

Wissen

& Multimedia

3. APRIL 2011
Sonntagszeitung



LICHTBLITZ
Mit Optogenetik das Hirn
besser verstehen

SEITE 73

LUFTKAMPF
Mit Drohnen Gefechte via
iPad und Co. veranstalten

SEITE 76

71

VON SABINE OLFF (TEXT) UND
F. SCHINSKI/OSTKREUZ (FOTO)

Biomechaniklabor der Universität Bielefeld. Gabriëlla übt gerade den Golf-Abschlag. An ihr kleben 46 Marker, die das Licht reflektieren, unter ihren Füßen sind drei Kraftmessplatten versteckt, und um sie herum stehen zwölf Kameras mit Infrarotblitz. Sie schießen 460 Bilder pro Sekunde. Die Komponenten gehören zu einem 3-D-Echtzeit-Bewegungsanalyse-System, mit dem Gabriëllas Golf-Technik analysiert wird.

Die Hightech-Messungen liefern die Basis für ein komplexes Unterfangen. Die Forscher um Thomas Schack vom Arbeitsbereich Neurokognition und Bewegung – Biomechanik versuchen, die kognitive Architektur zu knacken, die hinter Bewegungen steckt. Sie wollen herausfinden, wie Bewegungen im Gedächtnis abgelegt sind und wie diese Struktur mit Biomechanik und Motorik verwoben ist. Damit widmen sie sich einem Stiefkind der Psychologie. Der Nutzen ist dennoch gross. Das Training lässt sich auf Basis der Ergebnisse optimieren.

Die Forscher kooperieren mit der Kölner Trainerakademie, und sie haben Fussball-Clubs wie den TSG Hoffenheim sowie etliche Spitzenathleten beraten. Und selbst bei der Entwicklung von humanoiden Robotern sind ihre Erkenntnisse gefragt.

Bewegungsphasen können die Profis klar unterscheiden

Dem Bielefelder Forschungsansatz liegt eine triviale Erkenntnis zugrunde: Bewegungen sind genauso wie Objekte oder Wörter im Gedächtnis gespeichert. «Fahrradfahren vergisst man nicht», sagt Schack. In seinem Konzept setzt sich jede Bewegung aus genau definierbaren Bausteinen, sprich Knotenpunkten, zusammen. Wir haben demnach eine Bibliothek von Bewegungsbausteinen im Kopf, die mit mentalem wie praktischem Training immer besser strukturiert wird.

Beispiel Golf: Der Abschlag, der volle Schwung, lässt sich anhand von biomechanischen und kognitiven Analysen in 16 Bausteine zerlegen. Je klarer man diese Knotenpunkte im Gedächtnis voneinander abgrenzen und den Bewegungsphasen Schlagvorbereitung, Rückschwung, Abschwung, Durchschwung zuordnen kann, desto besser ist der echte Schlag auf der Driving Range.

Messen lässt sich das mithilfe des Gedächtnisstrukturtests – einer etablierten Methode in der Psychologie. Der Test geht so: Der volle Schwung ist in 16 Bildsequenzen unterteilt (siehe Seite 72). Am Computer bekommt man je zwei Bilder aus dieser Sequenz zu sehen. Beispielsweise Bild 9 und Bild 12. Nun muss man entscheiden, ob die beiden Bilder in der Bewegungsabfolge zusammengehören. Nein, lautet die Antwort. Nächstes Bildpaar. 16-mal geht das so, etwa 15 Minuten lang.



Gabriëlla übt den Abschlag: Ein 3-D-Echtzeit-Bewegungsanalyse-System zeichnet den Ablauf minutiös auf

Bewegen mit Köpfchen

Psychologen wollen messen, wie Sportler Abläufe im Gedächtnis speichern – zwecks Optimierung der Technik

Die Bielefelder Forscher haben bereits für mehr als 100 Techniken solche Gedächtnisstrukturtests entwickelt, etwa für den Angriffsschlag im Volleyball, den Service im Tennis und selbst für den Frontflip auf dem BMX-Rad.

Die Datenlage spricht für Schacks Konzept. So zeigen sich in einer Studie mit 20 Hobbygolfern (Handicap: 18 und mehr) und 20 Profigolfern (minus 6) klare Unterschiede in der Gedächtnisstruktur. Während bei den Profis die Bewegungsphasen scharf voneinander getrennt sind, können die Hobbygolfer die Bausteine aus der Rückschwung- und Abschwungphase kaum auseinanderhalten können. Ähnliche Resultate können die Forscher für eine Vielzahl von Disziplinen vorgehen; für den Tennis-Service sind sie im Fachmagazin «Neuroscience Letters» publiziert.

Für die Volleyballerin hiess trainieren erst mal denken

Aus den Testergebnissen (siehe Grafik S. 72) kann man auch individuelle Fehler ablesen. «Ich war überrascht, wie präzise der Test ist», sagt Martin Hoecker, Head-Pro beim Münchener Golfclub. Er spielt seit 30 Jahren Golf und weiss, dass er beim vollen Schwung an einer Stelle ein kleines Defizit hat. «Der Abschwung kurz vor dem Ballkontakt ist nicht optimal.» Genau das hat auch der Test ergeben. Demnächst wird Hoecker die Methode in zwei Bundesliga-Mannschaften testen, danach bei der Jugend, dann bei solchen mit mittlerem Handicap. «Ich bin gespannt, welche Konsequenzen sich für das Training ergeben», sagt er.

Thomas Schack schildert ein Beispiel aus dem Volleyball. Bei einer Spielerin der deutschen Junioren-Nationalmannschaft hatte der Gedächtnisstrukturtest offenbart, dass bei ihrem Angriffsschlag die Impulsfolge von Anlauf und Absprung nicht stimmt. Zunächst musste die Sportlerin die richtige Bewegung real ausführen. Sie sollte dabei das Gefühl für die neue Impulsfolge spüren. Beim anschließenden Mentaltraining galt es, die Bewegung und das Gefühl in Gedanken zu verbinden. Trainieren hiess denken. Ihr Angriffsschlag war in den nächsten Spielen deutlich besser. Das Gedächtnis hatte sich umgebaut.

Dass Gedächtnisstruktur und Bewegungspraxis tatsächlich übereinstimmen, deutet sich in einer kleinen Studie aus dem Biomechanik-Labor an. Neun Tischtennis-Asse machten Vorhand-Unterschnitt-Aufschläge und wurden dabei mit modernsten Methoden vermessen. Im Anschluss «fühlten» die Forscher ihr Gedächtnis. Anhand der Strukturdaten berechnete man Spin und Richtung des Balls. «Das passte gut zu den kinematischen Daten», sagt Schack.

Die Studie ist die Basis für eine von Schacks Visionen: Auf Basis

FORTSETZUNG AUF SEITE 72

MELDUNGEN



Stuten können abtreiben

PRAG Werden **Stuten** von einem fremden Zucht-hengst in einem fremden Stall gedeckt, paaren sie sich nach der Heimkehr möglichst rasch mit einem heimischen Hengst. So können sie die Herkunft des Nachwuchses vernebeln. Misslingt die Paarung jedoch, erleiden die Stuten in rund 30 Prozent der Fälle eine Fehlgeburt, wie Biologen im Fachblatt «Behavioral Ecology and Sociobiology» schreiben. Offenbar brechen die Tiere die Schwangerschaft bewusst ab, da die «Kuckucksfohlen» vom dominierenden Hengst vermutlich ohnehin getötet würden.

Für Sport und Diät ist es nie zu spät

ALBUQUERQUE USA Selbst für stark übergewichtige Senioren lohnen sich Sport und Diät. Dies ist das Fazit einer ein Jahr dauernden Studie mit 93 adipösen Senioren im Alter von 65 und 85 Jahren. Eine Diät steigerte die physische Leistung um 12 Prozent, Sport um 15 Prozent und eine Kombination der beiden gar um 21 Prozent, wie US-Forscher im Ärzteblatt «New England Journal of Medicine» berichten.

Forscher schützen Schimpansen

LEIPZIG In Gebieten, wo viel gewildert wird, bieten Forschungsstationen den wild lebenden Tieren den besten Schutz. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für evolutionäre Anthropologie durchkämmten ein 200 km² grosses Gebiet im Tai-Nationalpark (Elfenbeinküste) und zählten die Tiere. Ihr Fazit: Die Dichte an Schimpansen, Affen und Gazellen war um die Forschungsstation am höchsten und nahm mit zunehmender Distanz ab.

Berührungsfreie Hähne nicht keimfrei

DALLAS USA Moderne berührungsfreie Wasserhähne sind keineswegs bakterienfrei, sondern möglicherweise sogar stärker mit gewissen Keimen belastet. Forscher der Johns Hopkins School of Medicine in Baltimore untersuchten in einer Klinik 20 berührungsfreie und 20 herkömmliche Wasserhähne. 50 Prozent der berührungsfreien Hähne waren mit Legionellen verseucht, aber nur 15 Prozent der herkömmlichen. Für Gesunde stellen Legionellen keine Gefahr dar, wohl aber für geschwächte Personen.

FORTSETZUNG VON SEITE 71

Bewegen mit Köpfchen

des Gedächtnisstrukturtests könnte man die eigenen Bewegungen simulieren und etwa auf dem iPhone ablaufen lassen. Die Bewegung wird mit der perfekten verglichen, dann werden individuelle Trainingstipps ausgespuckt. Schack: «Das iPhone als Coach.»
Unterdessen wird der Strauss an Disziplinen in Bielefeld immer bunter. Kürzlich waren sogar klassische Balletttänzer in Beglei-

tung des Tanzpädagogen Martin Puttke, ehemaliger Direktor des Aalto Ballett Theaters Essen, im Biomechanik-Labor zu Gast.

Es ist im Keller angesiedelt, damit die Messungen nicht durch Erschütterungen verfälscht werden. Einer riesigen Leinwand gegenüber steht eine Art Steuerpult mit unzähligen Computern. Dazwischen liegt eine etwa 30 Quadratmeter grosse Fläche, auf der die Tänzer, die mit Markern beklebt waren, ihre Pirouetten aus der vierten Position drehten.

Die Kameras schossen Bilder, und so tanzten die Körper gleichzeitig als Strichmännchen auf der Leinwand. Kräfte, Gelenkwinkel,

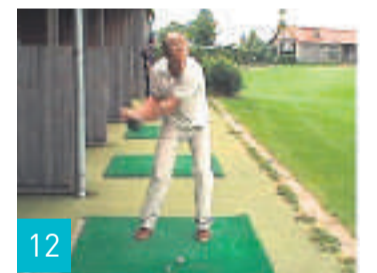
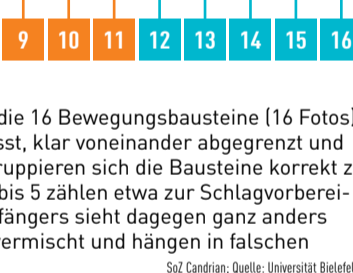
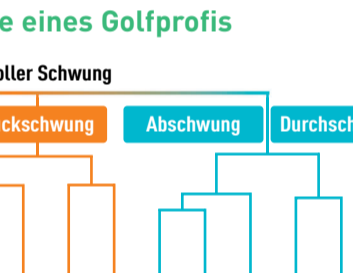
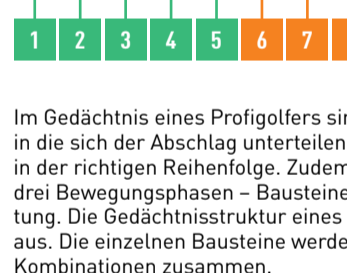
Winkelbeschleunigung, alles stimmte haargenau. Anhand der Daten wurden die Pirouetten schliesslich in 16 Bewegungsbausteine zerlegt und ein Gedächtnisstrukturtest kreiert. Einmal mehr zeigte sich: Im Kopf von Profitänzern und Amateuren gibt es klare Unterschiede.

Mit sauberem Bild im Kopf dreht sich der Tänzer richtig

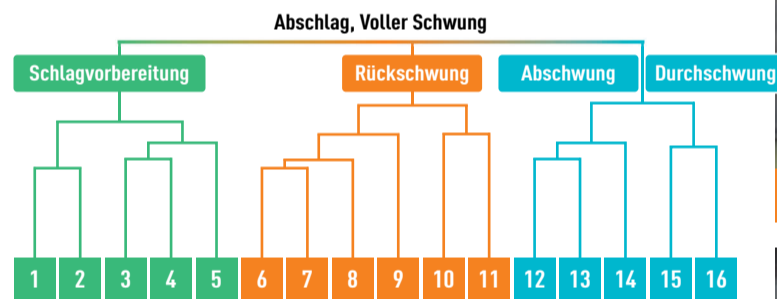
Martin Puttke ist einer der wenigen Tanzpädagogen, der sich für diese kognitiven Zusammenhänge interessiert. Er hat sein eigenes Konzept, wonach sich jede Bewegung aus sieben Kernbewegungen speist; er nennt sie Morpheme.

Diese, so Puttke, könnten auch die Basis für Schacks Knotenpunkte sein. Belege gibt es dafür aber nicht.

Auf Basis der Bewegungsmorpheme trainiert Puttke seine Schüler auch mental. Und ist damit ein Exot. Denn im Tanz, sagt Puttke, herrsche nach wie vor die Parole: Üben, üben, üben. Puttkes Schüler müssen sich im Mentaltraining auf den Boden legen, sich die Pirouette vorstellen und sie verbalisieren, das Ganze im Sitzen wiederholen, dann im Stehen. Denken statt tanzen. «Wenn das Bild im Kopf sauber ist», sagt Puttke, «dreht sich der Tänzer technisch einwandfrei.»



Die 16 Bewegungsbausteine eines Golfprofis



Im Gedächtnis eines Profigolfers sind die 16 Bewegungsbausteine (16 Fotos), in die sich der Abschlag unterteilen lässt, klar voneinander abgegrenzt und in der richtigen Reihenfolge. Zudem gruppieren sich die Bausteine korrekt zu drei Bewegungsphasen – Bausteine 1 bis 5 zählen etwa zur Schlagvorbereitung. Die Gedächtnisstruktur eines Anfängers sieht dagegen ganz anders aus. Die einzelnen Bausteine werden vermischt und hängen in falschen Kombinationen zusammen.

Soz Candrian; Quelle: Universität Bielefeld

Sandkörner, die Gold wert sind

Winzige Mineralbröckchen lüften die Geheimnisse von Meteoriten-Bombardements und riesigen Kratern vor Milliarden von Jahren

In den Sedimenten des südafrikanischen Flusses Vaal finden sich Gold und Diamanten. Doch dafür interessiert sich Aaron Cavosie nicht. Der Geologe von der Universität von Puerto Rico hat es auf gewöhnlichen Sand im Flussbett abgesehen.

In dem feinkörnigen Schutt hat er Trümmer eines Meteoriteneinschlags gefunden. Quarzkörner voller Risse etwa oder zerschmetterte Bröckchen der Mineralien Zirkon und Monazit, die durch die Gewalt des Einschlags teilweise schmolzen und später wieder zusammenwuchsen. Das Besondere daran: Der Einschlag ist schon zwei Milliarden Jahre her.

Die geschockten Sandkörnerchen, berichtete Cavosie im März auf einer Planetentagung in The Woodlands, Texas, stammen aus dem Vredefort-Krater 120 Kilometer südwestlich von Johannes-

burg. Für Cavosie sind sie der beste Beweis dafür, dass es sich lohnt, nach Spuren noch älterer, längst verschwundener Meteoritenkrater zu suchen.

«In der Frühgeschichte der Erde gab es viele gigantische Meteoriteneinschläge, aber kein einziger Krater hat überlebt», sagt Cavosie. Erosion und Plattentektonik haben alle Spuren des frühen Bombardements getilgt. Planetenforscher können daher nur rätselfeln, wie viele Schläge die junge Erde einstecken musste.

Parallele Risse, die von einem unvorstellbaren Druck zeugen

Doch Cavosie glaubt nun, Licht ins Dunkel bringen zu können: Haltbare Mineralien wie Quarz oder Zirkon könnten die Erosion überstanden haben und in uralten Sandsteinen auf ihre Entdeckung warten, so seine Theorie.

Dass selbst einzelne Sandkörner reiche Informationen bergen, wiesen die Forscher von Cavosie anhand zahlreicher Trümmerstücke des Vredefort-Einschlags nach. Aus dem Flussbett des Vaals förderten sie Hunderte geschockter Körnerchen, aus denen sie Druck, Herkunftsgestein und oft, anhand radioaktiver Elemente, auch deren Alter ablesen konnten.

Ein rundliches, etwa 0,5 Millimeter langes Zirkonkorn erwies sich als besonders ergiebig. Es weist parallele Risse auf, die auf einen unvorstellbaren Druck zwischen 20 und 50 Gigapascal hindeuten (zum Vergleich: Grafit verwandelt sich bei 4 Gigapascal in Diamant). Im Innern des Kristalls entdeckten die Forscher zudem kleinere Körnerchen, die offenbar geschmolzen und neu kristallisiert waren. Das liess auf einen noch höheren Druck schliessen.

«Der Zirkon muss aus dem Zentrum des Kraters stammen», sagt Cavosie. Die kleinen Körnerchen hatten das Alter des Einschlags gespeichert. Im Rest des Kristalls zeigte die Uran-Blei-Uhr dagegen noch das ursprüngliche Alter von 3,15 Milliarden Jahren an. Zu diesem Zeitpunkt wurde der Zirkon geboren, als Teil eines uralten Kontinents. «Die rundliche Form des Korns repräsentiert das letzte Kapitel der Geschichte, nämlich die Erosion des Einschlagsbeckens», sagt Cavosie.

Die Forscher wählten den Vredefort-Krater, weil er der älteste und grösste bekannte Meteoritenkrater auf der Erde ist. Der ursprünglich 300 Kilometer grosse Krater – fast die gesamte Schweiz hätte hineingepasst – entstand vor 2,02 Milliarden Jahren beim Aufprall eines gut zehn Kilometer grossen Meteoriten. Inzwischen

hat die Erosion die oberen Schichten des Kraters abgetragen, insgesamt 15 Kilometer Gestein.

Möglich, dass Trümmer bis zum Mond geschleudert wurden

Heute ist nur noch ein halbkreisförmiger Gebirgsgürtel mit einem Durchmesser von etwa 80 Kilometern übrig. Der Vaal durchquert sein Zentrum, weshalb die Forscher flussabwärts diverse Proben nahmen. Selbst 750 Kilometer vom Krater entfernt entdeckten sie noch Einschlagstrümmer. «Dass man so weit weg noch geschockte Minerale findet, ist wirklich erstaunlich», sagt der Einschlagsexperte Christian Koeberl von der Universität Wien.

Auch in der Nähe des zweitgrössten Kraters der Erde, des 1,85 Milliarden Jahre alten Sudbury-Beckens, wurden Cavosie und seine Kollegen fündig. Dass

sowohl Sudbury- als auch Vredefort-Krater noch zwei Milliarden Jahre nach ihrer Entstehung demolierte Sandkörnerchen auf die Reise schicken, lässt die Forscher hoffen, dass sie auch Spuren in zwischen verschwundener Krater aufspüren können. Mit der Suche haben sie bereits begonnen.

Christian Koeberl ist allerdings skeptisch, ob sich die Mühe lohnt. «Es ist eine sehr zeitraubende Untersuchung, und es gibt nur sehr wenige Gesteine des passenden Alters», gibt er zu bedenken. Die Alternative wäre allerdings noch mühseliger. Der einzige Ort, auf dem Überreste der gewaltigen Einschläge die Jahrmilliarden sonst noch überdauern haben könnten, ist der Mond. Denn es ist gut möglich, dass die Kollisionen einige Trümmerstücke bis zum Erdtrabanten schleuderten.

UTE KEHSE