

QUANTENSPRUNG

Happy Birthday, Charlie!

Falls Sie – was wegen der Finanzkrise nur allzu verständlich wäre – die letzten Monate unter einem Stein verbracht haben sollten, haben Sie vielleicht die große Nachricht noch nicht vernommen: Heute feiert die Welt den 200. Geburtstag von Charles Darwin. Das Jahr 2009 ist sogar ein Doppeljubiläum, denn außer seinem Geburtstag wird auch die Veröffentlichung seines Werks „Die Entstehung der Arten“ vor 150 Jahren gefeiert.

In diesem Buch legt Darwin dar, dass Arten veränderlich sind, dass manche aussterben, dass aber auch neue Arten entstehen – durch den Prozess, den er natürliche Auslese nannte. Darwin erkannte, wie wichtig die Unterschiede zwischen Individuen einer Population sind: Sie schaffen das Ausgangsmaterial für die Auslese. Diejenigen Individuen, die im evolutionären Sinne „fitter“ sind, haben mehr Nachfahren und geben damit ihre Gene eher weiter als andere.

Vor Darwin wurden natürliche Variationen zwischen Lebewesen einer Population eher unter den Teppich gekehrt. Warum sollte Gott nicht alle gleich gut geschaf-



**AXEL MEYER**  
Professor für Evolutionsbiologie in Konstanz und Fellow am Wissenschaftskolleg zu Berlin

fen haben? Darwins Einsichten veränderten die Welt, denn nun war klar, dass Arten nicht einzeln erschaffen wurden, sondern alle miteinander verwandt sind.

Das Buch hatte auch jenseits der Biologie einen Welt verändernden Effekt. Dem armen Darwin wird allerdings zu Unrecht zur Last gelegt, dass die gesellschaftlichen Interpretationen seiner Theorie sogar zum Nationalsozialismus beigetragen hätten. Darwin war ein erklärter Gegner der Sklaverei und hatte sich sein Leben lang gegen Auswüchse wie die von seinem Vetter Francis Galton begründete Eugenikbewegung gewehrt.

Die Evolutionsbiologie gilt zu Recht als Grundlage aller biologischen Disziplinen. Trotzdem ist es meist nicht weit her mit der Kenntnis der Evolution, selbst bei meinen Kollegen anderer biologischer Disziplinen. Die Evolutionstheorie wird oft auf das Schlagwort des „survival of the fittest“ reduziert. Dieser Begriff stammt übrigens von Herbert Spencer und nicht von Darwin. Evolutionäre Mechanismen sind weitaus komplexer und vielfältiger, wie 150 Jahre Evolutionsforschung seit Darwin zeigten. Sollte man einen historischen Text wie „Die Entstehung der Arten“ lesen? Ich halte es mit dem Physiknobelpreisträger Steven Weinberg, der sagte, dass Wissenschaftsphilosophie etwa so nützlich für Wissenschaftler sei wie Ornithologie für Vögel. Man kann durchaus auch ohne diese Lektüre ein erstklassiger Evolutionsbiologe sein.

Eine interaktive Karte zu Darwins Reise mit der „HMS Beagle“ finden Sie unter: [www.handelsblatt.com/darwin](http://www.handelsblatt.com/darwin)

# Licht kann um die Ecke strahlen

Forscher entwickeln Metamaterialien, die mit den Gesetzen der Optik brechen und sogar Gegenstände unsichtbar machen

CHRIS LÖWER | DÜSSELDORF

Um etwas unsichtbar zu machen, müsste das Licht einen Bogen machen, den Körper umfließen, statt von ihm reflektiert zu werden. Bislang war ein solches ungewöhnliches Lichtbrechungsverhalten kaum mehr als ein interessantes Gedankenexperiment, das nur in der Theorie funktionierte.

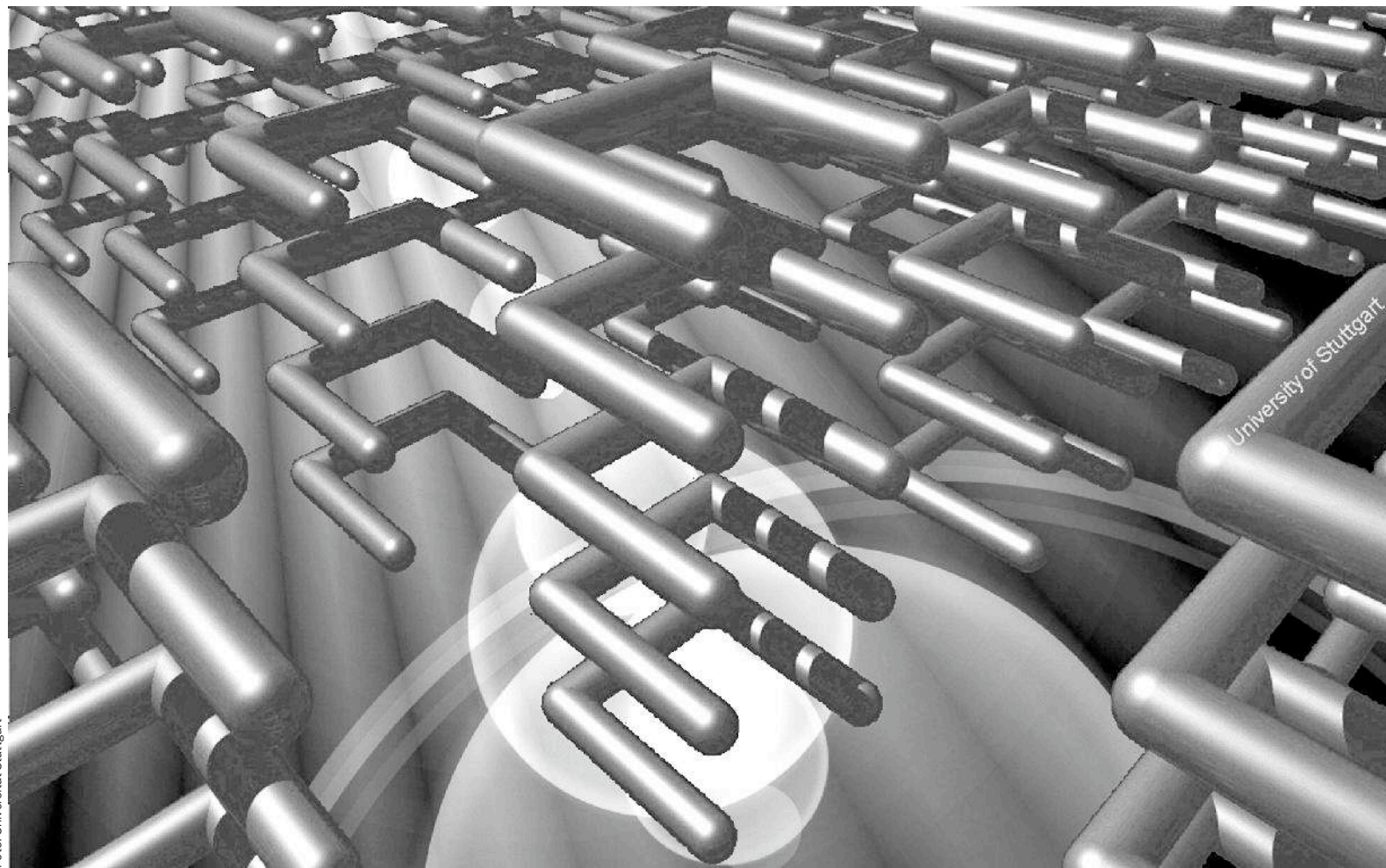
Deutsche und amerikanische Forscher konnten in jüngster Zeit jedoch künstliche Metamaterialien herstellen, die diese Eigenschaft tatsächlich besitzen. Die Nanotechnik macht es möglich.

Das ist ein Bruch mit gängigen Gesetzen der Optik, die lange als weit hin abgeschlossene Wissenschaft galt. Licht bewegt sich geradeaus und wird, wenn es etwa aus der Luft in Wasser oder Glas eintritt, zum Lot hin gebrochen. Daher erscheint ein Strohhalm im Wasserglas abgelenkt. Physiker sprechen von einem positiven Brechungsindex. Metamaterialien hingegen zeichnen sich durch eine negative Brechung aus. Effekt: Der Teil des im Wasserglas eingetauchten Strohhalms würde, um beim Beispiel zu bleiben, im Extremfall verschwinden, da der Lichtstrahl über das Lot hinaus gebrochen wird – eine solche negative Brechung gibt es in der Natur nicht.

Ein Fall, den die Physik eigentlich nicht vorsieht, denn natürliche Stoffe zeigen ein solches Brechungsverhalten nicht. Seit Jahren versuchen Wissenschaftler, Materialien herzustellen, die bei normalem Tageslicht diesen Effekt zeigen. Neuartige filigrane Nanostrukturen ermöglichen nun, die elektromagnetischen Wellen des Lichts gewissermaßen um die Ecke zu lenken.

Unter Laborbedingungen klappte das bisher ganz gut. Allerdings waren die Metamaterialien für sichtbares Licht bisher noch zu grob strukturiert oder verschluckten zu viel davon. Extrem dünne, gewissermaßen zweidimensionale Schichten mildernd dieses Manko, was aber dazu führte, dass die für praktische Anwendungen nötige Ablenkung des Lichts in drei Dimensionen, wie es etwa für Linsen erforderlich ist, nicht möglich war.

Nun ist es einem Forscherteam um Harald Giessen vom 4. Physikalischen Institut der Universität Stuttgart gelungen, dreidimensionale Metamaterialien für den optischen Wellenlängenbereich herzustellen, wie es in der Fachzeitschrift „Nature Materials“ verkündete. Das könnte der Durchbruch für praktische Anwendungen sein.



Die Illustration zeigt die Anordnung der winzigen Nanostrukturen aus Gold in dem von Harald Giessen an der Universität Stuttgart entwickelten Metamaterial.

„Wir können Flächen mit kleinsten Strukturen aus Gold, die stets kleiner als die Wellenlänge der einfallenden Strahlung sein müssen, zu einem räumlichen Material stapeln“, erklärt Giessen. Diese Nanotapeten sind also mit einem winzigen Muster kleiner Hufeisenformen oder auch Ring- oder L-Formen aus Gold versehen, die elektromagnetische Schwingungen erzeugen. „Entscheidend ist, wie die Materialien untereinander gekoppelt und gegeneinander verdreht werden.“ Den jeweiligen Formen liegen komplexe Berechnungen zugrunde, die sich daran orientieren, wie für die jeweilige Anwendung das Magnetfeld einer Lichtwelle verändert und eine negative Brechung erzeugt werden soll. Damit rücken praktische Anwendungen in greifbare Nähe.

Eine davon könnte die sogenannte Superlinse sein, die schon im Jahr 2000 theoretisch von dem Londoner Physiker John Pendry beschrieben wurde. Aus dem dreidimensionalen Metamaterial lässt sich möglicherweise solch eine flache, negativ lichtbrechende Linse herstellen, die die elektromagnetischen Wellen derart bündelt, dass eine bisher nicht gekannte Auflösung möglich wird.

**Viele Anwendungen sind denkbar**

Auch für die Computerbranche ist das interessant: Mit der neuen Optik könnten aller kleinste Strukturen auf Mikrochips aufgebracht werden, was deren Performance kräftig erhöhen würde. Optische Lesegeräte wie CD-Laufwerke könnten mit Superlinsen ebenfalls zu neuen Leistungsspitzen geführt werden, da bis ins Kleinste vollgepackte Datenträger ausgelesen werden könnten.

Außerdem könnten Antennen und Radargeräte durch Metamaterialien verbessert werden, berichtet

Thomas Bertuch vom Forschungsinstitut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik (FHR) in Wachtberg: Richtantennen ließen sich durch Metamaterialien auch unter widrigen Bedingungen zielgenauer machen. Denn Radio- und Funksignale sind wie Licht elektromagnetische Wellen. „Der Einsatz der Technologie in aktuellen kommerziellen und militärischen Kommunikations- und Radarsystemen wäre ohne weiteres sofort möglich“, sagt Bertuch. „Wir haben unter anderem eine neuartige Antenne entwickelt, die durch Frequenzveränderung ihre Blickrichtung elektronisch verändern kann.“

Eine mögliche Anwendung, die besonders fürs Militär attraktiv sein dürfte, sind echte Tarnkappen, die etwa Flugzeuge und Menschen unsichtbar machen sollen. Denn Metamaterialien können Licht um Objekte herumleiten, wie Wasser um einen Trümpfen fließt. Vor wenigen Tagen berichteten Forscher der amerikanischen Duke-Universität

und der chinesischen Südost-Universität in der Fachzeitschrift „Science“ von einem Material, das äußerlich an eine Badematte erinnert und in einem großen Bereich des Spektrums Objekte tarnen kann. Gut funktioniert das schon bei Mikrowellen, doch bald soll es auch bei sichtbarem Licht geschehen: „Die genutzte Methode dürfte unsere Fähigkeit verbessern, verschiedene Arten von Wellen abzuschirmen“, berichtet David Smith, Elektro- und Computertechniker an der Duke-Universität.

Am Institut für Angewandte Physik der Universität Karlsruhe wurde derweil ein Verfahren entwickelt, mit dem sich 3D-Metamaterialien für den Infrarot-Bereich herstellen lassen. Dabei werden photonische Kristalle direkt mit einem Laserstrahl in Kunststoff geprägt, wodurch Metamaterialien frei formbar werden. Die Gruppe um Martin Wegener hat sich zum Ziel gesetzt, einen Weg zu finden, wie Metamaterialien maschinell hergestellt werden können.

UNSERE THEMEN	
MO	ÖKONOMIE
DI	ESSAY
MI	GEISTESWISSENSCHAFTEN
DO	NATURWISSENSCHAFTEN
FR	LITERATUR

## Doppelte Gene beschleunigten die Evolution

DÜSSELDORF. Pünktlich zu Charles Darwins 200. Geburtstag zeichnen Evolutionsgenetiker ein noch genaueres Bild der Entstehungsgeschichte des Menschen. Das Erbgut (DNA) der evolutionären Vorfahren von Menschen und heutigen Affen erfuhr unmittelbar vor der Aufspaltung von Mensch und Schimpanse eine gewaltige Zunahme von sogenannten Gen-Verdopplungen (Duplikationen), schreiben Forscher von der Universität von Washington in Seattle in der Fachzeitschrift „Nature“.

„Unsere neue Studie zeigt große Unterschiede im Erbgut von Menschen und großen Affen innerhalb der verdoppelten Abschnitte, die schnell veränderliche Gene enthalten. Die meisten dieser Unterschiede entstanden zu einer Zeit kurz vor der Artbildung von Schimpanse, Gorilla und Mensch“, sagen Tomas Marques-Bonet und Jeffrey Kidd von der Universität von Washington.

Anhand von Knochenfunden in Afrika kann man die Evolutionsgeschichte der Hominiden rund 20 Millionen Jahre zurückverfolgen. Der gemeinsame Vorfahr von Mensch, Schimpanse und Gorilla lebte vor zwölf bis acht Millionen Jahren. Nach heute gängiger Ansicht spaltete sich vor rund fünf bis sieben Millionen Jahren der gemeinsame Zweig von Mensch und Schimpanse ab, bevor sich beide Arten auseinanderentwickelten.

Evan Eichler, Mitautor der Studie, betont, dass die Beschleunigung der Duplikationsrate mit der Abnahme anderer Mutationsarten zusammenfällt. Die Forscher vermuten daher, dass die evolutionären Eigenschaften dieser Mutationsweise besonders wichtig sind. Das könnte auch erklären helfen, warum Mensch und Schimpanse, deren Genom in den nicht duplizierten Abschnitten zu 99 Prozent übereinstimmt, so verschieden sind.

Genduplikation, also die dauerhafte Verdopplung (bis Vervielfachung) einzelner Gene oder Gruppen mit anschließender getrennter Entwicklung, ist eine Art von Mutation, die zum Beispiel durch Austausch von Stücken zwischen väterlichen und mütterlichen Chromosomen während der Entwicklung der Keimzellen entsteht. Genduplikation kann zu schweren Defekten führen, ist aber auch ein wesentlicher Mechanismus der Evolution. Durch Mutationen der Gen-Kopie können auch neue Gene mit zusätzlichen Funktionen entstehen.

Den Forschern ist noch unklar, warum die Vorfahren von Mensch, Schimpanse und Gorilla derart viele Gen-Duplikationen durchmachten. „Wir kennen auch noch nicht die Funktionen der meisten betroffenen Gene“, sagt Kidd. fk

## Urinprobe verrät Prostatakrebs

Eine Aminosäure, die als Stoffwechselprodukt in wuchernden Prostatazellen entsteht, könnte die Diagnose vereinfachen

TINKA WOLF | DÜSSELDORF

Wie einfach wäre das Leben von Mediziner und Patienten, wenn man Krebs anhand einer Urinprobe diagnostizieren könnte. Bei Prostatakrebs wird das womöglich eines Tages funktionieren: Wie die Fachzeitschrift „Nature“ berichtet, haben amerikanische Forscher einen Biomarker für diese Art von Tumor gefunden.

Die Wissenschaftler um Arul Chinnaiyan von der Universität von Michigan in Ann Arbor hatten insgesamt 262 Gewebe-, Blut- und Urinproben untersucht und ihr metabolisches Profil erstellt: Sie listeten alle Stoffwechselprodukte auf, die sie fanden, und suchten nach Unterschieden zwischen den Proben von gesunden Männern und denen von Männern mit Prostatakrebs.

Bei dieser Analyse fielen den Forschern zehn Stoffwechselprodukte auf, die bei den Krebspatienten häufiger zu finden waren. Von diesen zehn war ein Molekül ein besonders starker Indikator für Prostatakrebs: Die Aminosäure Sarkosin tauchte in 42 Prozent der Proben von Krebspatienten im Frühstadium und in 79 Prozent der Proben von Patienten mit aggressivem Prostatakrebs auf – jedoch nicht in den Proben von Gesunden.

Die Forscher unterzogen die verdächtige Aminosäure weiteren Versuchen und stellten fest: Wenn sie Sarkosin zu einer Zellkultur aus gesunden Prostatazellen gaben, verwandelten sich die Zellen in wandernde Krebszellen. Und wenn sie die Mengen der Enzyme veränderten, die den Sarkosin-Stoffwechsel regulieren, konnten sie die Aggressivität der Zellen kontrollieren.

„Eine der größten Herausforderungen beim Prostatakrebs ist es, herauszufinden, ob der Krebs aggressiv ist.

Wir neigen dazu, unsere Patienten zu viel zu behandeln, weil Ärzte nicht wissen, welche Tumore nur langsam wachsen“, so Chinnaiyan. „Mit dieser Studie haben wir einen möglichen Marker für aggressive Prostata-Tumore identifiziert.“

Prostatakrebs ist die häufigste Krebserkrankung bei Männern und wird in Deutschland jährlich bei rund 58 000 Männern diagnostiziert. Dazu kombinieren Ärzte oft eine Tastuntersuchung über den Enddarm mit einer Messung des sogenannten PSA-Wertes („Prostata-spezifisches Antigen“) im Blut. Erhöhte PSA-Werte können je-

doch auch auf andere Erkrankungen der Prostata hinweisen und sind als Diagnosemittel weltweit umstritten.

Sarkosin scheint als Indikator dagegen besser zu funktionieren als der PSA-Wert. Weil sie die Aminosäure außerdem in Urinproben fanden, hoffen die Forscher nun, eines Tages einen einfachen Urintest entwickeln zu können. Bis es so weit ist, dürften allerdings noch Jahre ins Land gehen. „Unser nächster Schritt wird es sein, unseren Fund in einer größeren Zahl von Proben zu bestätigen und unsere Ergebnisse von anderen Labors bestätigen zu lassen“, so Chinnaiyan.

# Expertenwissen für Ihre Anlagefonds.

**Jetzt NEU!**

**Anlegerwissen strategisch auf den Punkt gebracht – mit dem kostenlosen Newsletter „Handelsblatt FondsNews“.**

Gerade jetzt ist es wichtig, seine Anlageentscheidungen auf der Basis von fundierten und unabhängigen Analysen zu treffen. Im neuen kostenlosen Newsletter „FondsNews“ hinterfragt das Handelsblatt kritisch die aktuellen Top-Fonds, geht Trends und Wertentwicklungen verschiedener Fondskategorien auf den Grund und erklärt Begriffe rund um das Thema Fonds.

**„Trends“**  
Aktuelle und zukünftige Entwicklungen im Fonds-Markt.

**„Fonds unter der Lupe“**  
Wir beurteilen die Wertentwicklungen der größten Anlegerfonds für Sie.

**„Wissen“**  
Lernen Sie die wichtigsten Begriffe aus der Welt der Fonds.

Profitieren Sie jetzt von allen Vorteilen: **kompetente und verlässliche Informationen** ■ **jeden Monat kostenlos** ■ **handlich im PDF-Format**

Registrieren Sie sich noch heute und nutzen Sie wertvolles Wissen für Ihr Geld unter: [www.handelsblatt.com/fondsnews](http://www.handelsblatt.com/fondsnews)