser vorlieb nehmen. Meine Rechte, obgleich im Krieg nicht unbrauchbar, ist gegen den Druck der Liebe unempfindlich: sie ist eins mit ihrem Handschuh; Ihr seht, er ist aus Eisen."*

Johann Wolfgang von Goethe, Götz von Berlichingen, 1773

Eine der bekanntesten künstlichen Hände ist sicherlich die des Götz von Berlichingen. Im Jahr 1504 büßte er seine rechte Hand im Landshuter Erbfolgekrieg ein. Damit er jedoch weiterhin in den Krieg ziehen konnte, ließ er sich eine Prothese anfertigen, die für damalige Verhältnisse sensationell war. Mit Zahnrädern konnten die Finger in bestimmten Stellungen fixiert werden, so dass von Berlichingen zum Beispiel sein Schwert fest greifen und angeblich auch damit kämpfen konnte.



Nicht schön, aber funktionell: die Haken-Prothese eines Piraten

Eine weniger ausgereifte, dafür aber sehr praktische Prothese verwendete der algerische Seeräuber Barabrossa Horuk. Er verlor seine rechte Hand im Kampf gegen die Spanier in der Seeschlacht von Bugia (1517) und ersetzte sie durch eine eiserne Klaue. Lange hatte er sie allerdings nicht in Gebrauch: Bereits ein Jahr später starb er.

### Die neue Beweglichkeit

Bis ins 19. Jahrhundert blieben die Prothesen starr und konnten nur mit der gesunden Hand bewegt werden. Erst im Jahr 1812 hatte der Berliner Zahnarzt und Chirurgietechniker Peter Baliff die entscheidende Idee: Er nutzte die noch vorhandene Muskelkraft des amputierten Arms, um die Prothese zu bewegen. Seilzüge um Ellenbogen und Schulter sollten die Bewegung bewerkstelligen. Durch die Streckung des Ellenbogens konnte der Daumen gestreckt werden und eine bestimmte Bewegung des Schultergelenks bewirkte die Streckung der anderen Finger. Für jeden Griff musste also eine ziemliche Verrenkung in Kauf genommen werden.



Nutzt die Kraft der Bizepsmuskulatur: die Sauerbruch-Prothese

Einfacher wurde es mit der Prothese, die Ferdinand Sauerbruch während des Ersten Weltkriegs, im Jahr 1916, entwickelte. Dem Versehrten wurde durch den Oberarmmuskel ein Hauttunnel gelegt, durch den anschließend ein Elfenbeinstift geschoben wurde. Dieser Stift übertrug die Bewegung des Oberarmmuskels an die Prothese. Spannte man den Muskel an, so hob sich der Stift und die Hand schloss sich zu einem Griff. Die Kraft dieses Griffes war allerdings sehr begrenzt.

### Bewegung durch fremde Kraft



Elektromotoren bewegen Daumen, Zeige- und Mittelfinger und ermöglichen einen einfachen Zangengriff

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden daher Elektromotoren und Gasdrucksysteme eingesetzt, um die Hand zum Griff zu schließen – so genannte Fremdkraftsysteme. Am bekanntesten ist die Prothese des Heidelberger Ingenieurs Otto Häfner. Er setzte seit 1948 Kohlendioxid ein. Damit war zwar ein fester Griff möglich, allerdings musste immer eine Druckgasflasche mitgeführt werden. Die reichte häufig nur wenige Stunden und musste dann ausgetauscht werden.

Seit Ende der sechziger Jahre des 20. Jahrhunderts haben sich schließlich die elektrischen Systeme durchgesetzt. Daumen, Zeige- und Mittelfinger werden mittels Elektromotoren zu einem Zangengriff geschlossen. Den Befehl zum Öffnen bzw. Schließen geben so genannte Myoelektroden. Die Kontaktflächen liegen auf der Haut und messen die elektrischen Impulse der Armmuskeln. Normalerweise sorgen diese Muskeln dafür, dass sich das Handgelenk bewegt. Werden sie angespannt, baut sich ein kleines, elektrisches Potential auf. Das wird registriert und steuert per Elektronik die Motoren in der Handprothese. Auch diese Art der Prothese ist noch sehr schwer und in ihren Einsatzmöglichkeiten beschränkt. Viele Versehrte verzichten daher ganz auf das Tragen einer Prothese.

### Luft statt Motoren



Technik statt Kraft: Die Finger der Karlsruher Fluidhand umschließen den Gegenstand

Vielleicht ändert sich das mit einer neuen Prothese, die von Wissenschaftlern des Forschungszentrums Karlsruhe entwickelt wird: die so genannte Fluidhand. Luft oder eine Flüssigkeit ersetzen die schweren Motoren. Das Prinzip ist einfach: An den Gelenken sind kleine Kissen angebracht. In diese Kissen wird Luft hinein- bzw. herausgepumpt, wodurch sich die Finger strecken bzw. beugen. Jeder Finger kann theoretisch einzeln angesteuert werden und bewegt sich unabhängig.

Die Vorteile: Das System ist leicht, flexibel und passt sich dem zu greifenden Gegenstand optimal an. Die weiche Oberfläche verleiht der Prothese außerdem eine gute Haftung. Bei der Steuerung greifen die Forscher auf die bekannten Myoelektroden zurück. Daher ist die Anzahl der Griffe beschränkt. Die Fluidhand beherrscht insgesamt fünf Griffe: Lateralgriff, Zylindergriff, Pinzettengriff, Zeigefinger, Scheckkartengriff.

Trotz all dieser Fortschritte hat sich an dem grundlegenden Problem des Götz von Berlichingen nichts geändert. Die Prothesen sind auch heute noch druckunempfindlich: Sie vermitteln kein Gefühl. In den USA und in der Schweiz arbeiten zwar einige Forscher daran, die Prothese direkt über das Gehirn anzusteuern und so auch eine Rückmeldung zu ermöglichen, aber bis daraus eine funktionsfähige Alternative wird, vergehen voraussichtlich noch Jahre.

Ulrich Grünewald

## Die Welt der Gesten



Nur scheinbar eindeutig: Der hochgestreckte Daumen kann vieles bedeuten

Die meisten Bewegungen unserer Hände sind unwillkürlich und haben keine bestimmte Bedeutung. Aber nicht alle! Mit bestimmten Bewegungen unserer Hände können wir sprechen: Wir drücken zum Beispiel unseren Unmut aus, indem wir jemandem „einen Vogel zeige“ oder wir deuten unsere Zuneigung an durch Zuhäuten eines Kusses. Diese Handbewegungen heißen dann Gesten. Mit der Hilfe von Gesten können wir unsere Worte unterstützen und manchmal sogar ersetzen. Gesten bekunden Gefühle und unterstreichen den Ausdruck der Stimme. Meist fällt uns das allerdings erst dann auf, wenn das Gesprochene und die Gesten nicht zusammenpassen. So kann der Eindruck entstehen, dass der Sprecher selbst nicht glaubt, was er gerade sagt.

Unklar ist bis heute, ob Gesten erlernt werden oder ob es einen angeborenen Grundstock an Gesten gibt. Dafür, dass zumindest einige Gesten angeboren sind, spricht eine Geste, die in allen Kulturen verstanden wird: Deuten mit dem Zeigefinger - das können wir schon als Säuglinge.

Dennoch ist das nicht bei allen Gesten so. Wie unsere Lautsprache ist auch die Sprache der Gesten von der jeweiligen Kultur geprägt. Ein und dieselbe Geste kann in verschiedenen Ländern völlig unterschiedliche Bedeutungen haben. Kennt man die Gestensprache eines Landes nicht, kommt es schnell zu Missverständnissen. Im Allgemeinen sind Stirnrunzeln oder Schmunzeln die Folge. Aber diese Missverständnisse können auch ernste Konsequenzen nach sich ziehen, z. B. den Abbruch einer Geschäftsbeziehung oder sogar eine Gefängnisstrafe.

Ulrich Grünewald

## Lesetipps

### **"Bodytalk - Körpersprache, Gesten und Gebärden"**

Mehr als 600 Gesten und Körpersignale werden mit ihrer Bedeutung, Herkunft und ihrem Verbreitungsgebiet vorgestellt. Aufgepasst, je nach Region kann ein und dieselbe Geste völlig unterschiedliche Bedeutungen haben.

Autor: Desmond Morris

Verlagsangaben: Heyne Sachbuch

ISBN: 3 453 12297 6

Sonstiges: 415 Seiten, Preis ca. 10,95 Euro

### **"Die Hand - Geniestreich der Evolution"**

Autor: Frank R. Wilson

Verlagsangaben: Klett-Cotta

ISBN: 3 608 94189 4

Sonstiges: 415 Seiten

### **"Vergleichende Biologie des Menschen"**

Autor: Rainer Knußmann

Verlagsangaben: Gustav Fischer

ISBN: 3 8274 0763 X

Sonstiges: 524 Seiten, Preis ca. 18,90 Euro

### **"Linkes Rechtes Gehirn"**

In der Anatomie des Gehirns scheint sich die Rechts-Links-Symmetrie des menschlichen Körpers widerzuspiegeln, eben nur spiegelverkehrt. In diesem Buch von Forschern für den Laien geschrieben erfährt man alles, was verschiedene Hirnforscher bisher zur Funktionsweise des Gehirns herausgefunden haben. Sehr anschaulich und leicht verständlich geschrieben.

Autor: Sally P. Springer, Georg Deutsch

Verlagsangaben: Spektrum Akademischer Verlag

ISBN: 3827403677

Sonstiges: Preis ca. 59,95 Euro

**"Der umgeschulte Linkshänder - Der Knoten im Gehirn"**

Barbara Sattler ist Psychologin und hat sich mit den Folgen der Umschulung von Linkshändern beschäftigt. Ihrer Theorie zufolge gibt es viele umgeschulte Linkshänder, die durch dieses Umschulen Probleme (Konzentration etc.) bekommen haben. Unter anderem darum geht es in weiten Teilen dieses Buches. Ein Buch das ein Plädoyer gegen die Umschulung ist. Frau Sattler leitet die Beratungs- und Informationsstelle für Linkshänder in München.

Autor: Johanna Barbara Sattler

Verlagsangaben: Auer-Verlag, Donauwörth

ISBN: 3 403 02645 0

Sonstiges: Preis 18,80

**"Der Schrei der Möwe"**

Autobiographie der gehörlosen Schauspielerin Emmanuelle Laborit, bekannt durch ihre Hauptrolle in dem Film "Jenseits der Stille". Emmanuelles frühe Kindheit ist geprägt von dem Gefühl, durch eine undurchdringliche Mauer von der Welt ausgeschlossen zu sein. Sie kann zwar von den Lippen lesen und verstehen, was die anderen sagen, aber sich selbst mitzuteilen wird ihr erst möglich, als sie die Gebärdensprache erlernt.

Autor: Emmanuelle Laborit

Verlagsangaben: Bastei Lübbe Taschenbuch

ISBN: 3 404 61349 X

Sonstiges: 174 Seiten, Preis 6,45 Euro

**"Falsche Geister - echte Schwindler?"**

Wie tolerant dürfen wir sein, wenn mit unterschwelligem Ängsten und Unsicherheiten gespielt wird; psychisch und physisch Labile und Kranke echte Hilfe brauchen?

Der Autor ist Mitglied im Wissenschaftsrat der Gesellschaft zur wissenschaftlichen Untersuchung von Parawissenschaften e. V. (GWUP) und bezieht in seinem Buch eine klare Position: Tolerant sollen wir sein, aber nicht ignorant. In leicht verständlicher Sprache führt er dies beispielhaft anhand der drei Bereiche Wahrsagen, Spiritismus und alternative Medizin aus. Denn gerade hier werden die immer wieder auftretenden und somit gut übertragbaren Mechanismen der Täuschung und Manipulation besonders deutlich.

Einen "Leckerbissen" eigener Art liefert Hund mit den eingestreuten satirischen Werbeanzeigen. Auch hier zeigt sich an mancherlei - vom Autor vorab getesteten - Reaktion: Kein Unsinn ist groß genug, als dass er nicht seine Anhänger fände.

Autor: Wolfgang Hund

Verlagsangaben: Echter Verlag

ISBN: 3 429 02259 2

Sonstiges: 160 Seiten, Preis ca. 12,80 Euro

## Linktipps zu...

### ... "Die Hand"

Arbeitsstelle für Semiotik (Afs) an der TU-Berlin. Semiotik ist die Wissenschaft von den Zeichen.

[ling.kgw.tu-berlin.de](http://ling.kgw.tu-berlin.de)

Informationen über den britischen Verhaltensforscher Desmond Morris. (Engl.)

[www.keele.ac.uk](http://www.keele.ac.uk)

Museum Kulturgeschichte der Hand: Informative Seiten zur Kulturgeschichte der menschlichen Hand. Hier werden verschiedene Themen rund um das Thema Hand aufgegriffen.

[www.museum-der-hand.de](http://www.museum-der-hand.de)

### ... "Links- und Rechtshänder"

Links für Linkshänder

[www.linkshaenderberatungsstelle.de](http://www.linkshaenderberatungsstelle.de)

[www.linkshaenderseite.de](http://www.linkshaenderseite.de)

### ... "Gebärdensprache"

Mehr zum Thema Gebärdensprachkurse:

[www.loorens.de](http://www.loorens.de)

**Mehr zum Thema Erforschung von Laut- und Gebärdensprache:**

<http://www.ukaachen.de>

### ... "Der Fingerabdruck"

Mehr zur Sicherung von Fingerabdrücken:

[www.quarks.de](http://www.quarks.de)

Mehr zur DNA-Analyse:

[www.quarks.de](http://www.quarks.de)

Die Internetseite des Bundeskriminalamtes:

[www.bka.de](http://www.bka.de)

... **"Was ist dran am Handlesen"**

Mehr Interessantes für Skeptiker bei der GWUP (Gesellschaft zur wissenschaftlichen Untersuchung von Parawissenschaften):

**[www.gwup.org](http://www.gwup.org)**

Mehr zu den Tricks der Astrologen und Handleser:

**[www.quarks.de](http://www.quarks.de)**

... **"Die Welt der Gesten"**

Gesten und Körperbewegungen als Signal im internationalen Vergleich, von Magarete Payer.

**[www.payer.de](http://www.payer.de)**

Handsignale in der Landwirtschaft - Verständigung in Gegenwart von lauten Maschinen. (Engl.)

**[ianrwww.unl.edu](http://ianrwww.unl.edu)**

Gründungskonferenz der International Society for Gesture Studies (ISGS). (Engl.)

**[www.utexas.edu](http://www.utexas.edu)**

**Impressum:**

Herausgegeben  
vom Westdeutschen Rundfunk Köln

Verantwortlich  
Quarks & Co,  
Daniele Jörg

Redaktion  
Claudia Heiss

Autoren  
Katrín Buchwalsky  
Ulrich Grünewald  
Sabine Guth  
Judith König  
Georg Wieghaus

Gestaltung  
Designbureau Kremer & Mahler

Bildrechte:  
Alle: © WDR

Ausser:  
S.15 Handkarte; School of Design, Brighton  
S.16 Prothesen; Jochen Kremer  
S. 18 Geste; Jochen Kremer

© WDR 2003