

QUANTENSPRUNG

Fluchtreflex wird zum Verhängnis

Reflexe sind stereotypische, angeborene, extrem schnelle Verhaltensweisen. Sie werden sozusagen am Gehirn vorbei ausgelöst, um auf Gefahren schnell reagieren zu können. Für den freien Willen bleibt in manchen Leben- oder Tod-Situationen nicht genug Zeit.

Bei Fischen haben sich evolutionär besonders schnelle Fluchtmechanismen zum Schutz vor Fressfeinden entwickelt. Beim sogenannten C-Start krümmen sich Fische innerhalb nur weniger Millisekunden in die Form eines C und schnellen dann weg vom Jäger.

Dieses Fluchtverhalten wird von einer einzigen Zelle im Hirnstamm ausgelöst und kontrolliert. Diese riesige, schon 1859 entdeckte und nach dem Österreicher Ludwig Mauthner benannte Nervenzelle entscheidet allein, ob der Input aus verschiedenen sensorischen Zellen auf der Gefahrenseite des Fisches ausreicht, um das Alles-oder-nichts-Signal, das elektrische Aktionspotential, auszulösen. Dabei wird den Muskelzellen von der Mauthner-Zelle (es gibt je eine für die linke und rechte Seite des Fisches) das Kommando gegeben,



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

sich extrem schnell zusammenziehen. Übrigens hat die Mauthner-Zelle auch wegen ihrer Größe und damit ihrer experimentellen Manipulierbarkeit eine wichtige Rolle in der Entdeckung vieler allgemeiner neurobiologischer Phänomene gespielt. Über diese eine Zelle wurden ganze Bücher geschrieben.

Eine asiatische Wasserschlange (Epitretia tentaculata) nutzt nun gerade das reflexartige, aber damit vorhersehbare Fluchtverhalten von Fischen aus, um sie zu fangen. Kenneth Catania von der Vanderbilt University in den USA hat mit bis zu 2000 Fotos pro Sekunde das Jagdverhalten der Schlange gefilmt. Zur Fischjagd lauert die Schlange bewegungslos in einer charakteristischen J-Form gekrümmt, wobei der krumme Teil des J der Kopf ist. Sie hat zwei Tentakel am Kopf, die wahrscheinlich Bewegungen in trüben Gewässern erkennen. Das Gemeine ist nun, dass die Schlange das reflexartige Fluchtverhalten des Fisches antizipiert. Wenn sie die Nähe des Fisches spürt, bewegt sie ruckartig einen Teil ihres Körpers im „geraden“ Teil des J, was dem Fisch Gefahr signalisiert. Diese Täuschung dient nur dazu, den Fisch in die entgegengesetzte Richtung zur Flucht zu veranlassen. Denn dort, im krummen Teil des J, wartet die Schlange nun darauf, dass ihr das Opfer fast von selbst ins Maul schwimmt (das Video ist unter www.pnas.org/content/suppl/2009/06/22/0905183106.DC.Supplemental/SM2.mov zu sehen). Was also als Adaptation zur Flucht entstand, wird dem Fisch nun durch die Vorhersehbarkeit des Reflexes zum Verhängnis.

wissenschaft@handelsblatt.com

Das Labor der Welt

Die nördlichste Siedlung der Welt, Ny-Ålesund auf Spitzbergen, liefert der Wissenschaft wichtige Daten zum Klimawandel

FERDINAND KNAUSS | NY-ÅLESUND

Beim ersten Blick aus dem Flugzeug auf Spitzbergen kann man sich nicht vorstellen, dass hier überhaupt etwas lebt - geschweige denn Menschen. Die schroffen Berge sind im Juni noch schneebedeckt, durch die meisten Täler schieben sich riesige Gletscher ins Polarmeer. Dann landet der Airbus auf einem gut ausgebauten Flughafen, vor dem Terminal stehen gut hundert Autos. Die menschliche Zivilisation hat also auch vor Svalbard, wie die Norweger diese unwirtliche Inselgruppe auf halbem Weg zwischen Nordkap und Nordpol nennen, nicht haltgemacht. In die Arktis fliegen heute nicht mehr nur wagemutige Abenteurer (siehe Kasten), sondern täglich die Linienflugzeuge der SAS.

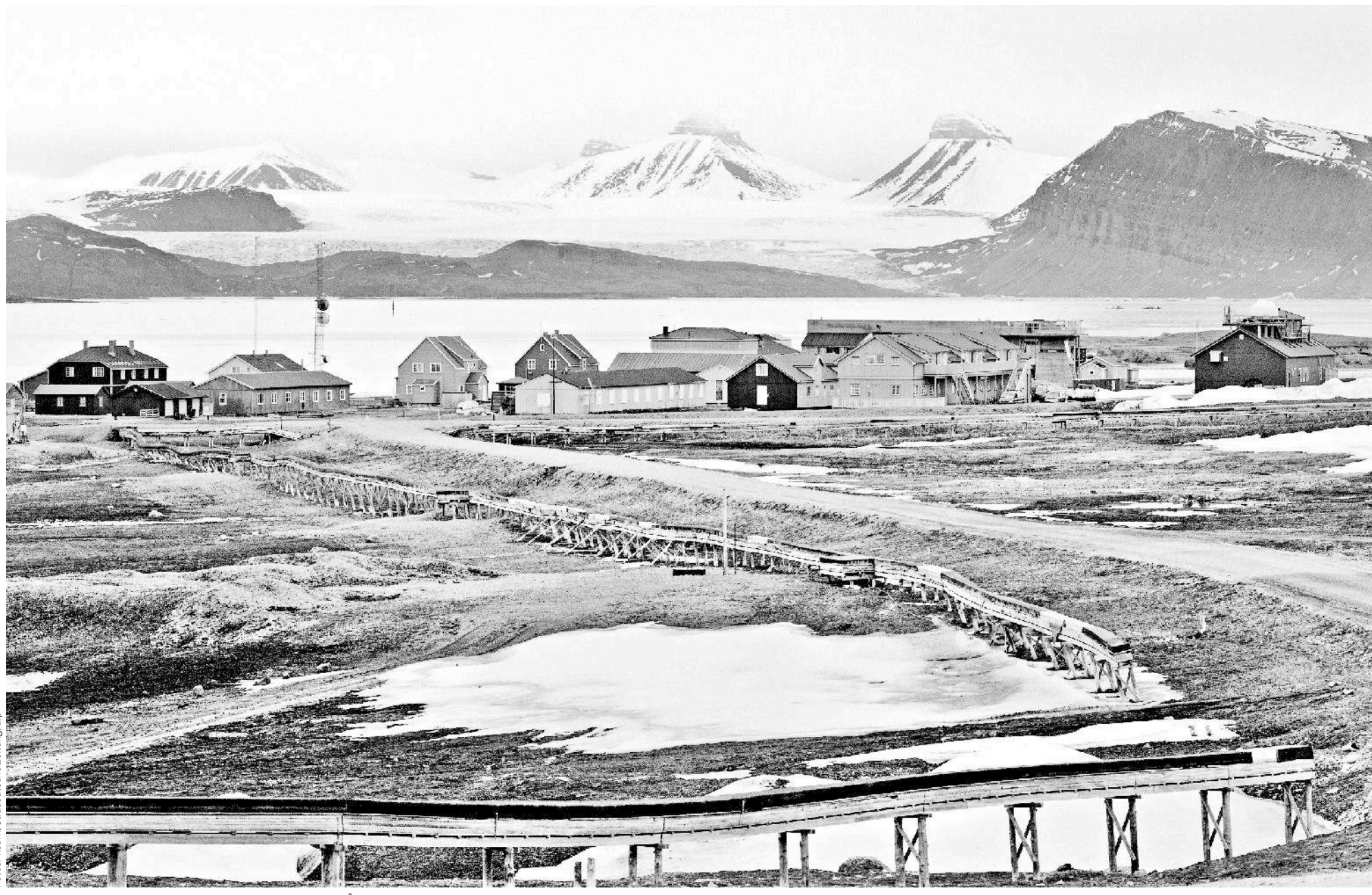
Spitzbergens Hauptort Longyearbyen hält mit seinen rund 2000 Einwohnern zahlreiche Weltrekorde im nördlich sein: das nördlichste Einkaufszentrum, die nördlichste Kirche, der nördlichste Kindergarten, der nördlichste Marathonlauf. Bis vor einigen Jahren waren es fast ausschließlich die Kohlegruben, die Menschen dazu brachten, hier die dreimonatige Polarnacht bei Temperaturen unter minus 30 Grad und ohne jedes Tageslicht durchzustehen.

Heute zieht es vor allem Wissenschaftler auf die arktische Insel. Spitzbergen ist daher nicht nur die nördlichste besiedelte Insel der Welt, sondern auch die mit dem wohl radikalsten Strukturwandel. Rund ein Sechstel der knapp 3000 ständigen Bewohner sind Wissenschaftler oder Studenten. Spitzbergen ist zu einem Zentrum der Polar- und Klimaforschung geworden.

Unis, das „University Center in Svalbard“, ist mit seinem vor drei Jahren fertiggestellten modernistischen Holzgebäude der neue Mittelpunkt von Longyearbyen. Es beherbergt 400 Studenten und 50 Angestellte aus 26 Ländern. Unis ist keine Volluniversität, sondern bietet Forschern norwegischer und anderer Hochschulen die Ausrüstung und Infrastruktur für Feldstudien in arktischer Biologie, Geologie, Geophysik und Technologie. „Das meiste, was wir tun, hat mit dem Klimawandel zu tun“, erklärt Christin Kristoffersen von der Unis-Verwaltung. Auf Spitzbergen werden viele Daten gesammelt, auf denen die komplexen Modelle beruhen, die das Klimasystem greifbar machen sollen. Norwegens Forschungsministerin Tora Aasland nennt Spitzbergen euphorisch ein „Labor der Welt“.

Der Archipel wanderte in den vergangenen 700 Millionen Jahren von der Höhe des heutigen Spanien in die Arktis und bietet daher mit seinem Gestein aus vielen geologischen Epochen und seinem Gletscher ein Archiv der Klimageschichte. Zur Erhebung aktueller atmosphärischer Daten eignet sich Spitzbergen vor allem, weil hier keine lokalen verzerrenden Effekte auftreten: keine Industrie, so gut wie keine Autoabgase. Die Schwebstoffe und Spurengase in Spitzbergener Luft entsprechen also der weltweiten Belastung.

Die Zusammensetzung der Atmosphäre über Spitzbergen zu messen ist eine der zentralen Aufgaben der deutschen Station des Alfred-Wegener-Instituts in Ny-Ålesund, der nördlichsten zivilen Siedlung der Welt. Stationsleiter Marcus Schumacher und Ingenieur Moritz Sieber



In den Häusern der früheren Bergbausiedlung Ny-Ålesund auf Spitzbergen sind heute Forschungsstationen untergebracht, unter anderem die des Alfred-Wegener-Instituts (am rechten Bildrand).

Mit dem Luftschiff über den Nordpol: Amundsen und Nobile

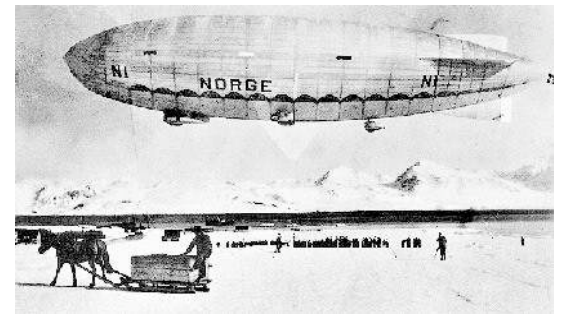
Norwegens Polarheld

Roald Amundsen (1872-1928) war der Leiter der ersten erfolgreichen Südpolexpedition 1911. Der norwegische Nationalheld überflog auch 1926 als erster den Nordpol, gemeinsam mit seinem amerikanischen Sponsor Lincoln Ellsworth und dem Italiener Umberto Nobile (1885-1978), der das Luftschiff „Norge“ (Norwegen) konstruiert hatte. Startpunkt des Fluges war Ny-Ålesund. Der stählerne Haltemast steht noch heute dort. Vermutlich waren sie damit auch die ersten Menschen überhaupt am Pol, da sowohl die Expedition des Amerikaners Robert Peary 1909 als auch der be-

hauptete Überflug durch den Amerikaner Richard Byrd nach neueren Erkenntnissen anzuzweifeln sind.

Drama um die „Italia“
Bei einer zweiten Fahrt zum Nordpol, diesmal ohne Amundsen, startete Nobile am 23. Mai 1928 mit dem Luftschiff Italia von Ny-Ålesund aus. Mit seinen 16

Mann Besatzung erreichte er am 24. Mai den Pol. Auf dem Rückflug am 25. Mai stürzte die Italia nördlich Spitzbergens ab, wobei die Kanzel mit zehn Männern - einer starb dabei - und Nobile abgetrennt wurde und auf einer Eisscholle liegen blieb. Die unlenkbar gewordene Italia stieg mit sechs an Bord verbliebenen Männern auf und wurde nie wieder gesehen. Am 2. Juni 1928 empfing ein russischer Funkamateurliebes SOS-Ruf von Nobile. Es begann eine internationale Rettungsaktion. Amundsen beteiligte sich mit einem Wasserflugzeug - und verlor selbst sein Leben. Amundsens Leiche wurde nie gefunden. Den verletzten Nobile rettete ein schwedischer Flieger, die anderen Überlebenden am 12. Juli der sowjetische Eisbrecher „Krassin“. Die internationale Rettungsaktion, vor allem die Teilnahme der Sowjets, rief ein starkes öffentliches Echo hervor. Die Geschichte der Italia wurde 1969 verfilmt (deutscher Titel „Das rote Zelt“).



nutzen dafür unter anderem ein Lidar-Gerät, das in der klaren Polarnacht einen grünen Laserstrahl senkrecht in den Himmel schießt. „Da die von dem Strahl getroffenen Schwebeteilchen einen Teil der Laserenergie fressen, kann man aus der Stärke der Rückstrahlung auf deren Zahl und Größe schließen“, erklärt Sieber.

Aber auch die deutschen Meeresbiologinnen, die bei sommerlichen Temperaturen von zwei Grad Celsius im Kongsfjord nach arktischen Algen tauchen, betreiben in einem weiteren

Sinne Klimaforschung. Sie untersuchen, wie die Meerespflanzen auf Klimaveränderungen, etwa eine stärkere UV-Strahlung, reagieren.

Die wenigen Arten, die an ein Leben in der Arktis angepasst sind, reagieren meist besonders empfindlich auf klimatische Veränderungen. Das betrifft nicht nur populäre Arten wie die rund 3000 Eisbären Spitzbergens, sondern auch unspektakuläre Lebewesen wie die Algen der Gattung Laminaria auf dem Meeresboden in den Fjorden. Wenn die Glet-

scher stärker abschmelzen, verringert sich dadurch der Salzgehalt des küstennahen Meerwassers. Das bekommt den dort lebenden Algen und Muscheln überhaupt nicht.

Die Erforschung des Klimas und der Folgen seiner Veränderung erfordert die Zusammenarbeit vieler wissenschaftlicher Disziplinen. Das wird nirgendwo so deutlich wie in Ny-Ålesund, wo Forscher und Institutionen aus zehn Nationen zusammenkommen, darunter nicht nur europäische, sondern auch chinesische, japa-

nische, koreanische und indische. Hier sitzen norwegische Meteorologen und französische Gletscherforscher gemeinsam in der Kantine und hören den Vortrag des deutschen Algenforschers Christian Wiencke an. Die allerorten geforderte Multidisziplinarität ist hier selbstverständlich.

Ny-Ålesund ist ein internationales Wissenschaftlerdorf an der Nordgrenze der Menschheit. Schon die gemeinsame Abgeschiedenheit vom Rest der Welt sorgt für unbürokratische Kooperation. Besonders eng ist diese zwischen den Deutschen vom Alfred-Wegener-Institut und den Franzosen vom „Institut Polaire français - Paul Émile Victor“ (IPEV), die eine gemeinsame Station betreiben. Dass die nationalen Institute verschiedene Forschungsschwerpunkte haben, verhindert Doppelungen, berichtet der deutsche Stationsleiter Schumacher. Die Deutschen konzentrieren sich auf Meeresbiologie und Atmosphärenforschung, die Franzosen auf die Glaziologie.

Wiencke und die anderen Meeresbiologen vom Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven sind wie die meisten Forscher nur für einige Wochen im Sommer hier. Im Winter schrumpft die Bevölkerung Ny-Ålesunds auf rund 35 Menschen, also die Kernbesatzungen der Stationen und die Mitarbeiter der staatlichen norwegischen Kings-Bay-Gesellschaft, die die Infrastruktur bereitstellt, vor allem die Kantine und den kleinen Hafen.

Ny-Ålesund ist ein Dorf ohne Kinder. Für Familien gibt es hier weder geeignete Wohnungen noch eine

Schule. Wer ein „normales“ Leben auf Spitzbergen führen will, mit Kirche und Sportverein, der muss in Longyearbyen wohnen. Doch auch da, so berichtet der „Sysseman“, Spitzbergens Gouverneur, „lebt niemand von der Wiege bis zur Bahre“. Das gilt für die Kohlearbeiter ebenso wie für die Forscher.

Die Frage, wie weit sich Menschen auf dieser bis 1906 völlig unbesiedelten Insel ausbreiten sollen, wird unter Norwegens Politikern schon diskutiert. „Früher oder später muss es eine Grenze geben.“, sagt Forschungsministerin Aasland. Die Forscher sind dabei das geringere Problem. 190 Kreuzfahrtschiffe legten im Sommer 2008 in Ny-Ålesund an, neunzig mehr als 2003. Für eine Stunde flanieren dann jedes Mal Hunderte Touristen durch das kleine Forscherdorf. Nach dem Willen der norwegischen Regierung sollen sie alle „Umweltbotschafter“ werden.

Mehr über Spitzbergen finden Sie im Internet: www.handelsblatt.com/spitzbergen

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

Älteste Flöte der Welt entdeckt

Auf der Schwäbischen Alb erklang schon vor 35 000 Jahren Musik, belegt ein Blasinstrument aus Knochen

FERDINAND KNAUSS | DÜSSELDORF

Eine fast vollständig erhaltene Flöte haben deutsche Ur- und Frühgeschichtler der Universität Tübingen entdeckt. Das Instrument ist wahrscheinlich mehr als 35 000 Jahre alt. Bisher gab es keine Belege für Musikinstrumente, die älter als 30 000 Jahre sind. Der Fund beweise, dass schon die ersten anatomisch modernen Menschen (Homo sapiens) in Europa eine hochentwickelte Musikkultur hatten, schreibt die Forschergruppe um den Archäologen Nicholas Conard in der Fachzeitschrift „Nature“.

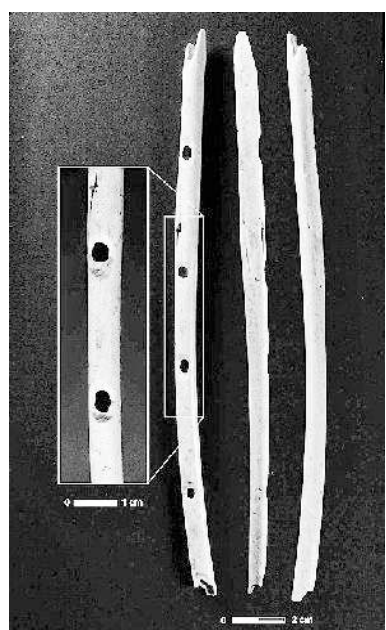
Die Flöte aus dem Knochen eines Gänsegeiers sei im vergangenen September in der Höhle „Hohle Fels“ 20 Kilometer westlich von Ulm gefunden worden. In dieser Höhle bei Schelklingen hatten die Forscher fast zur selben Zeit die älteste bislang bekannte Menschenfigur der Welt gefunden, die sogenannte Venus vom

Hohlen Fels (Handelsblatt vom 14. Mai). Sie stammt aus derselben urgeschichtlichen Epoche, dem Aurignacien, der Frühzeit des modernen Menschen in Europa.

Die knapp 22 Zentimeter lange Flöte mit einem Durchmesser von acht Millimetern gleicht äußerlich einem modernen Instrument. Mit fünf Luftlöchern kann die Tonhöhe verändert werden, so dass schon komplexe Melodien möglich waren. Auch die Bearbeitung des Anblas-Endes durch zwei V-förmige Kerben ist nahezu perfekt erhalten.

Außerdem fanden die Archäologen im Hohlen Fels und in der Vogelherdhöhle 25 Kilometer nordwestlich von Ulm Fragmente von drei weiteren aus Mammut-Elfenbein geschnittenen Flöten. Flöten aus Elfenbein sind sehr viel aufwendiger herzustellen als solche aus Geflügelknochen.

„Wir können daraus schließen, dass die Musik eine wichtige Rolle



Aus einem Vogelknochen fertigte ein Mensch in der Jungsteinzeit dieses älteste Musikinstrument der Welt.

im Leben der Menschen spielte“, schreiben die Wissenschaftler. Die Forscher vermuten aufgrund des ähnlichen Alters und des fast identischen Fundorts, dass die Flöten und die „Venus“ sogar von denselben Menschen geschaffen und benutzt wurden. Die frühen modernen Menschen auf der Schwäbischen Alb waren offenbar sowohl schon Bild- als auch Tonkünstler.

Die Musik könnte vor 35 000 Jahren dazu beigetragen haben, dass sich größere soziale Netzwerke bildeten, vermuten die Forscher. Das wiederum sei womöglich der entscheidende Vorteil der modernen Menschen gegenüber den Neandertalern gewesen, die etwa vor 30 000 Jahren ausstarben. Wie dieses Verschwinden stattfand, ob sie von unseren Vorfahren bekämpft und ausgerottet wurden und ob sich Neandertaler und moderne Menschen gemeinsam fortpflanzten, ist eine der zentralen Fragen der Urgeschichte.

FERDINAND KNAUSS | DÜSSELDORF

Hirnforscher stellen neue Methoden zur Bekämpfung der Drogensucht in Aussicht. In einem Bericht, der gestern im Vorfeld des am Freitag stattfindenden Internationalen Tags gegen Drogenmissbrauch und illegalen Drogenhandel in Lissabon veröffentlicht wurde, stellt die Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht (EBDD) Erkenntnisse aus Hirnforschung und Genetik zusammen. Die Abhandlung mit dem Titel „Neurobiologische Drogenforschung: ethische und politische Konsequenzen“ soll auch als Entscheidungshilfe für die Drogenpolitik in den EU-Staaten dienen.

Die Forschung hat sich bisher überwiegend auf die durch Drogen ausgelöste Freisetzung des Neurotransmitters Dopamin konzentriert. Dopamin aktiviert im Gehirn das sogenannte „Belohnungssystem“. Neue Erkenntnisse der Hirnfors-

chung deuten nun darauf hin, dass das Dopamin nicht durch direkte Wirkung auf die entsprechenden Nervenzellen wirkt, sondern über zwei nachgeschaltete, sogenannte Neuromodulatoren, Noradrenalin und Serotonin, die für die Impulskontrolle zuständig sind. Beide Modulatoren regulieren sich gegenseitig. Tierversuche zeigten, dass wiederholter Drogenkonsum die Modulatoren entkoppeln kann, wodurch sie auf bestimmte Reize überreagieren.

Chronischer Drogenkonsum scheint also langfristige Störungen der Steuerung von neurokognitiven Schaltkreisen hervorzurufen, die an Motivation, Aufmerksamkeit, Entscheidungsfähigkeit und der Fähigkeit zur Impulskontrolle beteiligt sind. Zudem suchen Mediziner nach Genen, die mit einer erhöhten Anfälligkeit für Suchterkrankungen in Verbindung stehen. Dass die Veranlagung zu Drogen und anderen Süchten auch genetisch bedingt ist,

wird nicht mehr bezweifelt.

Derzeit erforschte medizinische Therapieansätze befassen sich unter anderem mit „Impfstoffen“, die sich im Blut an die Zielsubstanz (zum Beispiel Kokain) binden und dadurch verhindern, dass diese in das Gehirn gelangt, sowie mit Implantaten, die veranlassen, dass die Droge nur langsam freigesetzt wird und die Dosis dadurch reduziert werden kann. Auch die Stimulierung der an der Suchtentwicklung beteiligten Hirnbereiche durch eingepflanzte Elektroden wird derzeit erforscht.

Viele dieser Therapieansätze seien aber noch nicht ausreichend getestet, heißt es in dem Papier. Vor allem invasive Methoden, also Eingriffe in den Körper, seien auch ethisch bedenklich oder sogar gefährlich. Ein „Allheilmittel“ für die komplexen Drogenprobleme, die dem Einzelnen und der Gesellschaft durch Drogenkonsum entstehen, erwartet EBDD-Direktor Wolfgang Götz nicht.