

QUANTENSPRUNG

Statistik als Kulturschock

Statistik hat einen sehr schlechten Ruf. Das Vorurteil, damit könne man alles - und damit wohl nichts wirklich - beweisen, besteht nicht nur in der breiten Öffentlichkeit, sondern auch in einigen Kreisen der Wissenschaft, die es eigentlich besser wissen sollten. Woran liegt das?

Forschen heißt nicht nur Daten zu erheben, sondern auch ihre Robustheit abzuschätzen und sie zu interpretieren. Messungen sind immer fehlerhaft, das liegt in der Natur der Sache. Fast nichts in der Welt und der Wissenschaft ist schwarz oder weiß. Doch diese Erkenntnis ist nicht weit verbreitet in vielen Wissenschaftsdisziplinen, wo man glaubt, determinative Phänomene nur messen zu müssen, um zu beschreiben, wie etwas funktioniert. Aber auch diese Forscher merken, dass ein Experiment mal „klappt“ - und dann wieder nicht. „Ausreißer“ bei Messungen werden meist ignoriert.



AXEL MEYER
Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

Im Juli-Heft des Top-Journals „Nature Cell Biology“ befasste sich ein Editorial mit dieser Problematik und machte den Autoren neue Vorgaben. Zellbiologie ist eine in ihren Methoden höchst komplexe Disziplin. Ihre Rohdaten bestehen aber oft nur aus einer weißen Bande, die am „richtigen“, also erwarteten, oder „falschen“ Platz oder gar nicht da ist. Statistiken sind in dieser Disziplin deshalb bisher fast nicht zu finden. Wenn doch, dann in einfachster Form, etwa als Mittelwert und Standardabweichung einer meist sehr kleinen Stichprobe. Dies zeigt aber auch, dass das Studienobjekt als rein mechanistisch oder deterministisch angesehen wird. Nach dem Motto: Entweder funktioniert dieses Protein in dieser Art und Weise oder eben nicht. Aber Zellen funktionieren nicht wie Uhrwerke, sondern eher wie Ökosysteme mit komplexen Interaktionen, wo viele variable Faktoren eine Rolle spielen, die auch stochastische Komponenten enthalten.

Die exakteste aller Wissenschaften, die Physik, hat sich schon vor fast einhundert Jahren vom deterministischen Newton'schen Weltbild gelöst und die stochastischere Sicht der Quantenphysik zur Grundlage genommen. Nun steht die Zellbiologie vor einem Kulturschock, da sie sich zur quantitativen „Systembiologie“ erweitert und quantitativ arbeitende Physiker vermehrt als Bioinformatiker in dieser Welt der wissenschaftlichen Intuition arbeiten.

Statistik ist ein fundamentales Werkzeug und muss an deutschen Universitäten und Schulen viel mehr und viel besser unterrichtet werden. Nur Veränderungen auf subatomarer Ebene - wie Quantensprünge - haben manchmal einen Alles-oder-nichts-Charakter. Alles andere im Leben ist in Grautönen gehalten. Man braucht daher ein Verständnis von Statistik, um die Welt besser verstehen zu können.
wissenschaft@handelsblatt.com

Die begrenzte Aussagekraft des Genoms

Kommerzielle Gentests sind keine Allzweckwaffe zur Prävention von Erbkrankheiten

EVA-MARIA SCHNURR | DÜSSELDORF

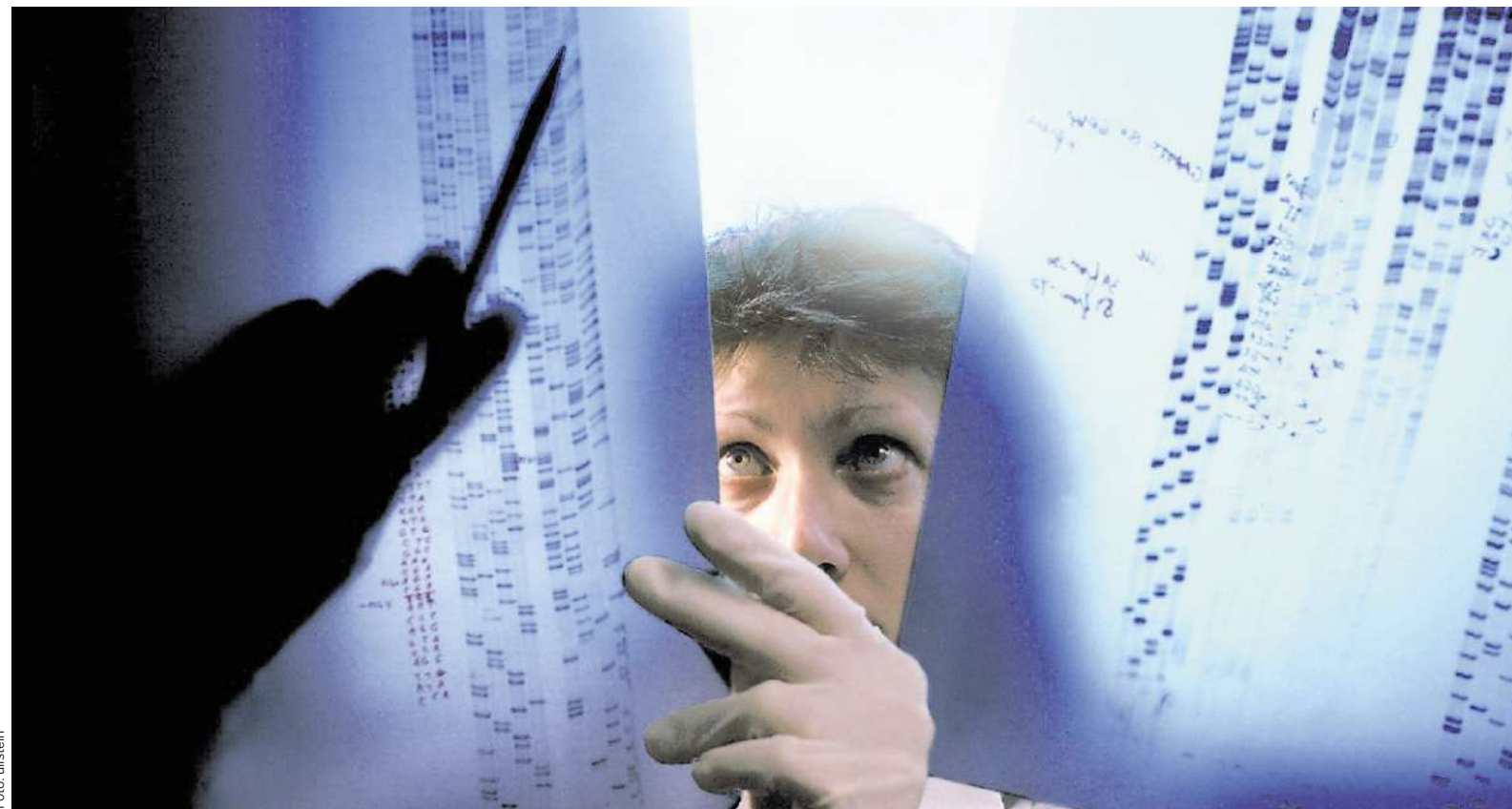
Einfacher kann eine Untersuchung kaum sein: ins Reagenzglas spucken, eintüten, wegschicken, wenige Wochen später im Internet das Ergebnis abrufen: erhöhtes Risiko für Rheuma, Diabetes, Parkinson oder andere Malignen?

Wer seine Gene kenne, könne dafür sorgen, dass solche Krankheiten gar nicht erst ausbrechen, werben die Anbieter „23andme“ oder „Decode me“ im Internet. Der Glaube an die Schicksalsmacht der Gene ist weit verbreitet: Die meisten Krankheiten seien genetischen Ursprungs, meinte jeder Dritte bei einer Umfrage unter 538 österreichischen Jugendlichen. 42 Prozent halten Gentests für sinnvoll.

In der Forschung dagegen wird immer deutlicher: Der Zusammenhang zwischen Genen und Krankheiten ist kompliziert. Von genetischem Determinismus kann keine Rede sein. Ob Gentests für die meisten Krankheiten je brauchbare Ergebnisse liefern, ist daher fraglich. „Die heute erhältlichen kommerziellen Gentests haben so gut wie keine Aussagekraft“, sagt Bernhard Horsthemke, Direktor des Instituts für Humangenetik der Essener Universitätsklinik, „und es ist zweifelhaft, ob genetische Tests bei häufigen Krankheiten wie Diabetes oder Asthma jemals klinische Relevanz haben werden.“

Fast wöchentlich meldet ein Forscherteam irgendwo auf der Welt, Krankheitsgene identifiziert zu haben. So glaubte man 2003, ein Gen gefunden zu haben, das den Botenstoff Serotonin beeinflusst und an der Entstehung von Depressionen beteiligt sein könnte. Doch eine aktuelle Metaanalyse zeigt: Das Ergebnis ließ sich nicht zuverlässig wiederholen, das verdächtige Gen zeigte in den meisten Untersuchungen keinen Einfluss auf die Depression.

Die Unsicherheit der Ergebnisse ist durch die Methode der „Genom-



Durch Vergleiche von DNA-Sequenzen kann man zwar Verbrechen aufklären. Zur Einschätzung von Krankheitsrisiken wären aber detaillierte Analysen nötig.

weiten Assoziationsstudien“ bedingt: Forscher suchen nach Veränderungen der DNA-Bausteine, sogenannten SNPs (single nucleotide polymorphisms), um einen Zusammenhang mit Krankheiten zu finden. „Solche Untersuchungen arbeiten statistische Wahrscheinlichkeiten heraus. Eine Restunsicherheit bleibt. Deshalb kann es sein, dass zwei Studien ein Ergebnis liefern, das in der dritten oder vierten Studie widerlegt wird“, so Horsthemke.

Das Problem: Nur wenige Krankheiten werden durch die Veränderung eines einzigen Gens verursacht wie zum Beispiel die Stoffwechselerkrankheit Mukoviszidose oder die seltene Form des erblichen Brustkrebses.

Wer in je einem bestimmten Gen eine Mutation aufweist, hat ein deutlich erhöhtes Krankheitsrisiko. Hier helfen Gentests.

Doch bei den meisten Krankheiten sind mehrere Gene beteiligt - oft Hunderte. Jedes der in Assoziationsstudien identifizierten Gene hat für sich genommen nur einen geringen Einfluss. Selbst wenn es einen statistischen Zusammenhang zwischen einer bestimmten Genveränderung und einer Krankheit gibt: Die Einzelanalyse sagt das überhaupt nichts - dafür müsste man jede beteiligte Genveränderung kennen und testen.

Genetiker wie David Goldstein von der Duke-Universität in North-Carolina stellen deshalb die Methode der

genomweiten Assoziationsstudien in Frage. Denn die beruhen auf der Annahme, dass häufige Krankheiten wie Diabetes oder Rheuma mit häufig vorkommenden Genveränderungen einhergehen - und nur nach solchen wird demnach gesucht. Goldstein dagegen glaubt, dass die meisten Volkskrankheiten mit seltenen Veränderungen zu tun haben, die man mit bisherigen Analysen nicht entdecken kann. Denn die untersuchen nicht die gesamte DNA, sondern scannen sie nur nach Unterschieden ab. Seine Forderung: komplette Genome sequenzieren, um auch kleinste Unterschiede zu finden.

Allerdings würde man selbst mit kompletten Genomanalysen noch nicht allen genetischen Krankheitsur-

sachen auf die Spur kommen. Denn inzwischen weiß man, dass nicht nur die Gene selbst, also die vererbte DNA, eine Rolle bei der Entstehung von Krankheiten spielen, sondern auch die Art und Weise, wie die Gene abgelesen und in Proteine umgesetzt werden. Einzelne Genabschnitte können stumm geschaltet sein. Diese „epigenetische Programmierung“ wird von Umweltfaktoren beeinflusst - und wirkt auf Krankheitsrisiken zurück. So beeinflusst die Ernährung der Großeltern noch das Diabetes-Risiko der Enkel. Vernachlässigte Kleinkinder werden als Erwachsene eher psychisch krank.

Die Entdeckung der Epigenetik ist bahnbrechend. Denn sie zeigt, dass es

das genetische Schicksal nur in Ausnahmen gibt. „Wir können durchaus beeinflussen, wie unsere Gene arbeiten“, sagt der Freiburger Arzt und Neurobiologe Joachim Bauer. Epigenetische Veränderungen sind mit bisherigen Methoden der Gensequenzierung jedoch nicht aufzufinden - dabei sind sie vermutlich die Ursache von Depression, Herz-Kreislaufkrankheiten und vielen Krebsarten. „Viel wichtiger als nach Mini-Veränderungen in den Genen zu suchen, wäre es deshalb, diese Genregulation besser zu verstehen“, meint Bauer. Technisch ist die Fehldiagnose nach epigenetischen Veränderungen schon möglich, aber noch deutlich aufwendiger als die normale Gensequenzierung. Und noch komplizierter wird die Sache dadurch, dass epigenetische Veränderungen meist nur bestimmte Zelltypen betreffen - bei der Depression vermutlich solche im Gehirn, bei Krebs nur die im betroffenen Organ. Die Gene selbst dagegen sind in allen Zellen des Körpers gleich.

Man werde in Zukunft auf mehreren Ebenen gleichzeitig nach der genetischen Ursache von Krankheiten suchen müssen, glaubt Horsthemke, der von 2002 bis 2008 ein epigenetisches Forschungsprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft koordinierte: nach häufigen Genvarianten, nach seltenen - und nach epigenetischen Veränderungen. Die Ergebnisse von solchen komplexen Analysen seien jedoch nur für die Forschung relevant, um der Ursache von Krankheiten auf die Spur zu kommen: „Für die Vorhersage von Krankheiten oder für die Behandlung, wie es die personalisierte Medizin verspricht, sind solche Ergebnisse viel zu kompliziert.“

Die Empfehlungen zur Prävention von Volkskrankheiten von Bluthochdruck über Krebs bis hin zu Depression bleiben ohnehin die gleichen: wenig Stress, ausreichend Schlaf, gesunde Ernährung, viel Bewegung - ob mit oder ohne Gentest.

Geburt nach neuartiger Eizellen-Untersuchung

Verfahren erhöht Chancen für künstliche Befruchtung

DÜSSELDORF. Ein neuartiger Erbguttest im Rahmen einer künstlichen Befruchtung hat in Großbritannien erstmals zur Geburt eines Kindes geführt. Die 41-jährige Mutter hatte 13 gescheiterte Reagenzglas-Befruchtungen und drei Fehlgeburten hinter sich. Die Befruchtungsklinik Care Fertility Group in Nottingham wandte dabei, wie sie gestern mitteilte, eine selbst entwickelte Technik an, bei der die Eizellen auf ihre 23 Erbgutträger (Chromosomen) untersucht werden, um die aussichtsreichste auszuwählen.

Diese Geburt sei wichtig, um zu verstehen, warum manche Frauen nicht schwanger werden, sagte Simon Fishel von der Care-Gruppe. „Eine vollständige Analyse der Chromosomen verdoppelt möglicherweise die Schwangerschaftschancen für Paare, die gescheiterte Befruchtungsversuche oder Fehlgeburten hinter sich haben.“ Chromosomale Anomalitäten sind oft der Grund, dass Embryonen sich nicht zu einem gesunden Kind entwickeln, selbst wenn sie gesund aussehen. „Bis zur Hälfte der Eizellen

von jüngeren Frauen und bis zu 75 Prozent bei Frauen über 39 weisen Anomalitäten auf“, sagte Fishel. Ein Vorteil sei, dass der Test („Array Comparative Genomic Hybridisation“) höchstens 48 Stunden dauert. Die Eizellen müssten daher nicht eingefroren werden, was sie oft schädige.

Bevor Eizellen befruchtet werden, stoßen sie doppelte Chromosomen ab, um Platz für diejenigen der Spermazelle zu machen. Die abgestoßenen Chromosomen werden in sogenannten Polkörpern aufbewahrt. Bei der Diagnose werden diese unter anderem daraufhin untersucht, ob sie zu viele oder zu wenig Chromosomen haben. Eine andere Art der Polkörperdiagnostik ist auch schon in Deutschland erfolgreich durchgeführt worden. Die „British Fertility Society“ erklärte, die Methode sei vielversprechend, es sei aber noch mehr Forschung notwendig. Vor zu viel Optimismus warnte auch Peter Braude vom King's College in London: „Im Moment kann das nur als sehr, sehr großer Glücksfall angesehen werden.“ dpa

Warum es am Sonntag nur Sieger gab

Nach Wahlen wollen Politiker selbst gewonnen haben. Offenheit täte ihnen oft besser.

FERDINAND KNAUSS | DÜSSELDORF

Aus der Kriegsgeschichte ist das Phänomen gut bekannt. Nach der Schlacht von Borodino 1812 zum Beispiel feierten sowohl Franzosen als auch Russen ihren angeblichen Sieg.

Auch nach den Wahlen am vergangenen Sonntag inszenierten sich die Parteiführer auf allen Seiten als Sieger. Die Gründe dafür sind bei Napoleon und Zar Alexander dieselben wie bei Merkel und Steinmeier: die Motivation der eigenen Anhänger. Der Kommunikationswissenschaftler Wolfgang Donsbach von der TU Dresden nennt es schlicht „Propaganda“: „Mitglieder und Anhänger dürfen nicht das Gefühl haben, bei den Verlierern zu stehen.“

Wie man das macht, wusste vor der modernen Kommunikationswissenschaft schon der antike Schriftsteller Onasander. Er rät Feldherren, den Soldaten auf dem linken Flügel zu verkünden, „der rechte Flügel

siegt“, und dann denen am rechten Flügel zuzurufen, „der linke Flügel siegt“. Der römische Historiker Livius berichtet über eine Schlacht, in der die vom Konsul angelogenen Soldaten, „während sie zu siegen glaubten, wirklich siegten“.

In den unblutigen Kämpfen der Demokratie jedoch sind die Anführer nicht die einzige Informationsquelle. An diesem Wahlsonntag war die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen, die beim besten Willen keine eindeutigen Sieger zeigten, und den frohen Botschaften der Parteien allzu offensichtlich. Die Journalisten demontierten die behaupteten Sieger und machten sie unglaubwürdig.

Das Eingeständnis einer Niederlage, glaubt Donsbach, könnte bei vielen Wählern, gerade bei denen, die sich sehr stark für Politik interessieren, gut ankommen und vielleicht sogar der Politikverdrossenheit entgegenwirken. Doch setzen die Parteien in der Massenkommunikation lieber

auf die einfache Botschaft des Sieges und versuchen mit den Methoden des Marketings, sich ein Gewinner-Image zu verpassen.

Donsbach glaubt dagegen, dass Politiker mit Offenheit durchaus punkten können. „Das sieht man an Wirtschaftsminister zu Guttenberg.“ Obwohl er für die vermeintlich unpopuläre Opel-Insolvenz plädierte, ist er zum beliebtesten deutschen Politiker geworden.

UNSERE THEMEN

- MO ÖKONOMIE: VWL
- DI ESSAY
- MI ÖKONOMIE: BWL & FINANCE
- DO NATUR UND GEIST
- FR LITERATUR

Handelsblatt Agenda

Seit 100 Jahren flexibel.



Am 7. September im Handelsblatt!

Handelsblatt

Substanz entscheidet.

Exklusiv im Handelsblatt:

Die Rolle des synthetischen Kautschuks in der modernen Welt.

Seit seiner Erfindung vor 100 Jahren hat der elastische Alleskönner die Welt revolutioniert und bewegt sie noch heute. Denn Synthetikgummi ist wesentlicher Bestandteil in jedem modernen Hochleistungsreifen und in seiner Funktion als Dichtungs- und Dämmmaterial unersetzlich geworden. Lesen Sie in der großen Handelsblatt Agenda auf 16 Seiten unter anderem, was die großen Hersteller planen, wozu der Werkstoff eingesetzt werden kann, und warum Gummi beim Spritsparen hilft.

Gratis mit Ihrem Handelsblatt am Kiosk oder Probeabo per Telefon bestellen unter 0 180 5.99 00 10 (0,14 €/Min. a. d. dt. Festnetz, ggf. abweichende Preise aus Mobilfunknetzen)