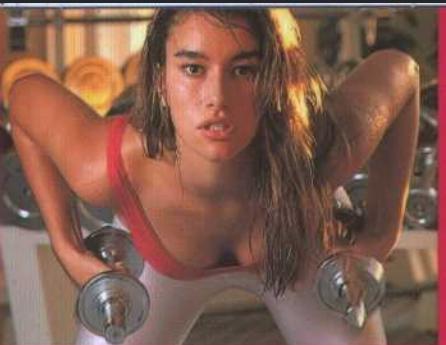


# GEO

WISSEN



## Körper · Bewegung · Gesundheit

### FITNESS

**Die heilsame  
Herausforderung**

### SENSOMOTORIK

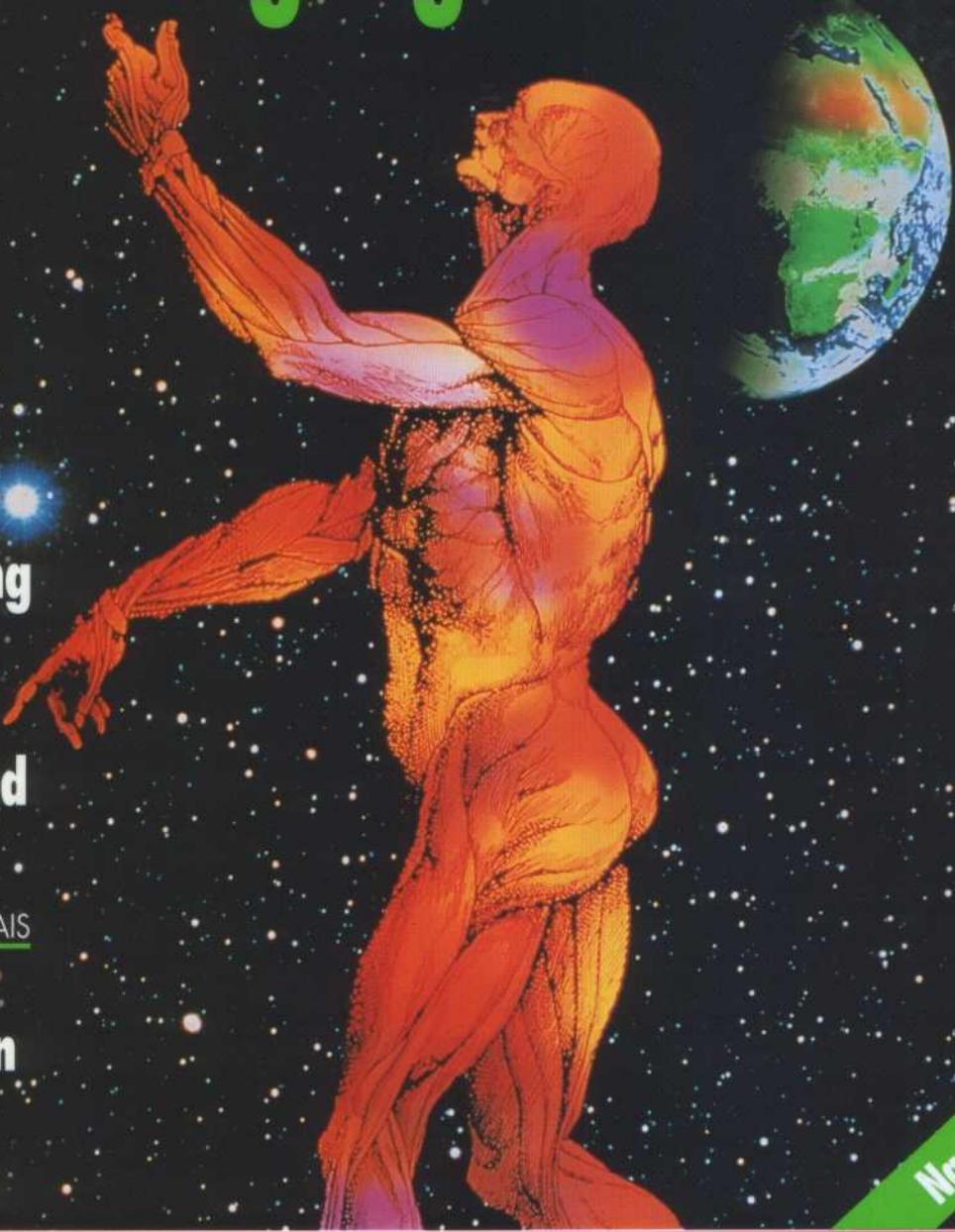
**Konzert  
der Muskeln und  
der Sinne**

YOGA · TAI CHI · FELDENKRAIS

**Mit dem Leib  
die Seele suchen**

### SPIELE

**Die Lust an sich**



Nachdruck



24

4 398340 214802

Risiko-Tabelle: **Welche Sportart ist gefährlich?**

# GEO

## WISSEN

Eine Chance, die Welt zu begreifen

Für den Fall, daß Ihnen früher erschienene GEO-Wissen-Ausgaben in Ihrer Sammlung fehlen, sind hier einige der heute noch lieferbaren Hefte aufgelistet. Sie erhalten sie gegen Rechnung zuzüglich DM 3,- Versandkostenanteil. Senden Sie Ihre Bestellung bitte an den GEO-Wissen-Versand-Service, Postfach 600, 74170 Neckarsulm



Nr. 4/1990 Best.-Nr. K 9004



Nr. 2/1991 Best.-Nr. K 9102



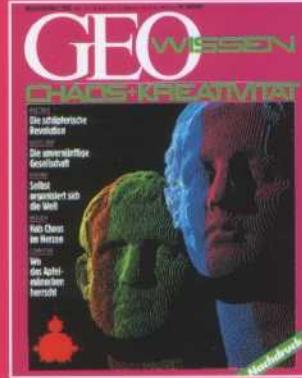
Nr. 3/1991 Best.-Nr. K 9103



Nr. 1/1992 Best.-Nr. K 9201



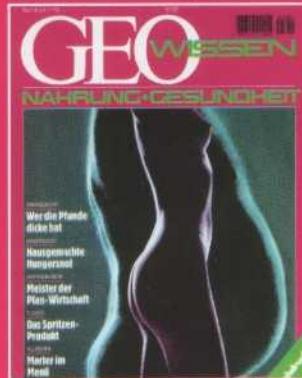
Nr. 1/1993 Best.-Nr. K 9301



Nr. 3/1993 Nachdr. Best.-Nr. K 9303



Nr. 20/1994 Nachdr. Best.-Nr. K 9420



Nr. 21/1994 Nachdr. Best.-Nr. K 9421



Nr. 22/1995 Nachdr. Best.-Nr. K 9522



Nr. 23/1995 Nachdr. Best.-Nr. K 9523

Die Lieferung ins Ausland erfolgt nur gegen Vorkasse per Euroscheck zuzüglich DM 5,- Versandkostenanteil



## Liebe Leserin, lieber Leser

# GEO WISSEN

Gruener + Jahr AG & Co., Druck- und Verlagshaus, Am Baumwall 11, 20459 Hamburg. Postanschrift für Verlag und Redaktion: 20444 Hamburg, Telefon (040) 3703-0, Telefax (040) 3703-5648, CompuServe: 75410, 1601; Internet: 75410.1601@compuserve.com;

AOL: GEOAlbaum; GEO-Explorer: <http://www.geo.de>

### CHEFREDAKTEUR

Peter-Matthias Gaede

### GESCHÄFTSFÜHRENDE REDAKTEURE

Erwin Ehret (Art Director), Ruth Eichhorn (Bild),

Ernst Artur Albaum (Text)

### BILDREDAKTION:

Bärbel Edse, Elisabeth Degler

### LAYOUT

Franz Braun (Leitung), Peter Dasse, Johannes Dönges,

Andreas Knoche, Andreas Krell, Monika Thomsen

### KARTOGRAPHIE:

Günther Edelmann (Leitung),

Rainer Drotte, Stefanie Peters

### SCHLUSSREDAKTION

Hinnerk Seelhoff (Leitung), Dr. Friedel H. Bastein, Jürgen Brüggemann, Manfred Feldhoff, Hans-Werner Kühl,

Assistent: Hannelore Koehl

### AUTOREN UND MITARBEITER

Dr. Ralph Ahrens, Natalie Angier, Klaus Bachmann, Dr. Maria Biel, Dr. Wolfgang Blum, Dr. Agnes Bretting, Dr. Kirsten Brodde, Dr. Henning Engeln, Dr. Eberhard Fischer, Albert Gendes, Andreas Geschuhn, Bertram Job, Charlotte Kerner-Kämpf, Dr. Reiner Klingholz, Annette Kübler, Alexander Osang, Christopher Schrader, Renate Ries, Oliver Schmidt, Walter Schmidt, Dieter Schweiger, Klaus Wilhelm

### ILLUSTRATIONEN:

Holger Everling, Barbara Michael

### GEO-BILDARCHIV

Birgit Heller, Gunda Guhl-Lerche, Peter Müller

### GEO-BÜROS

Moskau: Wladimir Pyjow, 121099 Moskau, Smolenskaja Ploschad 13/21 189, Tel. u. Telefax 007/95/2487081;

New York: Josef Hurban (Leitung), Brigitte Barkley, Wilma Simon, 685 Third Avenue, 22nd Fl., New York, NY 10017, Tel. (212) 599-4040, Telefax (212) 972-2761

### Verantwortlich für den redaktionellen Inhalt:

Ernst Artur Albaum

**VERLAGSLEITER:** Dr. Jürgen Althans,  
Dr. Werner Beba (Stellv.)

**ANZEIGENLEITER:** Dr. Werner Beba  
(verantwortlich für Anzeigen)

**VERTRIEBSLEITER:** Uwe Henning

**HERSTELLER:** Peter Grimm

### GEO-Service-Telefon

(Abonnement, Nachbestellung älterer Ausgaben,  
Bücher von GEO, GEO-Kalender, Register, Schuber etc.)

**Deutschland:** Tel: (040) 37 03 40 41; Fax: (040) 37 03 56 57;  
e-mail: abo-service@guj.de

**Schweiz:** Tel: (041) 317 33 15; Fax: (041) 317 33 89

**Österreich:** Tel: (01) - 91 07 63 26; Fax: (01) - 91 07 63 18

**Übriges Ausland:** Tel: ++4940-37 03 39 29; Fax: ++4940-37 03 56 25

**Heft-Preis:** DM 14,80 · ISBN-Nr. 3-570-19127-3

© 1997 Gruner + Jahr, Hamburg

ISSN-Nr.: 0933-9736

### Anzeigenabteilung:

Tel: (040) 37 03 23 25; Fax: (040) 37 03 56 08

Anzeigenpreisliste Nr. 24 vom 1. 1. 1997

**Bankverbindung:** Deutsche Bank AG Hamburg,

Konto 0322800, BLZ 200 700 00

**Lithographie:** Peter Becker GmbH, 97080 Würzburg

**Offsetdruck:** TUSCH-Druck, A-7201 Neudörfel

Genau das sollte dieses Heft vorzugsweise vermitteln, genau das war seine eigentliche Botschaft, die bis heute an Aktualität nichts verloren hat. Deshalb und weil es so viele Freunde ge-

funden hatte, daß es inzwischen völlig ausverkauft ist, haben wir uns entschlossen, es nahezu unverändert nachzudrucken.

Während die Apologeten des Körper-Kults Fitness und Glück in eins setzen und dieser Frohbotenschaft knallige Foren und schwielstreibende Tempel eröffnen, fragt Klaus Bachmann in seinem programmatischen Essay kühn, wieviel Sport der Mensch überhaupt braucht (Seite 22). Und nimmt begründet und überzeugend Stellung gegen das aufs Funktionale verkürzte Menschenbild der Schulmedizin. Christopher Schrader schaute Biomechanikern bei der Erkun-

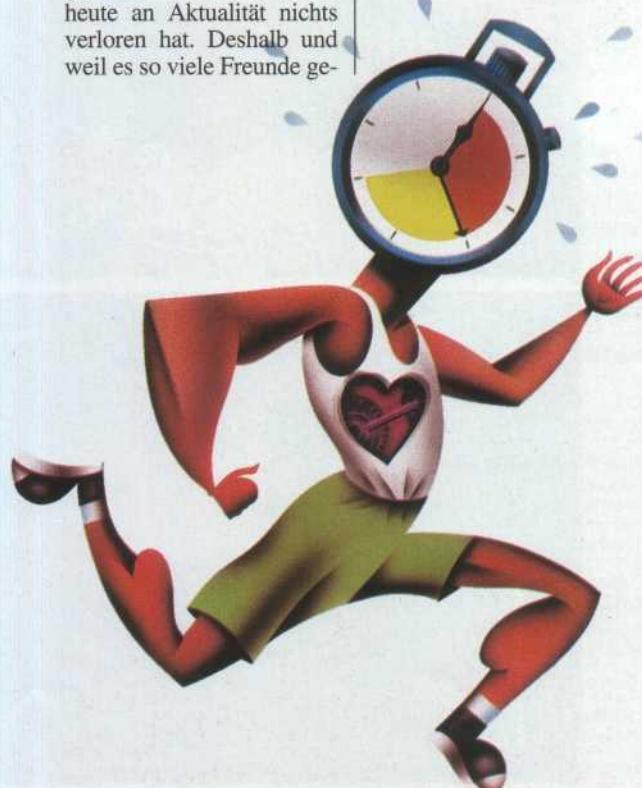
dung der physikalischen Gesetze zu, nach denen wir laufen oder springen – und nach denen wir uns verletzen (Seite 48). Und nicht minder erhellend ist Schraders Beschreibung der Wundergeräte, die wir Gelenke nennen (Seite 62). Henning Engeln wollte erfahren, wie Bewegung überhaupt gesteuert wird (Seite 90) – und geriet auf wissenschaftliches Neuland: Forscher beginnen erst zu begreifen, welch komplexe Kommunikation zwischen Sinnesorganen, Nerven, Hirn und Muskeln schon einem einzigen Schritt zugrunde liegt.

Verblüffenden Verflechtungen kam auch Kirsten Brodde auf die Spur – jenen zwischen Physis und Psyche. In der Hardtwald-Klinik in Bad Zwischenahn erfuhrt sie, wie psychisch Kranke dank Bewegungsübungen und Spielen die seelische Balance wiederherstellen (Seite 110). Und insbesondere hier stellte sich die Frage, was „Gesundheit“ eigentlich ist. Wissenschaftlich exakt greifbar jedenfalls ist sie nicht.

Zwar ist vor allem deshalb nicht präzise zu sagen, wieviel Bewegung jemand für seine Gesundheit investieren muß. Ohne ein gehöriges Maß an Bewegung aber, und daran ist nach allen in diesem Heft zusammengefaßten Erkenntnissen keinerlei Zweifel erlaubt, bleibt oder wird niemand gesund.

Herzlich Ihr

*Ernst Artur Albaum*  
Ernst Artur Albaum



---

**ESSAY****Fit fürs Leben**

Der Alltag in modernen Industriegesellschaften ist bewegungsarm – zum Schaden der Gesundheit. Sport wird als Ausgleich propagiert. Mehr und mehr Menschen folgen dieser Aufforderung und bringen ihren Körper in Form, zum Beispiel in einem der zahlreichen Fitness-Zentren, in denen zur Unterhaltung beim monotonen Training schon mal ein Video läuft. Viele treiben indes mit der Kultivierung des Leibes einen Kult. Denn ein sportliches Äußeres ist schick.

Seite 6

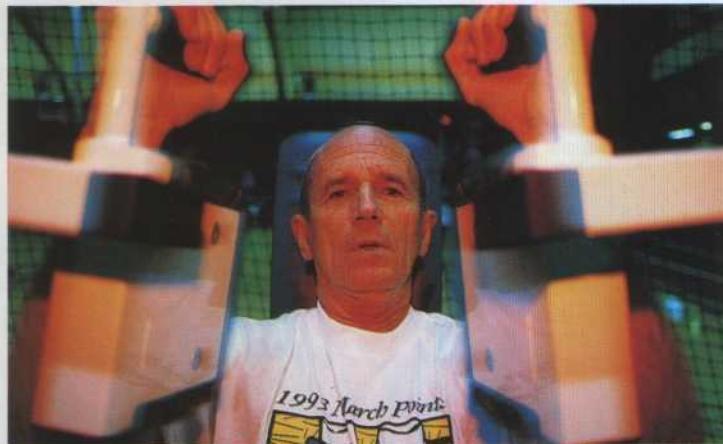


---

**FITNESS-CLUBS****Ein Mann macht mobil**

Kenneth Coopers Credo ist Prävention durch Bewegung. Der Arzt, der bei der US-Airforce das Ausdauertraining »Aerobics« entwickelt hat, gebietet heute in Dallas über ein Fitness-Imperium – von der Cooper-Klinik bis zum Cooper-Forschungsinstitut. Und macht damit ein blendendes Geschäft.

Seite 26



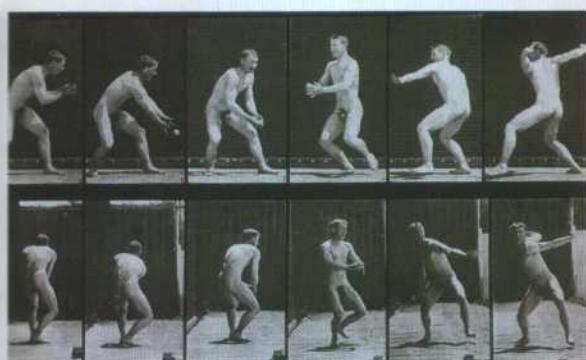
---

**BIOMECHANIK****Wie Bewegung in den Körper kommt**

Mit großem technischen Aufwand erkunden Biomechaniker, wie sich der Mensch bewegt, wie Muskeln, Sehnen und Knochen etwa einen Läufer über die Hürde tragen. Ziel der Forscher ist nicht nur, die Leistung von Sportlern zu verbessern, sondern auch Unfallopfern wieder aufzuhelfen.

Seite 48



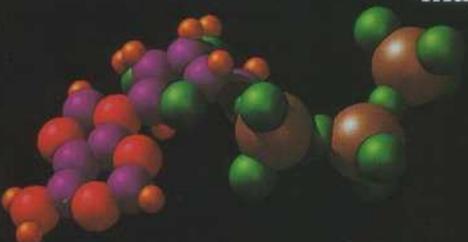


## SENSOMOTORIK

### Konzert der Muskeln und der Sinne

Einen Ball fangen und wieder werfen – was als leichte Übung erscheint, beruht auf einem komplexen Zusammenspiel von Sinnesorganen, Muskeln und Gehirn. Davon, wie Bewegung im Kopf entsteht, haben Forscher ein neues Bild gewonnen. Seite 90

## Magazin der Trainingseffekte

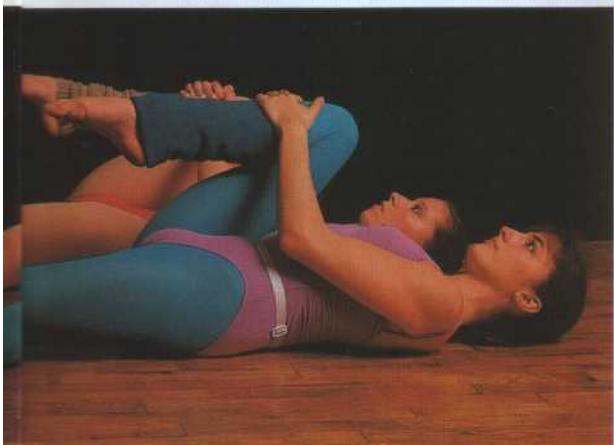


Die Muskeln Durchtrainierter arbeiten effizienter, weil sie den Energieträger ATP (links ein Modell der Substanz) rationeller herstellen können. Nicht minder wohltätige Wirkungen hat angemessener Sport auf viele Schalt- und Schutzsysteme unseres Organismus. Seite 98

## KÖRPER-GEIST-BALANCE

### Das Heil aus dem Osten

Mit Anspannung und Entspannung nach den uralten Regeln des Yoga und anderer asiatischer Bewegungskünste wollen sich Zivilisationsgeschädigte von der täglichen Reizflut lösen. Go East ist der Haupttrend auf dem blühenden Markt der Körper-Geist-Lehren. Seite 124



## SPORT+SPIEL

### Die Lust an sich

Vom Spaß am Wettstreit lebt das Spiel. Aber auch von der Erfahrung der eigenen Geschicklichkeit, vom Nervenkitzel bei waghaligen Manövern oder von tänzerischer Ästhetik. Zuschauer sind dabei – meistens – erwünscht. Denn der Mensch zeigt gern, was er kann. Seite 142



## Fit fürs Leben

**Wieviel Sport braucht der Mensch?**  
So sehr körperliche Betätigung das Wohlbefinden zu steigern vermag, so leicht kann sie ungesund werden 22

**Ein Mann macht mobil** 26

**Verschleiß im Akkord**  
Wissenschaftler erforschen an Mauern den Effekt von Schwerarbeit auf den Bewegungsapparat 40

**Wie Bewegung in den Körper kommt** 48

**Die sensiblen Scharniere**  
Unsere Gelenke machen uns mobil und verletzlich zugleich 62

**Eine gesunde Bilanz**  
Nutzen und Risiken 15 beliebter Sportarten auf einen Blick 68

**Ewig lockt das Limit**  
Ultralangläufer quälen sich vor allem für den psychischen Kick 70

**Eine zwiespältige Beziehung**  
Kaum einmal in der Geschichte des Abendlands bildeten Körper und Geist ein harmonisches Ganzes 80

**Die Balance des Befindens**  
Gesundheit ist mehr als die Abwesenheit von Krankheit 88

**Konzert der Muskeln und der Sinne** 90

**Magazin der Trainingseffekte**  
Wie sich Leibesübung auswirkt auf:  
Musken 98  
Stoffwechsel 101  
Kreislauf 103  
Hormone 105  
Immunsystem 106  
Gehirn 108

**Mit dem Leib die Seele heilen**  
Therapeuten helfen psychisch Kranken mit Sport und Spiel 110

**Ohne Schweiß kein Fleiß**  
Warum wir schwitzen und was daran so gesund ist 122

**Das Heil aus dem Osten** 124

**Nachgefragt**  
Wird riskanter Lebenswandel von den Krankenversicherungen bald bestraft? 134

**Die Gefahr liegt in der Luft**  
Freie Radikale sind lebensnotwendig und lebensgefährlich zugleich 136

**Die Lust an sich** 142

**Glossar: Von Achillessehne bis Zirkeltraining**  
Erläuterung wichtiger Begriffe zum Thema 152

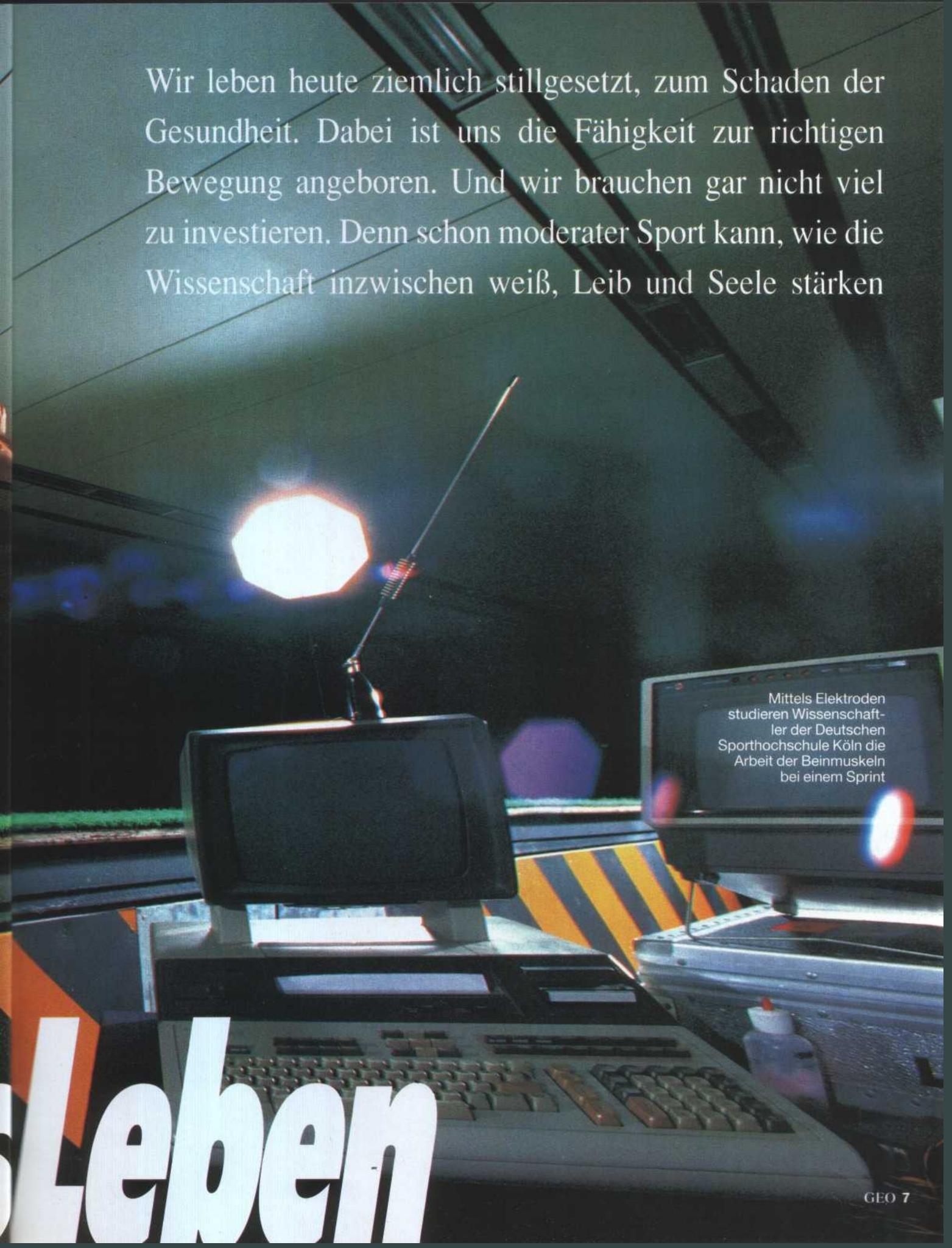
**Literatur, Bildnachweis** 163

**Titelfoto: Computer-Animation von Mehau Kulyk (Inset: Michael Lange)**  
Redaktionsschluss: 25. 3. 1994/10. 2. 1997



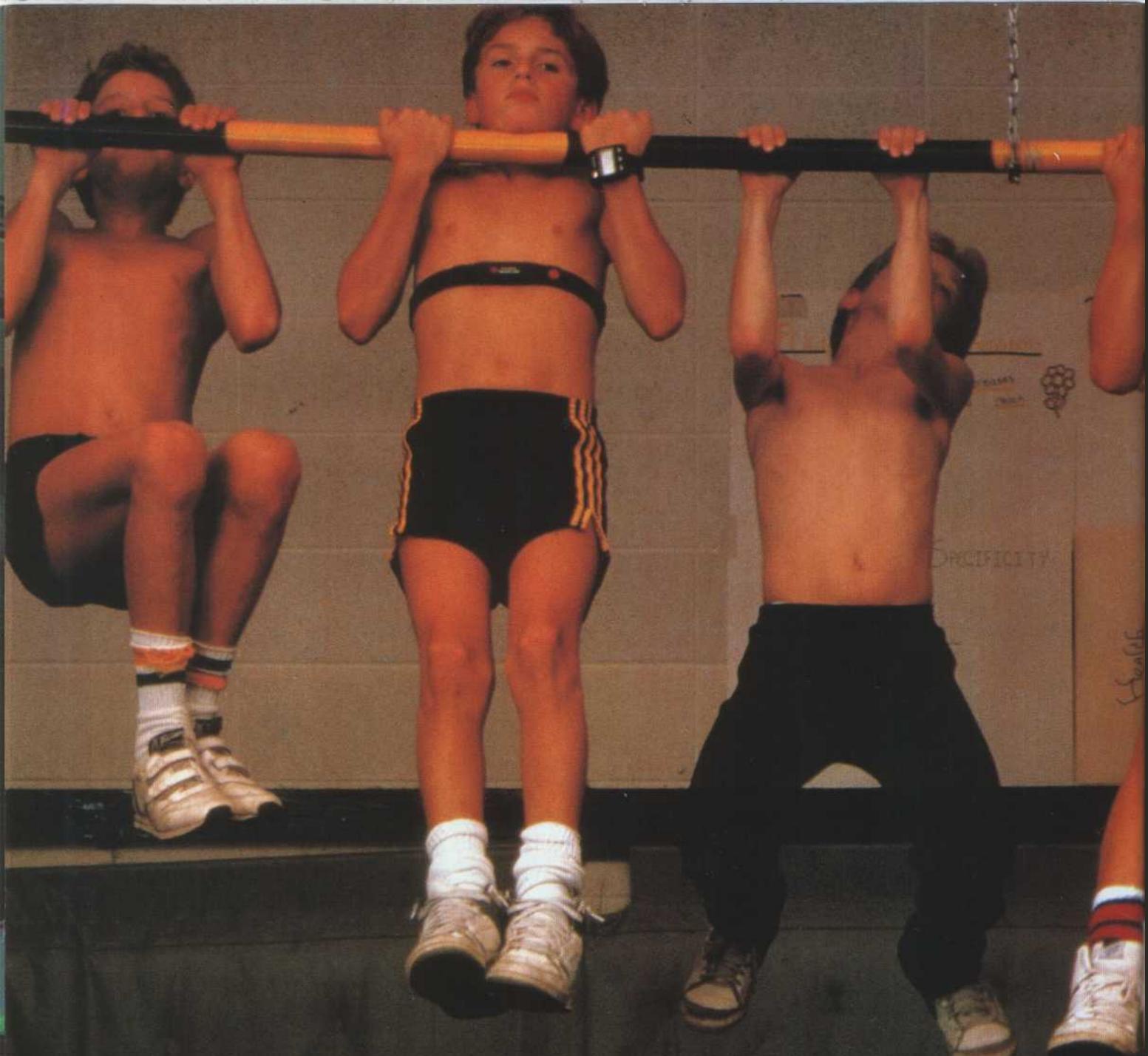
fitflop

Wir leben heute ziemlich stillgesetzt, zum Schaden der Gesundheit. Dabei ist uns die Fähigkeit zur richtigen Bewegung angeboren. Und wir brauchen gar nicht viel zu investieren. Denn schon moderater Sport kann, wie die Wissenschaft inzwischen weiß, Leib und Seele stärken



Mittels Elektroden  
studieren Wissenschaft-  
ler der Deutschen  
Sporthochschule Köln die  
Arbeit der Beinmuskeln  
bei einem Sprint

# Leben



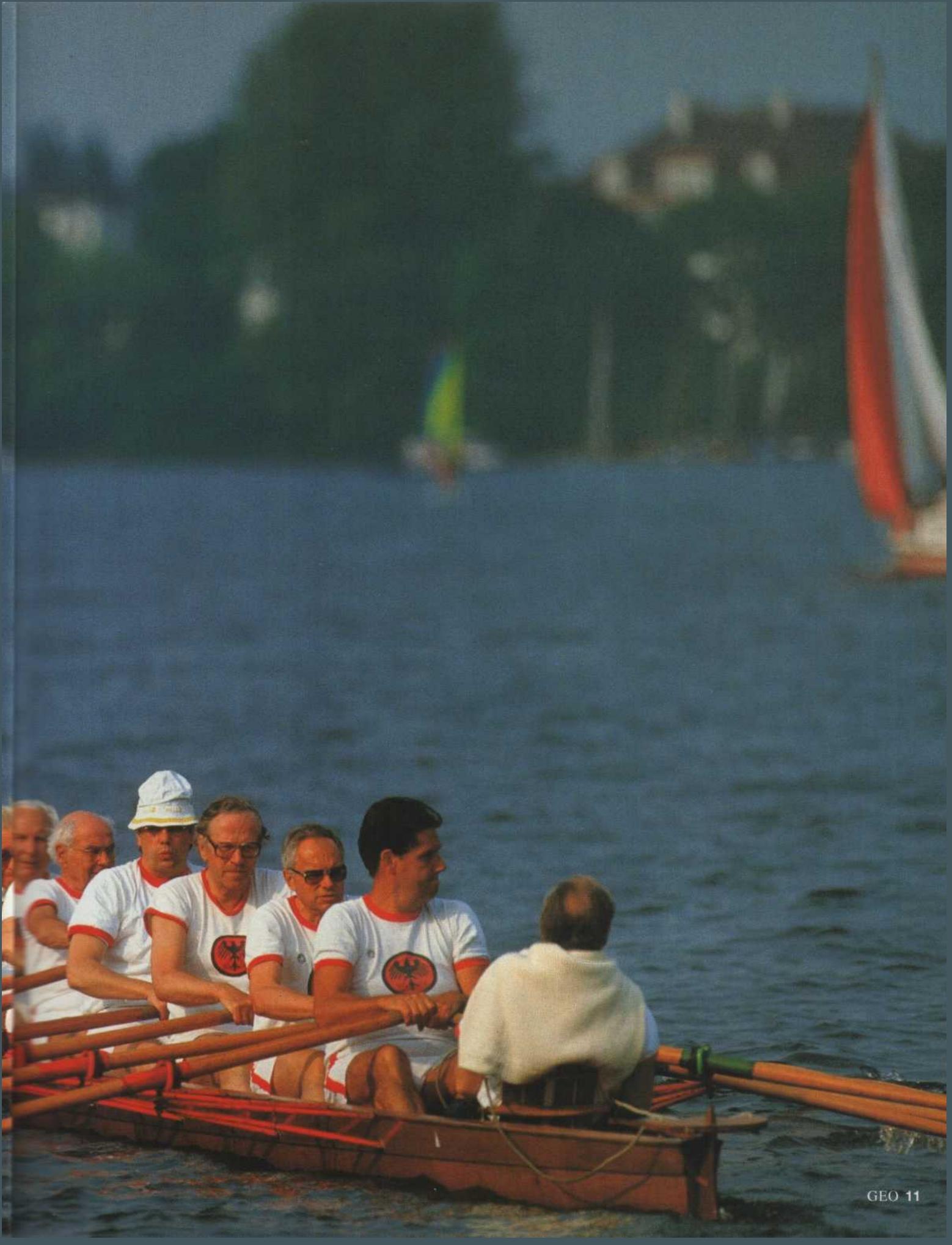
# W

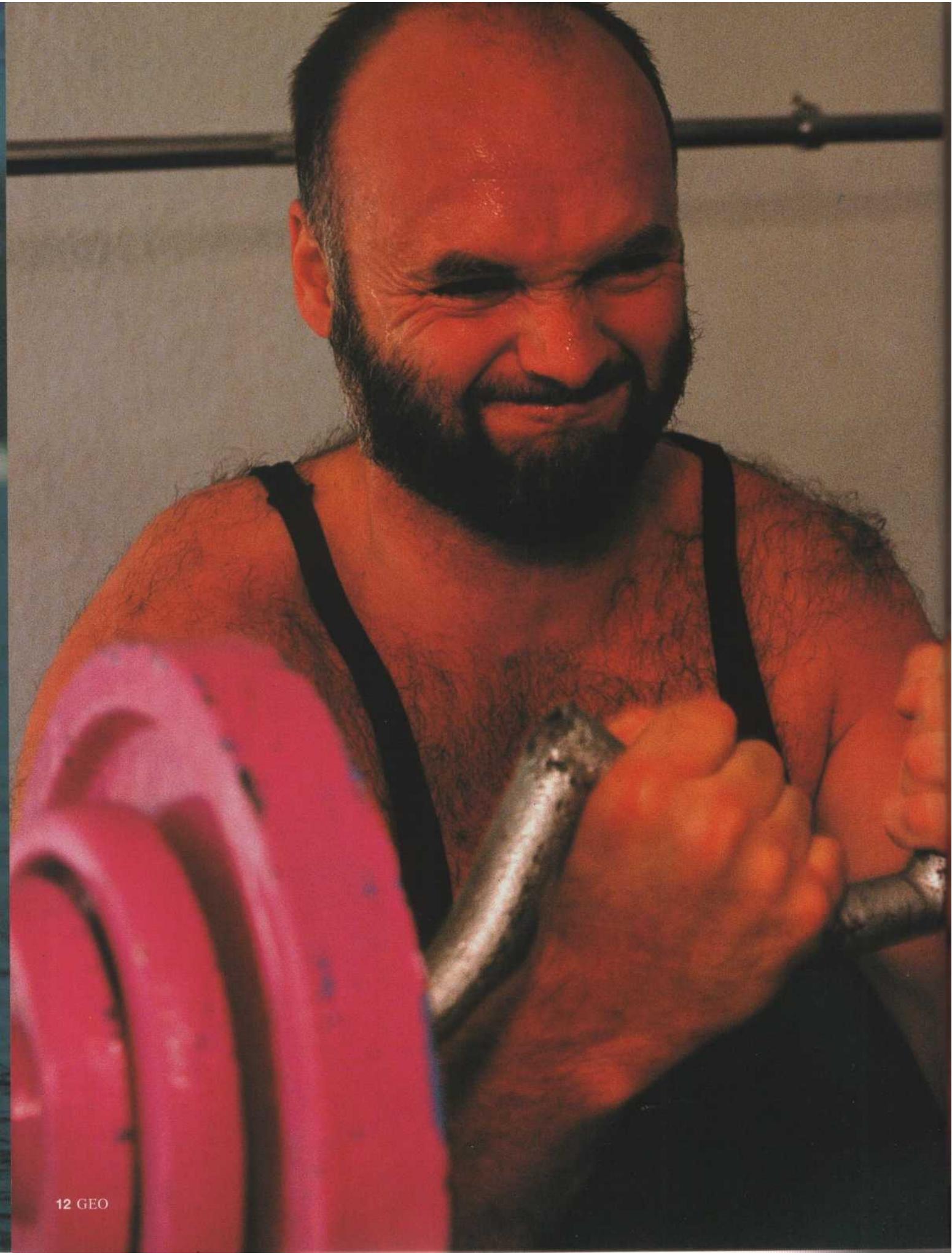
Wer seine Umwelt  
begreifen will, muß die Fähigkei-  
ten seines Körpers kennen.  
Ein Gefühl dafür entwickeln Kin-  
der auch im Sportunterricht.  
Für sie ist motorische Schulung  
heute notwendiger denn je: In den  
engen Wohnungen und ver-  
kehrsreichen Städten finden sie  
kaum noch Bewegungsraum





**N**icht völlig  
synchron, doch kraftvoll  
ziehen die Senioren auf der Ham-  
burger Außenalster die Riemen  
durch. Ein Leben in Bewegung hält  
mobil. Älteren Menschen ange-  
messene Sportmöglichkeiten zu bie-  
ten wird zunehmend wichtig: Im  
Jahr 2030 wird hierzulande jeder  
Dritte über 65 Jahre alt sein







**K**eine noch so schweißtreibende Anstrengung scheuen Fitness-fans in rund 5500 Zentren bundesweit. Sie stemmen und drücken, sie ziehen und strampeln, damit das Fett verschwindet und die Muskeln wachsen. Angespornt werden sie von der modischen Überzeugung, daß ein anscheinliches Äußeres gesellschaftlichen Erfolg signalisiert



# D

ie Dynamik des Tischtennis wird mit der Stroboskopie-Technik augenfällig. Tempo und Reaktionsschnelligkeit machen den Reiz vor allem von Partner- und Gruppensportarten aus. Den Körper trainieren bedeutet aber auch Ruhe und Kontemplation, etwa beim Stretching, bei dem die Bewegungsgrenzen von Gelenken und Sehnen ausgedehnt werden



# U

nter extremer

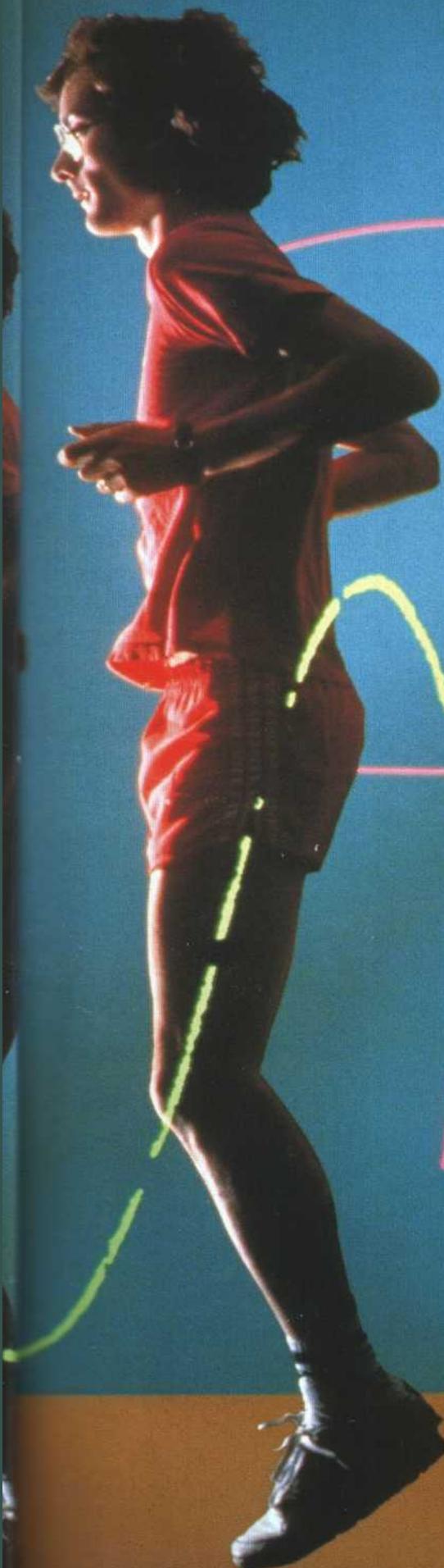
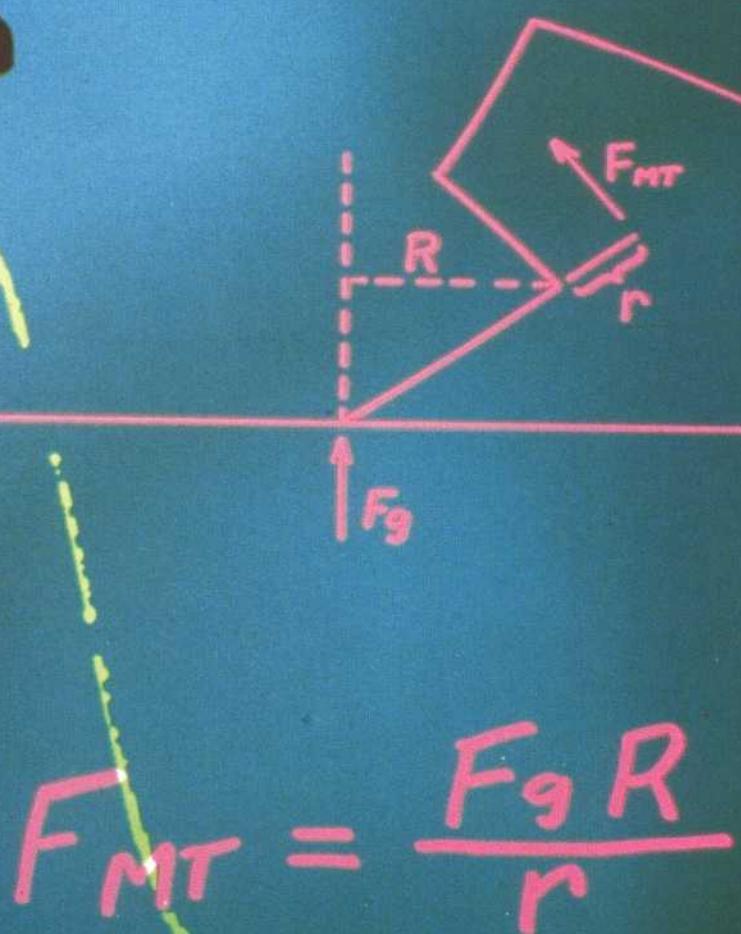
Anspannung rast der Mountain-Biker über Stock und Stein zu Tal. Beim »Downhill« erreichen die Radpiloten auf übersteilen Strecken Geschwindigkeiten von mehr als 100 km/h. Und das alles für den Kitzel im Kopf und das Glücksgefühl, das sich einstellt, wenn sie heil unten angekommen sind

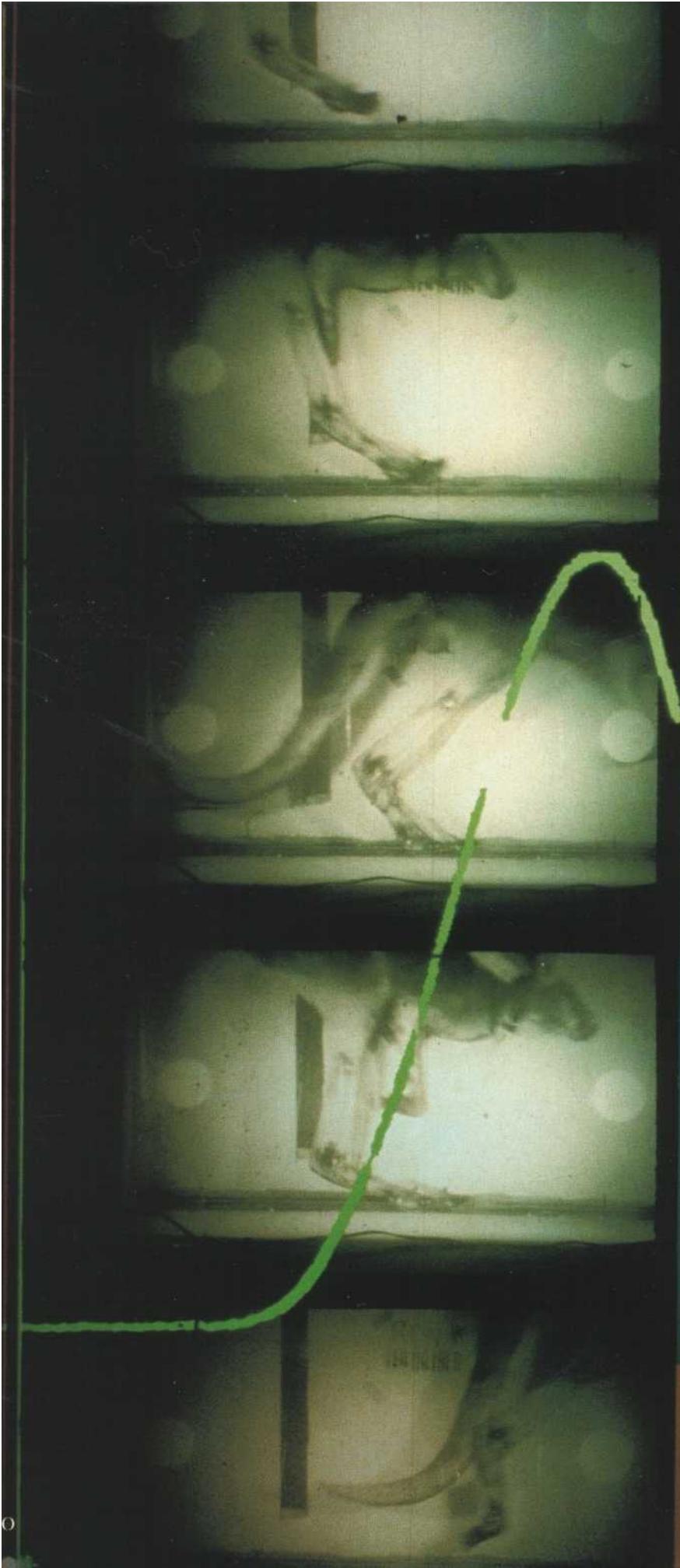




# B

eim Hüpfen katapultieren Muskeln und Sehnen uns nach denselben physikalischen Gesetzen in die Höhe wie ein Känguru, dessen Sprungphasen die Bildsequenz links wiedergibt. Biomechaniker versuchen daher, auch durch Tierstudien das Geheimnis komplexer menschlicher Bewegungen zu erhellen

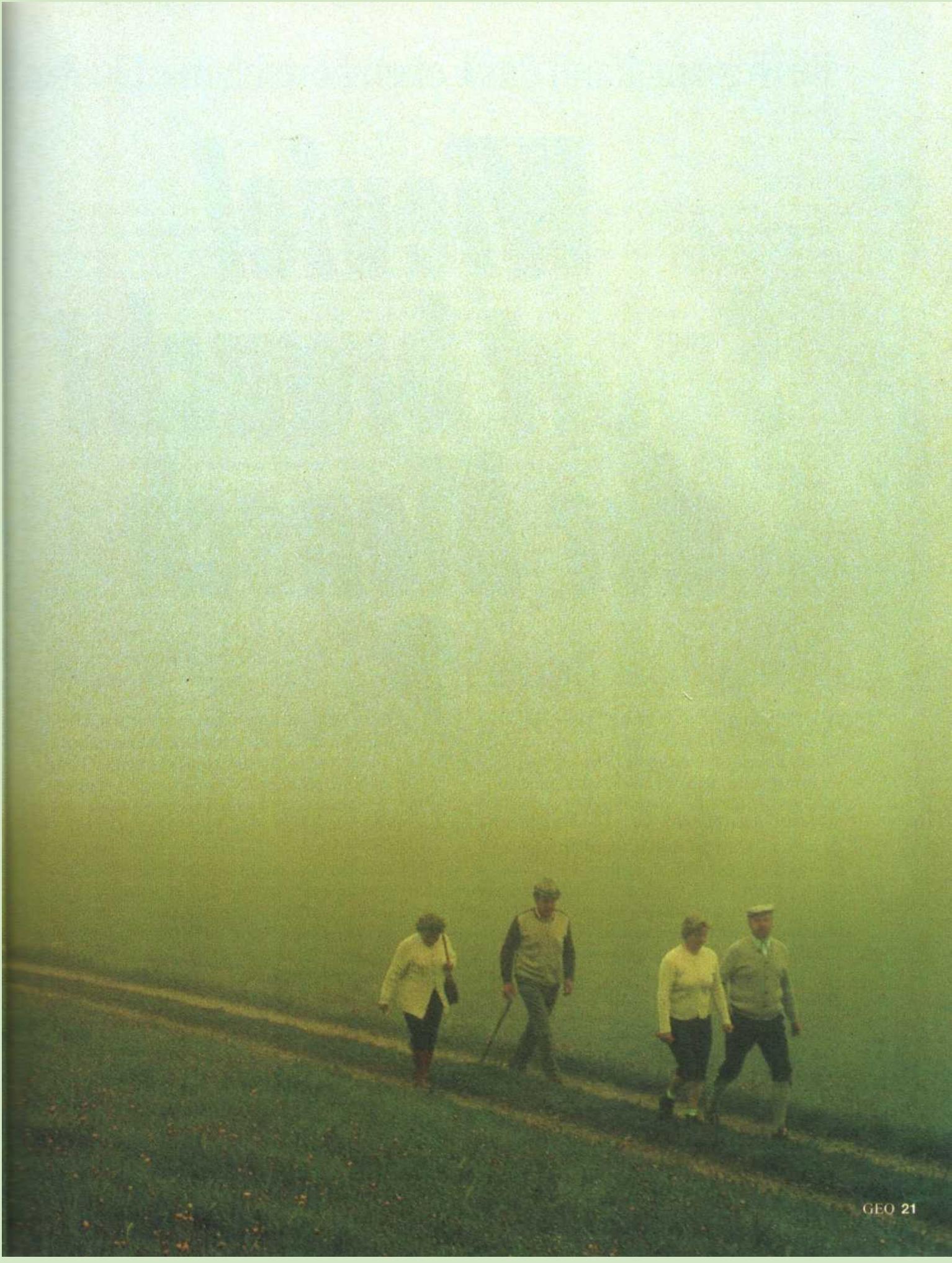




A wide-angle landscape photograph showing a green hillside. A dirt path or road winds its way up the slope from the bottom right towards the top left. The terrain is covered in low-lying vegetation and small yellow flowers. The sky above is a clear, pale blue.

# F

ernab von Ver-  
kehrslärm und -gestank über  
Bergwiesen zu ziehen, Nebel  
und kühle Luft auf dem Gesicht  
zu spüren lässt den überreizten  
Geist zur Ruhe kommen. Zugleich  
stärkt eine stramme Wande-  
rung Herz und Kreislauf. Und  
sie vermittelt eine in unserer  
automobilen Welt schon  
seltene Erfahrung: wie gut die  
eigenen Füße tragen



Bewegung kann das Leben bereichern. Doch d

# Wieviel Sport braucht der Mensch



Wir leben in bewegten Zeiten: Bereits beim Morgenkaffee animiert eine sanfte Radiostimme zur Gymnastik. Überlebensgroß plakatiert, schwingen schlanke Frauen Hanteln und werben für Sport im Verein. Wer solcher Reklame folgt, schließt sich einer großen Gesellschaft an: Rund ein Drittel der Bevölkerung hierzulande ist im Deutschen Sportbund organisiert, 1970 waren es – in Westdeutschland – etwa 17 Prozent. Daneben betätigt sich ein Millionenheer vereinsfrei: Die Hälfte der Deutschen fährt regelmäßig oder öfter mal Rad, ermittelte die Offenbacher Forschungsgesellschaft Marplan 1993. Ein Viertel geht mindestens einmal die Woche schwimmen, und jeder Zehnte joggt häufiger.

Was treibt diese Massenbewegung an? Was lockt die Menschen aus bequemen Kissen auf Sportplätze und Feldwege, in Turnhallen und Fitness-Zentren? Was lässt sie Schweiß vergießen und viel Geld dafür ausgeben? Und welche ihrer Erwartungen erfüllen

sich? Die klassischen Beweggründe wie Wettkampf und Rekordstreben sind für die meisten passé. Sie wollen mehr Lust als Leistung, sie suchen Spaß durch Sport, getreu der Abstammung des Wortes von englisch *disport* für Zerstreung und Vergnügen.

Ganz oben in der Motivhierarchie steht allerdings die Gesundheit. Leibesertüchtigung gilt zwar schon seit jeher als förderlich für das Wohlbefinden. Doch so begehrte wie heute war dieser Effekt wohl noch nie. Bei einer Studie der Kölner Sporthochschule nannen 97 Prozent der Aktiven Gesundheit als ein zentrales Ziel ihres Engagements.

In ihren Köpfen ist Gesundheit dabei eng verknüpft oder gar gleichbedeutend mit Fitness. Und davon geht eine besondere Magie aus. Denn was ursprünglich nur bedeutete, für eine Aufgabe gut gerüstet zu sein, hat den Rang einer sozialen Tugend gewonnen. Fitness symbolisiert Jugend und Dynamik, Erfolg und Erotik.

# Kultivierung des Leibes wird leicht zum Kult

Die steile Karriere der Fitness und die wachsende Nachfrage nach Gesundheit wurzeln in einem fundamentalen gesellschaftlichen Wandel. Wir nutzen unseren Körper anders als unsere Vorfahren – und nehmen ihn auch anders wahr. Noch unsere Urgroßeltern mußten meist von früher Kindheit an körperlich schwer arbeiten und litten dementsprechend häufig an Verschleißerscheinungen. Mehr noch als diese Torturen drückten allerdings Infektionskrankheiten die Lebenserwartung. Vor hundert Jahren konnte nur jeder Zehnte hierzulande seinen 75. Geburtstag feiern, heute erleben ihn bereits mehr als die Hälfte. Angesichts der damals mageren medizinischen Möglichkeiten erschienen Krankheit und Gesundheit in hohem Maße als Schicksal.

Das wandelt sich völlig im 20. Jahrhundert. Die körperliche Arbeit wird weniger schwer, aber auch die Bewegungsfreiheit geringer. Im Rhythmus von Maschinen haben Männer und Frauen stundenlang stets die gleichen Handgriffe auszuführen. Andere sind tagsüber in Büros an den Stuhl gefesselt. Auch in unserer Freizeit sind wir weitgehend stillgesetzt – vor dem Fernseher oder im Auto. Zudem setzt die Anforderung, trotz kurzer Arbeitszeit das gleiche zu leisten, die Angestellten unter enormen Druck.

Dieser Stress, die einseitigen Belastungen und der Bewegungsmangel bilden mit anderen Risikofaktoren des modernen Lebensstils wie Rauchen, Trinken, Übergewicht und sozialer Isolation ein fatales Gemenge. Es macht Herz-Kreislauf-Leiden zur Todesursache Nummer eins und verursacht chronische Krankheiten wie Rheuma und Durchblutungsstörungen, die uns die gewonnenen Lebensjahre vergällen.

Da diese Malaisen gleichermaßen im individuellen Verhalten wie in den sozialen und ökologischen Verhältnissen begründet sind, erscheinen sie uns als beeinflußbar. Weil außerdem, nicht zuletzt als Folge der Bildungsreform, mehr und mehr Men-

schen über medizinische Grundkenntnisse verfügen, trauen sie sich, ihre Gesundheit in die eigene Hand zu nehmen. Und wenn sie etwas verändern wollen, was liegt da näher als der eigene Körper? Während die Welt immer komplexer und unübersichtlicher wird, haben wir ihn in unserer Macht, können ihn vermeintlich nach Belieben formen und dadurch gesund bleiben oder werden.

Trimm-Fanatiker verfolgen noch ein anderes Ziel: sich selbst zu erfahren und sich attraktiv zu präsentieren. Da sich die Menschen in der modernen Industriegesellschaft weniger über ihre Zugehörigkeit zu einer Religion oder einem sozialen Milieu definieren, sind sie, wie der Kölner Sportsoziologe Volker Rittner schreibt, „zunehmend genötigt, Identität in eigener Regie zu entwerfen“ – etwa über ein ansehnliches Äußeres.

Den Trend zum Gesundheitssport haben Mediziner und Physiologen massiv gefördert und mit immer

## Wir empfinden und nutzen den eigenen Körper anders als unsere Vorfahren

neuen Erkenntnissen flankiert. Seit den fünfziger Jahren ließen sie Probanden auf Fahrradergometern stampfen und registrierten penibel Sauerstoffverbrauch und Energiestoffwechsel, das Verhalten von Herz und Blutdruck. Dabei kristallisierte sich heraus, wie flexibel unser Organismus auf Belastungen reagiert: Je stärker ein Organ gefordert wird, desto mehr kann es leisten. Ein biologisches Grundprinzip, das uns für das Überleben in einer sich ständig wandelnden Umwelt präpariert. Die Wissenschaftler belegten detailliert, daß regelmäßiges Training, auch wenn erst in höherem Alter damit begonnen wird, die Lei-

stungsfähigkeit beträchtlich steigern kann. 20 Jahre lang 40 bleiben, lautet ihre Devise.

Skeptiker kritisieren indes die einfache Gleichung Sport = Gesundheit. „Überdurchschnittliche Leistungsfähigkeit ist keine Gewähr für Gesundheit,“ gibt etwa der Mainzer Sportwissenschaftler Hans-Volkhart Ulmer zu bedenken. Bester Beleg seien Spitzensportler, die für einen Rekord ihr Wohlergehen aufs Spiel setzen und ständige ärztliche Kontrolle brauchen.

Einen kräftigen Kreislauf mit Gesundheit gleichzusetzen entspricht in der Tat dem verkürzten biologisch-funktionalen Menschenbild der Schulmedizin. Und zu Recht weisen Kritiker immer wieder darauf hin, daß der Zusammenhang von Training und langerem Leben bislang nicht hieb- und stichfest erwiesen

Frauen, die sich gymnastisch und tänzerisch betätigen, und von 31- bis 50jährigen Personen, die ihre Ausdauer trainieren“. Unklar bleibt dabei, wie körperliche Aktivität das Gemüt aufhellt, ob durch physiologische Effekte, ob durch das subjektive Erleben oder durch beides.

Doch mit ziemlicher Sicherheit beruht die heilsame Wirkung von Bewegung auf einem komplexen Wechselspiel von Leib und Seele. Denn Sport kann nicht auf das Physische oder das Psychische begrenzt werden. Er vermittelt uns vielmehr Erfahrungen aus mehreren Dimensionen – aus einer körperlichen, einer materiellen, einer sozialen und schließlich einer persönlichen:

- Bewegung hilft uns, ein Gefühl für den eigenen Körper zu entwickeln, für dessen räumliche Grenzen und Fähigkeiten. Wir spüren Anstrengung und Ermüdung, aber auch, wie Übung unsere Leistungskraft steigert. Ein schlüssiges Schema des Leibes ist die Voraussetzung dafür, ihn als Instrument zu benutzen – um die Gabel zum Mund zu führen oder durch ihn mit unserem Gegenüber zu „sprechen“. Daß wir normalerweise unbewußt darüber verfügen,

## Durch stetes Training mobil bleiben bis ins hohe Alter, lautet die Devise

ist. Die epidemiologischen Studien können meist nicht unterscheiden, ob jemand gesund bleibt, weil er körperlich aktiv ist, oder ob er sich viel bewegt, weil er gesund ist. Sport bildet außerdem mit anderen Variablen wie der Ernährung ein verzwicktes Wirkungsknäuel, aus dem sich die einzelnen Effekte nur schwer herauslösen lassen.

Doch trotz solcher Mängel müssen Zweifler anerkennen, daß mittlerweile starke Indizien für einen Schutz vor Herz-Kreislauf-Leiden und für eine – mit ein bis zwei Jahren allerdings geringe – Lebensverlängerung vorliegen. Dazu reicht, selbst für Experten verblüffend, schon ein moderates Trainingspensum.

Auf schwächerer wissenschaftlicher Basis ruht die gleichermaßen gängige These, Bewegung nütze auch der Seele, stärke das Selbstwertgefühl, mindere Angst und Depressionen. Derart pauschal ist diese Ansicht nicht zu halten. Wolfgang Schlicht von der Universität Kiel kam in einer sogenannten Meta-Analyse, in der er 39 Originalarbeiten mit fast 9000 Probanden auswertete, zum Fazit: Von Sport „profitiert konsistent die psychische Gesundheit von

ermöglicht es uns, etwa bei geschlossenen Augen mit dem Zeigefinger zielsicher die Nasenspitze zu treffen. Wie grundlegend diese Vorstellung von uns selbst ist, wird deutlich, wenn sie, wie bei manchen psychisch Kranken, zerbrochen ist.

- Mit Bewegung begreifen wir die materielle Vielfalt der Welt. Am Kletterseil heruntergleitend, spüren wir dessen Rauigkeit und Härte. Wenn wir einen Fußball einwerfen, köpfen oder schießen, fühlt sich die Lederkugel jeweils anders an. Sport bringt uns auch der Natur näher – beim Bergwandern, beim Bad in der Brandung oder beim Segeln. Die Jagd nach diesem Erlebnis hat allerdings einen Haken: Wenn Massen ihr frönen, droht die Umwelt, wie in den vergangenen Jahren drastisch deutlich wurde, dadurch selbst unter die Räder zu kommen.

- Bewegung schafft soziale Beziehungen. Wir drücken damit Stimmungen aus. Wütend stellen wir dem Gegner ein Bein. Oder reichen ihm nach einer unfairen Attacke versöhnlich die Hand. Wer bestimmte Übungen und Vorschriften beherrscht, gehört zum Team. Er kann sich im Wettkampf mit einem Kontra-

# **Wieviel Sport braucht der Mensch ?**

henten messen und beim Spiel Gemeinsamkeit erfahren. Im Verein oder im Fitness-Zentrum wachsen Freundschaften. Durch seine sportliche Gewandtheit vermag mancher auch die Achtung zu erwerben, die ihm im Beruf versagt bleibt. Und schließlich bietet Sport einen Raum für Körperkontakt nach festen Regeln.

• Bewegung trägt dazu bei, ein Bild der eigenen Person zu gewinnen. Beim Sport können wir die Grenzen unserer Leistungsfähigkeit erkennen, sie ausdehnen und daraus Selbstvertrauen schöpfen. Welche Quelle der Vitalität dies sein kann, beweisen Behindertensportler, die auch ohne Sieg über ihr Gebecken triumphieren. Sport biete dem Menschen immer wieder die Chance, resümiert der Tübinger Sportpädagoge Ommo Grupe, „seinem Leben Spannung zu geben, sich zu erproben, Maßstäbe für das eigene Können zu setzen, freiwillig nach den Grenzen des Möglichen zu suchen.“

So sehr Bewegung – all diese unterschiedlichen Dimensionen berücksichtigt – unser Wohlbefinden zu fördern vermag, so ungesund kann sie unversehens werden. Denn Sport ist per se riskant. Fußballer zum Beispiel müssen während einer zehnjährigen Aktivenzeit mit durchschnittlich 3,4 Verletzungen rechnen, Leichtathleten je nach Disziplin mit 0,8 bis 1,4. Brüche und Prellungen, Bänderisse und Verstauchungen kosten jedes Jahr Milliarden Mark. Wieviel genau, wissen nicht einmal die Krankenkassen.

Geschätzte oder hochgerechnete Schadenssummen den ebenso unsicheren Einsparungen durch Gesundheitssport gegenüberzustellen, wie es manche Experten versuchen, ist indes fragwürdig: Sie betreiben damit das Geschäft jener, die für risikanten Lebenswandel Zuschläge auf die Kranken-

versicherung fordern, und stellen so das Solidarprinzip in Frage. Überdies läßt sich der Gewinn an Wohlbefinden nicht in Mark und Pfennig ausdrücken.

Unstrittig ist dagegen, daß bessere Aufklärung notwendig ist. Denn die Verletzungsgefahr steigt rapide, wenn Hobbyathleten ihren Einsatz übertreiben: wenn sie weiterjoggen, obwohl sie nach Luft ringen, wenn sie nach dem Motto „viel hilft viel“ Kraftübungen unsinnig oft wiederholen, wenn sie sich keine Erholung gönnen. „Gerade durch die angestrennten Versuche, Gesundheit leisten zu wollen,“ warnt Volker Rittner, „wird sehr häufig das Ziel verwirkt.“

Dieser Gefahr setzen sich auch jene aus, die unter der Woche einen tragen Lebensstil pflegen und dann am Sonnabend oder Sonntag ihr Bewegungskonto durch eine Großaktion auszugleichen versuchen. Sie überschwemmen zum Beispiel ihren Organismus mit Myriaden freier Radikale, aggressiven Atomen und Molekülen, die bei der Energiegewinnung im Muskel als unvermeidliches Nebenprodukt anfallen und Körpergewebe angreifen. Und jüngst belegten deutsche und amerikanische Forscher unab-

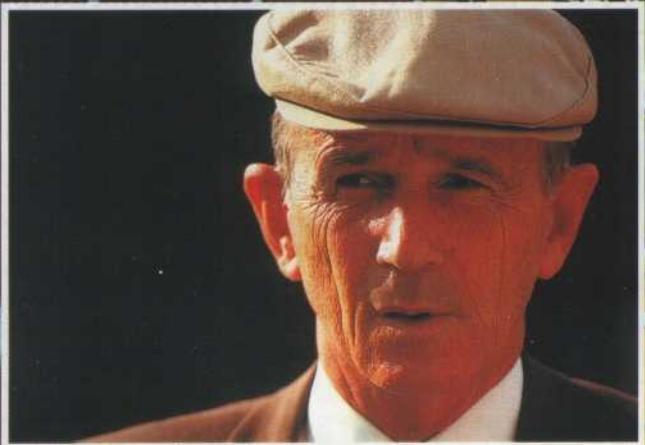
## **Sich mäßig, aber regelmäßig trimmen bringt den größten Gewinn fürs Wohlbefinden**

hängig voneinander erneut, daß körperliche Anstrengung für jene, die sie nicht gewohnt sind, tragisch enden kann: Sie laufen ein höheres Risiko, dabei oder danach einen Herzinfarkt zu erleiden.

Klug beraten ist somit, wer Sport treibt nach der alten Regel: mäßig, aber regelmäßig. Wer außerdem seine eigenen körperlichen Grenzen akzeptiert, Bewegung nicht verbissen als Gesundheitstechnik mit selbstquälerischen Zügen sieht, sondern sie neben gesunder Ernährung und Entspannungszeiten in seinen Alltag einbaut, wer schließlich aus der Fülle der Disziplinen eine auswählt, die ihm Spaß macht, der kann mit gutem Recht darauf hoffen, sein Wohlbefinden zu steigern – und sein Leben zu bereichern.

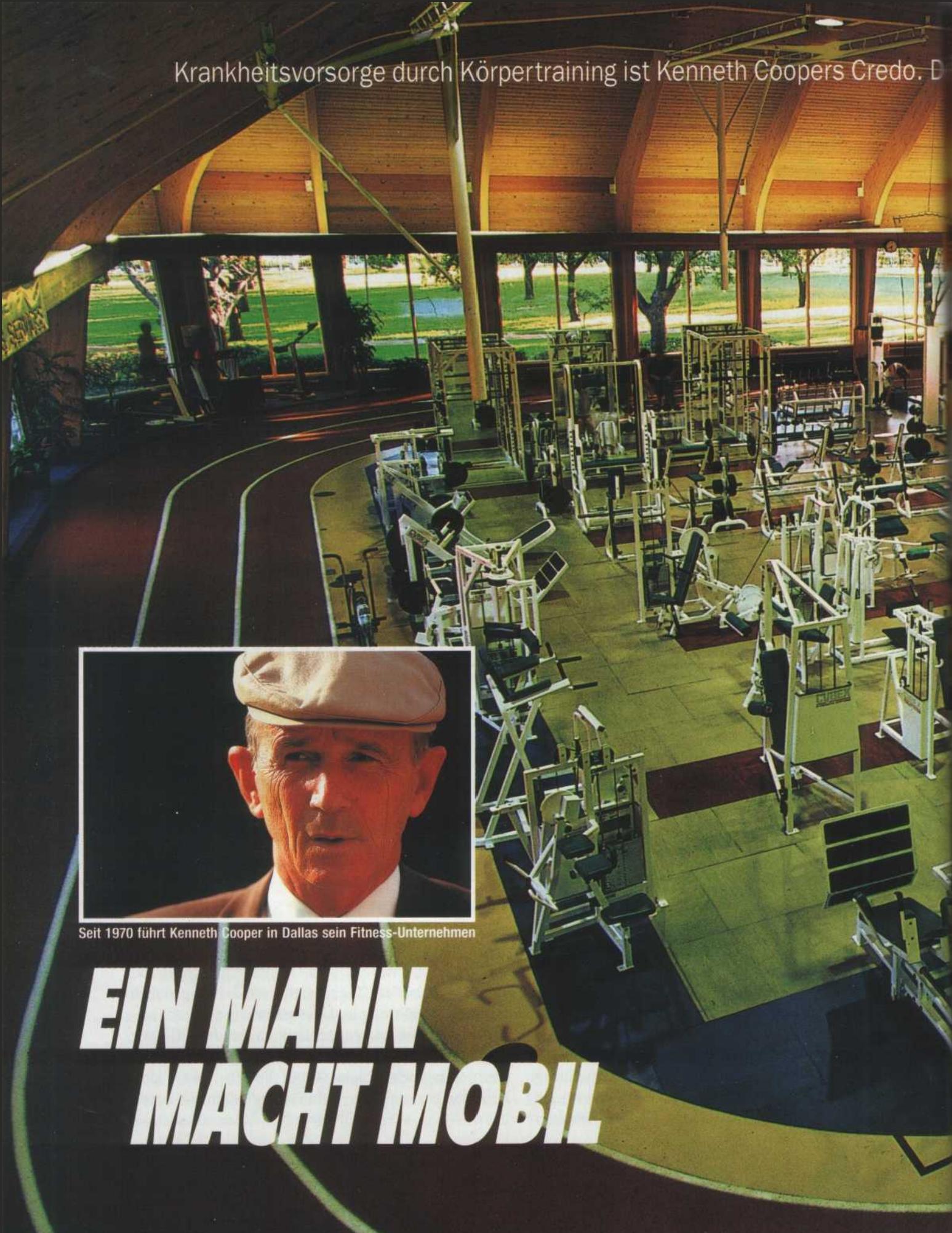
*Klaus Bachmann*

Krankheitsvorsorge durch Körpertraining ist Kenneth Coopers Credo. D



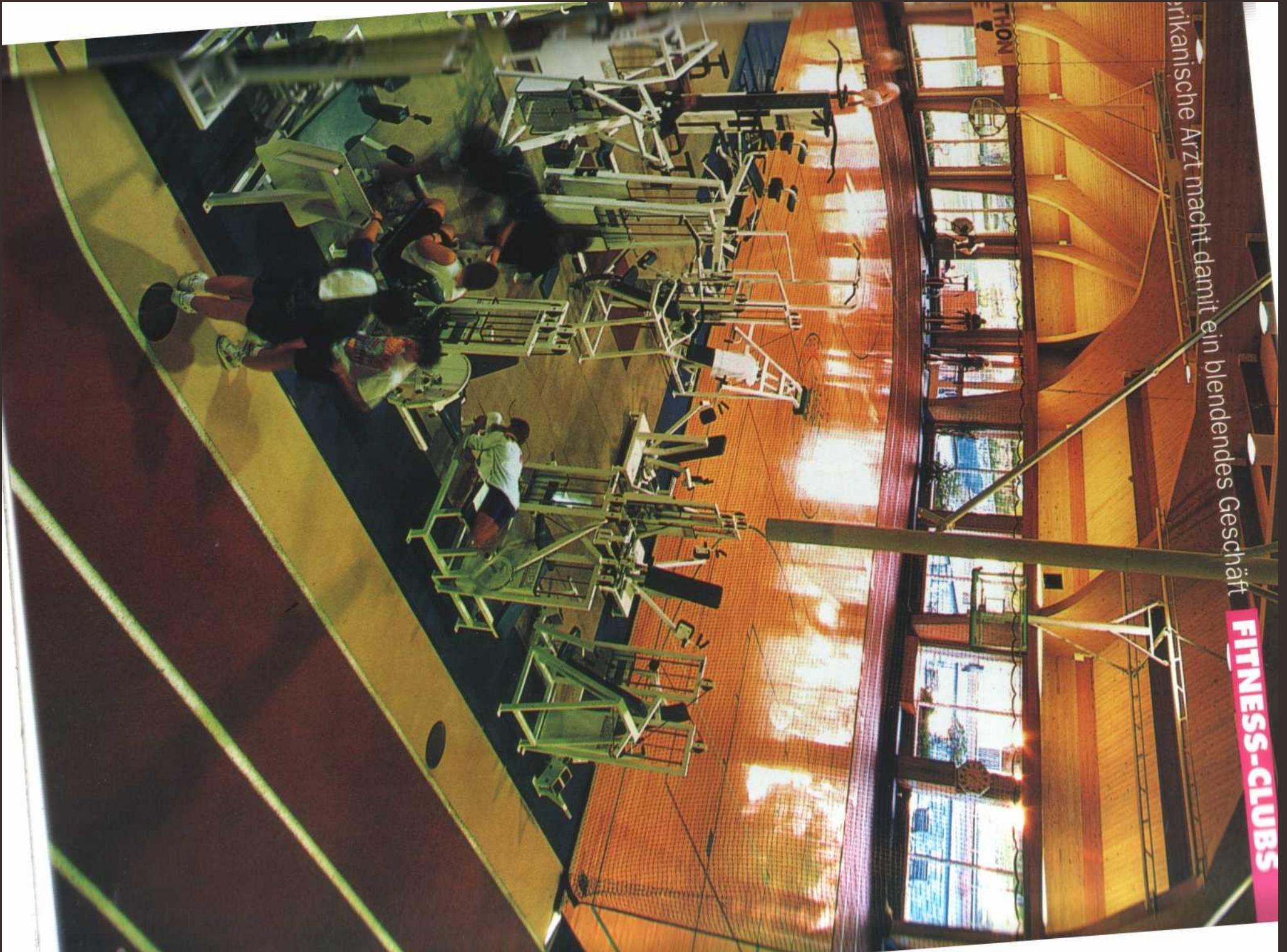
Seit 1970 führt Kenneth Cooper in Dallas sein Fitness-Unternehmen

**EIN MANN  
MACHT MOBIL**



Amerikanische Arzt macht damit ein blendendes Geschäft

**FITNESS-CLUBS**



**D**er Mann predigt wie ein Evangelist unter den Heiden, obwohl er zu Bekhrten spricht. Vor ihm in dem kleinen Hörsaal sitzen an diesem Morgen um acht etwa 50 angehende Fitness-Trainer und saugen jedes seiner Worte auf. Nicht daß neu wäre, was Kenneth Cooper ihnen verkündet. Doch aus dem Mund des Meisters klingt dessen Botschaft von Gesundheit so faszinierend, als hätte er sie eben erst erfunden.

Der Arzt, dem seine Fans begeistert Beifall klatschen, preist nicht etwa einen Durchbruch in der Pharmazie. Vielmehr soll es so weit, daß Medikamente gebraucht werden, erst gar nicht kommen: Ken Coopers Credo ist die Vorbeugung, die Prävention. Der hat er sich seit den sechziger Jahren verschrieben. Damals noch bei der US-Luftwaffe, entwickelte er ein Ausdauertraining, das er „Aerobics“ (griechisch aer = Luft) nannte, da es den Sauerstoffumsatz im Körper ankurbelt. Das Programm löste in den USA einen Fitness-Boom aus und machte den Mediziner weltweit bekannt.

Unablässig wirbt der 66jährige im tragen Volk: Bewegt euch! Geht, joggt, schwimmt, fahrt Fahrrad! Sorgt dafür, daß ihr bis zum Lebensende mobil bleibt! Übernehmt Verantwortung für eure Gesundheit! Zur Propagierung seiner Rezepte hat er 1970 in Dallas das „Cooper Aerobics Center“ gegründet. Kaum irgendwo wird Präventivmedizin so attraktiv verpackt und perfekt verkauft wie hier am Rand der texanischen Stadt.

Das Reich des Ken Cooper ruht auf vier Säulen: auf der „Cooper Clinic“, in der acht Ärzte und der Chef selbst die Klienten auf Herz und Nieren prüfen; auf dem „Cooper Institute for Aerobics Research“, in dem Wissenschaftler den Zusammenhang zwischen Sport, Gesundheit und Fitness erforschen; auf dem „Cooper Wellness Program“ für diejenigen, die mit individueller Betreuung das Rauchen aufgeben, ihren Bluthochdruck bekämpfen oder einfach in Form kommen wollen; und auf dem „Cooper Fitness Center“, einem hochmo-

dernen Fitnessclub mit fast 3000 Mitgliedern.

Wer in Coopers Gesundheitstempel pilgert, möchte keinesfalls an ein Krankenhaus erinnert werden. Dafür ist gesorgt. Die Gebäude – alle im Neo-Kolonialstil aus rotem Backstein mit weißen Säulen vor schweren Eingangstüren – liegen auf einem zwölf Hektar großen parkähnlichen Gelände mit alten Bäumen, blühenden Rosen und gepflegtem Rasen. Joggingpfade schlängeln sich durch das Areal. Hinter dem Gästehaus leuchten Tennisplätze blau in der texanischen Sonne, und ein Swimmingpool glitzert.

Die Einfahrt in das von schmiedeeisernen Gittern umgrenzte Center führt geradewegs zur Cooper Clinic. Rezeption, Warteraum und Untersuchungszimmer sind klein und schlicht eingerichtet. Einen Tag lang werden die Klienten hier nach allen Regeln der Diagnostik durchgecheckt. Das Labor bestimmt 44 Blut- und Urinwerte. Die Ärzte prüfen Gehör, Sehkraft und Lungenfunktion, kontrollieren Kehlkopf und Enddarm auf Krebs und ermitteln den Fettanteil am Körperegewicht.

#### **Das Laufband verwandelt sich unter seinen Füßen in einen Berg**

Der Hit ist jedoch der Laufband-Belastungstest. Alle Kunden der Cooper Clinic müssen ihn durchstehen, es sei denn, medizinische Gründe sprechen dagegen. Bei Donald Jessup sahen die Ärzte kein Problem. In Turnhose und Sportschuhen geht der Mann hoch in den Sechzigern schnellen Schrittes auf dem Band. Zehn Elektroden an seinem Oberkörper liefern die Spannungspulse für ein differenziertes Elektrokardiogramm ab. Damit wollen die Ärzte einen eventuellen Herzfehler entdecken.

Noch scherzt der schlanke ältere Herr: „Das geht ja prima. Wo liegt denn die Rekordzeit für mein Alter?“ Zehn Minuten später muß er sich aufs Atmen konzentrieren. Das Laufband wird schneller und steiler, verwandelt sich unter seinen Füßen in einen Hügel, in einen Berg. Nach 23 Minuten keucht er „Stop“ und angelt erschöpft nach den Haltegriffen. „Toll, Mister Jessup“, lobt der medizinisch-technische Assistent. „Mit dieser Zeit



**Konditionstraining auf Fahrrad-Ergometern gehört in Dallas längst zum Standard. Aber auch Gruppenkurse werden angeboten – rund 50 pro Woche. Denn fast zwei Drittel der vorzeitigen Todesfälle in den USA sind, so Cooper, durch angemessene Bewegung zu vermeiden**

**Die typische Klienten**



**männlich, verdient gut – und hält sich für gesund**

gehören Sie zu den besten fünf Prozent Ihrer Altersgruppe.“

Die Cooper Clinic zieht vor allem Menschen der wohlhabenden, gebildeten Mittelschicht an. Acht von zehn Klienten sind Männer, durchschnittlich 45 Jahre alt. 80 Prozent halten sich für gesund. Sie merken aber, daß ihr Körper sich verändert hat. Die Haut spannt sich nicht mehr so straff, um die Taille wabbelt es, und nach einem Football-Match mit dem Sohn brennt die Lunge. Die eingehende Untersuchung für 1300 Dollar und mehr ist für viele der erste Schritt des Gegensteuerns.

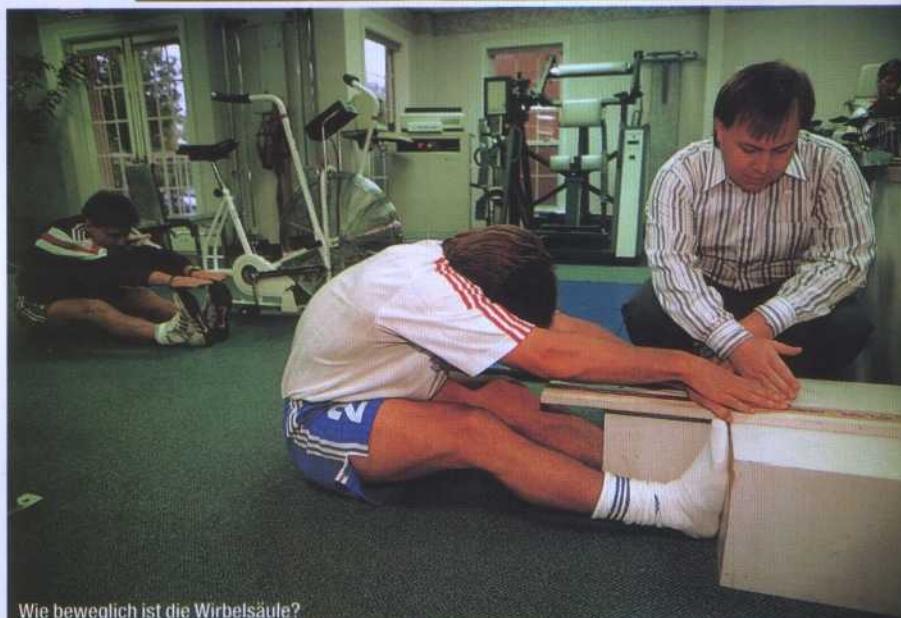
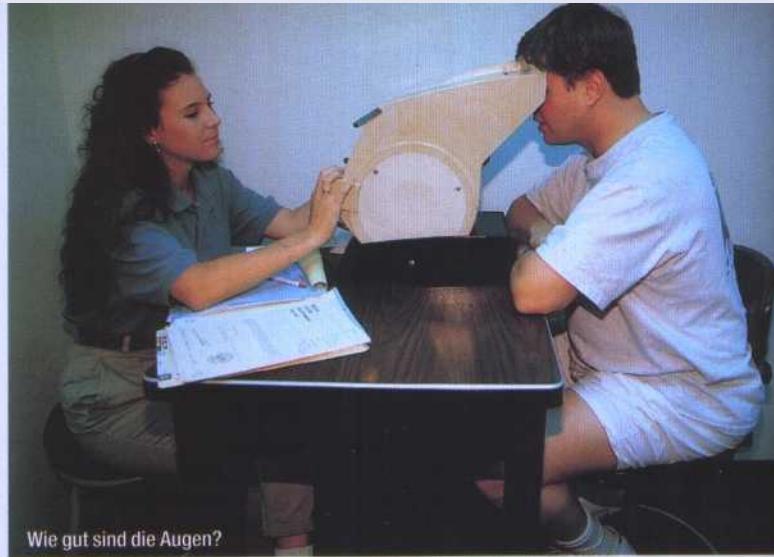
#### **Die Forscher verfügen über die Befunde von 40 000 Kunden**

Der nächste Schritt ist ein – im Preis inbegriffenes – individuelles Trainingsprogramm, das die Kunden zu Hause ableisten sollen. Diese Vorschriften sind in den vergangenen Jahren milder geworden. Das Joggen hat in Coopers Präventionsstrategie etwas an Gewicht verloren. Mittlerweile betont der Mediziner, wie wichtig es ist, „sich rundherum wohl zu fühlen“. Er rät deshalb, auf gesunde Ernährung zu achten, nicht zu rauchen, keinen oder nur wenig Alkohol zu trinken, Stress abzubauen und regelmäßig zur Vorsorgeuntersuchung zu gehen.

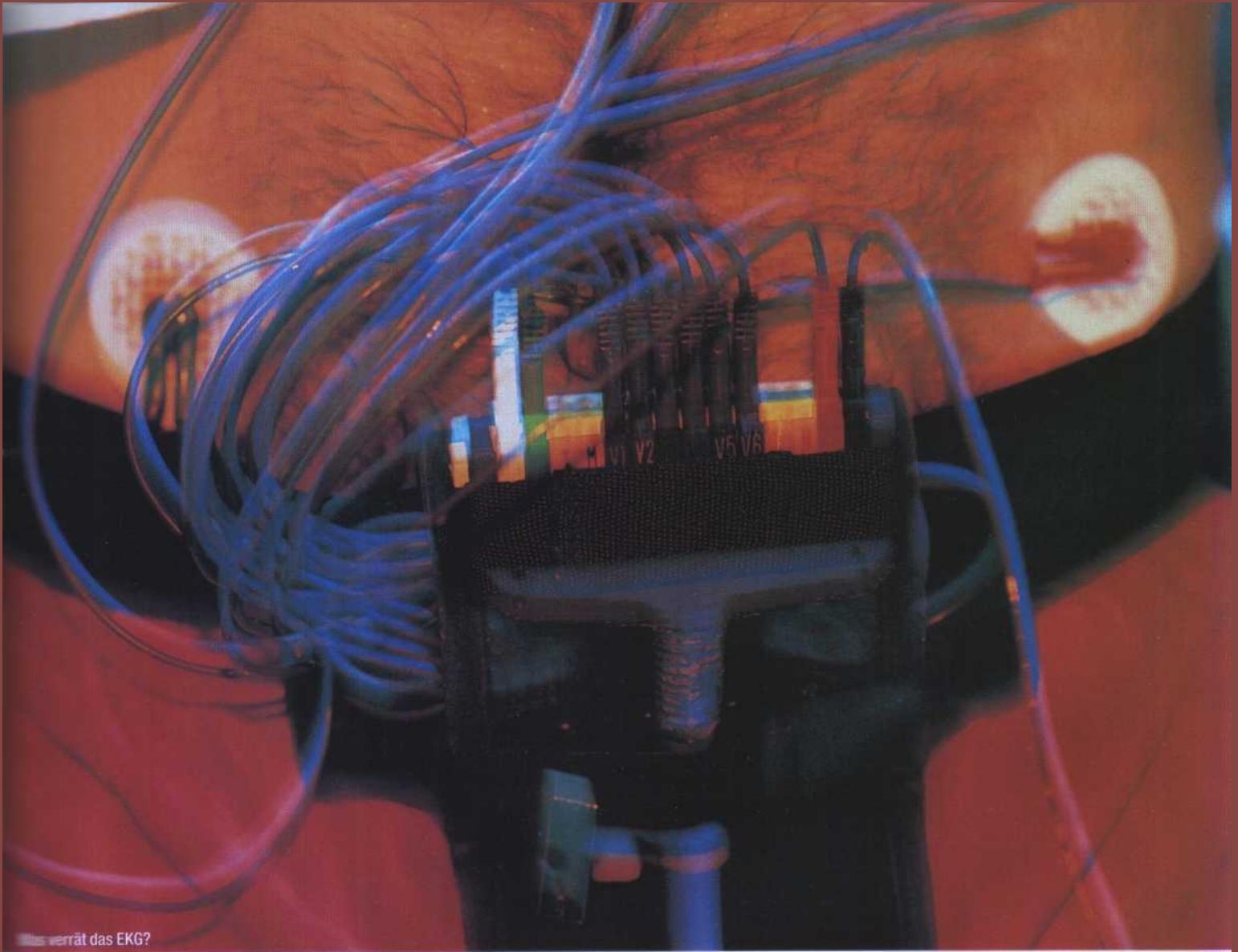
„Früher dachte ich, wenn jemand gesund ist und zehn Marathons pro Jahr laufen will – soll er. Heute sage ich: Man kann Gutes auch übertreiben. Der zusätzliche Nutzen ist gering, die Verletzungsgefahr wächst jedoch enorm. Um etwas für seine Gesundheit zu tun, reicht ein wesentlich geringerer Aufwand.“ Weshalb der Sinneswandel? „Wir haben jetzt endlich Fakten.“

Diese Fakten hat zum gut Teil das hauseigene Forschungsinstitut beschafft – der Non-Profit-Zweig des ansonsten außerordentlich profitablen Zentrums. Die Wissenschaftler hier verfügen über eine ungewöhnlich breite Datenbasis: über die Fitness-Befunde von rund 40 000 Kunden der Cooper Clinic. Hinzu kommen die Ergebnisse von Tests mit Profisportlern, mit denen das Institut seit langem zusammenarbeitet.

Gerade hat ein Sportphysiologe die Spieler des amerikanischen Fußball-



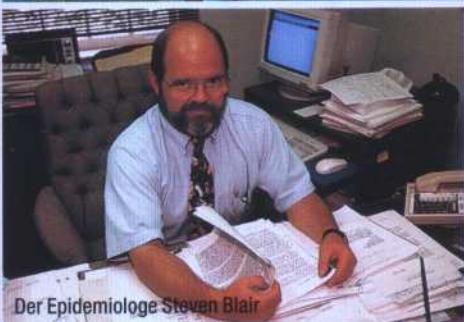
**»Ein fitter 60jähriger kann ...**



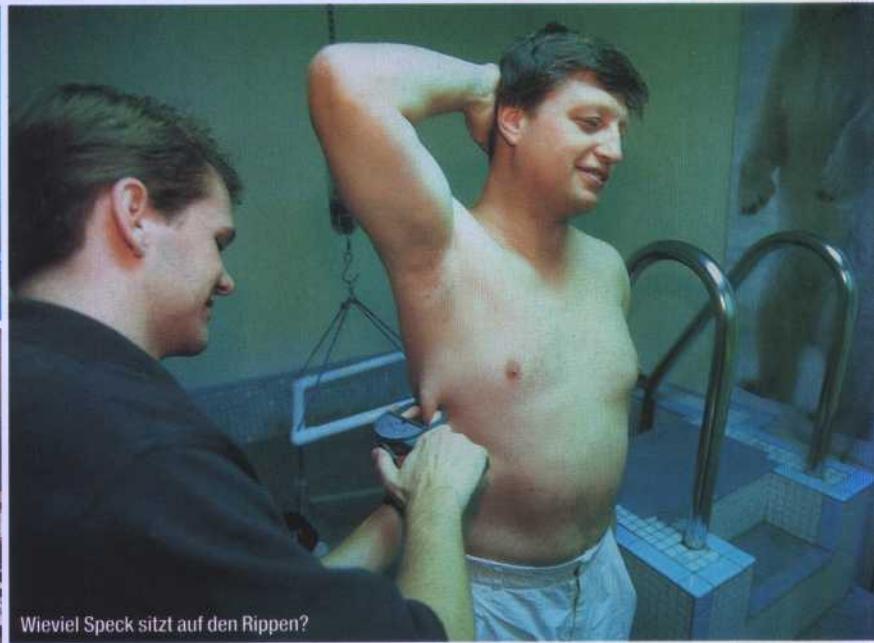
Was verrät das EKG?



Was leistet die Lunge?



Der Epidemiologe Steven Blair



Wieviel Speck sitzt auf den Rippen?

**„Viel leisten wie ein untrainierter 40jähriger“**

Nationalteams zu Gast: Einer der Verteidiger rennt schweißnaß auf dem Super-Laufband. Es läuft und steigt wesentlich schneller als das Modell in der Cooper Clinic. Außerdem trägt der Kicker eine Atemmaske, so daß während des Tests sein Sauerstoffverbrauch gemessen werden kann.

Drei Tage lang werden die Spieler durchgecheckt, werden Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer gemessen, um aus den gewonnenen Daten ein Trainingsprogramm zu entwerfen.

### **Die Schaffner in Londons Bussen lebten länger als die Fahrer**

Bevor der institutseigene Datenschatz ausgewertet war, hatte Cooper dafür plädiert, daß jeder so viel trainieren sollte, bis er die beiden obersten von fünf Kategorien erreicht, nämlich seine mangelnde, geringe oder mäßige Fitness in eine gute oder ausgezeichnete verwandelt. Zahlreiche Sportphysiologen und auch die Experten vom hochangesehenen „American College of Sports Medicine“ halten an diesem Ziel noch heute fest.

Sie stützen sich auf Studien, von denen die ersten bereits aus den fünfziger Jahren stammen. Damals fand der Engländer Jeremy Morris heraus, daß Busfahrer in London eher an Herzleiden erkranken als Schaffner, die häufig die Treppen in den Doppeldecker-Bussen hinauf- und hinunterstiegen. Und der Epidemiologe Ralph Paffenbarger von der Stanford University belegte an Hafenarbeitern in San Francisco, daß sie um so länger lebten, je härter sie schuften mußten – und je öfter somit ihr Puls schneller ging. Eine lebensverlängernde Wirkung von Sport konnte der Wissenschaftler 1986 auch bei 17 000 Harvard-Absolventen nachweisen.

Cooper revidierte seine Ansicht, als sich die Ergebnisse einer großangelegten, im November 1989 schließlich publizierten Untersuchung seines eigenen Forschungsinstituts abzeichneten. Acht Jahre lang hatte ein Team unter Leitung des Epidemiologen Steven Blair, eines Stars des Hauses, 13 344 Frauen und Männer im Alter zwischen 20 und 80 Jahren regelmäßig untersucht, Gewicht, Blutdruck, Cholesterinspiegel und Ziga-

rettenkonsum erfaßt. Aufgrund der Laufband-Tests wurden die Probanden in die fünf Fitness-Gruppen eingeteilt.

Das Resultat überraschte alle Beteiligten: „Für Gesundheit und langes Leben ist keineswegs die Zugehörigkeit zu den beiden obersten Fitness-Gruppen entscheidend“, erklärt Cooper. „Schon der Schritt von den beiden untersten Kategorien in die mittlere – mäßig fit – senkt die Krankheitsraten auf breiter Front.“ Und gleichzeitig die Todesfälle.

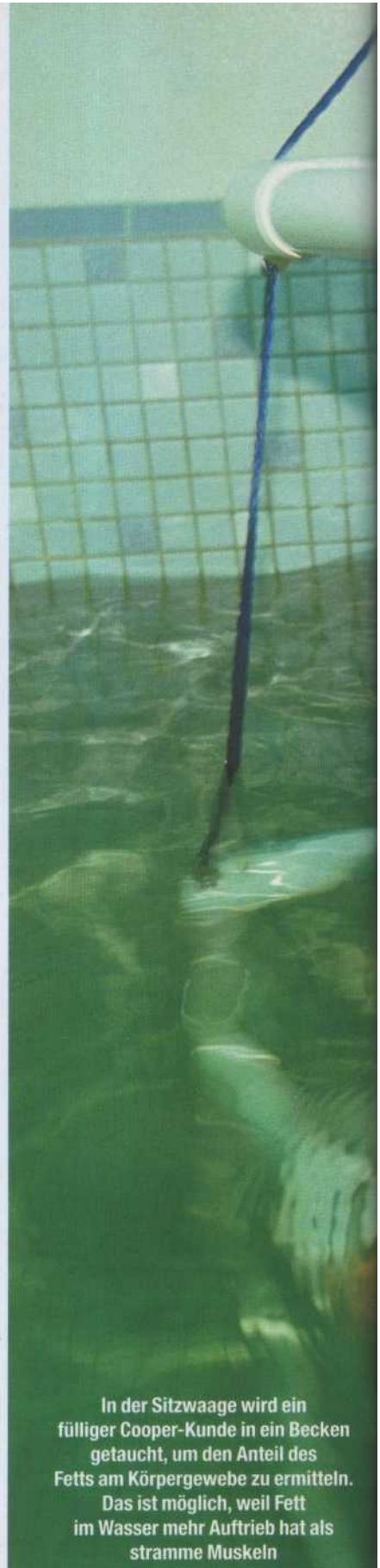
Die Wissenschaftler errechneten in einer komplizierten Prozedur aus den Daten, wie viele Menschen jeweils in einer fiktiven Gruppe von 10 000 Personen eines bestimmten Fitness-Levels sterben: Während von den inaktiven Männern jährlich 64 das Zeitliche segnen, scheiden bei jenen mit mäßiger Bewegung – die zum Beispiel täglich 30 Minuten mit dem Hund zügig um den Block marschieren – immerhin nur 26 dahin, bei jenen mit ausgezeichneter bis guter Fitness lediglich noch 20. Bei Frauen sind die Relationen ähnlich: Von 10 000 bewegungsarmen Frauen sterben jährlich 40. Von der Gruppe mit mäßiger Fitness 16 und von den durchtrainierten noch sieben.

Am deutlichsten verringern sich Todesfälle durch Herz-Kreislauf-Krankheiten, die größten Killer in den westlichen Gesellschaften: von jährlich 25 pro 10 000 bei untrainierten Männern auf acht bei solchen, die mäßig aktiv sind. Von den tragen Frauen sterben daran sieben, von den mäßig fitten drei.

### **Wie man sich fühlt, ist ziemlich unverbindlich**

Diese Studie hat wie keine andere der gut 650 im Cooper Institute erarbeiteten Publikationen öffentliches Aufsehen erregt. Anders als Autoren früherer Analysen konnte sich das Team um Blair auf handfeste medizinische Daten stützen und mußte sich nicht auf notorisch unzuverlässige Selbsteinschätzungen der Teilnehmer verlassen.

Aber trotz allen missionarischen Eifers von Ken Cooper ist die Zahl der Bewegungsmuffel in den USA immer noch recht hoch: 50 Prozent der Amerikaner bezeichnen sich



In der Sitzwaage wird ein  
fülliger Cooper-Kunde in ein Becken  
getaucht, um den Anteil des  
Fetts am Körpergewebe zu ermitteln.

Das ist möglich, weil Fett  
im Wasser mehr Auftrieb hat als  
stramme Muskeln

**»Die Verantwortun**



**„Für seinen Lebensstil kann niemand auf die Ärzte schieben“**

selbst als überhaupt nicht oder allenfalls leidlich fit.

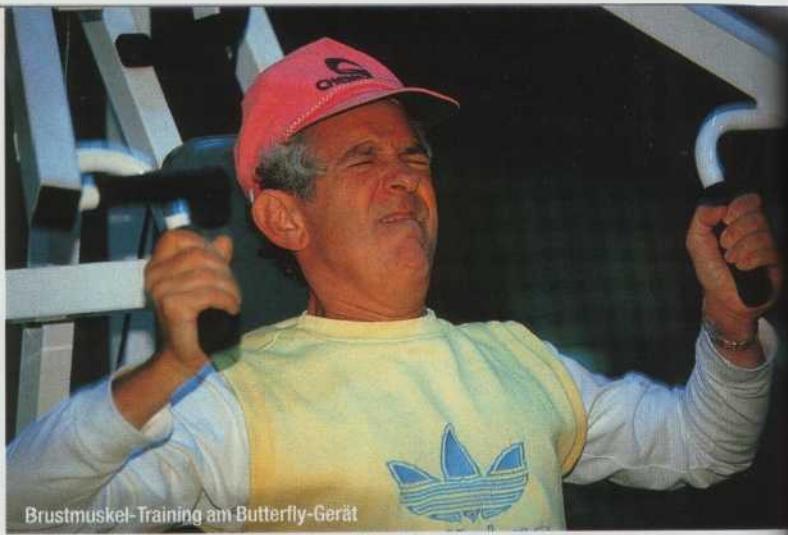
Da jedoch tatsächlich nur wenig investieren muß, wer seine Krankheitsrisiken senken will, plant Steven Blair nun mit dem „Projekt Aktiv“ die so genannten „couch potatoes“ aus den Kissen zu locken. „Wir bringen einer Testgruppe bei, wie sie Bewegung in den Alltag integriert – Treppen steigen, weiter weg parken, mit dem Fahrrad oder zu Fuß einkaufen, Gartenarbeit machen, den Hund ausführen.“ Diese Leute werden, da ist sich der Epidemiologe sicher, nach zwei Jahren durchweg fitter sein als zu Beginn der Studie.

### »Ein Gramm Prävention ist mehr wert als ein Pfund Therapie«

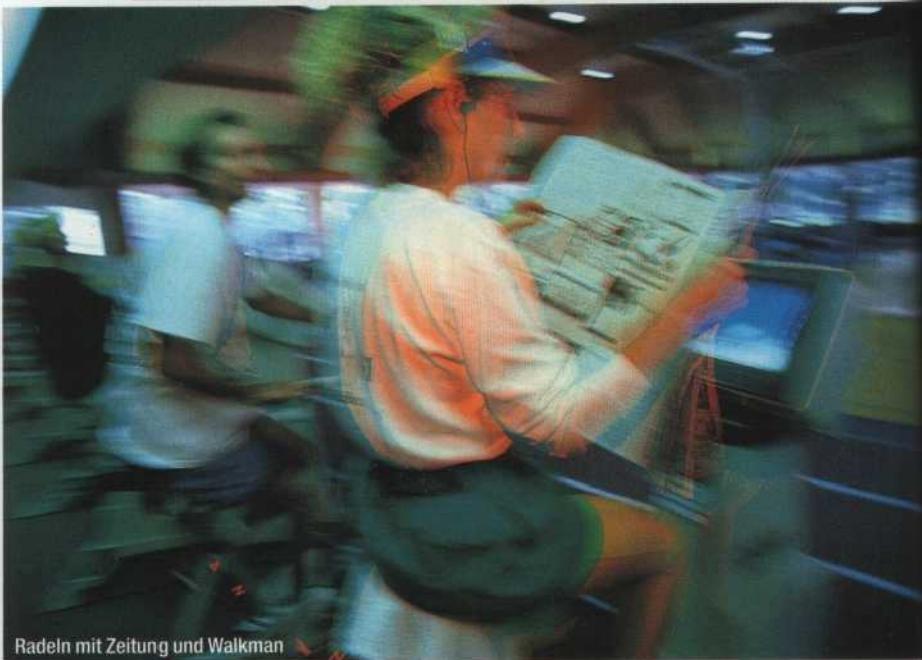
Einen Anstoß zu einem bewegteren Leben soll auch das Wellness-Programm geben, mit dem Coopers Verkaufsstrategen in eine Marktlücke gestoßen sind. Wem eine Schönheitsfarm zu oberflächlich ist, der kann solch einen Gesundheitskurs buchen. Billig ist das nicht. Eine Woche kostet 2595 Dollar, plus gut 100 Dollar pro Nacht für die Unterkunft im konservativ-gediegenen Gästehaus sowie die Kosten für den Check-up in der Cooper Clinic.

Dafür werden die Wellness-Leute zwar nicht von Ken Cooper persönlich betreut, aber er hält den Programmteilnehmern jeweils zumindest einen motivierenden Vortrag: „Wie reduziere ich Stress? Durch Sport. Wie vermeide ich zu hohen Blutdruck? Durch Sport. Wie kriege ich meinen Cholesterinspiegel in den Griff? Durch Sport. Ich sage immer, ein Gramm Prävention ist mehr wert als ein Pfund Therapie.“ Seine Zuhörer, Männer und Frauen über 40, sämtlich mehr oder minder übergewichtig, nicken jedesmal ernsthaft.

Robert Bailey etwa, Bauunternehmer aus Dallas, hat sich Hals über Kopf zu einem siebentägigen Wellness-Aufenthalt entschlossen – weil er „endlich und endgültig das Rauchen aufgeben und wieder Sport treiben“ will. Seine Probleme mit Alkohol und härteren Drogen hat er bereits im Jahr zuvor bewältigt. „Das Programm ist angenehmer, als ich mir vorgestellt habe“, sagt der Mann Mitte 40. „Hier fühle ich mich wie in ei-

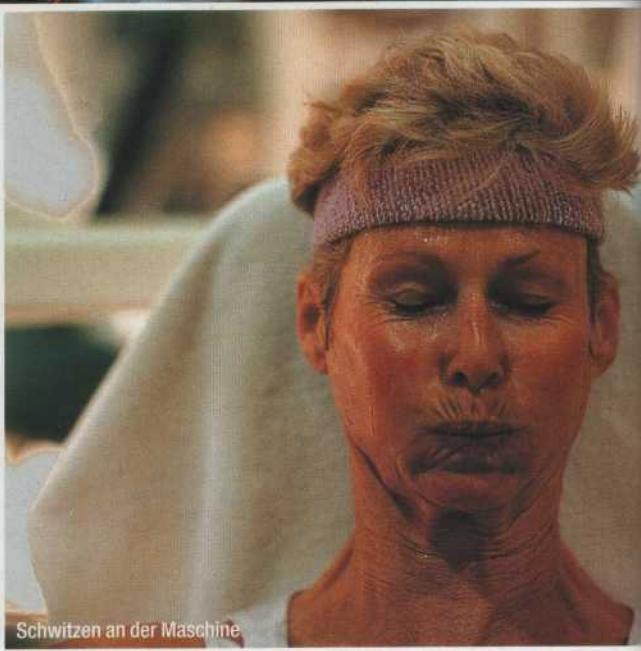


Brustumkel-Training am Butterfly-Gerät



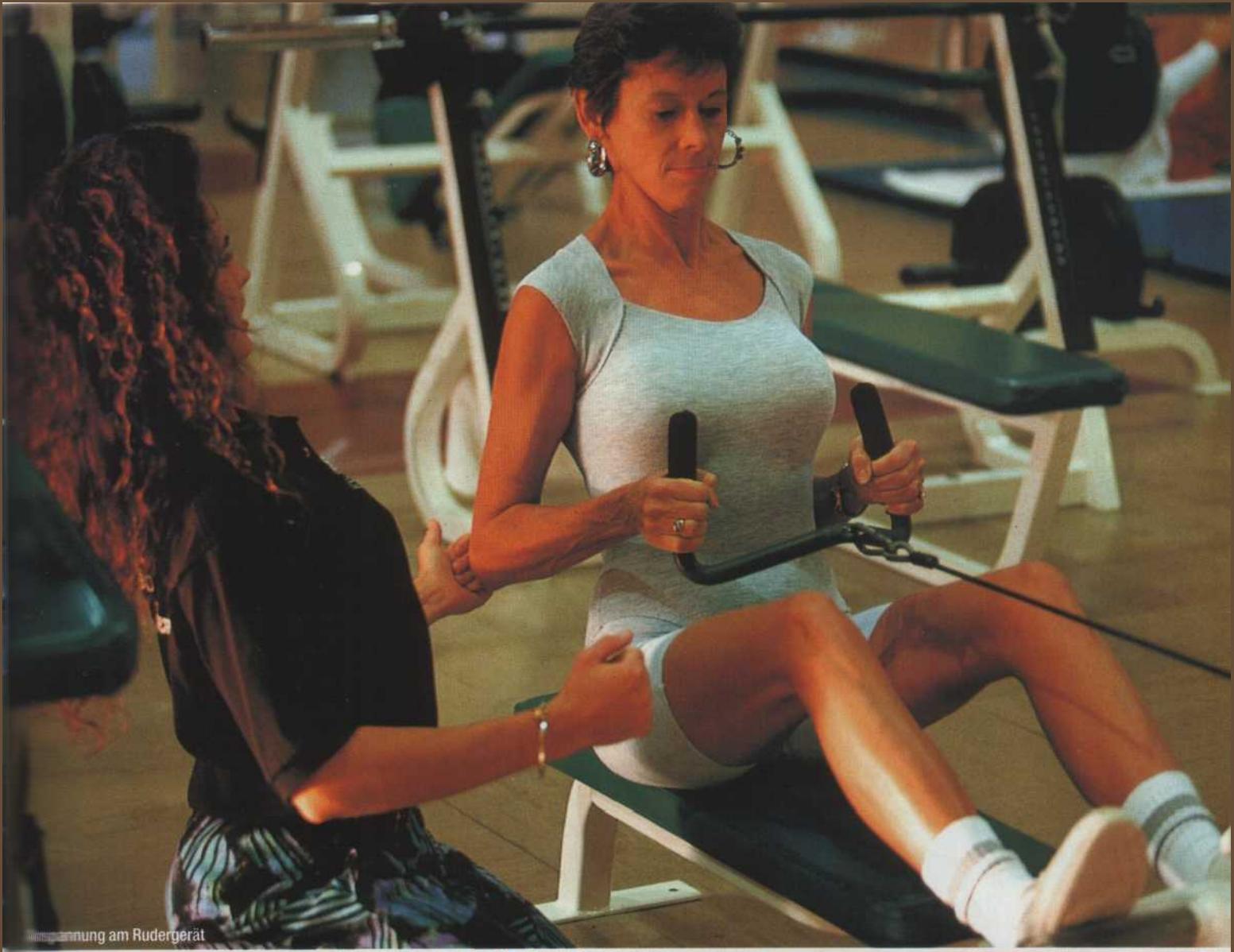
Radeln mit Zeitung und Walkman

Sie stemmen und radeln, kraulen und strecken, hüpfen und zerren sich fit – manchmal voll Ingrimm und bis zur Erschöpfung. Bei jeder Übung passen Trainer auf, ob sie es auch richtig machen. Die Cooper-Jünger jedenfalls wollen keine »couch potatoes« sein: Sportmuffel, die träge wie Kartoffelsäcke auf dem Sofa lagern und in die Fernsehröhre gucken



Schwitzen an der Maschine

**Wichtig ist zu lernen, wie ma**



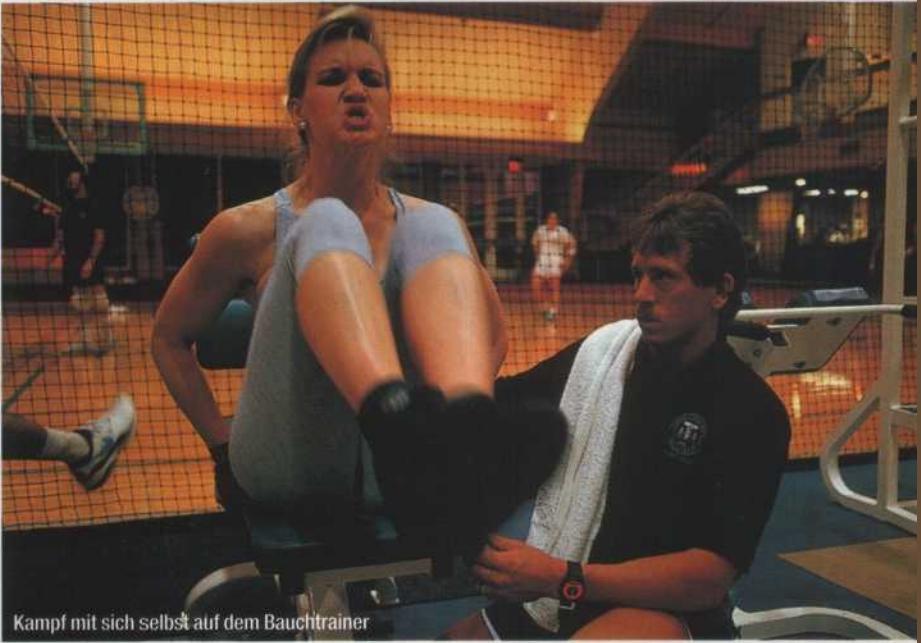
Übung am Rudigerät



Aerobic auf Kommando



Schwimmstunde



Kampf mit sich selbst auf dem Bauchtrainer

**Bewegung in den Alltag integriert**

nem Refugium. Zu Hause könnte ich einen Entzug nicht durchhalten, und meiner Familie würde ich mit meiner gereizten Laune mächtig auf die Nerven gehen.“

Robert Bailey amüsiert sich über den nächsten Programmpunkt: „smart einkaufen“. Da fährt die Wellness-Truppe mit der Diät-Beraterin Kathleen Duran in einen Supermarkt. Sie lernen, Kalorien-, Fett- und Proteinangaben auf den Verpackungen zu entschlüsseln, und bekommen zu hören, daß Light-Produkte nicht unbedingt schlank machen.

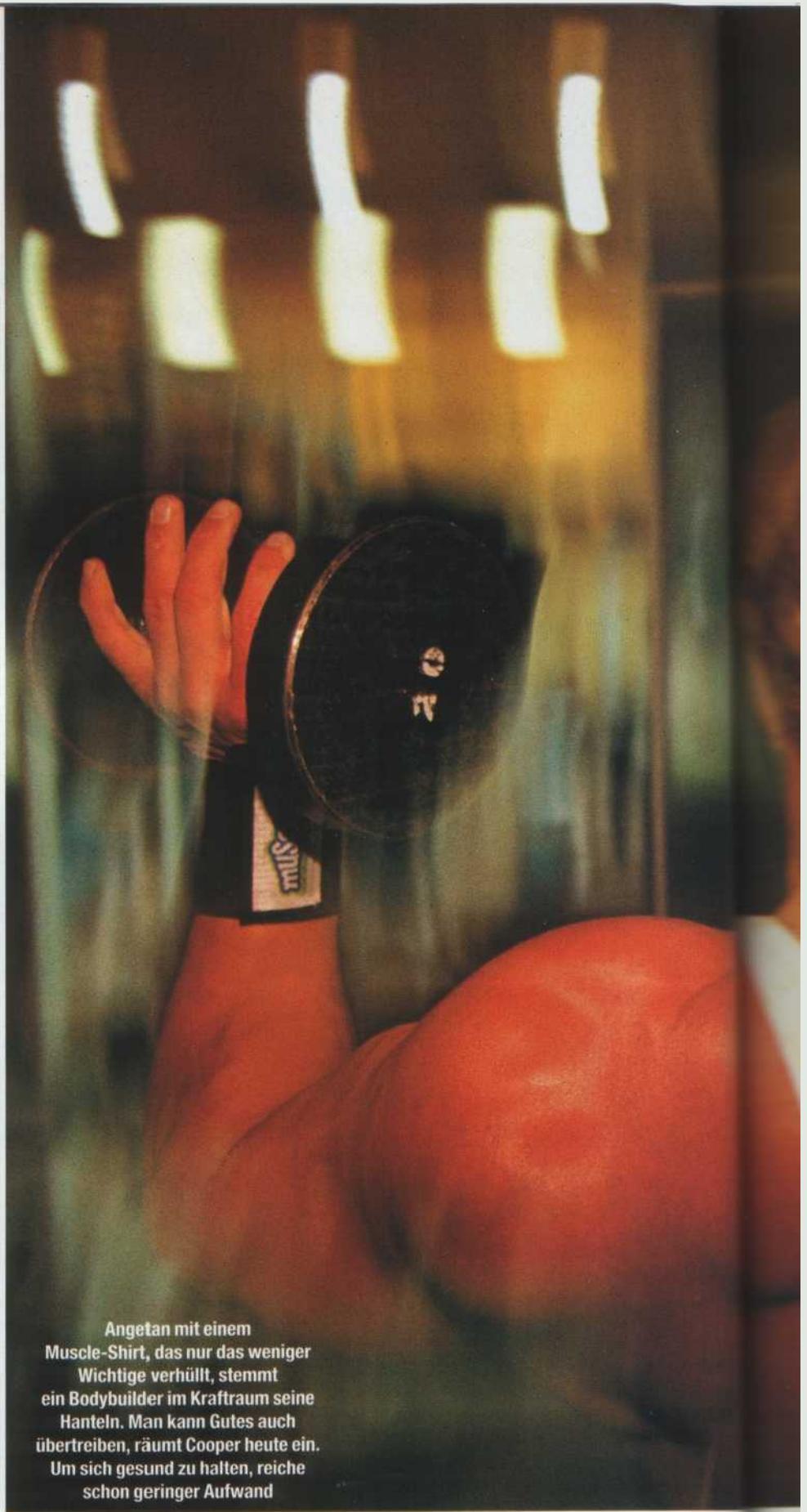
„Welchen Käse kaufst du immer?“ fragt Kathleen Duran. Bailey greift zum orange-gelben, vollfetten Cheddar. Die Beraterin lächelt und drückt ihm einen weißen Magermilch-Käse in die Hand: „Ich weiß, der schmeckt nicht so gut, aber er ist gesünder.“ Bailey seufzt.

#### **Morgens um sechs rollen die ersten Fitness-Fans an**

Am meisten Spaß hat der lernwillige Mann an den Gruppenausflügen in diverse Restaurants, wo Kathleen Duran bei der Auswahl hilft. „Ich liebe mexikanisches Essen, aber das sind Fett- und Kalorienbomben. Jetzt bestelle ich gegrillte statt gebratener Zwiebelringe. Ich verzichte auf Tortillas mit geschmolzenem Käse drauf und esse lieber Hähnchenbrust mit viel Pfeffer.“

Dreimal am Tag, zwischen Vorträgen über Stressmanagement, gesunde Ernährung und Krankheitsprävention, haben die Kursteilnehmer Zeit für ihr individuelles Trainingsprogramm. Robert Bailey geht jeden Morgen im Cooper Fitness Center schwimmen, mittags arbeitet er im Kraftraum, und gegen Abend joggt er durch den Park.

Die meisten, hinter denen der Wellness-Gast hertrabt und neben denen er Gewichte stemmt, sind Mitglieder in Coopers noblem Fitnessclub. Schon morgens um sechs Uhr rollen die ersten in schicken Autos an. Für eine Aufnahmegebühr von 750 und einen Jahresbeitrag von 1140 Dollar werden ihnen pro Woche rund 50 Kurse angeboten, von Aerobic über Wassergymnastik bis zu Yoga. Und in der knapp 1400 Quadratmeter großen Halle zwischen Stufensimula-



Angetan mit einem Muscle-Shirt, das nur das weniger  
Wichtige verhüllt, stemmt  
ein Bodybuilder im Kraftraum seine  
Hanteln. Man kann Gutes auch  
übertreiben, räumt Cooper heute ein.  
Um sich gesund zu halten, reiche  
schon geringer Aufwand

**»Schon mäßig fit sein senkt auf breiter**



«**Wir front die Krankheitsraten**»

toren, Fahrrad-Ergometern und Kraftmaschinen stehen ihnen jederzeit Fitnesstrainer zur Verfügung.

Eine Zeitlang hat hier auch die blonde Hedda Depew gearbeitet, die an der Sporthochschule in Köln studiert hat und deren Mann nach Dallas versetzt worden war. An texanische Gebräuche mußte sie sich erst gewöhnen: etwa daran, daß die Frauen beim Sport den Schmuck nicht ablegen. „Bei Liegestützen wurden die regelrecht von den Goldketten zu Boden gezogen“, sagt sie und lacht. Als typisch amerikanisch empfand sie auch die Computer am Clubeingang. Hier kann jeder nach dem Workout eintippen, wieviel Zeit er welcher Übung gewidmet hat, und die Maschine rechnet das in „aerobic points“ um. Mit diesem von Cooper entwickelten Punktsystem können die Trimm-Fans ihre Leistung beziffern.

#### **Der 66jährige will beste Lebensqualität bis zum Schluß**

Unübersehbar ist, daß fast alle in Coopers Gesundheits-Mekka Beschäftigten erheblich mehr Sport treiben, als die Veröffentlichungen des Instituts empfehlen. Cooper selbst rennt 24 Kilometer pro Woche, der 55jährige, unersetzbare Steven Blair gar 56. Wozu der Aufwand? Auf diese Frage hat Cooper nur gewartet: „Ich will tun, was mir Spaß macht. Dafür genügt es nicht, wenn ich gesund bin. Dafür muß ich körperlich fit sein.“ Der 66jährige läuft mit seinem Sohn fünf Stunden lang Ski und bestiegt Viertausender. „Wie viele Leute in meinem Alter können das? Mir ist egal, wie lange ich lebe, aber ich will Top-Qualität bis zum Schluß.“

Über den Zusammenhang zwischen Training und körperlicher Funktionsfähigkeit im Alter gibt es bislang wenig gesicherte Daten. Doch Blair und seine Kollegen arbeiten gerade an einer entsprechenden Veröffentlichung. Eines verrät der Epidemiologe schon: „Ein fitter 60jähriger vermag etwa soviel zu leisten wie ein untrainierter 40jähriger.“

Und was ist mit jenen glücklichen Menschen, die ihr Leben lang ihren natürlichen Bewegungsdrang auf das Heben von Biergläsern beschränken, die Zigaretten qualmen, sich von Currywurst und Bratkartoffeln ernäh-

ren und mit 70 vielleicht übergewichtig, aber gesund sind? Ken Coopers Miene verzieht sich angeekelt: „Für eine einzige solche Ausnahme kann ich 100 Leute aufzählen, die sich sehr früh verabschiedet haben.“

Denn an einem wird in Coopers Welt nicht gerüttelt: an der Überzeugung, daß jeder für seine Gesundheit selbst verantwortlich ist. Da ist der Meister streng: „Ich sage nicht, daß jeder, der krank wird, daran selbst schuld ist. Aber wenn Sie vorzeitig an einem Herzinfarkt sterben, ist es Ihr Fehler. Fast zwei Drittel der vorzeitigen Todesfälle in den USA sind vermeidbar. Ich will jedenfalls nicht an irgendwas Idiotischem sterben, das ich hätte verhindern können.“

Betrachtungen darüber, ob womöglich auch die sozio-ökonomischen Verhältnisse Menschen krank machen oder verhindern, daß sie „schlechte“ Angewohnheiten wie Rauchen und Trinken aufgeben, sind Coopers Sache nicht. Sicher gebe es ein paar Probleme, die das Individuum allein nicht lösen könne. Aber die Verantwortung für seinen Lebensstil könne niemand an die Regierung oder die Versicherungen oder die Mediziner abschieben. Punktum.

Cooper beklagt vor allem einen Mangel an Aufklärung. Kaum ein Allgemeinarzt überzeuge seine Patienten von den Vorteilen einer gesunden Lebensführung. Prävention sei immer noch das Stiefkind der Medizin. Und warum? „Profit liegt in der Krankheit. An Gesundheit ist nichts zu verdienen.“

Es sei denn, man vermarktet sie so geschickt wie Ken Cooper. □



**Dr. Maria Biel** arbeitet als freie Autorin in Seattle. Auf Coopers Laufband hielt sie 21 Minuten durch und bewies damit ausgezeichnete Fitness. Der Hamburger Fotograf Jörg Wischmann, 33, hat schon seit der Schulzeit ein Faible für Sport.

Die Münchner Vo

## **Am Abend kann sich jeder ausprobieren**

**O**ben, im weiten Rund des Münchner Olympia-Stadions, kämpften 1972 die besten Sportler der Welt um Edelmetall und Ehre. Unten, in den Katakomben der Arena, ringen heute Normalbürger um etwas, das sie weit höher schätzen.

In den schmuck- und fensterlosen Räumen residiert seit 1973 der Gesundheitspark der Münchner Volkhochschule. Unter der Anleitung von Ärzten, Sozialpädagogen und Therapeuten kann in dieser bundesweit einmaligen Vorsorgeeinrichtung jeder etwas für sein körperliches, aber auch sein seelisches und soziales Wohlbefinden tun.

Mark Schmid-Neuhaus, Leitender Arzt der Münchner Institution, ermutigt die Besucher, Verantwortung für ihre Gesundheit zu übernehmen. Wieviel jeder selber ausrichten könnte, zeige das Beispiel Herzinfarkt, meint der Mediziner. Ein Großteil der Risikofaktoren liege im eigenen Verhalten begründet: Rauchen, Ernährung, Stress, Bewegungsmangel.

„Der heutige Lebensstil ist die Krankheitsursache Nummer eins“, konstatiert Mark Schmid-Neuhaus. „Unsere Therapie nach einem Herzinfarkt macht das besonders deutlich: Eine tiefgreifende

# Hochschule lehrt zu kleinen Preisen, fitter und zufriedener zu leben

und konsequente Veränderung des Lebensstils, die freilich nicht leichtfällt, kann mehr bewirken als Bypass-Operationen.“

Täglich besuchen bis zu 500 Menschen den Park, dessen Konzept sich am Salutogenese-Modell des Medizinosziologen Aaron Antonovsky orientiert. Dieser israelische Wissenschaftler suchte nicht nach Ursachen für Krankheit, sondern nach Faktoren, die Gesundheit bewahren helfen. Als schützende Einflüsse identifizierte er neben körperlicher Aktivität noch Lebenszufriedenheit, soziale Sicherheit und die Fähigkeit, Stress zu verarbeiten.

Das Münchener Gesundheitszentrum bietet dazu eine Fülle von Veranstaltungen: für den Körper zahlreiche Gymnastikarten, außerdem Jazztanz und Aikido, Bauchtanz und Afrikanischen Tanz, für das psychische Wohlbefinden Musik- und Malkurse, Schminkkurse, Autogenes Training und Meditation. Die Besucher können auch so Ungewöhnliches wählen wie „Flirten macht Spaß“, „Fair streiten“ oder „Angst ist eine Kraft“.

Neben Kursen mit Dauerteilnehmern läuft ein offenes Programm, an dem sich jeder spontan beteiligen kann. Einfach hingehen, eine Ein-

trittskarte lösen – 10,50 Mark für einen Abend – und zwanglos alles ausprobieren. Wer ein Ziel systematisch verfolgen will, meldet sich zu einer festen Gruppe an.

Die Klienten – zu 60 Prozent Frauen – stammen aus allen Schichten und Altersklassen, viele sind berufstätig und kommen nach der Arbeit. Etwa die Hälfte sind Stammkunden. Zwei von

fünf Besuchern werden von Ärzten überwiesen, vor allem wegen Herz-Kreislauf-Leiden, Wirbelsäulenschäden und psychisch bedingter Krankheiten. Auch die meisten anderen melden sich an, weil sie Probleme haben: Sie erhoffen sich Hilfe in einer privaten oder beruflichen Krise.

„Unsere Kunden sagen, der regelmäßige Besuch des Gesundheitsparks bringe ihnen in erster Linie mehr Selbstwertgefühl, soziale Kontakte und Spaß“, erzählt Mark Schmid-Neuhaus. „Und all das bedeutet auch mehr Gesundheit.“

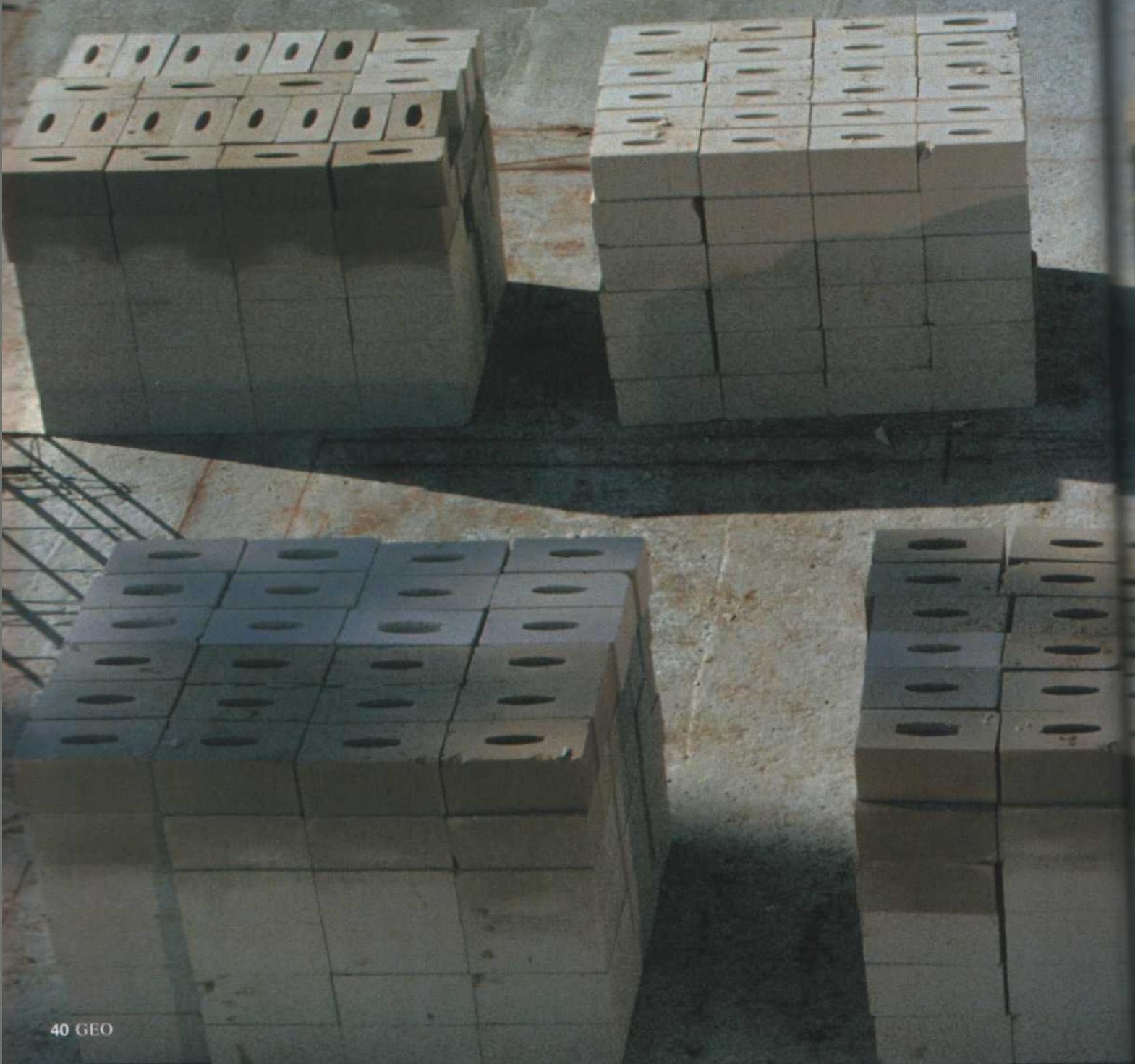
Andreas Geschuhn

Auf dem Bauch liegend, Arme und Beine von sich gestreckt, kräftigen Teilnehmer eines Gymnastikkurses die erschlaffte Rückenmuskulatur



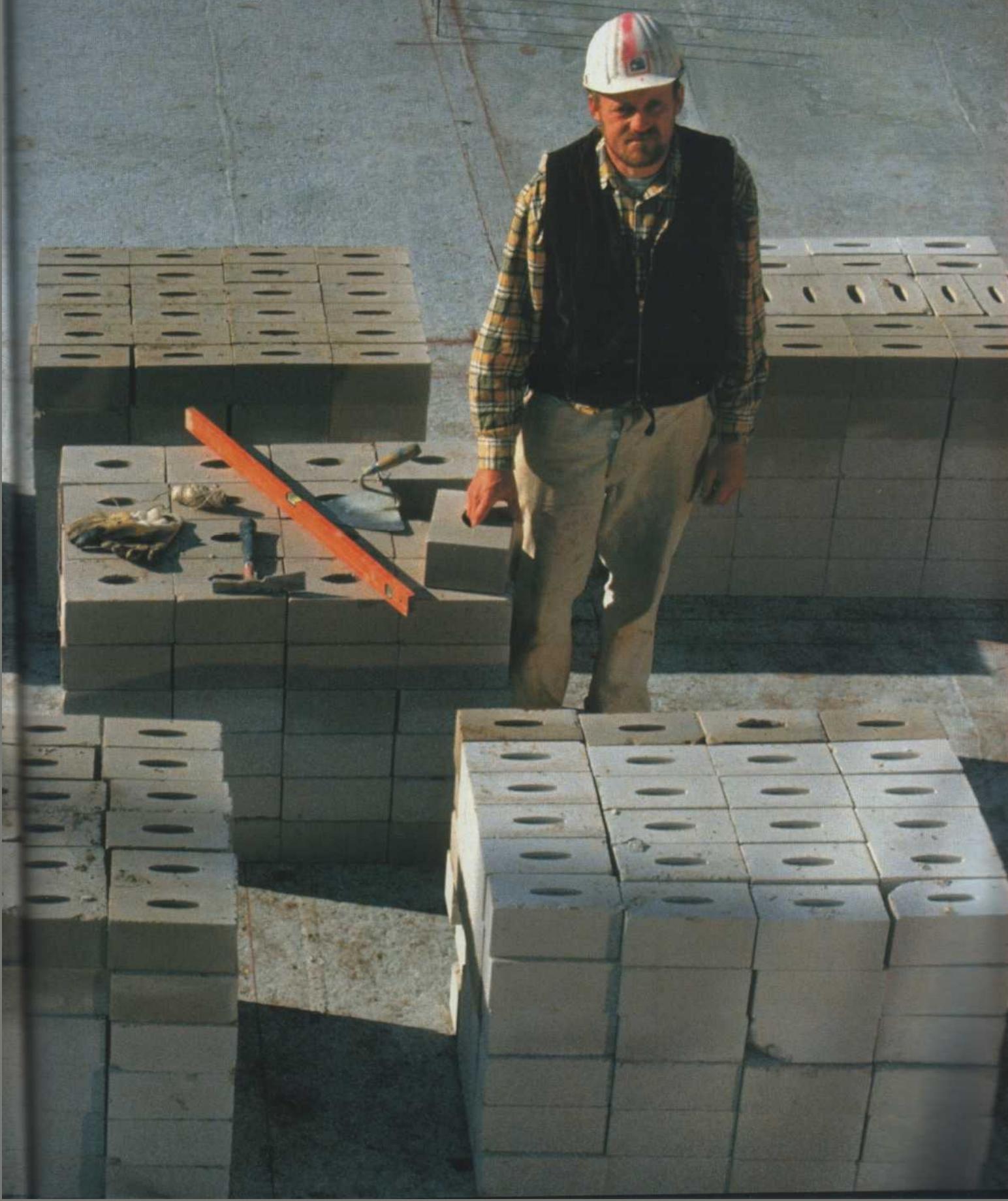
Die Bewegungsmasse: etwa 1000 Kalksandsteine, bis acht Kilo schwer richten – das ist Tagesleistung eines Maurers. Bis die Wirbelsäule streikt

# Verschleiß im Akkord



## SCHWERARBEIT

Sie anheben, sie absetzen, sich bücken, sich auf-  
Forscher ermitteln jetzt, wie den Zwangsbewegten vom Bau zu helfen wäre



**E**s ist ruhig draußen. Es ist kalt und so dunkel, daß man nicht erkennen kann, ob das Glas an der Stirnseite des Containers ein Fenster ist oder nicht. Die Kolonne schweigt.

Auf dem Tisch liegen frische „Bild“-Zeitungen. Michael Schwarz aus Pinneberg wirft einen sehnuchtsvollen Blick auf den nahezu nackten Hintern von Sylvester Stallones Freundin. Harry Pahls Kopf zieht es immer wieder sanft nach hinten in Richtung Containerwand, und immer wieder rückt er im letzten Moment zurück. Achim Krögers Augen schlafen noch, nur die Zigarette in seinem Mund lebt. Kurz vor halb sieben steht Kröger auf, zieht sich eine Mütze mit Ohrenklappen aus Kunstpelz über den Schädel und stapft zur Containertür.

Draußen flammen die ersten Scheinwerfer auf, ihr Licht ist so kalt wie das bei einem Bundesligaspiel am Freitagabend. Achim Kröger sieht dem Kranfahrer beim Hochklettern zu. Als der Mann oben ist, schaltet er sein Walkie-talkie ein. Es krächzt und knackt – die ersten, zaghafte Arbeitsgeräusche an diesem Tag.

Kröger ist der Arbeitsmann der Maurerkolonne. Er muß vor den anderen draußen sein, um das Material zu organisieren. Er bellt seine Wünsche ins Funkgerät: hierhin Steine, dorthin Mörtel. Langsam beginnt der Kran sich zu drehen. Ein paar Minuten später öffnen sich die Türen der Container, aus den hellen Löchern kommen die Maurer, die Zimmerleute, die Elektriker. Jemand flucht über die Kälte, jemand drückt ächzend den Rücken durch, der schlammige Boden schmatzt unter den Arbeitsstiefeln, aus dem Mörteltrichter klatscht die erste Portion in ein Speisefäß, eine Kreissäge schreit. Die Geräusche werden lauter, dichter und verschmelzen zu einem Summen. Die Baustelle ist wach.

Günter Peemöller schaut seinen Leuten nach, die in Kellern verschwinden, auf Gerüste klettern oder sich auf nackten Fundamenten nach den ersten Steinen bücken. Peemöller ist Chef der Maurerkolonne, die am Hamburger Maienweg Sozialwohnungen hochzieht – 108 Einheiten mit im Schnitt drei Zimmern auf 60 Quadratmetern.

„Nichts Besonderes“, sagt der 44jährige, der seit fast 30 Jahren am Bau arbeitet, und fährt mit wegwerfender Handbewegung über die Häuserrümpfe. „Billiger Fußbodenbelag, kein Kühlschrank in der Küche, und die Bäder so klein, daß man sich kaum drin drehen kann.“

Peemöllers Kolonne besteht aus einem guten Dutzend Männern. Sie wohnen im Hamburger Umland, und sie mauern im Akkord. Sie verdienen nach Tarif 23 Mark

pro Stunde, dazu erhält jeder etwa zehn Mark Leistungslohn.

Einige Peemöller-Maurer werden für die „Hamburger Bauarbeiterstudie“ beobachtet und untersucht. Seit 1991 bereits bemühen sich Orthopäden, Arbeitswissenschaftler, Epidemiologen und Biomechaniker der Universität Hamburg, am Beispiel von Maurern, Zimmerern und Malern herauszufinden, wo im Körper der stärkste Verschleiß auftritt und wie dieser vermieden werden kann. Im Schlußbericht sollen Empfehlungen für eine körperschonendere Bauarbeit stehen.

„Bis heute gibt es im Maurerberuf nur einen Selektionsprozeß“, erklärt Uwe Rehder, der als Orthopäde maßgeblich an der Studie beteiligt ist. „Maurer wird, wer sich dazu in der Lage fühlt. Wer es nicht mehr aushält, hört auf. Das passiert oft schon in der Ausbildung oder im zweiten oder dritten Berufsjahr. Aber auch das Rentenalter von Maurern liegt mit 53 um sechs Jahre unter dem Durchschnitt aller Arbeitnehmer.“

### Die unterste Schicht ist immer die schwerste

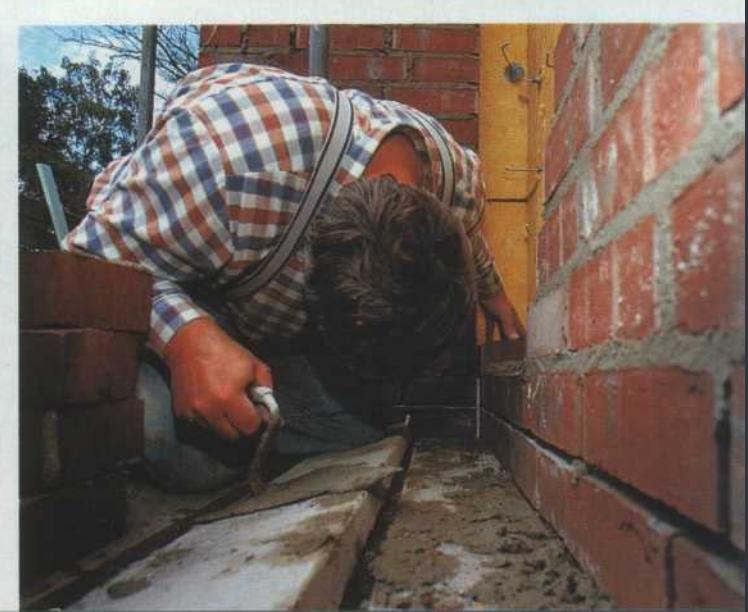
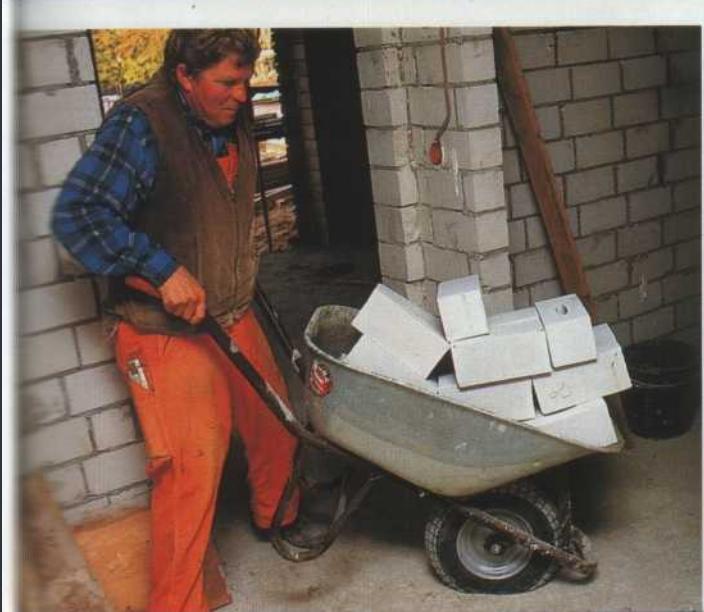
Michael Schwarz, Edward Szczabinski, Stefan Gust und Werner Marxen fangen heute ein neues Haus an. Sie stehen nebeneinander auf der betonierten Kellerplatte. Jeder der vier ist für ein etwa fünf Meter langes Stück Mauer verantwortlich. Der Kran hat ihnen Paletten mit Kalksandsteinen gebracht und Mörtel in ihre Fässer gefüllt. Alles ist so arrangiert, daß sie mit ein, zwei Schritten erreichen, was sie brauchen.

Verdichtung der Arbeit nennen das die Wissenschaftler. „Dadurch erhöhen sich die Lasten erheblich“, berichtet Uwe Rehder. „Ein Hafenarbeiter transportierte 1960 beispielsweise durchschnittlich 1,5 Tonnen pro Schicht, durch rationalisierte Arbeitsorganisation muß er heute 30 bis 40 Tonnen bewegen. Bei Maurern, insbesondere bei Akkordmauern, ist das nicht anders.“ Wenn es gut läuft, vermauert ein Arbeiter der Peemöller-Kolonne 1000 Steine am Tag. Ein Kalksandstein wiegt bis zu acht Kilogramm.

An diesem kalten Morgen sind die grauen Quader noch ein Kilogramm schwerer. Sie haben den Regen der Nacht aufgesogen. Michael Schwarz bückt sich, greift in den Schlitz eines Steines, schaufelt eine Ladung Mörtel aus dem Faß, verteilt ihn auf den Boden und setzt den ersten Stein. Die unterste Schicht ist immer die schwerste, sagen die Bauleute. Die vier Rücken bleiben 20 Minuten gebogen. Dann spannen die beiden außen stehenden Maurer, die auch die Ecken hochgezogen haben, die Schnur einen Stein höher und beugen sich wie die anderen zur zweiten Steinschicht hinunter. Die zweite ist immer die zweitschwer-



**N**ur an zwei Steinlagen können die Maurer beim Hochziehen einer Wand einigermaßen entspannt stehen und deshalb Mörtel und Steine in Brusthöhe absetzen. Meist arbeiten sie gebückt, und für die untersten Reihen müssen sie sogar auf die Knie. Auch das Rangieren der Steinkarre auf engen Baustellen strapaziert den Bewegungsapparat extrem



ste, sagen die Maurer. Bücken tut mehr weh als Strecken.

Irgendwann, Mitte der zweiten Lage, findet Schwarz seinen Rhythmus. Krumm und mit kraftvoll schwingenden Armen, sieht er aus wie ein Eisschnellläufer. Er greift einen Stein, er nimmt Mörtel auf und verteilt ihn, er setzt den Stein ab, klopft ihn mit der Kelle an, fängt den herausquellenden Speis reaktionssicher auf, streicht ihn geschickt auf Stellen, wo er gebraucht wird, greift den nächsten Stein. Er geht keinen Schritt zuviel, und wenn er die Wasserwaage braucht, steht sie neben ihm. Er ist 24 Jahre alt und schnell. Er hat seinen Teil der Mauerschicht immer als erster fertig. Die Zeit, die sein Nachbar für einen Stein braucht, nutzt er für sechs. Und es sieht präziser aus.

Vielleicht praktiziert Schwarz das, was sich Orthopäden unter einem „protektiven Bewegungsmuster“ vorstellen. Vielleicht ist er jemand, der instinktiv die richtigen, schonenden Bewegungen macht. „Wir gehen davon aus“, sagt Rehder, „daß ein Maurer, wenn er sich besonders geschickt und flüssig bewegt, richtig zur Last steht, daß er sie besser umsetzt und so auch weniger körperlichen Schaden nimmt.“

Bewiesen werden soll diese These im Bewegungsanalyse-Labor, wo die Probanden, beklebt mit Reflektoren und beobachtet von fünf Infrarot-Videokameras, eine Mauer aufschichten. Die Orthopäden wollen hier herausfinden, welche Kräfte im Schultergelenk, an der Lendenwirbelsäule und im Knie wirken. Denn an diesen Körperfstellen ist der Verschleiß nach ersten Untersuchungsergebnissen bei Maurern am größten, und hier schmerzt es am stärksten. Die Wissenschaftler wollen Grenzwerte der Belastung ermitteln und daraus Bewegungsempfehlungen ableiten.

### **Wer mit Ende 30 Maurer lernt, tut sich verdammt schwer**

Vielleicht wäre Schwarz ihr Mann gewesen. Doch der hat bereits gekündigt. Er wird noch in diesem Jahr eine Meisterausbildung beginnen. Die Fluktuation im Maurerwesen ist riesig. Und der Nachwuchs fehlt. 1992 gab es in Hamburg mehr Architekturstudenten als Maurerlehrlinge.

Neben dem geschmeidigen Schwarz wirkt Edward Szczabinski wie ein Religionslehrer im Arbeitseinsatz. Er ist 39 Jahre alt, blaß, dicklich und trägt eine Brille, die sich immer wieder auf seine Nasenspitze zubewegt, wo sie nichts zu suchen hat. Szczabinski war früher Verkäufer in einem Lebensmittelgeschäft, dann lange Heizer in einem Hamburger Fußmatten-Werk. Vor anderthalb Jahren hat er eine Umschulung zum Maurer begonnen. Seit Anfang des Jahres gehört er zur Peemöller-Kolonne.

Er greift den Stein mit beiden Händen, ruckelt ihn zurecht, bis er halbwegs sitzt, läuft zur Wasserwaage, dreht sie ungeschickt, ruckelt wieder, Mörtel quillt hervor, tropft auf den Boden und auf seine Arbeitsschuhe, die Brille droht herunterzufallen. Szczabinski schiebt sie mit dem Handrücken nach oben, wobei er den Stein wieder verwackelt. Irgendwann ist sein Nachbar Schwarz fertig, kommt rüber und mauert die Schicht zu Ende. Die Schnur kann wieder umgespannt werden.

### **Langsam kriecht das Haus aus dem Boden**

„Gerade in den Akkordkolonnen werden oft schnelle und langsame Maurer zusammengesteckt“, hat die Arbeitswissenschaftlerin Claudia Grünwald festgestellt. Auch Stefan Gust und Werner Marxen sind so ein Paar. Gust mauert nicht so elegant wie Schwarz, aber fast so schnell. Eifrig springt der 23jährige die Reihe entlang und hilft, wenn er fertig ist, dem älteren Marxen. Der wirkt nicht untätig, scheint aber immer eine Bewegung zuviel zu machen.

„Das können motorische Schwierigkeiten sein“, sagt Claudia Grünwald. „Womöglich sind es aber auch Ausweichbewegungen, die gerade bei älteren Maurern mit Schmerzen und Ermüdungserscheinungen häufig zu beobachten sind. Diese Arbeiter halten sich länger bei den entlastenden Phasen auf, beim Verstreichen von Mörtel zum Beispiel.“

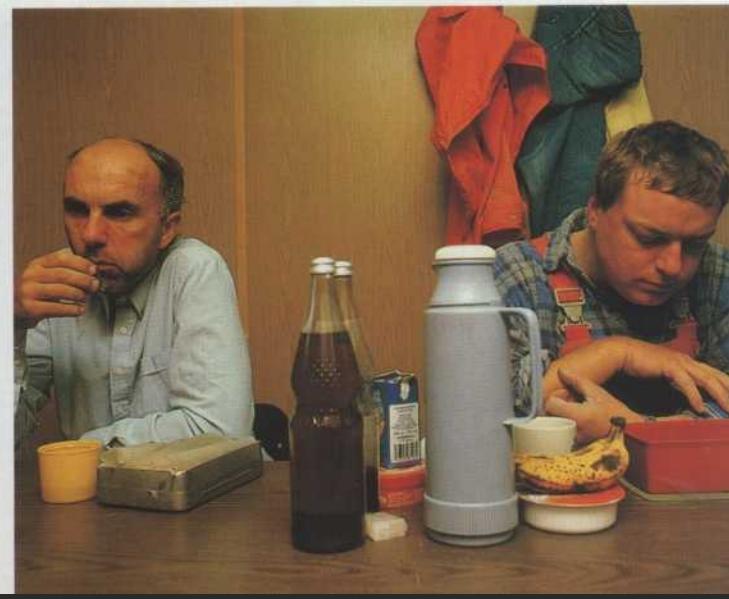
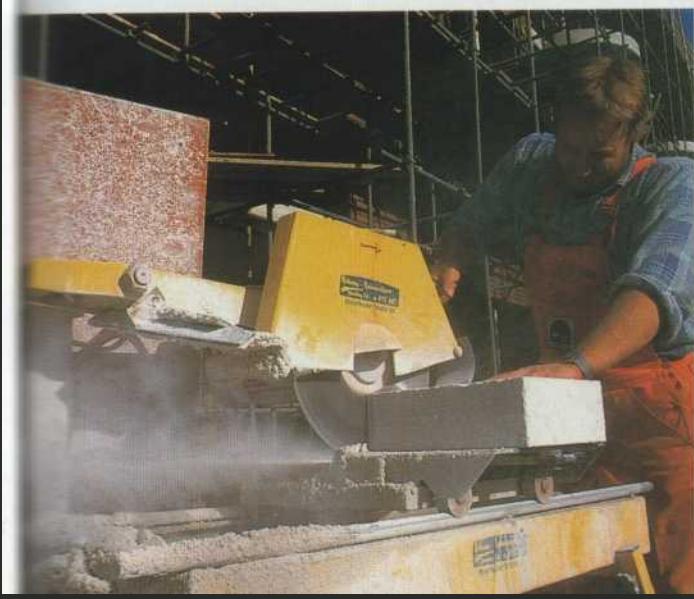
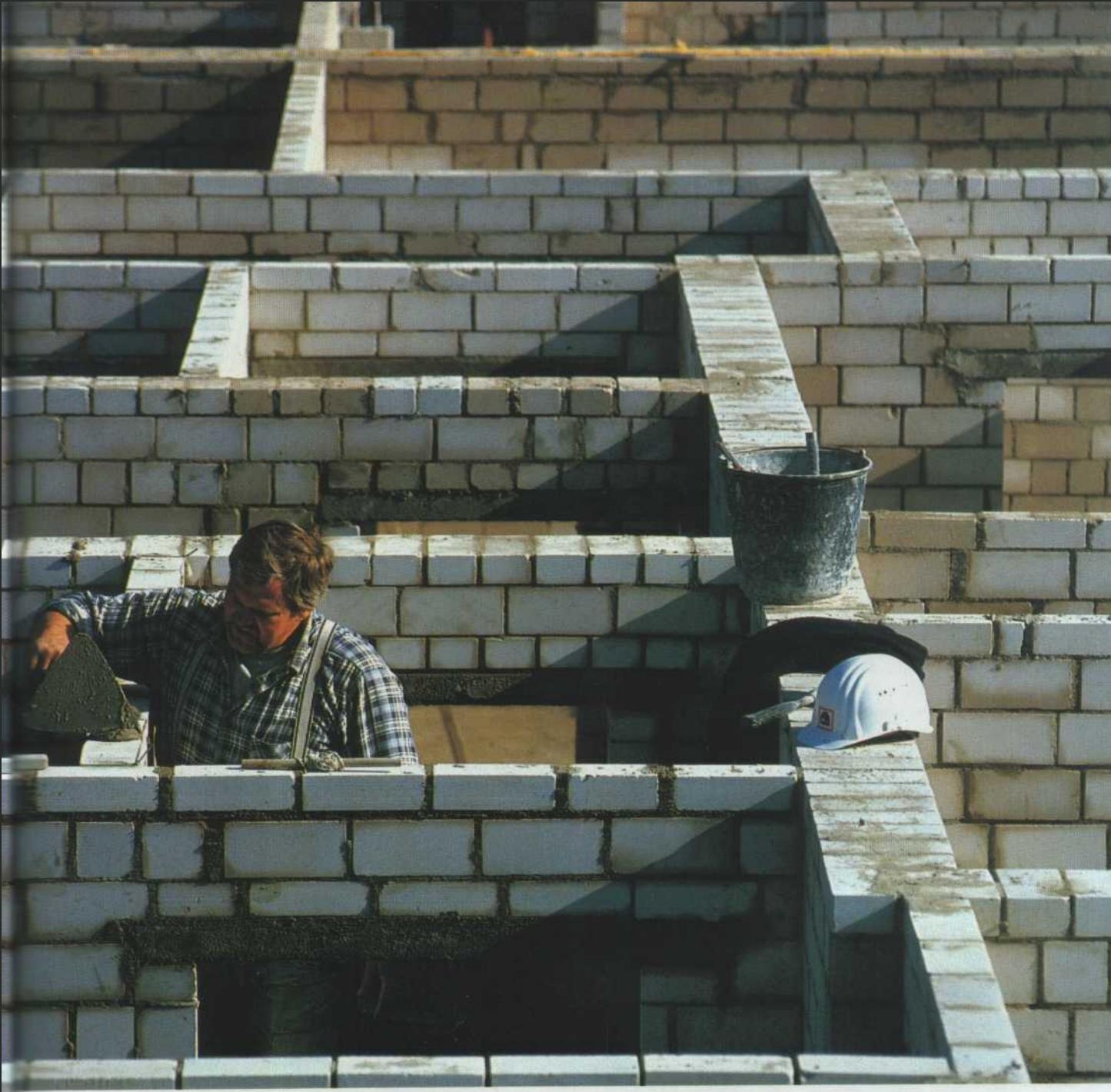
Manche nehmen den Stein, um Schmerz zu vermeiden, in komischen Kurven auf. „Andere können sich“, wie der Orthopäde Rehder erkannt hat, „wegen Bandscheibenabnutzungen nur noch durch schraubenartiges Verdrehen aufrichten.“

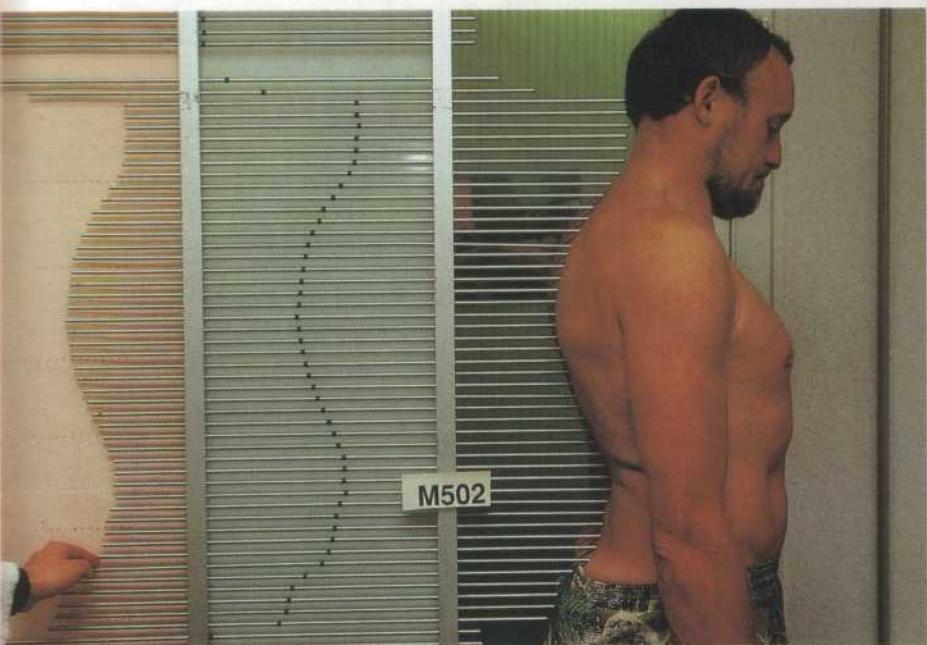
Als es hell wird, hat die ungleiche Gemeinschaft einen Schwach-Stark-Rhythmus entwickelt. Fast gleichzeitig wechseln Gust und Schwarz jetzt ins schwache Lager. Niemand steht tatenlos herum, Zigaretten werden während der Arbeit geraucht. Im Viertelstundentakt setzen sie die Schnur hoch. Langsam richten sich die vier gebogenen Leiber auf, Stufe um Stufe, wie mechanische Puppen. In der neunten, zehnten Schicht etwa können sie halbwegs aufrecht und entspannt stehen, bei der nächsten Reihe müssen sie sich schon recken.

Langsam kriecht das Haus aus dem Boden. Durch den Rumpf pfeift der Wind, und die vier Arbeiter haben längst vergessen, ob sie ein Badezimmer, einen Hausflur oder ein Wohnzimmer mauern. Wenn sie überhaupt jemals darüber nachgedacht haben. Es sei schon vorgekommen, erzählt Peemöller, daß seine Leute Türen und Fenster vergaßen und Probleme hatten, aus der selbstgemauerten Falle herauszuklettern. „Manche können gar keine Baupläne le-



**Erfahrung aus 30 Jahren Arbeitsleben steckt in diesen Wänden. 30 Jahre Steine auf Mörtel setzen und Mörtel auf Stein streichen, ausgerichtet nach der Maurerschnur. Eine eintönige Arbeit, allenfalls unterbrochen durch das Formsägen von Gasbeton-Steinen. Oder durch die Pausen, in denen die Akkordkolonne im Container ist**





**I**m Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf untersuchen Orthopäden Bauarbeiter. Sie messen zum Beispiel, wie sehr die Wirbelsäule sich durch Büken und Schleppen verformt hat. Indem sie am zurückgestreckten Arm den Puls fühlen, prüfen sie, ob die Durchblutung noch richtig funktioniert

sen. Die richten sich nur nach den Strichen, die ihnen der Polier auf den Boden malt. Und mauern einfach drauflos.“ Stein auf Stein, mit den immergleichen Handgriffen.

Die Mittagspausen verbringen sie im lieblosen Container, in fester Sitzordnung. Das Essen steckt in Brotbüchsen und Papiertüten, sie leeren Thermoskannen, Bierflaschen und Zigarettenpäckchen. Wenn sie reden, dann über Werder Bremen, das sie alle lieben, über die Sache mit dem Schlechtwettergeld, über die elende Lage am Bau, und über die trüben Aussichten an sich. Wenn es einem von ihnen mal wieder ins Kreuz gefahren ist, sind auch Krankheiten ein Thema. Und da können alle mitreden. Nur Henry Reese aus Groß Meckelsen behauptet, völlig gesund zu sein. Nach kurzem Überlegen fällt ihm dann doch der Leistenbruch ein, den er kürzlich hatte.

„Du bist ja noch jung“, sagt Klaus Löhdens aus Ottendorf. „Aber mit 50 ist alles im Eimer. Rücken, Gelenke, Knie, Schultern, Sehnen.“ Löhdens ist 44, hat vor allem Pro-

bleme mit der Bandscheibe und war deswegen schon zweimal zur Kur. „Da haben sie mir Bandscheibengymnastik empfohlen. Hab' ich natürlich gemacht, bis die Lehrerin auf mich zukommt und fragt, warum meine Schultern so schief sind. Naja, sag' ich, da hab' ich auch Verschleiß drin. Da sagt die, wenn Sie da Verschleiß drin haben, dürfen Sie keine Bandscheibengymnastik mitmachen. Das war's dann. Ich sage euch, die Ärzte haben keine Ahnung.“

Da kann Werner Kück aus Ippensen nur zustimmen. Ihm haben sie empfohlen, in den Pausen ein paar Übungen zu machen. „Stell dir vor, da turnt eine Baukolonne auf dem Gerüst rum. Die Leute denken doch, wir sind besoffen.“ Und weil's gerade so schön absurd ist, gibt Harry Pahl noch die immer wieder gern belachte Empfehlung der Ärzte zum besten: daß die Maurer doch in die Knie gehen sollten, wenn sie einen Stein aufnehmen. „Wenn du das zwei Wochen lang machst, brauchst du 'ne Knieoperation“, schimpft Achim Kröger.

Hierzulande ist so gut wie nichts für die Gesundheit der Maurer getan worden. „In Schweden gibt es Bewegungsschulen für Bauarbeiter, und es gibt spezielles Arbeitsgerät, etwa kleine Einmann-Kräne. In Deutschland stehen wir erst am Anfang der ergonomischen Verbesserungen“, sagt Uwe Rehder. Claudia Grünwald bestätigt, wie unsinnig der Kniebeuge-Rat in vielen Fällen sei. Die Belastung werde außerdem nur von der Wirbelsäule auf die Knie verschoben. Die Arbeitswissenschaftlerin sieht den Kern des Problems im Akkord. Den müßte man abschaffen. Aber das sei eine sozialpolitische Frage.

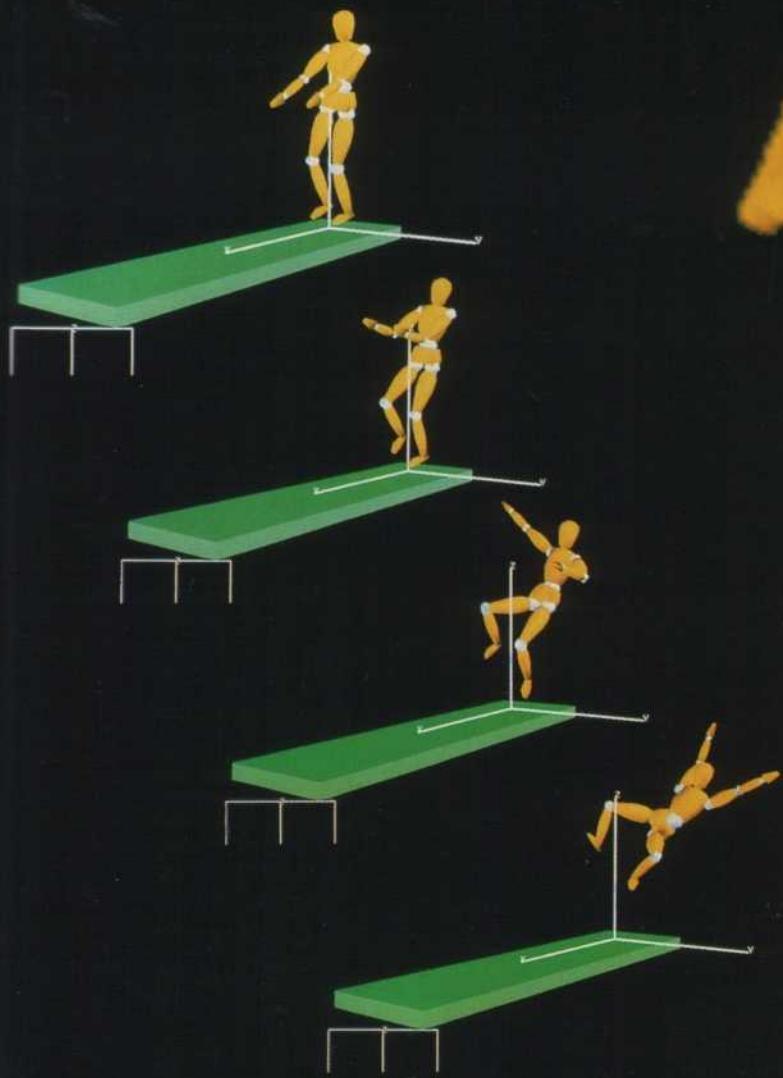
### Die Hälfte der Zeit setzen sie monoton Stein auf Stein

Am Maienweg hatten sie heute eigentlich mit Regen gerechnet. Doch der Wind hat die Wolken nur hin und her gehetzt, und jetzt scheint sogar die Sonne. Knapp vier Stunden sind es noch bis zum Feierabend. Werner Kück, der 44 Jahre alt ist und „auch überall Verschleiß drin hat“, klettert bedächtig in die dritte Etage eines fast fertigen Gebäudes. Kück darf, weil er sehr geschickt und wohl auch weil er schon ein bißchen älter ist, die Außenhaut aus roten Klinkern mauern. Das macht ein bißchen mehr Spaß, weil die Klinker bei den bezogenen Häusern noch zu sehen sind. Außerdem sind die roten Quader kleiner und leichter als Kalksandsteine.

Claudia Grünwald hat Werner Kück einmal vier Stunden lang auf der Baustelle beobachtet und aufgeschlüsselt, was er in dieser Zeit getan hat: Er hat 248 Steine zu je dreieinhalf Kilogramm verbaut. Pro Stunde hat er dabei im Schnitt 21 Minuten gemauert, sechs Minuten hat er Mörtel aus den Fugen gekratzt, sechs Minuten ist er hin- und hergelaufen, fünf Minuten hat er gemessen oder korrigiert und fünf Minuten überlegt, wie's weitergeht. Den Rest verbrachte er mit anderen Tätigkeiten wie dem Umspannen der Schnur. Kalksandsteinmauerer, die im allgemeinen weniger Nebearbeiten erledigen müssen, kommen pro Stunde auf durchschnittlich 33 Minuten reine Mauerzeit. Der Bewegungszyklus von Kück ist allerdings der gleiche: Er nimmt den Stein auf, er nimmt den Mörtel auf, er setzt den Mörtel ab, er setzt den Stein. Bis zum Feierabend um halb vier.

Die Maurer duschen dann gar nicht erst, weil es ihnen nur Zeit stehlen würde. Sie setzen sich in Kleinbusse und ihre Privatautos und fahren nach Hause. Kurz nach der Tagesschau schlafen sie ein. □

**Alexander Osang**, 35, ist Reporter bei der „Berliner Zeitung“. Der Hamburger Fotograf **Dr. Stephan Elleringmann**, 35, hat in der GEO-Wissen-Ausgabe „Pilze · Kräuter · Therapien“ (Nr. 1/1993) den Anbau und die Verarbeitung von Heilpflanzen ins Bild gesetzt.

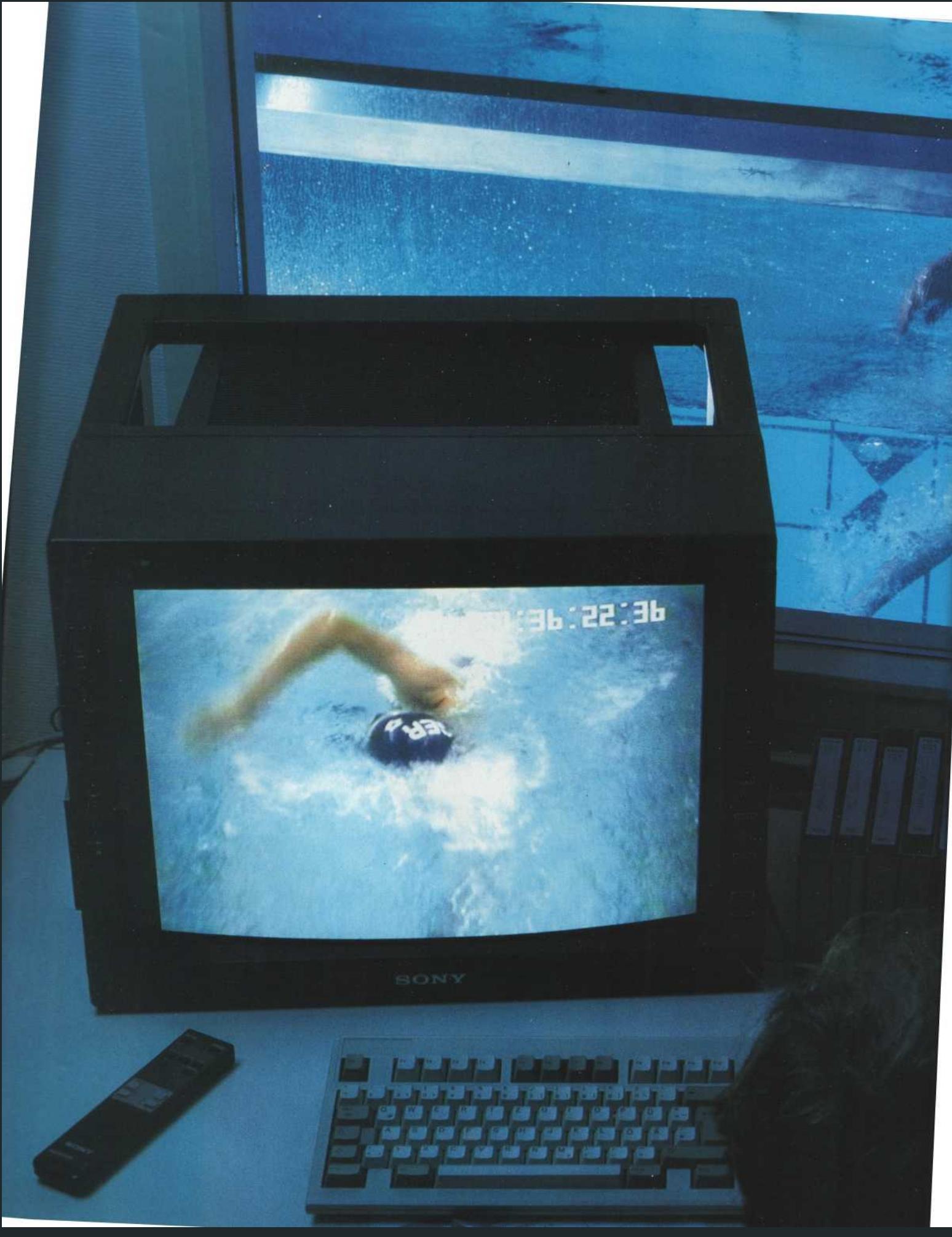


Als sei es vor die Brust gestoßen worden, kippt das Computermännchen von der Planke. Mit solchen Sequenzen testen Forscher in Tübingen, ob sich ihr Modell realitätsgetreu verhält



Wer seine Muskeln anspannt, Sehnen streckt, Gelenke beugt, hat es mit Physik zu tun. Biomechaniker wollen darum anhand der Gesetze von Kraft und Energie erkennen, wie Sportler laufen oder springen, wie Verletzungen entstehen und verheilen. Da jedoch der lebende, bewegte Körper nur unzureichend Auskunft gibt, setzen die Forscher zunehmend Computer ein, die den Menschen simulieren

# Wie Bewegung in den Körper kommt



SONY

## **Im Glastank auf der Jagd nach Zehnteln**

Sobald im Hamburger Olympiastützpunkt ein Schwimmer gegen die Strömung ankrault, bricht über seinen Trainer eine Datenflut herein. Kameras über und unter Wasser zeichnen Armzug und Beinschlag auf, ein Meßsystem an der Badehose füttet Zahlen in den Rechner, der das Ganze in Grafiken und Diagramme übersetzt. Die Analyse soll die Technik des Schwimmers verbessern und ihn ein paar Zehntel- oder auch nur Hundertstelsekunden schneller machen

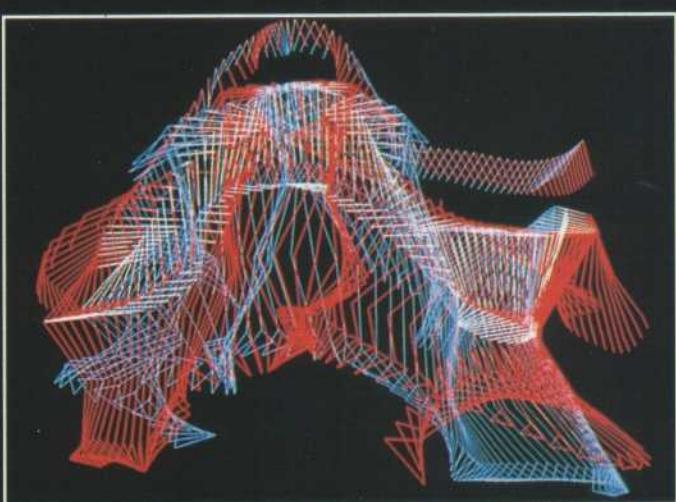
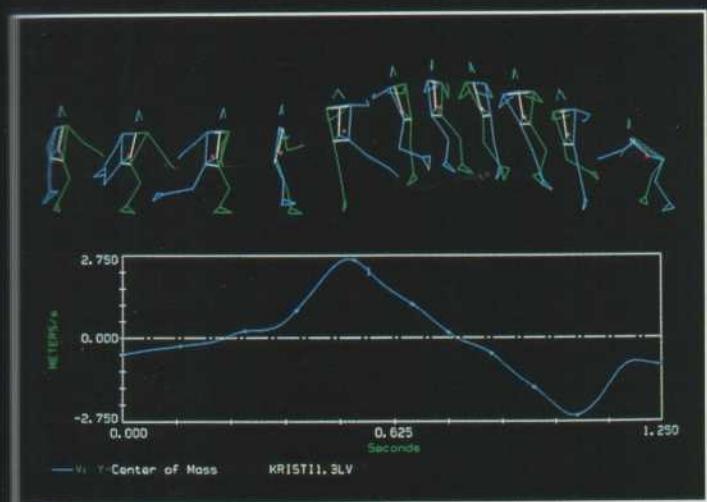


Um den dreifachen Toe-loop des amerikanischen Eiskunstläufers Scott Hamilton in allen

Details zu erfassen, ist das menschliche Auge zu langsam. Erst die Stroboskop-Aufnahme zeigt genau, wie präzise sich der Eisläufer in die Luft katapultiert. Bei der Animation eines dreifachen Axels berechnet der Computer auch, wie schnell sich der Körperschwerpunkt bewegt

## **Per Computer an die Weltspitze springen**





**E**ine Wissenschaft besinnt sich ihres Namens. „Biomechanik wird zu 80 bis 90 Prozent von Physikern und Ingenieuren betrieben“, sagt der Ulmer Forstner Lutz Claes. „Es wird Zeit, daß wir uns etwas mehr um das Bio kümmern.“

Der Appell des schwäbischen Professors stößt auf Resonanz. Viele seiner Kollegen sehen das mittlerweile ähnlich: Wer das feine Zusammenspiel von Muskeln und Sehnen, von Bändern, Knorpel und Knochen erhellen will, wer begreifen möchte, wie Verletzungen der Extremitäten entstehen und wieder heilen, wer zu verstehen versucht, wie Bewegung an sich funktioniert, darf im Körper keine Maschine sehen.

Bislang geht den Biomechanikern die Biologie allzuoft verloren. Kreislauf und Stoffwechsel, Atmung und Wahrnehmung, neuronale Steuerung und flexible Reaktion spielen bei ihrer Forschung zwischen Sportwissenschaft und Orthopädie selten eine Rolle. Denn die Wissenschaftler stehen vor einem Grunddilemma: Sie können kaum in den lebendigen, bewegten Körper hineinschauen, ohne ihn zu stören oder gar zu zerstören.

Auf Messungen am Körper beschränkt, kümmert sich die „äußere Biomechanik“ weniger um das Verstehen als um das Verbessern von Bewegung: „Die Aufgabe ist stets, ein System zu seinem individuellen Leistungsmaximum zu bringen“, sagt Wolfgang Baumann, Professor an der Deutschen Sporthochschule in Köln. „Im Sport mag das ein Weitsprung von 8,50 Meter sein, in der Rehabilitation das Gehen über eine Distanz von 20 Metern.“

Die spektakulärste Methode ist dabei die computergestützte Bewegungsanalyse, mit der meist bei Topathleten ein paar Zehntelsekunden oder Zentimeter geschunden werden sollen. „Als Diagnoseinstrument“, sagt Gert-Peter Brügmann von der Kölner Hochschule, „ist dieses Verfahren weitaus präziser als selbst das geschulte Trainerauge.“ Denn der Computer kann in jeder Bewegungsphase mühelos ausrechnen, in welchem Winkel das linke Knie gebeugt ist, wie schnell sich der Körperschwerpunkt bewegt oder ob der Sportler seinen Schwung durch einen ungeschickten

Schritt verschenkt hat. Und er kann die Tricks der Konkurrenz offenlegen.

Zu diesem Zweck reiste Brüggemanns Team auch zu den Olympischen Spielen 1992 nach Barcelona. Die Forscher filmten dort unter anderem den Wettkampf der Weitspringer, denn der Computer benötigt als Rohmaterial Videobilder, möglichst in extremer Zeitlupe. Um den Ablauf dreidimensional einzufangen, sind zudem mindestens zwei synchronisierte Kameras mit unterschiedlichen Blickwinkeln voneinander. Auf jedem Einzelbild müssen erfahrene Mitarbeiter dann die Drehachsen der Gelenke und andere auffällige Punkte markieren – von den Fußspitzen bis zu den Handgelenken. Beim Training dagegen können sich die Forscher diese mühselige Prozedur sparen. Sie kleben dem Sportler einfach kleine Punkte an den Körper, die der Rechner auf den Bildern selbst finden kann.

Die so gewonnenen Daten setzen die Biomechaniker zu einem Trickfilm zusammen. Auf dem Bildschirm wiederholt ein Computermännchen die gefilmte Bewegung in allen Einzelheiten und beliebig langsam. Die Sequenzen lassen sich auch phantasievoll kombinieren: So entstand etwa der Doppel-Weitsprung, bei dem die beiden amerikanischen Topathleten Carl Lewis und Mike Powell auf parallelen Bahnen gleichzeitig springen.

Dieser direkte Vergleich zeigt die unterschiedliche Technik der langjährigen Rivalen. Beide senken kurz vor dem Absprung ihren Körperschwerpunkt etwa zehn Zentimeter, um einen größeren Beschleunigungsweg nach oben zu

bekommen. Während Lewis jedoch dazu seinen sehr schnellen Anlauf etwas abbremst, setzt Powell seine Füße bei den letzten beiden Schritten weit nach außen und springt dann etwas steiler ab – und fliegt damit weiter. Mit dieser Technik hat er 1991 auch den lange als unantastbar geltenden „Jahrhundert-Weltrekord“ seines Landsmanns Bob Beamon um fünf Zentimeter auf 8,95 Meter gesteigert. Nach Brüggemanns Berechnungen würde Powells Sprungkraft sogar für einen Satz von 9,05 Meter reichen.

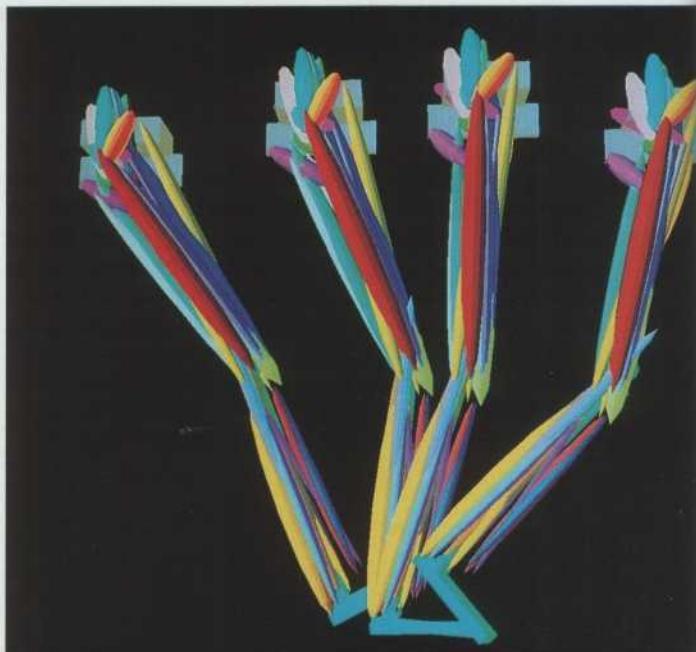
Sieben Stockwerke über Brüggemanns Labor in der Sporthochschule treiben Ulrich Glitsch und Robert Farkas den Rechnereinsatz noch einen Schritt weiter: von der Analyse einer Bewegung zu deren Korrektur. Die Mitarbeiter Wolfgang Baumanns haben zum Beispiel einem Ringturner geholfen, der beim „Schleudern“, einer Art Rolle rückwärts, immer wieder ins Pendeln geriet.

Solche Bewegungen kann ein Computer allerdings nur dann präzise vorausberechnen, wenn er außer der Stellung der Gelenke auch die Massenverteilung innerhalb der einzelnen Körpersegmente wie Oberschenkel oder Rumpf kennt. Daraus kann er zunächst für jede Bewegungsphase zwei physikalische Größen bestimmen, die empfindlich von der Körperhaltung abhängen: erstens die momentane Lage des Schwerpunkts, der zum Beispiel in einer „Klappmesser-Haltung“ weit vor dem Bauch liegt.

Zweitens das sogenannte Trägheitsmoment des Athleten. Es beschreibt, wie groß dessen Verhar-

## Jeder Schritt ist ein Rätsel

Mehr als 50 Beinmuskeln benutzt der Mensch bei jedem Schritt. Wie sich dabei die Muskelkräfte verteilen, versuchen Forstner der Deutschen Sporthochschule in Köln mit Computersimulationen herauszufinden



rungsvermögen bei einer Drehung ist. Eiskunstläufer etwa wirbeln bei einer Pirouette schneller, wenn sie die Arme anziehen und dadurch ihr Trägheitsmoment verringern.

Als die Kölner Biomechaniker mit diesen Größen die Bewegung des Turners und seiner Ringe kalkulierten, mußten sie allerdings mehrere Drehungen berücksichtigen: Die Beine des Sportlers bewegten sich um die Hüftgelenke; zugleich rotierte der ganze Körper um die Hände an den Ringen. Nach mehreren Rechenläufen konnten die beiden Wissenschaftler dem Athleten einen entscheidenden Tip geben. Wenn er das Schleudern zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt aus einem leichten Schaukeln heraus startet, endet die Übung im Stillstand – auf dem Bildschirm wie in der Halle.

Einige sportliche Übungen lassen sich auch vollständig am Rechner entwerfen: Abgänge vom Reck, Kunstsprünge vom Zehn-Meter-Turm, Salti und Schrauben beim Freestyle-Skispringen. Denn wenn der Athlet durch die Luft fliegt, kann der Computer dessen gesamte Bewegung nach den Gesetzen der Mechanik berechnen. Ulrich Glitsch hat das bereits mit einem virtuellen Trampolinturner erprobt, der auf dem Monitor einen „Doppelsalto gebückt mit halber Schraube“ vollführt. Den Drehimpuls für die Schraube erzeugt er erst im Flug, indem er kaum sichtbar in der Hüfte einknickt – ganz, wie es die Wettkampfregeln verlangen.

Eine komplette Kür läßt sich so jedoch nicht planen, weil die Rechenkünste des Computers bei Landung und Absprung versagen. Für die Maschine ist auch der Körper nur eine Maschine, bestehend aus Elementen, die sich nicht verformen. Tatsächlich jedoch verschlieben sich Haut und Muskeln erheblich gegen die Knochen, wenn der Trampolinspringer in das elastische Tuch taucht. Nach Messungen des Essener Biomechanikers Ewald Hennig muß der Körper dabei eine Belastung bis zum 15fachen Eigengewicht ertragen.

Einen Ausweg könnten die sogenannten Schwabbelmassen bieten, die Hanns Ruder von der Universität Tübingen erdacht hat. In seinem Rechnermodell hängt an jedem Teil des Skeletts ein Klumpen Weichteile, der sich so verhält, als wäre er mit einer harten, stark gedämpften Feder am Knochen befestigt. Die Berechnung einer Bewegung wird

Fallen Skifahrer nach hinten, gerät das Kreuzband im Knie unter Stress. Strichdiagramme, die der TÜV Product Service in München aus Videoaufnahmen gewonnen hat, zeigen, wie der Körperschwerpunkt plötzlich steil nach unten fällt, sobald die Wade gegen den Skistiefel stößt. Ein neues Schuhmodell soll die Verletzungsgefahr mindern



## Ein Knick in der Kurve signalisiert Gefahr

dadurch zwar erheblich kompliziert. Aber Ruder verfügt als Astrophysiker sowohl über ausreichende Kenntnisse der Mechanik, um die seitenlangen Gleichungen aufzustellen, als auch über leistungsfähige Computer, die sie lösbar machen.

Um sein Modell zu eichen, hat der Quereinsteiger zunächst seine Doktoranden auf eine sogenannte Kraftmeßplatte springen lassen. Dieses in der Biomechanik vielgenutzte Gerät registriert Größe und Richtung der Kraft, die ein Proband auf den Boden ausübt – und die nach den Newtonschen Gesetzen umgekehrt auch auf dessen Körper wirkt. Der Computer mußte dann für den simulierten Sprung aus gleicher Höhe die gleichen Belastungswerte errechnen.

Jetzt kann Ruder virtuelle Bauarbeiter von Gerüsten werfen, um deren Sicherheit zu testen. Wenn seine Kunstfigur mit angewinkelten Beinen auf einem federnen Brett landet, das 2,50 Meter tiefer angebracht ist, lastet zwar kurzzeitig das 40fache Körpergewicht auf ihren Füßen. Aber sie kann den Sturz noch abfangen

und kommt ohne Gesundheitsschäden davon. Fällt das Männchen tiefer, drohen Verletzungen und Knochenbrüche. Nach diesem Ergebnis sind die Sicherheitsnormen für Baugerüste verändert worden: Der Abstand zwischen den „Etagen“ darf jetzt nicht mehr fünf, sondern nur noch zwei bis drei Meter betragen.

Mit Aufgaben zwischen Unfallvorsorge und Orthopädie beschäftigen sich auch viele andere Biomechaniker:

- In der Klinik für physikalische Medizin des Münchener Klinikums Großhadern analysiert Nikola Seichert den Gang von Patienten. Seine Probanden gehen barfuß über einen Laufsteg, in den zwei Kraftmeßplatten eingelassen sind. Diese zeichnen auf, wie der aufgesetzte Fuß zunächst bremst, dann abrollt und sich schließlich abstößt. Die Unterschiede zwischen dem rechten und linken Bein geben Therapeuten wertvolle Hinweise, etwa, daß ein Arthrose-Patient sein Körpergewicht von der betroffenen Hüfte wegverlagert oder daß ein Freizeitsportler zu wenig Bremskraft auf-

bringt, weil er sich bei einem längst verheilten Fersenbruch angewöhnt hat zu hinken, um Schmerzen zu vermeiden.

● Erich Schneider von der Technischen Universität Hamburg-Harburg testet mit seinen Mitarbeitern „externe Fixateure“. Mit solchen Stahl- oder Titankonstruktionen werden zum Beispiel Oberschenkelknochen nach komplizierten Brüchen gestützt, bis die Fraktur verheilt ist. Für ihre Tests befestigen die Forscher Rohre aus Acrylglas in den Gestängen und spannen das Ganze in Materialprüfmaschinen ein. Dann drehen, biegen, drücken und ziehen sie die freien Enden des Knochenimitats, um festzustellen, wie gut der Fixateur die Fragmente zusammenhält.

● Ski-Verletzungen untersucht Peter Schaff vom Institut für biomechanische Analysen des TÜV Product Service in München. Insbesondere bei Rückwärtsstürzen können herkömmliche Stiefel einen Riß des vorderen Kreuzbandes im Knie begünstigen: Der Unterschenkel wird durch die harte Außenschale des Schuhs, den sogenannten Heckspoiler, gestoppt, während der Körper weiter nach hinten fällt. Im Labor und auf der Piste haben die Münchner Forscher ein nachgiebigeres Stiefelmodell erprobt, bei dem die Spitzenbelastung prompt auf ein Achtel abnahm. Schaff und seine Mitarbeiter prüfen gegenwärtig einen Prototyp, dessen Heckspoiler bei Stürzen nachgibt oder aufgeht – wie schon seit Jahren die Bindung am Ski.

#### Nur wer die Hebel kennt, kann die Kräfte bestimmen

Solche Experimente lösen viele Detailprobleme, doch verraten sie den Forschern nichts Grundsätzliches über Bewegung. Äußere Biomechanik versagt schon vor der Frage, welche Belastungen eigentlich im Körper auftreten – für Wolfgang Baumann „ein Schlüsselproblem der Sport-Biomechanik“. Unter dem Stichwort „innere Biomechanik“ bemühen sich die Bewegungskundler darum schon seit längerem um eine lebensnähere Analyse. Sie versuchen, die Kräfte in Gelenken und Knochen hochzurechnen, indem sie als einfachste biologische Parameter die Hebelarme der Muskeln berücksichtigen.

Wenn der Mensch etwa auf den Zehenspitzen eines Fußes steht, lastet immer noch das ganze Körpermassiv auf

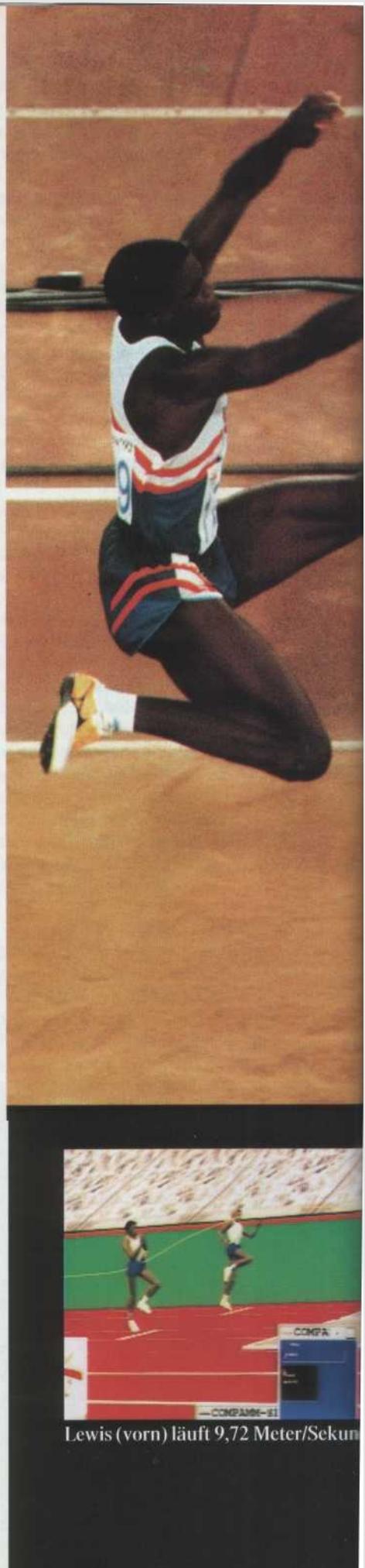
dem angehobenen Fußgelenk, erläutert Baumann. Der Hebelarm beträgt in dieser Stellung etwa zwölf Zentimeter. Eine Gegenkraft können nur die Wadenmuskeln aufbringen, die über die Achillessehne am Fersenbein ziehen. Ihr Hebelarm zum Fußgelenk beträgt jedoch nur etwa vier Zentimeter. Folglich muß schon die Muskelkraft in der Wade dreimal so groß sein wie die gesamte Gewichtskraft. Und im Gelenk addieren sich beide, so daß es mit dem vierfachen Gewicht des Menschen belastet wird.

Die Aussagekraft der inneren Biomechanik ist jedoch zur Zeit noch arg beschränkt. Die Hebelarme sind bei jedem Menschen anders und daher nur selten genau bekannt; außerdem verändern sie sich je nach Gelenkstellung. Bei komplizierten und schnellen Bewegungen werden die Verhältnisse sehr schnell unübersichtlich. Zudem können die Forscher nie sicher sein, alle Kräfte erfaßt zu haben: Schon beim einfachen Beispiel des einbeinigen Zehenstandes vergrößert sich die Gelenkbelastung sofort dramatisch, wenn die stets vorhandenen Muskel-Gegenspieler, also in diesem Fall die Fußbeuger, nicht völlig entspannt sind.

Hier kann die Elektromyographie (EMG) helfen, die einen begrenzten Blick in den Körper gestattet. Mittels Elektroden auf der Haut messen die Biomechaniker die Erregung des Muskels – ähnlich wie bei einer EKG-Herzdiagnose. Die Kurven lassen zwar nur einen indirekten Rückschluß auf die Kraft zu, die der Strecker oder Beugerkontraktionszyklus entwickelt. Sie verraten aber immerhin, wann welcher Muskel aktiv war, und können so das zeitliche Muster der Kontraktionen im ganzen Bein entdecken. Ihre volle Potenz entfaltet die EMG-Methode, wenn sie mit anderen Verfahren, etwa der Bewegungsanalyse, kombiniert wird.

Auf diese Weise hat der Stuttgarter Sportwissenschaftler Albert Gollhofer mit seinem ehemaligen Team in Freiburg neue Erkenntnisse über innere Vorgänge beim Sprint gewonnen. Erstens ändert sich die Funktion der Beinmuskeln während des Laufes: Direkt nach dem Start sind sie ständig aktiv, um den Körper zu beschleunigen; nach Erreichen

## Trickfotos verraten die Tricks der Stars



Lewis (vorn) läuft 9,72 Meter/Sekun-



Biomechaniker entwickeln Szenen, die kein Zuschauer im Stadion je gesehen hat. Denn wenn Konkurrenten auf eine Aufnahme kopiert werden, läßt sich ihre Technik gut vergleichen. So haben

Kölner Forscher herausgefunden, daß der kahlköpfige Amerikaner Mike Powell beim Weitsprung zwar etwas langsamer anläuft als sein Landsmann Carl Lewis, aber steiler abhebt. Darum hat Powell meist die Nase vorn: Er hält den Weltrekord mit

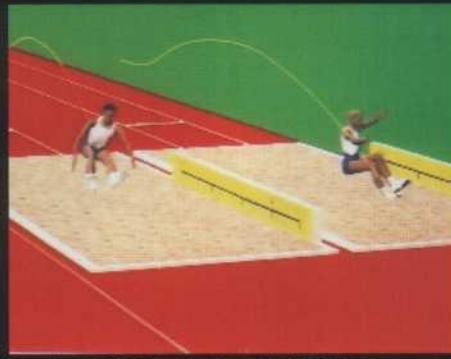
8,95 Metern und könnte nach Berechnungen der Wissenschaftler sogar noch zehn Zentimeter weiter springen. Beim vom Computer nachgestellten Finale von Barcelona unterlag er jedoch knapp



Powell springt mit 20,4 Grad ab



Powell fliegt in Rückenlage



Lewis: 8,67 Meter, Powell: 8,64 Meter

des Höchsttempo spannen sie sich dagegen nur noch kurz vor Aufsetzen des Fußes an. Es genügt jetzt, das Bein „elastisch“ zu machen – also zur Feder, die den Körper beim nächsten Schritt wieder in die Höhe katapultiert. Zweitens übernehmen sowohl Strecker als auch Beuger diese Aufgabe. Die übliche Methode, vor allem die Strecker als „Vortriebsmuskeln“ zu trainieren, ist also falsch.

Seinen eigenen Aufruf, die Biologie stärker zu berücksichtigen, befolgt auch Lutz Claes. Er möchte ergründen, wie die Fragmente eines gebrochenen Knochens am günstigsten zusammengefügt werden können. Denn bei der Behandlung bleibt fast immer ein kleiner Spalt, so daß sich die Bruchstücke unter Belastung hin- und herverschieben. Diese Bewegung scheint die Heilung zu begünstigen. Wenn sich klären ließe, warum das so ist und wo der optimale Wert für die Stauchung liegt, könnten Patienten – mit entsprechend eingestellten Fixateuren – früher wieder auf die Beine kommen.

#### **Der Computer verknüpft Schafe im Freien und Zellen im Labor**

Die Experimente des Ulmer Forschers haben scheinbar widersprüchliche Befunde geliefert: Bei Schafen wachsen selbst Fragmente zusammen, die sich um 50 Prozent der Spaltbreite verschieben. Isolierte knochenbildende Zellen, sogenannte Osteoblasten, reagieren im Labor dagegen viel empfindlicher. Schon wenn die Gefäße mit dem Nährboden um vier Prozent gedehnt werden, also etwa von 100 auf 104 Millimeter, drehen sich die Zellen in eine andere Wachstumsrichtung. Nur bei etwa einem Prozent Streckung produzieren sie fleißig neue Knochensubstanz und vermehren sich stärker.

Diese Erkenntnisse möchte der Biomechaniker nun mit Computerhilfe in Einklang bringen. Das Programm simuliert den schon lange bekannten Ablauf der Heilung: Zunächst entsteht eine knöcherne Verdickung um den Bruch, dann schließt sich der Spalt selbst. Claes beobachtet, wie sich bei diesem Prozeß die Dehnungswerte im heilenden Gewebe verteilen und verändern.

Wie Claes und Gollhofer nutzen viele Forscher eine Kombination von Methoden, um das Grunddilemma der Biomechanik zu umgehen, nicht im bewegten

Körper messen zu können. Ewald Hennig hat sich über das Problem vor einigen Jahren schlicht hinweggesetzt. Der Essener Forscher und sein australischer Kollege Mario Lafontaine fanden sechs Freiwillige, die sich für einige Stunden einen Beschleunigungssensor ins Schienbein schrauben ließen. Die Bewegungskundler wählten dafür einen knöchernen Höcker knapp unter dem Knie, den nur wenige Nervenbahnen umgeben.

So konnten die Wissenschaftler beobachten, wie bei jedem Schritt ein Beschleunigungsstoß durch das Skelett fährt, sobald die Ferse die Erde trifft. Diese Schocks variieren stark – je nach Bodenbelag, Sohlenmaterial und Fortbewegungsart. Die härteren Stöße, das hatten bereits Beobachtungen an Tieren gezeigt, verursachen Gelenkverschleiß: Bei Schafen, die auf Beton herumlaufen mußten, traten stärkere Abnutzungen auf als bei Artgenossen, die stets auf Kopfeln weideten.

Dennoch müssen die Biomechaniker nun nicht jedesmal Freiwillige für blutige Experimente finden, wenn sie etwa das Dämpfungsverhalten von Schuhen untersuchen wollen. Eine Kraftmeßplatte tut's auch, wie Hennig und sein Partner bei der weiteren Auswertung herausfanden: Die Tester müssen nur statt der Größe der Kraft deren Anstiegsrate als Maß der Beschleunigung und damit der Stoßbelastung notieren.

Auch den Biomechanikern um Georg Bergmann an der Freien Universität Berlin ist es gelungen, Signale aus dem Körperinneren aufzuzeichnen. Sie haben zwei Patienten künstliche Hüftgelenke

#### **Ein Rechenkunststück auf dem Trampolin**





Fliegt ein Sportler durch die Luft, kann der Computer seine Bewegung vollständig vorausberechnen. Kölner Biomechaniker haben zum Beispiel dem virtuellen Trampolin-Artisten beigebracht, einen doppelten Salto rückwärts zu springen. Mit solchen Simulationen können sie nachvollziehen, wie Athleten aus Fleisch und Blut ihre Sprünge steuern

eingepflanzt, in denen – selbstverständlich mit Zustimmung der Empfänger – Dehnmeßstreifen installiert worden waren. Ein Miniatursender übermittelt die Belastungsdaten aus dem „Oberschenkelhals“ der Prothese. Schon beim langsam Gehen wird das Hüftgelenk mit dem dreifachen Körpergewicht belastet, beim Laufen steigt der Wert auf etwa das Fünffache, beim Stolpern gar auf das Acht- bis Neunfache.

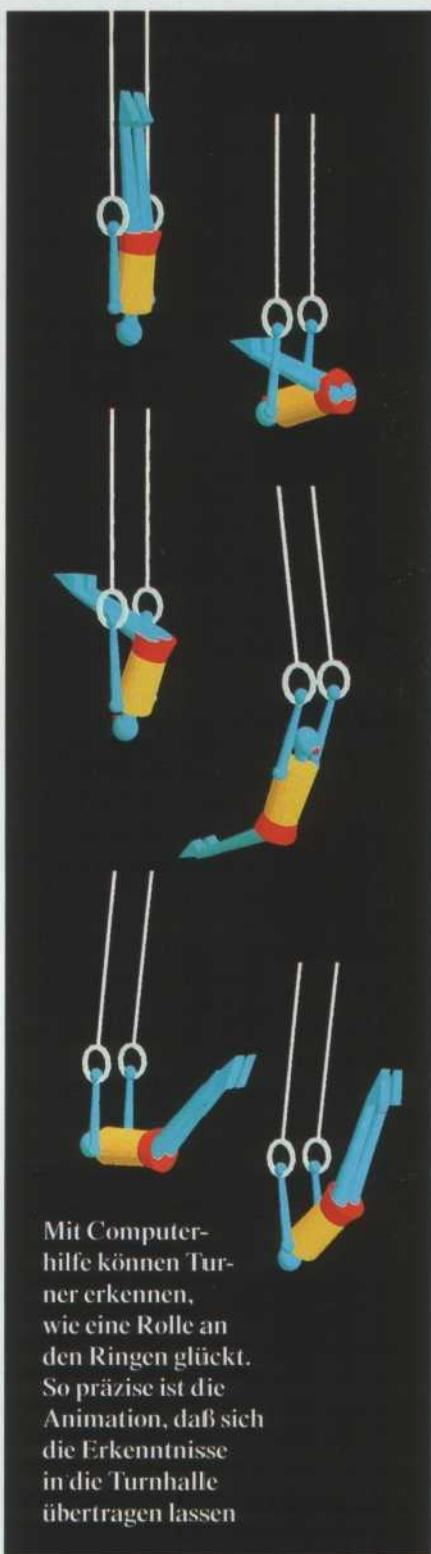
Nicht zuletzt auf Bergmanns Daten stützt sich der jüngste Forschungsansatz der Bewegungskundler: die Computer-Biomechanik. Die Maschine soll lernen, einfach anmutende Bewegungen eines virtuellen Körpers zu steuern – ganz wie es Gehirn und Rückenmark beim Menschen tun (siehe Seite 90). In Tübingen etwa versucht Michael Kriegs Rechner, den Körper im Gleichgewicht zu halten, wenn der Mensch auf einem Bein steht. Die Maschine muß allein herausfinden, welcher Muskel sich wie stark kontrahiert. Dabei darf sie von keinem Strang eine Kraft verlangen, die über dessen physiologischem Limit liegt. Und die errechnete Belastung der Hüfte soll möglichst den Berliner Werten entsprechen. Eine formidable Aufgabe für einen Computer, der absolut nichts über Bewegung weiß, sondern lediglich genaue anatomische Daten bekommt.

#### **Bei jedem Schritt spannen sich im Bein über 50 Muskeln an**

Die Arbeitsgruppe um Reinhard Blickhan in Jena simuliert im Rechner, wie sich die Kraft der Beinmuskeln addiert. Die Forscher haben zunächst bei Probanden die Eigenschaften einzelner Organe wie der Hüft- oder Kniestrecker gemessen. Deren Potential verändert sich mit der momentanen Länge und dem Bewegungstempo. Außerdem können Muskeln erst einige zig Millisekunden nach der Anregung mit voller Leistung ziehen. Der Computer soll aus all diesen Daten nun hochrechnen, welche Kraft ein komplettes Bein aufbringen kann, das sich gegen einen Widerstand streckt.

Die Biomechaniker in Köln schließlich untersuchen, wie die Beinmuskeln das Körpergewicht beim Gehen auffangen. Dabei möchte Wolfgang Baumanns Arbeitsgruppe nicht nur ergründen, wie der Mensch einen Schritt macht, sondern

## **Hilfestellung vom elektronischen Trainer**



letztlich auch, weshalb er ihn so macht. Denn er setzt dabei seine über 50 Muskeln im Bein so ein, daß die Verteilung der Kräfte nach bestimmten biologischen Kriterien optimal ist. Um diese zu ermitteln, hat Karl Siebertz seinem Rechner zwei mögliche Ziele vorgegeben: Er sollte erstens die Muskelkräfte so verteilen, daß die Belastung der Knochen möglichst klein wird, und dabei zweitens berücksichtigen, daß nur dicke Muskeln viel Kraft entfalten können, dünne entsprechend weniger.

Hinter dieser banal klingenden Forderung verbirgt sich ein wichtiges Prinzip des Körperbaus, nämlich das der funktionellen Anpassung: Muskeln und Knochen, die regelmäßig über- oder unterfordert werden, verändern ihre Größe und Form. So schwoll etwa der Bizeps beim Krafttraining an, während eingekippte Waden schrumpfen. Der Querschnitt eines Muskels ist darum ein zuverlässiger Indikator dafür, was ihm normalerweise abverlangt wird. Weil Siebertz' Computer dies beachtete, konnte er vorhersagen, welcher Strang in jeder Phase des Schrittes wieviel Kraft aufbringt. Der Vergleich der Ergebnisse mit EMG-Messungen enthüllte erstaunliche Parallelen.

Entscheidend für solche „Ersatz-Experimente“ ist, daß Computer all die präzisen Erkenntnisse verknüpfen können, die inzwischen über Einzelaspekte des Körpers vorliegen – über mechanische und biologische. Neben selbstentwickelten Programmen ermöglicht den Biomechanikern auch Software, die ursprünglich für die Konstruktion von Autos oder Flugzeugen geschrieben worden ist, einen Vorstoß in neue Dimensionen: In ihren Modellen sind nicht mehr Ober- und Unterschenkel die kleinste betrachtete Einheit, sondern millimetergroße Ausschnitte aus der Achillessehne oder dem Hüftstrecker-Muskel. Diese Möglichkeiten lassen zum Beispiel Hanns Ruder davon träumen, ein Gesamtmodell des bewegten Menschen im Computer zu realisieren.

Diese Entwicklung ist nicht ohne Ironie: Die Bewegungskundler benutzen eine Maschine, die programmiert worden ist, um andere Maschinen zu entwerfen – und sind damit gleichwohl auf bestem Wege zu einer „biologischeren“ Biomechanik. □

Knapp drei Jahre lang war Christopher Schrader, 34, Redakteur bei GEO-Wissen. Seit April arbeitet er als freier Wissenschaftsjournalist in Hamburg.

# Die sensiblen

Sie machen mobil und verwundbar zugleich: Unsere Gelenke sind Knorpeln und Bändern. Doch auf Unfälle und Verschleiß

## SCHULTER

Wenn wir uns nach den Keksen ganz oben im Regal recken oder eine Tür hinter uns zuziehen, beim Klavierspiel mit der rechten Hand über die Mittellinie nach den Bässen greifen oder am Autosteuer sitzend eine Jacke von der Rückbank angeln, können wir das nur, weil die Schulter das mobilste Gelenk des Körpers ist.

Die enorme Reichweite erfordert eine komplexe Anatomie: Zunächst dreht sich im eigentlichen Schultergelenk der Oberarmknochen gegen seine Pfanne im Schulterblatt. Diese Knochenplatte wiederum verschiebt und dreht sich auf der Rückseite der Rippen; ohne diese Bewegung wäre unser Greifradius nur halb so groß. Mit dem restlichen Skelett ist das Schulterblatt nur indirekt verbunden. Zwischen ihm und dem zentralen Brustbein liegt noch das Schlüsselbein, das auf beiden Seiten mit – allerdings wenig beweglichen – Gelenken an die Partner gekoppelt ist.

Der Preis der Mobilität ist eine potentielle Instabilität. Der Kopf des Oberarmknochens ist etwa viermal so groß wie dessen Pfanne und ruht darin ähnlich labil wie ein Golfball auf dem kleinen Abschlagsstift. Das Schultergelenk besitzt keine starken Bänder, um die Knochen zusammenzuhalten. Im wesentlichen stützen und steuern drei starke Muskelgruppen den Gelenkkomplex:

- Die sogenannte Rotatorenmanschette aus vier Muskeln verbindet den Oberarmknochen mit dem Schulterblatt und sorgt für einen guten Kontakt des Kopfs zur Pfanne.
- Sechs weitere Muskeln stabilisieren das Schulterblatt gegen den Rumpf und bringen es für Armbewegungen in Position. Vier davon greifen hinten an der Wirbelsäule an, zwei vorn an den Rippen.

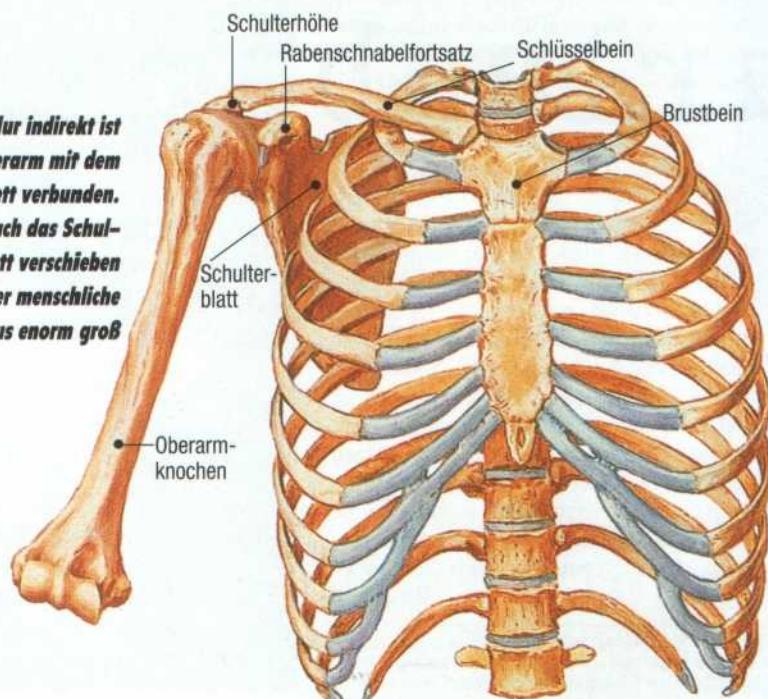
● Bewegt wird das Schultergelenk schließlich vom *bizeps* und *trizeps brachii* im Oberarm sowie dem großen Brust-, dem breiten Rücken- und dem Deltamuskel, der wie eine Kappe auf dem Gelenk sitzt.

Unter großen Belastungen, häufig bei Sportunfällen, können jedoch auch diese vielen Muskeln das Gelenk nicht zusammenhalten. Bei einer Verrenkung springt der Oberarmkopf aus seiner Pfanne, und zwar in 95 Prozent aller Fälle nach vorn und unten. Ursache ist oft ein Sturz oder Schlag auf die nach hinten geführte Extremität, wenn zum Beispiel einem Handballspieler ein Gegner in den Wurfarm greift. Nach schwedischen Untersuchungen ereilt einen von 14 Wurfsportlern die-

ses Schicksal während seiner Karriere. Aber auch Skifahrer und Hockeyspieler, die mit Stock oder Schläger an einem Hindernis hängenbleiben, können sich das Gelenk „auskugeln“.

Zwar lässt sich die Schulter wieder einrenken und gewinnt schnell ihre volle Beweglichkeit zurück. Aber das Gelenk bleibt oft instabil: Eine Bagatellverletzung oder schon das genußvolle Strecken nach dem Aufstehen lassen die Kugel wieder aus dem Drehpunkt schnappen. Etwa fünf Prozent der 45jährigen erleiden einen Rückfall; unter den 17- bis 23jährigen, die deutlich aktiver sind, sind es 40 Prozent. Bei jungen Patienten, die zudem Sport treiben, verdoppelt sich der Wert gar auf 80 Prozent.

*Nur indirekt ist  
der Oberarm mit dem  
Skelett verbunden.  
Weil sich auch das Schul-  
terblatt verschieben  
kann, ist der menschliche  
Greifradius enorm groß*



# Scharniere

anatomische Wunderwerke, bewegt und gehalten von Muskeln, reagiert ihr komplizierter Mechanismus empfindlich

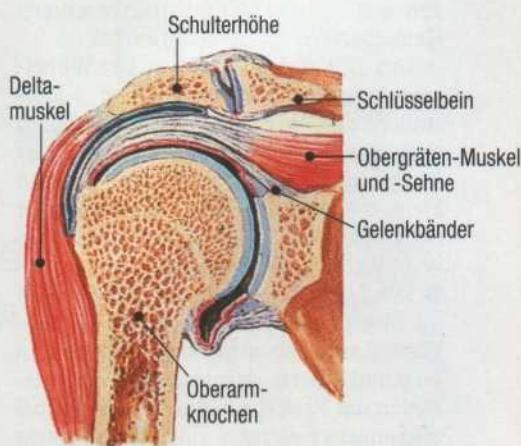


Ausgerenkter Oberarmkopf

Grund für den mangelnden Halt ist wohl, daß die Gelenkbander bei der ersten Verletzung abgerissen sind. Sie dienen vor allem der Muskelsteuerung per Reflex. Da sie nach dem Riß nicht mehr melden, wenn die Kräfte im Gelenk kritische Werte erreichen, können die Muskeln nicht rechtzeitig gegenhalten. Werden die Bänder dagegen wieder angenäht, bestehen sehr gute Chancen, das Gelenk permanent zu stabilisieren.

Nichtsportlern bereitet die Schulter vor allem an ihrer „Wetterecke“ Probleme: Sie befindet sich dort, wo die Sehne des sogenannten Obergräten-Muskels, eines der vier Muskeln der Rotatorenmanschette, durch einen engen Tunnel gleitet. Dessen Boden bildet das Schulterblatt, zwei Vorsprünge der Knochenplatte sind die Wände: hinten die Schulterhöhe, wo auch das Schlüsselbein ansetzt, vorn der Rabenschnabelfortsatz. Ein Band zwischen beiden, das keine anatomische Funktion mehr erfüllt, ist das Dach.

Wenn wir den Arm heben, zieht sich die Obergräten-Sehne zurück und wird zugleich gegen die Schulterhöhe geschoben. Zwar puffert ein Schleimbeutel den Druck ab, doch durch übermäßige Belastung



*Wenn sich die Schulter »auskugelt«, springt der Oberarmkopf aus seiner Pfanne. Das Wiedereinrenken gelingt meist leicht. Doch oft bleibt das Gelenk instabil, weil die Gelenkbander gerissen sind. Probleme drohen auch, wenn die Obergrätensehne an der Schulterhöhe reibt*

wird er gereizt und verursacht Schmerzen. Ist er abgenutzt, scheuert die Sehne direkt am Knochen. Schon vor dem 30. Lebensjahr können dann Verschleißerscheinungen auftreten; sie sind bei der Hälfte aller 50jährigen nachzuweisen. Typische Patienten sind Elektriker und andere Handwerker, die viel über Kopf arbeiten.

Wer an diesem sogenannten Engpaß-Syndrom leidet, muß in vielen Fällen operiert werden. Der Orthopäde schneidet das unnötige Band weg, schabt Knochenmaterial von der Schulterhöhe ab und verschafft der Sehne so mehr Raum. Bei jüngeren Patienten, oft „Überkopf-Sportlern“ wie Schwimmern oder Speerwerfern, kommt der Therapeut häufig ohne Skalpell aus: Bei ihnen haben wiederholte Belastungen oder ein Unfall die anatomischen Strukturen lediglich gereizt und anschwellen lassen, was auch die Sehne einzwängen kann. Dann helfen schon entzündungshemmende Medikamente und Ruhe.

## WIRBELSÄULE

Die Last des Alltags kriegt jeden klein: Abends sind wir etwa zwei Zentimeter kürzer als unmittelbar nach dem Aufstehen. Das Gewicht unseres Oberkörpers preßt tagsüber das Wasser aus unseren Bandscheiben; wenn wir nachts im Bett liegen, strömt es zurück.

Dieses Auf und Ab ist ein harmloser Tribut an den aufrechten Gang. Schlimmere Konsequenzen drohen, wenn wir den ganzen Tag am Schreibtisch und abends vorm Fernseher sitzen, ständig schwere Lasten heben oder großes Übergewicht mit uns herumschleppen. Die Wirbelsäule schmerzt dann plötzlich, jede Bewegung, sogar Niesen, verursacht Höllenpein. Rückenleiden sind eine Volkskrankheit: Ein knappes Viertel aller Krankschreibungen und fast die Hälfte der vorzeitigen Rentenanträge gehen darauf zurück.

Die Schmerzanfälligkeit der Wirbelsäule korrespondiert mit deren widersprüchlichen Aufgaben: Sie hat stabil zu sein und beweglich zugleich, muß das Rückenmark perfekt schützen, aber in kleinen Abständen Nerven in den Körper entlassen. Dem wird sie nur durch einen komplexen Aufbau gerecht.

• Die 24 Wirbel – sieben im Hals, zwölf im Brustbereich und fünf in der Lende – können sich gegeneinander verkippen, in Hals und Brust auch verdrehen. Unten vermittelt das Kreuzbein, dessen fünf Wirbel zusammengewachsen sind, den Kontakt

zum Becken. Dagegen hat das Steißbein, das auch einst aus vier bis fünf Elementen bestand, keine Funktion mehr.

• Sechs Bandsysteme und zwei vielfach untergliederte Muskelstränge verkleiden die Wirbelsäule. Dadurch ist sie im Hals nach vorn gebogen, im Brustbereich nach hinten, in der Lende wieder nach vorn. Die Krümmungen machen sie zehnmal widerstandsfähiger gegen Stauchung als einen geraden Stab.

- Jeder Wirbel besteht aus drei Teilen: Der Wirbelkörper vorn gehört zur Tragsäule des Körpers. In der Mitte schützt der Wirbelbogen das Rückenmark. Der hintere Part schließlich sorgt für Beweglichkeit, an seinen Fortsätzen setzen Muskeln und Bänder an, die Wirbelgelenke führen die Bewegung beim Beugen und Strecken.
- Zwischen den Wirbelkörpern liegen die Bandscheiben. Ihr Mantel besteht aus etlichen Lagen wasserdichter Fasern. In der Mitte liegt ein Gallertkern, der sich voll Wasser saugt und als Stoßdämpfer wirkt.

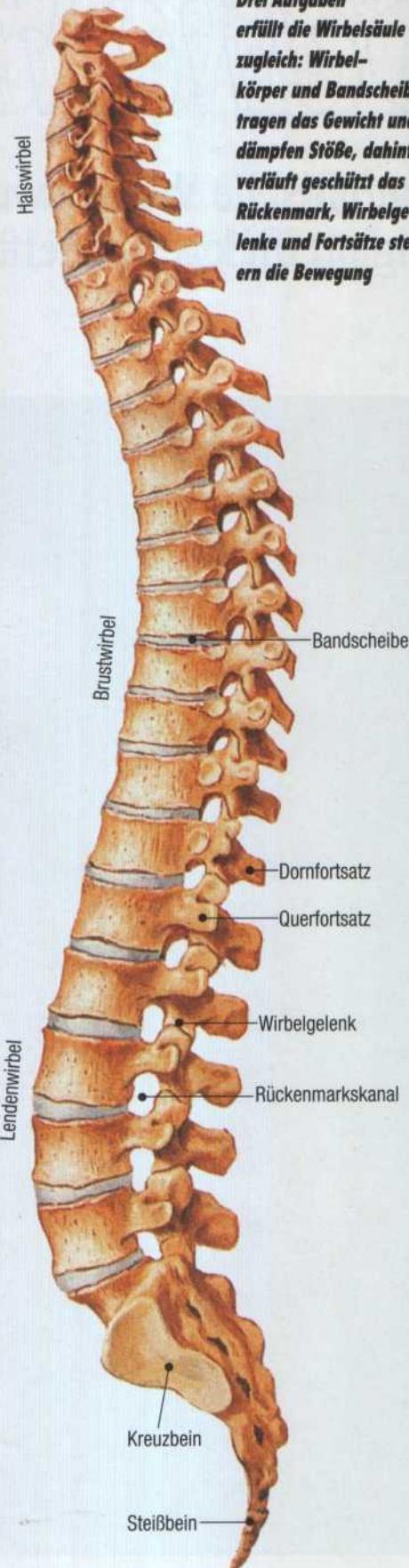
Die Bandscheiben müssen enorme Kräfte ertragen. Wenn wir 20 Kilogramm mit gebeugtem Oberkörper hochheben, lässt wegen der Hebelverhältnisse schnell die Gewichtskraft von 300 Kilogramm auf der Scheibe zwischen fünftem Lendenwirbel und Kreuzbein.

Eine große Zahl solcher Belastungen hinterläßt ihre Spuren in den Knorpelpuffern. Schon wenn Risse oder Verschiebungen innerhalb der Bandscheiben auftreten, stimmt plötzlich das Bewegungsschema der Wirbel nicht mehr; Bänder, Muskeln oder Wirbelkörper spüren dann eine ungewohnte Last. Nach einer ungünstigen Bewegung setzt plötzlich stechender Schmerz ein, der Lende und Gesäß erfaßt. Die Muskeln verhärteten sich, der Rücken bleibt zwanghaft gebeugt. Erst nach Tagen läßt die Pein nach.

Bei einem Bandscheibenvorfall dagegen geraten die Nervenwurzeln unter Druck, die den Rückenmarkskanal verlassen. Meist beim Aufrichten wird ein Teil des Gallertkerns durch Risse in den Faserschichten herausgequetscht, oder die ganze Scheibe verrutscht oder wölbt sich vor. Die Folge kann ein Ischiassyndrom sein, bei dem die Schmerzen bis ins Bein ausstrahlen. Befrißt der Vorfall das Rückenmark selbst, drohen heftige Schmerzen, Lähmungen der Beine, Störungen der Schließmuskeln und schließlich permanente Schäden an den Nervenwurzeln.

In solchen schweren Fällen muß sofort operiert werden, doch bei weniger bedroh-

**Drei Aufgaben**  
erfüllt die Wirbelsäule zugleich: Wirbelkörper und Bandscheiben tragen das Gewicht und dämpfen Stöße, dahinter verläuft geschützt das Rückenmark, Wirbelgelenke und Fortsätze steuern die Bewegung



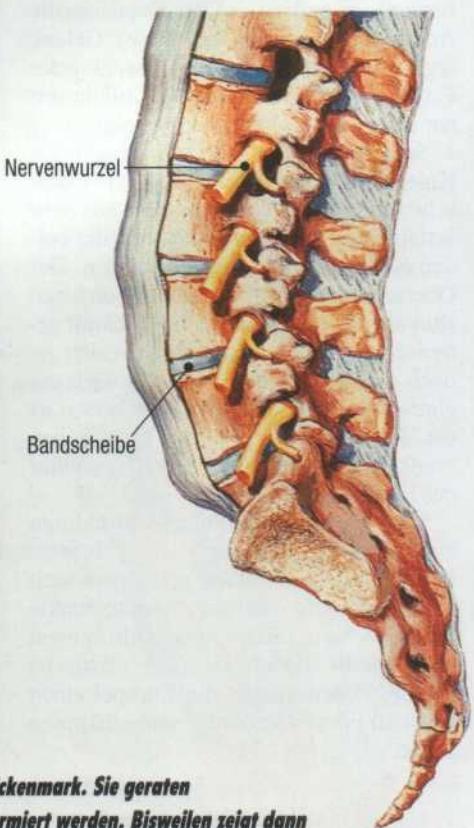
lichen Attacken wäre ein schneller Schnitt unangebracht. Denn dessen langfristige Prognose ist wohl nicht besser als bei einer Therapie mit Wärme, Massage und Krankengymnastik. Bisweilen verschlechtert sich der Zustand des Operierten nach einer kurzen Besserung sogar, weil Narbenge- webe weitere Irritationen auslöst.

Schon aus biomechanischen Gründen macht der Eingriff, bei dem 25 bis 40 Prozent der Bandscheibe entfernt werden, weitere Probleme wahrscheinlich. Ihr wässriger Kern steht unter Überdruck und spannt dadurch den Faserring an. Wird Material herausgeschnitten, nimmt der Überdruck ab, und der Rand der Scheibe kann sich stärker wölben.

Viele Mediziner sehen in der Degeneration der Bandscheiben den Grund für die Mehrzahl *aller* Rückenerkrankungen. Doch die griffige Erklärung hat einen Nachteil: Sie läßt sich kaum mit den Ergebnissen der ärztlichen Untersuchungen in Einklang bringen. Wahrscheinlich stimmen das subjektive Befinden und die objektiven Befunde, wie sie etwa mit Röntgenbildern erhoben werden, nur in zehn Prozent der Fälle überein. Zunehmend setzt sich unter den Orthopäden daher die Erkenntnis durch, daß auch psychisches Leid, das auf den Patienten „lastet“, und funktionelle Probleme der Gelenke, Mus-



Zerstörte Bandscheibe



**Direkt neben den Bandscheiben verlassen Nervenwurzeln das Rückenmark. Sie geraten schnell unter Druck, wenn die Knorpelpuffer zwischen den Wirbelkörpern deformiert werden. Bisweilen zeigt dann das Röntgenbild, wie ein solcher Defekt das Gefüge durcheinanderbringt**

keln und Bänder Rückenschmerzen auslösen können.

Typisch ist der Fall eines 50jährigen Mannes mit ausstrahlenden Schmerzen im Bein und Beschwerden an der Lende. Seine Bauch- und Gesäßmuskeln waren zu schwach, seine Hüftbeuger aber zu stark, wie der Orthopäde Gerd Müller am Allgemeinen Krankenhaus Barmbek in Hamburg mit einer speziellen Maschine herausfand. So kippte das Becken des Patienten stets nach vorn, was ihn ins Hohlkreuz zwang. Dabei klemmten die etwas zu engen Wirbelbögen das Rückenmark ein und preßten zugleich die Flächen der Wirbelgelenke schmerhaft aufeinander.

Gezieltes Krafttraining kann dem Mann eine Operation ersparen. Denn generell wird bei Rückenleiden das Engagement des Patienten für seine Gesundheit zum entscheidenden Faktor: Wer sich wegen der Schmerzen zu lange schont, unterfordert die Muskulatur und gerät damit in einen Teufelskreis. Und wer im Alltag rückenfreudlich hebt, sitzt und liegt, beugt dem Verschleiß vor.

## KNIE

Was die Redakteure des „Kicker“ ihren Lesern über das größte Gelenk des menschlichen Körpers mitzuteilen hatten, war zwar anatomisch ungenau, aber effektiv formuliert: „Das Knie ist die Achillesferse“. Denn daß dieses Gelenk arg verletzungsgefährdet ist, weiß jeder Fußball- oder Skifan, der die Unfälle seiner Idole in der Sportpresse verfolgt.

Seine verzwickte Architektur macht das Kniegelenk derart sensibel. Der Oberschenkelknochen (Femur) steht nur sehr instabil auf dem Schienbein, weil die beiden Köpfe kaum zueinander passen. Der Oberschenkel endet in zwei konvexen Rundungen, die durch einen Einschnitt getrennt werden. Das Schienbein besitzt jedoch nur auf der Innenseite des Gelenks eine – recht flache – Vertiefung, außen ist die Fläche selbst konvex. Dazwischen greift ein flacher Buckel in den Einschnitt des Femur.

Vier wichtige anatomische Strukturen beheben diesen Mangel:

● Die beiden Menisken schmiegen sich halbkreisförmig um die Kontaktstellen der Knochen. Dank ihres keilförmigen Querschnitts bilden sie eine elastische Mulde. Zudem tragen die Knorpel einen Großteil des Gewichts und dämpfen Stöße.

● Die Knescheibe gleitet in einer Rinne am Femur auf und ab, wenn sich das Gelenk bewegt. Die Knochenplatte ist als Umlenkpunkt in die Sehne eingelagert, mit welcher der Oberschenkelmuskel am Schienbein zieht, um das Bein zu strecken. So vergrößert sie den Hebelarm des Muskels und wirkt zugleich wie eine Backenbremse, wenn wir einen schnellen Lauf verlangsamen wollen.

● Die Seitenbänder stabilisieren das gestreckte Knie. Das äußere ist etwa bleistiftdick und drei Zentimeter lang. Das innere gleicht einem Dreieck und ist mit der Gelenkkapsel und dem Innenmeniskus verwachsen, der darum zerstörerischen Kräften schlechter ausweichen kann und weit häufiger verletzt wird als sein äußerer Gegenpart.

● Die Kreuzbänder halten das gebeugte Gelenk. Beide setzen am Buckel des Schienbeinkopfes an und enden an den Rundungen des Femur. Das vordere Kreuzband, das von vorne-unten nach hinten-oben läuft, verhindert die Vorwärtbewegung des Schienbeins. Reißt es, kann der Arzt den Unterschenkel wie eine Schublade nach vorn ziehen. Da sich die beiden Bänder kreuzen, lassen sie eine Rotation des angewinkelten Unterschenkels nur nach außen zu; bei einer Drehung nach innen wickeln sie sich umeinander und hemmen die Bewegung.

All diese Führungssysteme machen das Bein auch zu einer sicheren Tragsäule. Darum erzwingt etwa das vordere Kreuzband die sogenannte Schlußrotation: Zehn

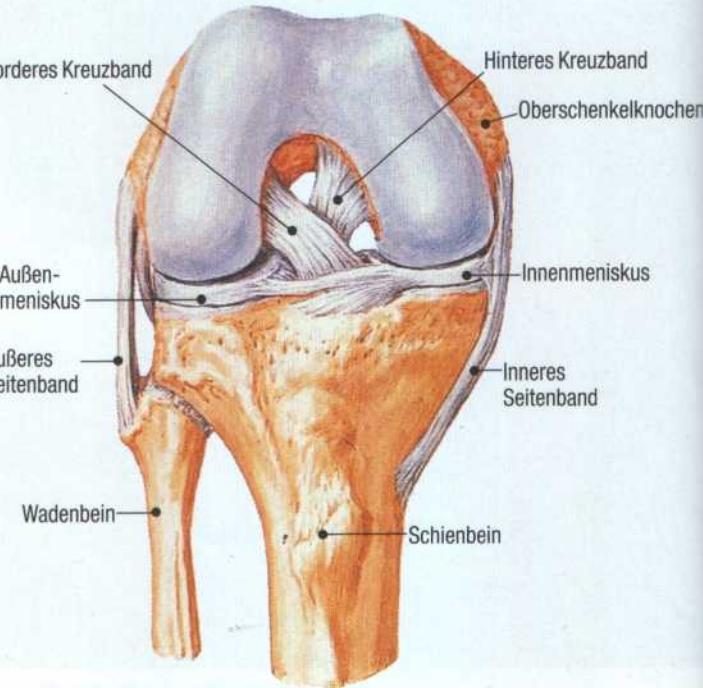
Grad bevor das Knie völlig durchgestreckt ist, muß sich der Unterschenkel etwa fünf Grad nach außen drehen – oder bei aufgesetztem Fuß der Oberschenkel nach innen. Das Gelenk rastet dann praktisch ein und blockiert jegliche Rotation.

Dieser austarierte Stütz- und Halteapparat gerät bei Verletzungen leicht aus der Balance. Besonders schwerwiegend sind Risse der Kreuzbänder. Dazu genügt schon ein langsames Umkippen in der Skilift-Schlange – in unglücklichen Fällen werden dabei zugleich inneres Seitenband und Innenmeniskus zerstört. Das vordere Kreuzband gerät ebenfalls unter Stress, wenn ein Skifahrer in die Rücklage fällt und dann mit aller Kraft versucht, wieder in den Stand zu kommen.

Auch wenn einem Fußballspieler ein Gegner seitlich ins Knie springt, ist das Kreuzband meist hinüber. Und den Innenmeniskus kann sich ein Kicker zerquetschen, wenn er seinen gebeugten und nach außen gedrehten Unterschenkel plötzlich streckt, etwa um mit dem Innenspann zu schießen, oder wenn seine Stollen beim Hakenschlagen im Rasen hängen bleiben.

Solche Verletzungen heilen nicht von selbst und sind auch nur schwer zu reparieren. Ein Riß im Meniskus etwa kann nur im besser durchbluteten Außenbereich genäht werden. Ist der innere Teil beschädigt oder der ganze Knorpel zerstört, muß der Arzt das defekte Material wegschneiden. Und dann droht dem Patienten 15 Jahre später eine Arthrose.

**Ist das Knie  
gebeugt, müssen Bänder  
und Knorpel das größte  
Gelenk des Körpers stabi-  
lisieren. Die Menisken  
schmiegen sich um die En-  
den des Oberschenkels;  
die Kreuzbänder verhin-  
dern, daß das Schienbein  
vor oder zurück gleitet**

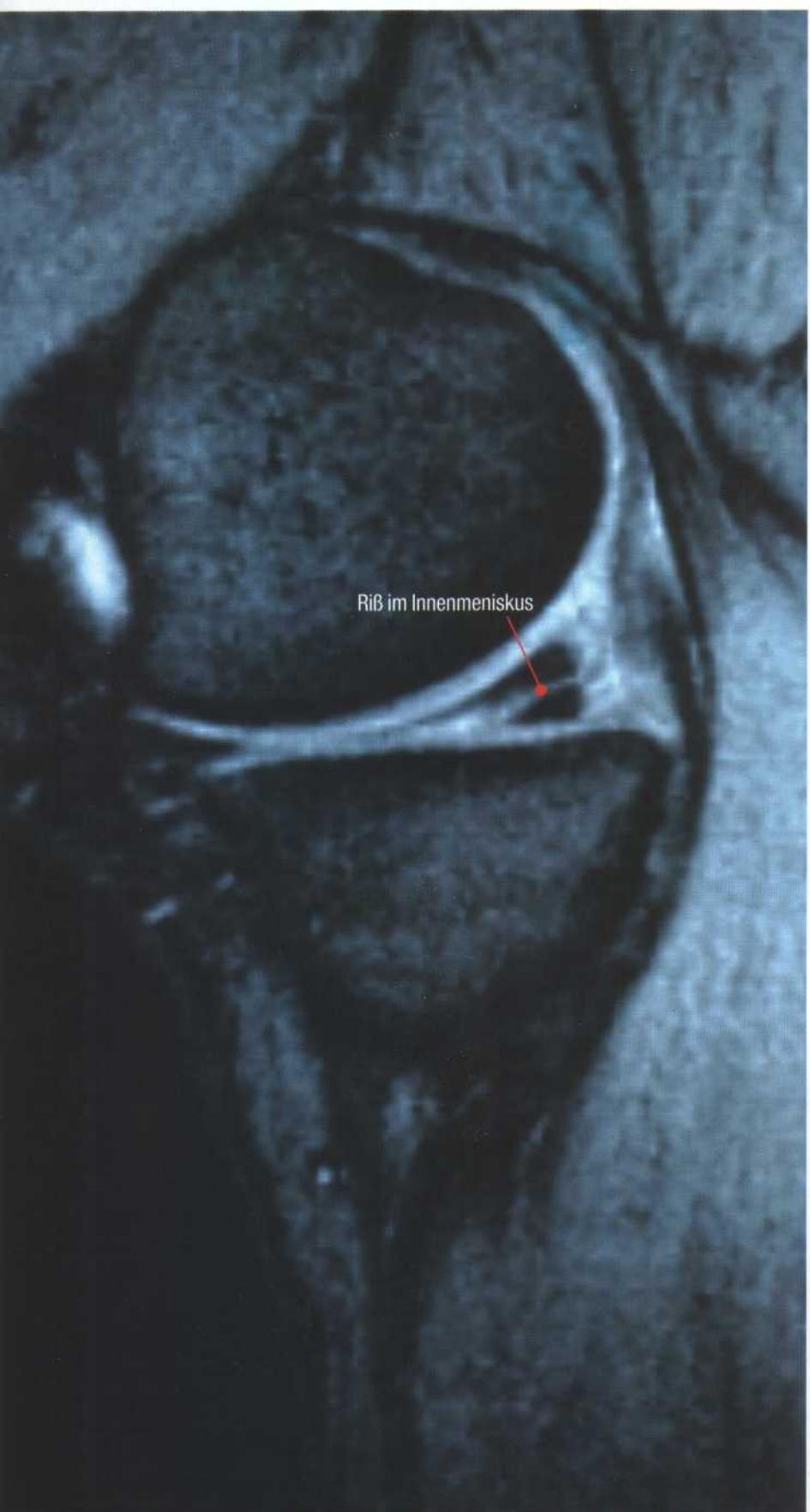


Früher versuchten Mediziner diese Spätfolgen durch den Einsatz von Spendermeniskus zu umgehen. Seit einigen Jahren jedoch gibt es einzelne Versuche, aus dem herausgeschnittenen Teil einer Strecksehne einen neuen Meniskus zu formen. Das verpflanzte Sehnenstück paßt seine mikroskopische Struktur meist in sechs bis acht Wochen der neuen Aufgabe an.

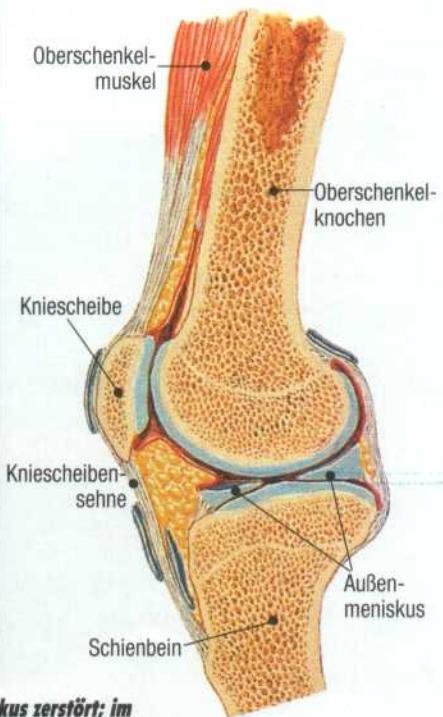
Bei Rissen der Kreuzbänder bauen Orthopäden den Patienten ebenfalls oft einen Ersatz ein. Häufig benutzen sie dazu das mittlere Drittel der Kniestrecksehne, das sie anstelle des zerstörten Bandes ins Gelenk spannen. Noch sind sich die Mediziner allerdings uneinig, ob dieses Transplantat unterstützt werden muß. Einige meinen, daß die Sehne bei Übernahme ihrer neuen Funktion bis zu einem Jahr lang enorm an Festigkeit verliere; deshalb müsse ein Kunststoffband parallel gespannt werden. Andere glauben, daß dem Ersatzband seine Stärke erhalten bleibt.

Doch mit einer Transplantation konnte bislang auch der geschickteste Orthopäde dem Kreuzband seine Frühwarn-Funktion nicht wiedergeben: Sensoren der intakten Struktur alarmieren bei hoher Belastung das Rückenmark und lösen so eine schützende Kontraktion der umgebenden Muskeln aus. Wer sich stark auf diese Eigenwahrnehmung verläßt, hat daher geringere Aussichten, nach einer Operation wieder sicher auf seinen Beinen zu stehen.

Christopher Schrader



Meist wird bei Sportunfällen der hintere Teil des Innenmeniskus zerstört; im Kernspin-Tomogramm leuchtet ein Riß auf. Mit seinem äußeren Gegenpart dämpft der Knorpel die Stöße beim Gehen, und die Kniestrecksehne hilft uns zu bremsen



Sportart	Nutzen allgemein ...	...und für →		
		Kraft	Ausdauer	Koordination
<b>Schwimmen</b>	Ausdauer-Sportart: stärkt Herz, Kreislauf und Atmung; senkt Bluthochdruck; verbessert Fettstoffwechsel (Cholesterin), damit geringere Gefahr der Arterienverkalkung; senkt Insulinspiegel; ist psychisch ausgleichend Trainiert praktisch alle Muskelgruppen • Beine, Gelenke und Wirbelsäule werden entlastet Fördert die Koordination: besonders wichtig für Kinder und ältere Menschen Günstig für Asthmatiker • Abhärtung: positive Reize für Thermoregulation	+	++	+++
<b>Joggen</b>	Ausdauer-Sportart: stärkt Herz, Kreislauf und Atmung; senkt Bluthochdruck; verbessert Fettstoffwechsel (Cholesterin), damit geringere Gefahr der Arterienverkalkung; senkt Insulinspiegel; ist psychisch ausgleichend Trainiert praktisch alle Muskelgruppen	+	+++	+
<b>Gymnastik Aerobic</b>	Ist gut für die Gelenke • Stabilisiert die Wirbelsäule Macht beweglicher, verbessert Geschicklichkeit	+	(+)	+
<b>Fußball</b>	Reaktion, Beweglichkeit, Gewandtheit, Geschicklichkeit sowie Schnelligkeit werden verbessert Mannschafts-Sportart: kann soziale Kompetenz fördern	+	++	+++
<b>Radfahren</b>	Ausdauer-Sportart: stärkt Herz, Kreislauf und Atmung; senkt Bluthochdruck; verbessert Fettstoffwechsel (Cholesterin), damit geringere Gefahr der Arterienverkalkung; senkt Insulinspiegel; ist psychisch ausgleichend Kräftigt insbesondere die Beinmuskulatur Weder Gewichts- noch Stoßbelastung für Hüften, Knie und Fußgelenke	(+)	+++	+
<b>Ski alpin</b>	Stellt Ansprüche an Gleichgewichtssinn und Koordination, hat aber keine vorteilhaften Effekte für Herz und Kreislauf	+	○	+++
<b>Skilanglauf</b>	Gesundheitlich wertvollste Wintersportart • Gut für Herz, Kreislauf und Atmung Stärkt Füße und Gelenke • Schult Gleichgewichtssinn und Koordination	+	+++	++
<b>Volleyball</b>	Beweglichkeit, Reaktion, Gewandtheit und Schnellkraft werden verbessert Mannschafts-Sportart: kann soziale Kompetenz fördern	+	○	++
<b>Basketball</b>	Verbessert besonders Koordination und Ausdauer Mannschafts-Sportart: kann soziale Kompetenz fördern	(+)	++	+++
<b>Handball</b>	Stärkt Schnelligkeit, Schnellkraft, Koordination und Ausdauer Mannschafts-Sportart: kann soziale Kompetenz fördern	+	++	+++
<b>Tennis</b>	Optimale Sportart zum Vorbeugen vor altersbedingten Leistungseinbußen	(+)	++	+++
<b>Squash</b>	Beweglichkeit, Reaktion und Gewandtheit werden verbessert	(+)	+	++
<b>Bodybuilding</b>	Athletische Statur Maximale Entwicklung der Skelettmuskulatur	+++	○	○
<b>Surfen</b>	Stellt Ansprüche an Gleichgewichtssinn und Koordination	+	○	++

# Eine gesunde Bilanz

port ist Mord, sagen die einen und verweisen auf die ungezählten Möglichkeiten, sich zu verletzen. Sport ist gesund, halten die anderen dagegen und betonen die zahlreichen positiven Effekte für den Organismus. GEO-Wissen hat Nutzen und Risiko von 15 beliebten Sportarten verglichen: Bewegung birgt zwar Risiken, doch für die Gesundheit ist sie insgesamt nützlich.

mittlerer  
Energie-  
verbrauch  
(kJ/min.)\*

Risiko-  
faktoren

<b>48</b> Brustschwimmen	Insgesamt vernachlässigbar gering Brustschwimmen: Probleme mit Bändern im Knie durch zu weiten Beinschlag sowie Beschwerden an der Halswirbelsäule durch Kopfhaltung
<b>38</b> langses Kraul	Kraul und Schmetterling: Gefahr der Überlastung von Wirbelsäule und Kniescheibe Augenbeschwerden durch Chlor
<b>40</b> bei 8,5 km/h	Bestehen vornehmlich für Vorgeschädigte und bei Überbeanspruchung: Überlastung der Gelenke, besonders von Knie und – bei falscher Lauftechnik – Hüften Sehnenentzündungen und -risse
<b>62</b> bei 12 km/h	Gefahr von Ermüdungsknochenbrüchen, besonders Mittelfußknochen
<b>20</b> <b>31</b>	Unangebrachte Übungen (z. B. Entengang, schnelle Rumpfbeuge, Klappmesser) können Wirbelsäule und Bandscheiben schädigen, insbesondere bei Vorbelastung
<b>41</b>	Gegnerreinwirkung und Stürze: Knochenbrüche, Platzwunden, Blutergüsse, Muskelfaser- und Sehnenrisse am Bein 34 Prozent aller Verletzungen am Fußgelenk: Kapsel- und Bänderzerrung durch Schießen, Außenbandrisse etc. 28 Prozent am Knie: Meniskus- und Kreuzbandrisse etc. 8 Prozent am Kopf: Zusammenprall mit Gegner, Kopfball etc.
<b>30</b> bei 15 km/h	Unfallgefahr im Straßenverkehr, besonders Kopfverletzungen Rippen werden zusammengedrückt, wenn Lenker zu tief angebracht Verspannung von Nacken und Rückenmuskelatur • Schmerzen im Gesäß
<b>50</b> Radrennen	Taubheitsgefühl in den Fingern und Genitalien Bei übermäßigem Training: hohe Belastung für Knie und Fußgelenke
<b>36</b> Schußfahrt	Pro 10 000 Skifahrer 170 Verletzungen, die ärztliche Pflege erfordern, davon 3 mit Dauerschäden 40 Prozent aller Verletzungen am Knie: Bänderisse und -zerrungen, Innenmeniskusriss, etliche Dauerschäden 10 Prozent Kopfverletzungen • Knochenbrüche, Sehnenverletzungen
<b>43</b> mittleres Tempo	Sturzgefahr (etwa ein Drittel aller Skiunfall-Kosten von Langläufern verursacht) • „Tennisellbogen“ durch Stockeinsatz Überbeanspruchung der Schienbeinmuskulatur • Bänderzerrung am Daumen durch verkrampfte Haltung
<b>44</b> Wettkampf	60 Prozent aller Verletzungen am Fußgelenk: Bänderisse 17 Prozent an der Hand: Zerrungen, Fingersehnenabriß, Verrenkungen, Brüche • 10 Prozent am Knie
<b>44</b> Wettkampf	53 Prozent aller Verletzungen am Fußgelenk • 26 Prozent an der Hand • 13 Prozent am Knie Werferellbogen
<b>43</b> Wettkampf	31 Prozent aller Verletzungen am Fußgelenk • 25 Prozent am Knie • 22 Prozent an der Hand Schulerverrenkungen, Sehnenprobleme • Werferellbogen
<b>43</b> Wettkampf	Drei von vier Verletzungen am Bein: Zerrungen und Faserrisse in Wade und Oberschenkel; Achillessehnenentzündung Tennisellbogen, Zerrung im Ellbogen • Schulter: Sehnen- und Schleimbeutelentzündung
<b>63</b>	Hohe Stressbelastung für Herz und Kreislauf • 60 Prozent aller Verletzungen durch Ball oder Schläge des Gegners 50 Prozent aller Verletzungen am Kopf • Schwere Augenverletzungen (Ball etwa so groß wie Augenhöhle) Achillessehnenriß • „Tennisellbogen“ • Schleimbeutelentzündung in der Schulter • Schmerzen zwischen Daumen und Zeigefinger
<b>35</b>	Bei extremem Training: Mißverhältnis zwischen stark entwickelter Skelett- und untrainierter Herzmuskelatatur Muskelzerrungen, Verstauchungen, Sehnenentzündungen • Verleitet zur Einnahme von Dopingmitteln (Anabolika)
<b>24</b>	Unterkühlung, Nieren- und Blaseninfektionen bei mangelnder Schutzkleidung • Zerrungen, Verspannungen von Muskeln und Sehnen Schürf- und Schnittwunden, Prellungen, Verstauchungen durch Stürze aufs Brett • Hohe Belastung der Kniegelenke

\*Bezogen auf eine Person von 71 kg (nach Katch/McArdle)

Jede Sportart verbessert unterschiedliche Fähigkeiten des Körpers – das zeigen auch die Noten für Kraft, Ausdauer und Koordination. Der erhoffte Nutzen stellt sich aber nur unter bestimmten Bedingungen ein: Fitness-Fans müssen zwei- bis dreimal pro Woche jeweils 30 bis 90 Minuten trainieren. Ihr Puls sollte dabei den Wert von 180 Schlägen pro Minute minus Lebensalter in Jahren nicht überschreiten. Wenn der Ama-

teurathlet dieser Faustformel folgt, reizt er seine individuelle Leistungsfähigkeit zu 50 bis 70 Prozent aus. Zudem ist es notwendig, sich vor dem Training aufzuwärmen. Und vor allem sollte der Hobbysportler insgesamt gesund sein.

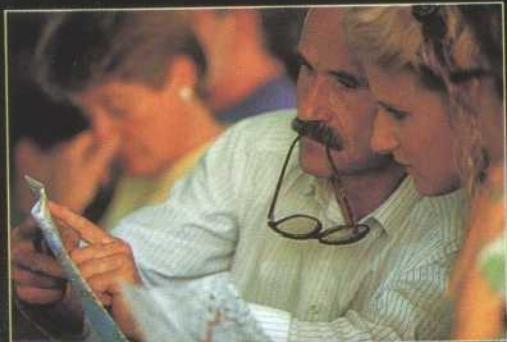
Trotzdem bleiben – je nach Sportart – große und kleine Gefahren. Die Tabelle liefert dafür Anhaltspunkte. Aussagen über das relative Risiko, ausgedrückt etwa in

Verletzungen pro 10 000 Sportler, sind nur selten möglich, schon weil niemand die genaue Zahl der Aktiven kennt.

Viele Unfälle lassen sich vermeiden, wenn der Rat eines fachkundigen Trainers gesucht und befolgt wird. Dann wird sich eine Begleiterscheinung des Sports einstellen, die wichtiger sein kann als der physiologische Gewinn: die Freude an der Bewegung.

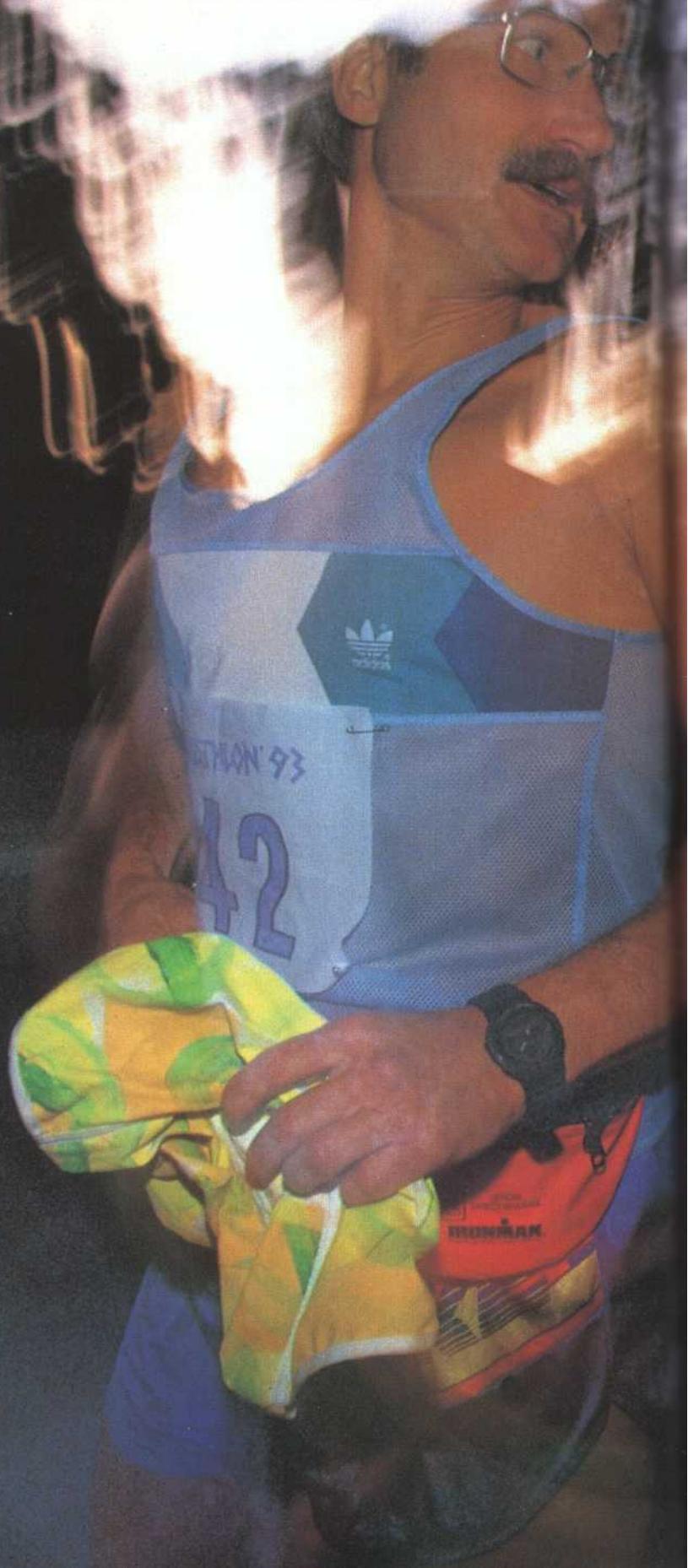
Andreas Geschuhn

Ihre Muskeln nutzen Sauerstoff besser, ihr Herz schlägt kräftiger. Doch



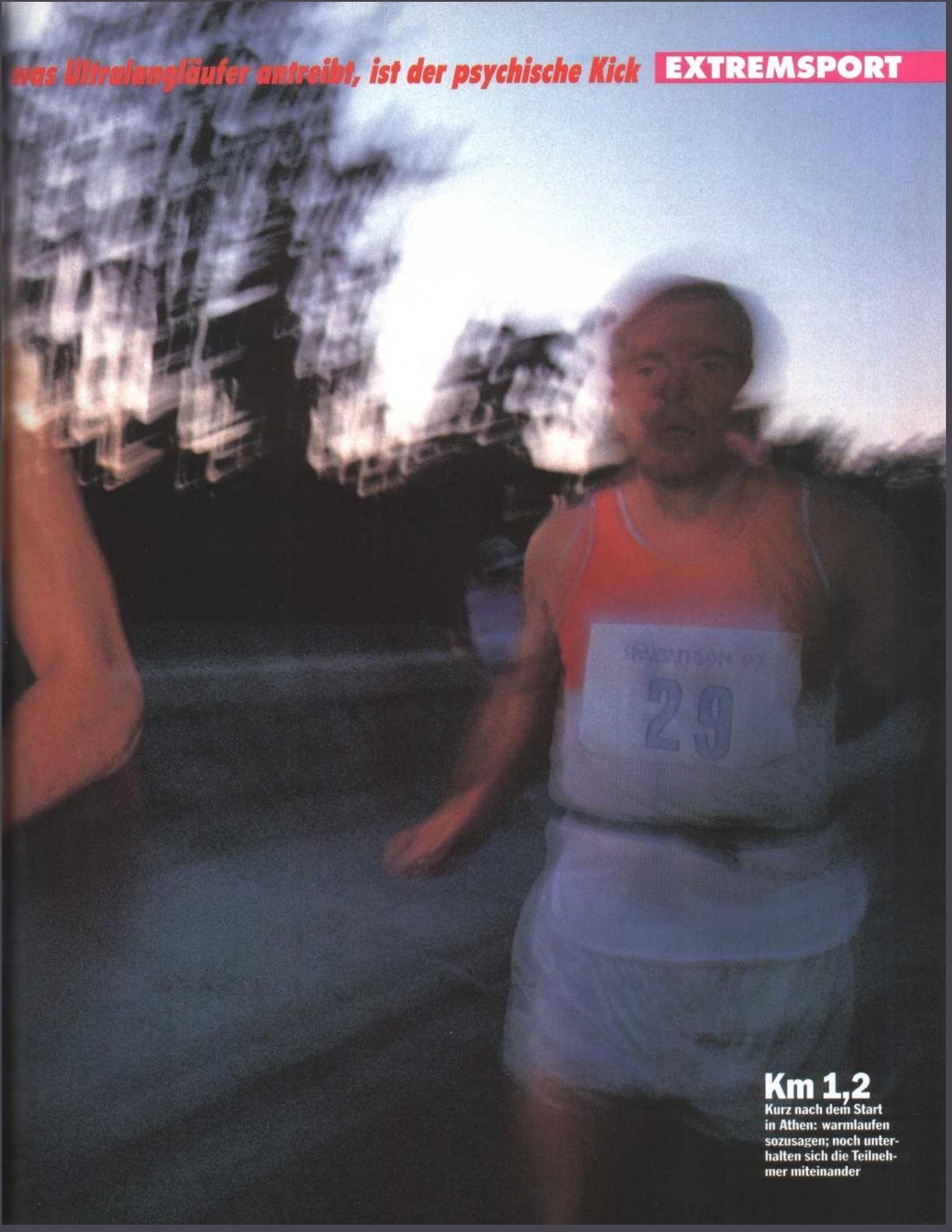
246 Kilometer Spartathlon liegen vor dem Arzt Günther Topf. Mit seiner Tochter, die ihn im Auto begleiten wird, bespricht er das Rennen. Seine bisher größte Herausforderung

# EWIG LOCKT DAS LIMIT



*was Ultralangläufer antreibt, ist der psychische Kick*

**EXTREMSPORT**



**Km 1,2**

Kurz nach dem Start  
in Athen: warmlaufen  
sozusagen; noch unter-  
halten sich die Teilneh-  
mer miteinander

**D**as Gesicht dieses Menschen, etwa 110 gelaufene Kilometer vom Start in Athen entfernt: die Haut wie fester über den Schädel gezogen, eine Maske ohne Fettpolster, die Augen deutlich tiefer unter der schweißglänzenden Stirn, der Blick seltsam entrückt. Ein einsamer Kämpfer unter abendlichem Sternenhimmel, ein komischer Heiliger zwischen den Schatten der ersten Hügel am Peloponnes.

Warum ist Günter Topf hier? In welchen Galaxien wandern seine Gedanken nach fast 15 Stunden Beinarbeit? Wieso braucht er mehrere Sekunden, um auf die Worte zu reagieren, mit denen ihm aus dem Begleitfahrzeug eine Taschenlampe angeboten wird? Und: Warum erträgt er das?

Hinterher wird Günter Topf sagen, daß er in diesen Momenten völlig mit sich allein gewesen sei, auf eine nicht unangenehme Art. Er wird sagen, daß er von dieser Strecke „keinen einzigen Meter“ hätte missen wollen – auch wenn er am Ende nicht durchgekommen ist. Und dann wird er wie so oft ein bißchen das Erstaunen genießen, das seine Zuhörer bei solchen Worten befällt.

Denn natürlich denken fast alle zunächst das: Wer ohne Zwang regelmäßig zwei und mehr Marathons über einanderstapelt, muß ein Wahnsinniger sein, ein obskurer Masochist – oder wenigstens ein Hochleistungssportler. Aber Günter Topf, der 49jährige Internist aus Ansbach, ist ein vernunftbegabter, nicht einmal annähernd asketisch lebender Amateur, der auf eigene Kosten und ohne Aussicht auf einen Sieg hierhergekommen ist. Zum bisher längsten Lauf in seinem Leben, zum legendären „Spartathlon“.

246 Kilometer auf geteerten Straßen und über Geröll, durch zwei trocken-heiße Tage hindurch und eine kalte Nacht – ähnlich dem Boten Pheidippides, der im Jahre 490 v. Chr. von Athen nach Sparta lief, um dort Truppen für den Krieg mit den Persern zu erbitten. Nur daß Topf sich nicht in einer Konfrontation mit anderen befindet, sondern mit „meinen Aminosäureketten“, wie er gern sagt. Denn im Grunde ist dies der vorläufige Höhepunkt im Selbstversuch eines physiologisch Vorgebildeten, der „mal schauen“ will, „wer zuerst aufgibt: Körper oder Geist“.

Wahrscheinlich hat das Experiment begonnen, als Topf und seine Kollegen aus der Seniorennicker-Elf vor zehn

Jahren beschlossen, sich mit den Leichtathleten des Vereins zu messen. 25 Kilometer wollten die Fußballer laufen, blieben aber nach zwei Dritteln der Strecke stehen, wie von den anderen vorausgesagt. Weil für ein starkes Ego nichts aufreizender ist als eine Niederlage, versuchten Günter Topf und ein paar andere aus der Gruppe das gleiche noch mal – und kamen an. So wurde die Kettenreaktion aus Herausforderung, Bestätigung und Steigerung in Gang gesetzt. Zwei Jahre darauf fuhren die Läufer zum Münchner Marathon.

„Natürlich willst du's wissen“, sagt Topf, „ohne das geht es keine zehn Kilometer lang.“ Und doch ist da nicht nur der Hunger nach Herausforderung, sondern auch ein bestimmtes, bisher nicht gekanntes Erlebnis, das er bei den länger werdenden Runden über die Felder verfügt. „Das herrliche Empfinden einer Ganzheit“ eben, einer „Abgestimmtheit von Bewegung, Atmung, Puls“, die sich ohne willentliche Anstrengung von allein einstellt.

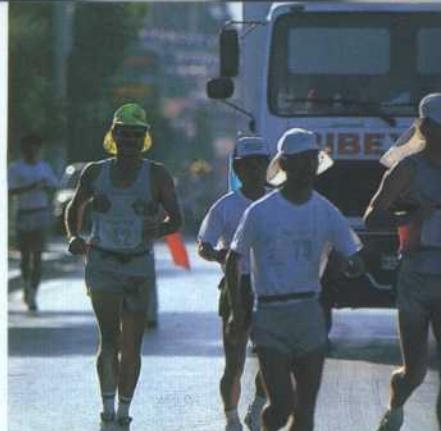
„Die ersten 15, 20 Minuten hab' ich noch mit meinen akuten Problemen zu tun. Aber irgendwann schaff' ich es meistens, das alles wegzuschieben und nur auf mich zu achten. Dann kommen die Gedanken und wandern einfach weiter, wie kurz vorm Einschlafen. Das über sich ergehen zu lassen ist einfach herrlich.“

#### Auf langen Strecken beginnen die Gedanken frei zu fließen

Diese gedehnten, meditationsähnlichen Momente, wenn er sich als „in mir aufgehoben“ und „völlig im Rhythmus“ empfindet, erlebt der Internist und Zivilisationskritiker zwar nicht automatisch. „Auch ich bin so fremdgesteuert, daß ich mich nicht jedesmal befreien kann.“ Doch je länger die Strecken, desto größer die Chancen darauf, und das hat nicht nur mit der Produktion körpereigener Opiate beim „Runner's High“ zu tun.

Mit zunehmender Belastungsdauer treten, so haben verschiedene Untersuchungen ergeben, zu den gelegentlichen opioiden Ausschüttungen mehr assoziative, dissoziative und meditative Gedankengänge ins Läufer-Bewußtsein. Das zusammen erst erzeugt das gewisse, suchtähnliche Gefühl, das mit Trance aber nichts zu tun hat.

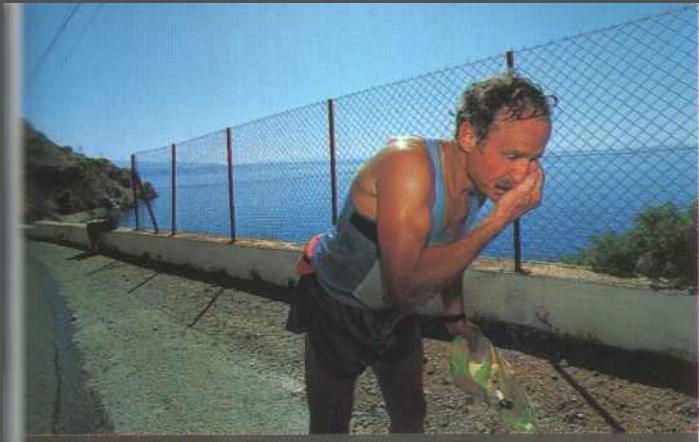
„Es ist nicht so, daß du völlig wegtrittst. Du ziehst dich von der Außenwelt zurück, hast deine Sensoren aber weiter



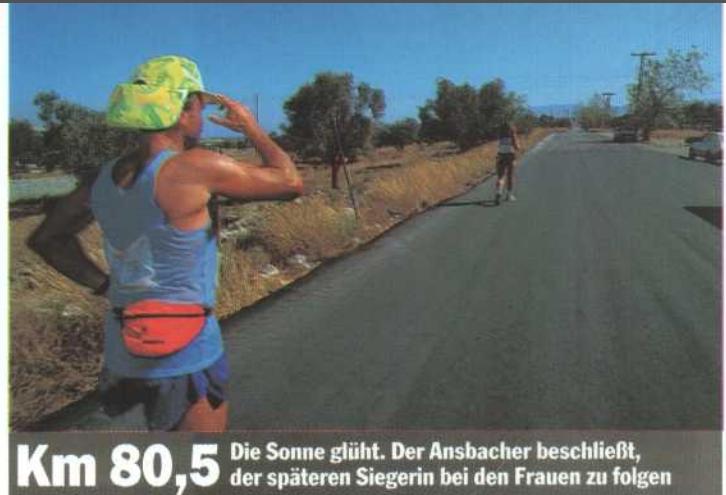
**Km 14,2** Morgendliches »Joggen« in Athener Straßen



**Km 105,5** Das Tempo war zu Günter Topf bis zum



**Km 50,0** Kontrollpunkt 13: Topf läuft zu schnell  
in dieser Phase, verbraucht zu viele Reserven



**Km 80,5** Die Sonne glüht. Der Ansbacher beschließt,  
der späteren Siegerin bei den Frauen zu folgen



*Wanderer, kommst du nach  
Sparta, verkündige dorten, du habest  
mich hier kämpfen gesehen ...*

Nach Krämpfen im Unterschenkel muß  
ersten Kontrollpunkt gehen. Dort hofft er auf eine Massage

draußen und spürst, wie dein Körper von allen Ecken her Signale sendet.“

Also erhöhte der Doktor weiter die Dosis. Mit seinem Freund Helmut Hötzl, der aus der Fußball-Elf übriggeblieben war, lief er bald im Jahr zwei Marathons, dann vier, fünf, sechs. Bis sich die genauso bestätigende wie unterschwellig enttäuschende Gewißheit verbreitete: „Einen Marathon haben wir immer drin.“ Da schraubte sich's dann weiter rauf zum Thüringer Rennsteig-Lauf (65 Kilometer, 1100 Höhenmeter), zum Swiss-Alpine-Marathon über 67 Kilometer, zum nächtlichen 100-Kilometer-Lauf von Biel – und schließlich zum Spartathlon.

### Trotz der Schmerzen funktioniert der Körper harmonisch

Heute morgen um sieben ist Günter Topf mit rund 130 anderen, darunter auch Helmut Hötzl, an der Akropolis gestartet. Die Stimmung im Pulk war wie immer getragen von leicht nervöser Euphorie. 80 Kilometer lang ist es ihm dann „eigentlich nur saugut“ gegangen. Nun aber, 30 Kilometer weiter, nach mehreren Muskelkrämpfen und jenseits jeder Erfahrung, hat er zu kämpfen.

Verbrennung von Kohlenhydraten und Fettsäuren unter Zufuhr von Sauerstoff, Bereitstellung neuer Energie über das Adenosintriphosphat (siehe Seite 101), Veränderung von Natrium-, Kalium- und Calciumspiegel im Muskel durch Elektrolytverlust – Topf kennt die Symphonie der metabolischen Prozesse, die gerade durch seinen Organismus wirbeln. Er weiß, daß seine „allgemeine aerobe dynamische Ausdauer“ nur von der maximalen Sauerstoffaufnahme pro Minute begrenzt ist. Aber was nutzt ihm das?

„Wenn's schwierig wird, weiß ich vielleicht warum“, sagt er. „Nur hilft mir das nicht weiter.“ Und dann findet eben jener innere Prozeß statt, der den kühlen Tester Topf nun als erhitzen Probanden fasziniert: die Ablösung der Kontrolle durch eine intuitive Kraft.

„Du strengst nicht deinen Willen an, um die Fettsäure besser in die Zellen reinzubringen, sondern du konzentrierst dich auf deine Atmung und schaust, daß du deinen Schritt anpaßt.“

Langsam, fast im Gehtempo, arbeitet sich der Internist die kleine Steigung vom Talgang in den Ort Tennea hinauf. Die Beine sind zwei schwere Röhren, bald kommen die Berge und die Nacht. Topf ist in einer „Spalte“, wie er es

nennt, einem plötzlich aufrissenden Abgrund, in dem „dieses Dumpfe, sich langsam Steigernde“ jäh ins Bewußtsein dringt. Ab jetzt, so weiß er, wird es „wirklich mechanisch“.

Doch Schmerzgenuss, Lust an Zerstörung? „Du genießt nicht, daß dir die Muskeln weh tun bei jedem Schritt, sondern daß das alles trotzdem noch ganz harmonisch funktioniert. Und du bist stolz auf die Kilometer, die du schon zurückgelegt hast.“

Eine Maschine sein, in der alle Systeme auf vollen Touren laufen, organisch sich anpassende Komplexität – nicht vieles kommt Topf gesünder vor. Langläufer können Fettsäuren effizienter verbrennen, haben ein größeres Herz, das mehr Blut pro Zeiteinheit pumpt, ihr Herzmuskel nutzt den Sauerstoff besser, und ihre Skelettmuskeln sind stärker durchblutet. Alles Vorteile, die den Kreislauf entlasten.

Langläufer haben durch ihr Training eine bessere Thermoregulation der Haut, ihre Leber wird gründlicher entgiftet. Und wer will beweisen, daß die Gelenke, von Fehlhaltungen abgesehen, darunter leiden? „Wenn du den Knorpel komprimierst, kurbelst du dessen Stoffwechsel an. Ich mach' meine Gelenke also nicht kaputt, sondern ich sorg' dafür, daß sie mobil bleiben.“

Ein Extremtyp also im Trikot der Gesundheit, der sich da an den nachtschwarzen Zypressen entlang vorwärts schafft; ein Individualist als Mahner für Volksfürsorge. Könnt ihr, fragt er mit seinem Exempel, nicht alle etwas tun?

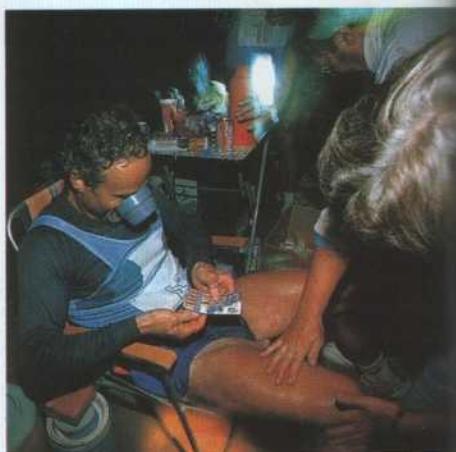
### Günter Topf will etwas essen, hat aber keinen Appetit

In seinem Ansbacher Sprechzimmer hat Günter Topf Sportangebote für Diabetes-, Herz-Kreislauf- und Koronapatienten an die Wand gepinnt. Teile eines WHO-Programms zur Gesundheitsförderung, dessen Umsetzung der Arzt mit dem Helfer-Drang zusätzlich zur täglichen Praxisarbeit für seine Ansbacher Kollegen koordiniert. Obendrein leitet er Gymnastik- und Bewegungsgruppen für einen Betrieb und in der örtlichen Strafanstalt, initiiert hier ein Schulsport-Modell, dort einen Schwangerschaftskurs. Und findet, daß das alles noch nicht reicht.

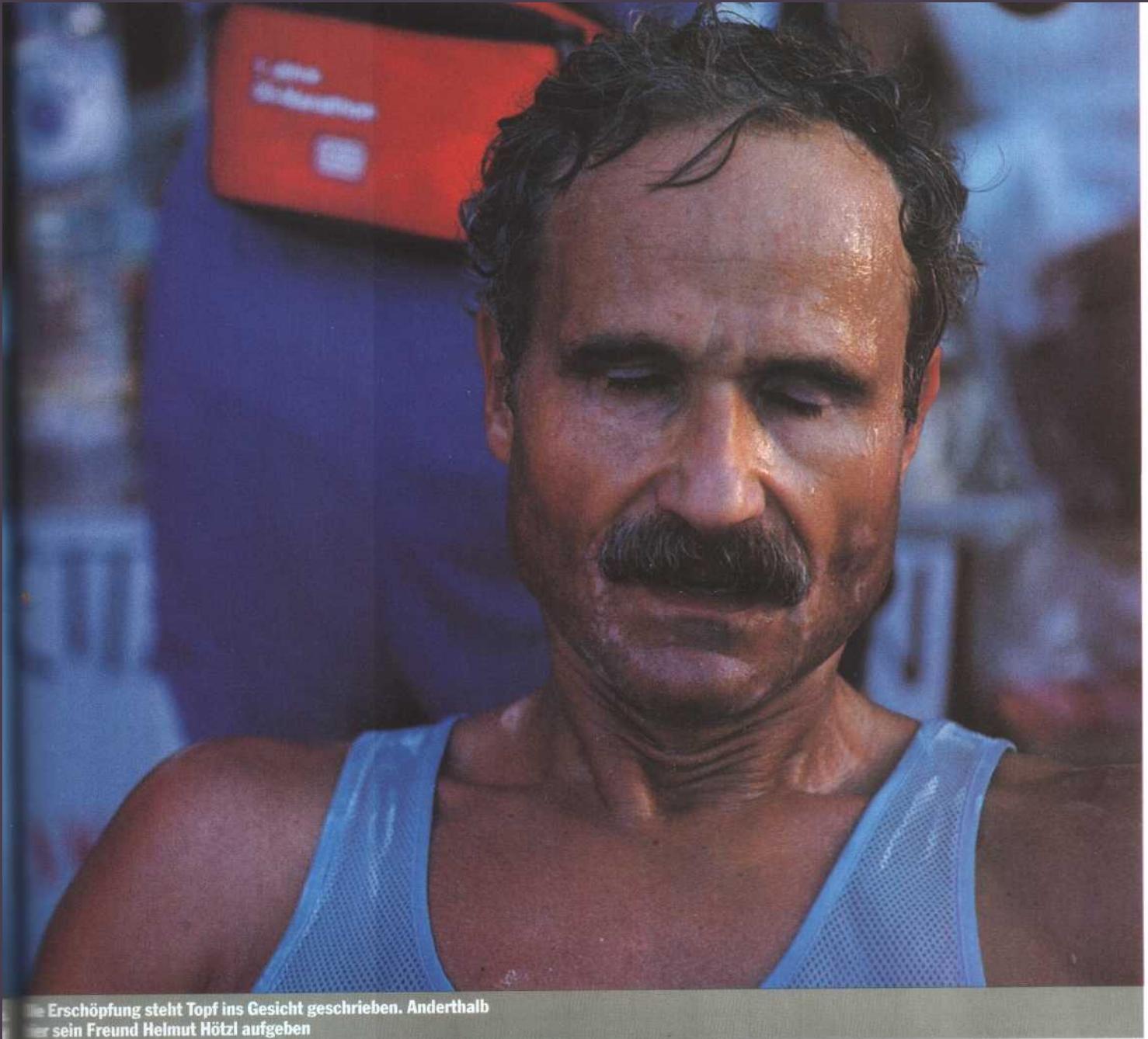
So sollen denn im Rahmen eines „Circuit-Programms“ Interessierte von Woche zu Woche jeweils eine andere Sportart ausprobieren können. Ziel ist, „degenerierte Strukturen wieder aufzubauen“,

»Nach hundert Kilometern bin ich mit mir im Leiden eins«

Km 110,0 20 Minuten Pause. Stunden später wird



Km 143,4 Massage, Tabletten, Zuspruch vor der Nacht



Erschöpfung steht Topf ins Gesicht geschrieben. Anderthalb  
sein Freund Helmut Hötzl aufgeben



**Km 144,5** Mit Taschenlampe und warmem Shirt  
geht's durch die stockdunkle Landschaft



**Km 148,5** Wieder Massage der Muskeln. Immer kürzer  
werden die Abstände zwischen den Pausen

mithin „Lebensqualität“. 20 Jahre lang 40 sein – dieses Motto der Koronar-Medizin läßt sich ja leben. Sieht er selbst denn wie 49 aus?

Jetzt, nach etwa 135 gelaufenen, getrabi ten, gegangenen Kilometern, ist es vielleicht besser, wenn ihn niemand sieht. Günter Topf, den glasigen Blick auf die Sandpiste vor sich gerichtet, trägt schwer an seinen Beinen. Zum erstenmal sagt er seiner nebenherfahren den Tochter Susanne, daß es ihm „echt beschissen“ geht. Er will etwas essen, hat jedoch keinen Appetit. Das Angebot an den alle drei bis vier Kilometer pos tierten Verpflegungspunkten ist äußerst düftig. Und der Belgier, an dessen Fer sen er sich eine Zeitlang geklemmt hatte, ist in die Dunkelheit vor ihm ent schwunden.

Helmut Hötzl, der Ansbacher Freund, ist nach 110 Kilometern am Kontroll punkt 31 zusammengebrochen. Ganz flach hockt er im Begleitfahrzeug, um von dem Läufer nicht gesehen zu werden. Jede schlechte Nachricht könnte dessen Fassung zum Einsturz bringen. Topf aber wird mißtrauisch, also sagen sie es ihm. Und dann die Tochter: „Daddy, hör' doch auf!“

**Immer wieder verstößt  
er gegen den Zeitplan, den er  
vorher erfüllt hat**

Welche Wirkung hat eine vertraute Stimme mitten in der Nacht? Woran kann einer jetzt noch denken, um neue Motivation zu spüren? Sportpsychologen haben Bücherborde voll abgehantelt, durch welche mentalen Prozesse „mind over matter“ – der Geist über den Körper – siegen kann. Haben untersucht, wie sich unterschiedliche Bewältigungsstrategien auf die Psyche eines Läufers auswirken und wie dieser durch gedankliche Arbeit zu neuer Selbstwert stabilisierung findet. Für Topf aber, den intuitiven Selbsterforscher, sind dies nährwertlose Theorien. Er will jetzt keine positive Autosuggestion, sondern ei ne Fleischbouillon.

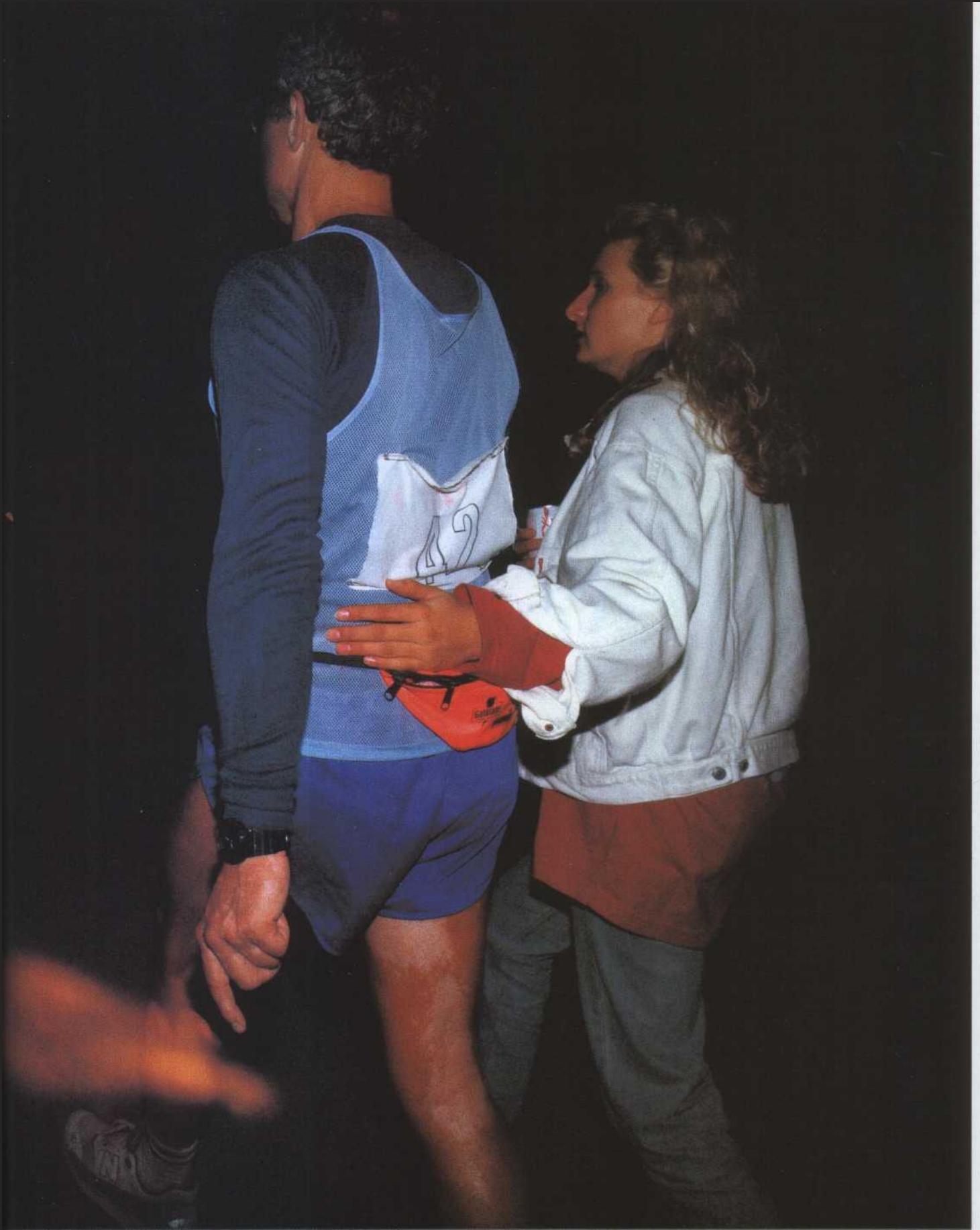
„Ein Triathlet, den ich gut kenne, hat mir mal von seinem Tunnel erzählt, den er sich da vorstellt. Ein langer Tunnel, an dessen Ende helles Licht auf ihn wartet. Solche Visionen bringen mir nichts. Nach 100 Kilometern bin ich mit mir im Leiden eins... Ich weiß auch nicht, ob solche bewußt produzierten „positiven Gedanken“ überhaupt noch ankommen. Dabei versuchst du es ja wieder mit dem Kopf.“ „Diese tollen Erfahrungen“ stel len sich so ja nicht ein: „Wenn du in die

**Selbst der Abbruch  
ist schon ein Sieg. Nur weiß der  
Athlet das noch nicht**



**Km 155,0**

19 Stunden nach dem Start gibt Günter Topf sein Rennen auf. Es nichts mehr, nicht einmal essen und trinken. Susanne bringt ihren



ht überhaupt  
ter zum Begleitfahrzeug



## Schlußfeier

Sparta, Sonnabend, 20 Uhr. Günter Topf beschließt, im nächsten Jahr wieder zu starten

»So schlimm war die Tortur vielleicht doch nicht . . .«

Harmonie kommst, brauchst du die Birne nicht dafür!“

Immer wieder läuft Topf die Pläne über den Haufen, die er sich zurechtgelegt hat. Vergißt die Zwischenzeiten, die er vorher ausgerechnet hat, und rennt einfach weiter – „so, wie's mir paßt“.

Auch hier in Griechenland hat er die kalkulierten Limits schon durcheinandergebracht. Noch mal die Zeit bis jetzt, überschlägt er, und er ist am Ziel (in Wirklichkeit ist es weniger). Der Gedanke an die Berge ängstigt zusätzlich.

„Daddy, wie geht's dir?“ Mehr als die Hälfte der Gestarteten ist mittlerweile ausgeschieden. Eingewickelt in Thermokleidung und Alufolie, warten einige an den Kontrollpunkten auf den Begleitbus. Die meisten wollen nächstes Jahr wiederkommen, denn die Exzesse der Monotonie boomen weiter. Allein in Deutschland wird die Zahl der Ultralangstreckenläufer auf mindestens 5000 geschätzt. Längst gibt es Distanzen von

1000 Kilometern und mehr, die Athleten in sechs, sieben Tagen absolvieren. Genügend „langsame Fasern“ in der Oberschenkelmuskulatur, die im Training erworben werden, und nicht zuviel Ungestüm sind die Grundvoraussetzungen der neuen Unaufhaltsamkeit.

Für Günter Topf ist die heutige Dosis zu stark. An einer langsam ansteigenden Strecke nach 155 Kilometern bleibt er an Kontrollpunkt 46 stehen. Auch die Aufmunterung eines Landsmanns – „Du hast doch nur noch 90 Kilometer!“ – verfängt nicht mehr. Ausgepumpt, teils erleichtert und teils aggressiv, sitzt Topf einen Moment später im Begleitfahrzeug. Am nächsten Abend, als die Durchgekommenen wie Kriegsversehrte zur Ehrung humpeln, hadert er bereits mit seiner Entscheidung.

Vier bis fünf Tage wird es dauern, bis sich die Organsysteme des Doktors regeneriert haben. Nach drei Tagen schon sind Glycerin-, Harnstoff- und Kreati-

ninwerte normalisiert. Der Glykogenspeicher der Leber wird binnen 24 Stunden wieder aufgefüllt. Bis auf eventuelle Langzeitschäden – etwa die sogenannten „Mikrotraumata“ im Stütz- und Bewegungsapparat – alles geringfügige Konto-Überziehungen, die sich der Arzt für sein großes Erlebnis leistet.

Vielleicht, überlegt er, hätte er am Anfang nicht so lange mit der Kollegin Sigrid Lomsky laufen sollen, der Rekordhalterin im 24-Stunden-Lauf. Vielleicht hätte er sein Zeitguthaben für eine kurze Schlafpause vor den Bergen nutzen sollen. Und wahrscheinlich hat ihm mit seiner Frau „ein Impuls von außen“ gefehlt, weil „von innen raus war nicht mehr viel da“.

Günter Topf wird den Spartathlon noch einmal angehen. □

Der freie Reporter Bertram Job, 38, lief früher Mittelstrecken. Nach dieser Geschichte will der Düsseldorfer auch mal einen Marathon probieren. Der Fotograf Heiner Müller-Eisner, 39, hat von jeher eine Affinität zu sportlichen Themen.

Lustobjekt, Kampfmaschine, Corpus delicti – wie sich das Verhältnis des abend

# Der Kampf zwischen Muskeln und Geist



Grabstatue eines attischen Jünglings (um 540 v. Chr.)



Ringkampf – ein Sport für Philosophen: Die alten Griechen kannten keine Trennung zwischen körperlicher un-



Bikinimädchen spielen mit Hanteln und Diskus (römisches Mosaik, 3./4. Jh. n. Chr.)

von ALBERT GERDES

**E**in Held ist zu besichtigen. Ein Mann, der vor Kraft zu bersten scheint. Nackt und breitschultrig, mit schmaler Hüfte und muskulösen Schenkeln. Den linken Fuß leicht vorgestellt, als schritte er gemessen. Die eng anliegenden Arme und geballten Fäuste halten den Körper jedoch zurück. Sie signalisieren äußerste Selbstbeherrschung und heben die Schwere des athletischen Körpers nahezu vollkommen auf.

Ein Held also. Kein Heros unserer Tage freilich, der da als Statue in der Münchner Glyptothek zu besichtigen ist. Ein unbekannter attischer Künstler meißelte den Jüngling etwa 535 v. Chr. aus parischem Marmor. Seine physische Präsenz ist, wenigstens nach heutiger Lesart, Zeichen seiner geistigen Vollkommenheit; der Körper einerseits, Seele und Geist andererseits bilden ein unteilbares Ganzes.

Etwa 150 Jahre später beginnt das ganzheitliche Menschenbild jedoch zu bröckeln. Der Philosoph Platon dividiert Psyche und Soma auseinander. Sein Credo: „Solange Seele und Leib beisammen sind, gebietet die Natur dem letzteren zu dienen und zu gehorchen, der ersten aber zu befehlen und zu herrschen.“

Seither muß die Geschichte des Körpers im Abendland als Geschichte einer gestörten Balance erzählt werden. Mal versinkt die Geisteskraft im Körperkult, mal erheben sich Seele und Geist weit über die Bedürfnisse des Leibes. In der Tat beruht wohl unser ganzer Lebensstil auf dieser Trennung: Die Dominanz der Gedanken über die Triebe ist so eng mit den Begriffen „Zivilisation“ und „Rationalität“ verzahnt, daß sie als entscheidende Voraussetzung für den Fortschritt in Technik und Wissenschaft gilt.

So einseitig erscheint die Gewichtung, daß bisher kein Gelehrter seinen Geist benutzt hat, um eine Kulturgeschichte des Leibes zu verfassen. Die Suche nach dem Körperbild vergangener Epochen kann daher bestenfalls ein lückenhaftes Mosaik freilegen. In Kunst, Architektur, Philosophie, Theologie und Politik sind dessen Steinchen aufzuspüren – aber auch im Alltag der Menschen, der, geprägt vom gesellschaftlichen Gefüge, das Verhältnis zum Leib widerspiegelt. Denn, so der Kölner Soziologe Volker

Rittner: „Soziale Ordnung und Körper-Ordnung korrespondieren miteinander.“

Dieser Satz erklärt zugleich, weshalb die überwiegende Zahl der Mosaikstechen Männer der Oberschicht zeigt: Frauen spielen in der überlieferten Historie nur Nebenrollen, und die breite Masse des Volkes bekommt eigentlich erst in unserem Jahrhundert Gelegenheit, neben der Sicherung des nackten Lebens ihren Leib zu pflegen.

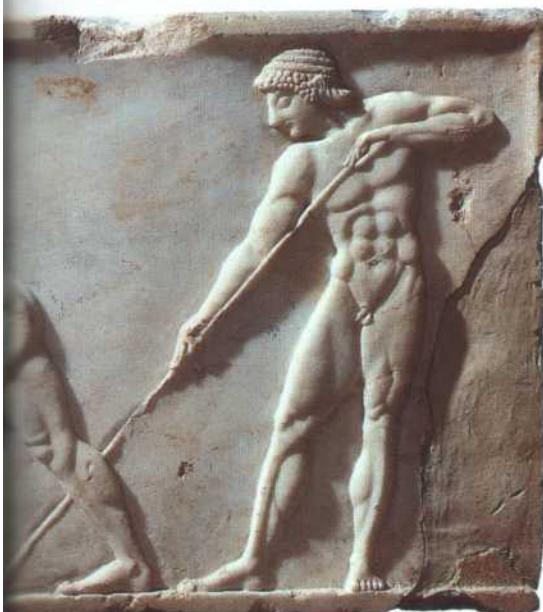
Heute tut sie das mit Hingabe: In den Industriestaaten herrscht ein unübersehbarer Körperboom. Und zugleich mehren sich die Anzeichen der Zivilisationsmüdigkeit. Viele vermuten dahinter die Sehnsucht nach Einheit von Leib und Seele. Das wäre dann die Rückbesinnung auf ein Ideal, das zuletzt in der griechischen Klassik den Zeitgeist beherrschte.

Die Ideen Platons verändern die Realität nur langsam. Dazu trägt vor allem die Institution Gymnasium bei. Diese oft prächtigen Gebäudekomplexe sind ein bevorzugter Aufenthalt der Bürger an den heißen Nachmittagen. Zwar dienen sie bis nach den Perserkriegen im 5. Jahrhundert v. Chr. vor allem der vormilitärischen Ausbildung. Doch als die allgemeine Wehrpflicht fällt, wandelt sich das Gymnasium zu einer Stätte musischer und geistiger ebenso wie athletischer Schulung.

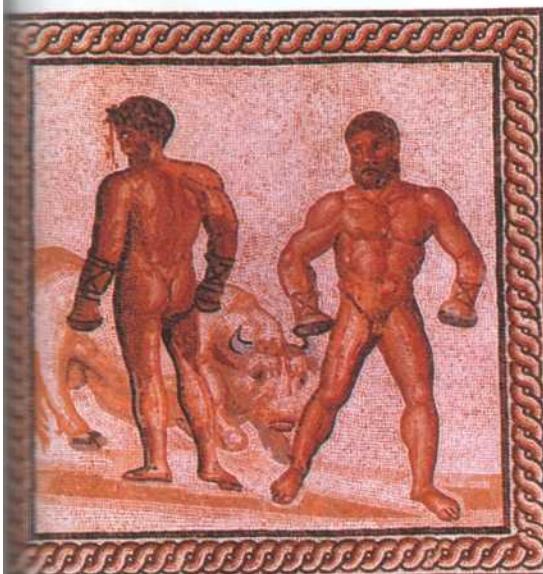
Es ist vor allem der Widerstand der Gebildeten gegen die Übertreibung des Sports, der die Entwicklung vorantreibt. Wer will, mag darin das platonische Streben erkennen, den Geist über den Körper zu erheben. Doch es entsteht eine Stätte der Vereinigung, die noch Jahrhunderte lang das Bildungsideal prägt.

### Die Römer verstärkten die Trennung von »mens« und »corpus«

In der hellenistischen Zeit, als sich das Griechentum nach Alexanders Tod 323 v. Chr. mit vielen anderen Strömungen der mediterranen Kulturen vermischte, treibt dann die Rivalität zweier philosophischer Schulen den Keil zwischen Körper und Geist tiefer. Auf der einen Seite stehen die Epikuräer, die sich dem Genuss und den – einfachen – Freuden des Körpers hingeben, auf der anderen die Stoiker, die ihren moralischen Werten und Pflichten leben sowie die Priorität des Geistes anstreben. Die Stoa gewinnt



geistiger Bildung (Sockel einer Statue, 7. bis 5. Jh. v. Chr.)



Pure Muskelprotze: römische Gladiatoren (3. Jh. n. Chr.)

großen Einfluß auf die römische Aristokratie, die bald die Welt beherrscht.

Als das neue Reich zur Blüte kommt, beschleunigt sich die Trennung von „mens“ und „corpus“. Denn daß der Ausdruck „Mens sana in corpore sano“ den Wunsch nach Einheit von Körper und Geist belege, ist eine Fehldeutung. Vielmehr hält Juvenal, der Autor des Satzes, die Gesundheit an Leib und Seele für das einzige Gut, das Erdenbewohner von den Göttern erbitten könnten.

### **Ein antikes Vorurteil ist noch heute aktuell**

Die Balance geht nun vollends verloren. An die Stelle der Gymnasien treten Privatschulen sowie Thermen, die nur noch der Körperpflege, später sogar dem Körperkult dienen. Zugleich verachtet Roms Oberschicht die Athletik; in aller Öffentlichkeit nackt ins Schwitzen zu geraten erscheint ihr würdelos. Die Helden der Arenen, die Gladiatoren und Wagenlenker, sind meist Sklaven und – mit einem modernen Wort – Profis. Sie schleudern keine Speere, sondern stechen damit zu, sie laufen nicht um die Wette, sondern drängen einander mit Pferdegespannen gegen die Wand.

Als Seneca daher um die Zeitenwende ausruft: „Wie geistig schwach sind doch die, deren Arme und Schultern wir bewundern“, drückt er damit nicht nur ein bis heute aktuelles Vorurteil aus. Er legt auch, wie weit sich Körper und Geist bereits voneinander entfernt haben. Es bleibt ein Schritt zur zwiespältigen Sicht der Körperlichkeit im Mittelalter.

\*

Das Zisterzienserstift Zwettl liegt im österreichischen Waldviertel. Vom Kreuzgang, wo sich die Mönche ab etwa 1160 ins Gebet oder ihre Gedanken vertieften, führen 28 Stufen hinab zum Schlafraum. Daran schließt ein langes, kaum zwei Meter breites Gewölbe an. Es bildet die Außenmauer des Klosters. Zu Füßen des Walls rauscht ein Bach zu Tal, den die Mönche eigens umgeleitet haben: denn der Gang dient als Abort.

Für die Ordensoberen sind Latrinen verdächtige Orte. Wer auf dem Abtritt hockt, enthüllt seinen sonst so sorgsam verdeckten Körper, den Sitz der Sünde. Daher gilt es, hier wie überall, der Versuchung des Fleisches einen Riegel vorzuschieben. Laut Ordensregel dürfen Klosterbrüder das Necessarium nur zu bestimmten Zeiten aufsuchen. Und: „Wenn sie den Abort betreten, sollen sie, so sehr sie können, das Gesicht in der Kapuze verbergen.“

Die Hierarchen der katholischen Kirche erheben Körperfeindlichkeit zur Doktrin. Sie folgen damit den Mahnungen früher Theologen, etwa des 379 gestorbenen Basilius des Großen: „Wir dürfen also nicht dem Leib dienen, außer so weit es absolut notwendig ist. Wir müssen vielmehr für die Seele unser Bestes tun, um sie mit unserer Philosophie aus den Banden des sinnlichen Leibes zu befreien.“ Freizügig hatten sich die Kirchenväter bei den antiken Philosophen bedient: Augustinus greift auf Platons Ideen zurück; Boethius mischt in sein Werk „De Consolatione Philosophiae“ auch stoische Lehren.

Als fromme Beispiele für ihre Herde lassen die Päpste heilige Männer und Frauen verehren, die – als Eremiten oder Märtyrer – ihren Leib kasteit oder geopfert hatten, um die unsterbliche Seele aus dem sündigen Diesseits zu retten. Zwar folgen große Teile der Laienschar und des Klerus den Predigten der Bischöfe und Äbte, den Aufrufen zu Abstinenz und Askese. Doch selbst in den Klöstern greifen immer wieder Ausschweifung und Prasserei um sich. Thomas von Aquin (1225–1274), der bedeutendste, aber auch einer der schwere gewichtigsten Theologen des Mittelalters, kann im Speisesaal nur noch Platz nehmen, nachdem seine Mitbrüder eine Ausbuchtung in die Tischplatte gesägt haben.

Auch beim Versuch, die weltlichen Herren unter ihren geistlichen – und damit politischen – Einfluß zu bekommen, erringt die Kirche bestenfalls Teilerfolge. So heißt es etwa in einer lateinisch verfaßten Manierenschrift für junge Adlige: „Wir sehen ja, daß kluge Männer geregelte und gute Gebärden haben, weil solche ihre Gliedmaßen in der Gewalt haben, damit niemand an ihnen... ungezügelte Leidenschaftlichkeit vermuten könne.“ Und in einem anderen Werk: „Geradichait zierte ritters mut.“ Demnach soll der Kämpfer aufrecht, möglichst mit hohlem Kreuz fechten, sich seinem Gegner aber auch ehrenvoll und offen stellen.

Besonders die Kleidung, bisweilen der „Körper des Körpers“ genannt, macht die gespaltene Haltung zum Leib deutlich. Bisweilen verschwindet er unter wallenden Mönchskutten, unförmigen Gewändern und Panzerhemden aus Maschengeflecht. Mitunter wird er aber auch präsentiert, wie etwa in der burgundischen Hoftracht: Dort lenken enge Hosen und Kleider die lusternen Blicke geradezu auf den sündigen Leib.

Das Volk schließlich findet sein Vergnügen in den Badehäusern, wo Männer und Frauen gemeinsam in die Zuber steigen, um sich an leiblichen Genüssen aller

**Tanzen und Sich-gehen-Lassen: Im Mittelalter liebte man Ausschweifungen – und war zugleich fasziniert von Askese (Holzschnitt, 1493)**



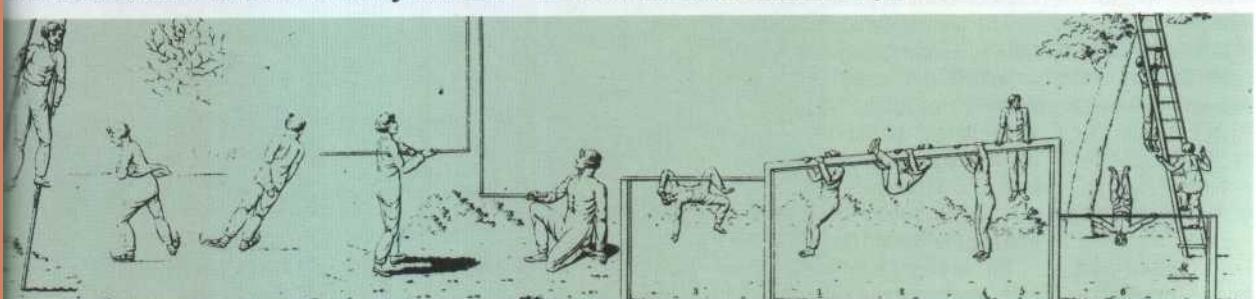
**Johann  
C. F. GutsMuths,  
1759–1839, gilt  
als Erz- und  
Großvater des  
Schulturnens**



**Zöglinge des Gymnasiums  
Schnepfenthal, an dem GutsMuths lehrte, üben  
sich im Stabhochsprung (1793)**



Auch wenn die Kirche das Fleisch als sündig verdammt – in den mittelalterlichen Badehäusern gaben sich Frau und Mann ungehemmt der Leibes-Lust hin (1405)



Übungen für  
die „Söhne des Vater-  
landes“: Nach  
die unteren Klassen  
wollte Gardelehrer  
für den Kriegsdienst  
erfährtigen

Art zu delectieren. Auch auf Volksfesten verschafft sich der durch die Fron des Alltags geknechtete Körper Luft. Bauer und Bürger explodieren förmlich in einem Bewegungrausch. „Hand in Hand schlossen sie Kreise und, ihrer Sinne anscheinend nicht mächtig, tanzten sie stundenlang in wilder Raserei ohne Scheu vor den Umstehenden, bis sie erschöpft niederfielen.“ So anno 1374 in Aachen.

Freilich währt das Glück, wie der Chronist vermerkt, nur so lange, bis man den Tänzern den Unterleib – den Hort alles Sündigen – „mit Tüchern zusammenschnürte, worauf sie sich erholten und frei blieben bis zum nächsten Anfalle“.

Allein, solche Exzesse stellen die Balance nicht wieder her. Wer nur Dampf abläßt, kehrt danach ermattet in den alten Trott zurück. So muß sich erst in den Köpfen der Herrschenden etwas bewegen, bevor die Trennung zwischen Körper und Geist gemindert werden kann.

\*

Am Luisium nahe Dessau nimmt der Fortschrittglaube der Aufklärung Gestalt an. Acht Sichtachsen, sternförmig um das ab 1773 errichtete Schloßchen angeordnet, ziehen den Blick in die Tiefe des Parks und die Elbauen. Zwar wird die Natur hier zum Erfüllungsgehilfen der Architektur, zwar wird ihre Freiheit der Disziplin menschlichen Wirkens untergeordnet, doch Park und Gebäude fügen sich zu einem harmonischen Ganzen.

Seit der Renaissance ist diese Gartenkunst vor allem in Italien und Frankreich Mode geworden. In Dessau jedoch soll auch das Körperfild eine ähnliche Wandlung erfahren. Fürst Leopold Friedrich Franz, der sich Kants Wort von der Aufklärung als „Ausgang des Menschen aus selbstverschuldeten Unmündigkeit“ verpflichtet fühlt, engagiert Reformpädagogen zur Ausbildung der Jugend. Sie nennen sich Philanthropen und schwärmen von einer „neuen Menschedition“.

#### **Die erwartete Revolution des Körperbildes bleibt aus**

Weil ihnen der Leib als Schlüssel zur Perfektion erscheint, wollen die „Menschenfreunde“ die Trennung zwischen Geist und Körper überwinden. Ihr Glaube, „daß man bei ihm den Anfang machen müsse, wenn man sich vervollkommen will“, prägt den Lehrplan des Dessauer Philanthropins. In der von Johannes Bernhard Basedow 1774 gegründeten Schule stehen Leibesübungen obenan.

Aller Schwärmerie zum Trotz findet indes keine Revolution des Körperbildes

statt. Wie einst in den Ritterakademien turnen die Schüler am hölzernen Pferd „mit steifen Füßen“. Das Kommando lautet: „Arme und Leib müssen steif sein.“ Erst Johann GutsMuths, ebenfalls Philanthrop, verbannt im thüringischen Schnepfenthal die Exerzierungen vom Lehrplan. Statt dessen zieht er ins Freie, wo sich seine Schüler im Laufen, Werfen und Schwimmen üben. Seine Devise: „Erziehung gedeihet am besten im Schoße der Natur.“

Die „neue Menschedition“ wird jedoch auch in Schnepfenthal nicht erschaffen. Pedantisch „bis auf den Zoll und das Quintlein“, protokolliert GutsMuths den Fortschritt der Zöglinge. „Ein richtet euch! regelt die Stellung und kein Laut ist mehr hörbar. Ein Vorwärts! setzt sie in geregelten Trabschritt“, notiert der thüringische Pädagoge 1817.

#### **Der Samen des Widerstands gegen die alte Zucht keimt bereits**

So mutiert die Gymnastik zum Exierdrill und erstarrt schließlich im Untertanengeist. „Allen Schülern... muß die Gewöhnung in der Zucht, die Unterordnung unter die Herrschaft des Gesetzes unnachsichtig zugemutet werden“, verlangt – nomen est omen – Adolf Spieß in seinem um 1850 erschienenen und weitverbreiteten „Turnbuch für Schulen“. Nicht zufällig erscheint das Werk Ende der 1880er Jahre, zur Blüte des wilhelminischen Kaiserreichs, in zweiter und „verbesserter“ Auflage.

Die Utopie der Philanthropen ist begraben. Doch im verborgenen keimt bereits der Widerstand, dessen Samen GutsMuths ausgestreut hatte, als er der Turnhalle den Rücken kehrte.

\*

Ein graues Gäßchen, grau gezeichnet. Rechts sitzt auf einem Stuhl, eingewickelt in eine Decke, ein kränkliches Mädchen. Etwas entfernt steht, in einer dunklen Nische zwischen Mülltonne und Häuserwand, ein Junge mit krummem Rücken. Er ruft ins offene Fenster: „Mutta, jieb doch die zwee Blumentöpfe raus, Lieschen sitzt so jerne ins Jrüne!“

Mit seinen Karikaturen aus dem Berlin der Jahrhundertwende macht Heinrich Zille die Verelendung des Proletariats überdeutlich. Schon seit einigen Jahrzehnten ist der körperliche Verfall der Arbeiterklasse nicht mehr zu übersehen. Die Menschen verkümmern in lärmenden Fabriken, stickigen Bergwerken und überbelegten Häuserblocks.

Da besinnt sich die Arbeiter-Turn- und Sportbewegung der von GutsMuths



**Friedrich Ludwig Jahn (1778–1852) erfand das »Turnen« nicht nur als Sport, sondern als vormilitärischen Drill und Ausdruck patriotischer Gesinnung. Seine Turnvereine wurden zu einer Keimzelle der deutschen Nationalbewegung**

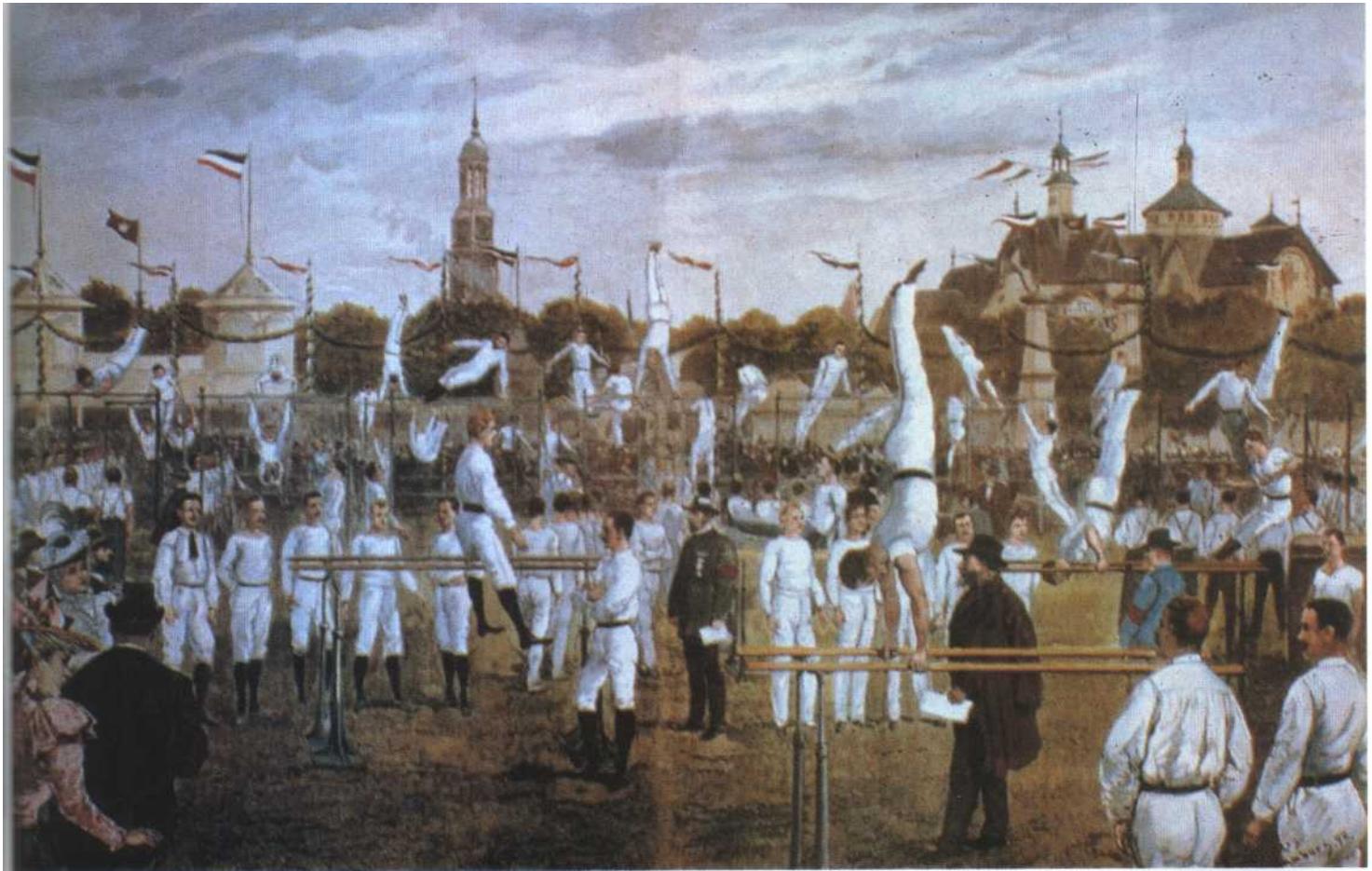


**Um 1890 wurden in Berlin die ersten Turnlehrerinnen ausgebildet**

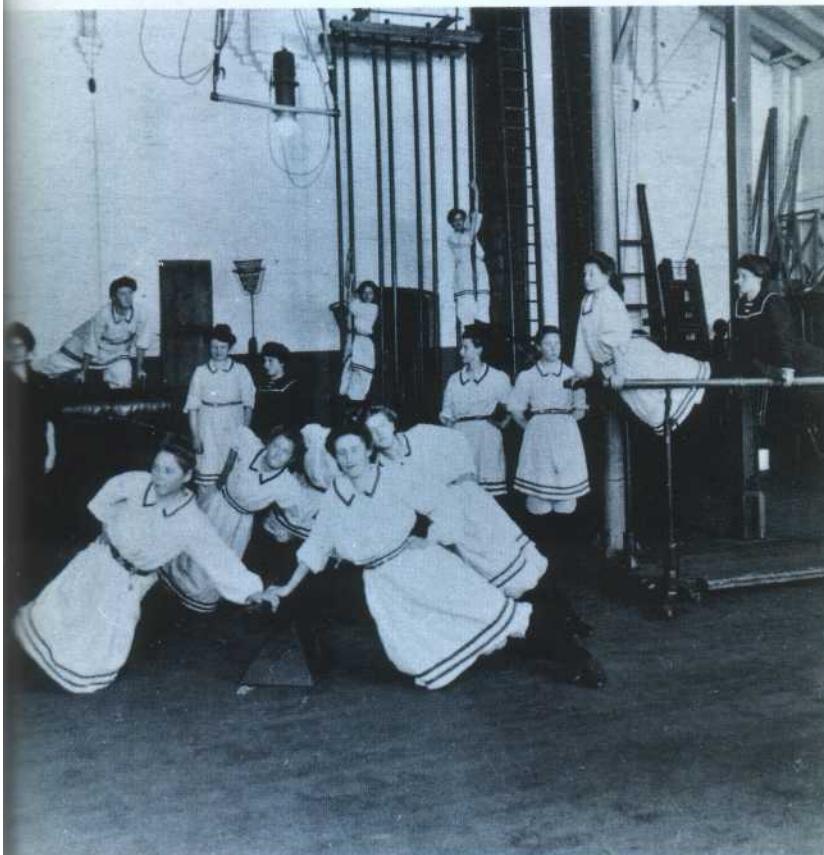


#### **Internationales Arbeiter-Olympia Frankfurt am Main**

**Zugleich eine Großkundgebung für Frieden und internationale Solidarität: Frankfurter Olympiade der Arbeitersportler**



Beim 9. Deutschen Turnfest 1898 in Hamburg demonstrierten über 25 000 Turner ihre Künste an den Geräten



Betriebssport anno 1903 bei Bayer Leverkusen:  
Werksturnhallen gehörten zu den wenigen Orten, an denen  
auch Arbeiterfrauen Sport treiben konnten



Gymnastik mit Botschaft:  
»Von der Sklaverei zur Arbeit und  
Freiheit« nannten Kornwestheimer Arbeitersportler ihr lebendes Gruppen-Bild

und von „Turnvater“ Jahn hochgehaltenen Werte: Aus dem Dunkel der Proletarierviertel geht es hinaus ans Licht. Pathetisch wird das Körperfild beschworen, für das der attische Jüngling in der Glyptothek steht. „Das griechische Ideal... ist wiedererstanden in unseren Tagen“, verheißt 1910 die „Arbeiter-Turn-Zeitung“: „Unter den Strahlen einer neu aufgehenden Sonne wird ein neues, freies Geschlecht in Kraft, Gesundheit und Schönheit heranwachsen.“

Auch Teile des Bürgertums setzen sich ab vom hektischen Trubel der Großstädte, der Technisierung des Alltags. Wandervogel, Reformkostler und Jugendbewegung wagen den Ausbruch: Hinaus in die Natur! Hinein in die Licht- und Luftbäder! Weg mit Korsett und Schnürschuh! Her mit Pumphose und Reformkleidung! Gesucht wird das Einfache, Elementare, Natürliche – und was wäre natürlicher als der eigene Körper?

Für einen Moment scheint es, als könnte durch allerlei Bewegungsformen eine neue Balance zwischen Körper und Geist gefunden werden. Die „Rhythmisiche Gymnastik“ soll den ganzheitlichen Menschen erschaffen, bei dem sich der Geist rhythmisch-körperhaft äußert und der Körper durch den Rhythmus vergeistigt wird. Mit Blick auf die „Künstlerische Gymnastik“ heißt es 1910: „Die harmonische Stellung löst alle geraden Linien des Körpers... in geschwungene Linien auf.“ Und für Isadora Duncan, die Vortänzerin der neuen Bewegung, wird der Tanz gar „zum Mittel der totalen Befreiung des Menschen“.

#### **Den Nazis gilt der Körper alles, der Geist nichts**

Doch die Blüte währt nur kurz. Die ersten „Licht- und Luftkämpfergestalten“ driften ins Völkisch-Nationale ab; der Arbeitersport wird von der NS-Bewegung erstickt. Statt ein harmonisches Menschenbild zu pflegen, entfachen die Nazis einen bombastischen Körpertum.

Ein alter Bekannter beherrscht die Szene: der Krieger. Er ist schon als „homo lacertosus“, als muskulöser Streiter, zum Kampf um Rom angetreten. Wohlgepanzert und in steifer Haltung, zog er gen Jerusalem. Männlich-edel kämpfte er vor Jena und Auerstedt und hielt die Stellung in den Schützengräben von Verdun. Und jetzt verzerrt Adolf Hitler das Leitbild bis zur Kenntlichkeit: „Eine gewalttätige, herrische, unerschrockene, grausame Jugend will ich.“

„Wie wurde der Körper in früheren Jahrhunderten vernachlässigt“, wettert

der Diktator. „Aber darin unterscheidet sich unsere Zeit von allen bisherigen Kulturepochen seit dem Altertum.“ Da hat der Nichtschwimmer, Nichttänzer, Nichtradfahrer recht. Seit der Antike beherrscht der Geist den Körper; die Nazis stellen dieses Verhältnis konsequent auf den Kopf. Der „kerngesunde Körper“ ist ihnen alles, der Geist dagegen landet auf dem „Schuttplatz der Intelligenz“. Und zugleich geht das Individuum im „Gesamtleib des Volkes“ unter.

Erst nachdem die alliierten Truppen die Diktatur und ihre Ideologie hinweggefegt haben, nehmen die Deutschen ihren Körper zögerlich wieder in Besitz. Jahren des Mangels folgt im ersten Nachkriegsjahrzehnt die Freßwelle. Dann gerät Mitte der sechziger Jahre der Unterleib in Bewegung – Oswald Kolles Aufklärungsfilme lösen die Sexwelle aus. Anfang der Siebziger schließlich kommt die Körperkonjunktur mit den ersten Trimmpfaden in Schwung. In kurzer Folge schwappen nun immer neue Modetrends über den Atlantik: Jogging, Bodybuilding, Windsurfen, Aerobic.

Doch ob sich dabei der Körper dem Geist nähert, wie viele behaupten, bleibt umstritten. Das postmoderne Body-Styling ist eine höchst individualistische Übung. Die soziale Dimension der Körperfunktion verschwindet zusehends hinter der Pluralität der Sportarten und Lebensstile. Weil kaum noch jemand seine Identität durch Rückgriff auf traditionelle Werte wie Familie und Religion findet, formen die Menschen ihren Leib, als ginge es ums Leben. „Nicht selten werden die Effekte auf Teufel komm heraus dem Körper abgepreßt“, bemerken die Soziologen Volker Rittner und Joachim Mrazek. „Die Entfremdung hat eine neue Variante gefunden.“

Andere Indizien stimmen optimistischer. Viele neue Sportarten wollen vor allem Freude an der Bewegung vermitteln; Körpertherapien, die oft auf asiatische Kulturen zurückgreifen, haben wachsenden Zulauf; in Selbsterfahrungsgruppen versuchen Männer und Frauen, Körpersensibilität zu gewinnen; sogar die Wissenschaft bemüht sich mit der Psychoneuroimmunologie explizit, der Wechselwirkung von Seele und Leib beim Ausbruch von Krankheiten auf die Spur zu kommen.

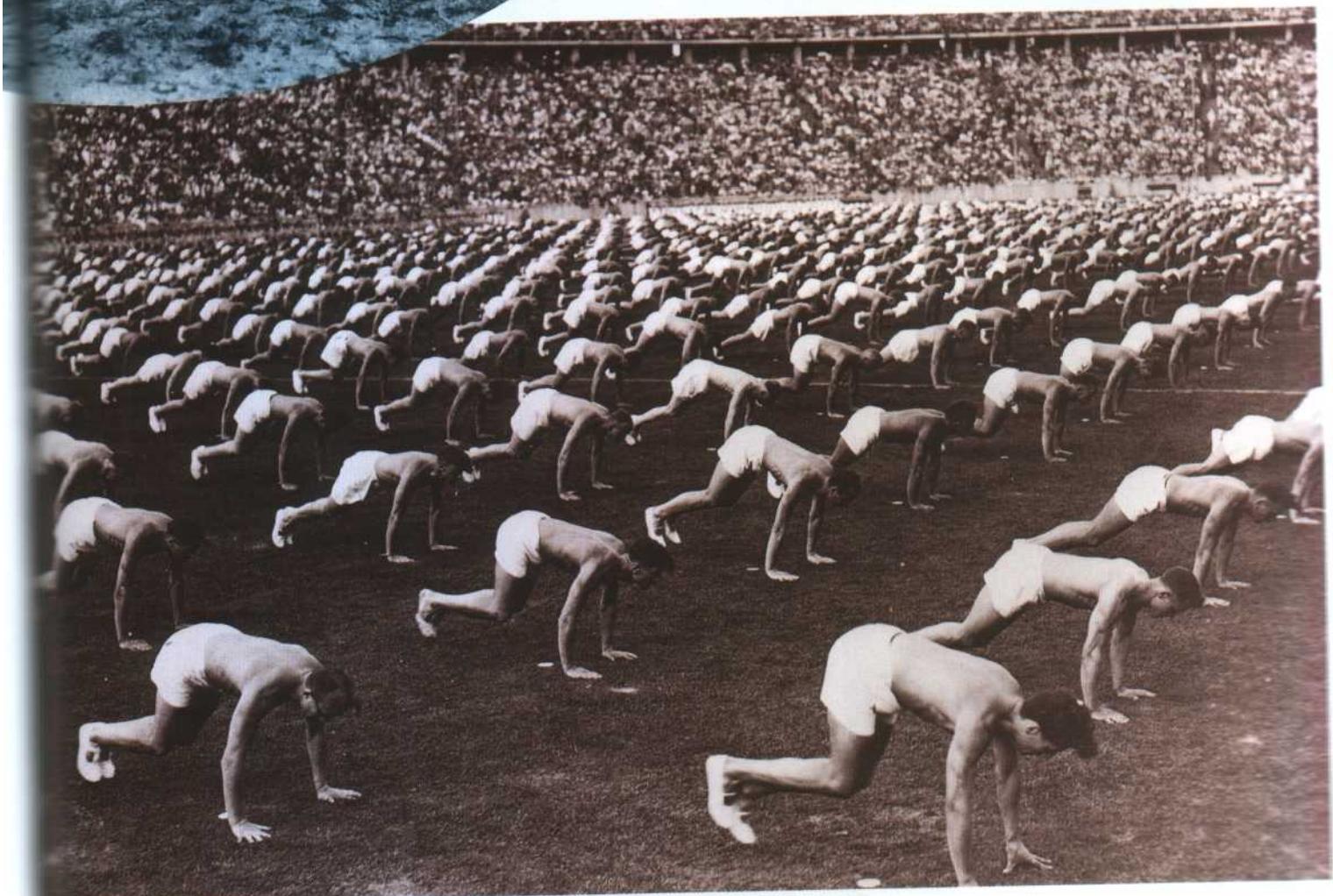
„So bleibt es offen“, schreiben die Berliner Sozialwissenschaftler Dietmar Kamper und Christoph Wulf, „ob das gegenwärtige Geschehen ein Abschütteln der ‚Ketten‘ der Zivilisation darstellt oder nur ein Zwischenspiel ist vor der endgültigen Entfernung des Körpers aus der Geschichte.“ □

**Durch Nacktheit zur Revolutionierung des Leibes:  
Diese Devise der Nationalen-Bewegung veranschaulichten Filme wie »Wege zu Kraft und Schönheit« (1927)**



**Mit Klampfe und Rucksack rebellierten die «Wandervögel» gegen die körperfesteide Moral des wilhelminischen Bürgertums (1911)**

Die »ganzheitlichen Menschen« der Jugendbewegung wurden bald von den Nazis vereinnahmt: Rhönrad-Vorführung in Berlin 1939



»Flink wie Windhunde, zäh wie Leder, hart wie Kruppstahl: Hitlers Forderung getreu propagierten die Nationalsozialisten 1936 bei der Olympiade in Berlin ihr neues Menschenbild, bei dem der Körper alles, der Geist wenig zählte

# Die Balance des Befindens

**D**en Traum von der perfekten Gesundheit lassen wir uns einiges kosten: Etwa 14 Prozent des Bruttonsozialprodukts geben wir in Deutschland dafür aus. Und wir öffnen nicht nur das Portemonnaie: Um das „höchste Gut“ zu erhalten, üben Millionen Disziplin, hungern sich durch Diäten, quälen sich über Trimmmpfade.

So einig sich unsere Gesellschaft in der Wertschätzung von Gesundheit ist, so uneins sind Mediziner, Psychologen und Soziologen über deren Definition. Obwohl im Alltag ein griffiges Konzept, ist Gesundheit stellt der Hamburger Medizinsoziologe Alf Trojan fest, „wissenschaftlich wenig greifbar“. Beim rationalen Nachfassen zerplatzt der Begriff wie eine Seifenblase. Soviel ist jedoch klar: Das Verständnis von Gesundheit variiert. Jede Kultur, jede Epoche entwickelt ihr eigenes – je nach Weltanschauung und Menschenbild.

Deutschen fallen zum Stichwort „Gesundheit“ am häufigsten „Arzt“ und „Krankheit“ ein. Gesundheit, das zeigen diese Befragungen, ist für uns in erster Linie eine Domäne der Medizin. Und festgesetzt in unseren Köpfen hat sich auch die von dieser Disziplin gepflegte Negativ-Definition, nach der

Gesundheit in der Abwesenheit von Krankheit besteht.

Bei der Alternative gesund oder krank aber fangen die Schwierigkeiten schon an. Sind Menschen mit chronischen Leiden wie Asthma oder Diabetes krank, auch wenn sie dank moderner Medikamente fast ohne Einschränkungen leben können? Mit dem Begriff Krankheit gehen die Probleme weiter: Er erweist sich beim genauen Hinsehen als gleichermaßen vage wie Gesundheit. Darf sich krank nennen, wen eine lästige Müdigkeit lähmmt? Wen der Magen nach übermäßigem Genuss zwickt? Erwachsene spüren, so stellen amerikanische Wissenschaftler fest, durchschnittlich jeden vierten Tag eines solcher meist unbedeutenden Symptome, die in der Regel binnen kurzem von allein wieder verschwinden.

Aus dem definitorischen Sumpf versucht sich die Medizin mit Hilfe der Statistik zu retten. Sie erklärt einen von der Norm abweichenden Zustand zur Krankheit. Dabei studieren Ärzte nicht den ganzen, „subjektiven“ Menschen, sondern führen Störungen bevorzugt auf „objektive“ Defekte von Organen, Zellen oder – ganz im Sinne des herrschenden genetischen Credos – auf Erbgutschäden zurück.

Je tiefer Wissenschaftler in das komplizierte Regelnetz des Organismus eindringen und je feiner im gleichen Zug die Diagnoseinstrumente werden, desto wahrscheinlicher spüren sie Abweichungen von einem Durchschnittswert auf. Eine Entwicklung, die ihr Echo findet in dem bitter-ironischen Spruch: Wer sich gesund fühlt, ist nur noch nicht gründlich untersucht worden.

## Was »anomal« ist, bestimmen letztlich die Experten

Auch die Strategie „Was am häufigsten auftritt, ist normal“ hat ihre Tücken. Sie versagt vor weitverbreiteten Phänomenen, die sicher nicht gesund sind – wie etwa der Karies. Wer kraft Normen gesund von krank scheidet, muß überdies mit der erheblichen Variabilität lebender Organismen, ihrer Physiologie und ihres Verhaltens rechnen. Dies stellt besonders Psychologen und Psychiater vor eine vertrackte Aufgabe. Aber auch organisch orientierte Mediziner können aus der natürlichen Streuung etwa von Blutdruck und Cholesterinspiegel nicht ableiten, welche Abweichung krankhaft ist. Diese Marge setzen die Experten letztlich willkürlich fest.

Befunde solch vermeintlicher Anomalien können unversehens auf das Befinden schlagen. Das belegt eine Reihe von Untersuchungen zum Bluthochdruck: Männer und Frauen, denen ihr Arzt eröffnet hatte, sie litten unter einer sehr leichten Hypertonie, fühlten sich allein durch diese Diagnose schlechter, fühlten häufiger am Arbeitsplatz und waren weniger unternehmungslustig. „Produktion von Damokles-schwertern“, nennt Rolf Rosenbrock vom Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung die penible Suche nach Risikofaktoren zwecks Vorsorge.

Kritiker fechten das Monopol der Medizin auf Gesundheit inzwischen lautstärker an. Aus soziologischer Perspektive definierte der amerikanische Wissenschaftler Talcott Parsons bereits in den sechziger Jahren Wohlergehen als „Zustand optimaler Fähigkeit zur wirksamen Erfüllung von für wertvoll gehaltenen Aufgaben“. Er beschrieb damit eine zentrale Gleichung unserer Gesellschaft: Gesundheit ist gleich Leistungsfähigkeit – und umgekehrt. Dieses Motto regiert nicht nur die Arbeitswelt, wie der Arzt Herbert Will im „Kursbuch“ zum Thema Gesundheit schreibt, sondern auch die „Sphären von Freizeit, Konsum, Kultur, Privatleben“. Gesundheit – ausgedrückt beispielsweise durch ein sportliches Äußeres – erhöht unseren gesellschaftlichen Tauschwert.

Aber da er auf die bloße Funktionsfähigkeit des Menschen beschränkt bleibt, greift auch der Ansatz Parsons, genauso wie der medizinische, zu kurz. Schon seit den vierziger Jahren fördert die Weltgesundheitsorganisation (WHO) ein umfassenderes Verständnis von Gesundheit – als „Zustand vollkommenen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbe-

findens, und nicht allein des Fehlens von Krankheiten und Gebrechen“. Diese These hat die Vorteile, dem Subjekt mehr Gewicht zu geben und die individuellen Lebensverhältnisse – Arbeitsplatz, soziale Kontakte, Wohnqualität – miteinzubeziehen.

Viele Fachleute sehen allerdings auch diese Interpretation skeptisch. Sie sei utopisch, wecke unerfüllbare Erwartungen und lasse Menschen resignieren. Die WHO-Definition verharrt außerdem bei dem klassischen Gegensatz: Entweder ist jemand gesund oder nicht.

Von dieser zweigeteilten Weltsicht hat sich der israelische Medizinsoziologe Aaron Antonovsky gelöst. In seinem

vielbeachteten Salutogenese-Modell bewegt sich der Mensch auf einem Kontinuum zwischen den Polen Gesundheit und Krankheit, mal mehr in Richtung des einen, mal mehr in Richtung des anderen Extrems. „Wir alle sind letzterdings hoffnungslose Fälle“, schreibt der Wissenschaftler. Aber zugleich sind wir, „solange ein Lebenshauch in uns ist, auch in einem gewissen Maß gesund“.

#### **Selbstvertrauen hilft, Schicksalsschläge zu überwinden**

Antonovsky, eigentlich Stressforscher, drehte die klassische Frage der Medizin „Was macht krank?“ um und

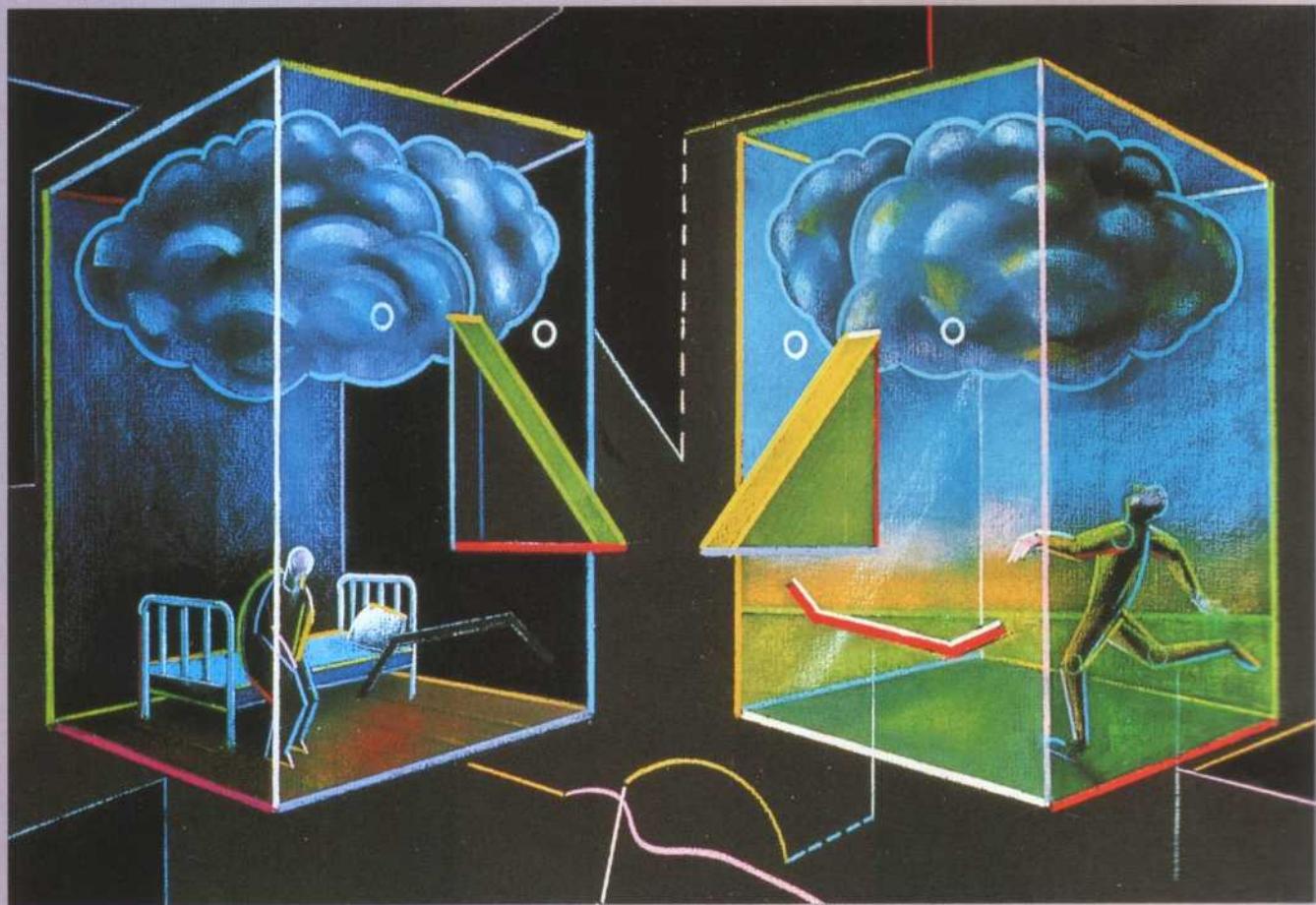
suchte Ursachen, weshalb Menschen allen Schicksalsschlägen zum Trotz zur Gesundheit tendieren. Er präparierte eine Reihe von Schutzfaktoren heraus: körperliche Fitness, soziale Unterstützung, Gesundheitswissen. Als zentrales Element erkannte er jedoch den sogenannten Kohärenzsinn. Darunter versteht er ein Gefühl des Vertrauens darauf, daß

- Belastungen im Leben „vorhersagbar oder, wenn sie überraschend auftreten, wenigstens erklärbare sind“;
- „die eigene Person über Ressourcen verfügt, solche Wechselseitigkeiten zu bewältigen“;
- solche Herausforderungen „ein Engagement lohnen“, das Leben also einen Sinn hat.

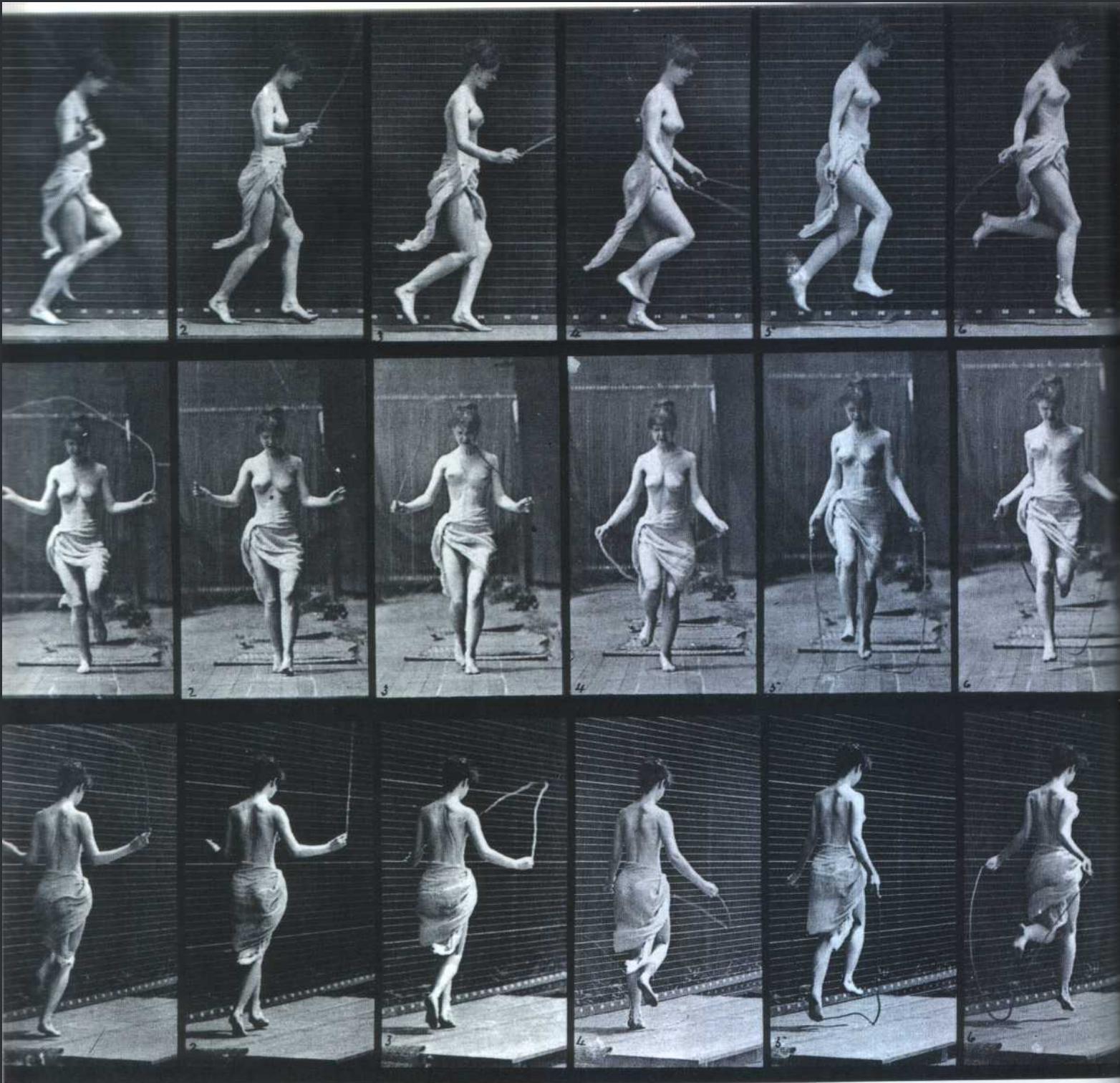
Die heikle Balance von Schutz- und Risikofaktoren bestimmt die Position auf dem Kontinuum.

Indem Antonovsky Krankheiten nicht als fatale Abweichungen von der gesunden Norm klassifiziert, öffnet er den Blick für eine vielfach verdrängte Erkenntnis: daß Schmerz und Leid zur menschlichen Existenz gehören. Und seine Theorie kann helfen, jene Größen zu stärken, die es – so der Medizinhistoriker Heinrich Schipperges – ermöglichen, „mit Krank-Sein auf Dauer umzugehen, als ein immer neuer Versuch der Lebensmeisterung und Lebensbejahung auch bei Beeinträchtigung und Behinderung“.

Klaus Bachmann



*Vielfach haben wir verdrängt, daß Schmerz und Leid genauso zur menschlichen Existenz gehören wie Wohlbefinden und Lebensfreude*



# Konzert der Muskeln und

## SENSOMOTORIK



# der Sinne

Meist mühe los und elegant wirken Bewegungen, wie der Brite Eadweard Muybridge sie bereits um 1880 fotografisch einfing. Doch was so einfach aussieht, beruht auf einer perfekten Koordination eingeschliffener Programme. Wissenschaftler haben in den letzten Jahren ein neues Bild davon gewonnen, wie Bewegung durch komplexes Zusammenspiel von Sinnesrezeptoren, Nerven, Gehirn und Muskelapparat gesteuert wird

**U**lrich Walter, ein gesunder, durchtrainierter Mann von 39 Jahren, spielt gern und gut Fußball. Doch an einem Tag im Mai 1993 schien die Welt verhext zu sein: Tölpatschig tapste Walter über den Rasen, hatte bei jeder Beschleunigung, jeder Drehung das Gefühl umzukippen und mußte das Spielfeld darum nach einer halben Stunde verlassen. Schon in den vier Tagen zuvor hatte er eigenartig reagiert: Beispielsweise verfehlte er immer wieder Türklinken, weil es ihm schwerfiel, die Kurven zu kriegen.

Walter litt indes an keiner Krankheit, sondern an den Folgen eines Abenteuers, das bislang nur wenige Menschen erlebt haben: eines Space-Shuttle-Flugs. Als Mitglied der „D2-Mission“ war er kurz zuvor von einem zehntägigen Aufenthalt im Weltall zurückgekehrt. Und das hatte seine Sensomotorik gründlich durcheinander gewirbelt.

Dieses feinorchestrierte Zusammenspiel von Muskeln, Nerven und Sinnen, auf das der Mensch bei jeder Bewegung angewiesen ist, bemerkten wir selten. Der beständige Strom von Informationen, die Augen, Ohren und Gleichgewichtsorgane sowie all die Sensoren in Haut, Muskeln, Sehnen und Gelenken liefern, fließt meist am Bewußtsein vorbei. Bei einem Waldlauf verschwenden wir keinen Gedanken an hervortretende Wurzeln oder Furchen im Weg. Auf der Tanzfläche umrunden wir andere Paare, ohne aus dem Takt zu geraten. Die Treppen im eigenen Haus bewältigen wir auch im Dunkeln. Und wir müssen nicht überlegen, wie und wo wir einen heranfliegenden Ball fangen können, wir tun es einfach. Dabei wäre unser Gehirn schon überfordert, die für einen einzigen Schritt benötigten Muskeln bewußt zu steuern.

Irgendwo in unserer Großhirnrinde verfügen wir stets über ein „inneres Bild“ des Körpers, das es uns ermöglicht, sicher im Raum zu agieren. So laufen die meisten Bewegungen, weil wir sie schon oft gemacht haben, automatisch ab und passen sich lediglich flexibel den jeweiligen Bedingungen an. Darüber hinaus ist unser gesamtes sensomotorisches System in erstaunlichem Maße fähig, neue Bewegungsvorgänge zu erlernen und zu automatisieren sowie mit ungewohnten Bedingungen fertig zu werden.

Im Weltraum etwa paßt sich das Gehirn aktiv an die Schwerelosigkeit an. Das konnten Mediziner an Fischen nachweisen, die an Bord des Spacelab die Erde umrundet hatten: Die Nervenzellen im Gleichgewichtsorgan der Tiere hatten neue Verbindungen geknüpft.

Damit die Koordination von Sinnen und Bewegungsapparat perfekt funktioniert, bedarf es allerdings ständiger Übung – wie die Folgen des Raumflugs für den Astronauten Walter zeigen. Zum Glück sind die Veränderungen reversibel: Zehn Tage nach der Rückkehr waren die Nachwirkungen der Schwerelosigkeit abgeklungen.

Dank solcher Erkenntnisse aus der Raumfahrt und vieler Experimente auf der Erde zeichnet sich seit einigen Jahren ein neues Bild der Sensomotorik ab. „Früher wurden die Muskeln als reine Kraftmaschinen angesehen, die vom Gehirn mit präzisen Programmen gesteuert werden“, erläutert der Physiologe Dieter

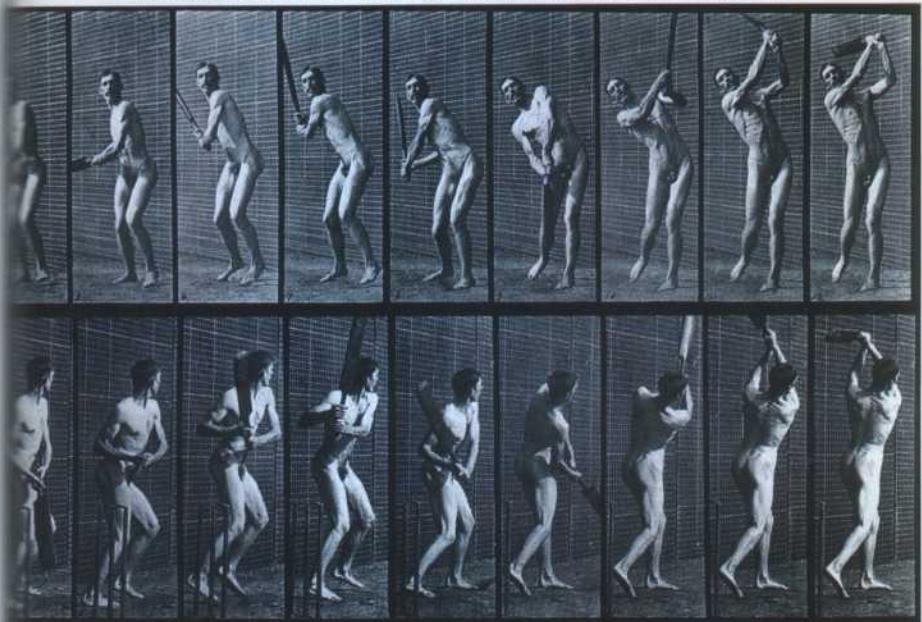
Eßfeld von der Deutschen Sporthochschule in Köln. „Inzwischen wissen wir, daß die höheren Zentren des Gehirns zunächst nur grobe Befehle aussenden.“ Erst im Rückenmark wird die Weisung von oben übersetzt: Erst hier bekommen die einzelnen Stränge Order, sich anzuspannen. „Die höheren Zentren kümmern sich dann – in einer ständigen Rückkopplung mit Muskulatur und Rückenmark – lediglich um den Feinschliff der Bewegung.“

Dieser modulare Aufbau des sensomotorischen Systems ist entscheidend für dessen verblüffende Perfektion und Flexibilität. Die kleinste Einheit, die schon unbewußte Bewegungen auslösen kann, ist der Reflexbogen. Er setzt sich aus Muskel, Nerv und den sogenannten Spindeln zusammen. Diese bestehen aus einer von Nervenenden umgebenen Muskelfaser und melden, ob sie gerade gestreckt oder gestaucht werden: Spindeln in den Muskeln registrieren deren Dehnung,

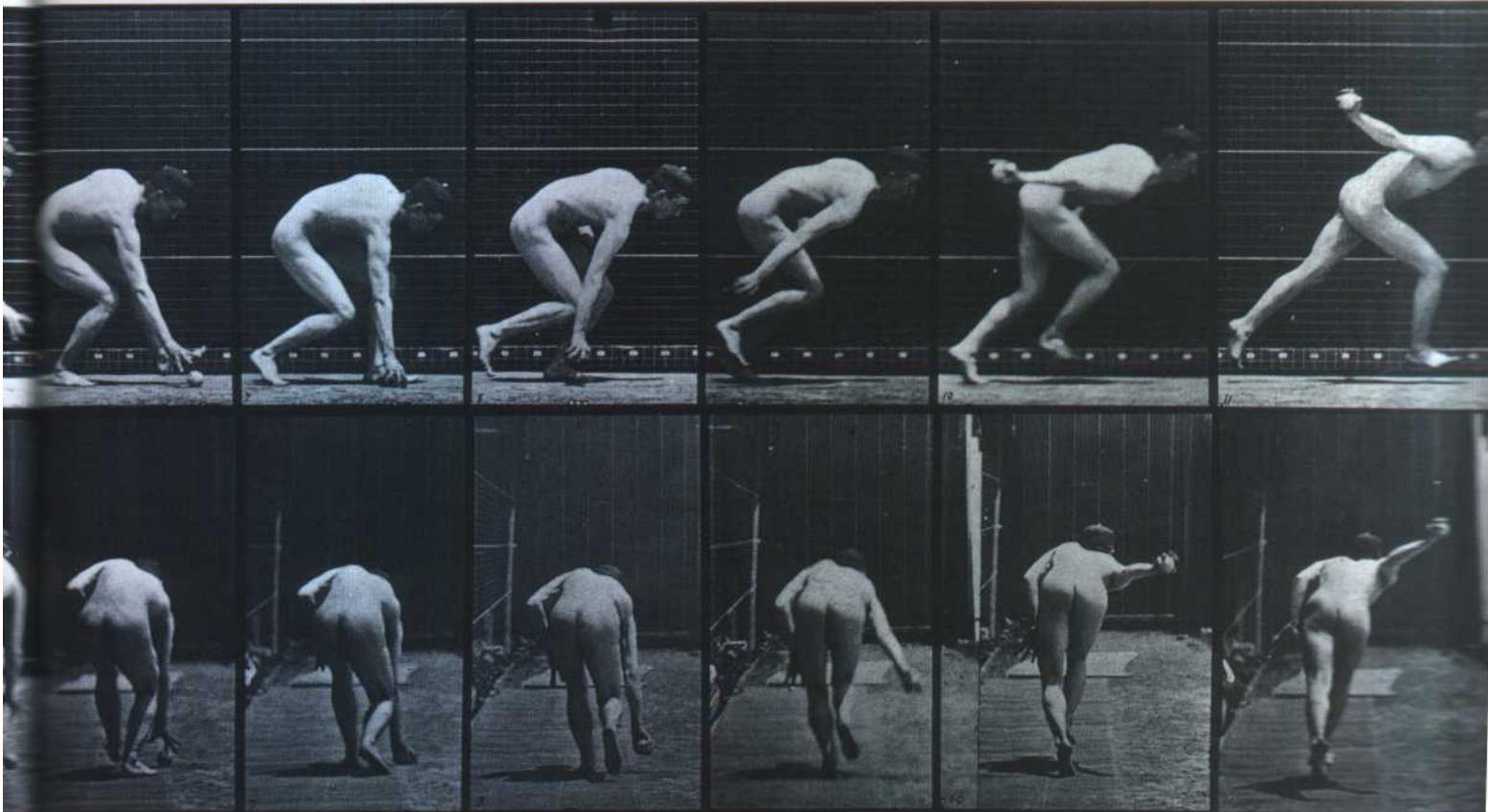
## Bewegungsabläufe sind durch blo



**Bestimmte Nervenzellen in der Netzhaut des Auges können sich bewegende Objekte erkennen. Das hilft dem Sportler, die Bahn eines heranfliegenden Balles abzuschätzen und ihn mit dem Schlagholz zu treffen**



## **o Bes Zusehen schneller zu erlernen**

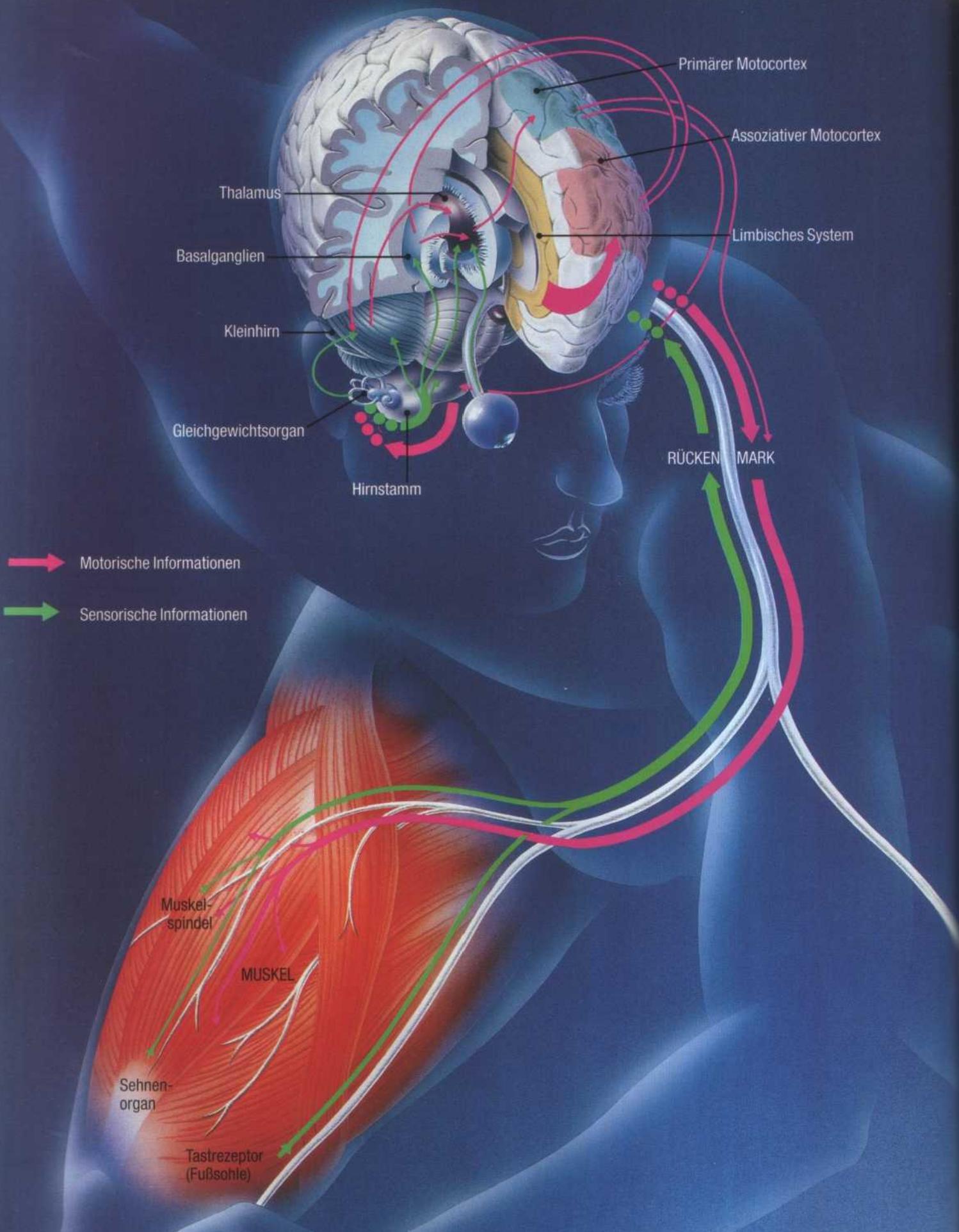


**Um einen Ball im Lauf vom Boden aufzunehmen, muß der Körper eine Reihe von Aufgaben gleichzeitig lösen: schreiten, Ball wahrnehmen, sich bücken, Arm steuern, mit der Hand greifen**

Sehnenorgane indirekt auch die Belastung. Beider Signale werden von einem Teil des Nervenstranges ins Rückenmark und von dort weiter ins Hirn geleitet.

Schon im Rückenmark jedoch sind die Zellkörper der sensorischen Nervenfasern mit den Motoneuronen verschaltet, welche die Kontraktionsbefehle zum Muskel befördern. Dadurch kann der Körper mit Reflexen auf plötzliche Ereignisse reagieren, lange bevor das Gehirn entscheiden könnte, was zu tun sei. Wird der Muskel plötzlich gedehnt, so melden das die Spindeln ans Rückenmark und lösen sehr rasch eine Kontraktion aus, die der Verlängerung entgegenwirkt. Schlägt also der Arzt mit einem Hämmerchen auf die Sehne kurz unterhalb der Kniestiefe, so zuckt bei intaktem Nervenapparat der Oberschenkelmuskel zusammen, und der Unterschenkel schlägt nach vorn aus.

Andere Reflexe lassen das Bein bei Hitze oder Schmerz zurück schnellen, et-



**Angeregt vom limbischen System, dem Ursprung emotionaler Regungen, formt der assoziative Motocortex ein Konzept aus gespeicherten Bewegungsprogrammen. Diese werden von den Basalganglien (vermutlich zuständig für langsame Bewegungen) und dem Kleinhirn (zuständig für schnelle Bewegungen) koordiniert, über den Thalamus an den primären Motocortex und schließlich ans Rückenmark vermittelt**

wa nach einem Tritt auf einen spitzen Stein. Dabei gibt das Neuronennetz im Rückenmark eine ganze Reihe von Befehlen: Der Hüftbeuger im Oberschenkel zieht sich zusammen, sein Gegenspieler, der Strecker, wird gehemmt. Zugleich spannen sich die Muskeln im anderen Bein so weit an, daß wir nicht umfallen. Und die eventuell schon eingeleitete Verlagerung des Gewichtes auf den betroffenen Fuß wird gestoppt.

Aus einer Kombination solcher Reflexe können die Nervenzellen bereits einfache Gehbewegungen formen: Erst hebt der Beuger das eine Bein zum Schritt, während wir auf dem anderen, durchgestreckten stehen. Dann senkt sich das erste Bein zu Boden, indem der Beuger erschlafft und der Strecker aktiviert wird. Wir verlagern das Gewicht, und anschließend beginnt das zweite Bein mit seinem Schritt.

Im Rückenmark querschnittsgelähmter Katzen haben Physiologen die Existenz solcher Schrittgeneratoren bereits nachgewiesen. Drei bis vier Tage nach der Verletzung beginnen die Hinterläufe der Tiere mit spontanen Bewegungen, die jedoch bald wieder aufhören. Werden die Katzen hingegen täglich auf Förderbänder gestellt, die ihre Beine zum Laufen anregen, so stabilisiert sich diese Fähigkeit. „Der Generator wird normalerweise vom Hirnstamm aktiviert“, erläutert der Motorik-Forscher Michael Illert von der Universität Kiel, „und führt dann automatisch die Schreitbewegung aus. Fällt der zentrale Anstoß weg, so kann die Nervenansammlung lernen, sich etwa auch durch den Kontakt der Pfoten zum Boden aktivieren zu lassen.“

Bei den Katzen reichte das immerhin, daß sie sich mit Hilfe eines Laufgestells fortbewegen konnten, wenn auch mit unkoordinierten Bewegungen. Motiviert durch solche Erfolge, trainieren einige Forscher inzwischen auch menschliche Patienten: Die Verletzten werden so in eine Art Fallschirmsitz gehängt, daß ihre Füße gerade das Laufband berühren. Anfangs müssen Krankengymnasten die Beine immer wieder nach vorn heben, bis sich die Extremitäten schließlich selber

bewegen. Erste Ergebnisse bei Patienten, deren Rückenmark nicht vollständig durchtrennt ist, sind ermutigend.

Damit die automatischen Schritte koordiniert werden und der Körper im Gleichgewicht bleibt, muß jedoch das Gehirn eingreifen. Mehrere Zentren im Hirnstamm, einem entwicklungs geschichtlich alten Teil des Organs, sind unablässig damit beschäftigt, die Lage des Körpers im Raum festzustellen und auszutarieren. Schon das scheinbar simple Stehen auf zwei Beinen erfordert permanente Regulation, denn der Schwerpunkt verlagert sich bei jedem Atemzug. Für diese „Stützmotorik“ benötigt das Zentralnervensystem weit mehr Informationen als nur die Signale der Muskel spindeln und Sehnenorgane: Das Gleichgewichtsorgan im Innenohr meldet, wo „unten“ ist und ob der Körper – etwa im Fahrstuhl – gerade beschleunigt wird, Gelenksensoren registrieren, wie stark Knie, Hüfte oder Ellbogen gebeugt sind, und Nervenzellen in der Haut erfassen, mit welchem Körperteil wir Boden oder Wände berühren.

#### **Schon ein einziger Schritt überfordert das Bewußtsein**

Das Funktionieren der Stützmotorik ist die Grundvoraussetzung für jede aktive Handlung des Menschen. Gesteuert aber wird diese in einer komplizierten Choreographie durch die höheren Zentren des Gehirns: Diese planen die Aktion, rufen aus dem Bewegungsgedächtnis die dazu benötigten Komponenten ab, koordinieren sie über mehrere Zwischenstationen zeitlich und schicken sie als kleine Steuerprogramme schließlich ans Rückenmark (siehe Grafik). Erst dort werden die einzelnen Anteile zur kompletten Bewegung zusammengestrickt. Möchten wir zum Beispiel etwas trinken, so läßt uns eine dieser Komponenten die Hand zum Glas bringen, eine zweite das Gefäß umfassen, eine dritte es zu den Lippen führen, eine vierte die Lippen öffnen und eine fünfte die Flüssigkeit in den Mund gießen.

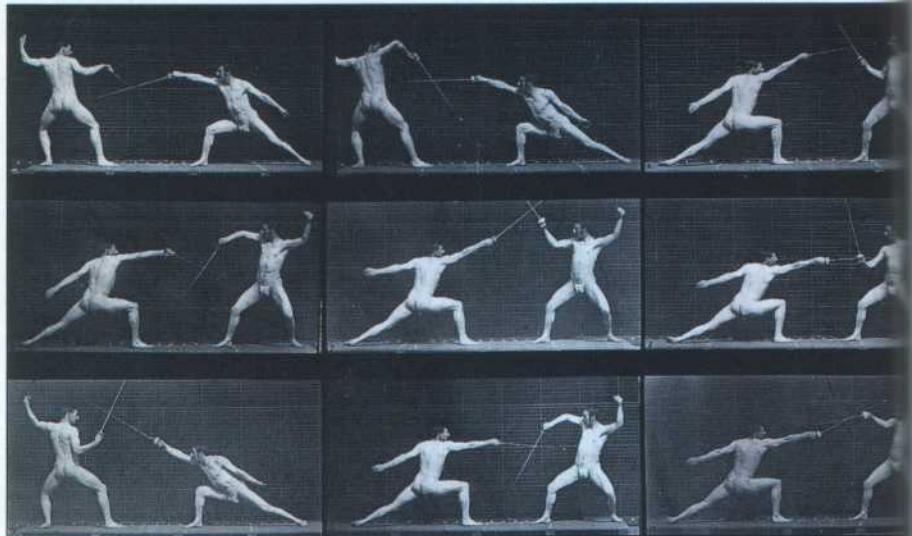
Währenddessen empfangen Rückenmark und Hirn einen unaufhörlichen Strom von Rückmeldungen aus den Sinnesorganen und Sensoren. Mit deren Hilfe überprüft der Körper seine Bewegungen permanent und korrigiert sie innerhalb von Sekundenbruchteilen. Nur so ist es uns überhaupt möglich, über einen unebenen Waldboden mit seinen kleinen

**Bewegung  
beginnt im  
Kopf**

Hindernissen zu joggen. „Die Kontrollmechanismen auf Rückenmarkebene sind trainierbar“, ergänzt der Kölner Sportwissenschaftler August Neumaier. „Um sie zu fördern, sollten Sportler nicht nur in ebenen Anlagen, sondern auch im Gelände laufen.“

Komplizierte Bewegungen, an denen das Großhirn beteiligt ist, lassen sich ebenfalls üben und automatisieren. Dieses Lernen geschieht über mehrere Stufen. Der Anfänger, der sich beispielsweise für Basketball begeistert, muß zunächst das Prellen des Balles bewußt einüben und ständig mit den Augen überwachen. Seine Bewegungen sind steif und ungenau, schießen häufig über das Ziel hinaus, und schon beim langsam Laufen verdrückt der Neuling die Kunststoffkugel. Erst allmählich entsteht in der Großhirnrinde ein „inneres Bild“ und damit ein Gefühl für den Ball. Auge und Ohr sind zur Kontrolle immer weniger erforderlich.

**Reflexe und Bewegungsabläufe sind durch Training optimierbar: Routinierte Fechter erkennen die gegnerische Attacke schneller und parieren fast schon automatisch**



**Blitzschnell korrigieren Reflexe im**



**Unbewußte Anpassung steuert den Lauf selbst über größere Hindernisse: Tastrezeptoren an den Fußsohlen informieren noch vor dem Gehirn das Rückenmark über die Beschaffenheit des Bodens. Schon 50 Millisekunden später reagiert der Muskelapparat**

Gleichzeitig speichert die Großhirnrinde häufig ausgeführte Bewegungselemente. Der sogenannte assoziative Motocortex hält die Abläufe als frei kombinierbare Unterprogramme bereit. Auch andere Teile des Großhirns sowie das Kleinhirn enthalten solche „Subroutinen“. Sie werden mit dem Fortschritt des Lernprozesses mehr und mehr automatisiert, so daß schließlich das Bewußtsein kaum noch mitzuspielen braucht. Stellt sich dem Angreifer ein Gegner in den Weg, ruft das Gehirn einfach die passenden Muster auf. Diese ermöglichen eine Ausgleichsbewegung um den Verteidiger herum, ohne daß das Prellen des Balles gestört wird.

Den supplementären Motocortex, der neben dem assoziativen liegt, aktiviert schon das Denken an eine vertraute Bewegungsfolge, wie Aufnahmen mit Positronen-Emissions-Tomographen belegen: Beispielsweise nahm bei einem Probanden, der sich vorstellte, die Finger ei-

ner Hand nacheinander gegen den Daumen zu tippen, die Durchblutung jener Hirnregion zu.

Menschen ist es daher möglich, allein durch intensive Vorstellung – oder durch das Beobachten einer anderen Person – Bewegungen leichter zu erlernen. Sportler nutzen diese Fähigkeit beim „mentalen Training“: Sie spielen ihren Sprung oder den zu fahrenden Kurs immer wieder in Gedanken durch und verbessern so ihre Leistung.

Topathleten verfügen nicht nur über perfekt eintrainierte Bewegungsprogramme, sie reagieren dank ständiger Übung auch schneller: Innerhalb von 500 Millisekunden sind Programmwechsel für Bewegungen möglich; in lediglich 50 Millisekunden kann eine reflexgesteuerte Feinkorrektur auf Rückenmarkebene erfolgen. Außerdem haben geübte Sportler gelernt, das Verhalten des Gegners anhand kleiner Hinweise vorauszusehen. „Erfahrene Tennisspieler“, erläutert Au-

gust Neumaier, „können schon an der Art des Schlags den daraus resultierenden Spin eines Balles erkennen und damit die Flugbahn schneller und präziser abschätzen.“ Sie haben daher mehr Zeit als Anfänger, um ihren Weg zum Ball und ihrem Schlag zu planen.

Wahrnehmung, Entscheidung und Reaktion, all das muß bei einem Leistungssportler unter hohem Zeitdruck geschehen. Schon kleine gedankliche Ablenkungen sowie winzige Störungen der Aufmerksamkeit durch Probleme, die das Bewußtsein beschäftigen, können bei einem Spitzten-Tennismatch über Sieg oder Niederlage entscheiden. „Wenn Boris Becker deshalb manchmal sagt, er habe ein Spiel im Kopf verloren, so ist das durchaus wörtlich zu nehmen“, sagt Neumaier.

Soviel die Wissenschaftler inzwischen auch über die Verknüpfung von Wahrnehmung und Bewegung gelernt haben – noch hat das sensomotorische System längst nicht alle Geheimnisse preisgegeben. Kürzlich hat beispielsweise ein Team um die Freiburger Bewegungsforscher Volker Dietz und Albert Gollhofer aus von ihnen gewonnenen Daten auf die Existenz eines weiteren Muskelrezeptors schließen müssen.

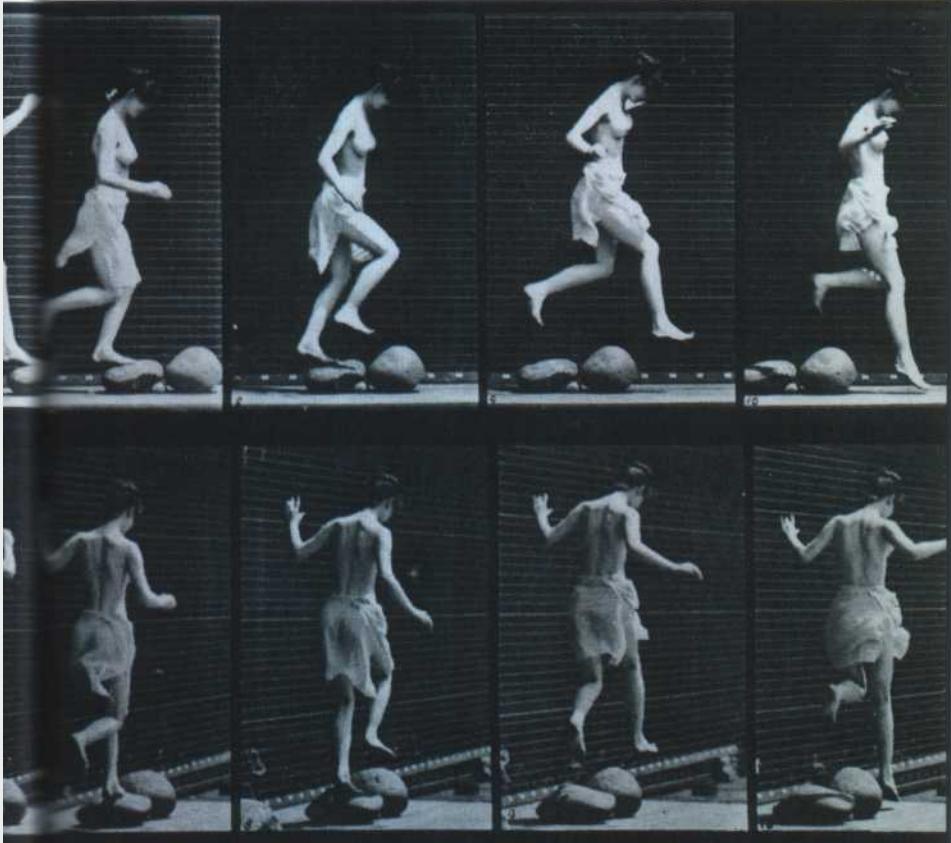
Teilweise herrscht sogar weniger Klarheit als vor einigen Jahren. So zweifeln immer mehr Forscher an, daß die Abgrenzung von motorischen und sensorischen Gehirnarealen sinnvoll und möglich ist: Informationen aus den Sinnesorganen und motorische Instruktionen werden offenbar in denselben Regionen des Großhirns bearbeitet.

Rätselhaft bleibt schließlich auch der Aufbau der Nerven, die zum Muskel führen: Nur etwa zehn Prozent der Fasern sind für die Kontraktion erforderlich, rund 40 Prozent steuern die Blutversorgung des Muskels, und weniger als zehn Prozent genügen, um die Meldungen der Muskelspindeln und Sehneneorgane weiterzuleiten. Weitere 35 Prozent der Nervenfasern jedoch liefern Sinnesindrücke unbekannter Art.

„Da kommt eine gewaltige sensorische Information aus dem Muskel heraus, von der wir nicht wissen, was sie im Körper auslöst“, konstatiert der Kölner Dieter Eßfeld. „So gesehen ist das Muskelsystem viel mehr als nur ein Hilfsapparat zur Bewegung. Es ist möglicherweise unser größtes Sinnesorgan.“

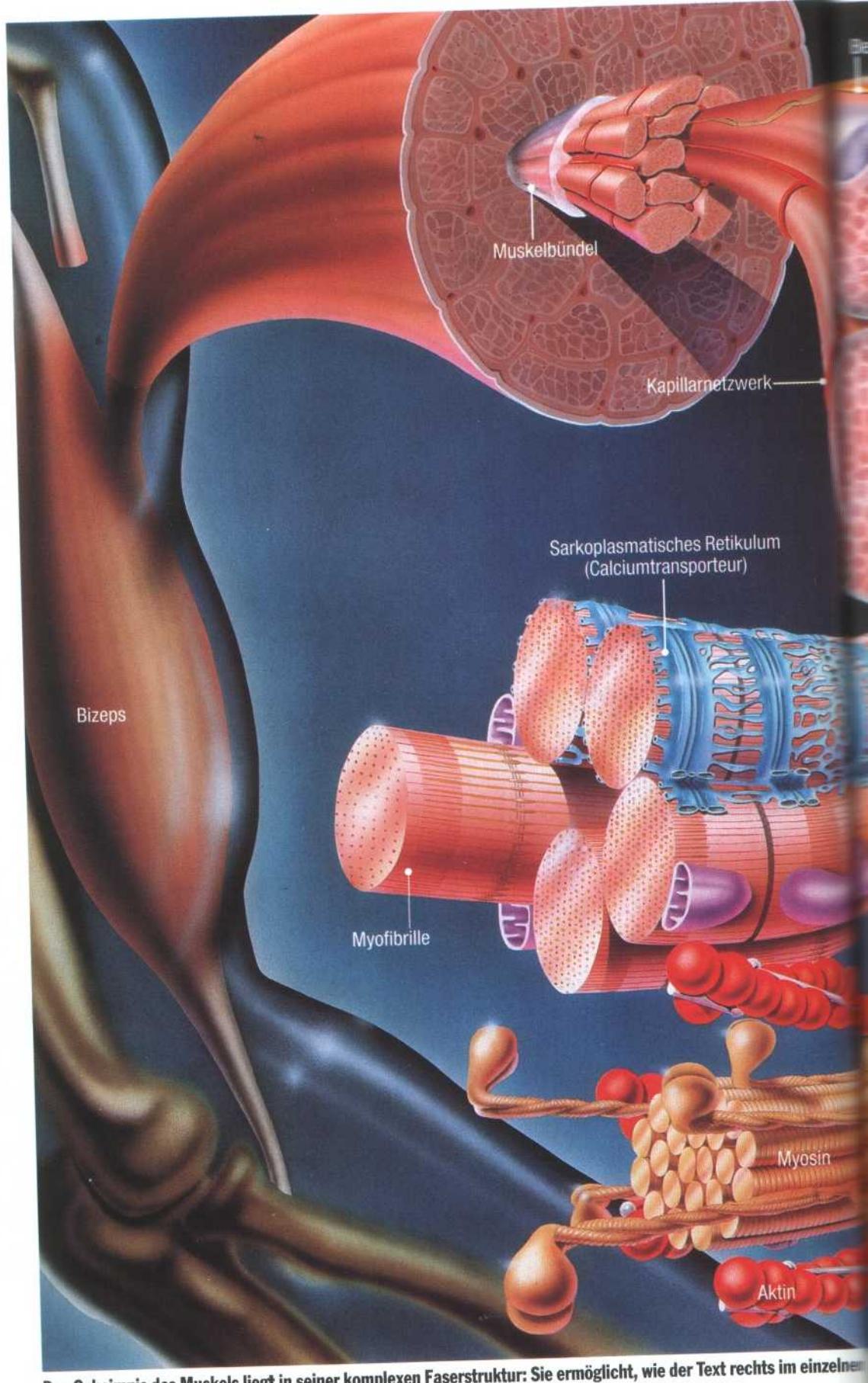
Der Biologe Dr. Henning Engeln, 42, ist GEO-Redakteur.

## Im Rückenmark den falschen Schritt

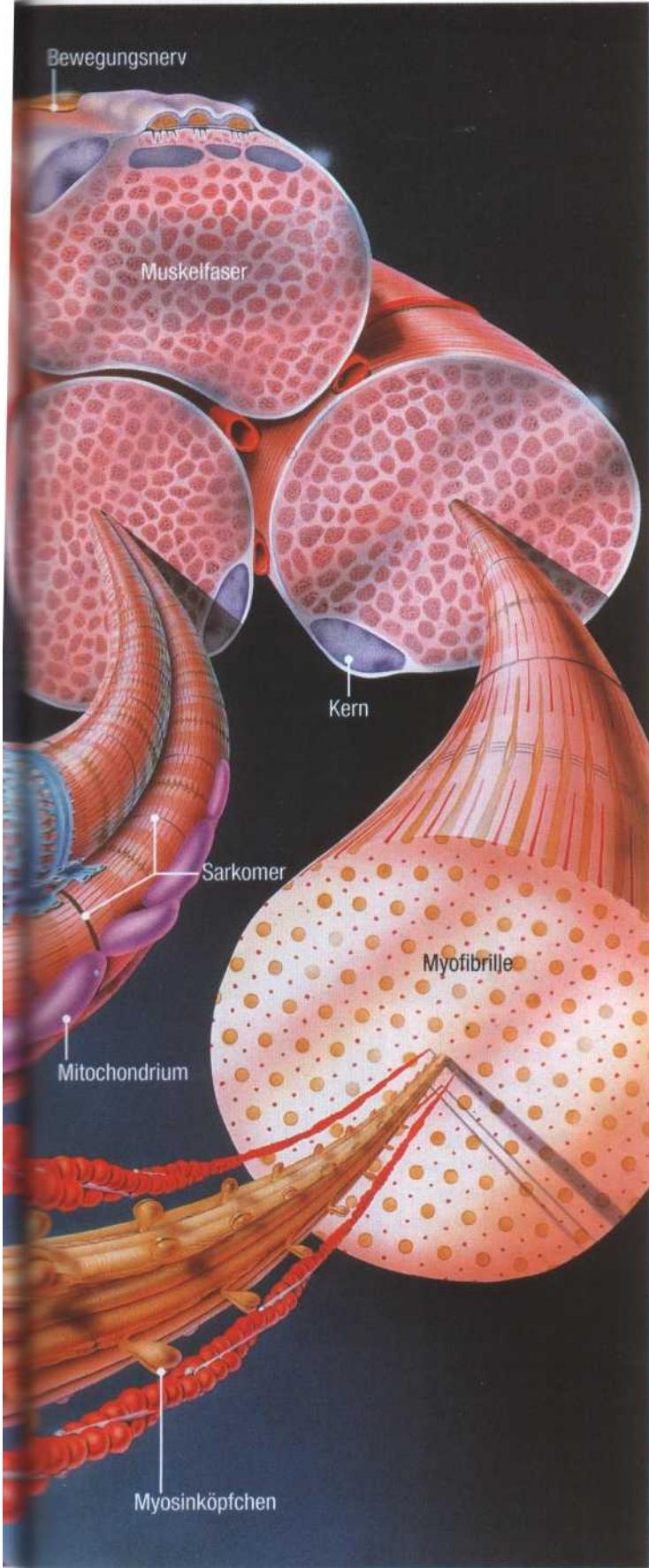


# WAGEN

Unser Körper ist extrem anpassungsfähig: Je stärker ein Organ beansprucht wird, desto kräftiger wird es. Unterforderung lässt es jedoch verkümmern. Solchen Leistungsverlust wirkt regelmäßiger Sport entgegen



Das Geheimnis des Muskels liegt in seiner komplexen Faserstruktur: Sie ermöglicht, wie der Text rechts im einzelnen



Ältert, eine fein dosierte Kraftentfaltung

## MUSKELN

### **Steter Reiz erhält die Kraft**

Bodybuilder beweisen es plastisch: Äußerst rationell passen Muskeln ihre Größe und Leistungsfähigkeit dem Maß an, in dem sie beansprucht werden. „Jeder Schwächling“, stellt Geoffrey Goldspink, Anatom an der University of London, fest, „kann binnen Jahresfrist seine Muskelmasse um 50 Prozent vergrößern.“ Ohne mechanische Reize hingegen verkümmern oder, wie Mediziner sagen, atrophieren die Bewegungsorgane binnen kurzem, zum Beispiel bei Querschnittsgelähmten. Auch beim Altern schwinden die Muskeln langsam um 20 bis 40 Prozent. Aber schon leichtes Training kann diesen Abbau bremsen.

Die etwa 650 Muskeln des Menschen machen bei Frauen 25 bis 35 Prozent des Körpergewichts aus, bei Männern 40 bis 50 Prozent. Sie formen nicht nur die Figur, sondern sorgen auch dafür, daß unser Skelett nicht wie ein Kartenhaus zusammenfällt. Und sie bewegen den Körper koordiniert. Selbst wenn wir stillsitzen, führen sie unablässige kleine Haltungskorrekturen aus. Nur mit ihrer Hilfe können wir ausdrücken, was uns durch den Kopf geht – beim Sprechen und Schreiben.

Von den Skelettmuskeln, die unter dem Mikroskop an Querstreifen zu erkennen sind, unterscheiden Anatomen die glatte Muskulatur. Diese bewegt beispielsweise Magen und Darm und wird spontan aktiv. Dagegen arbeitet der Bizeps nur, wenn er einen elektrischen Impuls empfängt.

Die Leistungsfähigkeit der Bewegungsorgane resultiert aus deren verschachtelter Architektur (siehe Grafik): Jeder Muskel ist ein Bündel einzelner Fasern, die bei einem Durchmesser zwischen einem Hundertstel- und einem Zehntelmillimeter bis zu zwölf Zentimeter lang sein können. Eine Faser wiederum vereint in sich einige Hundert eben-

so langer Myofibrillen, die sich aus Myriaden von Segmenten, den Sarkomeren, zusammensetzen. Im Bizeps sind es zehn Billionen. In den Sarkomeren steckt der eigentliche Muskelmotor – zwei parallel angeordnete, ineinander verschränkte Proteine: Das eine, das Aktin, gleicht einem dünnen, das andere, das Myosin, eher einem dicken Kabel, an dem Unmenige „Köpfe“ hängen.

Das Prinzip der Muskelkontraktion und -entspannung erkannten Wissenschaftler schon in den fünfziger Jahren. Seither haben sie das Wissen über den Mechanismus immer weiter verfeinert. Einen Meilenstein setzten amerikanische und deutsche Forscher 1993: Sie klärten die räumliche Struktur der Myosinköpfe bis ins Detail auf und bestätigten dabei erneut das sogenannte Gleitfilament-Modell der Muskelkontraktion: Im Ruhezustand sind die gekrümmten Myosinköpfe an den Aktinkabeln eingehakt. Wenn



Kapillaren (blau) versorgen die Muskelfasern (rot) mit Sauerstoff

ein Molekül Adenosintriphosphat (ATP), das energetische Wechselgeld des Körpers, sich mit einem Kopf verbindet, löst dieser die als Querbrücke bezeichnete Verbindung, richtet sich gerade aus und hakt ein Stück weiter am Aktinstrand ein. In dem Moment, da der Kopf sich wieder krümmt, zieht sich das Sarkomer zusammen.

Der Vorgang ähnelt dem Tauziehen, bei dem die Seilmannschaften ziehen, nachfassen.

ziehen. Fünf- bis 50mal pro Sekunde läuft ein solcher Zyklus in jedem Sarkomer ab. Etwa 20 Milliarden Querbrücken müssen mitwirken, damit der Muskel ein einziges Gramm anheben kann.

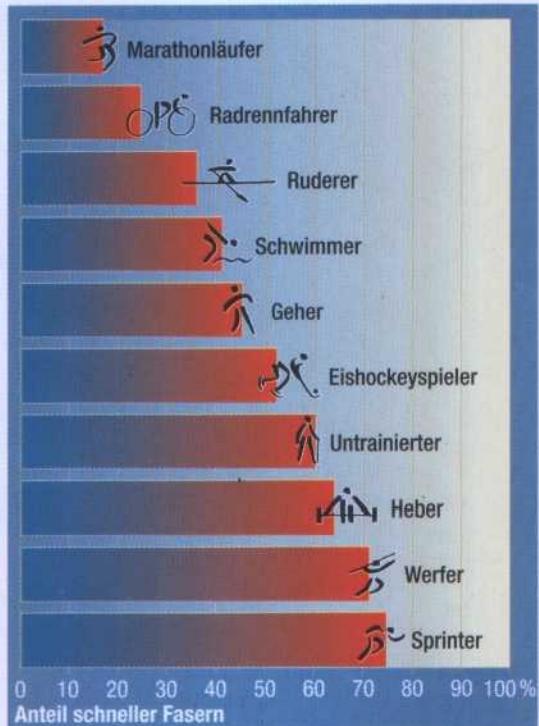
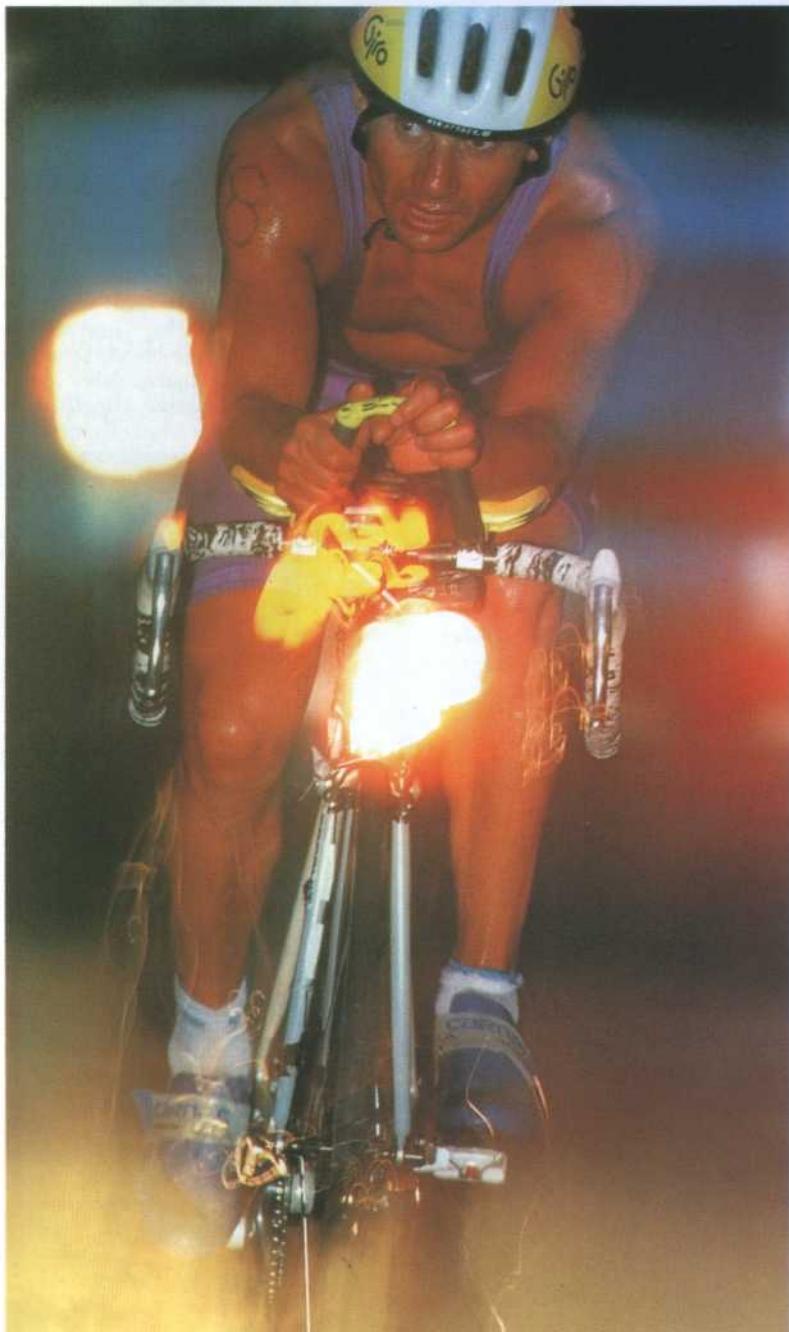
Alle Muskelfasern funktionieren auf diese Weise. Sie unterscheiden sich aber darin, wie schnell sie den Zyklus wiederholen und wie lange sie ihn aufrechterhalten können.

- Die „langsam“ oder „roten“ Fasern sind enorm ausdauernd. Sie sind gespickt mit Mitochondrien, den Zellkraftwerken, die unter Sauerstoffverbrauch – „aerob“ – Zucker und Fettsäuren verbrennen und so ständig ATP nachliefern. Zudem enthalten sie viel rotes Myoglobin, das Sauerstoff transportiert und speichert.
- Die „schnellen“ oder „weißen“ Fasern können mit hoher Frequenz kontrahieren – das aber nur für kurze Zeit. Dabei entwickeln sie einen enormen Hunger auf ATP-Moleküle, die sie vorwiegend ohne Sauerstoffverbrauch – „anaerob“ – herstellen. Die Fasern enthalten dementsprechend weniger Mitochondrien.

Eine Mischung der Faserarten baut jeden unserer Muskeln auf. „Die Anteile variieren allerdings“, erläutert Geoffrey Gold-

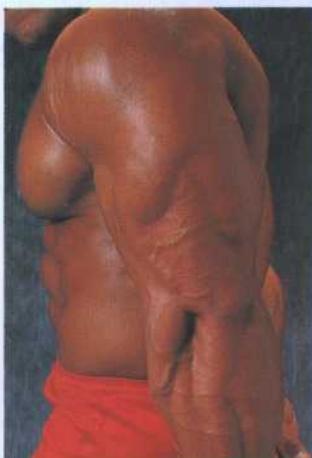
spink, „je nachdem, wofür der Muskel eingesetzt wird.“ Zum Beispiel finden Anatomen viele langsame Fasern im „Soleus“ des Unterschenkels, der aktiv ist, wenn wir stehen, gehen, laufen. Der Bizeps dagegen besteht durchweg aus schnellen Zellen.

Wieviel des einen oder anderen Typs ein Muskel enthält, ist weitgehend genetisch festgelegt. Aber eben nicht ganz.



GEO-Grafik; Quelle: Pickenhain u. a., Sportmedizin

**Radrennfahrer**  
verdanken ihr Stehvermögen einem hohen Anteil an ausdauernden »langsam« Muskelfasern. Bodybuilder dagegen stemmen ihre Gewichte vor allem mit der »schnellen« Variante, die rasch kontrahiert, aber nicht lange durchhält. Durch gezieltes Training lassen sich, wie die Grafik zeigt, die jeweiligen Anteile beider Muskelfaser-Typen verschieben



Training lässt vorhandene Varianten nicht nur selektiv wachsen, sondern schaltet außerdem einige Fasern auf das andere Programm um.

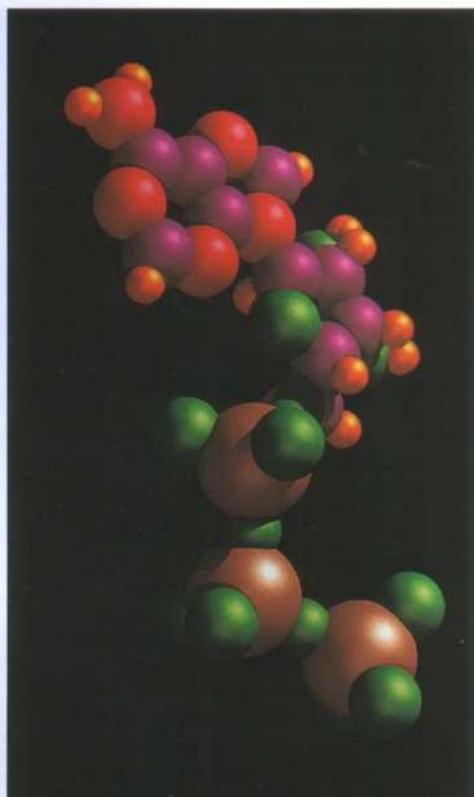
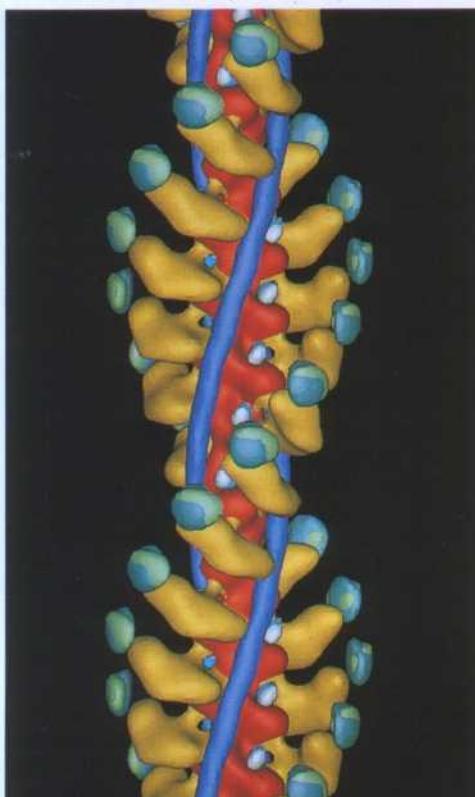
Sportler versuchen diesen Effekt zu fördern. Ausdauerathleten wie Radrennfahrer und Langstreckenläufer überschreiten im Training entweder über längere Zeit ihre Dauerleistungsgrenze geringfügig, oder sie belasten sich mit wechselnder Intensität. Der Anteil schneller Fasern nimmt dadurch ab, individuell unterschiedlich um sechs bis, in seltenen Fällen, um mehr als 50 Prozent. Entsprechend steigt das Quantum der langsamsten Fasern.

Sprinter hingegen bauen schnelle Fasern auf, etwa durch Serien kurzer Belastungsausbrüche, beim sogenannten Tempolauf. Ebenfalls auf die schnellen Fasertypen zielen Gewichtsleger. Im Training belasten sie ihre Muskeln immer wieder mit maximaler Kraft. Dadurch gehen langsame in schnelle Fasern über. In dieser Richtung funktioniert die Umwandlung allerdings weit seltener als umgekehrt.

Eines indes erreichen die Athleten nicht, auch wenn sie sich jeden Tag stundenlang im Kraftraum quälen: daß die absolute Zahl der Muskelfasern zunimmt. Vielmehr teilen sich die Myofibrillen in zwei oder mehrere Tochterstränge.

In jüngster Zeit suchen Forscher im Erbgut nach dem Programm, das die enorme Flexibilität der Muskeln steuert. In einem ersten Schritt haben sie Bauanweisungen für die Motorproteine identifiziert: In Säugetierzellen fanden sie bislang sieben unterschiedliche Myosin-Gene. Die entsprechenden Proteine unterscheiden sich wahrscheinlich darin, wie schnell sie ATP umsetzen können.

Ob der neuen Einblicke, die sie mit molekularbiologischen Methoden zu gewinnen hoffen, geraten Muskelforscher wie Geoffrey Goldspink ins Schwärmen. „Wenn wir nachzeichnen könnten, wie Muskelgene an- und abgeschaltet werden“, resümiert er, „würden sich die Aussichten auf Medikamente, die Fasern künstlich wachsen lassen, drastisch verbessern.“ □



Das Innerste des Muskelmotors – hier als Computergrafiken: Wenn sich Adenosintriphosphat (rechts) mit den blau-grünen »Köpfchen« des Myosins (links) verbindet, wird chemische Energie in Bewegung verwandelt

## STOFFWECHSEL

### Die Jagd nach süßer Energie

„Die Muskulatur“, so bringt es der Freiburger Sportmediziner Joseph Keul auf den Punkt, „ist neben der Leber das größte Stoffwechselorgan des Körpers.“ Und eine „chemische Kraftmaschine“, ergänzt sein Kollege Jürgen Stegemann von der Deutschen Sporthochschule in Köln.

Ob wir zu einem Buch greifen, Treppen steigen oder Gewichte stemmen – um die dafür notwendige Energie zu gewinnen, setzen die Muskelzellen enorme Mengen Kohlenhydrate und Fette um. In einem filigranen Netz chemischer Reaktionen verbrennen sie diese Moleküle quasi auf „kaltem“ Wege und erzeugen dabei den Stoff, der die Motorproteine des Muskels antreibt, das Adenosintriphosphat (ATP). Trainiert jemand seine Kondition, laufen

Produktion und Verwertung dieses universellen Energieträgers rationeller, der Organismus vermag mit gleichem Aufwand mehr zu leisten.

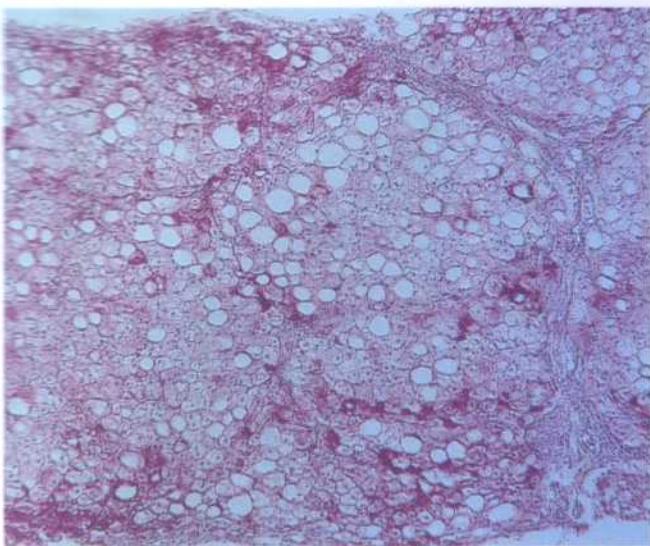
Voraussetzung für jede körperliche Arbeit ist ein reibungsloser ATP-Nachschub. Denn die in den Muskelzellen gelagerten Mengen reichen bei starker Beanspruchung gerade für ein bis drei Kontraktionen aus. Und auch durch gezieltes Training wachsen die ATP-Depots von Sprintern im Vergleich zu Untrainierten und Ausdauerathleten nur um bis zu 20 Prozent. Ist der Vorrat erschöpft, zapft die Zelle nach einer festen Hierarchie unterschiedliche Energiequellen an.

Zunächst greift sie auf einen Energie-Zwischenspeicher zurück, das Kreatinphosphat (KP). Mit dessen Hilfe regeneriert sie Adenosintriphosphat aus dem Vorläufermolekül Adenosindiphosphat (ADP). Bei voller Leistung geht allerdings auch der KP-Vorrat nach sechs bis acht Sekunden zur Neige – wobei Sportler ihn besser ausschöpfen als Untrainierte. 100-Meter-Sprinter etwa können den Energiebedarf eines Laufs weitgehend durch Kreatinphosphat decken.

Dauerleistungen vermag die Muskulatur nur dank zweier Stoffwechselmechanismen zu vollbringen. Beim einen verbrennt sie den Traubenzucker Glukose sowie die aus Fetten stammenden Fettsäuren unter Sauerstoffverbrauch – „aerob“. Beim anderen baut sie Glukosemoleküle ohne Sauerstoff – „anaerob“ – ab. Beide Prozesse laufen immer, allerdings auf unterschiedlich hohen Touren.

Fließt mit dem Blut genug Sauerstoff heran, hat das aerobe System in den Kraftwerken der Zelle, den Mitochondrien, Vorfahrt. Im Zusammenspiel einer großen Zahl biochemischer Reaktionen werden dort Kohlenhydrate und Fettsäuren zu Kohlendioxid abgebaut. Der dabei freigesetzte Wasserstoff wird zu Wasser verbrannt und die gewonnene Energie im ATP gespeichert.

Verbraucht die Muskulatur mehr ATP, als der aerobe Energiegenerator liefern kann, tritt der anaerobe Stoffwechsel in den Vordergrund: Die Zellen



**Wichtiger Kohlenhydratspeicher in Leberzellen: Glykogen, das hier mit einem roten Farbstoff sichtbar gemacht worden ist**

gewinnen ATP, indem sie Glukose über mehrere Zwischenstufen in das „Abfallprodukt“ Milchsäure (Laktat) verwandeln. Die Säure reichert sich in den Muskelfasern und schließlich im Blut an. Die Folge: Der Organismus wird buchstäblich sauer, die im Stoffwechsel unentbehrlichen Enzyme werden gehemmt, und dem Sportler werden die Beine schwer.

„Die aerobe Kapazität zu steigern und den Übergang vom aeroben zum anaeroben System so lange wie möglich hinauszögern“ – das, betont Joseph Keul, sei das Hauptziel eines Ausdauertrainings. Den Effekt erreicht bereits, wer dreimal pro Woche jeweils für 30 bis 45 Minuten bei einem Puls von etwa 130 bis 150 läuft, schwimmt oder radfährt. Die dann effizientere Energieversorgung beruht

auf vielen, kleinen Anpassungen:

- Die Mitochondrien werden zahlreicher und größer. Forscher haben ermittelt, daß nach einem 16wöchigen Schwimmtraining die Eiweißmasse der Zellkraftwerke um 70 Prozent gewachsen war.
- Die Enzyme vor allem des aeroben, aber auch des anaeroben Stoffwechsels werden aktiver.
- Die Muskelzelle synthetisiert mehr Myoglobin. Dieses dem Hämoglobin verwandte Molekül transportiert den Sauerstoff von der Zellhülle in die Mitochondrien.
- Das Glukosereservoir der Muskulatur wächst – auf den gesamten Körper bezogen von 300 auf 400 bis 500 Gramm.

Eine ausdauertrainierte Muskelzelle schont diese Zucker-

reserven so lange wie möglich. Bei Dauerbelastungen speist sie bevorzugt Fettsäuren in den Stoffwechsel ein. 70 bis 90 Prozent des Energiebedarfs einer leichten bis mittelschweren Tätigkeit deckt sie auf diesem Wege. Der Vorrang dieses Brennstoffs ist sehr sinnvoll: Die Fettvorräte des Körpers sind nahezu unerschöpflich – bei einem Normalgewichtigen 20 bis 25 Kilogramm.

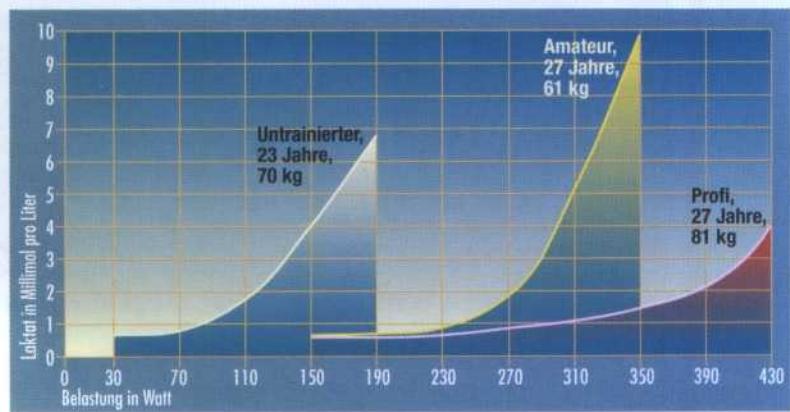
Erst wenn ein Ausdauertrainierter sich sehr lange oder sehr intensiv belastet, greift der Organismus auf Glukose zurück. Dabei zapfen die Muskeln zunächst die Kohlenhydratdepots der Leber an. Bei Bedarf entlädt dieses Organ eine Zuckerflut ins Blut. Als Reaktion auf regelmäßigen Sport stockt es seine Vorräte auf – von etwa 80 auf im Mittel 120 Gramm. Im Extremfall wachsen die Speicher so stark, daß sich die Leber, wie bei Radrennfahrern beobachtet, bis zu einer Hand breit in den Brustkorb hinein ausdehnt.

Zuletzt werden die Kohlenhydratlager der Zelle angegriffen. Deren Kapazität läßt sich für einen Wettkampf deutlich steigern: Der Athlet muß sich einige Tage vor dem Start völlig verausgaben. Wenn er sich dann mit Kohlenhydraten, etwa aus Nudeln in allen Variationen, vollstopft, speichern seine Muskeln den Brennstoff mit maximaler Rate.

An der Grenze der Leistungsfähigkeit entscheiden diese Reserven darüber, ob etwa ein Langstreckenläufer siegt oder verliert. Denn die zelleigenen Glukosenvorräte liefern per anaerobem Abbau die Energie für den Endspurt. □



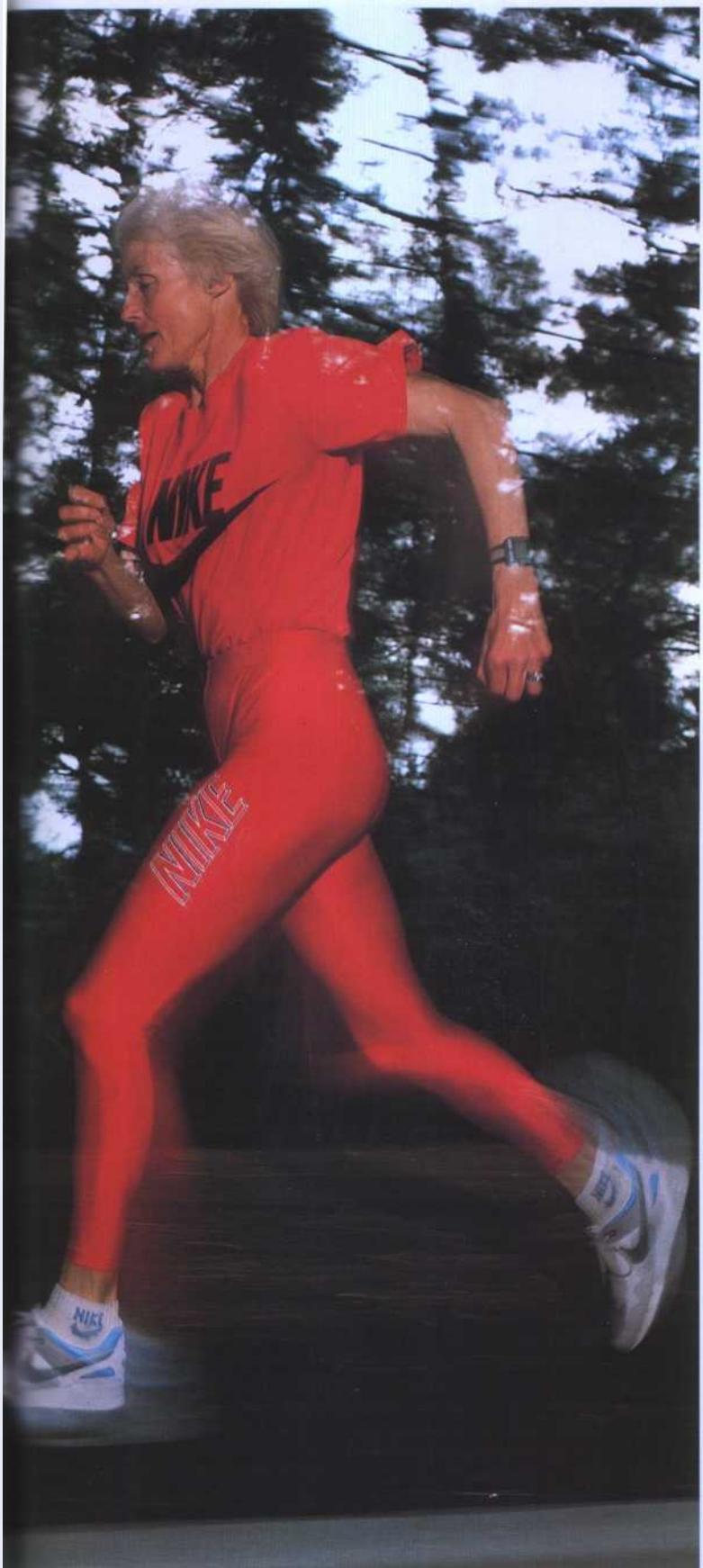
**Ein hoher Spiegel von LDL-Cholesterin (gelb) kann zur Verengung von Arterien führen. Sport vermag die Konzentration der »Blutfette« zu senken**



GEO-Grafik; Quelle: Spektrum der Wissenschaft, August 1986



**Auch wer erst im Alter mit Training**



beginnt, leistet schon bald soviel wie 20 Jahre jüngere Bewegungsmuffel

## KREISLAUF

### Strapazen, die zu Herzen gehen

Eddy Merckx faszinierte nicht nur seine Fans, wenn er bei der Tour de France die Alpenpässe erklimm und im Zeitfahren über die Straßen flog. Der Champion beeindruckte auch die Sportwissenschaftler, als er auf den Ergometern der Deutschen Sporthochschule (DSH) in Köln zeigte, was in ihm steckte. Bei einem Puls von 178 Schlägen in der Minute tankte der Ausnahmearbeit 84 Milliliter Sauerstoff pro Minute und Kilogramm Körpergewicht. Untrainierte Männer bis zum Alter von 30 Jahren nehmen hingegen zwischen 40 und 55 Milliliter auf, Frauen zwischen 32 und 40.

Die bei Merckx gemessene „relative maximale Sauerstoffaufnahme“ – dieser Wert gilt Medizinern als Kriterium für die Kondition – zeigt eindrucksvoll, wie weit sich der Organismus extremer Beanspruchung anpassen kann. Herz und Kreislauf, Atmung und Sauerstofftransport arbeiten bei körperlich geforderten Personen wirtschaftlicher und letztlich schöner.

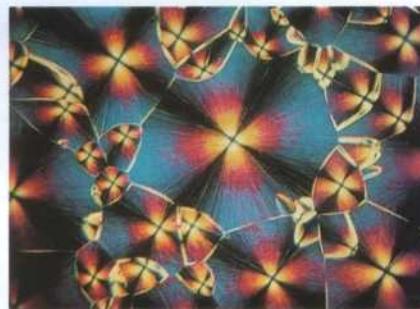
Das Kreislaufsystem profitiert von einem Training allerdings nur, wenn mindestens die „kritische Masse“ von einem Sechstel der Gesamtmuskulatur – also etwa ein Bein – beansprucht wird und dies länger als drei Minuten. Erst dann kommt der „aerobe“ Stoffwechsel, der unter Sauerstoffverbrauch Energie produziert, richtig in Schwung.

Um ihn anschließend auf Touren zu halten, muß ausreichend Sauerstoff nachfließen. Voraussetzung dafür ist eine gute Muskeldurchblutung, die durch Training verbessert wird: Die Kapillaren, haarseine Blutgefäße, nehmen bis zu 40 Prozent zu.

Schon nach wenigen Wochen regelmäßigen Ausdauersports schöpfen die Muskelfasern – bedingt unter anderem durch einen rationelleren Energietoffwechsel – auch mehr Sauerstoff aus dem arteriellen Blut ab. Die sogenannte arteriovenöse Differenz, der Unterschied der Sauerstofffracht im

Blut vor und nach der Entladung, beträgt bei einem sportlichen Durchschnittsmenschen unter maximaler Belastung zehn bis zwölf, bei einem Spitzensportler 18 bis 19 Prozent. Dies zeigt: Entscheidender als die Atemkapazität der Lunge beeinflußt die Nachfrage im Muskel die maximale Sauerstoffaufnahme.

Die Leistungskraft des Organismus schaukelt sich regelrecht hoch: Durch die bessere Sauerstoffnutzung muß er erst bei höherer Beanspruchung auf die „anaerobe“ Energieproduktion umschalten, bei der müde machende Milchsäure anfällt. Durch Training vergrößert sich außerdem das Blutvolumen, von durchschnittlich fünf auf sieben bis acht Liter. Dementsprechend mehr sauerstoffbindendes Hämoglobin kreist in den Adern.



Unentbehrlicher Zellbaustein  
mit schlechtem Ruf: Cholesterin

Die Herzen von Langstreckenläufern, Radrennfahrern und Ruderern können überdies beträchtlich an Größe zulegen. Während ein gesundes Männerherz im Durchschnitt ein Volumen von 750 bis 800 Millilitern hat, registrieren Mediziner bei Hochleistungssportlern 900 bis 1200, in Extremfällen gar 1700 Milliliter.

Um die Sauerstoffnachfrage im Muskel zu befriedigen, muß das vergrößerte Herz von Topathleten weniger schnell schlagen als das eines untrainierten Menschen. Es treibt mit jedem Schlag 150 bis 200 Milliliter Blut in den Körper; ein untrainiertes Herz schafft höchstens 120 Milliliter. Spitzensportler haben daher einen deutlich niedrigeren Ruhepuls. Selbst Werte von 30 Schlägen pro Minute sind belegt – die Regel sind 70 bis 80. Die Anpassung schont das Organ. Der Sport-

mediziner Wilfried Kindermann von der Universität Saarbrücken konstatiert: „Bei gleicher Belastungsintensität verbraucht der Herzmuskel weniger Sauerstoff.“

Ohne dieses Gas versagt das Herz. Denn anders als Skelettmuskeln kann es seinen Energiehunger fast nur mit Hilfe von Sauerstoff, also aerob, stillen. Ein Lauftraining optimiert diesen Stoffwechsel – analog den Anpassungen im Skelettmuskel. Immerhin verfügen Herzmuskelfasern über einen Weg, durch die Verbrennung von Milchsäure Energie zu gewinnen. Das Organ sorgt somit dafür, so Jürgen Stegemann, Leiter des physiologischen Instituts der DSH, „daß das bei anaerober Arbeit in den Skelettmuskeln gebildete Laktat während der Belastung verbraucht wird“. Und der Körper länger durchhält.

Aber nicht nur Athletentraining tut Herz und Kreislauf Gutes. Dazu reicht schon ein bescheideneres Bewegungsprogramm. Vor allem ältere Menschen profitieren davon, denn ohne Training fällt die aerobe Ausdauer nach dem 30. Lebensjahr stetig ab. Wie leicht sich der Trend stoppen lässt, stellten Mediziner der Deutschen Sporthochschule fest: Sie ließen 55- bis 70jährige Männer, die jahrzehntelang keinen Sport getrieben hatten, dreimal die Woche jeweils 30 bis 40 Minuten auf Ergometern strampeln. Schon nach acht Wochen hatte sich die maximale Sauerstoffaufnahme um 18 Prozent erhöht. Die Probanden waren so leistungsfähig geworden wie 20 Jahre jüngere untrainierte Personen.

Wer solch ein Minimal-Pensum jahrelang durchhält, stärkt nicht nur seine Ausdauer. Er

mindert, dafür sprechen einige Studien, auch das Risiko, an Herzleiden zu erkranken. Den Schutzeffekt schreiben Wissenschaftler mehreren Phänomenen zu:

- Ein trainiertes Herz benötigt weniger Sauerstoff, wodurch sich die Gefahr eines Infarktes verringert. Zudem dauert die Phase des Erschlaffens zwischen zwei Kontraktionen bei einem kräftigen Herzen länger. Vor allem in dieser Phase wird der Herzmuskel mit Blut versorgt.
- Die Fließeigenschaften des Blutes verbessern sich: Die roten Blutkörperchen werden elastischer und passen sich leichter der Form der Kapillaren an. Das Herz kann seine Schlagkraft reduzieren.
- Die Blutplättchen verklumpen weniger leicht. Entsprechend seltener bilden sich lebensgefährliche Blutgerinnsel.
- Der Anteil des „guten“ HDL-Cholesterins wächst auf Kosten des LDL-Cholesterins, das Mediziner für eine wesentliche Ursache der Arteriosklerose halten.
- Moderater Sport kann den Blutdruck senken, wenn auch nur gering. Hochleistungstraining dagegen scheint ihn leicht in die Höhe zu treiben.
- Weil ein trainierter Körper auch in Ruhephasen mehr Energie verbraucht, verschwinden überflüssige Pfunde, die das Herz belasten.
- Die Wände der Adern bleiben offenbar elastischer. Und geschmeidige Gefäße senken den Kraftaufwand des Herzens.

Bei der Jagd nach gesundheitlichem Nutzen sollten Breitensportler allerdings nicht übertreiben. „Laufen ohne zu schnaufen“, lautet die griffige Devise von Sportmedizinern. Im Blut von 50 per Zufall ausgewählten Freizeitjoggern, die Klaus Völker von der DSH untersuchte, zirkulierte zum Beispiel durchweg doppelt soviel Milchsäure, wie zuträglich wäre. „Dann entfalten sich die Anpassungen nur bedingt“, warnt Wildor Hollmann, Gründer des Instituts für Kreislaufforschung und Sportmedizin der Kölner Hochschule.

Eine natürliche Sicherung bewahrt indes übereifrige Trimmfans vor dem Schlimmsten: Bevor das Herz eines gesunden Menschen schlapp macht, geben die Skelettmuskeln auf. □



**Sport hält die Gefäßwände elastisch und schont so das Herz**

### Hormonkristalle in polarisiertem Licht – unter dem Mikroskop vergrößert



**Steigert Pulsfrequenz und Blutdruck: das Stresshormon Adrenalin**



**Stimuliert die Speicherung von Kohlenhydraten in der Leber: Cortisol**



**Fördert den Muskelaufbau: das männliche Geschlechtshormon Testosteron**



**Reguliert den Blutzuckerspiegel und damit den Brennstoffnachschub: Insulin**

## HORMONE

### Was den Boten Beine macht

Manchem Marathonläufer beschert seine Leidenschaft in höherem Alter Dauerstress: Nach einer Untersuchung des Münchener Max-Planck-Instituts für Psychiatrie hatten Langstreckler im Durchschnittsalter von 55 Jahren, die jahrelang Woche für Woche 120 bis 150 Kilometer gelaufen waren, einen erhöhten Spiegel des Stresshormons Cortisol im Blut.

Cortisol ist einer jener körpereigenen Botenstoffe, deren Regulation sich durch intensiven Sport dauerhaft ändern kann. Die meisten Hormone reagieren hingegen nur kurzfristig auf körperliche Anstrengung. Wenn der Organismus gefordert wird, erfüllen sie indes eine zentrale Aufgabe: Sie vermitteln sozusagen das Gespräch zwischen Organen. So können diese einander alarmieren und rasch reagieren.

Voraussetzung einer Topleistung ist genügend Energie. Den dafür nötigen Nachschub an Zucker und Fettsäuren aus der Leber und dem Fettgewebe kurbeln zum Beispiel die Stresshormone an, zu denen neben Cortisol das Adrenalin und das Noradrenalin zählen. Erzeugt werden die drei Boten-

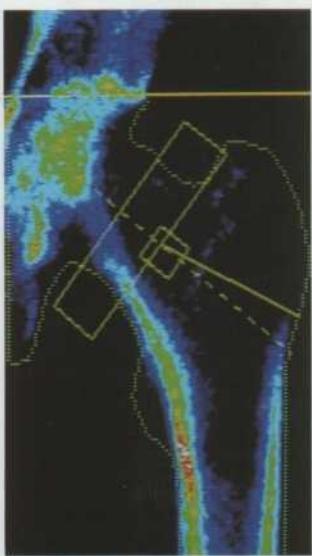
stoffe in den Nebennieren, die durch hartes Training an Umfang und Gewicht zulegen.

Unmittelbar nach großen Belastungen kursiert mitunter 15mal soviel Stresshormon im Blut wie normalerweise. Danach wird die Cortisol-Produktion über eine „Rückkopplungsschleife“ wieder gedrosselt. Diese natürliche Bremse ist den Münchener Forschern zufolge bei den untersuchten Marathonläufern gestört.

Sportler, die nicht ständig an ihre Grenzen gehen, verkraften Stress indessen besser, auch im Vergleich zu Bewegungsmuffeln. Bei ihnen nimmt die Konzentration der Hormone unter Anspannung langsamer zu. Überdies hemmt Training den Empfang der Stresskuriere: Die Rezeptoren, jene Strukturen auf der Zelloberfläche, zu denen die Hormon-Moleküle passen wie ein Schlüssel zum Schloß, reagieren dann weniger empfindlich.

Beim Insulin dagegen lassen sich die Rezeptoren sensibilisieren. Dieses Hormon und sein Gegenspieler Glukagon kontrollieren den Blutzuckerspiegel: Trinken wir beispielsweise gesüßten Kaffee, entlädt die Bauchspeicheldrüse ein Heer von Insulin-Molekülen, die Kurs auf die Leber nehmen. Deinen Zellen entziehen dem Blut daraufhin Zucker und speichern ihn als Glykogen, eine Form von Stärke. Jene Diabetiker, deren Leiden durch „abgestumpfte“ Insulin-Rezeptoren mitverursacht wird, können diesen Qualitätsverlust mit mäßigem Ausdauertraining erfolgreich bekämpfen. Dann wird, so der Sportmediziner Wilfried Kindermann von der Universität Saarbrücken, „die gleiche Menge Glukose mit weniger Insulin umgewandelt“.

Eng gekoppelt mit körperlicher Leistung sind die Geschlechtshormone. Der männliche Sexualkuriere Testosteron, der – freilich in weit geringerer Menge – auch durch die Adern von Frauen strömt, stimuliert den Aufbau und hemmt zugleich den Abbau von Muskelmasse. Während einer Anstrengung steigt die Konzentration an. In der Erholungsphase fällt der Spiegel wieder dramatisch ab. Ob Training den Testoste-



Moderates Training bremst den Abbau von Knochensubstanz:  
Eine gesunde Hüfte (links) erscheint in der radiologischen Aufnahme deutlich dichter als eine »entkalkte« (rechts)

ron-Haushalt auch langfristig verändert, ist unklar.

In die Produktion der weiblichen Geschlechtshormone greift Leistungssport dagegen dauerhaft ein. Dänische Mediziner fanden im Blut von Spitzensportlerinnen, die wöchentlich im Schnitt 67 Kilometer zurücklegten, zwischen 25 und 44 Prozent weniger Östradiol und Progesteron als bei Sportlerinnen, die im gleichen Zeitraum nur 20 Kilometer absolvierten. Damit verbunden, blieb die Regelblutung bei rund jeder zehnten Topathletin aus, hingegen nur bei einer von hundert Freizeitsportlerinnen.

Spitzensportlerinnen können sich mit ihrer Lauflust einen weiteren Nachteil einhandeln: Mit sinkendem Spiegel an Östrogenen – zu dieser Hormonfamilie zählt das Östradiol – wächst die Gefahr, an Osteoporose zu erkranken. Bei diesem Leiden, das Frauen häufig nach den Wechseljahren trifft, wird das Knochengewebe brüchig. Bei jenen an der dänischen Studie beteiligten Topathletinnen, deren Regelblutung ausgeblichen war, lag die Knochendichte in der Tat zehn Prozent unter dem Normalwert. Bei Freizeitjoggerinnen fanden die Mediziner keinen Schwund.

Im Gegenteil: Wer moderat Sport treibt, scheint sogar die Stabilität seines Knochengewebes zu erhöhen. Zumindest stellten mehrere Forschergruppen fest, daß das Risiko, sich eine Hüfte zu brechen, bei maßvoll trainierenden Frauen nur halb so groß ist wie bei untrainierten. □

## IMMUNSYSTEM

### Kleine Mühen stärken die Abwehr

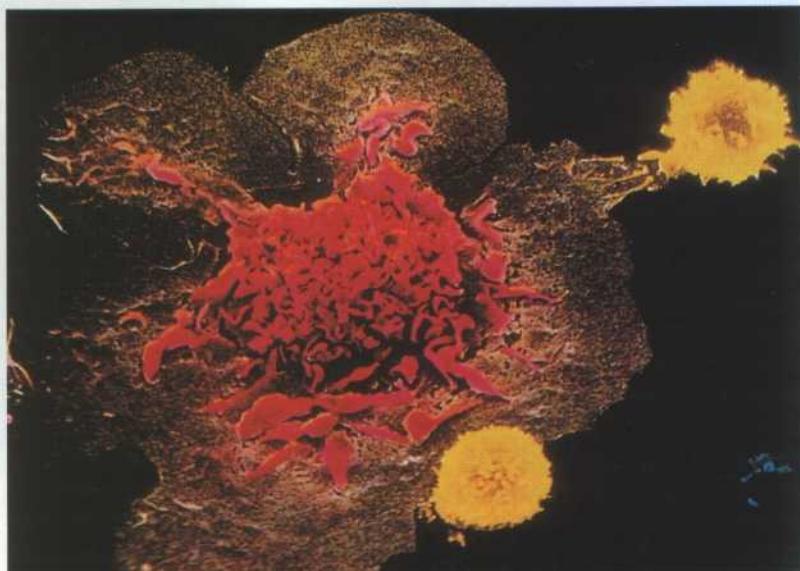
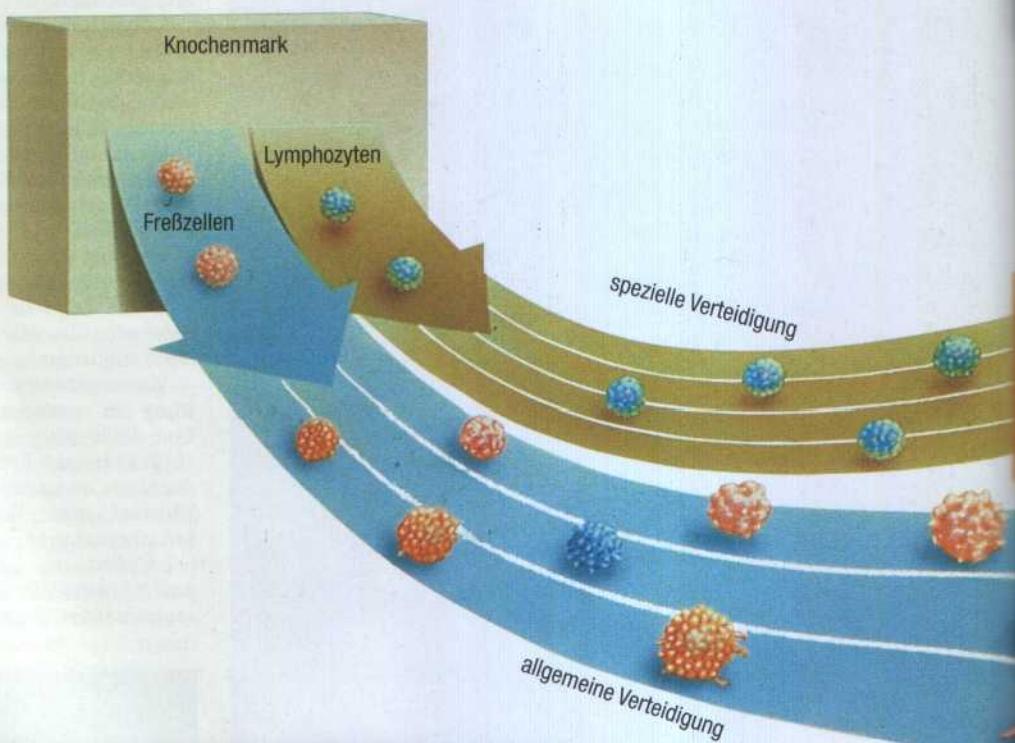
Besonders häufig schniefen und husteten die mit der besten Kondition: Während der Vorbereitung auf die Commonwealth-Spiele 1986 hatten, so stellte der Glasgower Sportarzt Alan Roberts fest, 78 Prozent der schottischen Athleten eine Infektion. Von der weniger trainierten Kontrollgruppe wies le-

diglich ein Viertel Merkmale einer Virusattacke auf. Ob solcher Befunde liegt die Frage nahe: Schwächt intensives Training die Immunkräfte, ohne die wir leichte Beute wären für Erreger?

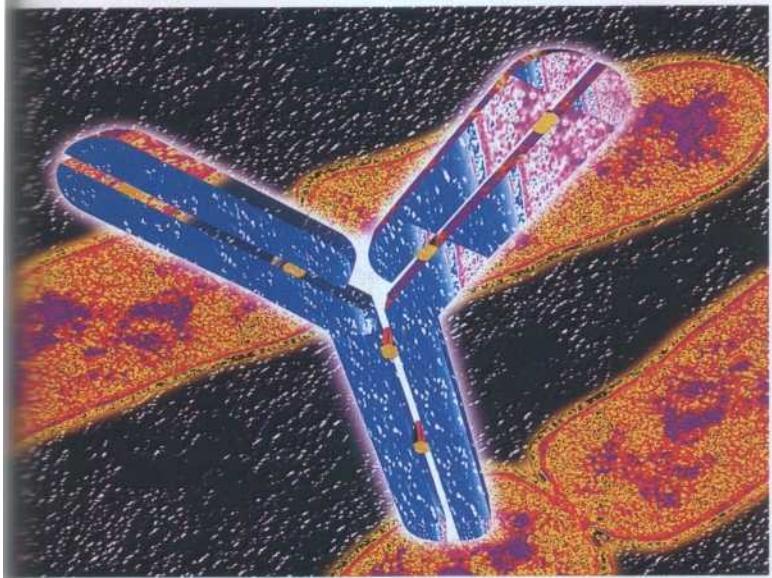
„Daß Leistungssportler anfälliger sind, ist mehrfach statistisch gesichert“, konstatiert der Kölner Immunologe Gerhard Uhlenbrück. Unsicher ist dagegen die Interpretation der epidemiologischen Daten. Sind etwa Athleten anfälliger, weil sie bei Wind und Wetter ihre Runden drehen? Oder weil sie häufig in Gruppen trainieren, in denen sich Keime schnell ausbreiten?

Klare Antworten hofften Wissenschaftler mit Hilfe der immer feiner gewordenen Instrumente der Molekularbiologie zu finden. Doch auch damit vermochten sie das komplexe Geschehen nicht völlig zu entwirren. Ein „einheitliches Bild“ der Effekte von Ausdauertraining auf das Immunsystem zu zeichnen ist nach Einschätzung Uhlenbrucks nach wie vor „ungeheuer schwierig“ – trotz vieler inzwischen gewonnener Detailkenntnisse.

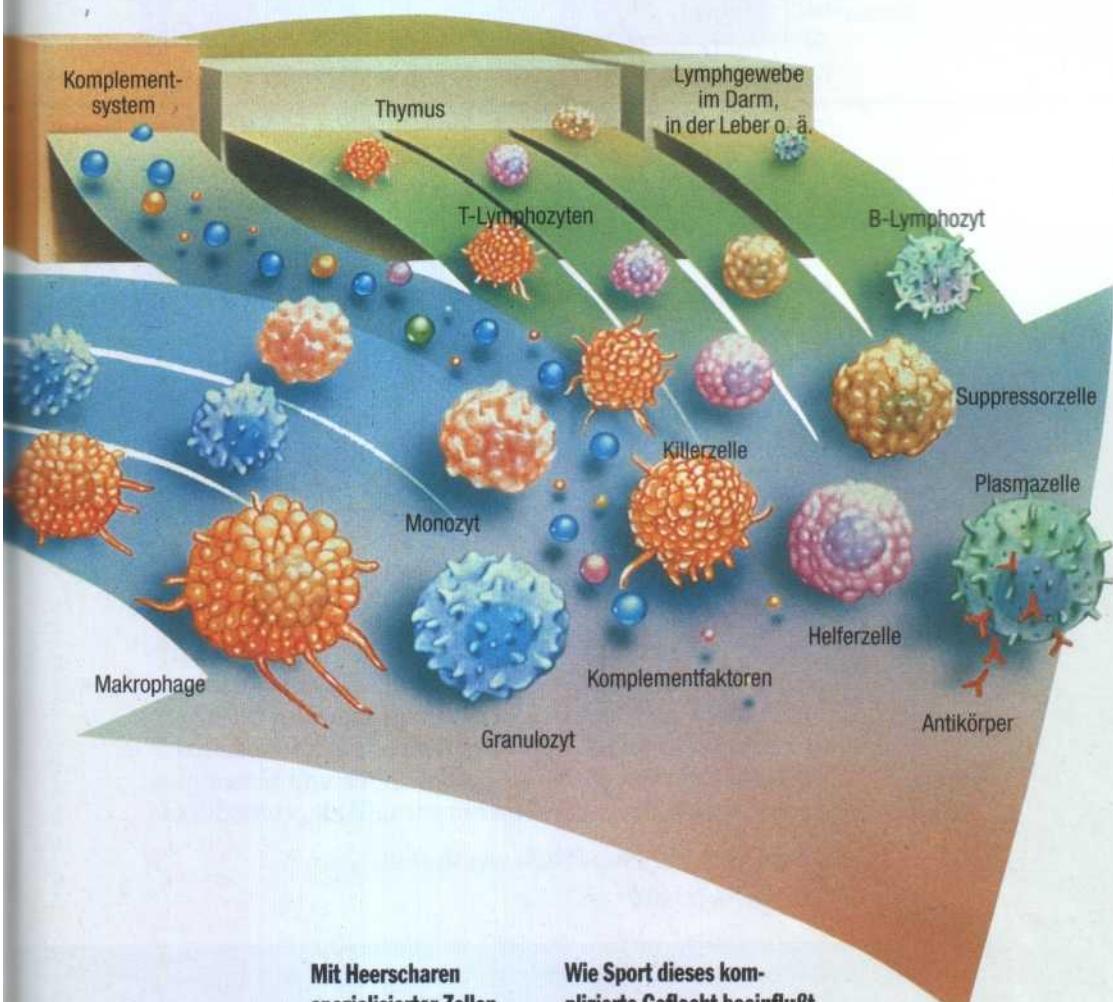
So haben Forscher herausgefunden, daß unmittelbar nach sportlicher Belastung die Gesamtzahl der weißen Blutkörper-



Zwei Killerzellen (gelb) haben eine Krebszelle zerstört. Ob regelmäßige Bewegung diese Abwehrtruppen des Immunsystems anspornen und damit Tumoren verhindern kann, wissen Forscher nicht sicher. Tierversuche sprechen allerdings dafür



**Antikörper wie jener, dessen schematische Darstellung hier vor Tuberkelbazillen montiert wurde, heften sich an Erreger und markieren sie so für Freßzellen. Nach Ausdauertraining steigt die Zahl dieser Riesenmoleküle durchweg um zehn Prozent**



**Mit Heerscharen spezialisierter Zellen wehrt unser Organismus Krankheitskeime ab.**

**Wie Sport dieses komplizierte Geflecht beeinflußt, beginnen Wissenschaftler erst zu verstehen**

perchen vorübergehend auf das Dre- bis Fünffache hochschnellt. Der Löwenanteil des Zuwachses geht dabei meist auf das Konto der sogenannten Neutrophilen, kurzlebiger Zellen, die Bakterien abtöten.

Außerst widersprüchlich sind die Befunde bei den T-Lymphozyten, einer Unterfamilie der weißen Blutkörperchen. Während der Vorbereitung auf die Olympischen Spiele 1988 sanken bei einzelnen Spielern des deutschen Hockey-Teams die für die Koordination der Immun-Heerscharen besonders wichtigen T4-Helferzellen auf ein Maß, das Mediziner sonst

nur von AIDS-Patienten kennen. Diese Zellen geben bei einer Bakterieninvasion das Startsignal für die Produktion von Antikörpern.

Andere Wissenschaftler registrierten bei Probanden, die auf einem Ergometer kräftig strampelten, vorübergehend mehr Helfer- und Killerzellen. Diese Lymphozyten können Tumorkarzinome und von Viren befallene Körperzellen vernichten. Zu ihrer völligen Verwirrung fanden die Forscher auch mehr Suppressorzellen, welche die Abwehrbataillone nach getaner Arbeit bremsen.

Ein ähnlich konfuses Bild bietet sich bei den Antikörpern, jenen Molekülen, die sich an Bakterien heften und sie dadurch für Killer- sowie Freßzellen markieren. In der Regel steigt die Antikörperzahl nach Ausdauertraining um rund zehn Prozent. Einige Studien ergaben jedoch, daß nach sportlicher Betätigung der Spiegel bestimmter Antikörpertypen sank. So entdeckte Lynn Fitzgerald von der Londoner St. George's Hospital Medical School bei Langstreckenläufern am Ende einer anstrengenden Saison niedrige Konzentrationen der häufigsten Antikörperklasse, der Immunoglobuline vom Typ G.

„Leistungssport“, resümiert Gerhard Uhlenbrück, „scheint die Immunabwehr vorübergehend zu schwächen.“ Deutlichere Worte findet der Immunologe hingegen für die Wirkung von Breitensport: „Zweifellos stabilisiert Ausdauertraining in Maßen vor allem die Körperabwehr älterer Menschen.“ Dreimal die Woche jeweils 45 Minuten eines Ausdauersports, „der Spaß macht“, wirke Fehlregulationen entgegen.

Dies belegt eine Untersuchung von Wissenschaftlern aus Shanghai: 30 Frauen und Männer über 60 Jahre, die regelmäßig dem chinesischen Nationalsport Taiji frönten, verfügten über rund 40 Prozent mehr aktive T-Zellen als Kontrollpersonen. Kanadische Forscher bestätigten den positiven Effekt körperlicher Betätigung: Sportliche Senioren zwischen 65 und 100 Jahren litten während der dreimonatigen Studie deutlich seltener an schweren Erkäl-

tungen als inaktive Altersgenossen.

Offenbar löst moderates Training entzündungähnliche Reaktionen im Muskelgewebe aus, vergleichbar jenen am Anfang einer harmlosen Infektion. Diese Mikrotraumata stacheln die Körperabwehr an: Interleukine, Botenstoffe der Schutztruppen, flottieren vermehrt durch die Adern. Die Empfänger der Nachrichten, die Lymphozyten, reagieren zugleich empfindlicher auf die Signale. Insgesamt, so Uhlenbrück, „läuft der Funkverkehr im Immunsystem besser“.

Wie eine Reihe anderer Wissenschaftler vertritt der Kölner Immunologe die These, daß vergnüglicher Sport die Abwehr auch indirekt stabilisiere – über die Psyche. Er beruft sich dabei auf die Erkenntnisse einer noch relativ jungen Forschungsdisziplin, der Psychoneuroimmunologie. Demnach sind die drei Kommunikationsnetze des Organismus, Nerven-, Immun- und Hormonsystem, vielfach miteinander verwoben.

In der Tat dämpft starker psychischer Stress, etwa durch den Tod des Ehepartners, die körpereigene Abwehr. Bei derart depressiv gestimmten Menschen arbeiten, wie Untersuchungen von Michael Irwin von der University of California in San Diego andeuten, Killerzellen weniger effektiv, und die Zahl der T-Helferzellen nimmt ab. Daß wohldosierte Bewegung die Stimmung und damit den Immunstatus etwa von Brustkrebspatientinnen heben kann, belegen erste Ergebnisse eines Forschungsprojekts der Universität Köln und einer Kurklinik in Bad Oeynhausen.

Ob Sport in Maßen auf lange Sicht Krebs verhindert, wissen Forscher nicht. Tierversuche sprechen allerdings dafür: Bei Mäusen, die täglich 200 Meter in einer Tretmühle rannten, wuchsen Tumoren deutlich langsamer als bei untrainierten Nagern. Ungeklärt ist auch, ob jahrelanger Hochleistungssport das Krebsrisiko erhöht: Vier Studien sprechen dafür, vier dagegen. □

## GEHIRN

### Kondition nützt auch dem Kopf

Die Erkenntnis ist vergleichsweise neu und in Lehrbüchern kaum zu finden: Wenn wir uns bewegen, werden nicht nur die Muskeln stärker durchblutet, sondern auch bestimmte Regionen des Gehirns. Lange waren Mediziner der Ansicht, daß selbst schwere körperliche Arbeit auf den Blutstrom in unserem Denk- und Steuerorgan keinen Einfluß hätte.

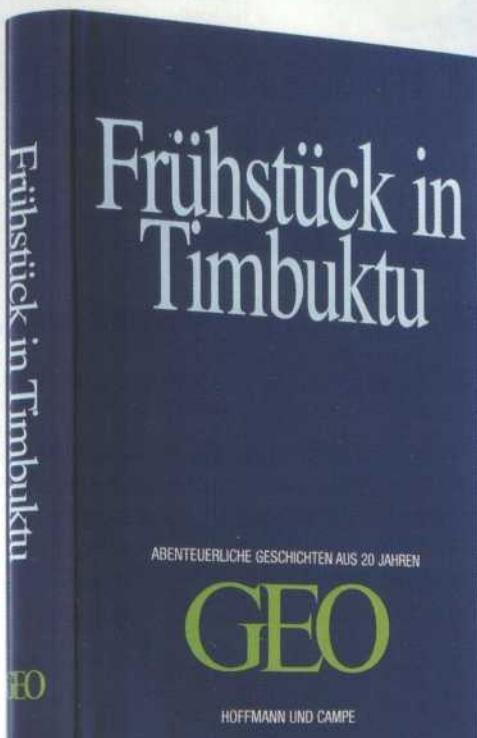
Tatsächlich wechselwirken Muskulatur und Gehirn, das legt der Befund nahe, viel stärker miteinander als vermutet. Wie und in welchem Ausmaß das Zentralnervensystem auf sportliche Anforderungen reagiert, ist allerdings noch weitgehend ungeklärt.

Um das zu erhellen, spritzten zum Beispiel Wildor Hollmann

von der Deutschen Sporthochschule und Wolf-Dieter Heiss vom Max-Planck-Institut für neurologische Forschung in Köln Athleten eine radioaktive Variante des Edelgases Xenon ins Blut. Anschließend registrierten sie, wo dieses vermehrt hingeschwemmt wurde. Ergebnis: Den Versuchspersonen strömte bei 25 Watt Leistung auf einem Fahrradergometer 15 Prozent mehr Blut ins Gehirn, bei 100 Watt 25 bis 40 Prozent mehr. 100 Watt entsprachen dabei rund 40 Prozent der Maximallistung. „Die besser versorgten Bereiche“, berichtet Hollmann, „erstreckten sich über die gesamte Großhirnrinde.“

Normalerweise signalisiert eine intensivere Durchblutung einen auf höheren Touren laufenden Stoffwechsel und damit einen höheren Zuckerverbrauch. Entgegen dieser Regel verbrannten die Nervenzellen, wie Ludwig Emil Feinendegen und Hans Herzog vom Forschungszentrum Jülich herausfanden, acht bis 15 Prozent we-

## DIE WELT M AUGEN



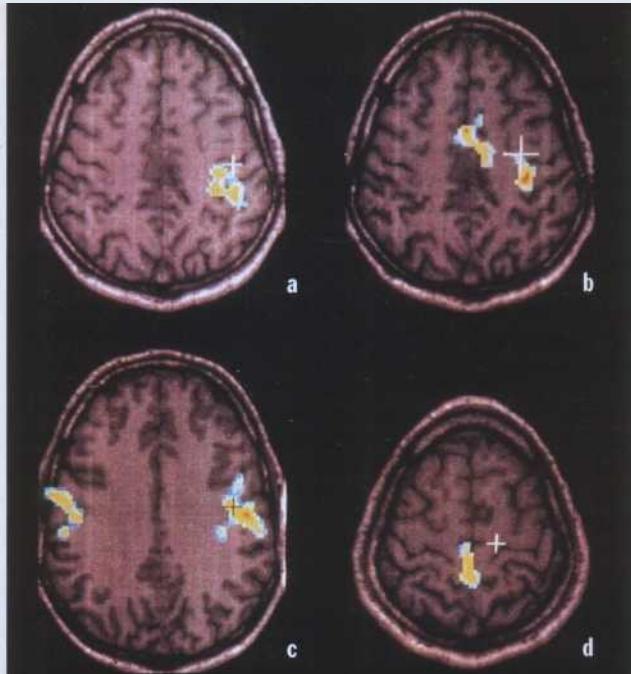
### FRÜHSTÜCK IN TIMBUKTU

#### Abenteuerliche Geschichten aus 20 Jahren GEO

Nichts ist phantastischer als die Wirklichkeit. Deshalb hat Chefredakteur Peter-Matthias Gaede erstmals in einem Erzählband die abenteuerlichsten Reportagen aus 20 Jahren GEO zusammengefaßt. Ein Buch voller Expeditionen ins Ungewisse, Reisen zu Menschen auf nahen und fernen Planeten, Erkundungen in einer bizarren Welt.

Format 13,5 x 21 cm, 350 Seiten, Gebunden  
Preis 39,80 DM/sfr

IN JEDER GUTEN  
BUCHHANDLUNG  
ERHÄLTLICH.



**Muskeln und Denkorgan sind enger gekoppelt als lange vermutet. Messungen mit der Positronen-Emissions-Tomographie ergaben eine höhere Durchblutung in typischen – farbig markierten – Hirnregionen, wenn eine Versuchsperson jeweils rechts den Zeigefinger (a), den Daumen (b), die Wange (c) und den Fuß (d) bewegte**

niger Glukose. „Warum, wissen wir nicht“, gibt Wildor Hollmann zu.

Der Mediziner vermutet, daß mit dem Blut Botenstoffe „so rasch wie möglich“ zu Empfangsstellen transportiert werden sollen, die in anderen Hirnregionen sitzen, aber auch im Herzen und in der Leber. Unter den molekularen Nachrichten sind mit Sicherheit körpereigene Morphine, die Endorphine. Sie heben die Schmerzschwelle und verursachen das Hochgefühl, das zum Beispiel Langläufer überkommt.

Für eine Rückkopplung zwischen dem Bewegungs- und dem Denkorgan sprechen auch andere Befunde: Bei Affen verhindern über längere Zeit ausgeführte Koordinationsübungen den altersbedingten Schwund von Dendriten, jenen verzweigten Fortsätzen einer Nervenzelle, die biochemische Signale empfangen. Nach längerem Training vergrößerten sich bei den Tieren sogar die durch die Bewegung beanspruchten Hirnregionen. Einige Forscher über-

tragen diese Ergebnisse auf den Menschen und raten deshalb zu physischen Übungen wider den neuronalen Abbau.

Eine Wechselwirkung haben Wissenschaftler überdies zwischen dem Muskelstoffwechsel und dem für Emotionen zuständigen limbischen System des Gehirns festgestellt. Sie halten es deshalb für denkbar, daß motorische Antriebslosigkeit und depressive Stimmung eng zusammenhängen. Vor allem im Alter fehlt es den Nervenzellen häufig an Stimulation durch die Muskulatur, weil diese natürlicherweise schwindet. Diesem schleichenden Verlust läßt sich allerdings schon mit einem minimalen Krafttraining begegnen. Nach Ansicht von Wildor Hollmann reicht es, die großen Skelettmuskelgruppen jeden Tag fünfmal je fünf Sekunden lang mit mindestens zwei Dritteln der Maximalkraft anzuspannen. □

Die Beiträge des Magazins hat **Klaus Wilhelm**, 32, verfaßt. Der Biologe arbeitet in der Nähe Göttingens als freier Wissenschaftsjournalist.

# IT ANDEREN SEHEN

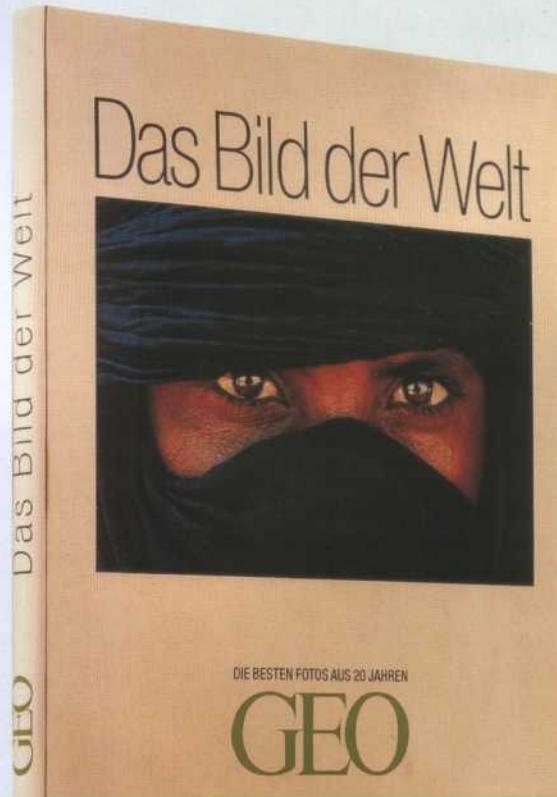
## DAS BILD DER WELT

Die besten Fotos aus  
20 Jahren GEO

„The best of GEO“ – zum 20. Geburtstag eines in Europa einzigartigen Magazins präsentiert dieses Buch die besten Fotos aus zwei Jahrzehnten GEO.

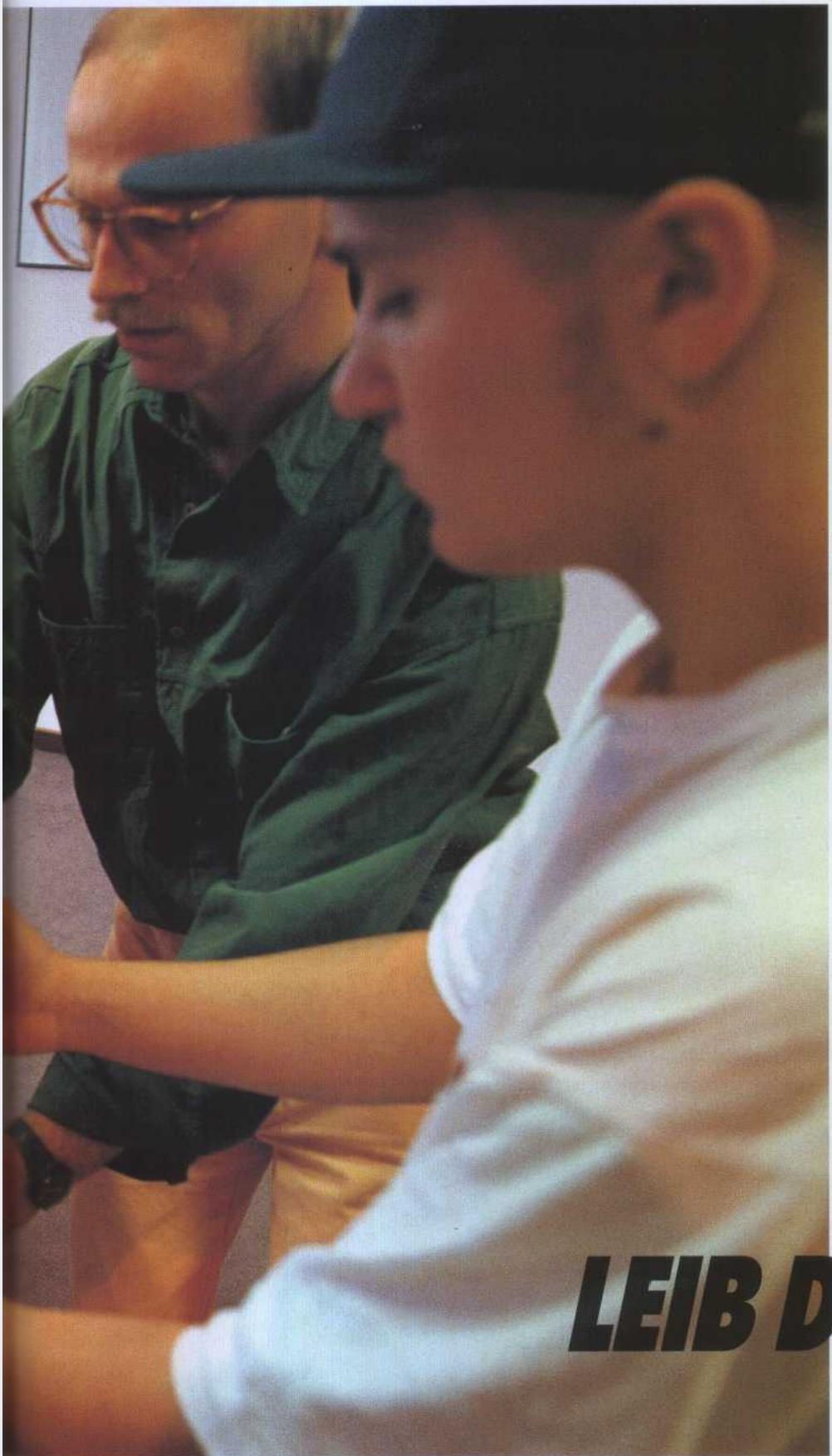
Rund 400 optische Höhepunkte aus den schönsten, anrührendsten, aufregendsten, geheimnisvollsten und bezauberndsten GEO-Reportagen. Das Bild der Welt.

Format 25 x 30 cm, 286 Seiten, Gebunden  
Preis 98,- DM/sfr



**BÜCHER VON GEO**

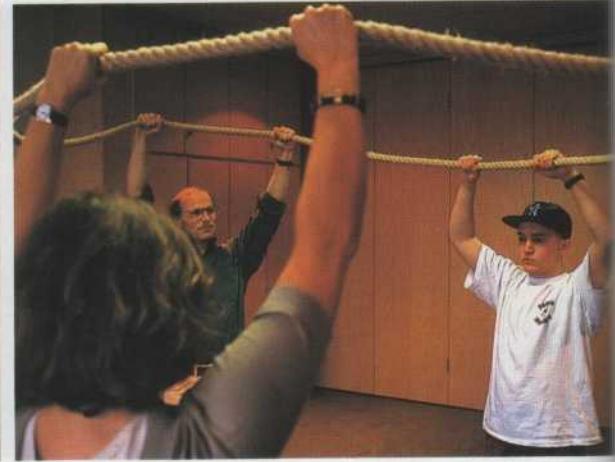
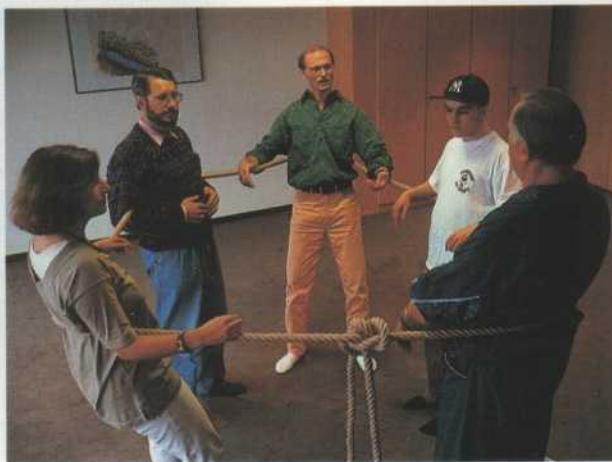




Die Hand auszustrecken und einander nahezukommen ist für Gemütskranke keine leichte Übung. Denn sie leben oft sozial isoliert, und vielen ist ihr Körper fremd geworden. In der Hardtwald-Klinik in Bad Zwesten versuchen sie, ihn neu zu entdecken, und hoffen, damit auch ihr seelisches Gleichgewicht zu finden. Die Therapeuten helfen ihnen dabei mit ungewöhnlichen Mitteln – mit Sport und mit Spiel

**MIT DEM  
LEIB DIE SEELE  
STÄRKEN**

Bei Spiel mit dem Seil und bei Partnerübungen zeigt sich, wie schwer es manchen Patienten fällt, sich zurückzulehnen und darauf zu vertrauen, daß die anderen sie halten. Körperhaltungen signalisieren auch Lebenshaltungen, sagen die Therapeuten. Wenn ein Kranker das Tau kraftlos amfaßt, statt fest zugreifen, versuchen sie ihm das bewußt zu machen. So wollen sie ihm eine Brücke bauen zu einer Veränderung



**Am Seil gewinnen sie Sicherheit fürs tägliche Leben**



**S**teinernen Gesichts starrt Robert Dorka\* die Stute Comtess an. Reglos hängen seine Arme herunter. Nur die Füße des 20jährigen scheinen lebendig zu sein: Aufgeregt trippeln sie hin und her – Zeichen seiner inneren Unrast. Robert Dorka leidet an Schizophrenie.

„Sie sind dran, Robert“, ruft Rosemarie Grzyb. Mit Schwung hebt sie ihn in den Sattel. Auf dem Pferderücken wird der entzweite Körper auf einmal eins. Die Beine, die Robert sonst nie ruhig halten kann, schlingen sich um die Flanken der Stute. Und über das äußere scheint er für den Moment auch sein inneres Gleichgewicht zu finden. „Da sehe ich doch einen verkappten Reiter“, lobt ihn die Reitlehrerin. Roberts abweisendes Gesicht öffnet sich und birst vor Stolz.

„Der Körper erzählt die Leiden der Seele“, hat der Bewegungstherapeut Jürgen Lippek erkannt. Der Diplom-Motologe, der seit 15 Jahren in der Abteilung Psychiatrie und Psychotherapie der Hardtwaldklinik I im nordhessischen Bad Zwischenahn arbeitet, erfährt aus schleppendem Gang, hartem Auftreten und angehaltenem Atem oft mehr über Trauer, Überdruß und Ängste der Patienten als aus Krankenblättern.

Lippeks Gegenstrategie mutet simpel an. „Wer lernt, seinen Körper bewußt zu fühlen und zu erleben“, davon ist der 38jährige überzeugt, „kann auch seine Seele kurieren.“ Das Zwestener Team – Chefarzt, zwei Oberärzte, ein Oberpsychologe, zehn Assistenzärzte, zwei Diplom-Psychologen, 14 Krankenschwestern sowie sechs Kunst-, Musik- und Bewegungstherapeuten – versucht deshalb, Menschen auf hierzulande beispiellose Weise zu helfen, ihren Leib und damit sich selbst neu zu entdecken. Boxen und Bogenschießen, Reiten und Tanzen – einzeln oder in der Gruppe – gehören ebenso zum Programm gegen Zwänge, Depressionen und Wahnvorstellungen wie das Abklopfen des eigenen Körpers und das Erproben von Atemtechniken.

Mit solcher Angebotsfülle wagt sich die private Rehabilitationsklinik in medizinisches Entwicklungsland: Die Motologie, die Sport und Spiel für die Therapie nutzt, hat erst jüngst Einzug in die Psychiatrie gehalten. Bei vielen Psychia-

\* Die Namen der Patientinnen und Patienten sind geändert. Red.

tern und Analytikern stößt die Methode, die bei seelischer Not „leibhaftig“ eingreift, bislang auf Skepsis. Für sie zählt ausschließlich das Gespräch.

Gefangen in einem deprimierten Körper und den Kopf voll mit therapeutischem Jargon, landen Patienten wie die 29jährige Elisabeth Korn in Bad Zwesten. Souverän setzt sie das magische Wort „Kindheit“ ein, redet von unterdrückter Lebenslust und dem Wunsch nach Widerstand.

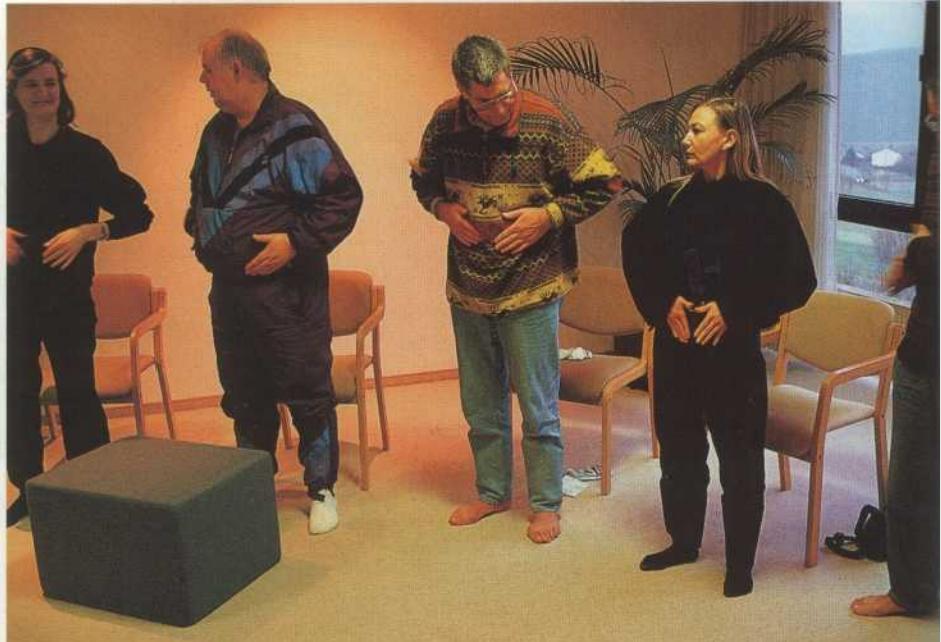
Im Bewegungsraum indes erweist sich ihre psychiatrische Routine als Blendwerk. „Gehen Sie jetzt bitte langsam durch den Raum“, fordert Sylvia Weiss die Patientin auf. Sekunden später greift sich die Therapeutin einen Stuhl und schiebt ihn frontal auf die erschrockene Frau zu. Die versucht auszuweichen. Doch Sylvia Weiss stellt ihr mehr und mehr Stühle in den Weg, treibt sie in die Enge. Und Elisabeth Korn, die vorher so eloquent über Widerstand geredet hat, flieht und wagt nicht, sich einem harmlosen Sitzmöbel entgegenzustellen.

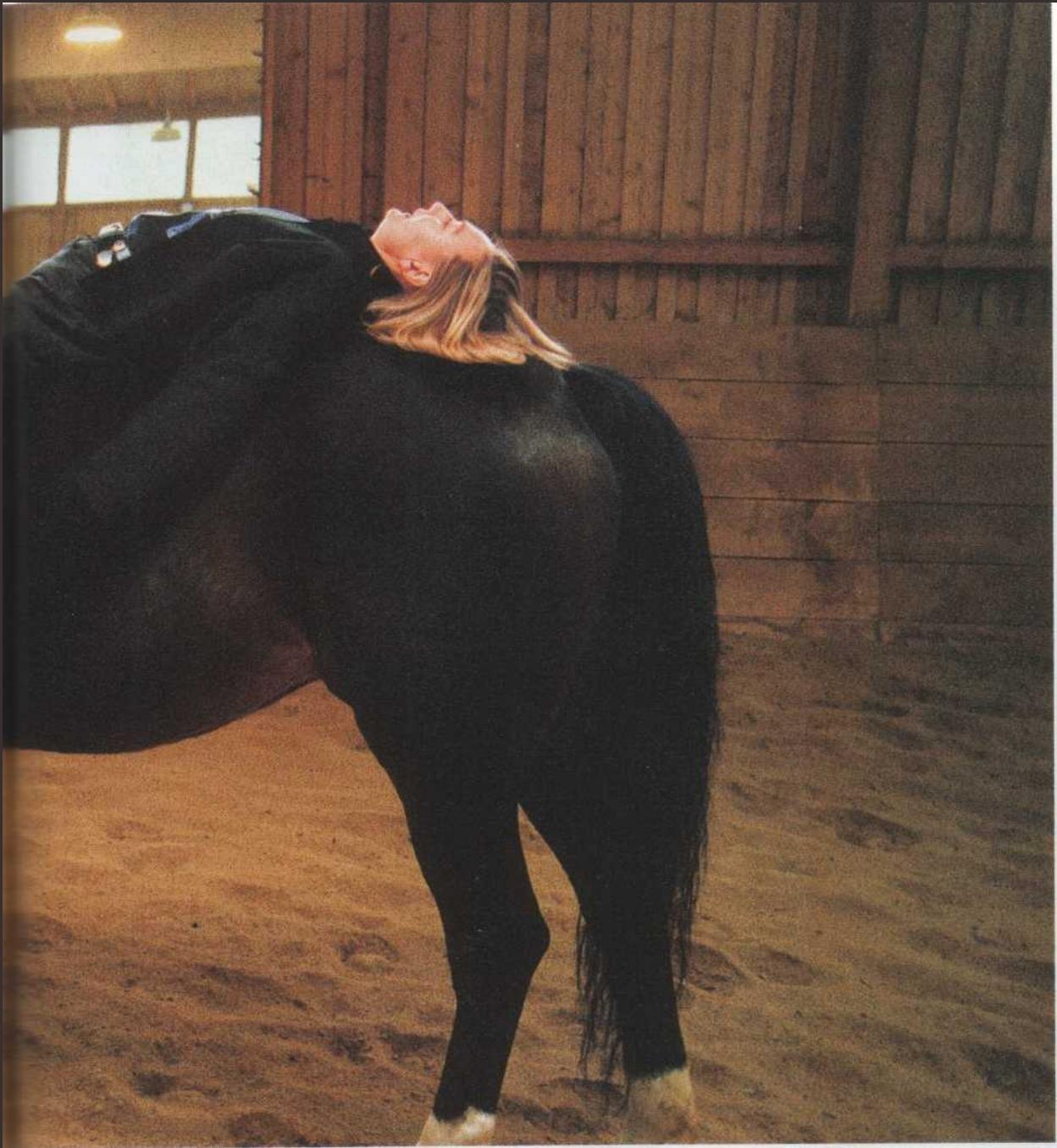
**Im Bann des  
»Zauberbergs« taut die  
Patientin auf**

Die Augen der Frau blitzen vor Wut, aber sie verschränkt verbissen die Arme auf dem Rücken. „Zorn tatsächlich zu zeigen“, sagt Sylvia Weiss, „gestattet sie sich nicht.“ Als hätte der Patientin jemand von klein auf eingebleut, daß nur fügsame Frauen geliebt werden. In der Gruppensitzung einen Tag später läßt Elisabeth Korn sich eine Wolldecke wegziehen, obwohl sie es ohne weiteres hätte verhindern können. „Offenbar traut sie sich nicht einmal, ihre Interessen anzumelden“, bilanziert die Therapeutin, „geschweige, sie durchzusetzen.“

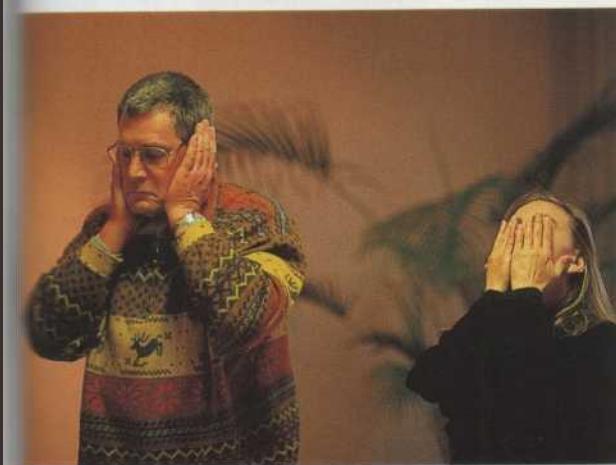
Solche Rangeleien mit Stühlen und Decken mögen albern erscheinen. Doch viele Patienten begreifen dabei plötzlich die Botschaften ihres Körpers – eines Körpers, der ihnen fremd geworden ist und ein Eigenleben führt. Und oft löst diese Erkenntnis einen Konflikt aus. Elisabeth Korn etwa ringt mit sich, ob sie ihr Selbstbild der Machtlosen aufgeben will. Zu sehr hat sie sich daran gewöhnt.

Im Bann des „Zauberbergs“, wie einige Patienten die hoch über Bad Zwesten gelegene Klinik nennen, taut die Frau langsam auf. Sie bastelt Schmetterlinge aus Glas: „Ich liebe Schmetterlinge, weil sie fliegen können.“ In einen Text, den





Hautkontakt mit dem Pferd vermittelt Gemütskranken ein feineres Körpergefühl und läßt sie mit dem äußeren auch das innere Gleichgewicht finden. Manche müssen in der Therapie allerdings erst mühsam lernen, daß ihr Leib überhaupt zu ihnen gehört. Das Erlebnis der Körperfürzen ist zum Beispiel für Psychotiker, die mitunter glauben aus-einanderzufallen, eine große Beruhigung: Von Kopf bis Fuß klopfen sie sich zunächst selber, dann gegenseitig ab.



***Den Körper spüren beruhigt jene, die zu zerbrechen glauben***

se in großer Runde phantasiert, baut sie das Wort „vogelfrei“ ein. Und mit Hilfe der zweimal wöchentlich stattfindenden Körpertherapie kann sie die aggressive Seite ihres Ichs gefahrlos in Bewegung umsetzen.

Gegen Ende ihres Aufenthaltes erlebt Elisabeth Korn einen Durchbruch. Im Bewegungsraum haben Therapeutin und Patientin ihre Hände auf einen kleinen Ball gelegt. „Die eine führt, die andere folgt“, sagt Sylvia Weiss. Elisabeth Korn nickt. Die Therapeutin lotst sie. Doch mitten im Spiel scheint die Patientin vom Hinterherlaufen, das sonst stets ihr Leben bestimmt, genug zu haben. Sie reißt die Führung an sich und lenkt Sylvia Weiss triumphierend durch den Raum.

Solche Siege dienen zwar der Reputation der Klinik. Sie taugen aber nicht als wissenschaftlicher Beweis für den Erfolg des Therapiekonzepts. „Die klinische Forschung“, gibt Chefarzt Jürgen Schlosser zu, „weiß noch sehr wenig darüber, weshalb und wie diese Art der hauptsächlichen Intervention kranke Seelen wieder ins Lot bringen kann.“ Systematische Untersuchungen darüber existieren kaum, die wenigen haben Widersprüchliches ergeben. Einzig den positiven Einfluß des Joggings auf schwere Depressionen haben mehrere Arbeitsgruppen übereinstimmend nachgewiesen.

Schlosser – Psychiater, Psychoanalytiker und Psychotherapeut – vertraut gleichwohl auf den „ganzheitlichen Ansatz“ einer Therapie, in der Bewegung eine wichtige Rolle spielt. Er will keineswegs Fitness als Lösung von Lebenskrisen verkaufen. Die Übungen lassen vielmehr Nähe und Distanz, Dominanz und Unterordnung erleben und trainieren Entscheidungs- und Konfliktfähigkeit. Manche Patienten müssen während des durchschnittlich sechs- bis zehnwöchigen Klinikaufenthaltes auch erst mühsam lernen, daß ihr Leib überhaupt zu ihnen gehört.

Vor dem Gruppenraum eins reihen sich Mokassins, Birkenstockssandalen und Turnschuhe auf. Drinnen massieren acht Männer und Frauen ihre Füße. Für Psychose-Kranke, die mitunter Angst haben auseinanderzufallen, ist solche Kontrolle der eigenen Körperränder eine große Beruhigung.

Mitten unter den Patienten sitzen Josef Moser und Irena Kellner, die wie in der Klinik üblich als Tandem arbeiten. Der Bewegungstherapeut und die Ärztin agieren mit verteilten Rollen: „Nehmen

# Wie schwache Herzen länger schlagen

Auch bei der Rehabilitation von Herzinfarkt-Patienten spielt Bewegung eine herausragende Rolle. Sie fördert nicht nur das körperliche, sondern auch das soziale Wohlbefinden

**H**erzinfarkt-Patienten sind oft völlig verunsichert: Sie haben das Gefühl dafür verloren, was sie sich zutrauen können, zögern aus Angst vor einem Rückfall bei jeder Anstrengung. Aus ihrer Kopf-Sicht hat ihr Körper sie im Stich gelassen. Daß sie wieder Vertrauen zu ihm gewinnen, ist wesentliche Voraussetzung für ihre Genesung.

Eine herausragende Rolle bei dieser Annäherung spielt individuell dosierte Bewegung. Sie ist, so der Hamburger Kardiologe Klaus Donat, „in gewissem Sinn ein Heil- und Hilfsmittel“. Und was sich bei Herzkranken bewährt hat, hält mittlerweile mehr und mehr Einzug auch in der Nachbehandlung von Krebs- und Schlaganfall-Patienten.

Dabei setzen Ärzte bei der Rehabilitation nach einem Infarkt nicht immer auf körperliche Aktivität. Zwar hatten bereits vor über hundert Jahren der Pfarrer Sebastian Kneipp gymnastische Übungen und der Münchner Internist Max Joseph Oertel Wanderungen und Bergsteigen empfohlen. Aber noch bis Ende der sechziger Jahre dieses Jahrhunderts verordneten Mediziner nach einem Infarkt mehrwöchige strenge Bettruhe. Für sie

verursachte ein Übermaß an Bewegung die Herzschwäche – und nicht ein Mangel.

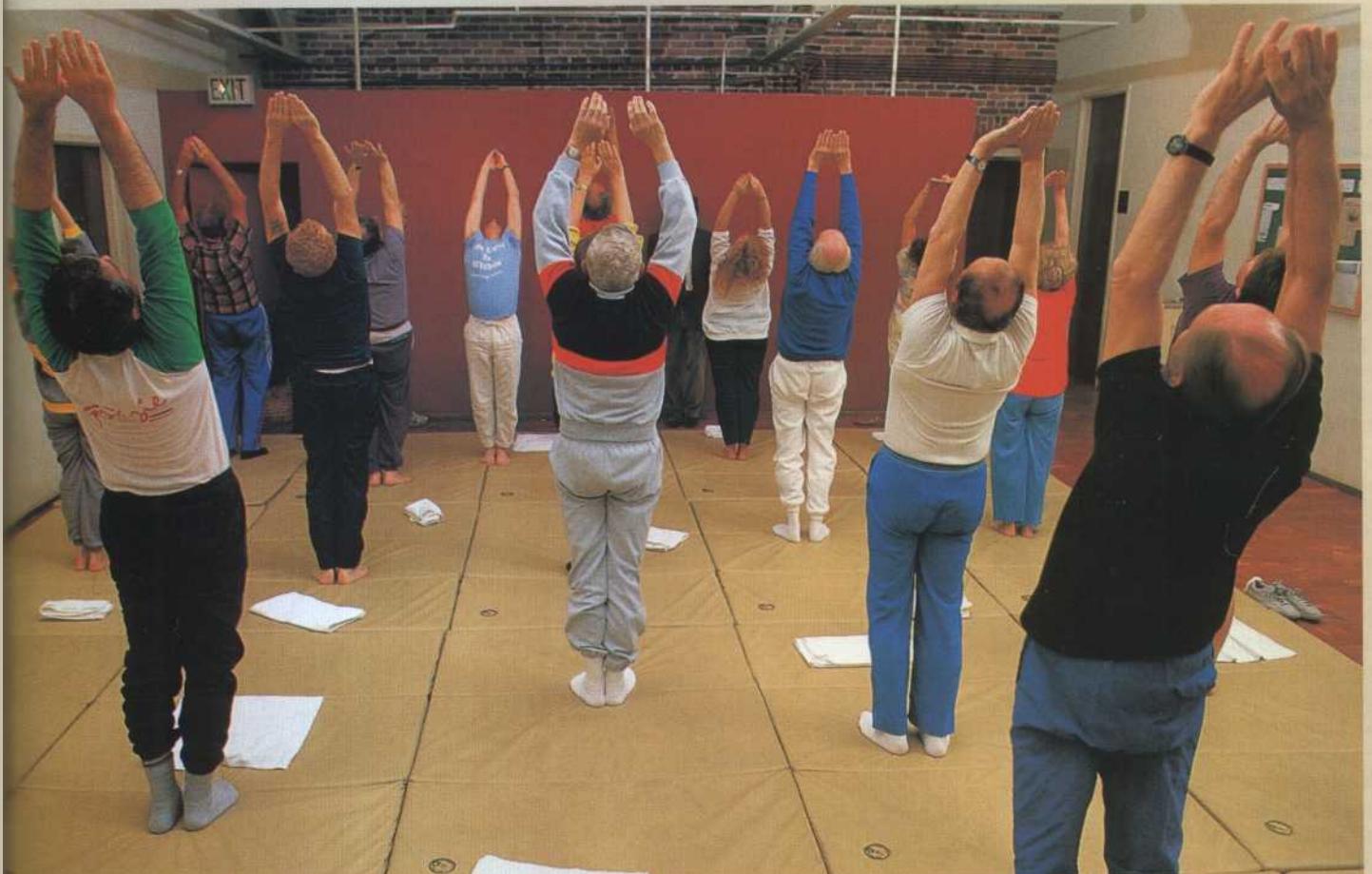
Wie grundlegend sich die Behandlung Herzkranker gewandelt hat, zeigt sich darin, daß heute knapp die Hälfte der Betroffenen ein Jahr nach dem Aufenthalt in einer Reha-Klinik wieder arbeitet. Ein Drittel ist krank geschrieben, und fast 20 Prozent beziehen Rente oder haben Rente beantragt. Bis Mitte der siebziger Jahre wurde die Mehrzahl der Betroffenen in den Ruhestand geschickt.

## Schrittweise wird das Sportprogramm ausgebaut

Die Rehabilitation von Herzinfarkt-Patienten – von den rund 200 000 Menschen, die jährlich eine solche Attacke erleiden, überleben schätzungsweise 110 000 – verläuft in drei Phasen: Akutklinik, Rehabilitationsklinik und Nachbehandlung in einer ambulanten Herzgruppe. In der Akutklinik beginnen die Kranken möglichst früh mit Gymnastik, um ihre Beweglichkeit zu erhalten. Mit Koordinationsübungen fördern sie das Zusammenspiel der Muskeln, erst

**Mit der Behandlung, die „leibhaftig“ eingreift, wagt sich das Team um Chefarzt Jürgen Schlosser (in der braunen Jacke) auf medizinisches Neuland. Viele Psychiater sehen die Methode sehr skeptisch, für sie zählt nach wie vor allein das Gespräch**





auf den Fluren und dann im Freien gehen sie erste Runden.

Während des in der Regel vierwöchigen Aufenthalts in der Rehabilitationsklinik wird das Sportprogramm ausgebaut. Mit Bewegungsbädern, in Gruppen- und Einzelgymnastik trainieren die Herzkranken weiter Beweglichkeit und Koordination. Auf dem Ergometer stärken sie nun auch gezielt ihre Ausdauer, auf dem Joggingpfad steigern sie ihr Tempo vom Gehen zum langsamen Trab. Parallel dazu lernen sie mit einfachen Bewegungsübungen, etwa nach der Feldenkrais-Methode, ihren Körper bewußter wahrzunehmen und sich selbst besser einzuschätzen. Eine Voraussetzung dafür, künftig lebensgefährdende Anstrengungen vermeiden zu können.

Wieder zu Hause, treffen Patienten sich – im Idealfall – ein- oder zweimal wöchentlich unter ärztlicher Aufsicht in ambulanten Herzgruppen. Mittlerweile gibt es bundesweit gut 5000 dieser Zirkel; für eine flächendeckende Versorgung peilen Fachleute weitere an. Die Gruppen bieten

wenig belastbaren Männern und Frauen Gymnastik, jenen mit starkerem Herz außerdem Radfahren, Schwimmen, Spiele, Trimm-Trab oder Tanzen. 60 Prozent der Teilnehmer bleiben länger als ein Jahr dabei, etwa ein Viertel länger als sechs Jahre. Träger der Herzgruppen sind in der Regel Sportvereine, daneben auch Volkshochschulen und Kliniken. Krankenkassen und Rentenversicherung übernehmen die Gebühren für drei Jahre – noch.

#### **Gruppentraining hilft Kontakte knüpfen**

Ebenso wie gesunde Sportler profitieren chronisch Herzkrankie von den Anpassungen des Organismus an das Training: Blutdruck und Cholesterinspiegel sinken, der Puls geht langsamer, die Blutgerinnung ist gebremst und damit die Gefahr einer lebensbedrohenden Thrombose vermindert. Den Anteil der sportlichen Übungen am Rehabilitationserfolg zu beziffern ist indes schwierig, da sich in epidemiologischen Studien mehrere Fakto-

**Möglichst früh nach einer Herzattacke beginnen die Kranken mit Gymnastik. Langsam steigern sie dann die Belastung. So lernen sie, die Leistungskraft des Körpers einzuschätzen und künftig lebensgefährdende Anstrengungen zu vermeiden**

ren überdecken. Denn körperliches Training hilft den Betroffenen offenbar auch, ihren Lebensstil zu ändern, etwa das Rauchen aufzugeben und sich gesünder zu ernähren. Die Analyse einer Reihe von Untersuchungen ergab, daß drei Jahre nach dem ersten Infarkt eine erneute, nunmehr tödliche Herzattacke bei aktiven Koronarkranken 25 Prozent seltener war als bei inaktiven.

Regelmäßige Bewegung fördert aber nicht nur das physische Wohlbefinden, sondern stärkt auch das soziale Netz: Beim gemeinsamen Training knüpfen die Patienten Kontakt und tauschen Leidenserfahrungen aus. Viele Herzgruppen organisieren gesellschaftliche Veranstaltungen, Seminare zur gesunden Lebensführung und ärztlich begleitete Reisen. Bei allem sind die Lebenspartner der Betroffenen meist dabei. Denn der Herzinfarkt, betonte der Internist Max Halhuber bereits 1980, „ist eine Krankheit mit zwei Patienten“: Sie bedroht die Lebensdauer eines Partners und die Lebensqualität beider.

Ralph Ahrens

Sie jetzt Ihren Fuß in die Hand“, fordert Moser. Als ihm Christa Löding trotzig entgegnet: „Das kann ich nicht“, beschwichtigt Irena Kellner: „Möchten Sie vielleicht einen Ball, damit Sie Ihre Zehen massieren können?“ Wenig später rollt die grantige Frau ihre Zehen zufrieden auf einem genoppten Ball hin und her.

Schon Stehen und Gehen ist für jene, die im Alltag den Boden unter den Füßen verloren haben, keine leichte Übung. Nicht mehr vorsichtig die Zimmerecke nahe der Tür anzusteuern, sondern sich forscht in den freien Raum zu bewegen, kann für Kranke ohne Selbstbewußtsein ein großer Schritt sein.

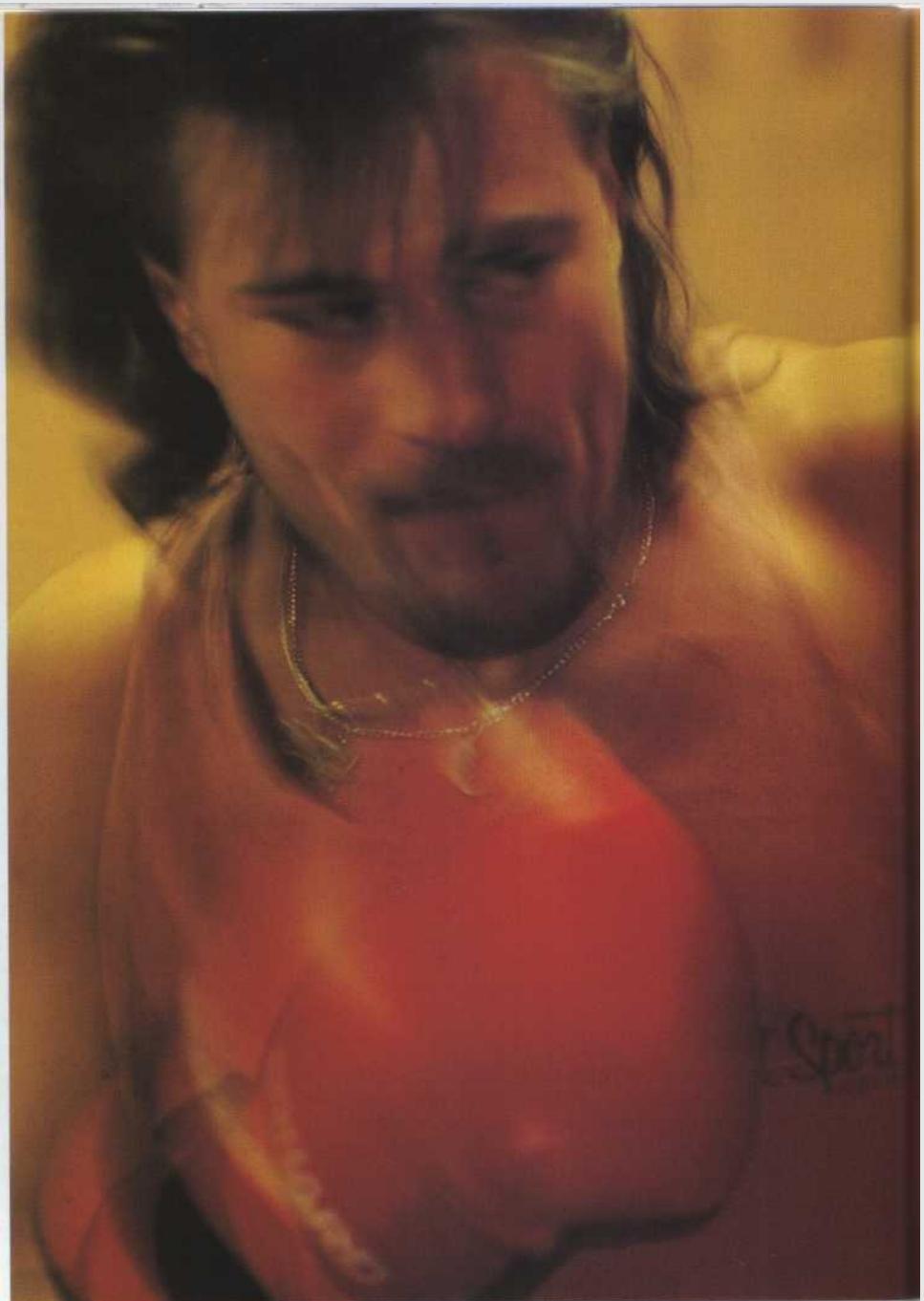
**Beim Judo lernen**  
**Kranke, aus dem Nachgeben**  
**Stärke zu gewinnen**

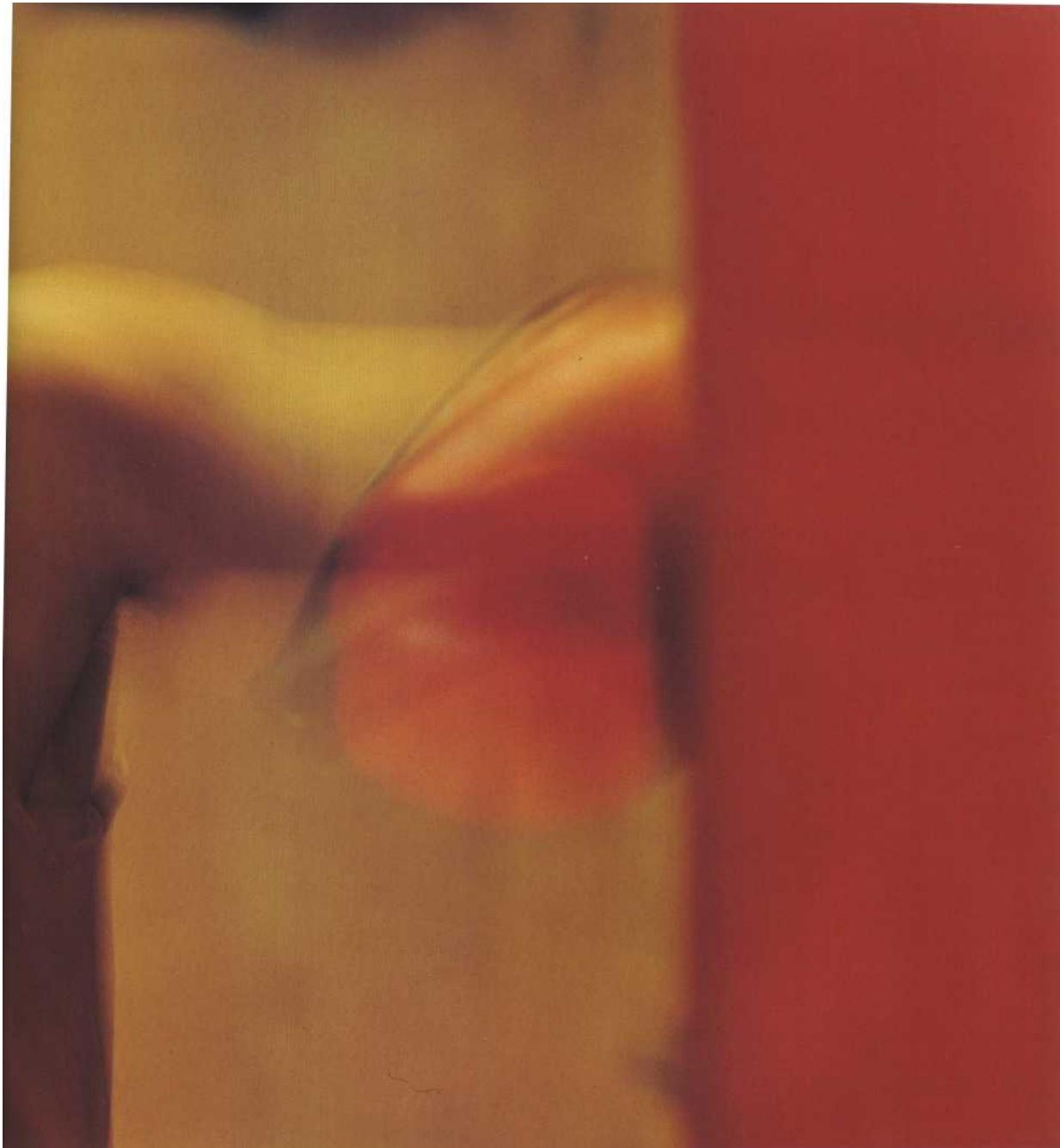
Schwieriger noch sind Partnerübungen. Psychotiker, deren Wahn schubweise kommt und sich oft nur chemisch bändigen lässt, leben meist isoliert. Soziale Kontakte sind spärlich, Berührungen selten. Jemandem beide Hände zu geben und sich dann so weit zurückzulehnen, daß nur die fremde Person gegenüber einen vor dem Sturz bewahrt, erfordert ungewohntes Vertrauen.

Zutrauen zum eigenen Körper will Jürgen Lippek bei seinen Patienten auch durch Judo, Boxen und Bogenschießen wecken. Er glaubt, daß sich mit bestimmten Sportarten jeweils an das Lebensthema eines Kranken anknüpfen lasse. Beim Judo erfahre einer, wieviel Stärke er aus dem Nachgeben ziehen könne. Beim Boxen erlebe er, mit welcher Kraft er auf den Sandsack schlagen, beim Bogenschießen, mit welcher Körper- und Sinnesanspannung er den Pfeil ins Ziel schießen könne.

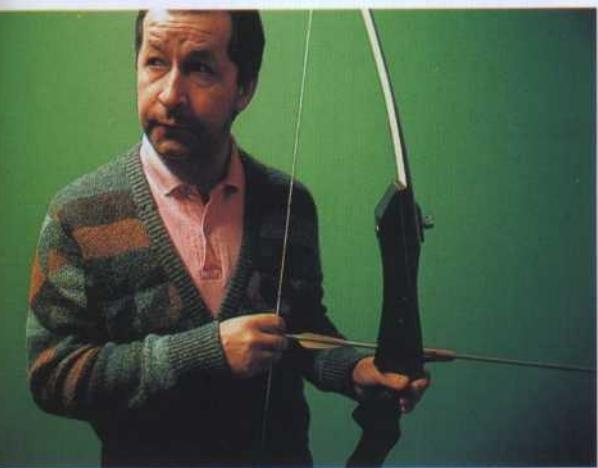
Der 53jährige Hans Hartmann hämmert auf den Sandsack ein, als würde geringerer Einsatz sogleich Schwäche und Verwundbarkeit offenbaren. Der von Magengeschwüren geplagte Mann versucht, die Aggressionen loszuwerden, die er sonst gegen Türen und mitunter gegen Menschen richtet. „Wie fühlt sich das an?“ erkundigt sich Lippek beiläufig. „Durch die Boxhandschuhe spüre ich kaum etwas“, klagt der streng blickende Hüne. Er scheint den Schmerz zu brauchen, um sich von dem in Beruf und Privatleben erfahrenen Druck befreien zu können.

Vielen Bogenschützen fällt schon die Entscheidung schwer, aus welchem Ab-





Am Sandsack  
Dampf ablassen kann  
von Aggressionen  
befreien, die sich sonst  
gegen Mitmenschen  
oder die eigene Person  
richten. Mit Sport  
will der Therapeut Jürgen  
Lippek jeweils an  
das Lebensthema eines  
Kranken anknüpfen.  
Jene, die er das Bogenschießen ausprobieren  
läßt, haben sich ihr  
Leben lang womöglich  
zu weite Ziele gesteckt  
und sind durch die  
ständigen Mißerfolge  
entmutigt worden. Oder  
sie haben sich nie  
getraut, über das Ziel  
hinauszuschießen,  
und halten sich immer  
ängstlich zurück.



***Mit harten Schlägen zu einer neuen Sicht aufs eigene Ich***

stand sie schießen wollen. Wochenlang, erinnert sich Lippek, stellte sich ein Mann ans Ende der 25 Meter langen Bahn. Lebenslang auf Höchstleistungen getrimmt, hatte er sich die weiteste Distanz vorgenommen und traf nie ins Zentrum. Irgendwann trat er dann doch fünf Schritte vor: die Chance zur Erkenntnis, daß er sich immer zu weite Ziele gesteckt hatte.

In Bad Zwesten treffen die seelisch Kranken auf Leidensgenossen und entwickeln in den Gruppen langsam ein Wir-Gefühl. Auch die diversen Rituale des „Zauberbergs“ verbinden die Patienten. So trägt jeder ein kleines Notizheft mit seiner Stundentafel bei sich. Die meisten Zeitpläne sind hoffnungslos vollgepackt. Krankengymnastik, Mal-, Musik-, Bewegungs- und Gesprächstherapie, Medikamentenausgabe, Morgenrunde, Mahlzeiten und Stationstreffen jagen einander, als fürchteten die Ärzte, Stunden ohne Termine könnten die Gemütskranken aus der Fassung bringen.

Doch was passiert, wenn die therapeutische Totalanimation nach der Entlassung wegfällt? „Manche“, glaubt Jürgen Lippek, „schicken wir vom Zauberberg in die Pampa.“ Jeder im großen Team der Hardtwaldklinik weiß, daß nur wenige Patienten zu Hause regelmäßig von einem Psychiater oder Psychotherapeuten betreut werden. „Gemeindenahme Versorgung“, die der Psychiatrie-Enquêtebericht 1975 empfohlen hat, fehlt gerade in ländlichen Gebieten nach wie vor.

Einer der wenigen, die noch einmal in Bad Zwesten Hilfe suchen, ist der 44jährige Informatiker Wolfgang Weber. Er leidet wie Robert Dorka an Schizophrenie, ist seit sechs Jahren schubfrei und hofft, durch den erneuten Aufenthalt seine Seelenlage stabil zu halten. Ihm plagen Schlundkrämpfe und motorische Störungen in den Armen – Nebenwirkungen wahndämpfender Medikamente, die er jahrelang genommen hat.

Doch trotz des Ruckens und Zuckens fühlt Wolfgang Weber sich in seinem Körper zu Hause: „Ich habe mit mir Freundschaft geschlossen.“ Und während der Gruppentherapie stellt er sich so nah an den trippelnden Robert, als wollte er ihm etwas von diesem Körpere Gefühl abgeben. □

Die Hamburger Autorin Dr. Kirsten Brodde, 30, war aufgrund ihrer Schwangerschaft während der Recherche besonders zugänglich für das Nachdenken über den eigenen Körper. Der Fotograf Hans-Joachim Ellerbrock, 44, ist Mitglied der Hamburger Agentur Bilderberg.





Patienten müssen manchmal ihren ganzen Mut zusammennehmen, um durch einfache Holzreifen zu steigen. Dann sind die Betreuer als Dolmetscher gefragt: Sie helfen den Betroffenen zu entschlüpfeln, weshalb ihr Körper zögert, den ersten Schritt zu tun. Oft brauchen sie auch ihre ganze Überredungskunst, damit Kranke scheinbar banale Übungen wagen, sich etwa auf eine Halbkugel zu setzen. Aber dieser kleine Schritt kann für jene, die im Alltag den Boden unter den Füßen verloren haben, einen riesigen Erfolg bedeuten



**Simple Übungen lehren Grenzen überwinden und die Balance finden**

Vor den Erfolg haben die Götter den Schweiß gesetzt – den Saft, der unseren erhitzten

# Ohne Schweiß kein Fleiß

von Dieter Schweiger

Schweiß bedeutet Wärme, Wärme bedeutet Leben. Ich persönlich schätze es, bei scharfer Runde durch den Wald im eigenen Saft zu schmoren. Deshalb wurde ich auch hellhörig, als ich vor einiger Zeit einen Mann kennenernte, der von Berufs wegen seine Nase unter anderer Leute Achsel steckt. Hans W. Jürgens, seines Zeichens Professor der Anthropologie, studiert im kühlen Kiel an Hunderten von Menschen deren Schwitzgewohnheiten.

Warum jemand transpiriert, in welchen Situationen mehr, in welchen Kleiderstoffen weniger – alles wird bis ins Detail erforscht. Die Ergebnisse sind begehrt wie eine chemische Formel zur Geldvermehrung. Hersteller rennen dem Wissenschaftler geradezu die Bude ein, weil sie erfahren möchten, wie sich die verfemte Schweißbildung drosseln lässt. Damit zum Beispiel Bahnpassagiere nicht in weichen Kuhlen dahinschmelzen, wurden die Sitze im ICE auf Empfehlung des Instituts extra hart konstruiert.

Erstaunt hörte ich, daß der Professor bei seiner wissenschaftlichen Arbeit ein derart sensibles Näschen für Schweiß entwickelt hat, daß er am Geruch erkennen kann, ob ein Student gut vorbereitet in die Prüfung kommt. Bei unsicheren Kandidaten scheiden die sogenannten apokrinen Drüsen un-

ter den Achseln eisweißreichen, „emotionalen“ Schweiß aus, den die im Härchen-Dschungel florierenden Corynebakterien flugs zu Methylhexansäure verarbeiten.

Es ist diese Substanz, die dem Schweiß in toto ein anrüchiges Image verliehen hat, und es ist deren Odeur, das transpirierende Zeitgenossen zu Parias verdammt. Mit einem starken Achselschwitzer das Büro zu teilen ist allenfalls so verlockend wie neben einer Kläranlage zu hausen.

Als ich einem guten Bekannten nach dem gemeinsamen Joggen von Professor Jürgens erzählte, wollte er gleich wissen, ob Schwitzen denn gesund sei. Dabei floß es ihm Schillers „Glocken“-Gießern gleich „von der Stirne heiß“, der Saft sammelte sich an Nase und Kinn und tropfte von dort wie aus einem undichten Wasserhahn. Mein Informations-

stand war inzwischen so hoch, daß ich mit einem entschiedenen Ja! antworten konnte. Denn Schweiß und Schweiß sind zwei paar Stiefel.

Wenn du häufig wie der erwähnte Student schwitzt, hoff ich an, dann stimmt etwas nicht. Du leidest unter Angst, Stress und Hemmungen und solltest mit deinem Therapeuten reden. Wenn das nicht hilft und das Schwitzen pathologische Züge annimmt – die Mediziner sprechen von Hyperhidrosis –, bleibt manchmal nur, bestimmte Nervenfasern vom Chirurgen kappen zu lassen.

Strömt der Saft dagegen nach einem Lauf aus allen Poren – und abgesehen von den Lippen und einer nicht druckfähigen Körperstelle sind die sogenannten ekkrinen Drüsen für das „thermische“ Schwitzen überall –, dann sieht es anders aus. Weil die apokrinen Drüsen in diesem Fall untätig bleiben,

riecht frischer Sportlerschweiß höchstens nach vorher konsumierten Getränken und Speisen.

George Sheehan, eine Kultfigur der amerikanischen Jogger-Bewegung, schlüpfte denn auch, nachdem er seine Runden gedreht hatte, ohne zu duschen in den Anzug und ging ins Büro. Duschen hielt er für Zeitverschwendug, wenn es nur dem Zweck diente, eine geruchlose Salzlösung wegzuwaschen.

Also gesund? hakte mein Bekannter nach. Naja, gesund..., antwortete ich ausweichend. Überspitzt gesagt – so gesund wie das Atmen. Und zum besseren Verständnis erzählte ich ihm die Geschichte dreier vom Schicksal gebeutelter Geschwister aus Palenque in Mexiko.

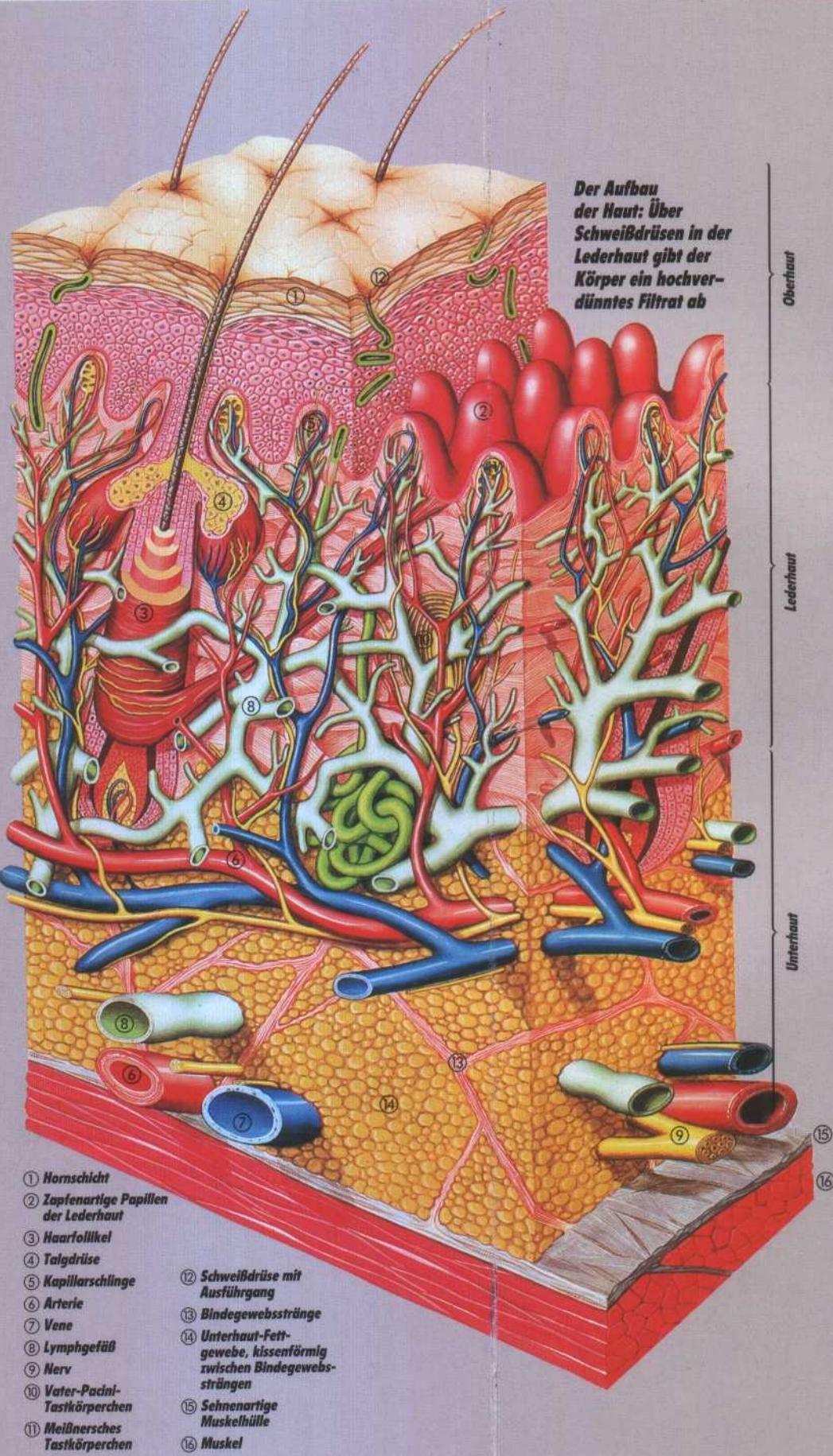
Leonardo, Lilia und Angelica Sanchez können nicht schwitzen. Sie sind ohne Schweißdrüsen auf die Welt gekommen: ein extrem seltener genetischer Defekt, der die Kategorien gesund und ungesund sprengt. Es geht vielmehr um Kopf und Kragen. Wenn die Geschwister das Haus etwa zu einem Spaziergang verlassen, dann stets mit einem Eimer kalten Wassers, das sie bei Bedarf über sich gießen. In der Sonne leiden sie Höllenqualen. Und der Sport, den die drei am ehesten treiben können, ist Schwimmen. Das kühle Nass übernimmt die Funktion des Schweißes.

Gebeten, sich kurz zu fassen, würde ein Physiologe diese Funktion vielleicht so erklären: Bei muskulärer Arbeit werden mindestens zwei Drittel der Energie in Wärme umgewandelt. Damit die Temperatur des Körpers von den lebenserhaltenden 37 Grad nicht zu stark nach oben abweicht, extrahiert dieser in zwei bis drei Millionen Drüsen aus dem Blut der umgebenden Gefäße den Schweiß. Der verdunstet an der Hautoberfläche und kühlst.

Mit anderen Worten – ohne Schweiß kein Fleiß und umge-



Tiefnasse Haut beim Hanteltraining: Sportler verlieren mehr als zwei Liter Flüssigkeit pro Stunde



**Der Aufbau  
der Haut: Über  
Schweißdrüsen in der  
Lederhaut gibt der  
Körper ein hochver-  
dünntes Filtrat ab**

Oberhaut

Lederhaut

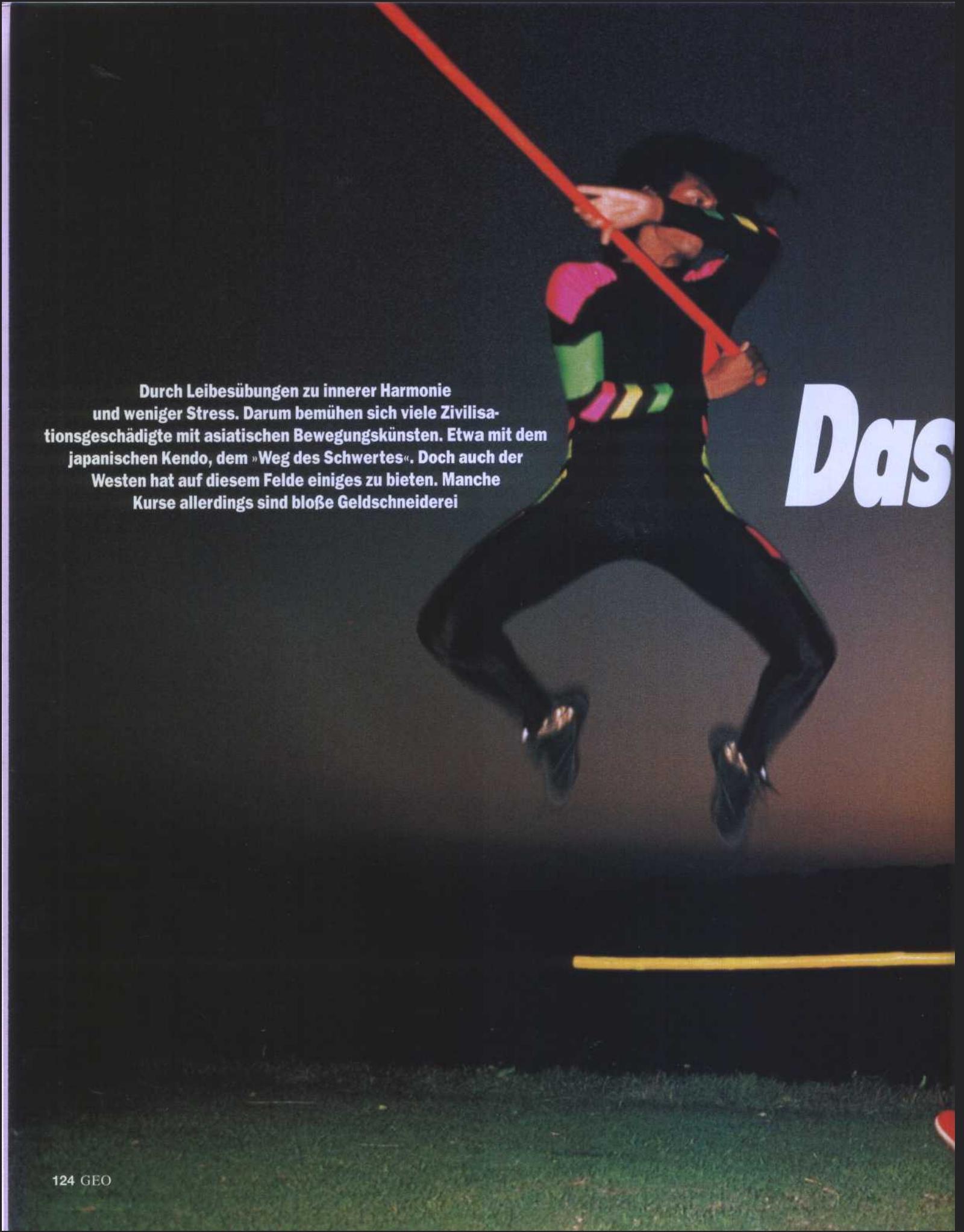
Unterhaut

kehrt. Ein Beamter in einem vollklimatisierten Büro scheidet während seiner Arbeitszeit etwa einen halben Liter aus. Ein Skilangläufer dagegen kann auf drei Liter pro Stunde kommen. Der US-Baseballprofi Don Newcombe verdampfte während eines Matchs gar neun seiner 100 Kilo. Fraglich ist indessen, ob er seinem Team noch eine große Hilfe war. Denn ab vier Prozent Flüssigkeitsverlust, bezogen auf das Körpergewicht, schwinden die Kräfte rapide. Nach diesem Spiel soff Newcombe seiner lustvollen Schilderung zufolge zum Ausgleich drei Tage lang Bier.

Anfangs glaubte ich auch, Schwitzen habe eine reinigende Kraft. Der Glaube rührte von fiebrigten Nächten her, in denen ich meine Krankheit vermeintlich ausschwitzte – während in Wahrheit mein Kühlssystem auf Hochtouren lief.

Wovon sollte Schweiß auch befreien? fragte der Japaner Yas Kuno, Verfasser eines Standardwerkes zum Thema. Die kührende Flüssigkeit ist das am stärksten verdünnte Sekret aller Drüsen, ein Ultrafiltrat mit nur einem Prozent gelöster Substanzen. Und das meiste, was aus den Poren fließt, muß ohnehin wieder kompensiert werden, sei es Kalium, Magnesium, Eisen, Kochsalz oder Wasser. Russische Skilangläufer „dopten“ sich daher vor wichtigen Wettkämpfen mit Salzherringen.

Ehrlich gesagt, hat mir dieses Wissen ein wenig den Saunabesuch vermiest. Denn was bleibt, wenn der Effekt der inneren Reinigung entfällt? Hans W. Jürgens, mit dem ich darüber redete, tröstete mich mit dem Hinweis auf die Geselligkeit. Das sei ohnehin der einzige Nutzen, den er im Saunieren je habe entdecken können. Vorausgesetzt freilich, keiner der Saunagäste bekommt im Adamskostüm Hemmungen, so daß seine apokrinen Drüsen loslegen und schwindelerregende Schwaden die Runde sprengen. □



Durch Leibesübungen zu innerer Harmonie und weniger Stress. Darum bemühen sich viele Zivilisationsgeschädigte mit asiatischen Bewegungskünsten. Etwa mit dem japanischen Kendo, dem »Weg des Schwertes«. Doch auch der Westen hat auf diesem Felde einiges zu bieten. Manche Kurse allerdings sind bloße Geldschneiderei

**Das**

KÖRPER-GEIST-BALANCE

# *Heil aus dem Osten*



**D**er gewöhnliche Geruch von Schweiß und Gummi hängt in der Halle D der Hamburger Turnerschaft von 1816. Doch jeden Sonntagvormittag ertönen hier ungewöhnliche Kommandos: „Nicht vorausdenken, reinspüren in den Körper“, mahnt der Trainer Stephan Langhoff. „Die Mähne des Wildpferdes teilen“. Jetzt „den Tiger umarmen“ und dann „die Wolkenhände“: „Auf grauen und roten Matten bewegen sich Frauen und Männer geschmeidig zu den bilderreichen Befehlen.“

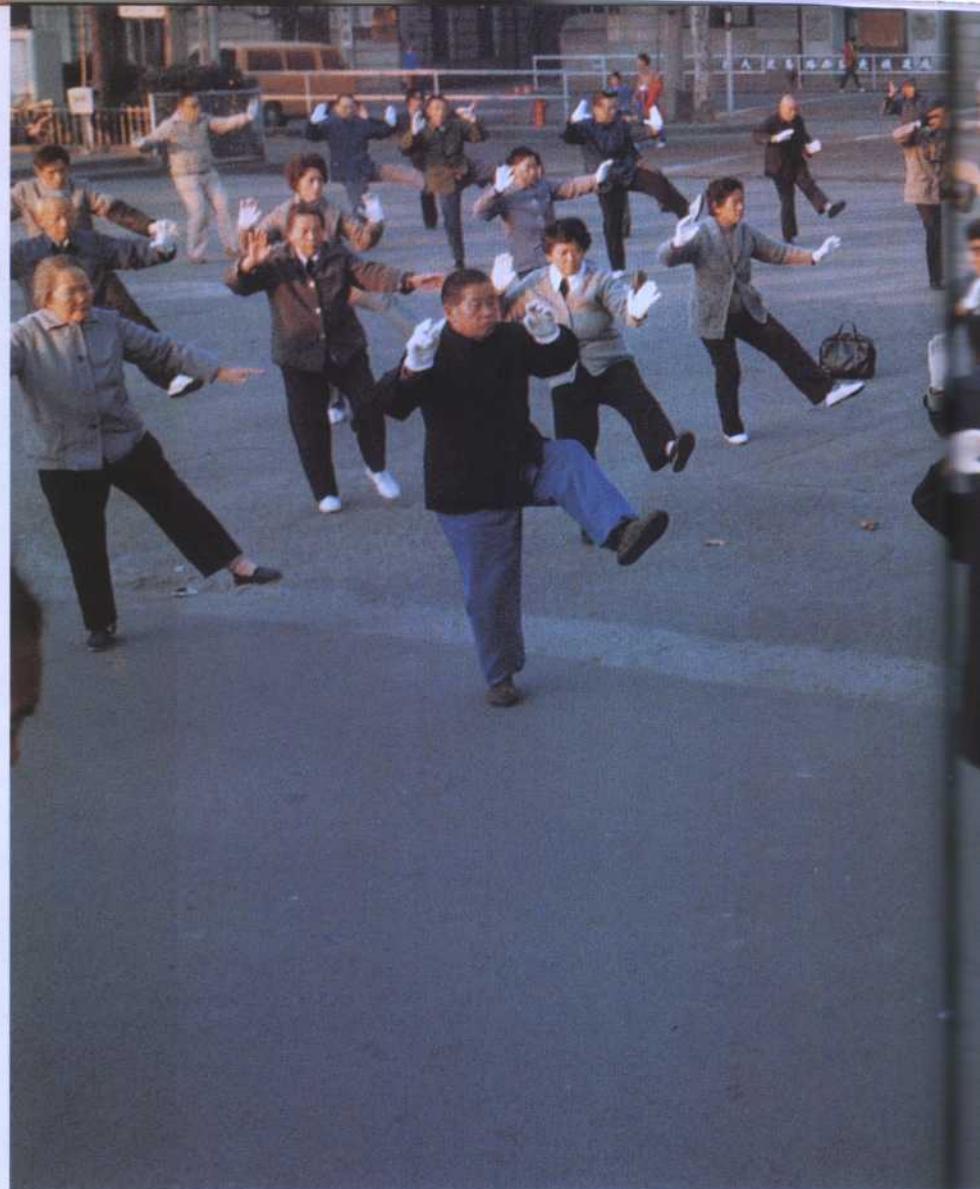
Das Taijiquan, bei uns als chinesisches Schattenboxen bekanntgeworden, ist ein prominentes Beispiel jener sanften Körperübungen, denen sich seit einigen Jahren auch hierzulande mehr und mehr Menschen widmen. Karatemeister Langhoff und sein Team trainieren im „Tai Chi Zentrum Hamburg“ gegenwärtig rund 1000 Schüler.

Mit Bewegungsprogrammen von Schattenboxen über Aikido und Feldenkrais bis zu Yoga begeben sich Frauen und Männer auf die Reise in ihren Körper, versuchen so, Leib und Seele in eine harmonische Balance zu bringen. Oder wollen schlicht Stress besser bewältigen und ihre Gesundheit fördern.

Go East lautet die Hauptrichtung auf dem blühenden Markt der Körperlichkeit. Dabei steckt hinter den Bewegungskünsten oft ein komplettes und komplexes, für Europäer schwer nachvollziehbares Weltbild. Tai Chi etwa umschreibt in der taoistischen Lehre den Urzustand vor Entstehung des Kosmos, als Himmel und Erde, Yin und Yang, noch im Einklang waren. Quan, der Faustkampf, weckt die Lebensenergie, die durch den Kosmos und den Körper strömt. Durch die langsam, weichen Bewegungen sollen Leib und Seele verschmelzen, Atmung und Kreislauf, Stoffwechsel und Immunsystem in Schwung kommen.

#### Im Lotussitz Abstand gewinnen von der täglichen Hetze

Um beim Schattenboxen heitere Gelöstheit zu erleben, sei aber nicht unbedingt ein Lehrgang in fernöstlicher Philosophie notwendig, meint der promovierte Pädagoge Langhoff. Die völlige Entspannung erwachse „aus der Ein-

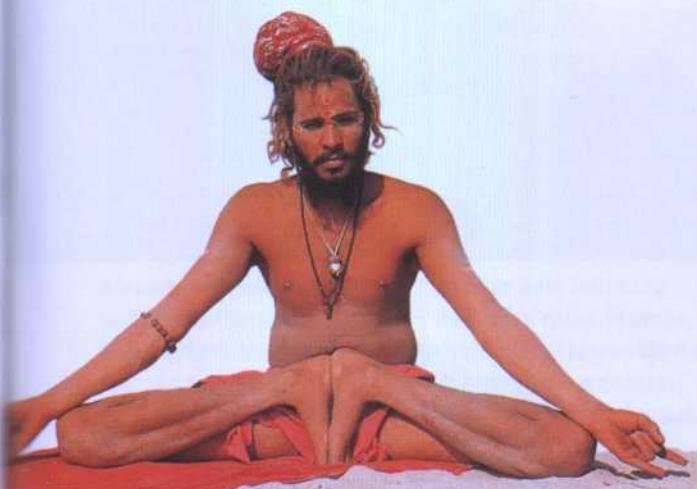


heit im Handeln: Man tut, was man denkt, und denkt, was man tut“.

Zum inneren Selbst soll auch die Meditation führen, die zu beherrschen allerdings viele Jahre erfordert. Das gleiche Ziel hat das in Indien wurzelnde Yoga, das schneller zu lernen ist. Europäern erschließt sich dabei am leichtesten das Hatha-Yoga, das Yoga der Körperbeherrschung: Die Übenden nehmen seltsam anmutende Stellungen – Asanas – ein und verharren so minutenlang regungslos. Im Lotussitz, in der Fisch-, Baum-, Berg- oder Kobra-Haltung versuchen sie sich durch gezielte An- und Entspannung von der täglichen Reizflut zu lösen. Die Asanas und zusätzliche Atemübungen verbessern nach der klassischen Lehre

den Fluß der Lebenskraft in den 72 000 Nervenkanälen. „Ruhet alle Bewegungen des Geistes und des Körpers, entsteht ein nicht beschreibbarer Zustand, den man selbst erfahren muß“, heißt es in einem Yoga-Lehrbuch.

In Mode gekommen sind sogar in traditionellen Sportvereinen die japanischen Zen-Kampfkünste: die sanfte Selbstverteidigung Aikido, das Bogenschießen Kyudo und der Schwertkampf Kendo. Sie stärken nicht allein die Muskeln. Der Kämpfer lernt auch, seine körperlichen und geistigen Kräfte zu bündeln und sich Stress-Situationen zu stellen. Dabei ist der Weg selbst, japanisch Do, das Ziel dieser meditativen Übungen.



Yogi in Benares

**So wie diese Gruppe in Shanghai trainieren jeden Tag Millionen Chinesen auf den Straßen das traditionelle Taijiquan, „teilen die Mähne des Wildpferds“ oder „umarmen den Tiger“. Immer mehr Menschen des Westens eifern ihnen nach, boxen gegen Schatten, um zur ursprünglichen Einheit des Kosmos, des inneren wie des äußeren, zurückzufinden. Zu achten haben sie dabei auf vieles gleichzeitig: auf richtige Haltung, sanftes, rundes Bewegen, gezielte Atmung. Und vor allem muß der Geist bereit sein**

Auf die sanften Bewegungskünste sprechen vor allem Höhergebildete im Alter über 30 an, darunter mehr Frauen als Männer. Trotz der Rede von Ganzheitlichkeit und Selbsterfahrung wollen allerdings viele das gleiche erreichen – freilich weniger vordergründig – wie Bodybuilder: Sie setzen den Körper für ihre Selbstdarstellung ein. „Das Ich definiert sich über körperliche Eigenschaften“, behauptet der Kölner Sportsoziologe Volker Rittner, „und engagiert sich bei deren Erwerb.“ Da religiöse und gesellschaftliche Wertesysteme zunehmend an Einfluß verloren, diene der eigene Körper als Halt.

Diese Entwicklung setzte in den achtziger Jahren ein. Viele Zeitgenossen –

der Philosoph Norbert Elias hat sie als „denkende Statuen“ beschrieben – stellten erschreckt fest, daß sie den Körper nur wahrnahmen, wenn der Kopf schmerzte oder der Magen drückte. Sie wandten sich nun ihrem Leib stärker zu, achteten mehr auf dessen Signale und begannen, ihn zu trainieren.

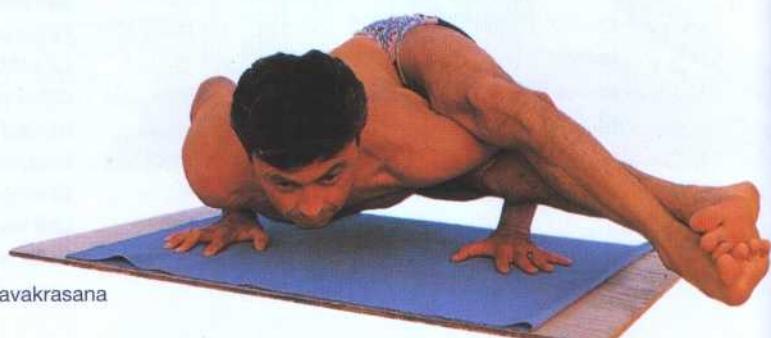
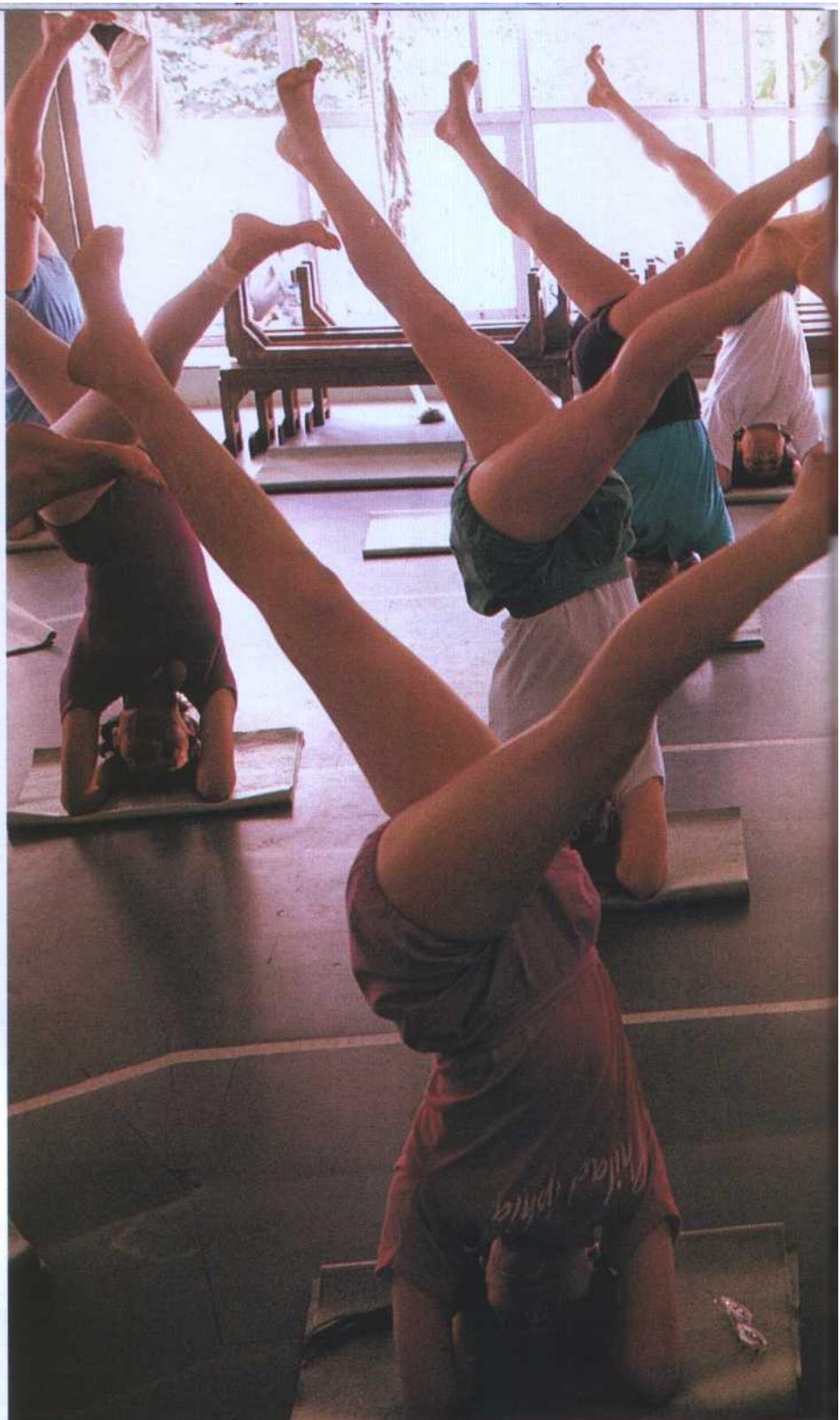
Die Entdeckung fernöstlicher Quellen von Geist-Körper-Harmonie lenkte Aufmerksamkeit auch auf das, was der Westen für Leib und Seele zu bieten hat – was vielfach aber in Vergessenheit geraten war.

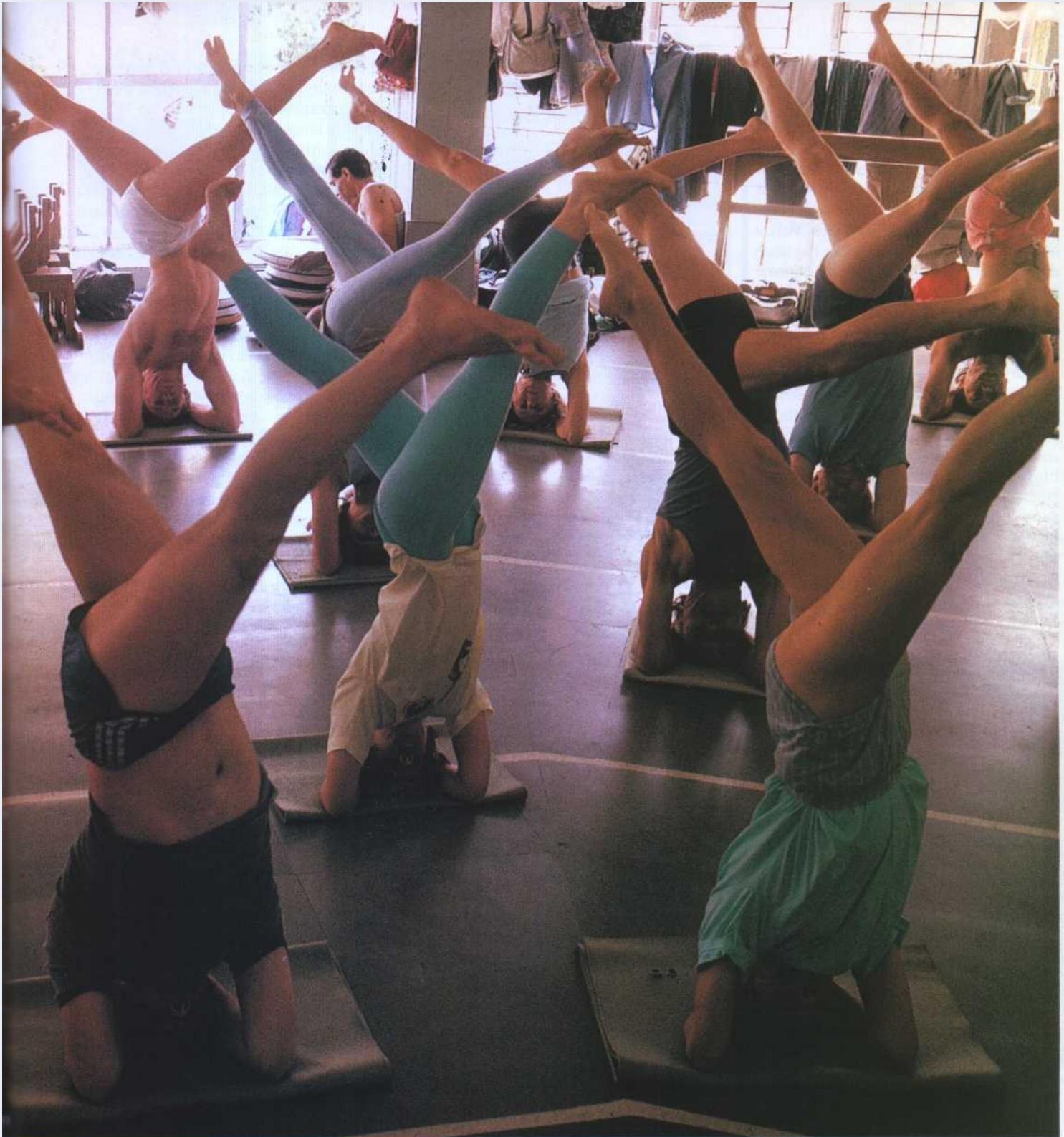
### **Entspannung hilft verblüffend gut bei Rückenschmerzen**

Tanz- und Atemtherapien, von Pionierinnen wie der Berliner Atemtherapeutin Ilse Middendorf vor Jahrzehnten entwickelt, haben nie gekannten Zulauf. Beträchtliche Anteile am neuen Markt hat das Autogene Training erobert, das der Arzt Johannes Heinrich Schultz im Ersten Weltkrieg erdacht und in den Schützengräben gegen seine Angst eingesetzt hat. Es erinnert an Yoga-Praktiken: Die Schüler lernen durch suggestive Formeln – etwa „der Arm wird schwer und warm“ –, sich zu entspannen und Funktionen des vegetativen Nervensystems wie Herzschlag und Atmung zu steuern. Auch die progressive Muskelrelaxation arbeitet mit Hilfe bestimmter Übungen alle Muskeln durch und verringert so deren Tonus. Die Erfolge bei der Volkskrankheit Rückenschmerzen sind verblüffend. Denn hier wirken Leib und Seele nachweislich zusammen.

Doch nicht erst durch Körperbeschwerden, sondern schon in der Körpherhaltung offenbart sich, wie wir im Leben dastehen. Wir ziehen den Kopf ein, weil wir ängstlich und auf der Hut sind. Wir gehen gebückt, weil etwas auf uns lastet: der Leib als fleischgewordene Biographie. Hier versuchen verschiedene westliche Haltungsschulen ordnend einzugreifen.

Mit der Alexander-Technik gelingt es, Verspannungen und Einschränkungen in alltäglichen Bewegungsmustern aufzuspüren. Sie schult das Körperempfinden und verhilft zu freieren Haltungen. Den ungeübten Körper und den überreizten Geist versucht auch die Eutonie in eine „harmonische Spannung“ – so die Übersetzung des griechischen Namens – zu bringen. Sie ermittelt besonders blockie-





Körperbeherrschung und Meditation sollen zur Selbsterkenntnis führen. Die Asanas, spezielle Stellungen des Hatha-Yoga, werden außerdem gegen Hämorrhoiden,

Ischias oder Darmträgheit empfohlen. Manche Yoga-Jünger reisen bis nach Indien, um zum Beispiel die Pose Parivrtta Kapoda Sirsasana zu erlernen, den Kopfstand »mit einem umgedrehten Bein«. Denn ohne Anleitung sollte man solche Übungen gar nicht versuchen

Ulrich Hahn  
Foto: Hahn

rende Muskelverkrampfungen und trainiert sie weg.

„Bewußtheit durch Bewegung“ verspricht das wohl meistverbreitete Körper-Lernprogramm. Es geht zurück auf den israelischen Kernphysiker Moshé Feldenkrais, der sich sein Leben lang mit Verhaltensphysiologie und Neuro-psychologie beschäftigte. Viele Volks-hochschulen bieten inzwischen die nach ihm benannte Methode an. Die enorme Nachfrage schlägt sich auch in den 1000 Anfragen zu der Technik nieder, die 1993 bei der Feldenkrais-Gilde eingingen – doppelt so viele wie im Jahr zuvor.

Die Feldenkrais-Methode ist eine Form der Selbsterziehung. Unter Anleitung eines Lehrers, der eine mehrjährige Ausbildung benötigt, lernen die Schüler zum Beispiel, die für sie angenehmste Lage auf dem Boden zu finden oder den Unterschied zu fühlen zwischen einer verordneten geraden Haltung und einem wirklich aufrechten Gang. Sie werden sensibilisiert für Beschränkungen ihres Körpers beim Liegen und Sitzen, Stehen

## Körper-Geist-Training vermitteln:

Berufsverband Deutscher Yogalehrer e. V.  
Heinrich-Grob-Str. 48, 97250 Erlabrunn  
Tel. 09364/47 97

Deutscher Aikido Bund e.V.  
Claudiusring 4L, 23566 Lübeck  
Tel. 0451/62 31 39

Deutsche Gesellschaft der Lehrerinnen und Lehrer der F. M. Alexander-Technik e. V.  
Postfach 5312, 79020 Freiburg  
Tel. 0761/38 33 57  
(Mo/Mi/Do 14.30 bis 16.30 Uhr)

Deutscher Judo-Bund e.V.  
Otto-Fleck-Schneise 12, 60528 Frankfurt a. Main  
Tel. 069/67 60 13

European Rolfing Association e. V.  
Ohmstr. 9, 80802 München  
Tel. 089/39 68 02 (Mo bis Do 10 bis 12 Uhr)

Feldenkrais-Gilde e.V.  
Asangstr. 144, 70329 Stuttgart  
Tel. 0711/326 04 65 (Mo/Di 13 bis 17 Uhr)

Tai Chi Zentrum Hamburg e. V.  
Postfach 305402, 20317 Hamburg  
Tel. 040/210 21 23

und Gehen. Schritt für Schritt ändern sie ihre Haltung, so daß die Knochen mehr vom Körpergewicht tragen und die Muskeln nicht länger überfordert sind. Eingeschliffene Muster aufgeben und entspannen, das Abenteuer Bewegung ausprobieren und damit brachliegende Möglichkeiten des Körpers nutzen – das soll am Ende auch geistig freier machen.

Konflikte, die Muskeln und Sehnen verkrampfen und verhärteten lassen, nimmt sich das Rolfing vor, das die Deutsch-Amerikanerin Ida Rolf in den fünfziger Jahren entwickelt hat. Eine tief in das Bindegewebe eingreifende, oft sehr schmerzhafte Massage soll Blockaden lösen, Gelenke zurechtrücken und dem Körper zur gesunden Symmetrie verhelfen.

Bei solch rabiatem Vorgehen drohen allerdings nicht nur physische Verletzungen. Da die Lebensgeschichte eines Menschen im Leib eingefangen sei, bedeute „jede Körperintervention auch eine existentielle Intervention“, warnt Hilarion Petzold, Herausgeber des Standardwerkes „Die neuen Körpertherapien“. Je härter und intensiver der Leib traktiert werde, um so größer sei die Gefahr, daß verborgene, ja verdrängte persönliche Konflikte aufgedeckt und seelische Zusammenbrüche heraufbeschworen würden. Eine fundierte Ausbildung des Lehrers ist deshalb wichtig – beim Rolfing ebenso wie bei der Atemtherapie und auch beim Tai Chi.

**Die Menschen  
glauben den Ärzten heute  
nicht mehr alles**

Doch damit ist es auf dem grauen Therapiemarkt, wie er sich in Kleinanzeigen von Szeneblättern präsentiert, nicht immer zum besten bestellt. Unter dem Etikett ganzheitlicher Körpererfahrung ist schnelles Geld zu machen, etwa mit teuren Crashkursen, die raschen Erfolg und tolle Erlebnisse versprechen.

Die Kosten solcher Mogelpakete schrecken nur wenige. Denn Gesundheit ist uns schon immer viel wert gewesen. Viele zahlen die Kursgebühren nicht zuletzt deshalb bereitwillig, weil sie bei diesen Methoden Ansätze einer „anderen Medizin“ zu finden hoffen, die Krankheit nicht nur als Störfall des Organismus begreift. Sie gehören damit zur wachsenden Zahl von Menschen, die ihr Wohlbefinden in die eigenen Hände nehmen. „Die Macht (der Experten, Red.) hat



**Aikido, der „Weg der geistigen Harmonie“, gehört zu den traditionellen Zen-Kampfkünsten Japans, ist aber ebenso wie das Bogenschießen Kyudo und das Schwertfechten Kendo kein Wettkampfsport. Und nur eine Gürtafarbe unterscheidet den Meister vom Schüler – Schwarz statt Weiß**



Yoga-Pose Garbha Pindasana

ihren Gipfel überschritten und befindet sich jetzt im Rückgang“, stellt der Zivilisationskritiker Ivan Illich fest. Nun wirke eine verwirrende Mischung von High-Tech und Kräuterweisheit, von Biotechniken und selbstbestimmten Übungspraktiken.

Viele, die Eigeninitiative entwickeln, hegen indes falsche Erwartungen, wie der Psychologe Wolfram Michallik beobachtet hat. Sie seien zu ungeduldig und leistungsfixiert. „Manche buchen Autogenes Training, wie sie ein Medikament schlucken.“ Der 35jährige Michallik und seine Frau gründeten 1990 in Lübeck das „Forum Gesundheit“, das sie „zwischen traditionellem medizinischen Verständnis und der Esoterikszene“ angesiedelt sehen.

### **Einige suchen beim Workshop nur den Kontakt zum anderen Geschlecht**

Zum Forum kommen Frauen und Männer, „die gegen ihre Möglichkeiten leben oder gelebt haben, die Ruhe und Rückzug suchen, die ihren Rhythmus und ihre Grenzen neu finden wollen“. Doch Michallik betont auch: „Es gibt nicht den Zugang, der für jeden stimmt – es gibt keine Methoden, sondern nur Menschen.“

Einige Kunden allerdings suchen auf Reisstroh-Matten bestenfalls Exotik – oder Kontakt. In unserer High-Tech-Welt wachse das Bedürfnis nach „High-Touch“, nach organisierter sozialer Nähe, konstatiert der amerikanische Zukunftsforscher John Naisbitt. „Da ist mehr Freizeitbedürfnis als ein Bedürfnis nach Heilung“, glaubt ebenfalls Kaye Hoffman, die in München Trancetanz unterrichtet. „Die Leute wissen nicht, wo sie am Wochenende hingehen sollen. Dann gehen sie halt mal zu einem Workshop und hoffen, daß das andere Geschlecht auch da ist.“ Ein größerer Gegensatz ist kaum denkbar zum Anliegen westlicher Körperschulen und zu der Zeit und Geduld, die fernöstliche Bewegungskünste Lehrern und Schülern abverlangen.

Spätestens am Ende des ersten Kurses, das hat der Tai-Chi-Lehrer Langhoff immer wieder erlebt, entscheide sich ohnehin von selbst, ob jemand dabeibleibe: „Dann kommt endgültig die Philosophie rein.“ Einige Teilnehmer seines Sonntagskurses üben die gelernten Figuren bereits seit fünf Jahren. Nur deshalb ent-



Yoga-Pose Kakasana

faltet das schattenboxende Dutzend die Arme fast so schwerelos wie „der weiße Kranich“ seine Schwingen.

Eine Broschüre des Hamburger Zentrums schließt mit dem alten chinesischen Sprichwort: „Der Mensch kennt seine Schwäche so wenig wie der Ochse seine Stärke.“ Sanfte Körperübungen schärfen die Sinne für persönliche Stärken und Schwächen, denn sie verlangen, wie der Arzt und Therapeut Helmut Milz in seinem Buch „Der wiederentdeckte Körper“ formuliert, „aufmerksame Zeit für die eigene Existenz“. Die „Eigenzeit für sich selbst, für heilsame Begegnungen mit dem eigenen Körper zu finden“ sei bereits ein machtvoller Programm

gegen die alltägliche Hetze unserer Leistungsgesellschaft.

Der Glaube tut ein übriges: Wohlfühle und Entspannung stellen sich bei den Übenden fast immer ein. Und chronische Beschwerden wie Kopfschmerzen und Bluthochdruck, Schlaf- und Verdauungsstörungen verschwinden mit 30- bis 60prozentiger Wahrscheinlichkeit. Denn so hoch veranschlagen Fachleute die Wirksamkeit von Scheinmedikamenten, sogenannten Placebos. Ein Ochse, wer darauf verzichtet. □

Die freie Autorin Charlotte Kerner, 43, lebt in Lübeck. Sie hat von der ersten Ausgabe an regelmäßig für GEO-Wissen gearbeitet. Zuletzt berichtete sie in „Kindheit und Jugend“ (Nr. 2/1993) über eine Berliner Wohngruppe für missbrauchte und misshandelte Kinder.

# Wann wird ungesunder Lebenswandel bestraft, Herr Ahrens?



**Der Jurist Dr. Hans Jürgen Ahrens, 55, ist seit Februar 1994 Geschäftsführer des AOK-Bundesverbandes in Bonn-Bad Godesberg. Zuvor hat er acht Jahre lang im schleswig-holsteinischen Sozialministerium gearbeitet. Bei der AOK sind etwa 31 Millionen Menschen versichert**

Von der AOK gar nicht. Wir halten Strafen für den falschen Weg, um Menschen für einen gesunden Lebensstil zu gewinnen.

*Aber viele Versicherte sehen nicht mehr ein, daß sie mitbezahlen sollen, wenn einer sich beim Skifahren das Bein gebrochen oder sich mit Zigaretten die Lunge ruiniert hat.*

Die haben nicht bedacht, wie schwierig die Definition dessen ist, der höhere Krankenkassenbeiträge zahlen sollte. Bei Leuten, die rauchen, trinken und Übergewicht haben, läge es nahe. Aber sollen wir etwa auch Workaholics, die bis zum Umfallen arbeiten, zur Kasse bitten? Beim Sport gelangen wir gleichfalls in den Grenzbereich. Skifahrer brechen sich zwar häufiger ein Bein. Wer sich indes mit Gymnastik und Ausdauertraining richtig vorbereitet, verringert sein Verletzungsrisiko, fördert seine Gesundheit und senkt sein Infarktrisiko. Um zu überprüfen, ob einer noch raucht oder schon wieder, müßten wir in dessen Privatleben herumschnüffeln. Wir müßten den Leuten nachspionieren, um herauszubekommen, ob sie Drachen fliegen oder gewagte Bergtouren unternehmen. Solche gesundheitspolizeilichen Aufgaben lehnen wir ab.

*Statt Gesundheitssünder zu bestrafen, könnten Sie doch auch jenen, die sich fit halten, einen Bonus gewähren.*

Theoretisch ja. Nur, das Ergebnis ist das gleiche. Bei der wirtschaftlichen Situation der Krankenversicherung könnten wir den Sportlichen einen Bo-

nus nur gewähren, wenn wir für jene mit dem kritisierten Lebensstil die Beiträge erhöhen.

*In der Umweltdebatte heißt es immer, die Menschen ließen sich nur per Geldbeutel erziehen.*

Ein Raucher ändert wegen höherer Krankenkassenbeiträge nicht gleich sein Verhalten. Die Zuschläge müßten dann schon so hoch ausfallen, daß es an seine wirtschaftliche Existenz geht. Aber solch drastische Maßnahmen stünden in keinem Verhältnis zum Nutzen. Dagegen ließe sich darüber reden, ob nicht höhere staatliche Abgaben auf Tabak und Alkohol sinnvoll wären. Das Geld sollte dann allerdings dem Gesundheitssystem zugute kommen. Das aber ist nach unserer gegenwärtigen Gesetzeslage schwierig.

*Sie lehnen Strafen und Belohnungen ab. Wie wollen Sie die Menschen denn dann vom Sinn der Gesundheitsvorsorge überzeugen?*

Indem wir ihnen Verhaltensänderungen schmackhaft machen. Wir versuchen ihnen zu vermitteln, daß eine gesunde Lebensweise keineswegs Askese bedeutet. Sie sollen sich zum Sporttreiben nicht zwingen müssen, sondern Spaß daran haben und merken, daß sie sich dadurch besser fühlen. Wenn sie ihre Ernährung umstellen, muß das Essen schmecken. Und sie müssen spüren, daß ihnen die leichte Kost besser bekommt, sie nicht müde sind und der Magen nicht drückt. Menschen mit starken Rückenschmerzen bieten wir etwa ein Schulungsprogramm, bei dem sie das richtige Sitzen, Tragen und Gehen lernen. Geht es ih-

nen dadurch besser, werden sie Einsicht zeigen und weiterhin Rückengymnastik betreiben.

*Was bringt auf Dauer die Gymnastik, wenn die Rückenschmerzen etwa durch einseitige Belastung am Arbeitsplatz verursacht werden?*

Unsere Mitarbeiter gehen in Abstimmung mit Betriebsrat und Betriebsleitung auch in die Unternehmen und sehen sich an, wie die Betroffenen sitzen und sich bewegen. Im Idealfall verbessert der Betrieb dann die ergonomischen Bedingungen und ermöglicht dem Mitarbeiter eine Rücken-

viertelmillion Menschen Gebrauch gemacht und Zehntausende unserer Mitglieder sich zu unserer Vier-Jahreszeiten-Kur zur allmählichen Umstellung der Eß- und Trinkgewohnheiten entschlossen. Gesundheitsbewußt zu leben gilt heutzutage zunehmend als attraktiv. Und dieses Umdenken nutzen wir. Zum Beispiel der Raucher: Er ist heute nicht mehr der Prototyp des energischen, durchsetzungsfähigen Menschen. Er erscheint vielmehr mit einer hinderlichen Eigenart beschwert. In Restaurants und Flugzeugen wird er in Ecken gedrängt, bei Besprechungen wird wie selbstverständlich nicht geraucht.

## **Gegen Angriffe auf das Solidarprinzip werden wir uns wehren**

schule während der Dienstzeit. Das Übel an der Wurzel zu packen gilt ja auch beim Rauchen oder Trinken. Wir dürfen uns nicht auf den vordergründigen Risikofaktor konzentrieren, sondern müssen nach den Ursachen fragen. Steht der Betroffene in Familie oder Beruf vielleicht so unter Druck, daß er zur Zigarette oder Flasche greift?

*Wie gut funktioniert Ihr Konzept?*

Unsere Form der Vorsorge kommt bei vielen Mitgliedern gut an. Von unseren Kursangeboten haben 1995 eine Dreि-

*Ziehen die Ärzte bei der Prävention genügend mit?*

Auch die Mediziner wissen, daß Vorsorgen besser ist als Kurieren.

*Und doch schreiben viele ein Rezept aus, statt etwa einem Ratsuchenden mit leicht erhöhtem Blutdruck ein Sportprogramm zu empfehlen.*

Vorsorge erfordert ein gewisses Maß an ganzheitlicher Betrachtung. Das ist bei vielen Ärzten vorhanden, bei einigen ist noch Überzeugungsarbeit zu leisten.

*Verzichten Mediziner auf ausführliche Beratungsgespräche, weil diese von den*

**Kassen schlecht honoriert werden?**

Die persönliche Tätigkeit des Arztes – also auch die Beratung – muß gegenüber den technischen Leistungen höher bewertet werden. In einem ersten Schritt ist es den Kassen gemeinsam mit der Ärzteschaft gelungen, typische Hausarztleistungen besser zu bezahlen. Dabei werden wir nicht stehenbleiben. Die AOK arbeitet derzeit an weiteren Vorschlägen zur Förderung der „sprechenden Medizin“.

**Läßt sich mit Vorsorge Geld sparen?**

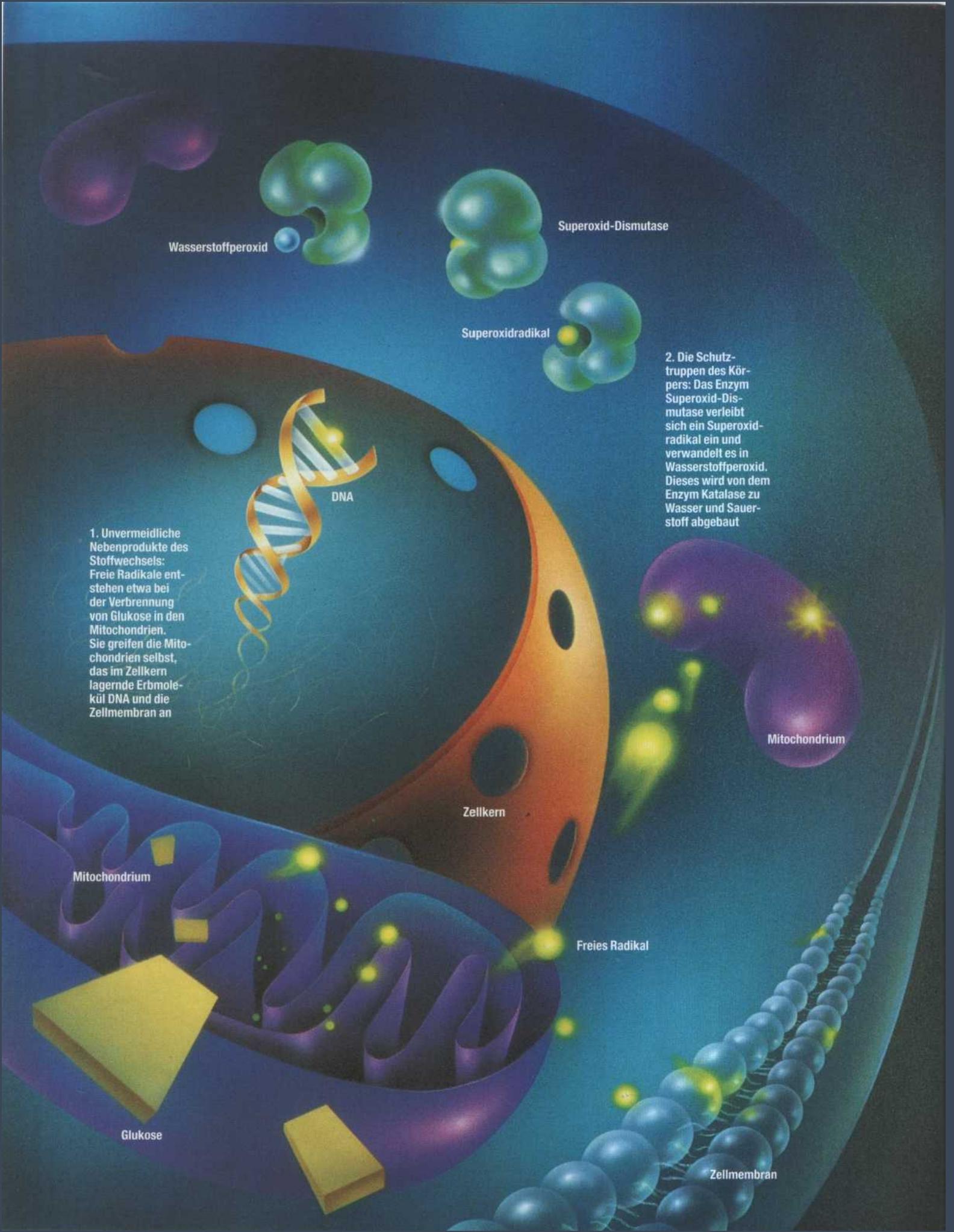
Ja, vor allem in der zahnärztlichen Versorgung läßt sich viel Geld sparen. Prävention ist außerdem bei der Vermeidung von chronischen Leiden besonders erfolgversprechend.

**Können Sie die Einsparungen beziffern?**

Nein, das hängt davon ab, wie viele Menschen wir erreichen.

*In jüngster Zeit rütteln Politiker und Ärzte kräftig am Solidarprinzip. Wie lange ist es noch zu halten?*

Bestrebungen, die Solidargemeinschaft aufzulösen, nur eine Grundversorgung für die schlimmsten Leiden zu gewähren und darüber hinaus Zusatzversicherungen zu verlangen, hat es immer wieder gegeben. Wir werden uns dem entgegenstellen. Wenn jemand krank ist, müssen sich die Leistungen der Kassen auch in Zukunft allein am gesundheitlichen Bedarf und nicht am Einkommen der Versicherten orientieren. □



VON NATALIE ANGIER

Ohne sie könnten wir keinen Gedanken fassen und keinen Muskel anspannen. Aber so lebensnotwendig sie sind, so gefährlich sind sie auch: Freie Radikale attackieren alles, was sie erreichen können. Und je mehr Sauerstoff wir bei körperlicher Anstrengung verbrauchen, desto mehr von ihnen entstehen. Regelmäßiger Sport wappnet uns indes auch gegen diese ruinösen Teilchen

# DIE GEFAHR LIEGT IN DER LUFT

**W**ir leben in einer Ära des Gemäßigten. Alles Radikale hat heutzutage einen schlechten Beiklang: Radikale Kapitalisten gelten als gierig, radikale Linke als passé und radikale Anarchisten schlicht als verwirrt.

So haftet denn schon des Namens wegen auch den freien Radikalen ein zweifelhafter Ruf an – jenen Atomen und Molekülen, um die ein einsames Elektron schwirrt, begierig auf ein zweites Partikel seiner Art. Und ihr übler Leumund besteht zu Recht: Die atomaren und molekularen Marodeure, die täglich myriadenfach im Körper entstehen, fallen in den Zellen über alles und jedes her – über Eiweiße, das Erbmolekül DNA und die zarte Membran, die sich schützend um die Zelle legt. Was immer sie angreifen, deformieren oder zerstören sie. Forscher zählen sie zu den Ursachen akuter Gesundheitsschäden wie des Nerventods nach Rückenmarksverletzungen. Vor allem aber sollen sie chronische Erkrankungen wie Krebs und Herzleiden, ja, sogar die schleichenden Prozesse des Alterns fördern.

„Die freien Radikale sind zwar lebensgefährlich“, sagt Lester Packer, Biochemiker an der University of California in Berkeley, der seit den siebziger Jahren die aggressiven Teilchen studiert. „sie sind aber auch lebensnotwendig.“ Sie treiben essentielle Stoffwechselreaktionen an. Ohne sie könnten wir unsere Nahrung nicht verdauen. Ohne sie wären wir außerstande, einen Gedanken zu fassen oder einen Muskel anzuspannen.

Die ruinösen Teilchen sind der Preis, den wir fürs Atmen zahlen: unvermeidbare Nebenprodukte des Lebens in einer sauerstoffreichen Welt. Und je mehr Sauerstoff jemand in seinen Muskeln umsetzt, desto mehr Radikale fallen an. So paradox es klingt: Wer anstrengenden Sport treibt, riskiert deshalb, seinem Organismus zu schaden.

Lange bevor Biologen und Mediziner die Bedeutung der freien Radikale erkannten, haben sich Chemiker damit befaßt. Sie entdeckten, daß die elektronen-

hungriigen Partikel eine wichtige Rolle in Flammen spielen und auch in jenen Kettenreaktionen, bei denen sich Einzelmoleküle zu Kunststoffen wie PVC verbinden.

Welche Zerstörungen freie Radikale im Organismus anrichten, kam erst zutage, als Forscher die Wirkung energiereicher Röntgen- und Gammastrahlen auf den Menschen untersuchten. Diese Strahlen stoßen in Körperzellen in erster Linie auf Wassermoleküle. Sie zertrümmern diese in ein Wasserstoffatom – ein relativ schwaches Radikal – und ein Hydroxylradikal – einen, so Lester Packer, „sehr destruktiven Typ“.

### Erst durch Radikale wird Asbest gefährlich

In den späten sechziger Jahren stellten Wissenschaftler fest, daß freie Radikale im Körper nicht nur unter den extremen Bedingungen einer radioaktiven Bestrahlung entstehen, sondern auch während des ganz gewöhnlichen Stoffwechsels. Peu à peu spürten sie die zell-eigenen Quellen der reaktionsfreudigen Substanzen auf.

Freie Radikale sind beteiligt, wenn Freßzellen des Immunsystems Bakterien abtöten. Sie verwandeln Sauerstoff in das Superoxidradikal, das seinerseits aggressives Wasserstoffperoxid und das destruktive Hydroxylradikal bildet. Beide Substanzen lösen die Mikrobenhülle auf. Bei bestimmten Entzündungen, wenn Freßzellen sich am Ort einer Verletzung sammeln und dort lange aufhalten, können freie Radikale unkontrolliert in die Umgebung gelangen.

Diese Entgleisung erklärt laut Lester Packer auch, weshalb Asbestfasern in der Lunge so gefährlich sind: Wenn Abwehrzellen wiederholt erfolglos versuchen, die unverdaulichen Nadeln zu verschlingen, entlassen sie stoßweise Radikale, die Krebs verursachen können.

Freie Radikale sind auch beteiligt, wenn in den Mitochondrien, den winzigen Zellkraftwerken, Zucker und Fettsäuren mit Hilfe von Sauerstoff in die Energiewährung des Körpers, das Adenosintriphosphat, umgewandelt werden. Da diese vielstufige Reaktionskette, bei der Elektronen hin- und hergeschoben werden, „leckt“, entsteht immer wieder das Superoxidradikal. Es entweicht in die Zellflüssigkeit und reagiert weiter zum Hydroxylradikal.

Ein beträchtliches Potential zur Radikalproduktion haben auch Metalle wie Kupfer und Eisen. In elektrisch geladener Form, als Ionen, können die beiden Elemente besonders leicht zwischen zwei Zuständen hin- und herpendeln: Sie nehmen ein Elektron auf und geben es bei Bedarf wieder ab und werden so – im Fachjargon – reduziert und oxidiert. Gehen solche Elektronenschiebereien schief und ist Wasserstoffperoxid oder Sauerstoff in der Nähe, entstehen Hydroxyl- und Superoxidradikale. Um das zu verhindern, hält unser Körper seine Eisenvorräte strikt unter Verschluß: Er bindet sie fast vollständig an Eiweiße, beispielsweise an das Speicherprotein Ferritin, und schirmt das Metall damit von ruinösen Reaktionen ab.

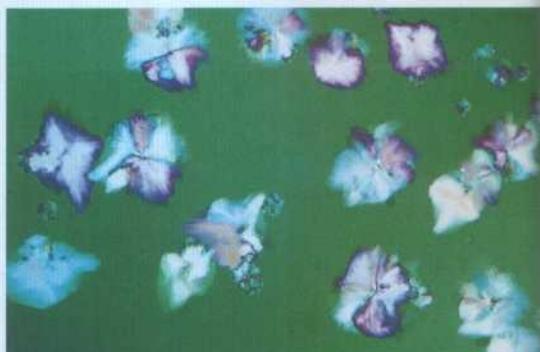
Da Radikale offenbar die Ablagerung von Cholesterinpaketen in Arterien fördern, spekulieren einige Wissenschaftler, daß Eisenpräparate und mit Eisen angereicherte Nahrung Herzkrankheiten bis hin zum Infarkt begünstigen könnten. In dieselbe Richtung geht die Annahme, daß Frauen vor den Wechseljahren deshalb weniger zu Herzleiden neigen als Männer, weil ihr Körper sich allmonatlich durch die Menstruation potentiell schädlichen Eisens entledigt.

Verheerende Schäden bis zum Zelltod richten freie Radikale vor allem in den feinen Biomembranen an, die um die Zelle selbst liegen, aber auch andere Zellstrukturen wie die Mitochondrien begrenzen. In der Regel ist es das Hydroxylradikal, das dort eine Kettenreaktion gegenseitigen Elektronendiebstahls in Gang setzt. Die Fettsäureschwänze der Membranbausteine werden bei dieser Oxidationslawine zerstört, abgespaltene Fragmente können wiederum Enzyme ruinieren, die Biokatalysatoren der Zelle.

### Emsige Kontroll-Enzyme zerlegen verdorbene Eiweiße

Doch den allgegenwärtigen Radikalen steht der Organismus keineswegs wehrlos gegenüber. Er hat im Lauf der Evolution ein breites Spektrum an Schutzmechanismen entwickelt. Der Biokatalysator Superoxid-Dismutase (SOD) etwa verwandelt das Superoxidradikal in Wasserstoffperoxid, das von einem Enzym namens Katalase in harmloses Wasser und Sauerstoff zerlegt wird. Rote Blutkörperchen zum Beispiel sind wegen ih-

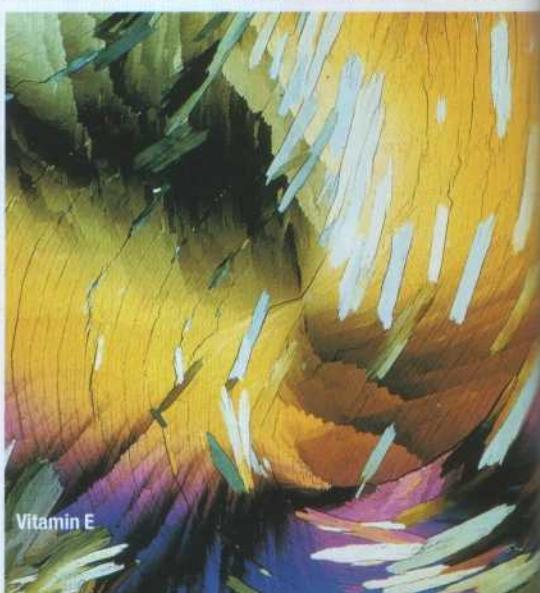
res hohen Eisengehalts mit besonders viel SOD und Katalase ausgestattet. Entkommt den Fängern aber doch ein Radikal, zerlegen emsige Qualitätskontroll-Enzyme die durch Oxidation verdorbenen Proteine und Fette. Andere Reparaturbrigaden schneiden beschädigte DNA-Stücke heraus und flicken neue, intakte hinein. Bruce Ames, Biochemiker an der University of California in Berkeley, schätzt, daß jede Zelle täglich 10 000 Treffer von Radikalen abbekommt – und beinahe alle werden auf der Stelle repariert.



Vitamin A



Beta-Carotin



Vitamin E

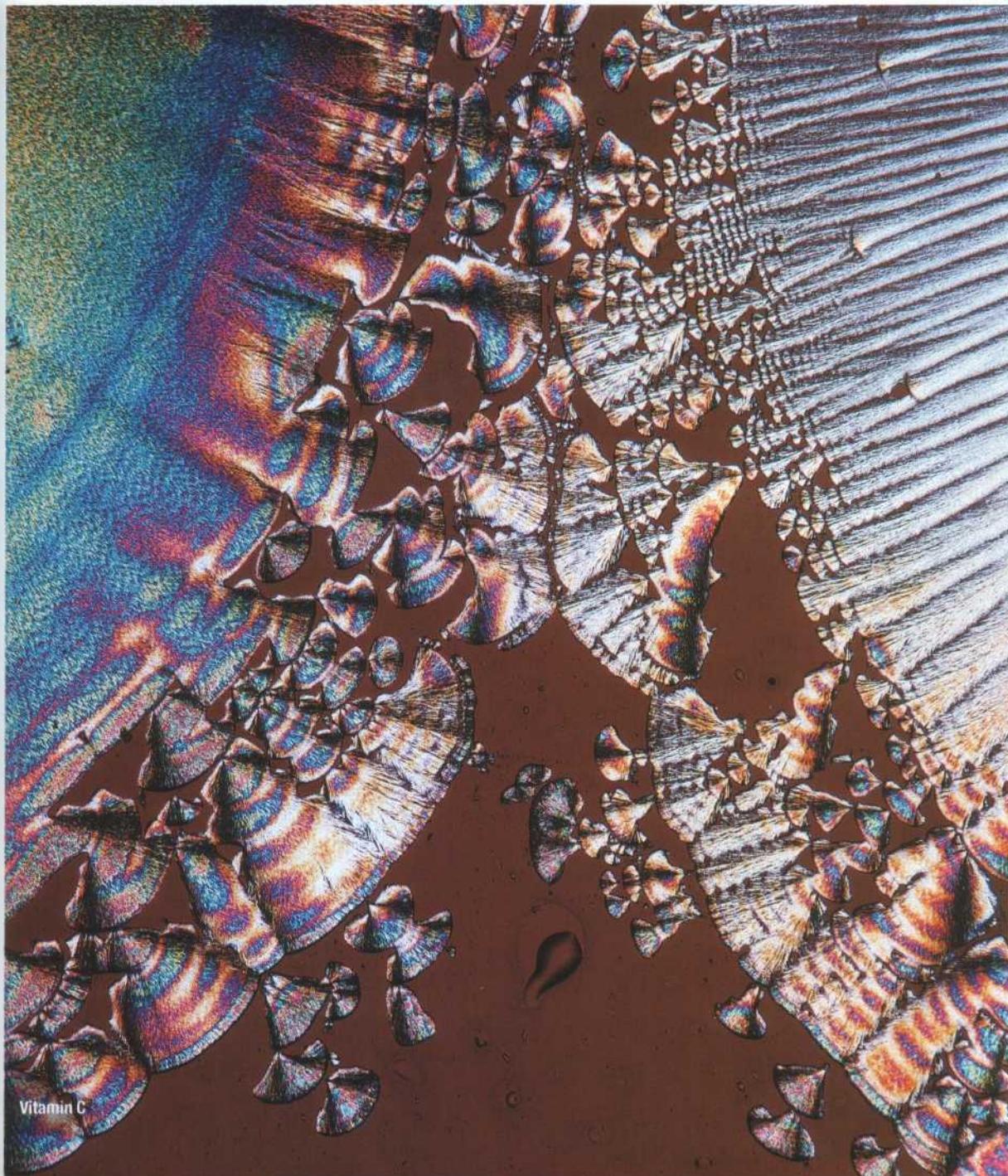
## **Vitamine stärken den natürlichen Schutzschild der Zelle**

Den zelleigenen Schutzenzymen kommen die antioxidativen Vitamine zu Hilfe, die wir mit der Nahrung aufnehmen müssen. Vitamin E und Beta-Carotin, eine Vorstufe des Vitamin A, fangen in den fetthaltigen Zellmembranen freie Radikale ab, bevor diese Löcher in die zarten Hüllen brennen können. Im wäßrigen Zellinneren heftet sich Vitamin C an die elektronenhungrigen Teilchen, so daß sie ausgeschleust und mit dem Urin fortgespült werden können.

Im großen und ganzen vermag der Organismus die freien Radikale wirkungs-

voll zu kontrollieren – aber eben nicht perfekt. Zusätzlichen oxidativen Stress muten wir unserem Körper durch alltägliche Gewohnheiten zu: Ein Raucher inhaliert mit jedem Zug Unmengen der reaktionsfreudigen Substanzen. Die kosmischen Strahlen, denen wir uns auf Flügen verstärkt aussetzen, fördern die Bildung von Radikalen, ebenso Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid.

Erst seit kurzem wissen Mediziner, wie sehr auch anstrengender Sport den oxidativen Stress erhöht. Ob einer läuft oder schwimmt, Tennis spielt oder Ge-



Eine wichtige Komponente des körpereigenen Abwehrsystems gegen freie Radikale sind Vitamine, deren Kristalle im polarierten Licht prächtig schillern. Vitamin E und Beta-Carotin, die Vorstufe des membranstabilisierenden Vitamin A, verhindern die Zerstörung der feinen Zellhüllen. Vitamin C fängt die aggressiven Partikel ein, so daß diese aus der Zelle geschleust und mit dem Urin fortgespült werden können. Da körperliche Anstrengung die Entstehung von Radikalen fördert, empfehlen einige Wissenschaftler, Sportler sollten zusätzliche Vitamine schlucken

wichte stemmt – stets verbraucht er mehr Sauerstoff und kurbelt so die Radikalproduktion an.

Gleichzeitig aber stärkt regelmäßiges Training die Radikalabwehr: Je besser die Kondition, desto größer die Zahl der Schutzenzyme, etwa der Superoxid-Dismutase. „Diese Zunahme“, erläutert Lester Packer, „gleicht die zahlreicher Angriffe durch freie Radikale mehr oder weniger aus.“

### Bei Älteren kommt die Abwehr erst langsam in Schwung

Am gefährdetsten sind die Wochenendathleten, die tagelang träge herumsitzen und dann samstagnachmittags versuchen, ihr Bewegungsdefizit durch sportliche Ausbrüche auszugleichen. Solch falscher Ehrgeiz erhöht nicht nur die Gefahr von Muskelzerrungen, der Körper wird auch mit Radikalen überschwemmt. Gelegenheitssportler sind daher nach ihrem Aktivitätsanfall oft in schlechterer Verfassung als zuvor.

„Aus diesen Erkenntnissen“, sagt Richard Cutler, Chemiker am amerikanischen National Institute on Aging, „ergibt sich als praktischer Ratschlag: Wer anstrengende Sportarten betreiben will, sollte sich allmählich darauf vorbereiten.“ Je älter der oder die Sporttreibende ist, desto länger dauert es, bis die Oxidationsabwehr besser funktioniert. Deshalb rät Cutler: „50- oder 60jährige, die lange Zeit bewegungsarm gelebt haben, sollten ihr Trainingspensum über Wochen, wenn nicht gar Monate allmählich steigern.“

Es bleibt aber das Risiko, daß auch ein trainiertes Abfangsystem die vermehrten gebildeten Radikale nicht entschärfen kann. „Alle, die regelmäßig Sport treiben, vor allem Läufer“, sagt Richard Cutler, „sollten daher antioxidative Präparate nehmen“ – also Vitamine. Diese Empfehlung wird gestützt durch mehrere Studien, in denen Forscher feststellten, daß etwa die Vitamine E und C Schäden an Muskelzellen verringern. So verglich Ian Gillam vom Phillip Institute of Technology in Melbourne Ausdauerathleten, die während des Trainings Vitamin-C-tabletten schluckten, mit solchen, die darauf verzichteten. Bei den Sportlern mit Vitamingabe fand er „eine um 25 Prozent geringere Gewebeoxidation“.

Einige Wissenschaftler propagieren zusätzliche Vitamindosen auch für den

Normalbürger – zur Vorbeugung von Herzerkrankungen, Osteoporose und Krebs und um das Altern zu bremsen. Andere Forscher wehren solche Ratsschläge als gutgemeint, aber unwissenschaftlich ab. Besonders kritisch stehen sie hohen Dosierungen gegenüber, wie sie etwa Linus Pauling empfohlen hat. Der Chemiker und zweimalige Nobelpreisträger nahm täglich mehrere Gramm Vitamin C ein – die derzeit in Deutschland empfohlene Tagesdosis beträgt 75 Milligramm. Dafür, daß die Vitamine C und E sowie Beta-Carotin Krebs verhindern oder das Altern verlangsamen, gibt es, resümiert Paul Saltman, Biochemiker an der University of California in San Diego, „keine Nachweise aus gut überwachten Doppelblindstudien“. Bei solchen Untersuchungen wissen weder Arzt noch Versuchspersonen, wer wirkstoffhaltige Tabletten und wer ein Scheinpräparat erhält.

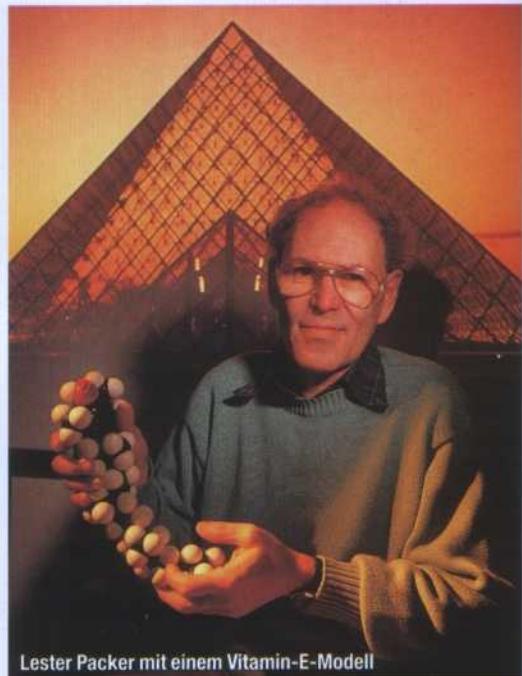
Einige epidemiologische Studien sprechen allerdings durchaus für eine lebensverlängernde Wirkung vitaminreicher Kost. Menschen, die wenig Fett, dafür viel Gemüse und Obst essen, etwa Asiaten, leiden in der Regel seltener an Krebs und Herzerkrankungen als die Bewohner westlicher Länder, die nie an einem Imbiß vorbeijoggen können, ohne sich eine Portion Pommes zu holen. Pflanzen enthalten neben Vitaminen aber auch andere nützliche Stoffe wie gleichfalls antioxidative Flavonoide, verdauungsfördernde Fasern und eisenbindende Substanzen. Es ist daher schwer nachzuweisen, daß besonders Vitamine die Gesundheit fördern.

### Frauen gewinnen keinen Nutzen aus hohen Vitamindosen

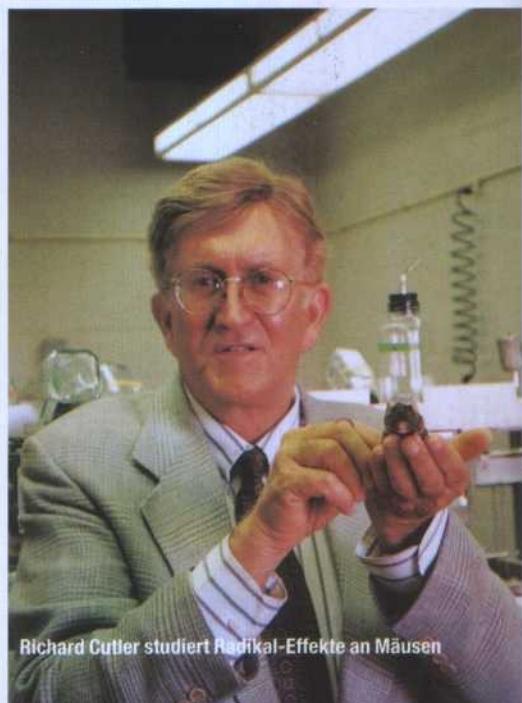
Einen Versuch unternahmen jüngst James Enstrom, Epidemiologe an der School of Public Health der University of California in Los Angeles, und seine Mitarbeiter. Über zehn Jahre hinweg beobachteten sie 11 348 Personen zwischen 25 und 74 Jahren. Männer, die mit Lebensmitteln und Tabletten hohe Dosen Vitamin C aufnahmen – durchschnittlich 300 Milligramm täglich –, wiesen eine um 42 Prozent niedrigere Sterblichkeitsrate auf als die Vergleichsgruppe, die weniger Antioxidantien schluckte. Bei Frauen blieb der positive Effekt überraschenderweise aus. Die Gründe dafür sind unklar.

Manche Biochemiker sehen einen Denkfehler in der Theorie, daß Unmengen von Vitaminen besonders gesund sein müssen, nur weil Vitamine an sich gesund sind. Der Körper derer, die diese Substanzen massenweise einnehmen, drosselt womöglich die Produktion der eigenen Radikalfänger.

„Bei Versuchen mit Ratten“, sagt Richard Cutler, „führte eine hohe Dosierung von Vitamin E dazu, daß andere antioxidative Systeme die Arbeit niedergelegten.“ Vitaminpräparate nützen, meint der Forscher, nur solchen Menschen, de-



Lester Packer mit einem Vitamin-E-Modell



Richard Cutler studiert Radikal-Effekte an Mäusen

## Treffer im Erbgut rufen Reparaturbrigaden auf den Plan

ren körpereigene Abwehrsysteme träge oder defekt sind.

Bei der Entschärfung von Radikalen setzen Wissenschaftler nicht allein auf Vitamine. Pharmakologen prüfen derzeit bereits einige Substanzen, die als Medikamente in Frage kommen. Klinische Tests laufen zum Beispiel mit Steroidhormonen. Sie können den Strom freier Radikale eindämmen, der häufig nach Kopf- und Rückenmarksverletzungen sowie einigen Formen des Schlaganfalls den Organismus überflutet und große Bereiche gesunden Gewebes zerstört.

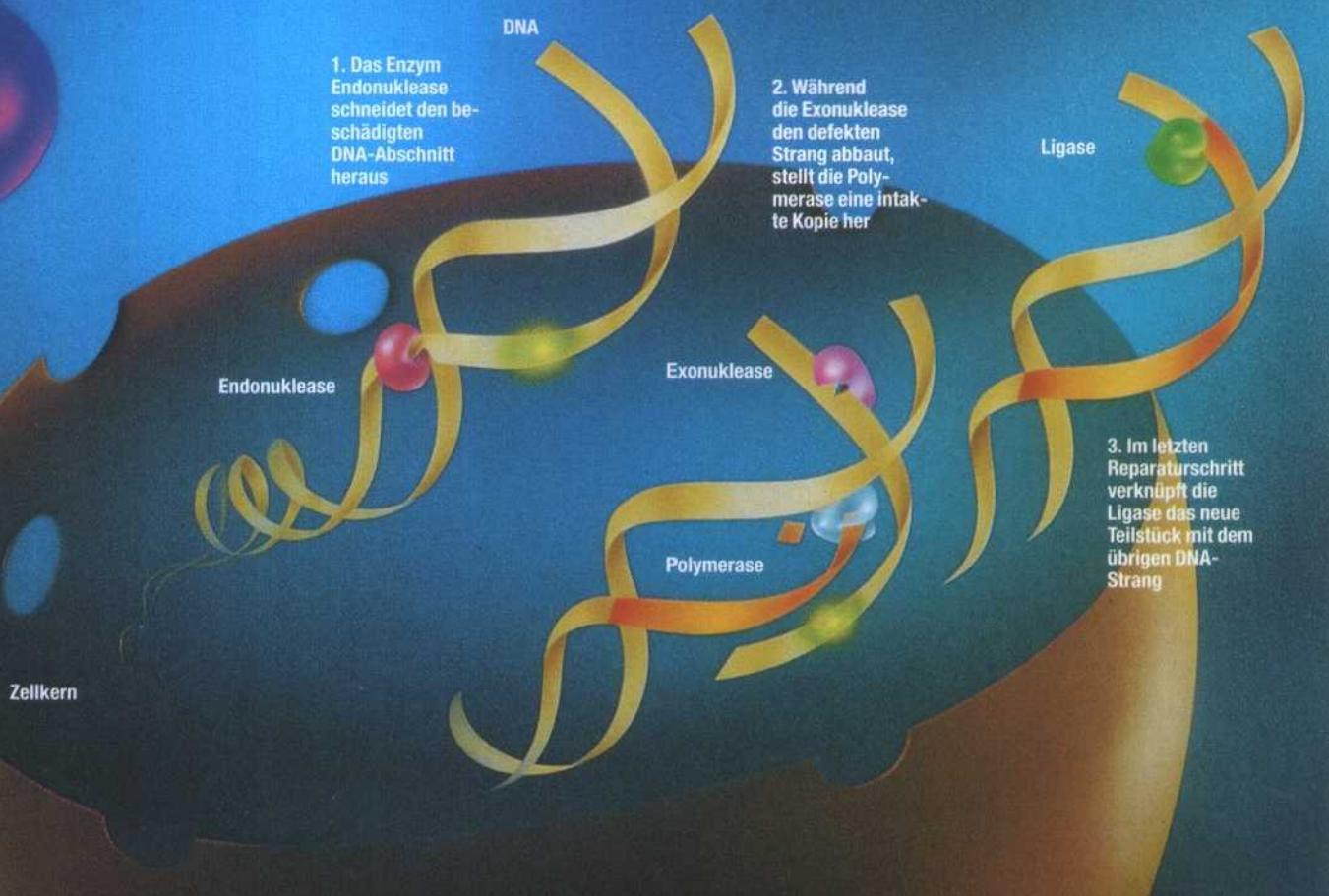
Ein an sich geringfügiger Unfall kann dadurch zu einer Lähmung führen.

Solche Stoffe sind freilich für den medizinischen Ernstfall gedacht und nicht für Gesunde, die schlicht ein langes vitales Leben anstreben. Für sie gibt es keine Wunderpille und wird es nie eine geben. Statt einer Apotheke sollten sie besser einen Obst- und Gemüselaufen suchen. □

Natalie Angier berichtet für die „New York Times“ vorwiegend über biomedizinische Themen. Ihren Beitrag hat Annette Kühner aus dem Englischen übersetzt.

Ein besonders empfindliches Ziel für freie Radikale ist die im Zellkern verpackte DNA. Defekte dieses Erbinformationsträgers können die Zelle absterben lassen oder deren ungehemmtes Wachstum – etwa Krebs – auslösen. Im Lauf der Evolution hat unser Organismus jedoch ein breites

Spektrum von Schutzmechanismen entwickelt: Be- kommt die DNA einen Treffer ab, schwärmen Reparaturenzyme aus, um den Schaden in einem perfekt abge- stimmten Zusam- men- spiel zu beheben



Juchzend springt das Mädchen durch die kühle Dusche. Aus solcher Hingabe an den Augenblick, aus solchem Spaß an der eigenen Bewegung lebt das Spiel. Seit jeher lässt der Mensch sich von ihm fesseln. Obwohl – oder gerade weil – es keinen unmittelbaren biologischen Zweck erfüllt

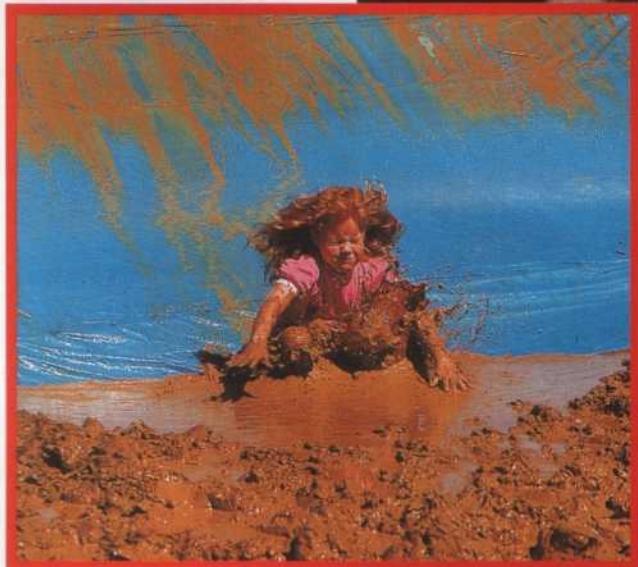
# DIE LUST AN SICH

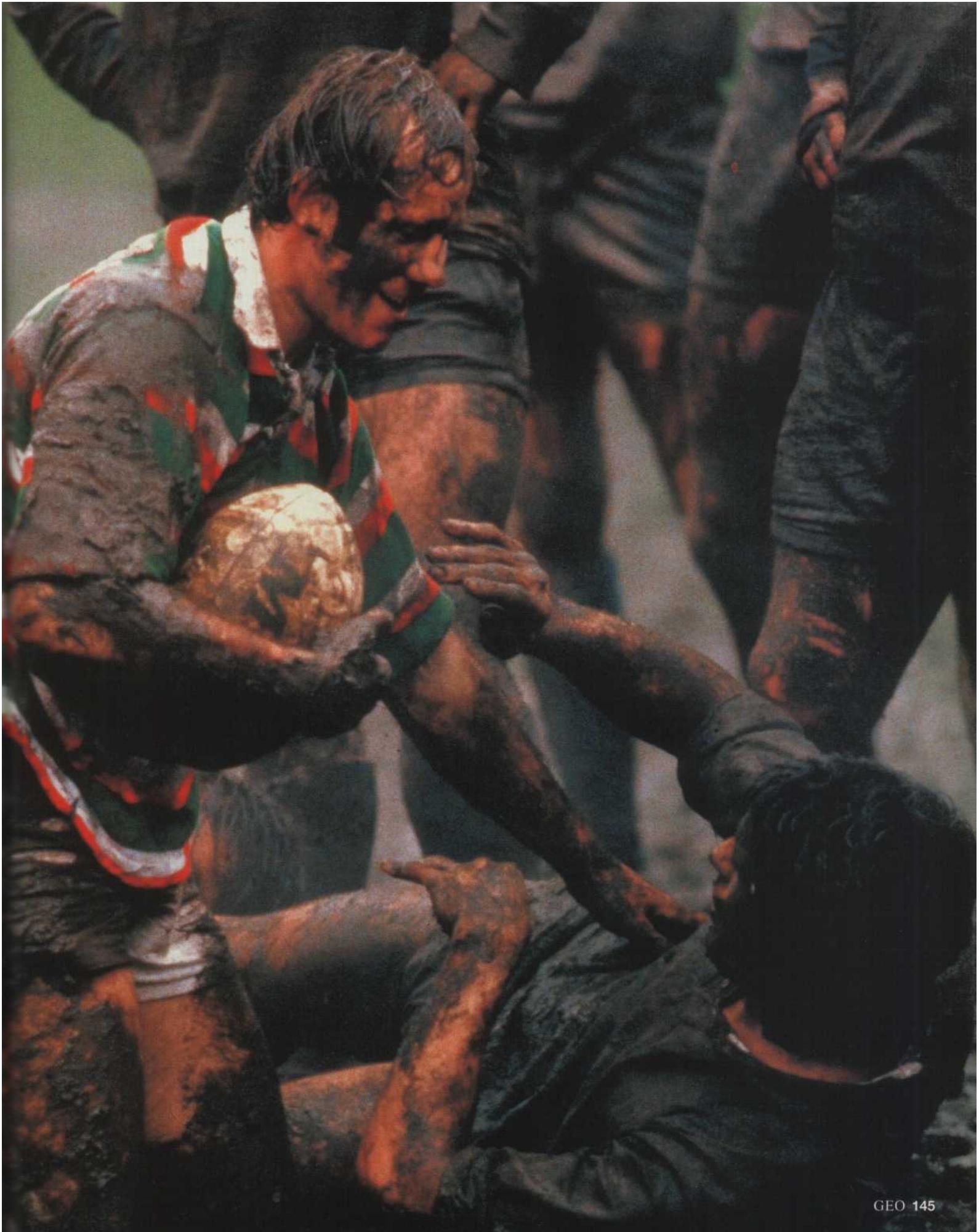




## **Gut gelaunt beim Match im Matsch**

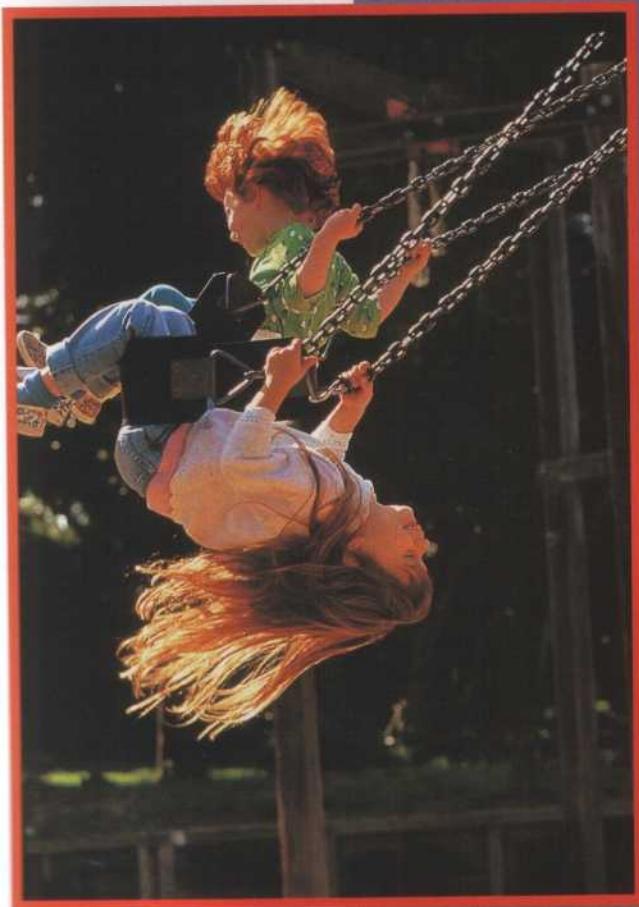
Eine wahre Schlammschlacht ist das Match der Rugbyteams von Leicester und Gloucester. Doch der Schmutz nimmt den Männern so wenig den Spaß am Wettstreit wie dem herausgeputzten Mädchen an seiner Rutschpartie. Denn beim Spiel verlieren die Gesetze des Alltags ihre Geltung. Da ist es erlaubt, sich beim Kampf ums Lederei als Rauhbein zu gebaren, und Groß und Klein dürfen sich bedenkenlos dreckig machen

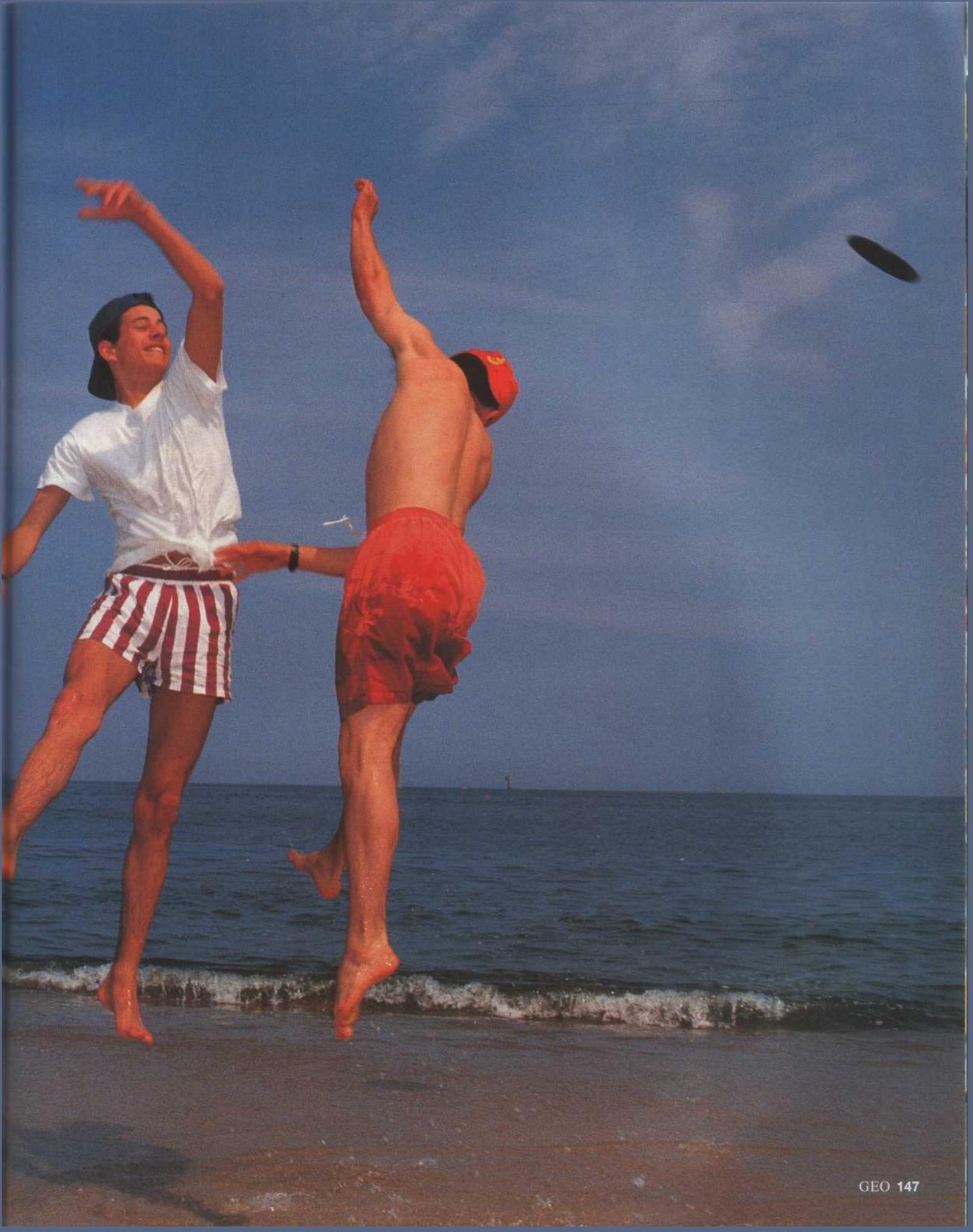




## **Beschwingt den festen Boden verlieren**

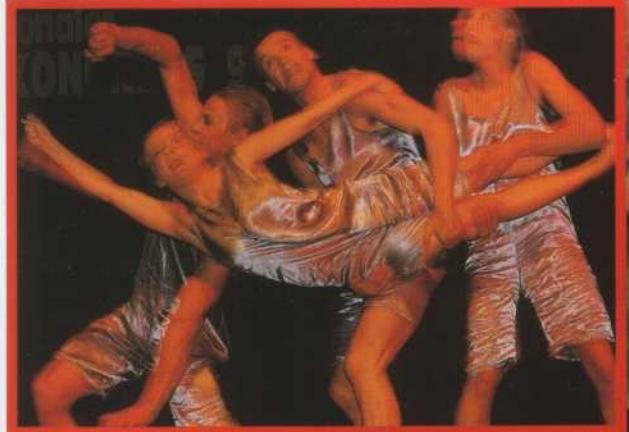
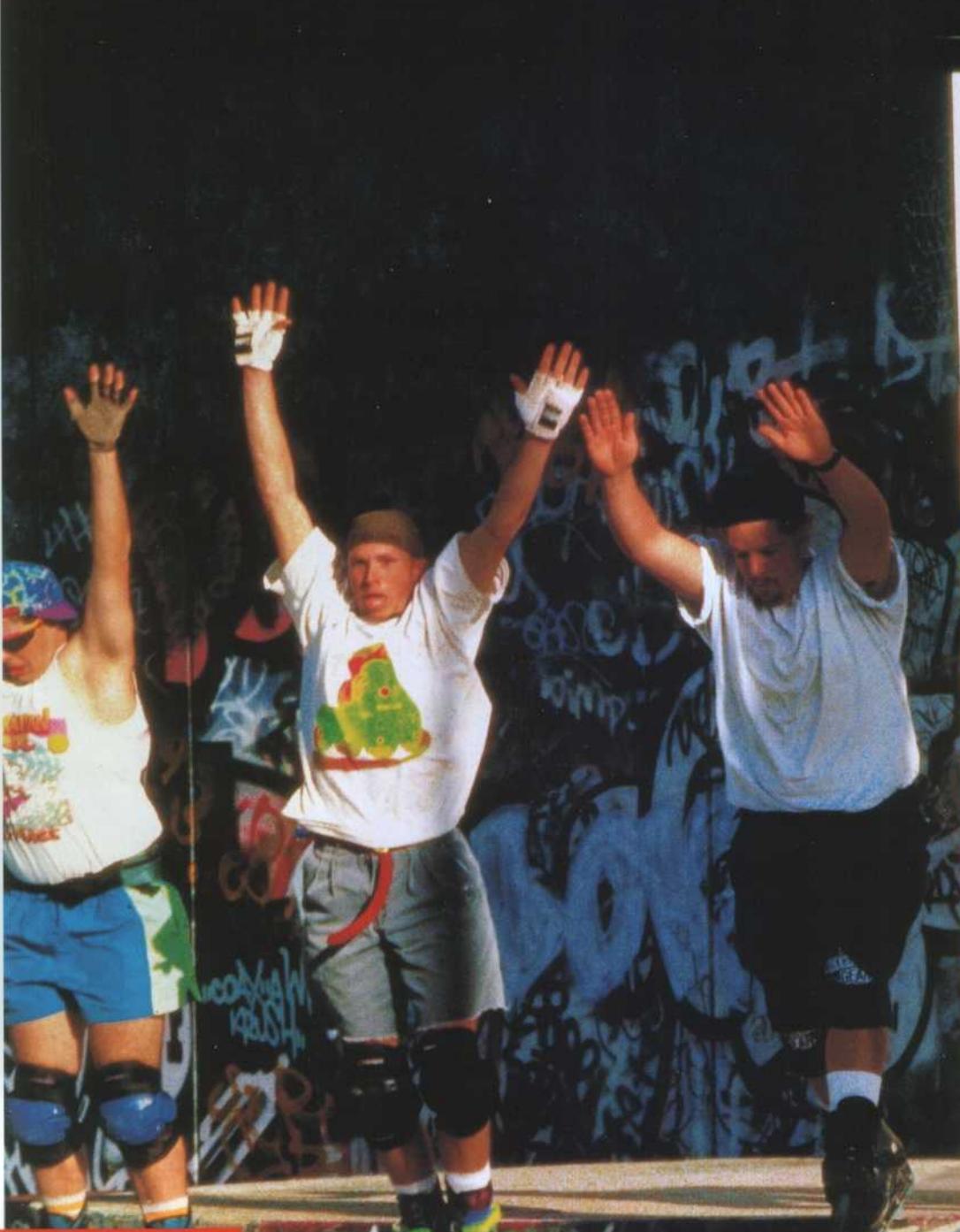
Beim Spiel mit der Schwerkraft erleben Menschenkinde die Möglichkeiten ihres Körpers: sei es, daß sie am Strand einen leichtfüßigen Tanz mit der Frisbee-Scheibe aufführen oder schaukeln, bis ihnen schwindlig wird. Und obendrein trainieren sie beim Fangen und Werfen, beim Schwungholen und Pendeln ihr Gefühl für die gelungene Bewegung





## **Mit Vergnügen unter die Räder kommen**

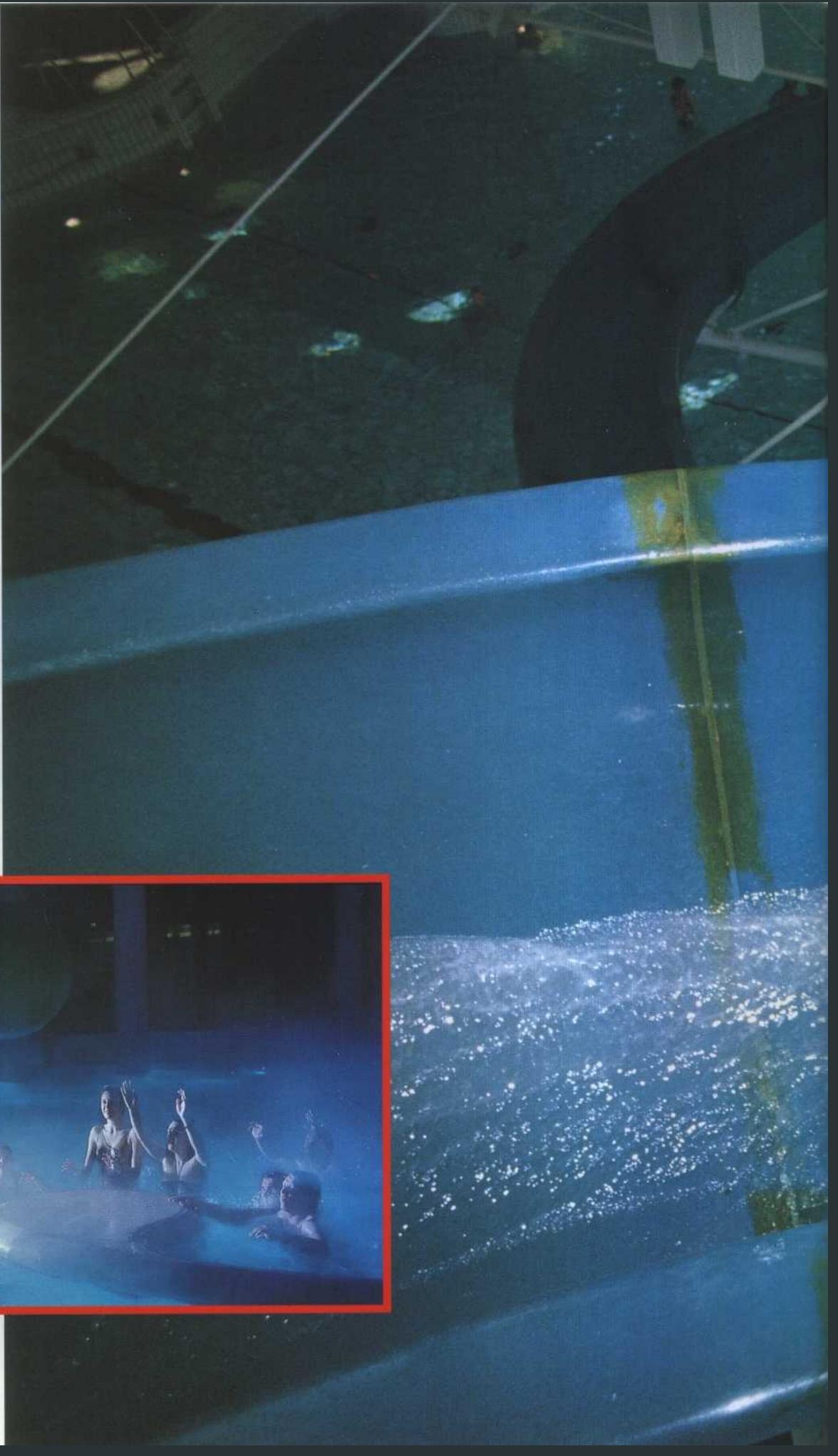
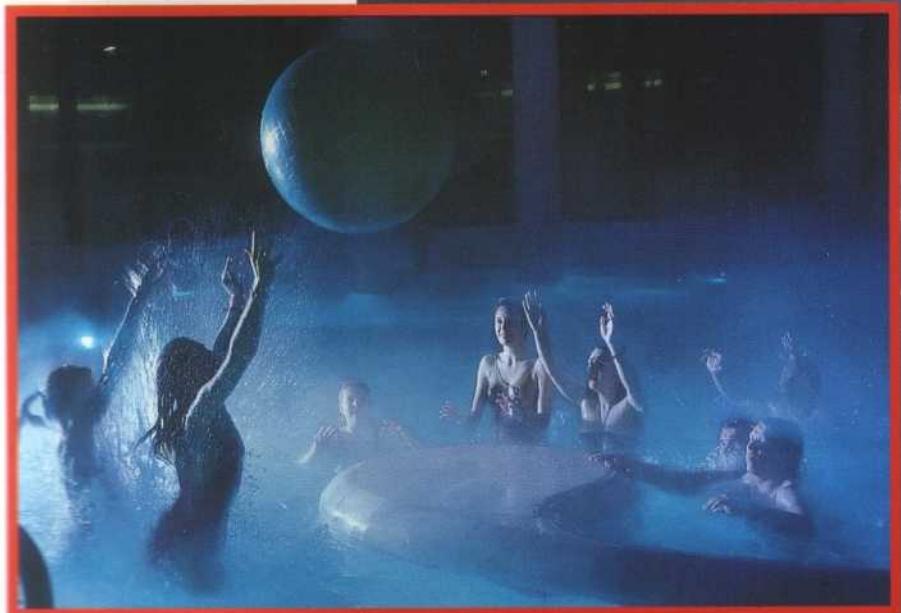
Mit artistischen Luftsprüngen erheischen »Inline Skater« die Aufmerksamkeit des Publikums an der südkalifornischen Venice Beach – einer Arena für sportliche Verrücktheiten aller Art. Die Probe von Geschicklichkeit, von Mut und Kraft, auch sie gehört zum Spiel. Als Lohn der Anspannung winkt die Entspannung, wenn die Übung glückt. Die Theatergruppe Confuss von der Deutschen Sporthochschule Köln bringt hingegen weniger den Nervenkitzel als vielmehr die Ästhetik menschlicher Bewegung auf die Bühne





## **Frohgemut die schiefe Bahn hinab**

Ein Narr, wer glaubt, das Wasser sei allein zum Trinken und zum Waschen da. Es ist auch eine Quelle des Vergnügens: für den Jungen, der die überdimensionale Rutsche hinuntersaust, genauso wie für die Kölner Sportstudenten beim Wasserball. Beim Spiel in und mit dem Element lernen Kinder dessen Eigenschaften kennen: wie hart es bei einem Bauchplatscher sein kann oder wie angenehm leicht es den Körper macht





# A-Z

Kursiv gedruckte Wörter sind Querverweise auf andere Stichwörter des Glossars



Höchste Anspannung: Beim Start zeichnet sich die Achillessehne ab

## Achillessehne

Die am Fersenbein ansetzende Sehne der Wadenmuskulatur gilt als sprichwörtliche Schwachstelle. Besonders bei Ballspielen und in der Leichtathletik ist sie stark verletzungsgefährdet; schon beim Joggen muß sie Kräfte ertragen, die dem doppelten Körpergewicht entsprechen. Überlastung, Unterkühlung oder falsches Schuhwerk können eine Entzündung der Sehnscheide oder der Schleimbeutel am Sehnenansatz auslösen; dann ist nur mit einer Sportpause beizukommen. Bei einem Riß ist es mit Ruhigstellung nicht mehr getan; die Sehne muß genäht werden. Die Symptome sind eindeutig: Beim Abriß knallt es, dann ist eine Mulde über der Ferse sichtbar.

## Alterssport

„No sports“, pflegte Winston Churchill zu antworten, wenn er nach dem Grund für sein hohes Alter gefragt wurde. Doch die Schulmedizin widerspricht: Natürliche



Senior Olympics in Baton Rouge (Louisiana): hohe Leistung bis ins Alter

Leistungseinbußen ab dem 30. Lebensjahr werden durch Übungsmangel beschleunigt. Sportmuffel verlieren schon mit 25 Jahren an Flexibilität und Ausdauer, und wenn sie in Rente gehen, haben sie bis zu 40 Prozent ihrer Muskelmasse eingebüßt. Training indes erhält die Beweglichkeit, stärkt Herz, Kreislauf und Atmung. Das Infarktrisiko von Sportlern liegt drei- bis achtmal niedriger – je nachdem, ob die Probanden rauchen.

Demographische Trends unterstreichen die wachsende Bedeutung des Sports im Alter. Angesichts der gesicherten Hochrechnung, daß im Jahr 2030 bereits jeder dritte Deutsche älter als 65 Jahre ist, müssen sich Bewegungsprogramme für Senioren zwangsläufig zu einem wichtigen Feld der Gesellschaftspolitik entwickeln.

## ATP

Das energiereiche Molekül Adenosintriphosphat (ATP) ist der universelle Energieträger des Körpers. Muskeln verbrauchen ATP, um zu kontrahieren, Neuronen, um Signale zu übertragen. Die Energie wird frei, wenn in den Zellen eine der drei (lat.: tri-) Phosphatgruppen vom ATP abgespalten wird; zurück bleibt Adenosindiphosphat, kurz ADP. Da ein gesunder ruhender Mensch täglich etwa 40 Kilogramm des Energemoleküls umsetzt, muß der Organismus ständig ATP aus ADP regenerieren. Das geschieht überwiegend beim Verbrennen von Zucker- oder Fettsäuremolekülen in den Mitochondrien, den zellulären Energiefabriken. Dabei werden mit jedem Molekül Traubenzucker bis zu 36 ATP-Moleküle gewonnen. Wird ATP außerhalb der Mitochondrien erzeugt, entsteht schädliches Laktat.

## Sportschuhe

### INFLATION DER FALSCHEN TRETER

*Ulf Lunge, ehemaliger Hamburger Marathonmeister (persönliche Bestzeit 2:23:17), betreibt in der Hansestadt ein Sportschuh-Fachgeschäft. Mit ihm sprach Reiner Klingholz*

GEO: Früher gab es für 30 Sportarten drei Schuhmodelle – heute sind rund 50 Hersteller mit mehreren tausend Modellen auf dem Markt. Haben Sie noch einen kompletten Überblick?

LUNGE: Das ist selbst für Experten kaum noch möglich. Die großen Produzenten bringen ja inzwischen alle Vierteljahr neue Kollektionen heraus. Da kann man einen Schuh kaum noch testen.

GEO: Und wie ist es zu dieser Inflation gekommen?

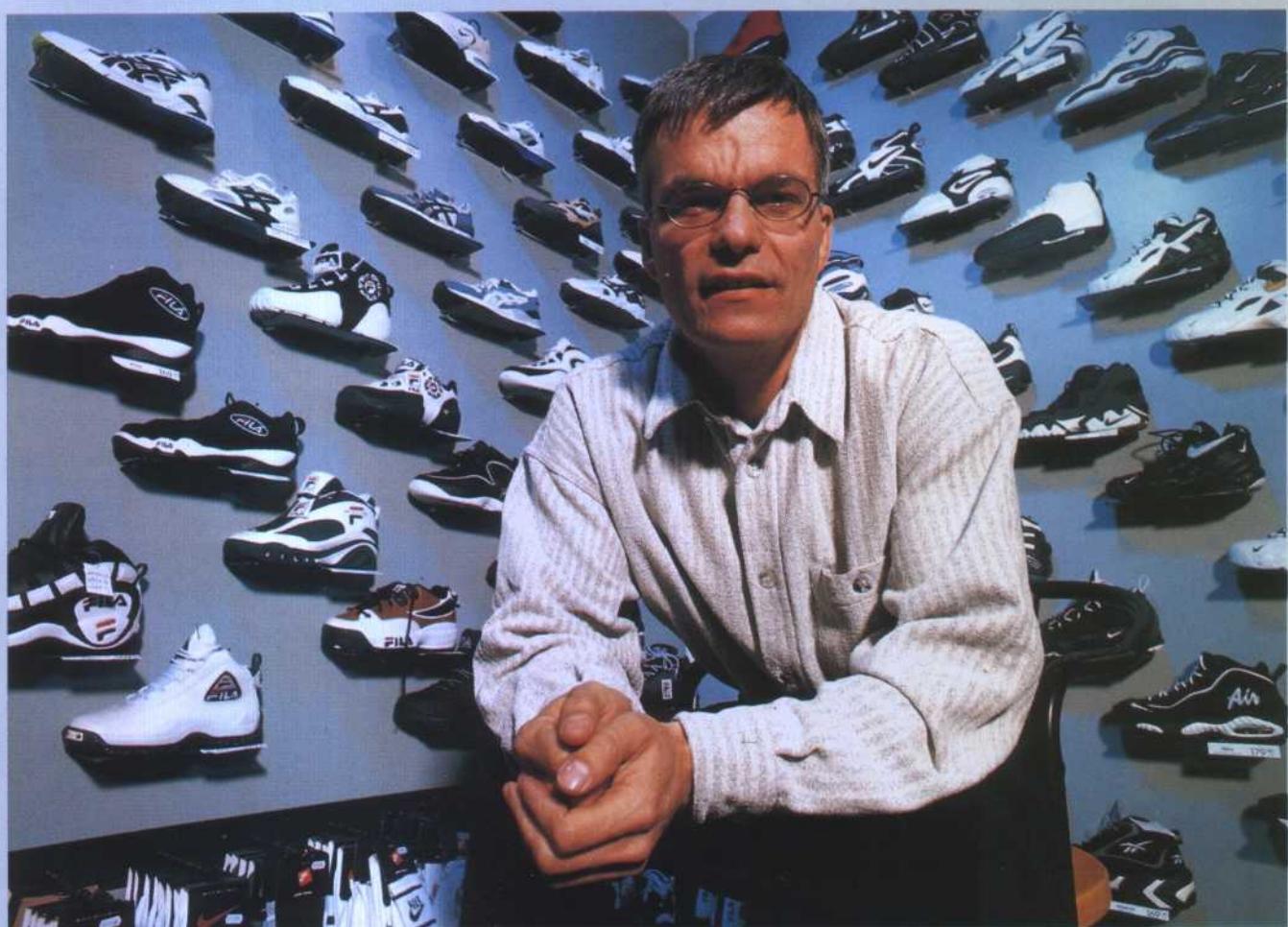
LUNGE: Die meisten Leute kaufen Sportschuhe aus irgendwelchen Gründen – nur nicht zum Laufen oder Basketballspielen. Die eigentlichen Sportler unter den Kunden sind gegenüber den Modekäufern in der Minderheit.

GEO: Und welche Konsequenzen hat das?

LUNGE: Wie ein Schuh aussieht, bestimmen heute Designer, Marketing- und Zeitgeistesxperten und nicht die Techniker, die mit den Athleten zusammenarbeiten. So werden anatomisch gute Schuhe mit irgendwelchen Kerben, Plastikelementen oder Kammersystemen, die die Luft hindurchgleiten lassen, verhunzt. Das ist echter Sondermüll. Technisch hervorragend sind von hundert neuen Schuhen auf der Sportartikelmesse keine 20. Es ist absurd, aber in der Vergangenheit gab es eine Reihe besserer Schuhe. Wir können derzeit lediglich 20, 30 gute Lauf-

## Atrophie

nennen Mediziner die Rückbildung normal entwickelter Organe, Gewebe oder Zellen. Sie kann als pathologische Atrophie aufgrund vererbter Immunerkrankungen oder seltener Rückenmarksleiden auftreten – wie bei dem britischen Physiker Stephen Hawking, der an Amyotro-



»Das Wichtigste ist eine orthopädische Beratung«: Sportschuh-Experte Ulf Lunge, 36

schuhe anbieten – so wenig wie noch nie.

GEO: Können Sie ein besonders schlimmes Beispiel für eine solche Fehlentwicklung nennen?

LUNGE: Da gibt es sogenannte Elemente, die eine Verwringbarkeit des Schuhes garantieren. Solchen Sohlen fehlt allerdings etwas Wesentliches im Mittelteil: Genau an der Abrollstelle, über die 80 Prozent des Körpergewichtes rollen, sackt der Schuh bei jedem Schritt ein und der Läufer tritt sich die Fußsohlenmuskulatur durch. Dieses Problem haben die Hersteller

ler jetzt zum Teil in neuen Modellen »gelöst« – mit Schuhen, die als verdrehbar angepriesen werden, obwohl keine entsprechenden Elemente mehr drin sind. Letztes Jahr mußten alle Basketballschuhe schwarz sein. Jetzt sind sie wieder weiß mit farblichen Akzenten.

Da haben wir deshalb eben einen eigenen Schuh entwickelt, so wie wir ihn brauchen. Vier Modelle in neutralem Design – die bleiben ein paar Jahre lang im Programm.

GEO: Welche Eigenschaften muß ein Schuh denn wirklich haben?

LUNGE: Vor allem Stabilität nach innen, Führung, Dämpfung und gutes Abrollverhalten. Da jedoch kein Fuß wie der andere ist, gibt es auch keinen „idealen“ Schuh. Das Wichtigste ist eine orthopädische Beratung. Wer ohne Beratung kauft, hat in 60 bis 80 Prozent der Fälle einen völlig falschen Schuh am Fuß.

GEO: Mit welchen Folgen?

LUNGE: Die Leute wundern sich dann über kapitale Probleme an Knie, Achillessehne, Hüfte und Rücken; über gerissene Kreuzbänder und Menisken. Die meisten Laufunfälle

haben ihre Ursache in falscher Biomechanik, und damit in falschem Schuhwerk.

GEO: Wie kommt es angesichts all der Sportschuh-Technik, daß hin und wieder afrikanische Athleten barfuß zu Medaillen laufen?

LUNGE: Ein erfahrener Sportler mit 52 Kilo und 1,80 Größe kann so etwas durchaus leisten. Für einen untrainierten Mitteleuropäer, der auf Beton geht und 85 Kilo auf den Knochen hat, sind Laufschuhe schon ein großer Segen. Immerhin ist die Belastung beim Sport etwa viermal so hoch wie im Alltag.

phischer Lateral-sklerose leidet. Häufiger sind jedoch physiologische Rückbildungen, etwa das Schrumpfen der Gebärmutter nach der Geburt oder der reversible Muskelschwund bei Bewegungsmangel und langen Ruhephasen. Eingipsversuche in den sechziger Jahren haben gezeigt, daß der Muskel seine Substanz bis zu viermal schneller verliert, als er selbst beim besten Bodybuilding gewinnen kann. Deshalb sollten „stillgelegte“ Patienten so früh wie möglich mit *isometrischen Übungen* beginnen.

um Medaillen. Aus der Bundesrepublik beteiligten sich nach Angaben des Deutschen Behinderten-Sportverbandes 227 Amputierte, Sehgeschädigte und Blinde, Spastiker und Rollstuhlfahrer.

### Bodybuilding

stand im Englischen ursprünglich für Körperaufbau. Heute bezeichnet es eine Art des Kraftsports, die seit den siebziger Jahren an Popularität gewinnt; auch das „schwache“ Geschlecht ist inzwischen in die ehemalige Männerdomäne vorgedrungen.

Teilnehmer stellen sich einer Jury, die Muskelentwicklung, Körperform und die Darstellungen beim „Posen“ bewertet. In Maßen ist Krafttraining auch für Therapie oder Prävention geeignet, etwa in einer *Rückenschule* zum gezielten Abbau von Muskelschwächen und zum Schutz vor Haltungsschäden.

### Callanetics

Wie Aerobic, Jogging und Walking kommt auch diese Trend-Gymnastik aus dem Reich der unbegrenzten Verheißen. „Eine Stunde

Sportphysiologen kritisieren indes nahezu jeden Aspekt der Callanetics: Es fehlten Aufwärm- und Lockerungsübungen, einige Bewegungen belasteten Wirbelsäule und Bänder stark, die hohen Wiederholungszahlen übersäuerten den Muskel und könnten zu Verspannungen und Zerrungen führen. Insgesamt stützt sich das Lehrmaterial auf veraltete Erkenntnisse.

### Cholesterin

ist im Organismus unverzichtbar – etwa zum Aufbau von Zellmembranen, Geschlechtshormonen oder Vitamin D, als Grundsubstanz der körpereigenen Steroidhormone und Gallensäuren. Das Gros des Stoffes wird von der Leber synthetisiert, einen kleinen, aber zunehmenden Beitrag liefert die Nahrung, vor allem Eigelb, Fleisch und tierisches Fett. Da sich Cholesterin, das von „gesättigten“ Zellen nicht aufgenommen wird, in den Arterien ablagert, gilt es als Mitverursacher einer Verkalkung der Herzgefäßse – und damit des Herzinfarkts.

Zum Gradmesser des Risikos ist in den letzten Jahren der sogenannte Blutfettspiegel geworden. Nach einer Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation sollte er 200 Milligramm pro Deziliter nicht überschreiten. Wichtiger für die Gesundheit als die absolute Zahl ist aber der jeweilige Anteil verschiedener Lipoproteine. Diese Komplexe aus Cholesterin, Fetten und Eiweißen sorgen für den Transport des verfehlten Stoffes. „Lipoproteine niedriger Dichte“ (LDL) versorgen die Zellen mit Cholesterin; „Lipoproteine hoher Dichte“ (HDL) sammeln überflüssige Moleküle ein und bringen sie in die Leber zurück.

Ohnehin halten viele Wissenschaftler die Rolle des Cholesterins bei Herzinfarkten für überschätzt. Sie weisen auf den natürlichen Anstieg des Spiegels im Alter und auf den Beitrag anderer Faktoren zu Kreislaufleiden – wie Übergewicht, erhöhter Blutdruck, Rauchen oder erbliche Veranlagung.

### Dehydratation

Bei den Olympischen Spielen 1984 in Los Angeles konnte die schweizerische Marathonläuferin Gaby Schieß nur noch ins Ziel taumeln. Sie hatte eine so große Menge lebenswichtiger Mineralstoffe ausgeschwitzt, daß sie die Macht über ihren Körper verlor. Schon wenn der Mensch, der zu zwei Dritteln aus Wasser besteht, nur fünf Prozent dieser Menge ausschwitzt, droht Leistungsabfall: Schwindelgefühl macht sich im Kopf breit, die Beine werden müde, Konzentration und Koordination sind gestört. In schweren Fällen kommt es zu Muskelkrämpfen und Bewußtseinstrü-



Triumph ohne Beine: Nur sehr wenige körperliche Handicaps verbieten jeglichen Sport

### Behindertensport

Fast 255 000 Behinderte sind in Deutschland in etwa 2900 Vereinen sportlich aktiv. In ihren Gruppen, die nach dem Zweiten Weltkrieg oft für Kriegsversehrte gegründet wurden, überwiegen heute Unfallopfer und chronisch Kranke. Sie spielen Basketball und Tennis, laufen Marathon, lernen Selbstverteidigungstechniken und tanzen Tango – nicht nur, um ihre motorischen Fähigkeiten zu verbessern. Viele treiben Freizeitsport, weil sie wie Nicht-Behinderte soziale Kontakte suchen sowie ihren Körper spüren, dessen Grenzen erkennen und überwinden wollen.

Etwas 15 000 Behinderte hierzulande treiben Leistungssport, der in der Teilnahme an den Paralympics gipfelt. Seit 1960 finden Sommer- und seit 1976 auch Winterspiele statt. 1996 etwa kämpften 3500 Behinderte aus 127 Nationen in Atlanta



**Stramme  
Muskel statt  
Cellulitis:  
Auch unter  
Frauen gibt es  
mehr und  
mehr Bodybuil-  
ding-Fans**

gen. Das Ziel der Bodybuilder ist extremer Muskelzuwachs, unter Beachtung harmonischer Proportionen zwischen den Muskelgruppen. Viele Kraftsportler erliegen offenbar der Versuchung, dem mit *Doping* nachzuhelfen; gesicherte Erkenntnisse über dessen Ausmaß gibt es jedoch nur aus den USA.

Im Wettbewerb entscheidet keine meßbare Leistung, sondern die äußere Form über den Sieg. Die

Callanetics bringt so viel wie 24 Stunden Aerobic“, preist die Amerikanerin Callan Pinckney ihr Programm. Die zum Teil vom klassischen Ballett entlehnten Übungen werden bis zu hundertmal in langsamem Tempo wiederholt und straffen angeblich „Problemzonen“ wie Oberschenkel, Po und Taille.

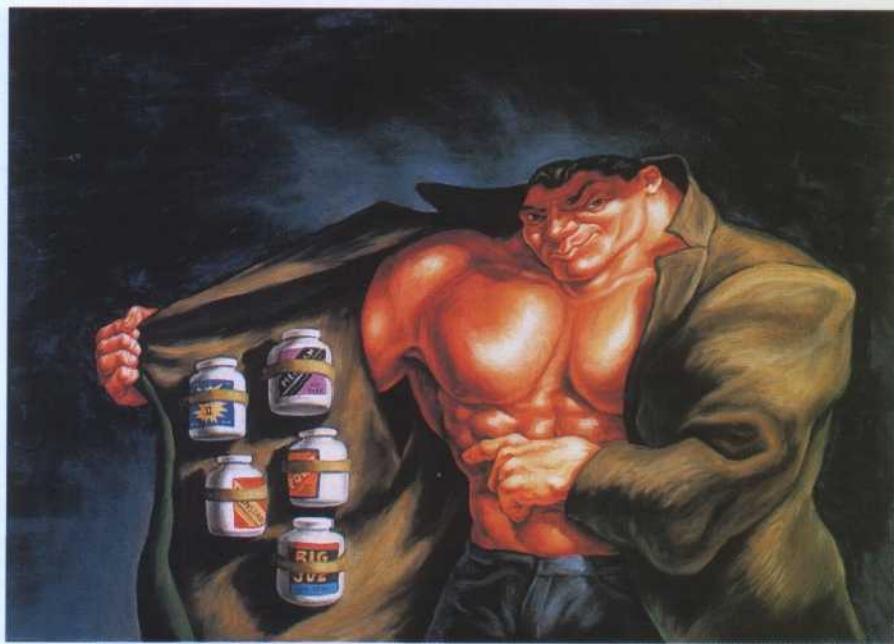
bungen bis zum Kollaps, bei einem Wasserverlust von 15 Prozent besteht Lebensgefahr.

Dehydratation kann auch auftreten nach längerem Erbrechen, Durchfall, Blutverlust, ungenügender Wasser- und Natriumzufuhr, Fieber oder Diabetes. Zum Ausgleich von Mineralstoffen und Flüssigkeit eignet sich Mineralwasser, am besten gemischt mit Fruchtsaft; Tee und Kaffee dagegen wirken harntreibend und schwemmen den Körper zusätzlich aus.

### Doping

ist die „Anwendung physikalischer Maßnahmen und/oder der Einsatz chemischer Substanzen, die laut Dopingliste verboten sind“ – so die pragmatische Definition des Internationalen Olympischen Komitees. Die Versuchung, sich übermenschliche Kräfte zu verschaffen, ist so alt wie organisierte Wettkämpfe: Schon die Athleten der Antike verspeisten Stierhoden und tranken dazu stimulierende Säfte.

Seit der Einführung von Urin-Kontrollen bei den Olympischen Spielen in Mexiko-Stadt 1968 gleicht der Spitzensport einem Wettlauf zwis-



**Schwarzmarkt mit Hormonpräparaten:** Dem zynischen amerikanischen Spruch »Stirb jung, stirb stark, nimm Anabolika« zum Trotz greifen selbst Amateursportler zu Pillen und Pulvern

schen Anwendern und Fahndern. Die Liste verbotener Substanzen und Maßnahmen ist selbst für Experten kaum überschaubar. Sie umfaßt Methoden wie Blutdoping, bei dem der Athlet kurz vor dem Wettkampf eine Transfusion bekommt, Stimulantien wie Koffein oder Amphetamine, Narkotika wie Morphin, harntreibende Diuretika, die Boxern einen schnellen Gewichtsverlust ermöglichen, Wachstumshormone und muskelaufbauende „Anabolika“ wie Clenbuterol oder das männliche Sexualhormon Testosteron.

Doping ist längst nicht mehr auf Spitzenathleten beschränkt. Auch Breitensportler schlucken die Mittel – oft ohne ärztliche Kontrolle und mit gefährlichen Folgen. Frauen bekommen Akne, eine tiefe Stimme und einen Bart, ihre Brüste schwinden, die Funktion der Eierstöcke wird gestört. Muskelmännern versagen Kreislauf, Leber, Zeugungskraft oder Potenz. Beide Geschlechter müssen mit psychischen Langzeitfolgen rechnen.

### Ergometrie

ist ein Verfahren, mit dessen Hilfe die körperliche Leistungsfähigkeit zu bestimmen und die Belastbarkeit von Herz, Kreislauf und Atmung zu prüfen ist. Meist stampft der Proband auf dem Standfahrrad gegen eine Bremskraft an oder joggt auf dem Laufband. Aus der dabei verrichteten Arbeit und dem Wirkungsgrad wird die Leistung hochgerechnet. Zur Frühdiagnose von Herzkrankheiten kann gleichzeitig ein EKG aufgezeichnet werden. Ein pauschales Maß für die Leistungsfähigkeit ist auch die maximale Sauerstoffaufnahme.

### Fitness

In den letzten Jahren hat sich das Wort Fitness (engl. fit = tauglich, sportlich durchtrainiert) zum Syn-

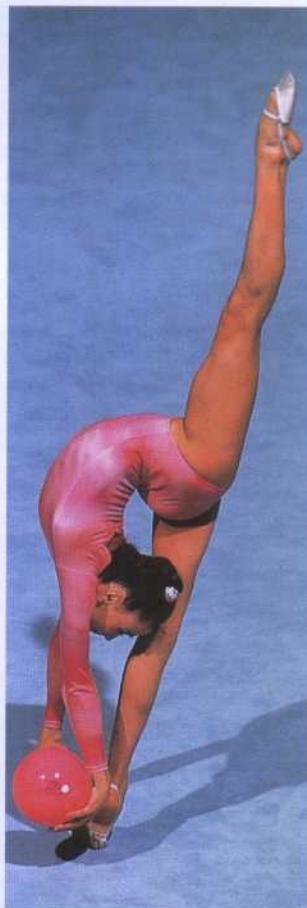
onym für Gesundheit entwickelt – und damit diesen umfassenderen Begriff, der eigentlich auch psychische und soziale Leistungsfähigkeit einschließt, auf das körperliche Wohl reduziert. Kritiker monieren, daß Fitness keine Garantie für Gesundheit oder andere von der Werbung suggerierte Traumgüter sei. Der Aufschwung dieses Begriffs offenbart lediglich das Menschenbild unserer Gesellschaft, die Erfolg im Leben mit Karriere und einem sportlichen Erscheinungsbild gleichsetze.

### Flexibilität

ist – wie Koordination, Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer – eine Grundkategorie körperlicher Leistung. Bei Frauen ist sie prinzipiell höher, nimmt aber mit zunehmendem Alter bei allen Menschen stark ab. Da eine eingeschränkte Beweglichkeit oft zu Beschwerden führt, spielt ihr Erhalt eine große Rolle für die Krankheitsvorsorge. Flexibilität läßt sich durch Gymnastik gezielt trainieren. Schonende Übungen wie Stretching haben dabei die früher gebräuchlichen ruckartigen Dehnungen abgelöst.

### Grundumsatz

Mit 5400 bis 7500 Kilojoule (in der alten Einheit: 1300 bis 1800 Kilokalorien) täglich kann ein Erwachsener alle wichtigen Körperfunktionen aufrechterhalten – wenn er bei 20 Grad entspannt ruht und seit zwölf Stunden nichts gegessen hat. Jeweils 26 Prozent dieses Grundumsatzes gehen zu Lasten von Leber und Muskeln, 18 Prozent benötigt das Gehirn, Nieren und Herz sind mit sieben und neun Prozent beteiligt. Der Mindestbedarf erhöht sich bei Fieber oder Übererregbarkeit, während der Schwangerschaft und



**Rhythmisches Sportgymnastik:** Ihre hohe Flexibilität begünstigt junge Mädchen



**Cholesterin im Kristall: Risiko umstritten**



**Stahlkocher: Hitzeschutz gegen Dehydratation**



**Illusion: mit dem Ergometer durch die Wüste**

# INFORMATION IST PRIVATSACHE

Wie Sie sich krankenversichern,  
ist Ihre ganz private Angelegenheit. Wir geben Ihnen die nötigen Informationen dazu.

Selbständige sind von der gesetzlichen Krankenversicherung befreit und können sich unabhängig vom Einkommen privat krankenversichern. Angestellte haben ab dem Erreichen der Einkommensbemessungsgrenze (Brutto-Jahresgehalt von DM 73.800,- West/63.900,- Ost) die Möglichkeit, in die private Krankenversicherung zu wechseln.

Darüber hinaus können gesetzlich Versicherte private Zusatzversicherungen abschließen, zum Beispiel für freie Arztwahl und Unterbringung im 2- oder 1-Bett-Zimmer im Krankenhaus oder eine Pflegezusatzversicherung. Informieren Sie sich über das Angebot der Privaten.

Sie erhalten umgehend das gewünschte Material – kostenlos und unverbindlich – vom Verband der privaten Krankenversicherung e.V., Postfach 5110 40, 50946 Köln.

Bitte senden Sie die angekreuzten Informationen an:

Name/Vorname

Straße

PLZ/Ort

- Das Angebot der Privaten Krankenversicherungen
- Die Entscheidung: Privat oder gesetzlich
- Privat versichert im Krankenhaus
- Die Pflegepflichtversicherung
- Die private Pflegezusatzversicherung
- Die Auslandsreisekrankenversicherung



DIE PRIVATEN  
KRANKENVERSICHERUNGEN

der Menstruation. Dennoch benötigen Frauen etwa ein Zehntel weniger Energie als Männer, 18jährige rund ein Viertel mehr als 75jährige. Für jede zusätzliche Tätigkeit braucht der Organismus entsprechend mehr Energie: So verbrennen Frauen bei leichter Büroarbeit durchschnittlich 8400 Kilojoule täglich, Bergleute benötigen 16.000 Kilojoule. Die Dauerleistung wird durch die maximale Nahrungsaufnahme auf rund 25.000 Kilojoule begrenzt. Kurzzeitig jedoch können Menschen noch mehr leisten: Bei der Tour de France verbrennen einzelne Fahrer täglich 38.000 Kilojoule – mehr als das Fünffache des Grundumsatzes.

## Homöostase

bezeichnet das Bestreben und die Fähigkeit des Organismus, sein inneres Milieu aufrechtzuerhalten (griech.: homoios = gleich, stasis = Stillstand). Der Säure-Wert des Blutes etwa schwankt nur geringfügig um pH 7,4, die Leber hält den Blutzuckerspiegel fast konstant, und zu jeder Jahreszeit ist der Mensch gleich temperiert, während sich Kaltblüter wie Amphibien und Reptilien der Außentemperatur anpassen.

Wird der Organismus jedoch wiederholt aus seinem Gleichgewicht gedrängt, etwa durch Trainingsreize, kann er sich der veränderten Situation anpassen: Herz, Kreislauf, Blut, Atmung und Stoffwechsel finden eine neue Ruheposition, Muskeln und Knochen wachsen. Umgekehrt muß das homöostatische Gleichgewicht ständig beansprucht werden, sonst nimmt die Muskelmasse durch Atrophie innerhalb kurzer Zeit deutlich ab.

## Hygiene

hat entscheidend zum bislang größten medizinischen Erfolg beigetragen, den starken Anstieg der Lebenserwartung. Dabei ist Hygiene keine Erfindung des Industriealters: Schon Galen, der bedeutendste altrömische Arzt, betonte im zweiten Jahrhundert den Vorrang der Gesundheitspflege vor der Therapie, denn Gesundheit sei der ursprüngliche Zustand und müsse bewahrt werden. Die Gelehrten der Antike faßten den Begriff Hygiene breiter als wir heute: Lykurg aus Sparta zählte um 800 v. Chr. gesundes Essen und Trinken sowie die Leibesertüchtigung dazu. Doch diese Vorstellung von einer zuträglichen Lebensführung geriet mit dem Zerfall des römischen Weltreiches in Vergessenheit. Erst im 19. Jahrhundert entdeckten medizinische Pioniere die Hygiene neu – engten sie aber auf so etwas wie

Sauberkeit ein. 1836 eröffnete Theodor Fliedner in Kaiserswerth am Rhein die erste evangelische Krankenpflegeschule, die auch Florence Nightingale absolvierte. Mitte des Jahrhunderts fand der österreichisch-ungarische Frauenarzt Ignaz Semmelweis den Schlüssel im Kampf gegen das Kindbettfieber: Ärzte sollten sich, um Infektionen zu vermeiden, vor jeder Untersuchung gründlich die Hände waschen. Während noch 1892 die Cholera in Hamburg 8600 Todesopfer forderte, sind schwere Infektionskrankheiten in Westeuropa heute selten geworden. Die Cholera, sagte Robert Koch, war „unser bester Verbündeter“ im Kampf für eine bessere Hygiene.

## Isometrische Übungen

Die Anspannung eines Muskels ohne sichtbare Verkürzung, etwa beim Drücken gegen einen Türrahmen, wird als isometrische Kontraktion bezeichnet. Dabei dehnen sich die elastischen Elemente des Muskels und gleichen so die Längenabnahme der krafterzeugenden Fasern aus. Da sich mit isometrischem Training die Muskelkraft ohne großen Aufwand steigern läßt, eignet es sich besonders für die Rehabilitation Verletzter. Bereits drei bis fünf isometrische Kontraktionen täglich können muskelaufbauend wirken. Neben der isometrischen gibt es zwei weitere Kontraktionsmodi: Bei einer konzentrischen verkürzt sich der Muskel gegen einen Widerstand, etwa beim Heben einer Last; bei einer exzentrischen gibt er einer äußeren Kraft nach und wird länger.

## Kalorie

ist die veraltete Einheit für Energie (lat. calor = Wärme). Sie ist definiert als die Wärmemenge, die ein Gramm Wasser bei atmosphärischem Normaldruck von 14,5 Grad auf 15,5 Grad erwärmt. Wer jedoch den Brennwert einer Speise lax in „Kalorien“ angibt, meint meist Kilokalorien.

Wissenschaftlich korrekt und gesetzlich vorgeschrieben ist die Einheit Joule: 4,19 Joule entsprechen

einer Kalorie. Die Brennstoffe in der Nahrung bringen dem Körper unterschiedlich viel Energie. Ein Gramm Kohlenhydrate oder Eiweiß liefert 17 Kilojoule, ein Gramm Fett dagegen 38 Kilojoule.

## Kindersport

Kinder entdecken sich und ihre Umwelt durch Bewegung – durch Tasten und Greifen, Kriechen und Laufen. Sensomotorische Fähigkeiten sind gemäß der Lehren des schweizerischen Psychologen Jean Piaget auch für die intellektuelle und soziale Entwicklung sowie für die Ausbildung der Persönlichkeit notwendig. Doch enge Wohnungen, der Straßenverkehr, zugebaute Flächen und mit Verbotschildern gespickte Parks hindern Kinder am Spielen und Toben. Zwei von fünf Schulanfängern in Deutschland leiden daher an muskulären Schwächen und schlechter Koordination. Hinzu kommen mangelhafte Ausdauerleistungen, Haltungsschäden und Verhaltensstörungen.

Eltern und Betreuer sollten darum bereits im Vorschulalter verstärkt Bewegung und Sport anbieten. Dabei stehen zunächst Spiel und Spaß im Vordergrund. Während der ersten Schuljahre, im „Geschicklichkeitsalter“, lernen Kinder, ihre Bewegungen besser zu koordinieren. Sie eignen sich zum Beispiel erst dann einen harmonischen Laufstil an. Forcierte Belastungen verbieten sich noch von selbst: Erst vom 13. bis 17. Lebensjahr an tolerieren Muskeln, Knochen und Nervensystem zunehmend körperliche Anstrengung.

## Körperperfekt

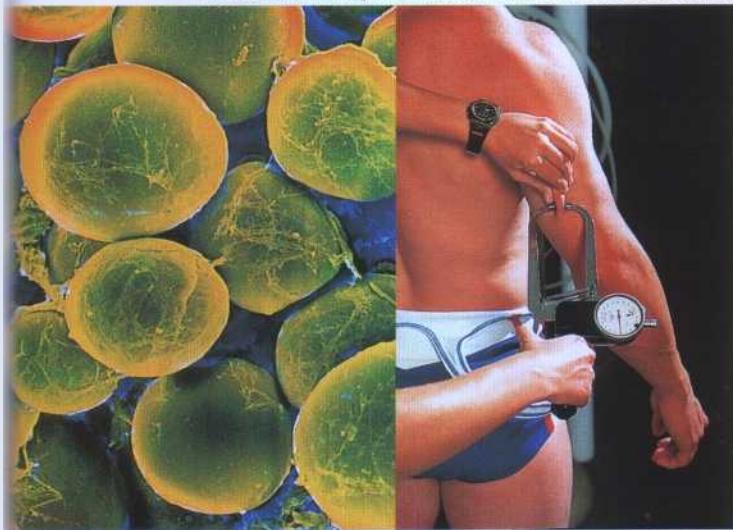
erfüllt im Organismus zwei unterschiedliche Aufgaben: Am Bauch dient es als Energiedepot, unter der Ferse oder am Po als Polster. Um den Fettanteil zu messen, werden die Probanden bisweilen in ein Becken getaucht. Weil Speck aufgrund der geringeren Dichte mehr Wasser verdrängt als die gleiche Masse Muskeln, läßt sich das Fettquantum dann errechnen. Häufiger jedoch messen Mediziner die Dicke bestimmter Hautfalten.



Hygiene-Notstand: Im Spanisch-Amerikanischen Krieg 1898 wurden Exkremente verbrannt. Gleichwohl starben mehr Soldaten durch Infektionen als durch Kugeln



Purzelbaum: Im Spiel entdecken Kinder die Freude am Sport



Meßobjekt: Erst Fettzellen machen die Haut zur Speckfalte

Wegen des Zusammenhangs zwischen Herz-Kreislauf-Leiden, Cholesterin und Körperfett sollte dessen Anteil bei normalgewichtigen Männern 20 Prozent, bei normalgewichtigen Frauen 25 Prozent nicht überschreiten. Ab 30 Prozent drohen Arteriosklerose, Diabetes und Gicht.

Bei Sportlern kann sich der Körperfettanteil stark verringern: Langstreckenläufer besitzen manchmal nur noch fünf Prozent Fett, Turnerinnen gar nur drei Prozent. Solche Werte sind – allem modischen Strömungen zum Trotz – nicht erstrebenswert: Sie können schwerwiegende Störungen im Hormonhaushalt und Immunsystem auslösen.

#### Lachen

ist gesund, heißt es im Volksmund. Seine unmittelbar stimulierende Wirkung ist tatsächlich medizinisch erwiesen: Lachen beschleunigt den Puls, erhöht den Blutdruck, reduziert die Schmerzempfindung und entspannt vorübergehend die betätigten Muskeln. Während Glucksen oder Kichern nur die Kopf- und Schulterpartie bewegt,

aktiviert der herzhafte Lachanfall Lungentrakt, Bauchmuskeln und Zwerchfell. Hundert Lacher am Tag entsprechen, so will ein Wissenschaftler herausgefunden haben, einer zehnminütigen Trainingsfahrt im Ruderboot.

#### Laktat

fällt im Muskel bei schwerer Arbeit an, wenn der Sauerstoffbedarf höher ist als das Angebot. Um das Energiemolekül ATP zu erzeugen, stehen dem Körper prinzipiell zwei Verfahren zur Verfügung. Beide beginnen mit einem enzymatischen Umbau des Nährstoffes Glukose zu Pyruvat. Dieses Zwischenprodukt kann in den energieträchtigen, doch zeitraubenden aeroben Stoffwechsel überführt werden, bei dem es die Zelle mit Sauerstoff verbrennt. Wenn dieses Element jedoch nicht vorhanden ist oder wenn es schneller gehen soll, wird Pyruvat anaerob, also direkt und schnell in Laktat, das Salz der Milchsäure, ver-

DIE WELT  
MIT  
ANDEREN  
AUGEN  
SEHEN.

20 Jahre  
**GEO**

wandelt. Der Nachteil dieses „Notdienstes“: Das Endprodukt bremst weitere biochemische Reaktionen, die Zelle erschöpft sich langsam, aber sicher. Bei Ausdauertrainierten funktioniert der Sauerstoffnachschub besser, so daß der Organismus erst bei höheren Belastungen auf den anaeroben Stoffwechsel umschaltet. Die Laktatmessung im Blut gibt daher Aufschluß über die Kondition. Nicht ursächlich scheint Laktat indest für ein anderes Phänomen zu sein: den Muskelkater.

### Maximale Sauerstoffaufnahme

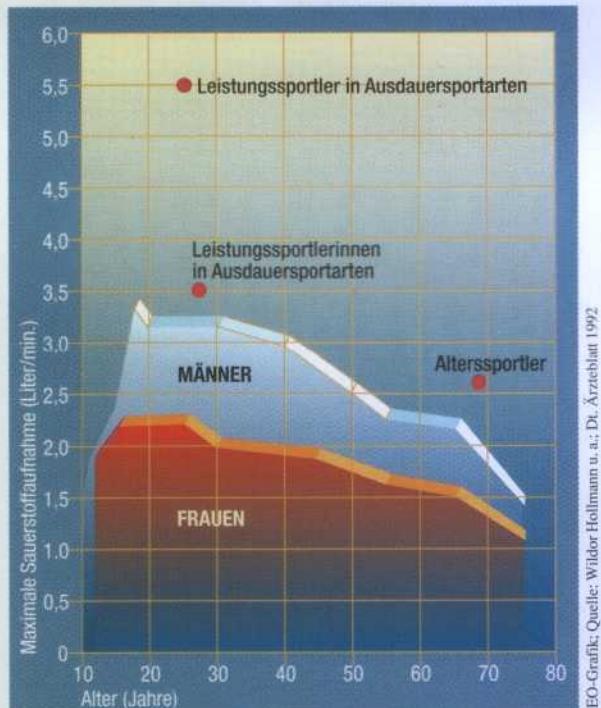
Wie rationell die Muskulatur arbeitet, können Sportärzte abschätzen, wenn sie mittels einer speziellen Atemmaske messen, wieviel Sauerstoff ein Sportler bei höchster Anstrengung in den Körper pumpft. Untrainierte, aber gesunde Männer bis zum Alter von 30 Jahren verbrauchen dann auf dem Standfahrrad oder dem Laufband zwischen 40 und 55 Milliliter pro Minute und Kilogramm Körpergewicht, Frauen zwischen 32 und 40. Dafür erreichen Mädchen ihren Maximalwert schon zwischen 14 und 16 Jahren, vier Jahre vor den Jungen. Ohne regelmäßiges Training nimmt die maximale Sauerstoffaufnahme vom 30. bis zum 60. Lebensjahr um etwa ein Viertel ab. Unterhalb der Belastungsgrenze können die Mediziner auch den momentanen Energieverbrauch aus dem Sauerstoffbedarf hochrechnen.



Start im Kopf: Sprinterin Griffith-Joyner

### Mentales Training

Das gedankliche Einprägen von Bewegungen gehört heute zum festen Trainingsprogramm von Leistungssportlern. Es erleichtert das Erlernen komplexer Abläufe und hilft, intuitiv zu reagieren. Skispringer oder Slalomläufer zum Beispiel nutzen Konzentrationsphasen kurz vor dem Start, um den Absprung vom Schanzentisch oder die Fahrt zwischen den Stangen ein letztes Mal im Kopf durchzuspielen. Experten unterscheiden subvokales Training, bei dem sich der Sportler



**Entscheidend für Sauerstoffaufnahme ist der Bedarf der Muskulatur. Männer haben – absolut wie prozentual – mehr Muskelmasse und brauchen schon deshalb mehr Sauerstoff**

seine Handlungsabläufe mit der inneren Stimme vorschreibt, ideomotorisches Training, bei dem er sich in seiner Vorstellung selber beobachtet, und verstecktes Wahrnehmungstraining, bei dem der Athlet in Gedanken andere beobachtet.

### Muskelkater

Am Tag danach kann der Gelegenheitssportler kaum noch laufen, Treppensteinen wird zur Qual. Die Beine sind schwer und kraftlos; sie schmerzen, wenn sie bewegt oder gedrückt werden. Bis zu fünf Tage kann sich der Muskelkater in den Gliedern festkrallen. Nach wiederholten Bremsbewegungen ist er deutlich stärker als nach rhythmischer Muskelarbeit. Wer jetzt das Laktat, das nach ungewohnter Anstrengung die Muskeln überschwemmt habe, als Ursache verdächtigt, liegt wahrscheinlich falsch. Gegen diese These sprechen Befunde, wonach auch aerobe Belastungen, die kein Laktat entstehen lassen, Muskelkater auslösen. Plausibler ist die inzwischen verbreitete Überzeugung, der Schmerz entstehe, wenn Mikroverletzungen im Gewebe repariert werden.

Das Abklingen des Muskelkaters läßt sich kaum beschleunigen. Leichte Bewegung in einer anderen Sportart kann die Beschwerden ebenso lindern wie Wärme, weil beides die Durchblutung fördert. Falsch ist dagegen die alte Empfehlung, gegen den Schmerz anzugehen. Im Gegenteil: Die Bewegung, die zum Muskelkater führt, sollte der Sportler in den ersten Tagen meiden und danach nur vorsichtig wieder aufnehmen.

### Muskelkrampf

Wenn sich ein völlig erschöpfter Fußballspieler plötzlich fallen läßt und an die Wade greift, hat den Muskel meist ein Krampf erfaßt. Ein lokal begrenzter Mangel vor allem an den Mineralstoffen Magnesium und Kalzium löst ihn aus; um das ungenügend versorgte Gewebe ziehen sich Muskelfasern unwillkürlich und reflexartig zusammen.

Ein Teufelskreis beginnt: Weil der Krampf die Durchblutung des Gewebes behindert, bekommen die Muskelfasern nicht genügend Sauerstoff und Nährstoffe zur Synthese von ATP. Diesen Energieträger aber brauchen die Muskeln, um sich zu entspannen. Denn die verhakten Elastinstränge, die bei der Muskelkontraktion aneinander vorbeigleiten, lösen sich nur in Gegenwart von ATP wieder. Gegen die schmerzhafte Verspannung hilft, den Muskel langsam zu dehnen.

### Rückenschule

Um der drastischen Zunahme der Wirbelsäulenleiden und Bandscheibenschäden entgegenzusteuern, wurden Mitte der achtziger Jahre in Bochum und Münster die ersten Rückenschulen Deutschlands gegründet. Die inzwischen auch an-

derswo verbreiteten Institutionen sollen nicht nur gerade von den akuten Beschwerden Genesenen helfen, sich besser zu bewegen, sondern auch Erkrankungen bei Gesunden vorbeugen.

Die Teilnehmer lernen die Anatomie und Biomechanik ihres Bewe-

## Stress DER ALARM DER HORMONE

Das Herz klopft bis zum Hals, die Handflächen werden feucht, die Situation ist so gespannt, daß man aufspringen und weglaufen möchte. Mit solchen Symptomen hatten es vermutlich schon unsere Vorfahren in der Steinzeit zu tun, wenn sie unvermutet etwa einem Bären begegneten. Bei ihnen waren diese Stress-Reaktionen überle-



Tierischer Stress: Ratte in der Tretmühle

bensnotwendig: Der Körper wurde mobilisiert, sämtliche verfügbare Energie für einen Angriff oder die Flucht bereitgestellt, momentan unwichtige Funktionen wie Wachstum oder Immunabwehr dagegen gedrosselt.

Ähnlich reagiert der Körper, wenn abstraktere Werte gefährdet sind als Leib und Leben, etwa das Selbstvertrauen oder die

gungsapparates kennen und üben Sitz- oder Hebetechniken, die den Rücken in Alltag, Beruf und Sport schonen. Außerdem werden sie zu einer funktionellen Gymnastik angehalten, die muskuläre Dysbalancen hebt und die Wirbelsäule aufrichtet.

Nach einer holländischen Langzeitstudie lohnt es sich für Unternehmen, ihre Angestellten in die Rückenschule zu schicken: Das Programm reduzierte bei der untersuchten Busfirma die Krankschreibungen um mindestens fünf Tage pro Mitarbeiter und Jahr.

## Schwerelosigkeit

zeigt, wie wichtig die Schwerkraft für das Funktionieren des Organismus ist. Den meisten Astronauten wird im All erst einmal schlecht und schwindlig, ihr Puls schlägt schneller, der Schweiß fließt. Als Ursache der Krankheit nennen Weltraumärzte

die gestörte Balance der Sinnesindrücke: Die Schwerkraftsensoren melden zum Beispiel etwas anderes als die Augen. Schon nach wenigen Tagen aber verschwinden diese Symptome in der Regel. Das Gehirn ist auf verblüffende Weise fähig, sich auf den Zustand im All

soziale Sicherheit. Allerdings kann, wer Probleme mit dem Vorgesetzten oder seinem Ehepartner hat oder arbeitslos geworden ist, seine Stress-Energien nicht dagegen einsetzen. Deshalb bleibt sein Körper oft länger im Alarmzustand, als gesund ist.

Das Verhalten unter Stress ist individuell sehr unterschiedlich. Wissenschaftler haben drei Muster ermittelt: Menschen des Typs A sind ehrgeizige, ungeduldige und cholische Zeitgenossen, die aktiv und feindselig auf Druck reagieren. Sie leiden derart häufig an Herz- und Kreislauferkrankheiten, daß ihre Persönlichkeitsmerkmale von der Weltgesundheitsorganisation bereits als Risikofaktor ähnlich dem Rauchen eingestuft werden. Personen vom Typ K hingegen verhalten sich bei permanenter Überlastung eher passiv, fühlen sich hilflos und unterdrücken ihre Gefühle. Sie gelten als besonders anfällig für Krebs und Erkrankungen des Immunsystems. Vertreter des Typs B schließlich laufen kein erhöhtes Risiko, weil sie auch in Stress-Situationen eher ruhig, entspannt und selbstsicher bleiben.

Stets jedoch spielt sich bei akutem Stress im Körper die gleiche, abrupte Umstellung ab. „Es gibt kaum einen Parameter im Organismus, der sich nicht verändert“, sagt Dietrich v. Holst von der Universität Bayreuth. Im vegetativen Nervensystem, das die unbewußten Körperfunktionen regelt, werden zwei unterschiedliche „Alarmanlagen“ aktiviert:

- Das Sympathicus-Nebennierenmark-System bewirkt, daß die Hormone Adrenalin und Noradrenalin ausgeschüttet werden. Puls und Blutdruck steigen, die Atmung wird verstärkt. Herz und Skelettmuskeln werden mehr, Magen und Darm



Unter Stress reagiert der Körper ähnlich wie bei sportlicher Herausforderung

weniger durchblutet. Der Körper aktiviert die Zuckerreserven in Leber und Muskeln.

- Etwas später setzt das Hypophysen-Nebennierenrinden-System Cortisol und Corticosteron frei. Diese Botenstoffe stoßen den Umbau von Körpereiweiß in Blutzucker sowie den Abbau von Fettgewebe an. Gleichzeitig werden Entzündungsprozesse gehemmt und wird das Immunsystem heruntergefahren.

Wie sich diese beiden Hormonantworten auf das Verhalten auswirken, haben Stressforscher vor allem in Tierexperimenten ergründet. Der Tierphysiologe v. Holst etwa hat in den achtziger Jahren männliche Tupajas untersucht. Paarweise in einem für beide fremden Käfig gesetzt, kämpfen diese in Südostasien heimischen Spitzhörnchen bis zu drei Tage lang um die Vorherrschaft. Nach dem Sieg läßt das stärkere Tier vom Verlierer ab und beachtet diesen kaum noch. Dennoch geht der

Unterlegene nach einigen Wochen ein, obwohl er in der Regel unverletzt bleibt: Der Anblick des Siegers verursacht offenbar tödlichen Dauerstress.

Es gibt zwei Arten von Verlierern, die jeweils nur noch eine der akuten Alarmreaktionen zeigen: Submissive Tiere verfallen in Passivität. Sie verkriechen sich, putzen ihr Fell nicht mehr, wirken apathisch und sterben nach höchstens drei Wochen. Wegen ihrer bis auf das Vierfache erhöhten Cortisol-Werte bauen sie vermehrt Fettgewebe und auch Muskulatur ab und haben wichtige Abwehrkräfte des Immunsystems stark gedrosselt.

Subdominante Männchen hingegen sind übermäßig aktiv, beobachten den Sieger immerzu und verteidigen sich zur Not auch gegen dessen seltene Attacken. Weil sie ständig unter dem Einfluß des Adrenals stehen, ist unter anderem ihr Puls unentwegt erhöht, was langfris-

tig ihr Herz-Kreislauf-System schädigt.

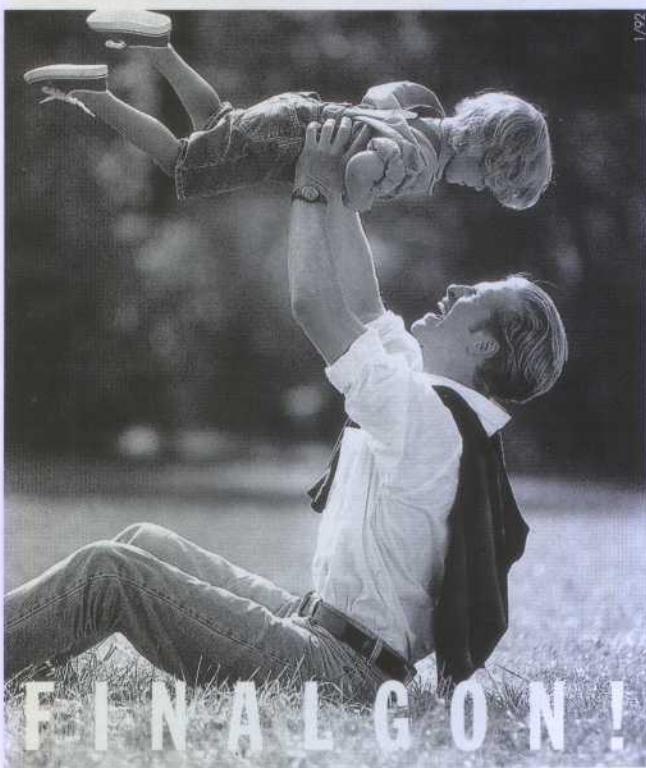
Die beiden Verlierertypen lassen sich – grob – auch mit menschlichen Reaktionstypen bei chronischem Stress in Einklang bringen: So entspricht das Typ-A-Verhalten eher dem subdominanten Auftreten der Tupajas, während ein K-Typ sich eher wie ein submissives Tier benimmt.

Allerdings beleuchtet diese einfache Analogie den Zusammenhang von Stress und Krankheit nur unzureichend, und die Forscher tun sich schwer, genauere Aussagen zu machen. Schließlich benimmt sich Homo sapiens weitaus komplexer als ein Spitzhörnchen. Jede Belastung wird subjektiv unterschiedlich erlebt, und es gibt keinerlei Hormon-Grenzwerte, deren Überschreiten eindeutig signalisieren würde, wann ein Mensch unter Stress steht.

Sicherlich entstehen auch so genannte Zivilisationsleiden nicht allein durch Überlastung. Doch bei Magen-Darm-Geschwüren und Bluthochdruck kann sie der bei weitem wichtigste Faktor sein. Deswegen kommt es darauf an, die Stress-Resistenz des einzelnen zu stärken. Diese hängt offenbar entscheidend von dessen Fähigkeit ab, Probleme zu lösen: Insbesondere erhöhen positive Erfahrungen in belastenden Situationen die Erregungs-Toleranz. Zudem kann regelmäßige körperliche Aktivität biochemische Vorgänge normalisieren, innere Spannung abbauen und das Vertrauen in die Leistungsfähigkeit steigern.

„Am wichtigsten aber“, sagt Dietrich v. Holst, „ist die soziale Unterstützung. Eine gute Partnerschaft, Anerkennung im Beruf, Freunde, kurzum: alles, was Sicherheit gibt, wirkt den schädlichen Auswirkungen von Stress entgegen.“ Renate Ries

# RÜCKENSCHMERZEN?



## SCHMERZLÖSENDE HEILWÄRME - SCHNELL WIEDER IN SCHWUNG

Sie spüren es sofort. Finalgon wirkt über Nervenreflexe, die den Wärmeheilreiz dorthin leiten, wo der Schmerz sitzt. Die verstärkte Durchblutung intensiviert die Sauerstoffzufuhr und den Zellstoffwechsel. Wohltuende Heilwärme breitet sich aus, Verspannungen und Verkrampfungen lösen sich schnell, damit verbundene Schmerzen schwinden, und Sie kommen wieder in Schwung. Finalgon gibt es in unterschiedlichen Wirkstärken;

als milde Creme, extra starke Salbe und als Pflaster. Fragen Sie Ihren Apotheker.



## GEHÖRT IN JEDER HAUSAPOTHEKE

Finalgon gegen Muskel-, Gelenk- und Nervenschmerzen rheumatischer Art. In Einzelfällen können Überempfindlichkeitsreaktionen der Haut auftreten. Finalgon N Schmerzpflaster zur symptomatischen Behandlung bei rheumatischen Schmerzen im Bereich des Rückens und der Gelenke sowie bei Muskelverspannungen und Verstauchungen. Nicht auf Wunden, erkrankte Hautbezirke oder Blutergüsse kleben. Wenn in sehr seltenen Fällen unangenehmes Jucken oder Brennen auftritt, die Behandlung abbrechen.

Dr. Karl Thomae GmbH, Biberach an der Riss 

einzustellen. Der Preis dafür ist allerdings, daß zurückgekehrte Astronauten auf der Erde eine zweite Attacke erleben.

Atrophie setzt dagegen erst bei langerem Aufenthalt ein. Die Muskeln werden kaum beansprucht, die Knochen zeigen Dichteverluste wie bei der Osteoporose. Russische Kosmonauten, die Monate um Monate in ihrer Raumstation verbringen, halten sich deshalb mit Hilfe von Expander und Laufband fit.

### Seitenstechen

Die Schmerzen, die bei längerem Rennen rechts oder links zwischen Brust und Bauch zu spüren sind, röhren wahrscheinlich von einem Mangel an Sauerstoff im Zwerchfell her. In diesem wichtigen Atemmuskel sammeln sich dann Stoffwechselprodukte an, die das Stechen verursachen. Es tritt verstärkt auf, wenn Sportler ungenügend aufgewärmt sind, die Belastung zu

schnell steigern, falsch atmen, zu viel oder zu kurz vor dem Training gegessen haben.

### Selbsthilfegruppe

Der Trend, die Verantwortung für die Gesundheit nicht mehr allein den Ärzten zu überlassen, sondern selber zu übernehmen, zeigt sich vor allem an der rapide gewachsenen Zahl der Selbsthilfegruppen. 50 000 gibt es heute schätzungsweise allein in den alten Bundesländern – dazu zählen die Anonymen Alkoholiker ebenso wie Elternkreise drogenabhängiger Kinder oder Therapiegruppen eßgestörter Männer und Frauen. Sie bieten Betroffenen ein Forum, seelische Probleme, Lebenskrisen oder die Begleiterscheinungen von körperlicher Erkrankung oder Behinderung zu erörtern. Ziel ist die Hilfe zur Selbsthilfe; alle Teilnehmer sind gleichgestellt, es gibt weder Leiter noch professionelle Experten.

## Umwelt SPORT UND NATUR IM KONFLIKT

Wer heute Sport treibt, treibt Fun-Sport, am besten als Outdoor-Activity und am liebsten in unberührter Natur. So kommt es, daß sich Menschen mit Drachen oder Gleitschirm vom Berg stürzen, vereiste Wasserfälle hochklettern, mit Wassermotorrädern über Seen brettern, Ski auf Gras statt auf Schnee fahren, Berghänge auf Mountainbikes hinabrasen. Alles für den Mega-Kick. Dröges Turnen oder Kicken sind out.

1983 pflegten die Deutschen insgesamt 40 Freizeitsportarten, heute bringen sie so viele Varianten allein an den Berg, vom Cliff-Jumping über Geschwindigkeitsklettern bis Heli-Skiing. Die Natur dient als Ressource für Adrenalin-Schübe – und wird dabei oft über die Maßen ausgebeutet: Berghänge erodieren unter Skatern, Kunstschnee bereitet der heimischen Flora den Garaus, der Ansturm der Klettermassen gefährdet die Artenvielfalt in der Felswand; Kanuten verwirbeln die Biotope; das sogenannte Antifouling, das Schiffsrümpfe frei von Kleinstlebewesen halten soll, vergiftet Algen, Muscheln, Fischbrut und Krebse.

Elf Millionen Deutsche treiben nach Angaben des Bundesumweltministeriums regelmäßig „Natursport“. Die meisten bevorzugen glücklicherweise nicht die extremen Varianten. Ein Downhill-Biker reißt mit seinen stollenbewehrten Reifen zwar vielfach gleich den Boden mit ins Tal. Doch gibt es nicht viele Anhänger dieser Sportart, die Naturzerstörung hält sich daher in Grenzen.

Das Gros der rund fünf Millionen Skifahrer hierzulande rutscht brav auf markierten Pisten und Loipen herum und richtet pro Kopf weit weniger Schaden an als ein Snowboarder, der auf eigene Faust durchs Gelände pflügt. Dennoch sind

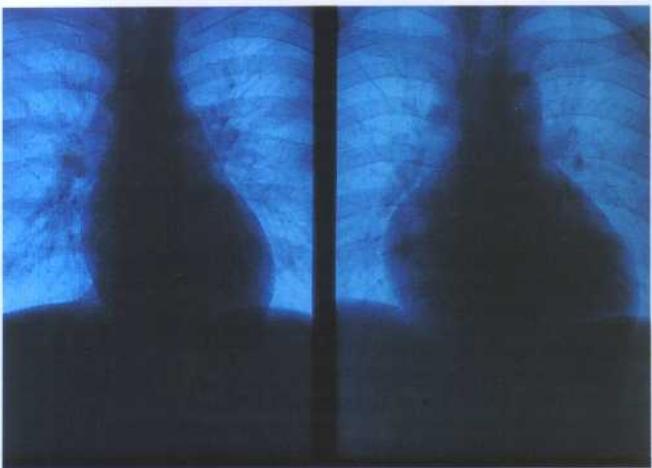


Bei Schneemangel pusten Schneekanonen – wie

Einen Überblick über bundesweite Aktivitäten der Gruppen sowie „Starthilfe“ geben die Nationale Kontakt- und Informationsstelle zur Anregung und Unterstützung von Selbsthilfegruppen (NAKOS, Albrecht-Achilles-Straße 65, 10709 Berlin, Tel. 030/891 40 19) oder das „Malteser-Telefon“ (0221/34 10 11).

### Sportherz

In der Brust von Radrennprofis schlägt ein riesiger Muskel: 1,6 Liter misst zum Beispiel das Herz von Miguel Indurain – es ist doppelt so groß und treibt bei jedem Schlag doppelt soviel Blut in die Adern wie das Organ eines Untrainierten. Auch bei Ruderern, Schwimmern, Triathleten und anderen Ausdauersportlern passt sich die Pumpmuskulatur der Belastung an. Früher wurde dieser Anpassungsprozeß als schädlich bezeichnet, da er oft einen sehr niedrigen und unregelmäßigen Puls zur Folge hat – in Extremsituationen ledig-



Vergleich im Röntgenbild: Das Herz eines Sportlers ist deutlich größer als das eines Untrainierten.  
Ohne Sport bildet es sich wieder zurück

lich 30 Schläge pro Minute. Doch in der Regel ist ein Sportherz ungefährlich. Wenn der Athlet Abschied vom Hochleistungssport nimmt, bildet es sich gewöhnlich binnen weniger Jahre auf eine nahezu normale Größe zurück. Allerdings können in der Übergangszeit Beschwerden auftreten, die den Symptomen des Übertrainings ähneln.

### Sportlernahrung

„Nicht das Essen macht den Meister“, titelt der Deutsche Sportbund, „sondern der Meister macht sich sein Essen.“ Viele Freizeitsportler sehen das anders: 200 Millionen Mark jährlich, schätzen Branchenkenner, werden in Deutschland für „maßgefertigte“ Sportlernahrung ausgegeben. Allerdings sind die mit riesigen Werbeatlas vermarkten Eiweißpulver, Energieriegel und „Iso-Drinks“ ein unnötiger Luxus: Die Konzentration an Nähr- und Mineralstoffen ist meist höher, als sie

die ökologischen Folgen gewaltig. Die schiere Masse macht's. Breite Abfahrtsschneisen werden für den Skisport in Bergwälder geschlagen. Unebenheiten wegplant, Liftanlagen in die Natur gepflanzt. Viele Gebiete sind vom Skitourismus wirtschaftlich abhängig. Fällt zuwenig Schnee, setzt man immer häufiger die Schneekanone ein. Um einen Hektar mit 30 Zentimeter Kunstsnow zu bedecken, verpulvern die Maschinen eine Million Liter Wasser und bis zu 22 000 Kilowattstunden Elektrizität.

Konflikte zwischen Sportlern und Umweltschützern sind unausweichlich. Immerhin: Beide Seiten gehen mittlerweile auf-

einander zu. Die Zeiten, in denen man einander schlicht für Spinner hielt, sind vorbei. So erklärte etwa das Internationale Olympische Komitee den Naturschutz neben Sport und Kultur zur dritten Dimension der Olympischen Bewegung. Greenpeace ist Partner bei den Spielen in Sydney 2000. Auf dem Dach des Freiburger Fußballstadions sind Solaranlagen installiert. Der DSB veranstaltet seit 1993 alljährlich Symposien über die „ökologische Zukunft des Sports“ und arbeitet mit Naturschutzverbänden zusammen.

Pauschale Übereinkünfte gibt es nicht. Doch in konkreten Fällen lassen sich oft Kompromisse finden. Zwei Beispiele:

Im Pegnitztal östlich von Nürnberg suchten Vertreter von Kletter- und Naturschutzverbänden jeden Felsen auf, der in einem Führer verzeichnet war, und diskutierten vor Ort einzelne Routen. Dabei stützten sie sich auf eine wissenschaftliche Grundlage – auf die Diplom- und die Doktorarbeit eines Geobotanikers über dieses Gebiet. Resultat: Jeder Felsen in der Pegnitzalb wurde in drei Zonen – „kein Klettern möglich“, „nur auf ausgewiesenen Routen“, „Klettern wie bisher“ – eingeteilt. Bernd Raab vom bayerischen Landesbund für Vogelschutz spricht von einem „zarten Pflänzchen des Vertrauens, das nun zwischen alten Gegnern gewachsen ist“.

Bis zu 1400 Boote rauschten noch vor wenigen Jahren an Wochenenden die Rur hinab – viel zu viele für das Ökosystem des Gewässers. Die Boote der meist unerfahrenen Freizeit-Kanuten wurden oft von der Störung ans Ufer gedrückt oder kenterten. Die Betroffenen kletterten dann ohne Rücksicht auf die Natur auf die Böschung, um sich umzuziehen. Der Regierungsbezirk Köln erließ daher eine Verordnung, nach der das Eifelflüßchen zwischen Anfang März und Mitte Juli jeden Jahres vollständig gesperrt ist, um Vögel nicht bei der Brut zu stören. Die übrige Zeit des Jah-

res dürfen täglich maximal hundert Boote die Rur hinabschippern. Daraufhin beschwerten sich die Kanuvereine. Sie forderten ein eigenes Kontingent an Booten, da sie fürchteten, von den kommerziellen Anbietern verdrängt zu werden. Nach vielen Gesprächen einigten sich die Parteien auf ein Anmeldeverfahren, das – wenn auch mit einem bürokratischen Aufwand – alle zufriedenstellte.

Freilich belastet nicht nur der in der Natur betriebene Sport die Umwelt. Die wenigsten der weit über 100 000 deutschen Sportstätten sind nach ökologischen Kriterien gebaut. Und das Sportgerät vom Turnschuh bis zum Snowboard enthält giftige Chemikalien und eignet sich meist nicht fürs Recycling. Ganz zu schweigen vom Benzin, das die Autos der Sportler auf dem Weg zum Tennisplatz oder Fitness-Center verbrauchen. Auf Vereinsebene und im unorganisierten Freizeitsport ist Ökologie weithin nichts als ein Fremdwort.

Immerhin gibt es hier Ansätze. So wurde der Hamburger Initiative „Sport mit Einsicht“ ihre Broschüre „Der umweltbewußte Sportverein“ geradezu aus den Händen gerissen. Dadurch ermutigt, hat sie jetzt sogar ein Handbuch namens „Umweltschutz im Sportverein“ herausgebracht. Wolfgang Blum



hier in den französischen Alpen – mit Unmengen Wasser künstliche Skipisten ins Gelände

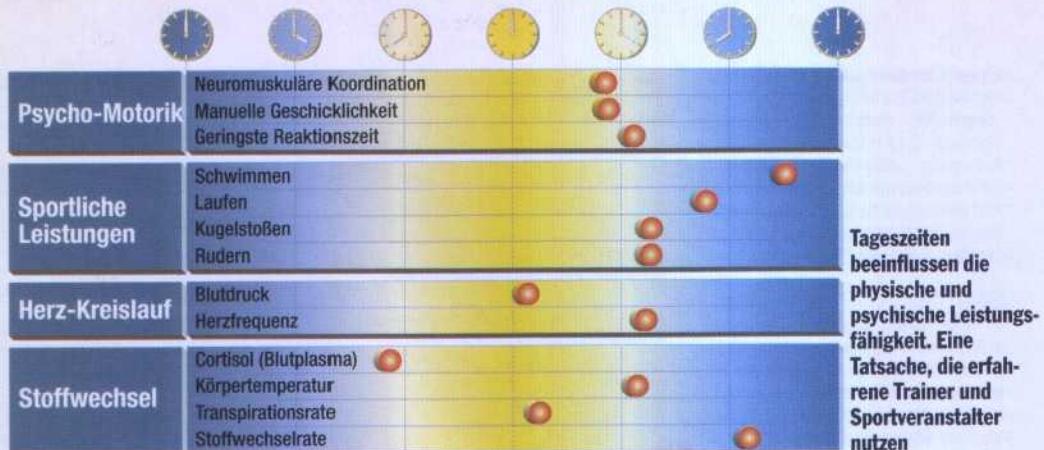
der Magen aufnehmen kann, und genügend Vitamine liefert eine abwechslungsreiche Ernährung ohnehin.

Ernährungswissenschaftler betonen, daß selbst Leistungssportler keine besondere „Fitness-Kost“ brauchen. Ihr Speiseplan sollte frisches Obst und Gemüse, Vollkorn- und Milchprodukte enthalten, vielfältig und ausgewogen sein. Mehrere kleine Mahlzeiten sind besser als drei große, mit Süßigkeiten und Fett sollten sich Athleten zurückhalten. Für den Wettkampftag empfehlen die Experten kohlenhydratreiche und fettarme Nahrung wie Nudeln mit Tomatensoße, frisches Obst oder Müsli mit Banane – und das spätestens zwei bis drei Stunden vor dem Start. 30 Minuten davor darf der Sportler noch trinken, am besten mit Wasser verdünnte Fruchtsäfte.

Nach dem Wettkampf hat ein Athlet meist wenig Appetit, aber großen Durst. Zu empfehlen sind: Früchte-tee, Apfelsaftschorle oder ein Mix aus einer Tasse Mineralwasser, zwei Eßlöffeln frischem Orangensaft und einer Prise Salz. Den Sporttag mit Alkohol zu begießen empfiehlt sich dagegen aus medizinischer Sicht nicht. Ab einem Liter Bier erhöht sich der Sauerstoffverbrauch und verlängert sich daher die Regenerationszeit.

## Übertraining

Als „Sportlerkrankheit“ ist Übertraining ins Gerede gekommen. Die Symptome sind unverkennbar: Leistungsabfall, schnelle Ermüdung und erhöhte Verletzungsanfälligkeit infolge zu hoher Belastungen. Das Phänomen zeigt sich meist beim Aufbaustraining und besonders deutlich bei Ausdauerläufern.



GEO-Grafik; Quelle: Y. Touitou u. a.; Biological Rhythms

Eine Erklärung dafür haben Sportärzte noch nicht gefunden; sie vermuten, daß sich der Körper nur verzögert an die zunehmenden Anforderungen anpaßt. Beim Intervalltraining, einer Folge kurzer, starker Belastungen, ist zum Beispiel die Herzkraft stärker beansprucht als die Herzausdauer. Eine mögliche Folge davon ist Sauerstoffmangel, da das Herz vorübergehend mehr leistet, als es vom Stoffwechsel her verkraftet. Ähnliches läßt sich auch bei Leistungssportlern beobachten, die ihre Karriere beendet haben.

## Vereine

Über 26 Millionen Deutsche zahlten 1996 ihren Beitrag zu einem oder mehreren der 85 000 Vereine. Organisierte Massensport Nummer eins ist nach wie vor Fußball (5,9 Millionen Mitglieder), es folgen Turnen (4,6 Millionen) und Tennis (2,3 Millionen). Jeder zweite Jugendliche gehört einem Club an, doch trotz traditioneller Domänen wie Jugendfußball spürt der Vereins-Sport starke Konkurrenz. Im Trend liegen in-

dividuell betriebene „Fun“-Sportarten wie Biking, Skating, Streetbasketball, Surfen oder Snowboardfahren, und die größten Zuwachs-raten haben Golf, Skilanglauf und Squash. Längst haben sich neben dem gemeinnützigen Vereins-Sport kommerzielle Anbieter etabliert: Die bundesweit etwa 5500 Fitness-Center und Bodybuilding-Studios setzten 1996 mehr als 3,5 Milliarden Mark um, mit weiter steigender Tendenz.

## Wirkungsgrad

Das Verhältnis von nutzbarer körperlicher Arbeit zu der dafür benötigten Energie heißt Wirkungsgrad. An dem Wert, der prinzipiell weit unter 100 Prozent liegt, ist ablesbar, wie ökonomisch das untersuchte Objekt – ob Maschine oder Mensch – arbeitet. Wer etwa auf einem Standfahrrad mit 100 Watt strampelt, was einer Leistung von sechs Kilojoule pro Minute entspricht, muß zusätzlich zum Grundumsatz 25 Kilojoule pro Minute aufwenden. Sein Wirkungsgrad beträgt demnach 24 Prozent.

Die aufgewandte Energie wird meist auf dem Umweg über die *maximale Sauerstoffaufnahme* gemessen. Doch der Wirkungsgrad muß nicht bei jedem Probanden neu errechnet werden; für die meisten Tätigkeiten gibt es Erfahrungswerte. Auf dem Laufband erreichen Untrainierte eine Effizienz von 20 bis 25 Prozent, beim Anheben eines Gewichts neun Prozent und beim Tragen auf einer schiefen Ebene 13 Prozent. Sportler „wirtschaften“ meist sparsamer: Sie verbrauchen weniger Energie, wenn sie 100 Meter genauso langsam schwimmen oder laufen wie Untrainierte.

## Zirkadianrhythmus

Der biologische Tagesrhythmus beeinflußt die Leistung des Menschen empfindlich. Nachts ist der Sauerstoffverbrauch bei mittelschwerer Arbeit geringer als am Tage, der Wirkungsgrad also höher. Die psychische Leistungsbereitschaft erreicht jedoch nachts ein Minimum, steigt morgens steil an, durchläuft mittags eine Senke und geht abends wieder stark zurück.

Sportmedizinischen Studien zufolge ist es günstiger, vormittags Bewegungsabläufe zu erlernen und abends Kraft und Ausdauer zu trainieren. Nach dem Mittagstief bewegt sich der Körper flinker und reagiert schneller, die Muskulatur ist kräftiger. Die meisten Weltrekorde werden daher nachmittags und abends aufgestellt.

## Zirkeltraining

ist wohl jedem aus dem Sportunterricht in leidvoller Erinnerung. Damit möglichst viele Muskelgruppen abwechselnd beansprucht werden, durchlaufen die Übenden mehrere Stationen – etwa Liegestütze machen, einen Medizinball stemmen, seilspringen, an der Sprossenwand die Beine hochheben, kurze Spurts mit abrupten Richtungswechseln einlegen und Dehnungsübungen absolvieren. Je nach Bedarf variiert der Trainer die Übungsdauer, die Wiederholungszahl, die notwendigen Erholungspausen zwischen den Stationen sowie die Zahl der Runden. □



**26 Millionen**  
**Mitglieder sind hierzulande in Sportvereinen organisiert. Die Deutschen Turnfeste – hier in Berlin 1987 – gelten als die größten Massenveranstaltungen im deutschen Sport**

# LITERATUR

## ÜBERSICHTEN

**Aaron Antonovsky:** „Unraveling the Mystery of Health. How People Manage Stress and Stay Well“; Jossey-Bass Publishers, San Francisco 1987. **Jürgen Bielefeld (Hrsg.):** „Körpererfahrung. Grundlagen menschlichen Bewegungsverhaltens“; Hogrefe, Göttingen 1991. **Klaus Bös, Christian Feldmeier:** „Lexikon: Bewegung & Sport zur Prävention & Rehabilitation“; sportinform, Oberhaching 1992. **Knut Dietrich, Klaus Heinemann:** „Der nicht-sportliche Sport: Beiträge zum Wandel im Sport“; Karl Hofmann, Schorndorf 1989. **Gudrun Eberle:** „Leitfaden Prävention“; Asgard Verlag, Sankt Augustin 1990. **Heiko Ernst:** „Gesund ist, was Spaß macht“; Kreuz, Stuttgart 1992. **Elk Franke (Hrsg.):** „Sport und Gesundheit“; Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1986. **Omno Grupe:** „Bewegung, Spiel und Leistung im Sport“; Karl Hofmann, Schorndorf 1982. **Johan Huizinga:** „Homo Ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel“; Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1991. **Hagen Kühn:** „Healthismus. Eine Analyse der Präventionspolitik und Gesundheitsförderung in den USA“; Edition Sigma, Berlin 1993. **Doris Küpper, Lutz Kottmann (Hrsg.):** „Sport und Gesundheit“; Karl Hofmann, Schorndorf 1991. **Kursbuch 88:** „Gesundheit“; Rotbuch Verlag, Berlin 1987. **Helmut Milz:** „Der wiederentdeckte Körper“; Artemis & Winkler, München 1992.

## SPORTMEDIZIN

**Kurt Biener:** „Grenzbereiche der Sportmedizin“; Springer, Berlin 1990. **Wolfram Hollmann, Theodor Hettlinger (Hrsg.):** „Sportmedizin“; Schattauer, Stuttgart 1990. **Frank I. Katch, William D. McArdle:** „Introduction to Nutrition, Exercise, and Health“; Lea and Febiger, Philadelphia 1993. **Ferdinand Klimt:** „Sportmedizin im Kindes- und Jugendalter“; Thieme, Stuttgart 1991. **Lothar Pickenhain, Georg Neumann, Fritz Scharschmidt:** „Sportmedizin. Grundfragen, Methoden, Ziele“; Hans Huber, Bern 1993. **Malcolm Read, Paul Wade:** „Sportunfälle – Sportschäden“; Hippokrates, Stuttgart 1990. **Jürgen Stegemann:** „Leistungsphysiologie“; Thieme, Stuttgart 1991.

## KÖRPER-GEIST-BALANCE

**Moshe Feldenkrais:** „Bewußtheit durch Bewegung“; Suhrkamp, Frankfurt am Main 1978. **Thomas Hanna:** „Beweglich sein – ein Leben lang. Die heilsame Wirkung körperlicher Bewußtheit“; Kösel, München 1990. **Esther Jenny, Dasappa Keshava:** „Yoga. Grundkurs für Anfänger“; Gräfe und Unzer, München 1992. **Isolde Mack:** „Aus der Entspannung leben. Selbsthilfe durch autogenes Training“; Kreuz, Stuttgart 1988. **Robert Ornstein, David Sobel:** „Healthy Pleasures“; Addison-Wesley, New York 1991. **Hilarion Petzold (Hrsg.):** „Die neuen Körpertherapien“; dtv, München

1992. **Zhijian J. Song:** „T'ai-Chi Ch'üan, Die Grundlagen“; Piper, München 1991.

## BIOMECHANIK

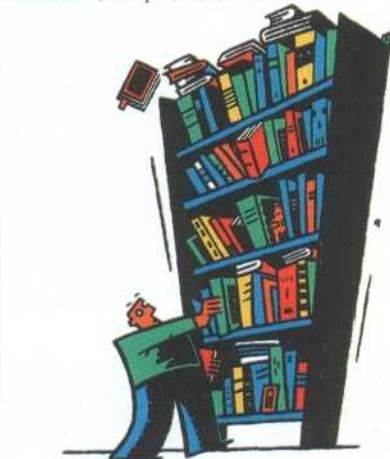
**Hans-Joachim Appell, Christiane Stang-Voss:** „Funktionelle Anatomie. Grundlagen sportlicher Leistung und Bewegung“; Springer, Berlin 1990. **Wolfgang Baumann:** „Grundlagen der Biomechanik“; Karl Hofmann, Schorndorf 1989. **Werner Schneider, Hans Spring, Thomas Tritschler:** „Beweglichkeit“; Thieme, Stuttgart 1989. **Jürgen Weineck:** „Spartanatomic“; perimed, Erlangen 1993. **Klaus Wilhelmsz (Hrsg.):** „Biomechanik der Sportarten“; Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1989.

## REHABILITATION

**Deutsche Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislauferkrankungen e. V. (Hrsg.):** „Die Geschichte der kardiologischen Rehabilitation unter besonderer Berücksichtigung der Bewegungstherapie“; Verlag Kirchheim, Mainz 1993. **Gerd Höller (Hrsg.):** „Mototherapie mit Erwachsenen“; Karl Hofmann, Schorndorf 1993. **Wilhelm Kleine, Martin Hautzinger (Hrsg.):** „Sport und psychisches Wohlbefinden“; Meyer & Meyer, Aachen 1990. **Dean Ornish:** „Revolution in der Herztherapie“; Kreuz, Stuttgart 1993. **Klaus Schüle:** „Bewegung und Sport nach Mammakarzinom“; Echo, Köln 1993.

## HISTORIE

**Morris Berman:** „Coming to our senses. Body and spirit in the hidden history of the West“; Bantam, New York 1990. **Arthur E. Imhof (Hrsg.):** „Der Mensch und sein Körper. Von der Antike bis heute“; C. H. Beck, München 1983. **Dietmar Kamper, Christoph Wulf (Hrsg.):** „Die Wiederkehr des Körpers“; Suhrkamp, Frankfurt am Main 1982. **Christel Köhle-Hezinger, Gabriele Mentges (Hrsg.):** „Der neuen Welt ein neuer Rock. Studien zu Kleidung, Körper und Mode an Beispielen aus Württemberg“; Konrad Theiss Verlag, Stuttgart 1993. **Georges Vigarello:** „Wasser und Seife, Puder und Parfüm. Geschichte der Körperhygiene seit dem Mittelalter“; Campus, Frankfurt 1992.



Fotovermerke nach Seiten, Anordnung im Layout: l = links; r = rechts; o = oben; m = Mitte; u = unten

Titel: M. Kulyk/Science Photo Library/Focus: u.; Michael Lange/Visum: o.

Seite 3: H.-J. Burkard/Bilderberg

Seite 4: Peter Hendricks: o.; Jörg Wischmann: m.; Michel Hans/Vandystadt/Focus: u.

Seite 5: Eadweard Muybridge: o.; David Richardson/The Stock Shop: m. o.; David A. Wagner/Phototake: m. u.; Michael Hayman/Photo Researchers: u.

## FIT FÜR LEBEN

Peter Ginter/Bilderberg: 6/7; Toby Sanford/Wheeler Pictures/Focus: 8/9; Frieder Bickle/Bilderberg: 10/11; Gebhard Kreßl/Visum: 12/13; Michel Hans/Vandystadt/Focus: 14/15 o.; Kurt Anderson: 14/15 u.; Robert Bösch/Anzenberger: 16/17; Peter A. Simon/Phototake: 18/19; Wolfgang Steche/Visum: 20/21

## EIN MANN MACHT MOBIL

Jörg Wischmann: 26–38; Gerhard Heidorn: 39

## VERSCHLEISS IM AKKORD

Stephan Elleringmann: 40–46

## WIE BEWEGUNG IN DEN KÖRPER KOMMT

Arbeitsgruppe Prof. Ruder/Universität Tübingen: 48/49; Heiner Müller-Elsner: 50/51; Heinz Klumetmeier for Sports Illustrated: 52/53; U. S. Olympic Center: 53 o. (2); Arbeitsgruppe Prof. Baumann/DHSH Köln und Regina Bermes/laif: 54, 58/59, 60; Dr. Peter Schaff/TÜV Product Service: 55 (2); Norbert Schmidt/ZONE 5: 56/57 o.; SPORTS: 56/57 u. (4)

## DIE SENSIBLEN SCHARNIERE

Copyright 1989 CIBA-GEIGY Corporation. Reprinted with permission from the ATLAS OF HUMAN ANATOMY, illustrated by Frank H. Netter, M. D.: All rights reserved: 62, 63 u. r., 64, 65 r. u., 66, 67 t. u.; Universität Münster – Klinik u. Poliklinik für Allg. Orthopädie: 63 l.; AK Barnbek, Röntgeninstitut: 65 l.; Praxis Dres. med. Broemeil/Bouchard/Vahldiek/Karpowicz: 67 l.

## EWIG LOCKT DAS LIMIT

Heiner Müller-Elsner: 70–78

## DER KAMPF ZWISCHEN MUSKELN UND GEIST

Studio Kopermann: 80 l.; Art Resource: 80/81 o.; Archiv f. Kunst u. Geschichts 80 u. r., 82 m., 83 o., 84 o.; The Granger Collection: 81 u. l.; Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz: 82 o., 82 u., 83 u., 86 u.; Historisches Sportarchiv adidas: 84 m., 85 o.; Archiv d. Sozialen Demokratie: 84 u.; Ulstein Bilderdienst: 85 u. l., 86/87 o.; Alexander-Seitz-Geschichtswerkstatt Marbach a. N. und Umgebung e. V.: 85 u. r.; Süddeutsche Verlag: 87 o. r., 87 u.

## KONZERT DER MUSKELN UND DER SINNE

Eadweard Muybridge: ANIMAL LOCOMOTION, 1885–86. The Metropolitan Museum of Art, Rogers Fund, transferred from the Library, 1991.(1991.1135); 90/91, 92/93, 96/97

## MAGAZIN

Prof. P. Motta/Dept. of Anatomy Univ. La Sapienza, Rome/Science Photo Library/Focus: 99 r.; Michael Nichols/Magnum/Focus: 100 l.; Tom Raymond/The Stock Shop: 100 u. r.; Dr. Ron Milligan/Scripps Research Institute: 101 l.; Dan Richardson/The Stock Shop: 101 r.; Norbert Zapolt/Med. Wiss. Kommunikation: 102 o.;

John Bavosi/Science Photo Library/Focus: 102 o. r.; Ed Kash: 102/103; Howard Schurek/The Stock Shop: 103 r.; Lennart Nilsson/Bonnier Fakta: 104 u. l., 104 u. r.; Dr. Dennis Kunkel/Phototake: 104 r. o.; Sidney Moulds/Science Photo Library/Focus: 104 r. m. o.; Michael W. Davidson/Photo Researchers: 104 r. m. u.; Dr. J. Ch. Ruiz/CNRI: 105 (2); J. C. Révy/CNRI: 106 u.; Alfred Pasieka: 107 o.; Privatdozent Dr. Hans Herzog, Institut f. Medizin, Forschung, Forschungs-Centrum Jülich u. Privatdozent Dr. Rüdiger Seitz, Neurologische Klinik Düsseldorf, Heinrich Heine Univ.: 109

## MIT DEM LEIB DIE SEELE STÄRKEN

Hans-Joachim Ellerbrock/Bilderberg: 110 bis 121; außer Ed Kash: 117

## OHNE SCHWEISS KEIN FLEISS

Ken Davies/Masterfile: 122

## DAS HEIL AUS DEM OSTEN

Franck Seguin/Vandystadt/Focus: 124/125; Angelika Jakob/Magazin: 126/127; Lucchini/REA: 127 u.; Alon Reiniger/Contact/Focus: 128/129 (2); Ed Kash: 130 o.; Jochen Semler/Visum: 130 u., 133 u.; D. Boulanger/Vandystadt/Focus: 133 o.

## NACHFRAGEGART

Rennertz/AOK Mediendiens: 134

## DIE GEFAHR LIEGT IN DER LUFT

Manfred Kage: 138 o., 138 m., 139; Alfred Pasieka/G-J. Fotoservice: 138 u.; Ed Kash/New York Times: 140 o.; Lou Manana/New York Times: 140 u.

## DIE LUST AUF SICH

Paul Hurd/Allstock: 142/143; Steve Powell/Vandystadt/Focus: 144/145; Spectra-Action Inc.: 144 u.; Stefan Piebow: 146/147; Martin Rogers/Tony Stone Worldwide: 146 u.; Jack Geschiedt: 148/149; Maja Moritz/Bongarts: 148 u.; Lois Lammerhuber: 150/151; Peter Ginter/Bilderberg: 150 u.

## GLOSSAR

David Madison/Tony Stone Worldwide: 152 o.; Rick Rickman/duomo: 152 u.; Kay Burmester: 153; Richard Martin/Vandystadt/Focus: 154 o.; John Running/Black Star: 154 u.; M. W. Davidson/Photo Researchers: 155 l. o.; B. Barby/Magnum/Focus: 155 l. m.; Peter Hendricks: 155 l. u.; G. R. S. Corbeil/Vandystadt/Focus: 155 r. u.; Stanley B. Burns/The Burns Archive: 156; Dominik Oberfell: 157 o.; Pa Castano/CNRI: 157 u. l.; Dave Black: 157 u. r.; Bongarts: 158 o. l.; Y. Levy/Phototake: 158 r.; Jim Olive/Peter Arnold Inc.: 159; Christof Sonderegger: 160; Norbert Zappolt/Cardiomedia: 161 o.; D. Givois/Vandystadt/Focus: 161 u.; Walter Schmitz/Bilderberg: 162 u.

## ZEICHNUNGEN/ILLUSTRATIONEN

John Kleber: 3; Andrzej Dudzinski/Science Photo Library/Focus: 89; Barbara S. Michael: 94/95; Jean Miller/National Geographic Society: 98/99; Holger Everling/GEOTRAK: 100 r. o., 102 u. l., 158 l. u., 162 o.; Urban Frank/Studio Frank: 106/107; Peter D. Asmussen/Beiersdorf AG: 123; Kirk Moldoff: 136/137, 141; Owen Smith/Time Life Photo Lab.: 155 o.; Hendrik Dorgathen: 163

Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Fotos übernehmen Verlag und Redaktion keine Haftung.

© GEO 1994/1997, Verlag Gruner + Jahr, Hamburg, für sämtliche Beiträge.