

QUANTENSPRUNG

Musik des Lebens - Art imitates life

Zwischen Kunst und Wissenschaft Gemeinsamkeiten zu finden fällt schwer. Auf den ersten Blick haben sich die linke und rechte Gehirnhälfte oft nicht viel zu sagen. Immerhin, Johann Sebastian Bach und auch Karl-Heinz Stockhausen näherten sich den Wissenschaften an. Aus der anderen Richtung, von den Wissenschaftlern kam wenig. 1980 verglich Douglas Hofstadter in seinem Buch „Gödel, Escher, Bach“ den DNS-Strang - Baustoff der Chromosome, der für Gene kodiert und an einem Zellorganell namens Ribosom in die Aminosäuresequenz eines Proteins übersetzt wird - mit einem magnetischen Tonband, das an einem Tonkopf zu Musik übersetzt wird (Liebe iPod-Generation, fragt bitte eure Eltern, was ein Tonbandgerät ist).

Der japanische Evolutionsgenetiker Susumu Ohno, einer meiner akademischen Helden, ging weiter: 1986 beschrieb er in der Zeitschrift „Immunogenetics“ zusammen



AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz.

mit seiner Frau Midori, einer Sängerin, wie sich bestimmte DNS-Sequenzmotive im Genom einer Art wiederholen, aber auch über Arten hinaus konserviert sind. Er schrieb den vier DNS-Basen Musiknoten zu. Ohnos Idee war, die Gene dadurch in Musikstücke umzuwandeln. Ein Krebs erregendes Gen einer Maus klang angeblich traurig. Ein Gen, das für Proteine in Linsen von Hühneraugen kodiert, trillerte klangvoll.

Dieser Artikel wurde gerade 15-mal in der Fachliteratur zitiert - nicht gerade einflussreich. Das zeigt die engen Horizonte, in denen sich Wissenschaft meistens bewegt. Trotzdem wurde Ohnos verrückte Idee nicht vergessen, zumindest nicht von Esoterikern und Ambientmusikfans. Der Komponist Thilo Krieger hat sie aufgegriffen für seine Symphonie „DNA in Concert“, die letztes Jahr in Berlin uraufgeführt wurde.

Die aktuelle Flut von Gen-Sequenzen im Zeitalter der Genomik erlaubt die computergestützte Suche nach Mustern der vier Basenpaare des Genoms. Zusammen je drei - aber nur in den Protein kodierenden Teilen des Genoms - formen ein „Triplet“, das in je eine von 20 natürlichen Aminosäuren übersetzt wird, die unsere Proteine bilden. Bisher verstehen wir nur drei Prozent unseres Genoms, die Proteine kodieren - und selbst die noch sehr unvollständig.

Niemand sucht mehr nach Musik, aber nach Motiven, Instruktionen und „Grammatik“ in dem 97-Prozent-Teil unsers Genoms, der nicht in Proteine übersetzt wird. Das ist ein höchst aktives Gebiet der Bioinformatik und Genomik. Diese „Musik“ erschließt sich noch nicht völlig.

wissenschaft@handelsblatt.com

Ostseepipeline führt durch explosives Terrain

Die Gaspipeline in der Ostsee von Vyborg nach Greifswald wird gebaut. Doch gefährliche Hinterlassenschaften aus dem Zweiten Weltkrieg und ökologische Bedingungen am Meeresgrund können ihren Verlauf noch beeinflussen.

ONNO GROSS | HAMBURG



„Ping, Ping.“ Mit jedem unhörbaren Signal wird das Bild auf dem Sonar-Bildschirm an Bord des Vermessungsschiffes etwas klarer. Manche der schwarz-weißen Schatten könnten auf ein Steinfeld, eine Senke oder ein Bodenriff hindeuten, wieder andere auf ein versenktes U-Boot, ein abgeschossenes Flugzeug oder sogar ein altes Wikingerwrack. Die Bilder vom Meeresgrund der Ostsee kommen von einem so genannten Side-Scan-Sonar, einem Messinstrument, das etwa 100 Meter hinter dem Schiff entlanggezogen wird. Mit akustischen Schallsignalen durchleuchtet es dabei die Struktur des Meeresbodens. Und es liefert dringend benötigte Daten vom Grund der Ostsee, eines Meeres, das nicht nur Handelsweg seiner Anrainerländer war, sondern auch ein Kriegsschauplatz mit allen denkbaren Hinterlassenschaften.

Mitten in der Ostsee lohnt sich der Suchaufwand, denn es geht immerhin um ein gewaltiges Vier-Milliarden-Euro-Projekt. Im Zuge der Erdgasversorgung Mitteleuropas wurde von den Firmen Gazprom, BASF-Wintershall und Eon-Ruhrgas der Ausbau des Pipeline-Netztes beschlossen.

In der Schweiz gründete sich daraufhin das Nordeuropäische Gas-pipeline-Konsortium (NEGP) mit dem Ziel, eine Pipeline durch die Ostsee zu bauen. Zwei gewaltige Röhrensysteme mit einem halben Meter Durchmesser sollen ab 2010 und 2013 jeweils 55 Milliarden Kubikmeter Gas pro Jahr ins internationale Netz einspeisen.

Der 1200 Kilometer lange Weg durch die Ostsee bietet sich für ein solches Großprojekt auf den ersten Blick natürlich an. Das Gas aus der Barentssee und den sibirischen Feldern landet dabei zuerst in der Startposition in der Portavaya-Bucht bei Vyborg in Russland. Von dort geht die Pipeline hinunter in das Finnische Becken, dann quert es das bis zu 300 Meter tiefe Zentralbecken, kreuzt das 110 Meter tiefe Bornholmbecken, um dann nach der Pommerschen Bucht in der Nähe von Greifswald in Deutschland wieder an Land zu kommen.

Auf dem Weg werden dabei zwar die finnische, schwedische, dänische und deutsche Hoheitszone, die so genannten Ausschließlichen Wirtschaftszonen (AWZ), gekreuzt, aber ansonsten ist der Weg bis auf die 16 Kabelkreuzungen meist unverbaut. Politisch rief dieser Plan jedoch das Entsetzen der südlichen Ostseeanrainerstaaten hervor, die sich von einer Landtrasse entsprechende Einnahmen und Ressourcensicherung erhofft hatten.

Doch auch die Ostseestrecke selbst bringt noch einige Unwegsamkeiten mit sich. Bisher ist die genaue Route nicht festgelegt, aber schon jetzt wächst der Druck Russlands, das Großprojekt bis zum Jahre 2010 fertig zu stellen. „Es ist auch eine Frage der Informationspolitik“, sagt Anne Bendorff von der Helsinki-Kommission (Helsinki), dem internationalen Gremium der Ostseeanrainer, „und bei einem solchen Projekt muss der gesamte Ostseeraum berücksichtigt werden.“

Das Einbringen der Rohre in die See zieht natürlich Störungen für die Umwelt nach sich. Vor Finnland sollen beispielsweise ganze Riffregionen glatt geschliffen werden, damit die Pipeline nicht durchhängt. Um die Auswirkungen solcher Großbaustellen in der mittlerweile arg überstrapazierten Ostsee - der Bestand von Ostseedorsch ist in den letzten 25 Jahren um fast 90 Prozent zurückgegangen - richtig einschätzen zu können, fordert die Helkom ein überlegtes strategisches, zwischenstaatliches Vorgehen. Und gerade die

Trassenplanung bietet sich für solch eine dringend notwendige strategische Umweltprüfung an - und könnte vielleicht die Standards für solche Vorhaben international verbessern. Doch das Erstellen detaillierter Studien stellt die ausführenden Akteure in der Kürze der Zeit noch vor einige Aufgaben.

Wo liegen beispielsweise die Seeminen, Munitionskisten und Bomben der Kriegsschiffe, die während und nach dem Zweiten Weltkrieg in der Ostsee versenkt worden sind? Einige Versenkungsorte und Munitionseptonen sind bekannt, aber es wird vermutet, dass schon auf dem Weg zu diesen Zonen die Ladungen illegal entsorgt worden sind. Nun gilt es, mit der Bodensonartechnik, Magnetometern und modernen Suchtechniken alle möglichen Granaten, Wasserbomben und Torpedos im Schlick der Ostsee frühzeitig zu entdecken.

Stahlrohr durch Naturschutzgebiete

„Bis auf Patronengröße können wir Eisenteile im Boden finden“, ist sich Hans-Georg Egelkamp, zuständiger Trassenleiter von der Firma Wingas, sicher. „Bomben, Granaten und andere explosive Material werden wir mit der allergrößten Vorsicht angehen und vermutlich zur Seite schieben und nicht an Land bringen.“ Auch die anderen Hindernisse auf dem Weg durch die Ostsee sind für Wingas angeblich kein Problem. Alle Vorgaben sollen eingehalten werden, und die Pipeline wird in dem etwa zwei Kilometer breiten Korridor für Hochseekabel und Gasleitungen gebaut - auch wenn er etwas „eng“ für die Kurven der Megaleitung ist.

Was für die Offshore-Seite gilt, kann beim avisierten Landfall nicht ganz so nachvollzogen werden. Während es für die AWZ keine Verpflichtung zu einer Umweltverträglichkeitsprüfung gibt - ein Zustand, der in der deutschen Rechtsprechung dringend gehoben werden sollte -, ändert sich dies schlagartig beim Eintritt in die 12-Seemeilen-Zone. Hier direkt vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns muss nämlich das Stahlrohr mitten durch einige Naturschutzgebiete gelegt werden. Und da



Explosive Meeresfrüchte: Taucher eines Munitionsbergungsdienstes mit Granaten aus dem Zweiten Weltkrieg vor der Insel Usedom.

bei soll die so genannte etwa drei Meter tiefe Boddenrandschwelle des Greifswalder Boddens durchstochen werden, da das Rohrverlegungsschiff einen gewaltigen Tiefgang hat. Die nötigen Maßnahmen, diesen schweren Eingriff in das Ökosystem des Boddens - Mittler zwischen Land- und Meeresökosystem - möglichst umweltverträglich zu gestalten, werden noch zu Diskussionen

führen. Auch die Wahl einer weniger störenden Anbindungstrasse, beispielsweise direkt zur Küste von Usedom, wäre ja bedenkenswert. „Es ist auch nicht einzusehen“, sagt Jochen Lamp vom WWF, „warum dieser Eingriff gleich zweimal im Abstand von wenigen Jahren passieren soll.“ So manches im Korridor der Ostseepipeline birgt also noch reichlich Sprengstoff.

UNSERE THEMEN

- MO ÖKONOMIE
- DI ESSAY
- MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
- DO NATURWISSENSCHAFTEN
- FR LITERATUR

Chromosom 1 des Menschen entziffert

LONDON. Mit dem Chromosom 1 ist das letzte der 24 verschiedenen menschlichen Chromosomen vollständig und mit höchstmöglicher Genauigkeit entziffert. Mehr als 160 Wissenschaftler aus Großbritannien und den USA hatten die genaue Abfolge der Chromosomen-Bausteine ermittelt und stellen das Ergebnis nun in der aktuellen Ausgabe von „Nature“ (Bd. 414, S. 315) vor. Sie hoffen, mit Hilfe der Sequenzdaten auch die genetische Grundlage zahlreicher Krankheiten aufklären zu können.

Das Chromosom 1 ist das größte menschliche Chromosom. Insgesamt sind in ihm rund acht Prozent der gesamten genetischen Information gespeichert. Es enthält etwa zweimal mehr Gene als ein durchschnittliches menschliches Chromosom. Mehr als 350 Krankheiten stehen mit Veränderungen des Chromosoms 1 in Verbindung, darunter verschiedene Krebsarten und neurologische Erkrankungen wie Alzheimer und Parkinson, berichten die Wissenschaftler um Simon Gregory vom Wellcome Trust Sanger Institute in Großbritannien (Cambridgeshire), an dem ein Großteil des Chromosoms entziffert wurde. *dpa*

Ultraviolette Diode für CD der Zukunft

DÜSSELDORF. Eine Leuchtdiode (LED) mit sehr kurzwelligem Licht präsentieren japanische Forscher in „Nature“. Die neue Technik könnte nicht nur die optoelektronischen Speichermedien, sondern auch die Lasertechnik der Zukunft beeinflussen. Die Vergrößerung des Datenspeichers optoelektronischer Medien wie der Compact Disc (CD) erfordert die Verkleinerung der Dateneinheiten. Das wiederum bedeutet, dass die Lichtstrahlen zum „Lesen“ der Daten eine immer kürzere Wellenlänge haben müssen. Yoshitaka Taniyasu, Chemiker am Grundlagenforschungslabor des japanischen Telekom-Konzerns NTT in Atsugi, und Kollegen berichten von einer Diode, die kürzerwelliges Licht als alle bisherigen ausstrahlt. Es ist so kurzwellig („ultraviolett“), dass es für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar ist. Der Schlüssel zur neuen Diode ist eine chemische Verbindung namens Aluminiumnitrid (AlN). Die Substanz ist schon bekannt, wurde aber bislang nicht in Lichtquellen eingesetzt. *jk*

GRÜNDERSZENE

Heliocentris

Auf sein Umweltbewusstsein bildet sich Deutschland was ein. In den meisten anderen Ländern ist die konsequente Mülltrennung weder eingeführt noch würde sie wahrscheinlich befolgt. Umso erstaunlicher, dass deutsche Schulen offensichtlich keine 136 € aufbringen können, um ein Unterrichtsgerät anzuschaffen, das eine der umweltfreundlichen Zukunftstechnologien zu erklären hilft. Die Berliner Firma Heliocentris stellt ein mit Brennstoffzelle versehenes Modellauto her, an dem Schüler mit eigenen Augen erfahren können, wie diese Energiequelle funktioniert. „Wir exportieren zu 80 Prozent, vor allem nach Westeuropa, Nordamerika und Japan sowie zu-

nehmend in die Golfstaaten. Die Budgets in Deutschland sind dafür meist nicht offen“, sagt Robert Selle, kaufmännischer Leiter. Henrik Colell gründete Heliocentris 1995 gemeinsam mit einem heute ausgeschiedenen Kollegen, als er am Berliner Hahn-Meitner-Institut promovierte. Schon damals befasste er sich mit der Um-



wandlung von Sonnenenergie in Brennstoffe. „Ich war enthusiastisch, eigenständig im Bereich der erneuerbaren Energien zu arbeiten.“ Zunächst hielten sie sich mit Forschungsdienstleistungen für andere Firmen über Wasser, doch das Ziel war ein eigenes Produkt. Im Forschungszentrum Jülich sah er deren Demonstrationsmodelle für Be-

sucher und wusste sofort: „Das werden andere auch machen wollen.“ Mit einer Lizenz aus Jülich produzierte Colell erste Systeme für den Physik- und Chemie-Unterricht. Vielleicht folgen künftig auch Brennstoffzellen für die Industrie. | Ferdinand Knaub

Nächste Woche: LTB

Handelsblatt Veranstaltungen

6. und 7. Juni 2006
Dorint Sofitel Bayerpost München

10. Handelsblatt Jahrestagung Automobiltechnologien

Antriebs- und Fahrzeugkonzepte

Mit Beiträgen von diesen und vielen weiteren Experten:



Lawrence D. Burns, Vice President Research & Development and Strategic Planning, General Motors



Prof. Dr. Herbert Kohler, Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung für Fahrzeugbau und Antrieb, DaimlerChrysler AG



Dr. Gerhard Schmidt, Vice President Global Research & Advanced Engineering, Ford Motor Company



Dr. Wolfgang Steiger, Konzernforschung, Leiter Forschungsfeld Antriebe, Volkswagen AG

Die wichtigsten Themen dieses Branchentreffs:

- Umsetzungsmöglichkeiten nachhaltiger Mobilität bei Antriebs- und Fahrzeugkonzepten
- Entwicklungstendenzen konventioneller und alternativer Antriebssysteme
- Erfolgversprechende Hybridkonzepte
- Das Zusammenspiel von Antriebs- und Fahrzeugkonzepten
- Energiespeicher für alternative Kraftstoffe/Energien

Handelsblatt

Substanz entscheidet.

Antriebs- und Fahrzeugkonzepte

- Ja, ich nehme/wir nehmen am 6. und 7. Juni 2006 in München teil zum Preis von € 1.799,- zzgl. MwSt. p.P. [P1200055M012]
- Bitte senden Sie mir unverbindlich das detaillierte Tagungsprogramm zu.
- Ich interessiere mich für Ausstellungs- und Sponsoringmöglichkeiten.

Bitte faxen an: 02 11. 96 86 - 46 67

Name _____
Firma _____
Anschrift _____
Telefon _____
E-Mail _____
Datum _____ Unterschrift _____

oder einsenden an:
EUROFORUM Deutschland GmbH
Tatiana Sacchi
Postfach 1112 34, 40512 Düsseldorf
E-Mail: tatiana.sacchi@euroforum.com

Bitte rufen Sie uns an: 02 11. 96 86 - 36 67

HB3