

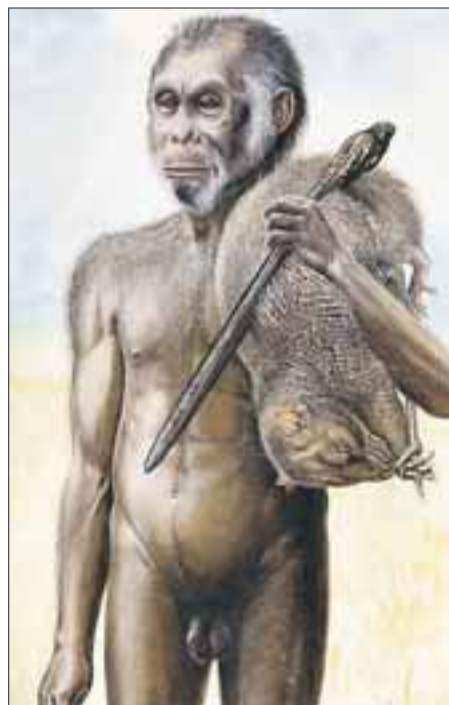
Neue Belege für Zwergmenschenart

„Hobbits“ sollen noch vor 12 000 Jahren in Indonesien gelebt haben

Es gab ihn offenbar tatsächlich, den „Hobbit“ genannten Zwerg-Menschen auf der indonesischen Insel Flores – und er war nicht bloß eine krankhaft verküppelte Variante einer modernen Menschenart oder gar eine kurzfristige Laune der Natur, die auf Inseln isolierte Populationen „verzweigen“ lässt. Die vor zwei Jahren in Indonesien gefundenen Überreste einer Zwergfrau repräsentieren tatsächlich eine völlig eigenständige Menschenart, wie Wissenschaftler um den australischen Archäologen Mike Morwood von der University of New England jetzt anhand neuerer Knochenfunde belegt haben wollen. Zwar sei die Herkunft des *Homo floresiensis* dadurch nicht abschließend geklärt, schreiben Morwood und seine Kollegen in der an diesem Donnerstag erscheinenden Ausgabe des Fachblatts *Nature* (Bd. 437, S. 1012, 2005). Doch lasse sich nachweisen, dass die Zwergmenschen die Insel Flores bereits vor mindestens 95 000 Jahren und bis vor etwa 12 000 Jahren bewohnt hätten.

Morwood und sein Team haben die jetzt vorgestellten Knochenfunde im vergangenen Jahr in der Liang Bua-Höhle ausgegraben – exakt an derselben Stelle, an der sie im Jahr 2003 das erste Skelett des Zwergmenschen entdeckt hatten. Bei den neuen Funden handelt es sich um den rechten Arm des damals gefundenen Skeletts sowie weitere Kiefer- und Schädelknochen. Die einzelnen Funde ähnelten sich so stark, dass sie nur von Angehörigen ein und derselben Art stammen können, behaupten die Forscher. Das war bislang umstritten. Der indonesische Paläoanthropologe Teuku Jacob und der britische Anthropologe Bob Martin etwa vertraten noch vor wenigen Wochen die These, es habe sich beim Flores-„Hobbit“ um einen modernen Menschen gehandelt, der an Mikrozephalie litt. Bei dieser Erkrankung bleibt das Gehirn klein, und auch Zwergwuchs ist dabei nicht selten. Auf der Seite deutscher Forscher indes wurde angenommen, die modernen Menschen, die Flores vor etwa 95 000 Jahren zu besiedeln begannen, seien dort „verzweigt“ – ein evolutionärer Effekt in isolierten, engen Lebensräumen, bei dem die meisten Kleintiere größer, die größeren Säuger wie der Mensch hingegen kleiner werden.

Diese These vertritt zum Beispiel der Frankfurter Paläobiologe Friedemann Schrenk. Seine Mitarbeiterin Christian Hertler, die selbst in Indonesien forscht, hält die neuen Befunde Morwoods für



Der Hobbit-Mensch *Homo floresiensis* war nur einen Meter groß. Bild: AFP

plausibel: „Die Annahme, dass der *Homo floresiensis* eine eigenständige Menschenart darstellt, ist zwar gut begründbar. Beweisen lassen wird sie sich aber wohl nie.“ Um im Nachhinein einen Artbildungs-Prozess festzustellen, müsste man die einstigen Reproduktionsbedingungen auf Flores nachvollziehen können. Das aber ist so gut wie unmöglich. Die Paläoanthropologen geben sich daher mit der Feststellung deutlicher morphologischer Unterschiede zwischen dem damals zeitgenössischen Menschen und dem Zwergmenschen zufrieden.

Als ein „viel größeres, bleibendes Rätsel“ bezeichnet Hertler hingegen die Frage, von wo aus die Flores-Zwergs einst auf die Insel eingewandert sein sollen. Die These des Hobbit-Entdeckers Morwood, es handle sich um Nachfahren des afrikanischen *homo erectus*, sei „steil und gewagt“. Um sie zu beweisen, „müsste man die passenden Fossilien auf dem Weg zwischen Afrika und Indonesien finden, die eine Wanderungsbewegung der damaligen Menschen belegen“, sagt Hertler. Nach Morwoods Untersuchungen lässt sich bislang nur die Verwandtschaft der Hobbits zum *Homo erectus* ausschließen, der bereits vor 1,5 Millionen Jahren das benachbarte Java bevölkert hatte.

Fest steht aber: Die Zwergmenschen von Flores ähneln stärker den ostafrikanischen Zeitgenossen des *Homo erectus*. Habe sich dieser Vorfahr tatsächlich einst auf den Weg von Afrika ins heutige Indonesien gemacht, habe der angesehene Artbildungsprozess zum Zwergmenschen aber vermutlich erst in der Abgeschiedenheit der Insel eingesetzt, sagt Hertler – und zwar in Folge der evolutionären „Verzweigung“. Dafür sprechen auch weitere neue Funde wie weitere Überreste verschiedener Tiere, darunter die Knochen eines Stegodon: eines geschumpften Ur-Elefanten. *Philip Wolff*

Verantwortlich: Dr. Patrick Illinger

Glenn Goulds algorithmische Variationen

Computerwissenschaftler finden Formeln für musikalische Interpretation – und lehren Maschinen Klavier zu spielen wie die großen Virtuosen

Von Hubertus Breuer

In der Halle mit den Ausmaßen des Musiksaals in Richard Wagners Haus Wahnfried steht auf mattem Ahornparkett ein mächtiger Konzertflügel im Scheinwerferlicht. Im Halbschatten sitzt das Publikum. Es ist still. Nichts rührt sich. Nicht einmal ein befrachter Pianist bemüht sich auf die Bühne. Stattdessen drückt in einem Nebenraum ein Toningenieur einen Knopf – und das Piano beginnt, wie von unsichtbarer Hand bedient, die Aria aus Johann Sebastian Bachs Goldberg-Variationen zu spielen.

Tabsten, Pedale heben und senken sich mal bedächtig, mal geschwind, die Saiten schwingen. Und die Musik, die jetzt durch den Raum hallt, klingt nicht etwa hölzern und mechanisch, wie von einem Automatenklavier zu erwarten wäre. Nein, das Spiel ist „transparent“, „lupenrein“ oder „geometrisch“ – ganz so, wie Kritiker einst die frühe Aufnahme des begnadeten Klavierexzentriker Glenn Gould gelobt hatten, der die Variationen 1955 im Alter von 23 Jahren einspielte. Kein Wunder: Das Geisterkonzert ist eine akustisch perfekte Kopie von Goulds Mono-Einspielung. Live, aber in Abwesenheit des Musikers.

Der Horowitz-Faktor

Virtuos zu spielen, war bislang das Vorrecht der großen Pianisten. Denn wie sollte man das eigenwillige Spiel etwa des späten Horowitz live reproduzieren, wenn nicht mit Hilfe der begnadeten Hände des Meisters selbst? Da man Horowitz kaum aus dem Musikerhimmel zurückrufen kann, sind die Verehrer nach dem Tod auf verbliebene Tondokumente angewiesen, die allerdings, je älter, desto verrauschter klingen. Nun brechen andere Zeiten an. So versuchen österreichische Computerwissenschaftler seit einigen Jahren den „Horowitz-Faktor“ quantitativ auf den Punkt zu bringen. Und in dem Konzertsaal in Raleigh im US-Bundesstaat North Carolina tritt seit Beginn dieses Jahres eine gespenstische Ahnengalerie live mit Interpretationen an, die einstige Virtuosen vor langer, langer Zeit gespielt hatten.

Das automatische Klavier, ein Yamaha Disklavier Pro, liest das Gould-Stück von einer CD-ROM ab, die in einem Laufwerk über der Klaviatur steckt und die alle Tasten, Hämmer und Pedale mittels einer raffinierten Apparatur von Mikroprozessoren, Stahlzügen und Elektromagneten bis in die feinsten Nuancen dirigiert. Dieses mehr technische als musikalische Arrangement ist das geistige Kind John Q. Walkers, des Chefs der Firma Zenph Studios: „Ich bin ein leidlich begabter Programmierer“, erklärt Walker, der seine Ausführungen gerne mit Pointen unterbricht.

Seit drei Jahren arbeitet Walkers Firma daran, Pianistengötter wie Gould, den Altmeister Alfred Cortot (1877-1962) einschließlich manch falsch gespielter Note neu auftreten zu lassen. Auch eine luftige Improvisation des Jazzpianisten Art Tatum (1909-1956), aufgezeichnet 1955 während einer Party, lässt er von seinem Disklavier spielen – allerdings ohne Gläsergeklirr und Gelächter im Hintergrund, das den Hörgenuss der Originalaufnahme stört. Vor drei Jahren hat Walker, ein geschulter Pianist und gewiefter Geschäftsmann, mit dem Geld aus dem Verkauf einer Softwarefirma und gemeinsam mit einem Partner die Zenph Studios gegründet. Ziel des neuen Unternehmens ist: einen Rechner darauf zu trimmen, dass er komplexe, von Pianistenhänden gebaute Klanggebäude so zerlegt, dass ein Disklavier sie täuschend echt nachspielen kann. Dazu gehören nicht nur die hörbaren Noten, sondern auch, wie lange ein Pianist einen Ton hält, ob mit oder ohne Pedal und mit welchem Temperament er einen Tastenschlag führte: also alles, was die Interpretation ausmachte.

Nach einem Verfahren analysiert, das Zenphs Geschäftsgeheimnis bleiben soll, werden die Daten in eine so genannte Mi-



Transparent, lupenrein: Die Kritiker rangen nach Worten, um das begnadete Spiel Glenn Goulds zu beschreiben. Hier testet der junge Kanadier Mitte der 50er-Jahre einen Steinway-Flügel für Plattenaufnahmen. Time Life Pictures/Getty Images

di-Datei verwandelt. Diese sendet an die Klaviermaschinerie Kommandos, wie das jeweilige Stück zu spielen sei. Damit ist es einer Firma erstmals gelungen, Pianoaufnahmen bis aufs musikalisch fast letzte i-Tüpfelchen zu rekonstruieren. Walker stellt jedoch klar, dass es nur um eine Reproduktion des Hörerlebnisses geht. Manche gespielte Note, die sich akustisch nicht wahrnehmen lässt, spielt sein Disklavier nicht nach. Denn: „Was wir nicht hören, ist vernachlässigbar“, sagt Walker. Die Musikindustrie zeigt bereits Interesse an der Methode – gibt es doch prallvolle Archive mit Monoaufnahmen, denen mancher Liebhaber gerne live oder digital in Stereo aufgezeichnet lauschen würde.

Der österreichische Computerwissenschaftler Gerhard Widmer jedoch steht solchen Erfolgsmeldungen skeptisch gegenüber: „Die Details gleichzeitig gespielter Noten zu unterscheiden, ist sehr schwierig, ganz zu schweigen von Besonderheiten der Artikulation oder des Pedals.“ Widmer erforscht mit einem Team an der Universität Wien und seit 1999 auch in Linz, was das einzigartige Ausdrucksvermögen eines Pianisten ausmacht, seinen individuellen Zugriff auf die Partitur – kurz: den „Horowitz-Faktor“, wie Widmer einen Aufsatz überschrieben hat. Dem will er nicht mit wolkigen Begriffen beikommen, wie sie Kritikern aus der Feder fließen, sondern mit quantitativen Methoden, die jenseits gespielter Noten das nuancierte Spiel in Komponenten wie Lautstärke, Tempo und Artikulation zerlegen.

Steckbriefe der Stil-Ikonen

Statt lediglich alte Monoaufnahmen zu neuem Leben zu erwecken wie Walker, geht es Widmer darum, die Charakteristika begnadeter Klaviervirtuosen mit lernenden Algorithmen zu erfassen. Ausgang seiner Forschungen waren 13 Mozartaufnahmen, die der Pianist Roland Batik auf einem Bösendorfer 290 SE aufgenommen hatte. Dabei erfassten Lichtsensoren auf die Millisekunde genau, wie lange eine Taste gedrückt blieb, wie schnell der Hammer auf die Saiten schlug und die Stärke des Hubs auf den Pedalen. Die mit dem Hightech-Flügel re-

gistrierten Daten – immerhin 106 000 gespielte Noten – konnte Widmer durch Lernautomatiken auf bestimmte, nicht in der Partitur vorkommende Regelmäßigkeiten hin durchsuchen. Was seine Arbeitsgruppe auf diesem Wege entdeckte, war die individuelle Art des Spiels des Pianisten – beispielsweise ein Ritardando oder Crescendo, wo die Partitur keinerlei Tempovergaben vermerkt. Später fügte Widmer seiner Musikbibliothek weitere Aufnahmen großer Pianisten hinzu, um herauszufinden, was an einer Spieltechnik tatsächlich individuell und was den meisten Pianisten gemeinsam ist. So entdeckte er Regeln, die einsehbar alle Klaviervirtuosen befolgen. Gehen

zum Beispiel einem längeren Ton zwei Noten gleicher Länge voraus, wird die zweite Note meist ein wenig länger gespielt.

Was einen Klaviervirtuosen darüber hinaus auszeichnet, ist sein persönlicher Dialekt, den Widmers Forschungsteam mit graphischen Mitteln vor Augen führt: Auf einem Bildschirm kringelt sich ein „Musikwurm“ nach oben oder unten, wenn die Lautstärke steigt oder fällt, nach links oder rechts, wenn sich das Tempo verändert. So entsteht ein graphisches Verlaufprofil, das von Pianist zu Pianist beim selben Musikstück leicht bis drastisch variiert. Hat man einmal einen solchen Steckbrief für diverse Inter-

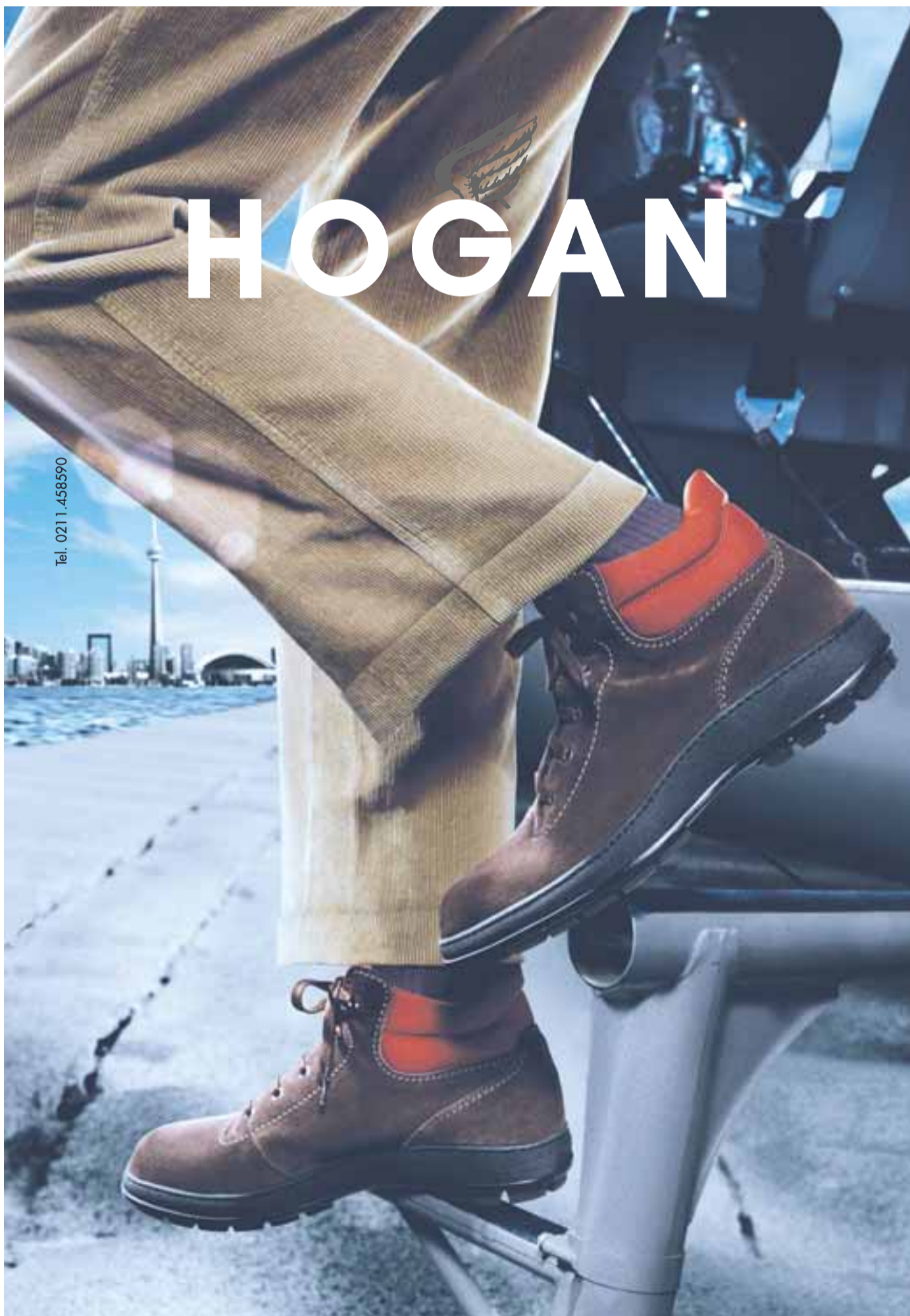
preten entwickelt, kann das Programm die Klaviervirtuosen auch in unbekannteren Aufnahmen erkennen. „Unsere Trefferquote ist erstaunlich gut“, sagt Widmer, schränkt aber ein: „Was die Kunst großer Pianisten angeht, kratzen wir erst an der Oberfläche.“

So darf man weiterhin von keinem Computer erwarten, dass er ein Stück gekonnt im Stil von Horowitz oder Batik anstimmt. „Wir sind froh und glücklich, wenn der Computer überhaupt vernünftig zu spielen lernt“, sagt Widmer. Doch reichte das Potential seines digitalen Klavierschülers immerhin aus, 2002 den zweiten Preis eines internationalen Wettbewerbs in Tokio zu gewinnen, bei dem mehrere Computer am Klavier gegeneinander antraten. Solche Spielereien helfen Widmer zu kontrollieren, ob er das raffinierte Tastenspiel eines Pianisten wenigstens annähernd richtig verstanden hat.

Chopins Dynamik

Andere Anwendungen sind praxisnäher. So hat Widmer mit seiner Arbeitsgruppe ein Instrument entwickelt, das es erlaubt, die Dynamik beispielsweise eines Chopin-Preludes mit der Bewegung einer Hand zu steuern. Möglich ist das mit einem aus zwei Antennen bestehenden Gerät, Theremin genannt, das die Handbewegungen misst und an den Computer weiterleitet, der seinerseits die Aufnahme entsprechend manipuliert. Außerdem hat das Team seine Aktivitäten inzwischen auch auf andere, kommerziell relevante Fragen ausgedehnt, etwa, das Internet oder Archive nach Stücken eines bestimmten Genres zu durchsuchen.

Der Amerikaner Walker sieht all diese Aktivitäten mit Wohlgefallen: „Mit dem vertieften Verständnis von Musikinterpretation und verbesserter Technologie werden sich ganz neue Perspektiven für die Industrie eröffnen.“ Vielleicht alle Klavierstücke von Franz Schubert im Gould-Stil. Oder eine mechanische Violine, die Monoaufnahmen von Jascha Heifetz neu erklingen lässt. Bis es soweit ist, wird Walker seine junge Firma vielleicht schon verkauft haben. Hat er Zweifel an der eigenen Technologie? Der rastlose Unternehmer lächelt und lässt die Aufnahme des Disklaviers und die Einspielung Goulds von 1955 gleichzeitig über zwei Lautsprecher spielen. Eine Abweichung von nur Sekundenbruchteilen ließe ein Echo entstehen. Es ist nichts zu hören.



Tel. 0211 458590

Vom Wannsee zum Ganges

Reinigung des Berliner Trinkwassers als Vorbild für Indien

Seit mehr als hundert Jahren wird Berlin zu einem großen Teil mit Seewasser versorgt. Aus Brunnen an den Ufern von Wannsee und Tegeler See quillt es fast in Trinkwasserqualität – obwohl die Seen mit allerhand Medikamenten, Pestiziden und Keimen belastet sind. Doch auf dem Weg, den das Wasser vom See bis zum Brunnen nimmt, bleiben die meisten Schadstoffe im Ufersediment zurück.

„Was dabei genau passiert, haben wir erst in letzter Zeit verstanden“, sagt Birgit Fritz, Geologin am Berliner Kompetenzzentrum Wasser. Zusammen mit dem Umweltbundesamt und mehreren Universitäten hat das Institut die Vorgänge in den See- und Flussufern erforscht. Ihre Erkenntnisse wollen die Forscher nun dazu nutzen, auch die Ufer anderer Flüsse, etwa die des indischen Ganges, als Wasserfilter einzusetzen. „Die Uferfiltration ist ein preiswertes Verfahren, mit dem Entwicklungsländer sauberes Trinkwasser erzeugen könnten“, sagt Fritz.

Wie gut die Sedimente das Wasser reinigen, hängt von der Geologie des Ufers ab, von der Verschmutzung des Wassers, seinem Sauerstoffgehalt und seiner Temperatur. Aber auch davon, wie tief die Brunnen sind, und ob die Pumpen ständig an der Erde saugen oder ab und zu still stehen. Grundsätzlich gilt: Je länger die Strecke ist, die das Wasser durch den Boden sickert, umso sauberer wird es.

„Um Bakterien oder Viren zu beseitigen, reicht schon eine Sickerstrecke von 20 Metern“, sagt Juan Lopez-Pila, Leiter des Projektes am Umweltbundesamt – vorausgesetzt, das Wasser ist nicht noch mit anderem organischen Material belastet. Beim Ganges ist das allerdings der Fall, für eine gründliche Reinigung könnten bis zu 200 Meter Abstand zwischen Fluss und Brunnen nötig werden. Der Brunnen würde dann zwar weniger Wasser liefern, dafür wäre es frei von menschlichen und tierischen Exkrementen.

Trotz der vielversprechenden Aussichten stünden einige indische Wassertechniker der Uferfiltration sehr skeptisch gegenüber, sagt Thomas Grischek, Wasserbauingenieur an der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft in Dresden. Die indischen Kollegen argumentieren, der Ganges und auch andere Flüsse wechselten oft ihr Bett, so dass sich der Abstand zu den Brunnen dauernd verändern würde. „Das ist aber nur in manchen Abschnitten der Fall“, sagt Grischek. Er glaubt, dass der Widerstand gegen die Uferfiltration auch mit dem Festhalten an hergebrachten Methoden zusammenhängt. Immerhin: Den Chef der indischen Behörde für Wasseraufbereitung konnte Thomas Grischek schon dafür begeistern, das Wasser durch den Boden – und damit auf natürliche Weise – reinigen zu lassen. *Peter Hergersberg*