

SCHMERZTHERAPIE

## Ausgetrickst

*Virtuelle Realität lindert Phantomschmerzen nach Amputation.*

Phantomschmerzen in einem fehlenden Körperteil quälen etwa 70 Prozent aller Amputierten. Trotz diverser Therapiemethoden halten sich die Schmerzen bei einigen Patienten hartnäckig – teils über Jahrzehnte.

So auch bei einem Schweden, der seit 48 Jahren dauerhaft unter Phantomschmerzen im amputierten Arm litt. Nun linderte eine Forschergruppe der Technischen Hochschule Chalmers in Göteborg seine Pein mit einer neuen Technik.

Das Team um Max Ortiz-Catalan registrierte per Elektroden auf der Haut die Muskelaktivität im Armstumpf des 72-jährigen. Ein Computer rechnet die Signale dann so um, dass der Mann durch Anspannung bestimmter Muskelgruppen einen virtuellen Arm auf einem Monitor bewegen konnte.

Das Bild auf dem PC erweckte den Eindruck, als ob der künstliche Arm tatsächlich die fehlende Gliedmaße ersetzte. Außerdem lernte der Patient, mit den Muskelsignalen aus seinem Armstumpf einen Wagen in einem Autorennen zu steuern. Die Übungseinheiten fanden knapp fünf Monate lang ein- bis zweimal wöchentlich statt.

Im Lauf der Zeit erlangte der Proband mehr und mehr Kontrolle über den virtuellen Arm. Seine Phantomschmer-

zen ließen bereits nach vier Trainingseinheiten deutlich nach: Nach zehn Wochen erlebte er sogar schmerzfreie Momente – das erste Mal seit dem Verlust seines Arms. Außerdem normalisierte sich die Körperwahrnehmung: Nach der Amputation hatte der Mann dauerhaft das Gefühl gehabt, seine Hand sei zur Faust verkrampft. Dieser Eindruck verschwand im Zuge des Trainings.

Die Forscher vermuten, dass ihre Technik Hirnareale reaktiviert, die mit der Steuerung von Bewegungen zu tun haben. Durch das Beugen und Strecken des virtuellen Arms bekommen die Muskelsignale aus dem Armstumpf wieder eine Funktion. Außerdem werden offenbar Muskelgruppen angeregt, die zuvor brachlagen.

*Front. Neurosci. 8, 24, 2014*



### Virtuelle Gliedmaße

Ein armamputierter Patient sieht sich selbst auf einem Bildschirm mit einem virtuellen Arm.

ÄSTHETIK

## Einfach = schön

*Das Gehirn von Mathematikern verarbeitet elegante Gleichungen wie ästhetische Reize.*

Mathematische Formeln können kompliziert sein, nützlich oder genial – aber schön? Für Probanden des University College London durchaus: 15 Mathematiker empfanden viele der ihnen vorgelegten Gleichungen als höchst ästhetisch. Der Anblick derselben aktivierte in ihrem Gehirn ein Areal, das bekanntermaßen auf künstlerische Reize reagiert.

Ein Forscherteam um Semir Zeki legte den Mathe-Cracks 60 bekannte Gleichungen vor und ließ sie die Schönheit der Formeln bewerten. Zwei Wochen später zeichneten die Forscher mittels funktioneller Magnetresonanztomografie die Hirnaktivität der Teilnehmer auf, während diese die Formeln erneut betrachteten. Gleichungen, die ausnehmend gut gefielen, lösten nun eine

stärkere Aktivierung im medialen orbitofrontalen Kortex aus als weniger ansprechende Formeln. Bekanntermaßen regt sich diese Hirnregion verstärkt angesichts betörender Kunstwerke oder Musik.

Die Gleichungen waren unterschiedlich lang und übersichtlich. Offenbar empfanden Mathematiker gerade jene Gleichungen als besonders schön, die einen komplizierten Zusammenhang in erstaunlich einfacher Form darstellen. Weniger sparsame Formeln schnitten dagegen schlechter ab.

*Front. Hum. Neurosci. 8, 68, 2014*

PÄDAGOGIK

## Ehrenrunde mit Folgen

*Bleiben schwache Schüler sitzen, leiden auch ihre neuen Klassenkameraden.*

**O**b es sinnvoll ist, schlechte Schüler eine Klasse wiederholen zu lassen, ist umstritten. Nun stellen Wissenschaftler fest, dass auch die Mitschüler unter der Ehrenrunde leiden: Im Klassenverband verschlechtert sich die Disziplin, und die Gefahr von Schulausschlüssen steigt.

Die Forscher um Clara Muschkin von der Duke University in Durham analysierten Daten von knapp 80 000 Sechst-, Siebt- und Achtklässlern im US-Bundesstaat North Carolina. Neben den Angaben zur Versetzung sammelten die Wissenschaftler Delikte von Schülern – von Beleidigungen bis hin zu Schlägereien oder Drogenbesitz. Außerdem zählten die Forscher die Schulverweise.

So stellten sie fest, dass es umso häufiger zu unerwünschtem Verhalten kam, je höher der Anteil der sitzen gebliebenen und älteren Schüler in einer Klasse war. Nicht nur die Durchgefallenen selbst, sondern auch ihre neuen Klassenkameraden fielen öfter negativ auf.

Anscheinend färbt das Gebaren, das die meist älteren Sitzenbleiber in die Klasse mitbringen, auf die neue Peergroup ab, so die Autoren. Im frühen Jugendalter sei der Einfluss von Freunden und Mitschülern auf die Entwicklung besonders groß. Die Entscheidung, einzelne Schüler eine Klasse wiederholen zu lassen, habe daher Folgen für die Gemeinschaft.

*Teach. Coll. Rec. 116, 17405, 2014*

**Sitzen geblieben?**  
Mancher Schüler muss die Klasse wiederholen. Nicht immer ist das sinnvoll.



## Zauber der Berührung

*Gegenstände erzielen höhere Auktionspreise, wenn sie ein Star angefasst hat.*

Zum Heiligen Rock in Trier fahren Gläubige in der Regel nicht, weil er besonders interessante Einsichten ermöglicht. Nein, die Reliquie wird verehrt, weil sie Jesus Christus (mutmaßlich) einst höchstpersönlich am Leib trug. Derselbe Mechanismus scheint auch bei weniger berühmten Zeitgenossen wie etwa John F. Kennedy zu funktionieren. Auch hier erfährt der Besitz eine drastische Wertsteigerung – sofern ihn der Prominente nur oft genug berührte.

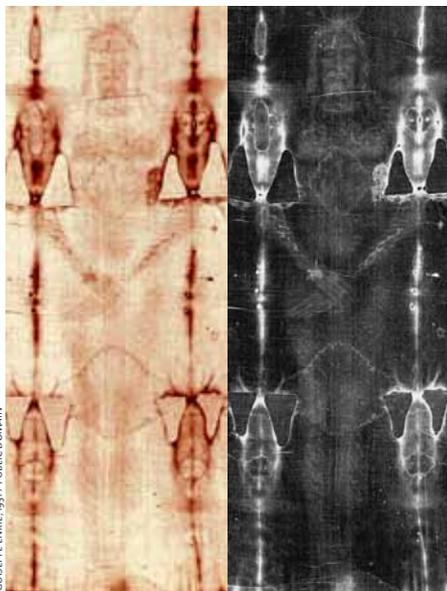
Das sei nichts anderes als magisches Denken, vermuten George Newman und Paul Bloom von der Yale University. Bei Auktionen von persönlichen Besitztümern JFKs oder auch von Marilyn Monroe fanden sie den entsprechenden Beleg: Je öfter ein Objekt vom Vorbesitzer

berührt worden war, desto höhere Preise erzielte es. Bei unbeliebten Zeitgenossen, wie dem Exbörsenmakler Bernard Madoff, der Anleger um Milliardenbeträge prellte, zeigte sich eher das Gegenteil. Neutrale Personen (wie Madoffs Frau) hatten gar keinen Effekt.

Das Phänomen trat auch unter Laborbedingungen auf: Als die Forscher ihre Versuchspersonen fragten, wie viel sie für ein getragenes Kleidungsstück ihres Lieblingsstars bezahlen würden, reagierten diejenigen Probanden knausriger, denen gesagt wurde, das Objekt ihrer Begierde werde vor dem Verkauf sterilisiert – die chemische Reinigung zerstört offenbar nicht nur Bakterien, sondern auch den Zauber des Kleidungsstücks.

Warum der Aufwand? Newman und Bloom wollen deutlich machen, dass magisches Denken tief in uns verankert ist – und zwar auch bei Gelegenheiten, in denen man es nicht unbedingt bemerkt. Die Wissenschaftler diagnostizieren hierbei eine so genannte Kontaktmagie: die Vorstellung, dass etwas vom Wesen oder der Kraft einer Person durch schlichte Berührung auf ein Objekt übergeht. Diese »Ansteckung« liege nicht nur einschlägigen Ritualen vermeintlich primitiver Gesellschaften zu Grunde, sondern beeinflusse auch ganz konkret die Kaufentscheidungen von Sammlern. Womöglich handle es sich sogar um eine universelle Eigenschaft des menschlichen Denkens.

*Proc. Natl. Acad. Sci. USA 111, S. 3705–3708, 2014*



GIUSEPPE ENRIE, 1931 / PUBLIC DOMAIN

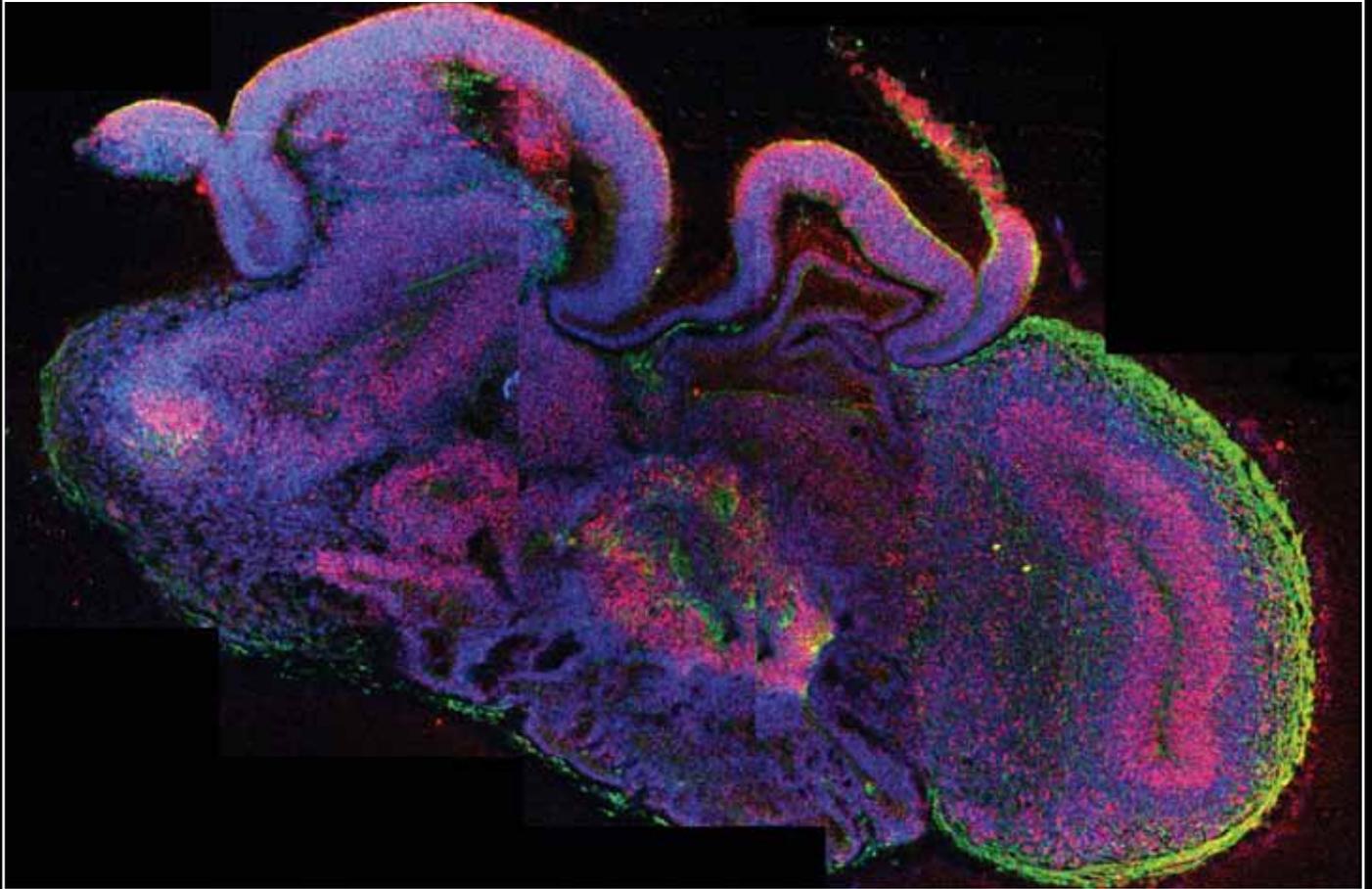


DPW / SCOTT NELSON

### Teure Gewänder

Das Turiner Grabtuch (links) gilt als unbezahlbare Reliquie. Etwas profaner ist Marilyn Monroes Kleid, in dem sie 1962 dem US-Präsidenten John F. Kennedy ein Geburtstagsständchen hauchte (rechts). 1999 erzielte es bei einer Auktion von Christie's einen Verkaufspreis von mehr als einer Million US-Dollar.

## Minihirn aus der Petrischale



LANGASTER, M. A. ET AL., CEREBRAL ORGANOID MODEL HUMAN BRAIN DEVELOPMENT AND MICROCEPHALY, IN: NATURE, 301, S. 373–379, 2013, FC, 1C, MIT FRIOL GEN WOM IMBA, MADELINE A. LANCASTER

Das menschliche Gehirn ist das komplexeste Organ, das die Natur hervorgebracht hat. Umso beeindruckender ist das Kunststück, das Forschern um Jürgen Knoblich und Madeline Lancaster vom Institut für Molekulare Biotechnologie in Wien 2013 gelungen ist: Mit Hilfe von Stammzellen bildeten sie die frühen Stadien der menschlichen Hirnentwicklung in der Petrischale nach. Ihre »Minihirne« werden etwa erbsengroß und weisen Strukturen auf, die verschiedenen Hirnregionen wie dem zerebralen Kortex und dem Hippocampus ähneln. Im Schnitt imitieren die Organoid die Entstehung von Hirnstrukturen bis in die neunte Schwangerschaftswoche. Im Bild zu sehen sind neuronale Stammzellen in Rot, Neurone in Grün und andere Zellen in Blau.

Das neue Hirnmodell könnte Wissenschaftlern vor allem bei der Erforschung von Gendefekten helfen, die die neuronale

Entwicklung beeinträchtigen. Derartige Erkrankungen wurden bisher an Mäusen oder Fliegen untersucht – da sich deren Hirnentwicklung jedoch stark von der unseren unterscheidet, lassen sich die Ergebnisse solcher Versuche nur begrenzt auf den Menschen übertragen.

Von einem »echten« Hirn in der Petrischale sind die Organoid von Knoblich und Lancaster allerdings noch ein gutes Stück entfernt. So fehlen ihnen etwa Blutgefäße, um das Gewebe mit ausreichend Nährstoffen und Sauerstoff zu versorgen. Dadurch werden sie auch nach Monaten nicht größer als rund vier Millimeter. Zudem sind die verschiedenen Hirnregionen eher zufällig über die winzigen Gewebeklumpen verteilt, so dass sie weder die typische Form noch die Struktur unseres Gehirns aufweisen.



## EMPATHIE

### Dickhäuter fühlen mit

*Elefanten trösten sich durch sanfte Berührungen.*

Elefanten sind in der Lage, sich in ein anderes Herdenmitglied hineinzusetzen: Wenn dieses auf einen Reiz, wie einen vorbeilaufenden Hund oder eine im Gras raschelnde Schlange, nervös reagiert, eilt ein Artgenosse herbei und tröstet.

Joshua Plotnik, Verhaltensforscher an der Emory University in Atlanta, hatte knapp ein Jahr lang insgesamt 26 Asiatische Elefanten (*Elephas maximus*) in einem nordthailändischen Elefantencamp beobachtet. Wenn ein Tier erschrickt, stellt es Ohren und

Schwanz auf und gibt ein tiefes Brummen von sich. Sofort nähert sich ihm dann ein Mitglied der Herde und berührt sein Gesicht oder greift ihm mit seinem Rüssel ins Maul.

Plotnik vergleicht diese Geste mit einer Umarmung beim Menschen: Sie versetze den besänftigenden Elefanten in eine verletzte Lage, denn er könnte dabei von seinem Artgenossen gebissen werden. Mit diesem Verhalten – sozusagen das Gegenteil einer Drohgebärde – drücke er Hilfsbereitschaft aus.

Begleitet wird diese Geste oft von hohen Pfeifgeräuschen des Trösters. Bisher war solch ein Verhalten lediglich bei Menschenaffen wie Schimpansen sowie bei Hunden und bei einigen Rabenvögeln bekannt.

Eine weitere besondere Fähigkeit der Dickhäuter: Sie erkennen sich selbst im Spiegel. Experten vermuten, dass ein Ich-Bewusstsein eng mit der Fähigkeit verknüpft ist, die Bedürfnisse anderer zu erkennen und Empathie zu empfinden.

*PeerJ 2, e278, 2014*

**Ruhig Blut!**  
Ein Asiatischer Elefant legt seinen Rüssel auf den Artgenossen, um diesen zu beruhigen.

## WAHRNEHMUNG

# Subjektive Last

*Machtlose empfinden Objekte als schwerer.*

»Macht reibt nur den auf, der sie nicht hat«, sagte einst der italienische Politiker Giulio Andreotti. Forscher von der University of Cambridge geben ihm nun Recht: Für Machtlose wiegen die Dinge einfach schwerer – im wahrsten Sinn. Eun Hee Lee und Simone Schnall zeigten, dass sich das Gefühl sozialer Kontrolle darauf auswirkt, wie Probanden das Gewicht eines Objekts wahrnehmen.

Die Psychologen baten die Teilnehmer, einen Pappkarton anzuheben und sein Gewicht zu schätzen. Zuvor hatten sie per Fragebogen erfasst, wie viel Einfluss die Teilnehmer im Alltag auf andere zu haben glaubten. Ergebnis: Je weniger Macht die Probanden sich zugestanden, desto schwerer schätzten sie das Gewicht des Kartons ein.

Anschließend sollten die Teilnehmer eine bestimmte Sitzposition einnehmen oder sich an Situationen zurückerinnern, in denen die soziale Kontrolle eine Rolle spielte. Auch hier führte das Gefühl der Machtlosigkeit dazu, dass die Probanden das Gewicht überschätzten. Die Teilnehmer mit hoher sozialer Kontrolle lagen dagegen eher richtig. Es ist also nicht das Machtgefühl, das die Dinge erleichtert, sondern umgekehrt der wahrgenommene Mangel an Einfluss, der das Leben erschwert.

*J. Exp. Psychol. Gen. 10.1037/a0035699, 2014*

**Mit krummem Buckel**  
Wer über wenig soziale Macht zu verfügen glaubt, schätzt Gegenstände als besonders gewichtig ein.



DREAMTIME / ISTOCKPHOTO

## Lieferbare Monatsausgaben

**GEHIRN  
UND  
GEIST**



**GEHIRN UND GEIST 4/2014:**  
Hypnose: Therapie per Trance • Fische als Studienobjekte der Hirnforschung • 10 Fakten über Kaffee • Arbeit & Karriere: Recruiting 2.0 • Babys: Schlaf kann man nicht erzwingen • Psychoanalyse: Freuds Kritiker • € 7,90



**GEHIRN UND GEIST 3/2014:**  
Arbeit & Karriere: Wie viel Perfektionismus darf es sein? • Das Handwerk des Denkens • Tanzen: Training für die grauen Zellen • Spezial Suchttherapie • Familie: Machen Kinder glücklich? • € 7,90



**GEHIRN UND GEIST 1-2/2014:**  
Arbeit & Karriere: Firmengründer: Die Persönlichkeit beeinflusst den Erfolg • Sprachprofiler: Was anonyme Briefe über ihren Autor verraten • Essattacken: Den Heißhunger in den Griff bekommen • € 7,90



**GEHIRN UND GEIST 12/2013:**  
Die Wahrheit über die Midlife-Crisis • Sekten: Die Psychotricks der »Colonia Dignidad« • Glück: So halten Sie die guten Gefühle fest • Karl Deisseroth: Ein Mann für Methoden • € 7,90

ALLE  
HEFTE AUCH  
ALS DIGITALE  
AUSGABE (PDF)  
ERHÄLTlich

So einfach erreichen Sie uns:

**Telefon: 06221 9126-743**  
**[www.gehirn-und-geist.de/archiv](http://www.gehirn-und-geist.de/archiv)**

Fax: 06221 9126-751 | E-Mail: [service@spektrum.com](mailto:service@spektrum.com)

Hier QR-Code per  
Smartphone scannen!



## Angsthasen an der Börse

Dauerstress auf dem Börsenparkett bedroht die Weltwirtschaft, fürchten britische Forscher. Ein erhöhter Cortisolspiegel mindere nämlich die Risikobereitschaft – in wirtschaftlich turbulenten Zeiten sei es aber besonders wichtig, dass Aktienhändler auch Wagnisse eingehen.

*Proc. Natl. Acad. Sci. USA 111, S. 3608–3613, 2014*

## Musik im Schuhkarton

Eine klassische Sinfonie kommt in einem rechtwinkligen Raum eher zur Geltung. Messungen in zehn europäischen Konzertsälen ergaben, dass der Widerhall der Seitenwände die Obertöne hervorhebt und so den Musikgenuss fördert. Am besten schnitten schuhkartonartige Säle wie im Konzerthaus Berlin oder im Concertgebouw Amsterdam ab.

*Proc. Natl. Acad. Sci. USA 10.1073/pnas.1319976111, 2014*

## Diebische Meise

Kohlmeisen (*Parus major*) beobachten genau, wo andere Vögel Futter verstecken, und erinnern sich noch bis zu 24 Stunden später an das geheime Lager, um es auszuplündern. Bisher war Ornithologen dieses Verhalten nur von Rabenvögeln bekannt.

*Behav. Ecol. Sociobiol. 68, S. 649–656, 2014*

SPRACHE

## Melodische Unterhaltung

*Die Gehirne gemeinsam improvisierender Musiker arbeiten wie bei einem Gespräch.*

**M**usiker können sich ohne Worte unterhalten. Wenn sie gemeinsam improvisieren, sind in ihrem Gehirn Areale aktiv, die auch gesprochene Sprache verarbeiten, entdeckte ein Forscherteam um Charles Limb von der Johns Hopkins University in Baltimore. Vor allem Bereiche, die für den Satzbau (die Syntax) zuständig sind, regen sich bei den melodischen Gesprächen. Hirnareale, welche die semantischen Anteile von Sprache, also die Bedeutung von Wörtern und Sätzen, verarbeiten, bleiben beim Musizieren dagegen eher stumm.

Die Forscher registrierten die Hirnaktivität erfahrener Jazzer mittels funktioneller Magnetresonanztomografie (fMRT), während diese auf einem eigens konstruierten Keyboard spielten. Über zwei Spiegel sahen die Versuchsteilnehmer aus der Röhre heraus die Tasten und ihre Hände. Die Pianisten spielten »trading fours« – eine Art der Improvisation, bei der sich immer

zwei Musiker nach jeweils vier Takten abwechseln. In Rhythmus und Harmonie ungebunden, greifen sie immer wieder die Phrasen des anderen auf und »beantworten« sie – ein Gespräch ohne Worte. Die Probanden waren über Kopfhörer mit ihren Mitspielern verbunden: Es handelte sich um die musikbegeisterten Versuchsleiter selbst.

Während des Zusammenspiels registrierten die Forscher eine erhöhte Aktivität in der unteren Stirnwindung sowie im Schläfenlappen, zwei Gebiete, die mit Wahrnehmung und Produktion von Sprache zu tun haben und als Broca- und Wernicke-Areal bekannt sind (siehe GuG-Infografik, S. 56). Diese Aktivierung zeigte sich aber nur bei der interaktiven Improvisation. Wenn die Musiker im gleichen Viertaktwechsel lediglich eine auswendig gelernte Bluesmelodie spielten, regten sich die Sprachzentren kaum.

Die betreffenden Hirngebiete sind für Kommunikation allgemein zuständig, erklärt Limb. Allerdings würden beim Musizieren lediglich syntaktische, nicht aber semantische Informationen benötigt.

*PLoS One 9, e88665, 2014*

### Musik in der Röhre

**Ein im Tomografen liegender Musiker spielt auf einem Keyboard. Über ein Spiegelsystem kann er dabei seine Finger auf den Tasten sehen.**



CHARLES LIMB, JOHNS HOPKINS UNIVERSITY