

QUANTENSPRUNG

*Kinder nach Maß oder Gen-Lotterie?*

Ich maße mir kein Urteil an, war aber doch überrascht, in einer asiatischen Zeitung zu lesen, dass einige fruchtbare, reiche Chinesinnen ihre vom Samen ihres Mannes befruchteten Eier von Leihmüttern austragen lassen. So können sie weiter Karriere machen und laufen nicht Gefahr, ihre Figur durch die eigene Schwangerschaft zu beeinträchtigen.

Im Bestreben, den Kindern die beste Zukunft zu ermöglichen, haben Eltern schon immer ihr Möglichstes getan. Das beginnt mit der Wahl des Paarungspartners nach, wenn auch vielleicht unbewusst, aber sicher nicht zufälligen Kriterien. Warum sollten daher unfruchtbare Paare das Risiko eingehen, genetisch unbekannt Kinder zu adoptieren oder die anonymen Samen- oder Eispende zu gebären? Heute ist es technisch möglich, nicht nur nach tödlichen Genen im Embryo zu testen, sondern auch nach nichttödlichen Erbkrankheiten wie einer bestimmten Form von Taubheit, Arthritis oder der Veranlagung für Fettleibigkeit.

In den USA wurden schon Kinder besonders krebgefährdeter El-



AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

tern vor der Implantation im 8-Zellen-Stadium auf Varianten eines potenziell tödlichen Krebsgens getestet. Genetik ist keine Wissenschaft des Schicksals, sondern eine der Wahrscheinlichkeit. Im konkreten Fall eines bestimmten Gens für Darmkrebs hat der Träger eine 20fach erhöhte Wahrscheinlichkeit, den Krebs im Alter von 45 Jahren zu entwickeln, aber eine 90-prozentige Überlebenschance, wenn er rechtzeitig erkannt wird. Der Vater, der das Krebsgen trug, wird es mit 50-prozentiger Wahrscheinlichkeit an natürlich gezeugte Kinder weitergeben, denn jeder zweite Samen wird die defekte Genvariante enthalten. Sollten diese Wahrscheinlichkeiten als gott- oder naturgewollt hingenommen werden?

Je mehr über die genetische Basis menschlicher Erbmerkmale bekannt wird, um so mehr wird die Frage der Tests weniger eine der Machbarkeit, sondern eine der Ethik. Natürlich sind die Tests nicht billig. Das hat weitere gesellschaftliche Implikationen, denn es könnte dazu kommen, dass eine finanzkräftige, „genetisch kognizente“ Klasse Nachwuchs anders plant und zunehmend in vitro zeugt, während die Masse dies weiter auf natürliche Weise nach der genetischen Lotterie tun wird.

So ist es nur konsequent, dass, wie Lee Silver, Professor in Princeton, in seinem Buch „Das geklonte Paradies“ schreibt, Eltern das genetisch Mögliche tun, um ihren Kindern einen Vorsprung im Wettbewerb vor den Kindern anderer zu geben. Aber da maße ich mir, wie gesagt, kein Urteil an.

wissenschaft@handelsblatt.com

# Kleiner Tank mit großen Löchern

Wasserstoff als Energieträger braucht passende Speicher. Metallorganische Gerüste könnten die Lösung sein.

SUSANNE DONNER | DÜSSELDORF

Eigentlich könnte sich Omar Yaghi ausruhen. Seit Jahren hält er einen Weltrekord und überbietet sich allenfalls selbst. Der Chemiker an der Universität von Michigan in Ann Arbor stellt die weltbesten Speichermaterialien für Wasserstoff her. Möglichst viel Wasserstoff auf möglichst wenig Raum, das ist das Ziel. Auf seine Erfolge angesprochen, gibt der Weltmeister sich bescheiden. „Das verdanke ich der Disziplin meiner Studenten und Mitarbeiter, die Tag und Nacht neue Stoffe herstellen.“

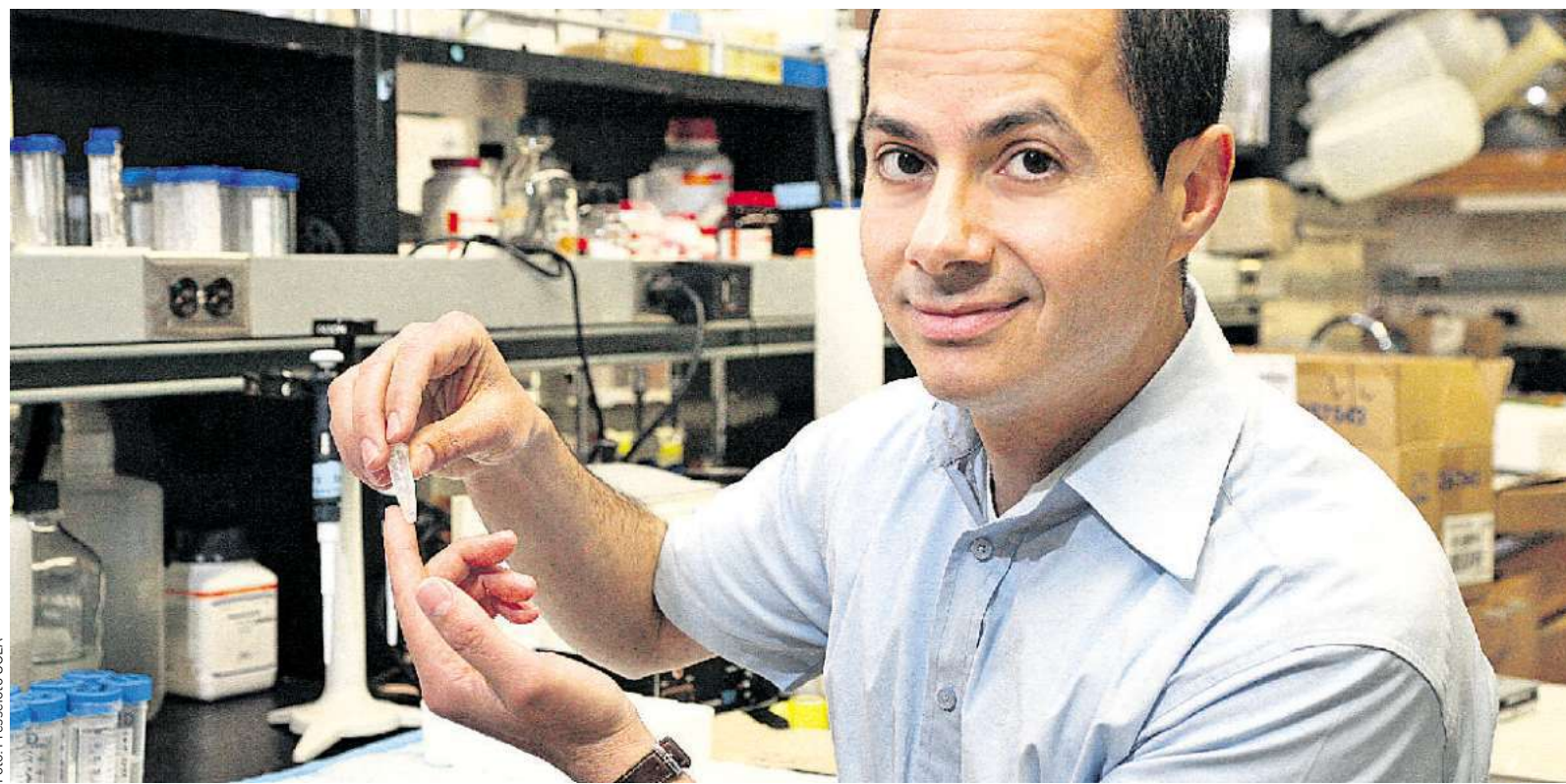
Das Material, mit welchem Yaghi derzeit die Nase vorne hat, sieht unspektakulär aus: Farblose, kleine Kristalle, die an Zucker erinnern. Spätestens in Yaghis Büro ahnt man, dass die vermeintlich langweiligen Kristalle ästhetische Kunstwerke ohnegleichen sind. Hier hängen Konstruktionszeichnungen an den Wänden, die den atomaren Aufbau des Spitzenreiters in voller Pracht zeigen.

Dreieckige Zinkoxidpyramiden bilden die Perlen eines dreidimensionalen Schmuckstücks. Sie sind über Kettenglieder aus organischem Material verbunden. Weil metallische und organische Komponenten miteinander verknüpft sind, sprechen die Forscher auch von metallorganischen Gerüsten, kurz MOF (metal-organic framework). „MOF-177“ taufte Yaghi seinen Favoriten.

Als Wasserstofftank taugen die MOFs wegen der Hohlräume im gesamten Geflecht. Die sind aber kein Zufall. Täglich setzen die Forscher im Computer metallorganische Gerüste zusammen, indem sie Atom für Atom in Position rücken. Auf Knopfdruck wird am Ende die Größe der Löcher berechnet. Auf diese hat es Yaghi abgesehen. Sie sollen möglichst viel Wasserstoff beherbergen und ihn zu gegebener Zeit auch wieder freigeben. „MOF-177 kann 7,5 Gewichtsprozent an Wasserstoff speichern. Allerdings bei frostigen minus 196 Grad Celsius und einem Druck von 50 bis 70 Bar“, sagt Yaghi. Rund ein Dutzend Wasserstoffmoleküle nisten sich in jede Pore ein. „Jede Kante und jede Fläche sind belegt“, schildert Yaghi.

„Wir haben herausgefunden, dass ein MOF umso mehr Wasserstoff aufnimmt, je größer die Fläche ist, die seine Hohlräume bieten.“ Die innere Oberfläche lässt sich vergrößern, indem die organischen Kettenglieder anders angeordnet oder aus anderen Materialien geschmiedet werden. Brachte es der Spitzenreiter aus dem Jahr 2002 nur auf ein halbes Fußballfeld im Inneren je Gramm, so bietet der derzeitige Erstplatzierte mit 5500 Quadratmetern ziemlich genau einem Spielfeld Platz. Der Clou: Die organischen Verknüpfungen sind in dem neuen Spitzenreiter noch deutlich ausladender. Statt Terephthalsäure wird Benzotribenzoat eingebaut.

Noch ist der MOF-Speichertank aus dem Labor nicht gut genug, um damit ein Wasserstoffauto zu betreiben, das mit einem herkömmlichen Benzin Schritt hält. Fünf Kilogramm Wasserstoff müssten in einen solchen Tank hineinpassen, damit das Fahrzeug immerhin 300 Kilometer weit kommt. Damit dies dereinst gelingt, hat das US-Energieministerium dazu aufgerufen, bis 2010 ein



Weltrekordler im Speichern von Wasserstoff. Omar Yaghi entwickelt in seinem Labor in Michigan kristalline Verbindungen, die in Zukunft als Wasserstofftanks für Brennstoffzellen zum Einsatz kommen könnten.

Material zu entwickeln, das wenigstens sechs Gewichtsprozent an Wasserstoff bei Raumtemperatur und Normaldruck speichert. „Wir werden diese Hürde nehmen, es ist nur die Frage wann“, sagt Yaghi. Kollege Neil Champness von der Universität Nottingham glaubt aber, dass Wasserstofffahrzeuge noch viele Jahrzehnte auf sich warten lassen werden.

„Wir konnten in den letzten drei Jahren Schritt für Schritt mehr Wasserstoff speichern. Aber wir haben erst eine Hand voll der 500 MOFs getestet, die wir hier hergestellt haben“, sagt Yaghi. Im Labor stehen fünf Messgeräte, die die Wasserstoff-Speicherung bei wechselndem Druck messen. Die MOF-Kristalle werden im Vakuum mit Wasserstoff voll gepumpt. Je nachdem wie viel davon sie aufnehmen, ändert sich ihr Gewicht. „So können wir jeden Monat die Eigenschaften von zehn neuen Materialien untersuchen“, sagt Yaghi.

Sticht eine neue Substanz in den Untersuchungen heraus, werden ein paar Gramm davon zu BASF nach Ludwigshafen geschickt. MOF-177 ist dort kürzlich eingetroffen. „Wir arbeiten hier mit den Rosinen aus der Grundlagenforschung“, schwärmt Ulrich Müller, Projektleiter der MOF-Forschung in der Abteilung Heterogenkatalyse bei BASF. Ein paar Kristalle aus Yaghis Labor dienen dem Unternehmen als Muster, um einige Kilogramm des neuen Kandidaten herzustellen. „Die Produktion ist im Grunde nicht sehr schwierig. Die organischen Bausteine und die metallischen Komponenten müssen lediglich miteinander unter den richtigen Bedingungen in Kontakt gebracht werden“, erklärt er. Dennoch vergeht ein halbes Jahr, bis die Miniproduktion für einen neuen MOF im Forschungslabor der BASF steht.

Das Material wird dann zu Tabletten gepresst und als Testexemplar ausgeliefert. BASF-Kunden verwenden es in wasserstoffbetriebenen Prototypen. In Testfahrzeugen, Handys oder Laptops können die Tabletten beweisen, wie gut sie Wasserstoff

speichern und abgeben. „Die MOFs eignen sich vor allem für große Geräte und Fahrzeuge, die viel Wasserstoff brauchen, da sie sich bereits in großen Mengen herstellen lassen. Außerdem können sie innerhalb weniger Sekunden be- und entladen werden. Das wäre zum Beispiel für einen Autotank wichtig“, sagt Müller. Da der Wasserstoff in den MOFs lediglich lose eingebettet ist, löst er sich von selbst heraus, sobald ein Ventil am Tank geöffnet wird.

Die MOFs konkurrieren allerdings mit Metallhydridspeichern, die bereits in Laptops zu finden sind. Da-

che werden uns neue Substanzen zugesandt“, sagt Müller. Ob MOF-177 auch den Sprung aus dem Uni-Labor in die Forschungsabteilungen der Industrie schafft, vermag Müller noch nicht zu sagen. Manch ein Star der Grundlagenforschung scheitert am Aufstieg in die höhere Liga. Yaghi nimmt das gelassen: „Die Natur ist so reich. Es liegt an uns, dieses Wissen zu nutzen und neue Materialien mit ungewöhnlichen Eigenschaften zu erfinden, die der Gesellschaft helfen. Es hat so viele Rekorde gegeben, es wird auch weitere geben.“

Die MOFs konkurrieren allerdings mit Metallhydridspeichern, die bereits in Laptops zu finden sind. Da-

che werden uns neue Substanzen zugesandt“, sagt Müller.

Ob MOF-177 auch den Sprung aus dem Uni-Labor in die Forschungsabteilungen der Industrie schafft, vermag Müller noch nicht zu sagen. Manch ein Star der Grundlagenforschung scheitert am Aufstieg in die höhere Liga. Yaghi nimmt das gelassen: „Die Natur ist so reich. Es liegt an uns, dieses Wissen zu nutzen und neue Materialien mit ungewöhnlichen Eigenschaften zu erfinden, die der Gesellschaft helfen. Es hat so viele Rekorde gegeben, es wird auch weitere geben.“

**forward**  
Text weiterleiten: Mail an [forward@handelsblatt.com](mailto:forward@handelsblatt.com) Betreff: Wasserstoff (Leerzeichen) 9 (Leerzeichen) Mailadresse des Empfängers



WESTHAFFEN TOWER, Frankfurt am Main

Sie haben nur Augen für die Schönheit der Architektur?

Wir nicht.

**Immobilien-Geschäft.** Perfektion bis ins kleinste Detail. Ein Prinzip, auf das wir bauen. Bei der Entwicklung und Optimierung von Wohn- und Gewerbecomplexen, bei nationalen und internationalen Krediten, individuellen Finanzierungskonzepten, Spezialfonds oder innovativen Immobilienanlagen. Wir machen unsere Erfahrung zu Ihrem Erfolg. [www.helaba.de](http://www.helaba.de)

**Helaba** Landesbank Hessen-Thüringen

## Drei Millionen Jahre altes Urmenschen-Baby entdeckt

Leipziger Anthropologe findet Kinderskelett des Australopithecus afarensis

**DÜSSELDORF.** Wissenschaftler haben in Äthiopien das 3,3 Millionen Jahre alte Skelett einer Dreijährigen gefunden. Das Kind gehörte jenen Vorfahren des Menschen an, deren vor 22 Jahren entdeckte Vertreterin als „Lucy“ bekannt wurde: Australopithecus afarensis. Das Skelett ist das älteste bekannte eines so jungen Vorfahren des Menschen. Der Fund könnte die Debatte neu anheizen, ob die aufrecht gehenden Urmenschen auch auf Bäume kletterten.

Zeresenay Alemseged vom Max-Planck-Institut für Evolutionäre Anthropologie und Kollegen berichten über ihren Fund in der Zeitschrift „Nature“. Das Skelett wurde 2000 entdeckt und wird seither aus dem umgebenden Sandstein freigelegt und präpariert. Bernard Wood von der George-Washington-Universität in Washington schreibt in seinem Gastkommentar, die Entdeckung sei eine „wahre Fundgrube für Informa-

tionen über eine entscheidende Phase in der Geschichte der menschlichen Evolution.“

„Lucy“, die 1974 ebenfalls in Äthiopien gefunden wurde, lebte etwa 100 000 Jahre vor dem nun entdeckten Hominiden-Kind. Die meisten Wissenschaftler sind sich einig, dass Australopithecus afarensis aufrecht auf zwei Füßen ging. Ob er sich affenartig in Bäumen bewegte, ist hingegen umstritten.

Afarensis hatte Arme, die bis kurz über die Knie herabhingen. Offen ist, ob dies auf Kletterfähigkeiten hindeutet oder ob es sich lediglich um Überreste der Evolution handelt. Der Unterleib sei sehr menschenähnlich, während der Oberkörper dem von Affen gleiche: Das Schulterblatt ähnelte dem eines Gorillas, und der Hals sei kurz und dick wie der eines großen Affen. Auch das Gleichgewichtsorgan im Innenohr ähnele mehr dem eines Affen als dem eines Menschen.

Ferner seien die Finger gebogen, was ebenfalls auf Kletterfähigkeiten hindeuten könne.

Mit Spannung wird nun die Freilegung der Fußknochen des Afarensis-Kindes aus seinem Sandsteinbett erwartet. Sollte ein großer Zeh zum Vorschein kommen, der von der Anlage dem Daumen einer menschlichen Hand gleiche, würde dies für Kletterfähigkeiten sprechen.

Das Skelett enthielt auch das Zungenbein – erst das zweite, das von einem menschlichen Vorfahren dieser Art geborgen wurde. Es ähnelt dem eines Schimpansen. Daraus könnten zwar nicht direkt Schlüsse über eine Sprachfähigkeit gezogen werden. Aber mit Tönen, die das Lebewesen von sich gab, „hätte eine Schimpansenmutter mehr anfangen können als eine menschliche Mutter“, sagte Fred Spoor vom University College in London, der an der Veröffentlichung beteiligt ist. AP/fk