

## VOR DEM GEISTIGEN AUGE

einer Liga in die nächste geht. Ein Wechsel zu einem hermetischen Ligensystem wäre sportpolitisch kaum zu bewerkstelligen.

Aber Änderungen sind nötig, sonst werden in den nächsten Jahren weitere Vereine Konkurs machen, und die Kluft zwischen den sportlich starken, vermögenden Clubs und denen, die sich – finanziell und somit auch sportlich – gerade noch so durchschlagen, wird immer grösser werden. Irgendwann kann das System einfach nicht mehr funktionieren. Ein Faktor, der die Situation verbessern könnte, wäre ein Kostendach über den Ausgaben – Löhnen und Einkaufssummen – für die Spieler; sie sind ja die Einzigen, die von diesem ruinösen Investitionswettbewerb profitieren. Eine solche Beschränkung wurde auf europäischer Ebene schon erwogen, aber nicht verbindlich festgelegt. Auch das Lizenzierungsverfahren ist ein Schritt in die richtige Richtung. Eine stärkere Umverteilung der Einnahmen könnte das sich immer schneller drehende Karussell der Aufrüstung ebenfalls bremsen. Es werde letztendlich auf den richtigen Mix verschiedener Massnahmen ankommen, erklärt Diel.

### ERFOLGREICHER AUSSENSEITER

Egon Franck und Helmut Diel sind selber zwar Sport-, aber nicht unbedingt Fussballfans. Franck war früher Kugelstösser, Diel Basketballspieler und Leichtathlet. Diel hat aber doch ein Lieblings-Fussballteam: den Verein aus seinem früheren Wohnort, der zwanzigtausend Einwohner zählenden Kleinstadt Unterhaching bei München. Dieser arbeitete sich unbeirrt und allen profisportökonomischen Regeln zum Trotz die ganze deutsche Ligenhierarchie hinauf und spielte in der Saison 1999/2000 erstmals in der Bundesliga.

**KONTAKT** Prof. Helmut Diel, Institut für Strategie und Unternehmensökonomik, Universität Zürich, [helmut.diel@isu.unizh.ch](mailto:helmut.diel@isu.unizh.ch); Prof. Egon Franck, Institut für Strategie und Unternehmensökonomik, Universität Zürich, [egon.franck@isu.unizh.ch](mailto:egon.franck@isu.unizh.ch)

**FINANZIERUNG** Der Schweizerische Nationalfonds finanziert das Projekt drei Jahre lang.

Die Hälfte unserer Hirnrinde ist für das Sehen zuständig. Die Hirnforscherin Alumit Ishai untersucht, was in unserem Kopf vorgeht, wenn wir Bilder von Matisse, Picasso oder van Gogh betrachten und zuordnen müssen. Von Ruth Jahn

Mit einem Mausclick ruft die Forscherin auf ihrem Computerbildschirm die Fotografie eines Gemäldes auf: Eine Frau in Blau, der Blick gesenkt, der Körper mager und geknickt – ein Picasso aus seiner blauen Periode, keine Frage. «Richtig. So weit ist es einfach», sagt Alumit Ishai. «Nun betrachten Sie bitte das nächste Gemälde.» Ein Harlekin mit Gitarre. Vielleicht ein weiterer Picasso aus der blauen Periode? «Diese Entscheidung fällt Ihrem Gehirn schon viel schwerer, nicht wahr? Das Bild stammt zwar auch von Picasso, aber aus seiner rosa Periode», erläutert Alumit Ishai. Mit dem dritten Bild dann macht es mir die Professorin leicht: Den Matisse erkenne ich auf Anhieb.

Für ähnliche Testaufgaben legen sich Versuchspersonen in die grosse Röhre des funktionellen Kernspintomographen (fMRI). Sie betrachten dort bei einer Art Museumsbesuch in der Horizontalen Gesichter von Modigliani, Landschaften von Pissarro oder abstrakte Bilder von Kandinsky. «Ich liebe Kunst. Deshalb bin ich auf die Idee gekommen, Versuchspersonen verschiedene Gemälde zu zeigen, um zu untersuchen, wie das Gehirn in Kategorien denkt und wie es Entscheidungen trifft», sagt Alumit Ishai. Die Wissenschaftlerin lehrt nicht etwa an einem kunsthistorischen Seminar, sondern ist Assistentzprofessorin für kognitive Neurowissenschaften am Institut für Neuroradiologie der Universität Zürich.

### SCHUBLADEN IM GEHIRN

Während die Probanden in der fMRI-Röhre liegen, detektiert die Wissenschaftlerin Veränderungen im Blutfluss in ihrem Gehirn und stellt so indirekt dessen Aktivität fest. Denn ein lokal gesteigerter Blutfluss in einer Region des Gehirns lässt auf neuronale Aktivität schliessen. Die erst etwa 15 Jahre alte, nichtinvasive Technik der funktionellen Kernspintomographie

macht es möglich, höhere Gehirnfunktionen wie das Gedächtnis und die visuelle Wahrnehmung aufzuzeichnen und in den Gehirnstrukturen zu lokalisieren.

Ishais Testpersonen haben etwa die Aufgabe, sich Bilder eines Künstlers einzuprägen, um später zu entscheiden, ob weitere Gemälde beispielsweise auch in die Kategorie Miró oder in die Schublade van Gogh gehören. Die Forscherin untersucht dabei, was im Gehirn der Probanden vor sich geht. Kennen wir einige Picassos der blauen Periode, befähigt uns dieses Wissen, andere Gemälde dieser Schaffensperiode einzuordnen, und zwar nicht nur, weil sie blau sind: Wir malen uns sozusagen im Gehirn einen eigenen Picasso, um mit dieser modellhaften Konstruktion rasch das Wesentliche zu erfassen und es auf andere Situationen zu übertragen.

Bei einfachen Testaufgaben mit eindeutig unterschiedlichen Gemälden antworten die Probanden schneller und machen weniger Fehler. Und: Im fMRI zeigt sich bei der Testaufgabe eine Aktivierung der visuellen Hirnrinde, von Gedächtnisregionen und Arealen, die mit einer gesteigerten Aufmerksamkeit in Verbindung gebracht werden. Auch Patienten mit einer beidseitigen Läsion der medialen Schläfenlappen behalten die Fähigkeit, Kategorien zu bilden und vom Einzelbeispiel auf das Allgemeine zu schliessen. Das Gedächtnis und die Fähigkeit, Objekte zu erkennen, sind bei einer solchen Hirnverletzung aber schwer beeinträchtigt. «Dies belegt eindrücklich, wie plastisch unser Gehirn ist. Das Abstrahieren aufgrund von Prototypen und das Denken in Kategorien hat eben einen impliziten Charakter», erklärt Alumit Ishai.

Die Hirnforscherin hat in Jerusalem Biologie, Philosophie und Biotechnologie studiert und am Weizmann Institute of Science einen PhD-Ab-



*Wie funktioniert unsere visuelle Wahrnehmung? Mit der Kernspintomographie kann aufgezeichnet werden, was beim Sehen im Gehirn passiert.*

schluss mit Auszeichnung erworben. Bevor sie nach Zürich kam, forschte sie am National Institute of Mental Health (NIMH) in Bethesda, USA. Ihr wissenschaftliches Spezialgebiet ist die Verarbeitung visueller Information im menschlichen Gehirn. «Fünfzig Prozent unserer Hirnrinde sind für das Sehen zuständig. Wir Primaten sind visuelle Tiere», sagt Alomit Ishai.

Besonders interessiert sie sich für das menschliche Gesicht. Die visuelle Wahrnehmung von Gesichtern ist für Ishai ein gutes Modell, um zu studieren, wie Informationen aus der Umwelt im Gehirn repräsentiert werden. Tagtäglich schauen wir in Gesichter, erfahren dadurch, wer Freund und wer Feind ist, ob jemand alt oder jung, Mann oder Frau ist, ob sich jemand bedroht oder sicher fühlt, traurig oder froh, ob er sich von uns abgestossen oder angezogen fühlt und ob er oder sie als Sexualpartner in Frage kommt. «Gesichter senden eine Vielfalt von sozialen Signalen aus, die von anderen entdeckt und interpretiert werden können. Von Geburt an betrachten wir Gesichter, und Babys können bereits im Alter von drei Wochen komplexe Gesichtsausdrücke imitieren», sagt Alomit Ishai. Deshalb sei es plausibel, dass sich in der Evolution ein inerte Mechanismus, eine spezielle Maschinerie, etabliert habe, die für die Gesichtserkennung zuständig ist.

#### KÄMPFEN ODER FLIEHEN?

Aber reagiert das Gehirn gänzlich anders, wenn wir in ein Gesicht blicken, als wenn wir Häuser oder Schuhe anschauen? Alomit Ishai hat Versuchspersonen Fotografien von Gesichtern und von Objekten wie Häusern oder Stühlen gezeigt und sie gebeten, sie sich einzuprägen. Später sollten die Personen weitere Bilder betrachten und entscheiden, ob sie den gleichen Stuhl, das gleiche Gesicht sehen oder ob es sich um ein anderes Gesicht, einen anderen Stuhl handelt. Jede Kategorie von Objekten aktiviert dabei jeweils ein spezifisches Muster von Hirnaktivität in der visuellen Hirnrinde. Diese Aktivierungsmuster überlappen sich teilweise, wie die Forscherin beobachtet hat: Hirnareale, die zum Beispiel bei der Wahrnehmung von Häusern aktiviert werden, werden auch durch den Stimulus eines Stuhls oder eines Gesichts angeregt – wenn auch schwächer. Beim Betrachten

und Memorieren von Gesichtern sind zudem nicht bloss Neuronen der visuellen Hirnrinde aktiv, sondern ein ganzes Netzwerk von Nervenzellen – darunter auch solche des limbischen Systems, des Hirnareals, das für Gefühle zuständig ist.

Bei einem emotionalen Gesichtsausdruck ist die neuronale Antwort im Gehirn besonders augenfällig. Auch der Wiedererkennungseffekt bei einem Gesicht, das etwa Angst ausdrückt, ist grösser als bei einem Gesicht mit entspannter Miene. Ausserdem sind die Versuchspersonen, wenn sie einen Menschen mit ängstlichem oder überraschtem Gesichtsausdruck wahrnehmen, rascher in der Lage, zu entscheiden, ob das Gesicht in der Versuchsanordnung schon einmal vorkam. Und es unterlaufen ihnen dabei weniger Fehler. «Dass wir auf einen emotionalen Gesichtsausdruck rasch reagieren können, ist ja auch in evolutionärer Hinsicht sinnvoll: Ein ängstliches Gesicht lässt auf eine Gefahr in der Umgebung schliessen, es signalisiert uns, zu kämpfen oder zu fliehen», sagt Ishai. Ängstliche Gesichter rütteln denn auch Neuronen in der visuellen Hirnrinde, solche im limbischen System und in der so genannten Insula wach. Die Insula ist ein Hirnareal, das direkt neben Hirnregionen liegt, die für den Geschmackssinn zuständig sind, und das auch dann reagiert, wenn wir Gesichter betrachten, die Ekel ausdrücken.

#### GEWÖHNUNG AN ANGST UND EKEL

Doch selbst die Wirkung von Gesichtern, die Ekel oder Angst ausdrücken, unterliegt im Gehirn einem gewissen Gewöhnungseffekt, «repetition suppression» genannt. Das hat Alomit Ishai in einer mit dem Preis der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft ausgezeichneten Untersuchung dargestellt. «Wenn derselbe Stimulus wieder und wieder präsentiert wird, erkennt der Mensch den Reiz zwar schneller und besser, das Gehirn aber antwortet immer weniger darauf», erläutert Ishai. Dies sei eine Art Schutzmechanismus: «Ein Organismus will nicht zu viel Energie verlieren, indem er auf denselben Stimulus immer mit der gleichen Intensität reagiert – er spart seine Kräfte lieber», so die Hirnforscherin. Der amerikanische Neurowissenschaftler Richard J. David-

son mutmasst in einem Kommentar zu Ishais Untersuchung, dass etwa Angsterkrankungen mit einem schwach ausgeprägten Gewöhnungseffekt gekoppelt sein könnten. Der Kommentator hofft deshalb, dass diese neuen Erkenntnisse über die emotionale Modulierung der Gewöhnung zukünftig dabei helfen könnten, psychiatrische Erkrankungen zu diagnostizieren oder neue Therapien für Psychiatriepatienten zu entwickeln.

#### JULIA ROBERTS UND BRAD PITT

Alomit Ishai beschäftigt sich aber nicht nur mit dem Sehen und der Verarbeitung von visuellen Reizen aus der Aussenwelt, sondern auch damit, was im Gehirn vor sich geht, wenn Bilder vor unserem geistigen Auge erscheinen. Ein Experiment, in dem die Forscherin solche inneren Bilder abzurufen versucht, dreht sich um berühmte Gesichter. In ihrer digitalen Bildergalerie hat Alomit Ishai deshalb hunderte Fotografien von bekannten Schauspielern gesammelt – Al Pacino genauso wie Julia Roberts, Brad Pitt oder Whoopi Goldberg.

Die Hirnforscherin hat ihre Versuchspersonen entweder aufgefordert, sich ein Bild eines Schauspielers anzuschauen und seinen Namen zu nennen. Oder umgekehrt: einen Namen zu lesen und sich das Gesicht des entsprechenden Schauspielers in Erinnerung zu rufen. Zur Überraschung von Alomit Ishai war die Aktivierung des Gehirns bei der visuellen Vorstellungsaufgabe zwar weniger intensiv, jedoch benützte das Gehirn für beide Aufgaben fast deckungsgleiche Neuronen-Netzwerke. Beteiligt waren auch Strukturen des limbischen Systems, das Gefühle verarbeitet. «Das heisst: Ob wir ein Objekt vor Augen haben oder es uns nur vorstellen – in beiden Fällen arbeitet unser Gehirn auf ähnliche Weise», sagt Ishai.

KONTAKT Prof. Alomit Ishai, Institut für Neuroradiologie, Universität Zürich, ishai@hifo.unizh.ch

FINANZIERUNG Schweizerischer Nationalfonds, National Centres of Competence in Research (NCCR), Zentrum für Neurowissenschaften Zürich (ZNZ) der Universität und ETH Zürich