

Mathematische Formeln werden über alle Kulturgrenzen hinweg verstanden

Die Formelsprache ist die Notenschrift der Mathematiker. Im Lauf der Jahrhunderte hat sich eine spezielle Stenografie herausgebildet, durch die man anderen, die das lesen können, seine Gedanken ökonomisch mitteilen kann. Und so, wie die Noten von Beethovens Neunter Sinfonie auch von einem Orchester in Neuseeland in klingende Musik übersetzt werden können, werden Formeln über alle Kulturgrenzen hinweg verstanden.

Das ist – wie bei der Notenschrift – eine Erfindung der Neuzeit. Heutige Mathematikstudenten hätten Mühe, aus einem Text von Adam Riese aus dem 16. Jahrhundert den mathematischen Gehalt herauszufiltern. Bei ihm wurden noch keine Formeln verwendet. Seine Rechenanweisungen wurden sozusagen „in Prosa“ geschrieben, sie lesen sich für uns heute sehr schwerfällig. Das Vermitteln von Gedanken durch Verwendung einer geeigneten Spezialschrift ist nicht auf die Musik und die Mathematik beschränkt.

Man denke an die Notation von Tanzschritten oder Schachstellungen, an technische Zeichnungen und chemische Formeln. Alle, die mit einer dieser besonderen „Sprachen“ zu tun haben, werden bestätigen, dass dadurch nicht nur die Kommunikation ungemein erleichtert wird. Auch für das kreative Denken ist es sehr hilfreich, wenn man das Wesentliche durch eine geeignete Bezeichnungsweise hervorheben kann.

Dabei hängt es natürlich von der mathematischen Erfahrung ab, wie schnell der Gehalt einer Formel von einer Person erfasst wird, das trifft für Noten, Schachstellungen oder Ähnliches sinngemäß genauso zu.

Ich will aber noch betonen, dass kein Mathematiker auf die Idee käme, Formeln als den wesentlichen Teil der Mathematik zu bezeichnen. Es sind Hilfsmittel, die Ideen für sich selbst und für die Kollegen in eine bleibende und verständliche Form zu bringen. Es würde ja auch kein Musiker behaupten, dass das Wesen der Musik darin besteht, Noten lesen und schreiben zu können.

Mehr zu diesem Thema: www.mathematik.de/tuenfminuten

Es schadet nicht, alte Löwen mit schwarzen Nasen zu schießen

Saint Paul – Großwildjäger können das Alter von Löwen leicht an der Nase erkennen: Je älter ein Löwe ist, desto mehr dunkle Punkte hat er auf der Nase. Nach einer Computersimulation von US-Forschern besteht keine Gefahr für eine Löwenpopulation, wenn nur Männchen geschossen werden, deren Nasen mehr als zur Hälfte schwarz sind, berichten die Forscher in „Nature“.

Das Jagen jüngerer Männchen sei problematisch, da es sehr oft zu einem Wechsel des Rudelführers komme, schreiben Craig Packer und seine Kollegen von der Universität von Minnesota in Saint Paul. Bei einer Übernahme der Gruppe durch einen neuen Führer tötet dieser alle Jungtiere, um zu gewährleisten, dass die Weibchen ausschließlich seine eigenen Nachkommen aufziehen. Bei zu schnellen Wechseln könnten gar keine Jungtiere überleben und die Population würde zu Grunde gehen.

Das Schießen von Männchen, die älter als fünf Jahre sind, hatte dagegen nach Angaben der Forscher in ihren Berechnungen praktisch keine Auswirkungen auf das Überleben der Populationen. In diesem Alter seien die Männchen bereits von jüngeren als Rudelführer verdrängt worden oder schon seit mehreren Jahren in der Führungsposition, so dass ihnen genügend Zeit zur Aufzucht ihrer Jungen geblieben sei. In beiden Fällen habe ihr Fehlen keine schwerwiegenden Konsequenzen auf die Gruppe.

Solche Männchen seien für Jäger leicht und schnell zu erkennen: Mit fünf Jahren sei etwa die Hälfte der Löwenwäse schwarz gefärbt. Daher könnten alle Tiere, deren Nase zu mehr als der Hälfte mit schwarzen Punkten bedeckt sei, ohne Probleme geschossen werden. *ddp*



mit Ehrhard Behrends

5 Minuten Mathematik

VON ULRIKE VON LESZCZYNSKI

Berlin – Ältere Menschen träumen nicht von Wohnungen ohne Treppen oder einem vollautomatisierten Haushalt. Aber Wissenschaftler der Technischen Universität Berlin haben belegt, dass Senioren nicht etwa zu dumm sind, mit moderner Technik umzugehen. Die meisten Produkte, so die Forscher, seien vielmehr zu wenig an den Bedürfnissen älterer Menschen orientiert.

In einem Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft untersuchten die TU-Wissenschaftler, welche Technik in einen Seniorenhaushalt passt. Die älteste Teilneh-

merin beim Produkttest an der Universität war 91 Jahre alt, die jüngste 55. Ob es um Handys ging oder um Badewannendrehstühle – Hersteller könnten sich nun viele Anregungen für eine seniorenreife Technik holen.

Bemühte Kinder und Enkel haben schon oft versucht, Oma oder Opa ein Mobiltelefon zu erklären. Händler bieten sogar Handyschulen für Senioren an, um ihre Produkte zu verkaufen. Doch auch mit vielen Erklärungen und selbst mit größeren Tasten wird ein Mobiltelefon für Senioren nicht attraktiver, fanden die TU-Forscher heraus. „Das Menüsystem eines Handys ist

Senioren zu fremd. Sie können die Dialogtechnik auf verschiedenen Ebenen via Display nicht nachvollziehen“, so Matthias Göbel, Ingenieur am Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft. Wenn Hersteller wichtige Handysfunktionen auf einer Benutzerebene vereinen und eine Escape-Taste installieren, würden die Mobiltelefone für Senioren wesentlich attraktiver. „Das Interesse der Firmen an unserer Studie ist aber noch sehr verhalten“, so Göbel.

Das überrascht. Nicht nur, weil 23 Prozent der Deutschen über 60 Jahre alt sind. Nach einer Studie der Gesellschaft für Konsumforschung in Nürnberg sind ältere

Menschen heute auch in sehr viel größerem Maße als früher bereit, Geld auszugeben. Knapp ein Drittel der befragten über 50-Jährigen ist sogar an Technik wie Navigationssystemen im Auto interessiert. Doch viele Produkte orientieren sich nicht am Auffassungsvermögen älterer Menschen, die nie mit einem Computer gearbeitet haben.

Rund 60 Senioren beteiligten sich an dem TU-Projekt „Seniorengerechte Technik im Haushalt“ (Sentha). In Zusammenarbeit mit Sozial- und Altersforschern belegten die Wissenschaftler dabei, dass sich ihre Testkandidaten in einem vollautomatisierten High-Tech-Haus-

halt unwohl fühlen. Sie wollten nicht tatenlos im Sessel sitzen und ihr Leben über Fernbedienungen steuern – selbst wenn sie die Tastaturen bedienen konnten.

„Ältere Menschen wollen die Kontrolle behalten“, berichtet Göbel. So sei ein Drehstuhl an der Badewanne sinnvoller als eine aufwendig eingebaute Tür. „Beim Stuhl müssen Senioren ihre Beine selbst über den Wannenrand heben. Das fordert sie.“ Es sei nicht sinnvoll, Senioren alle Schwierigkeiten aus dem Weg zu räumen. Auch von einem treppenlosen Wohnkonzept haben sich die Forscher inzwischen verabschiedet.

Ein Handy mit Escape-Taste

Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft: Welche High-Tech-Geräte eignen sich für Senioren?



Eine Welt ohne Farben können sich normal Sehende kaum vorstellen. Doch für Betroffene der so genannten Achromatopsie, völlig Farbenblinde, sind Graustufen Normalität

FOTO: KES/KLINKE

Ein Leben in Schwarz-Weiß

Farbenblinde unterscheiden Dinge nach Helligkeitsstufen – Wissenschaftler suchen nach den genetischen Ursachen

VON BARBARA WITTHUHN

St. Gallen/Tübingen – Als Cornelia acht Wochen alt ist, fällt den Eltern erstmals auf, dass etwas mit den Augen ihrer Tochter nicht stimmen kann: Im Hellen kneift sie die Augen zusammen, die hin und her zittern. Man solle abwarten, vielleicht bessere es sich ja noch, sagen die Ärzte. Dass es doch mehr als nur den einen „kleinen Unterschied“ geben muss, merken die Eltern, nachdem Cornelias Bruder 1980 zur Welt kam: Er sortiert Legosteine bald nach Farben, Cornelia kann das nicht.

Heute, inzwischen 26 Jahre alt, weiß Cornelia Dietlin, warum: Sie ist vollständig farbenblind. Ihre Farbsehstörung, laut Diagnose eine so genannte Achromatopsie, ist selten und trifft nur einen von 30 000 Menschen. Anders als die partielle Farbenblindheit, deren häufigste Form die Rot-Grün-Schwäche oder

hende einen auffälligen Kontrast, Farbenblinde sehen kaum einen Unterschied. Auch das Farbenspektrum ist anders: „Bei einem Blumenstrauß finde ich rote Blumen nicht schön, weil sie keinen Kontrast zu den grünen Blättern ergeben“, verrät Cornelia Dietlin. Gelbe oder weiße Blüten hingegen gefallen ihr gut, denn sie kontrastieren mit Grün.

In den meisten Fällen wird diese Achromatopsie vererbt. Anders als die an das X-Chromosom gebundene Rot-Grün-Schwäche ist sie jedoch an kein Geschlechtschromosom gebunden, Männer und Frauen sind gleichermaßen betroffen. Im Jahr 1998 identifizierten Forscher um Bernd Wissinger von der Universitätsaugenklinik in Tübingen das erste Gen, dessen Veränderung zur Farbenblindheit führt. „Inzwischen kennen wir vier unterschiedliche Gene, deren Mutation zu dem Krankheitsbild führen kann“, so Wissinger. Doch der Biologe geht davon aus, noch weitere zu finden: In 25 Prozent der Fälle von Farbenblindheit, die in Tübingen untersucht werden, liegt die Ursache in keiner dieser vier Gene.

Die Mutationen bewirken, dass bei Achromatopsie einer der zwei Sehzelltypen des Auges entweder nicht funktioniert oder fehlt: die Zapfchen. Diese Zellen und die so genannten Stäbchen sind Rezeptoren in der Netzhaut, mit denen das Auge Lichtwellen aufnimmt. Während sich die Zapfchen weiter in Rot-, Grün- und Blauzapfen gliedern lassen, die auf verschiedene Wellenlängen des Lichts maximal ansprechen, gibt es bei den Stäbchen nur einen Typ. Sie können daher auch keinen Farb-

eindruck vermitteln. Denn der entsteht nur, indem verglichen wird, wie stark die unterschiedlichen Zapfchentypen angeregt wurden. Die Stäbchen unterscheiden nur Helligkeiten: „Rote Farben sind dunkel, weil die Stäbchen in diesem Wellenbereich wenig empfindlich sind“, so Herbert Jägle, Arzt an der Universitätsaugenklinik Tübingen. Gelb wirke hell, da dessen Wellenlänge nah an der maximalen Empfindlichkeit der Stäbchen liege.

Für normal Sehende ist die Welt ohne Farben kaum vorstellbar, für Cornelia Dietlin sind die fehlenden Farben eher nebensächlich – sie kennt es nicht anders. „Viel einschränkender ist, dass man leicht geblendet wird und schlecht sieht.“ Auch das ist eine Folge der fehlenden Zapfchen. „Die Zapfchen sind für das hochauflösende Sehen bei Tag zuständig“, erklärt Wissinger. Die etwa 10 000 Mal lichtempfindlicheren Stäbchen kommen zum Einsatz, wenn es dümmrig oder dunkel wird. So kann sich das menschliche Auge auf verschiedene Helligkeitsstufen einstellen. „Wenn ein normal Sehender aus dem Dunklen ins Helle geht, ist er erst geblendet, bis sich das Auge umstellt. Bei mir ist das immer so“, schildert Cornelia Dietlin. Ihre Augen können nicht auf die weniger empfindlichen Zapfen umschalten. Die Stäbchen sind aber bei hoher Lichtintensität schnell gesättigt, Kontraste lassen sich dann nicht mehr unterscheiden – in greller Sonne sehen Achromaten fast nichts. „Bei einem Sommerurlaub am Meer konnte ich Spielsachen, die nur wenige Zentimeter vor mir lagen, nicht sehen“, erinnert sich die Jungfrau an Probleme, die sie als Dreijährige hatte. Eine Hilfe sind dunkle Sonnenbrillen. Sie verringern den Lichteinfall, wie auch Zwinkern und Zusammenknäueln der Augen. Auch zum hochauflösenden Sehen eignen sich die Stäbchen nicht. Cornelia Dietlin hat nur

15 Prozent der normalen Sehfähigkeit. Das liegt zum einen daran, dass keine Stäbchen im Zentrum der Netzhaut liegen, dem Ort der höchsten Sehschärfe. Zum anderen sind mehrere Stäbchenrezeptoren zusammenschaltet und ergeben nur ein gemeinsames Signal. Das erhöht zwar die Empfindlichkeit, verringert aber die Auflösung. Was ein Normalsichtiger etwa aus zehn Meter Entfernung scharf sieht, sieht ein Achromat erst scharf, wenn er einen Meter davor steht. Dennoch erscheinen Farbenblinden die Konturen scharf, wenn die Objekte groß genug sind. „Wie wenn man einen Käfer einfach so und unter einem Mikroskop anguckt“, so Jägle. „Ein Normalsichtiger hätte den Blick durchs Mikroskop und sieht viele Details sehr scharf. Farbsehschwache sehen den Käfer ohne Mikroskop, also weniger Details, aber scharf.“

Ein weiteres Symptom bei Farbenblindheit ist das Augenzittern, der so genannte Nystagmus. Auch er rührt möglicherweise daher, dass keine funktionsfähigen Sehzellen im Zentrum der Netzhaut sitzen. Wenn die Augen ein Objekt fokussieren wollen, nutzen sie Sehzellen rechts und links vom Zentrum, dabei bewegt sich der Augapfel.

Welche Faktoren die veränderten Gene bei Farbenblinden außer Betrieb setzen, erforschen Jägle und Wissinger seit mehreren Jahren zusammen mit Professor Benjamin Kaupp vom Forschungszentrum in Jülich. Vor kurzem haben sie ein weiteres Puzzleteil entdeckt und im Fachmagazin „Journal of Neu-

rosience“ veröffentlicht: Bei zwei Schwestern mit lediglich verringerter Farbsehvermögen (inkomplette Achromatopsie) konnten die Forscher eine Genmutation nachweisen, die die Funktion eines Ionenkanals in den Zapfchen einschränkt. Dieser Ionenkanal übersetzt Lichtsignale, die das Zapfchen empfängt, in elektrische Signale, die das Gehirn versteht. „Bei den Schwestern ist die Durchlässigkeit für Kalzium-Ionen in dem Kanal verändert“, sagt Wissinger. Dieser Ionenkanal spielt jedoch eine wichtige Rolle bei der Anpassung der Zapfchen an verschiedene Lichtintensitäten. Durch seine Störung können die Schwestern nur intensiv leuchtende Farben unterscheiden. Bisher kannte man nur andere Mutationen des gleichen Gens, bei denen der Ionenkanal gar nicht funktioniert oder fehlt. Eine totale Achromatopsie war die Folge.

An Cornelia Dietlins Farbenblindheit wird dieses Ergebnis nichts ändern, eine Therapie ist nicht in Sicht. Aber darauf wartet die junge Schweizerin auch nicht. Sie kann ganz gut ohne Farben leben – mit ihrem Job als Behindertenbetreuerin und der Pflege ihrer „Insel für Farbenblinde“ im Internet. Und es gibt ihren einunddreißigjährigen Sohn Luca Jonas – der zwar ein Träger des mutierten Gens, selbst aber kein Achromat ist. Seine Welt ist bunt.

„Bei einem Strauß finde ich rote Blumen nicht schön, weil sie keinen Kontrast zu den Blättern ergeben.“



In der Retina sitzen lichtempfindliche Zellen: Stäbchen und Zapfen

FOTO: SP/VALENTIN FOCUS

„Dunkle Energie“ bereitet dem Universum ein langsames Ende

Baltimore – Das Universum hat noch mindestens 30 Milliarden Jahre vor sich, bevor es möglicherweise durch die rätselhafte „dunkle Energie“ langsam zerstört wird. Diese Erkenntnis lieferte jetzt das „Hubble“-Weltraumteleskop. Die gute Nachricht sei, dass sich die „dunkle Energie“ mit ihrem abstoßenden Schwerefeld nicht so schnell ausdehne, dass in nächster Zeit ein Ende des Universums zu befürchten sei, sagte der US-Astronom Adam Riess vom Weltraumteleskop-Forschungsinstitut in Baltimore am Freitag auf einer Pressekonferenz der Nasa. Die „Hubble“-Forscher hatten das Weltraumteleskop, das die Nasa bald aufgeben will, in eine Art Suchmaschine für Supernovae verwandelt. Bilder der explodierenden Sterne ermöglichten es, die Ausdehnung des Universums in verschiedenen Zeitaltern zu messen.

Einstein hatte 1917 vermutet, dass die „dunkle Energie“ das Universum entgegen der Schwerkraft mit gleichmäßiger Kraft auseinander treibt. Später hatte er dies wieder verworfen. Die Bilder aus der Frühzeit des Universums bestätigen nun seine frühe Theorie, dass die „dunkle Energie“ nicht so schnell auseinander treibt. Sie seien sich jetzt doppelt so sicher wie zuvor, dass Einsteins „kosmologische Konstante“ tatsächlich existiert, so Riess. Die mysteriöse Energieform macht etwa 70 Prozent des Universums aus, während die normale Materie, aus der alle Sterne, Planeten und Lebewesen bestehen, nur etwa vier Prozent repräsentiert. *dpa*

WISSENSCHAFT KOMPAKT

ASTRONOMIE Neuer Planetoid „2004 DW“

US-Astronomen haben am Rande unseres Sonnensystems einen neuen riesigen Planetoiden entdeckt. Das gab das California Institute of Technology in Pasadena bekannt. Der sieben Milliarden Kilometer von der Erde entfernte Planetoid, der vorerst nur „2004 DW“ genannt wird, braucht 248 Erdenjahre für eine Sonnenumkreisung und habe einen Durchmesser von mehr als 1700 Kilometer und sei damit sogar noch größer als der vor zwei Jahren ebenfalls im Kuiper-Gürtel entdeckte Quaoar. Damit ist „2004 DW“ das größte Objekt, das seit der Entdeckung des Planeten Pluto 1930 im Sonnensystem gefunden wurde. *dpa*

ERNÄHRUNG Hunger ist der beste Koch

Ein afrikanischer Forscher hat nachgewiesen, dass Hunger tatsächlich den Geschmackssinn schärft. Mit leerem Magen konnten Probanden Süßes und Salziges schon in deutlich geringeren Konzentrationen wahrnehmen als nach einem sättigenden Essen. Das berichtet Yuriy Zverev von der Universität von Malawi in Blantyre in der Fachzeitschrift „BioMed Central Neuroscience“ nach Tests mit 16 Studenten – vor und nach dem Mittagmahl, aber ohne Frühstück. Im hungernden Zustand bemerkten die Teilnehmer süßen oder salzigen Geschmack bereits bei der Hälfte der Zucker- oder Salzkonzentrationen als nach dem Essen. Die Empfindlichkeit für Bitteres wurde nicht beeinflusst. Süß oder salzig zeige Essbarkeit an und sei damit bei der Nahrungssuche wichtig, vermutet Zverev. Ein bitterer Geschmack auf Ungenießbarkeit oder sogar Giftigkeit hin und habe auf die Suche keinen Einfluss. *ddp*

ETHIK Bei Krankheit bitte klonen

Rund 42 Prozent der Deutschen würden sich Gewebe aus geklonten Embryonen einsetzen lassen – allerdings nur „bei schweren Krankheiten als letzte Chance, wenn gar nicht anders helfen kann“. Weitere drei Prozent aller Befragten würden dies auch bei Krankheiten tun, die auf anderen Wegen heilbar sind. Das hat eine Polis-Umfrage mit 1001 Befragten ab 14 Jahren ergeben. 52 Prozent möchten für sich in keinem Fall ein solches Gewebe nutzen. Für das Einsetzen von geklontem Gewebe in den eigenen Körper sprachen sich insbesondere Männer, Menschen mit Abitur und jüngere aus. Von den unter 35-Jährigen würden 49 Prozent diese Therapie nutzen, von den unter 20-Jährigen sogar 60 Prozent. *dpa*

WISSENSCHAFT

Ressortleitung: Dr. Norbert Lossau
Telefon: 030/259 17 19 68
Fax: 030/259 17 19 67
E-Mail: wissenschaft@welt.de
www.welt.de/wissenschaft/

Informationen im Internet:
www.farbenblinde.de
www.achromatopsie.nl