

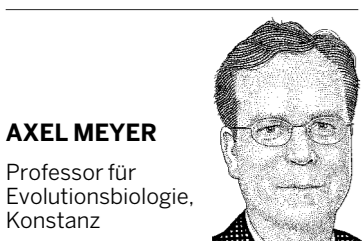
QUANTENSPRUNG

Haben wir etwa zu viele Akademiker?

In den letzten Jahren verließen 150 000 Facharbeiter und ungezählte Akademiker pro Jahr Deutschland. Fernsehsender zeigen Shows über Auswanderer und die angeblich so wunderbaren Möglichkeiten außerhalb Deutschlands. Der „Spiegel“ berichtet in einer Serie über einen Studenten an einer amerikanischen Eliteuniversität. Haben wir zu viele Facharbeiter und Akademiker, dass wir sie animieren, das Land zu verlassen?

Als Vertrauensdozent der Studienstiftung bin ich oft daran beteiligt, unsere talentiertesten Studenten ins Ausland zu schicken. Sosehr ich mich für den Einzelnen freue über die Möglichkeit zur Horizont-erweiterung, so enttäuscht mich doch das Wissen, dass mehr als 30 Prozent von ihnen nicht zurückkommen werden.

Ich bin selbst mit 21 Jahren nach Amerika gegangen, zunächst durch ein deutsches Stipendium unterstützt, habe dort studiert und meine erste Professur erhalten. Nach 16 Jahren bin ich nach Deutschland zurückgekommen. Es war keine einfache Entscheidung. Ich hatte nie Heimweh, war aber immer dankbar für



AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

das Stipendium – ich weiß, es klingt fast lächerlich, so etwas zu sagen. Es ging mir in jeder Hinsicht gut in den USA. Die „Can do“-Einstellung und das positive Denken sind ansteckend und angenehm. Diese Einstellung fehlt hier. Die provinzielle Kleingeisterei und der Bürokratie-exzess in der Universität und anderswo lähmen die Kreativität.

Nach der Rückkehr dachte ich oft, ich hätte einen riesigen Fehler gemacht. Ich wurde oft gefragt, warum ich denn nach Deutschland zurückgekommen bin. Ich weiß, dass nicht alles Gold ist, was glänzt in den USA. Auch denke ich, dass meine Wissenschaft von der Rückkehr profitiert hat – wie ich generell die Forschungsbedingungen hier für sehr viel besser halte als ihren Ruf. Ich weiß auch, wie hart und frustrierend das Wissenschaftlerleben selbst an den besten US-Universitäten sein kann.

Die Einstellung zum Staat ist einer der größten Unterschiede. Auch zehn Jahre nach der Rückkehr erstaunt mich immer noch das Anspruchsdenken der Deutschen. Die Studenten haben umsonst das Gymnasium besucht und (bisher) auch die Universität. Dennoch und obwohl sie meist noch nie Steuern gezahlt haben oder sonst etwas für das Allgemeinwohl getan hätten, glauben sie, dass der Staat ihnen etwas schuldet. Tut er nicht! Der Staat versorgt die Bürger zu gut. Aus meiner amerikanisierten Perspektive denke ich, dass ein bisschen weniger staatliche Unterstützung der Gesellschaft gut täte.

Es wäre an der Zeit, sich des berühmten Satzes von John F. Kennedy zu erinnern: „And so, my fellow Americans (Germans!), ask not what your country can do for you; ask what you can do for your country“. Aber so etwas zu sagen ist wohl sehr altmodisch.

wissenschaft@handelsblatt.com

An der Grenze zwischen den Arten

Forscher pflanzen Tieren menschliche Zellen und ihren Embryonen menschliche Gene ein. Ethisch ist das fragwürdig.

SUSANNE DONNER | DÜSSELDORF

Die drei Affen sind ein Bild des Jammers. Sie können sich kaum bewegen. Nur unbeholfen schieben sie ihre steifen Arme und Beine vor sich her und verlieren dabei immer wieder das Gleichgewicht. Bananen und andere Früchte entgleiten ihnen. Sie können nichts essen.

Mit einer Chemikalie hat der Neurochirurg Eugene Redmond von der Yale University in New Haven einige Hirnzellen der Tiere zerstört, so dass die drei Grünen Meerkatzen an einer parkinsonähnlichen Erkrankung leiden. Sie dienen als Tiermodell für das menschliche Altersleiden.

Fünf anderen Parkinson-Affen soll es Redmonds Schilderungen zufolge dagegen besser gehen: Sie können sitzen, laufen und schieben sich ab und zu Nahrung in den Mund. Der Forscher verbucht das als einen großen Erfolg. Den vergleichsweise guten Zustand dieser fünf Tiere erklärt er damit, dass er diesen Parkinson-Primaten menschliche Stammzellen aus abgetriebenen Föten ins Gehirn gespritzt hat. Einige der Zellen haben sich dort in humane Neuronen verwandelt, darunter auch in Dopamin produzierende Zellen, die bei der Parkinson-Erkrankung fehlen. Daher gesunde die Tiere weitgehend, folgert Redmond in seinem Artikel vom 22. Juli in der Zeitschrift „Proceedings of the National Academy of Sciences“ (PNAS). Er sieht seine Experimente als wichtigen Schritt zu einer Therapie, bei der Parkinsonkranke mit Stammzellen kuriert werden. Von einigen Neurologen, wie Paul Sanberg von der University of South Florida, erntet er Beifall.

„Wo der Mensch beginnt und das Tier endet, lässt sich nicht eindeutig sagen.“

Sara Kranz, Medizinerin

Doch außerhalb seiner Fachdisziplin verstummt der Jubel. „Zwischen Primaten und Menschen gibt es eine 90-prozentige Übereinstimmung im Erbgut, damit steigt die ethische Verantwortlichkeit solcher Versuche. Wenn der Primat auf einmal sprechen würde, müsste man sich ernsthaft fragen, ob das zulässig sein darf“, so Sara Kranz, Medizinerin von der Universität Mannheim. Die fünf Lebewesen mit den menschlichen Hirnzellen sind streng genommen keine Grünen Meerkatzen mehr, sondern Mischwesen aus Mensch und Affe. Mit solchen Chimären setzt sich Kranz im EU-Projekt „Chimbrids“ auseinander.

In vielen EU-Ländern ist es nicht verboten, chimäre Embryonen zu erzeugen. Auch in Deutschland wären solche Klonversuche erlaubt, wenn die menschliche Zelle nicht mehr die ursprüngliche Erbinformation enthält, also zum Beispiel vorher gentechnisch verändert wird, erläutert Kranz. In China ist das Chimärenklonen in der Forschung sogar ausdrücklich erlaubt. In Japan gibt es zwar Auflagen, aber Tier-Mensch-Embryonen wurden bereits geschaffen.

Experimente mit Mischwesen sind längst Alltag in der Grundlagen-, Pharma- und Stammzellforschung. Rund 1000 verschiedene Wesen aus Mensch und Tier hat Kranz in der Fachliteratur identifiziert. „Jede Woche gibt es neue Versuche mit Chimären“, sagt sie. Den Verlauf einer Hepa-



Mischwesen antiker Mythologie in F. J. Bertuchs Kinderbuch (1790): Kentaur, Chimäre, griechische und ägyptische Sphinx, Greif, Sirene (von links oben).

titis studieren Wissenschaftler zum Beispiel, indem sie in Mäusen menschliches Leber-Gewebe wachsend lassen und dieses dann mit dem Virus infizieren. Beim Menschen verursacht der Erreger eine Entzündung des Organs. An chimären Mäusen mit menschlichen Immunzellen werden Medikamente gegen Aids getestet. Gewöhnliche Nagetiere werden von dem Virus nicht befallen und eignen sich daher nicht. Selbst die Experimente an Affen sind kein Einzelfall: Schon vor zwei Jahren musste der Göttinger Ahmed Mansouri vom Max-Planck-Institut für bio-

physikalische Chemie heftige Kritik einstecken, als er ähnliche Versuche wie Redmond an zwei Weißbüschelaffen durchführte. Der Vorsitzende des Nationalen Ethikrates, Spiros Simitis, hielt Mansouris Arbeit für inakzeptabel.

„Die Aufregung ist bei Nervenzellen deshalb so groß, weil Neuronen näher am Verhalten, am Kognitiven, am Moralisch-Ethischen sind als zum Beispiel Leberzellen“, sagt Medizinrechtler Jochen Taupitz, der das Projekt „Chimbrids“ leitet. Redmond weist die Sorgen zurück: „Wenn man heute einen kleinen Prozentsatz menschlicher Zellen in eine erwachsene an-

dere Spezies hineingibt, entsteht daraus kein menschliches Tier.“ Ab welchem Schwellenwert an menschlichem Gewebe das Chimären-Wesen menschliche Eigenschaften entwickeln würde, kann er aber nicht sagen.

Insbesondere Menschenaffen demonstrieren in freier Natur kulturelle Fertigkeiten, sie verwenden etwa Stöcke als Werkzeug oder Besteck. „Denkbar wäre, dass die Lebewesen diese Fähigkeit weiter ausbauen können, wenn menschliche Neuronen in ihrem Gehirn aktiviert werden“, erläutert Kranz. Begleitende Verhaltensforschung gab es jedoch bei keiner der Studien.

Kranz glaubt gar, dass eine saubere

Trennung zwischen Mensch und Tier in der Chimärenforschung nicht möglich ist. „Wo der Mensch beginnt und das Tier endet, lässt sich nicht eindeutig pauschal beantworten“, so ihre brisante These. Weder Aussehen noch die Zahl der menschlichen Zellen, noch die moralischen Eigenschaften des Individuums taugen als alleiniges Kriterium. Nur aus der Summe dieser Faktoren kann laut Kranz im Einzelfall eine Zuordnung getroffen werden. „Das ist ein großes Problem. Denn die Antwort entscheidet darüber, ob einem Mischwesen Menschenwürde zugesprochen wird – etwa einem Affen, der mit einem Mal lachen kann“, so Kranz. Eine solche Chimäre mit menschlichem Status dürfte

Chimären in Mythos und Wissenschaft

Mythisches Wesen

Die Bezeichnung „Chimäre“ ist aus der griechischen Mythologie abgeleitet. Die „Chimaira“ (eigentlich „Ziege“) ist ein menschenbedrohendes Mischwesen. Homer und Hesiod beschreiben es als ein dreiköpfiges Geschöpf aus Löwe, Ziege und Schlange. Ihre Geschwister

sind die Mischwesen Hydra, Kerberos und Sphinx.

Chimäre in der Biologie

Die wissenschaftliche Definition von Chimären umfasst alle Lebewesen, die aus genetisch unterschiedlichen Zellen verschiedener Arten bestehen. In der medizinischen Forschung finden sich vor allem Maus-

Mensch-Chimären, aber auch Affen-Mensch-Chimären. Entgegen dem fantastischen Wesen der Mythologie ähneln die meisten Chimären einem der beiden Ursprungslebewesen äußerlich sehr stark. Bei Pflanzen entstehen Chimären-Triebe nach Pfropfung manchmal an der Verwachsung aus den Geweben

von Unterlage und Pfropfreis.

Embryo-Chimären

Beim Chimärenklonen wird eine menschliche Zelle in die befruchtete und entkernte Eizelle eines Tieres gesetzt. Daraus entwickelt sich ein Embryo mit überwiegend menschlichen Genen in einer tierischen Zellohülle.

„Mit einigen Techniken wären schockierende Resultate möglich.“

Eugene Redmond, Neurochirurg

„Unklar ist aber, welche Auswirkungen der geringe Anteil tierischen Erbguts hat“, warnt Kranz. Diese Form des Klonens sei gänzlich abzulehnen, fordert sie. Kritik kommt auch vom Würzburger Stammzellforscher Albrecht Müller: „Das Züchten von menschlichem Gewebe oder Stammzellen im tierischen Körper oder in tierischen Embryonen halte ich für äußerst bedenklich, da dabei die Gefahr der Übertragung tierischer Krankheitserreger auf die menschlichen Zellen und später auch auf den Patienten besteht. Zurzeit gehen die Bestrebungen in der Stammzellforschung dahin, menschliche Stammzellen gezielt frei von tierischen Verunreinigungen zu gewinnen und zu vermehren.“

Auch die Chimärenforscher selbst sind sich keineswegs einig, was erlaubt sein soll. Neurochirurg Eugene Redmond hat zwar bei seinen Parkinson-Äffchen keine Bedenken, aber Experimente mit Chimären-Embryonen machen ihm Sorge: „Bei allen Chimären, die sich aus einem frühen Entwicklungsstadium eines Lebewesens entwickeln, sind Bedenken berechtigt. Mit einigen Techniken wären schockierende Resultate möglich, die jenseits der menschlichen Vorstellungskraft liegen.“ Vorgestellt, und zwar sehr plastisch, haben sich solche Lebewesen allerdings schon die alten Griechen. Ungeheuerliche Mischwesen (Bild) bevölkerten damals aber nicht die Labore, sondern nur die Mythen.

Foto: Ullstein - Archiv/Gerstenberg

Multikulti-Ehe im Krähen-Nest

Im Elbtal paaren sich Nebel- und Rabenkrähen. Das stellt etablierte Vorstellungen über biologische Arten in Frage.

FERDINAND KNAUSS | DÜSSELDORF

Als „Totenvogel“, (Un-)Glücksbringer und Begleiter von Göttern verehrt oder fürchteten viele Kulturen die Krähe. Für Biologen ist vor allem das Liebesleben der intelligenten Vögel interessant. Üblicherweise paaren sich Tiere nämlich höchst selten mit Individuen anderer Arten, und wenn doch, dann ist der Nachwuchs unfruchtbar. Krähen sind eine Ausnahme – und daher ein Beobachtungsobjekt für Christoph Randler von der Universität Leipzig.

Den Krähen erging es in der Evolutiongeschichte wie den Menschen im 20. Jahrhundert: Während einer Eiszeit trennte eine gewaltige Sperre die Populationen. Auf beiden Seiten des eisigen Vorhangs entwickelten sie sich auseinander. In Westeuropa entstand die Rabenkrähe mit völlig

schwarzem, im Osten die Nebelkrähe mit teilweise grauem Gefieder. Nach dem Ende der letzten Eiszeit kamen beide Arten in Kontakt – auch sexuell. Im Osten überwiegen aber weiter die homogenen Nebelkrähenpaare, im Westen die Paare aus Rabenkrähen. Dazwischen ist ein schmaler Streifen (entlang der Elbe), in dem gemischte Paare auftreten.

Randler registrierte rund 300 im mitteldeutschen Elbtal lebende Krähenpaare. „Das war möglich, weil Krähen ein relativ stabiles Territorium bewohnen. An ihrem Verhalten, also beispielsweise bei der gemeinsamen Verteidigung des Territoriums oder beim Füttern der Jungen, geben sie sich als Paar zu erkennen. Also brauchte ich nur noch zu zählen: Wie viele Paare setzen sich aus zwei Tieren einer Art zusammen, und wie viele bilden einen Mix?“

Von den 300 beobachteten Paaren waren etwa 30 Prozent Mischpaare. Dieser Streifen mit den Mix-Paaren wird weder breiter noch schmaler, ist tendenziell weder dichter noch spärlicher bevölkert. Das ergeben Vergleiche mit Beobachtungen vor über 100 Jahren. Der Alltag der gemischten Paare, ihre Gesundheit und ihr Bruterfolg unterscheiden sich nicht von denen der homogenen Familien. Die Hybriden, also die Jungen von unterschiedlichen Eltern, erleben weder Vor- noch Nachteile, sie sind gesund und fruchtbar.

Hybridisieren bedeutet, dass Lebewesen durch Kreuzung von Eltern unterschiedlicher Zuchtlinien, Rassen oder Arten entstehen. Insofern sind Randler's Beobachtungen über „Multikulti“-Verbindungen bei Krähen nicht nur interessant für Aussagen über diese Vögel, sondern stellen die

Artdefinition an sich und manche scheinbar fest gefügte Wahrheit der Züchtungsforschung in Frage.

Die Vermischung ist also kein hintersinniger, Gen-auffrischender „Trick“ der Natur. Warum aber treiben es die Krähen so kreuz und quer? „Das wissen wir noch nicht genau“, bekennt Randler. „Möglicherweise gibt es Defizite in der Auswahl der Partner.“ Bevor die Rabenkrähe lange nach ihrgleichen sucht, nimmt sie also lieber den Fremdling mit ins Nest?

Aber nicht nur die Partnerwahl gibt Rätsel auf. Die Biologen versuchen jetzt zu erfahren, warum sich die Hybrid-Zone trotz des Klimawandels im vergangenen Jahrhundert um keinen Meter verschoben hat. Die Antwort könnte grundlegend für die Reaktion der Tierwelt auf Klimaveränderungen sein.

Chemiker entwickeln intelligenten Klebstoff für die Medizin

Der Säuregrad der Umgebung aktiviert oder deaktiviert die Haftkraft des Kunststoffs

DÜSSELDORF. Einen Klebstoff, der auch unter Wasser nach dem Vorbild der haftenden Füße des Geckos fest hält, hatten kürzlich amerikanische Forscher vorgestellt. Deutsche und britische Kollegen präsentieren nun in der Fachzeitschrift „Angewandte Chemie“ einen Kleber, der sich durch den Säuregrad der umgebenden Flüssigkeit aktiviert und deaktivieren lässt.

Bei den Gecko-Klebern der Amerikaner sind so genannte Van-der-Waals-Kräfte für das Haftverhalten des Hybrid-Zone verantwortlich. Die Strukturen an den Füßen von Geckos bestehen aus nur wenigen hundert Nanometer feinen Härchen. Diese Haftballen haben auf engstem Raum eine so große Oberfläche,

dass zwischen ihnen und dem Untergrund winzige Anziehungskräfte zwischen den Molekülen wirken – die Van-der-Waals-Kräfte.

Mark Geoghegan von der Universität Sheffield nutzte zusammen mit Kollegen von der Universität Bayreuth eine Oberfläche aus einer Polysäure. Dieses dreidimensionale vernetzte Polymer (Kunststoff) kann sich mit Flüssigkeit so vollsaugen, dass eine feste, gallertartige Masse entsteht. Die andere Oberfläche ist ein Silicium-Chip, von dem wie bei einer Bürste zahlreiche Polymerketten abstehen, die so genannte basischen Gruppen tragen.

In Wasser oder leicht saurer Lösung ist die Säure positiv und sind die basischen Gruppen negativ gela-

Ozon-Zunahme verstärkt Erderwärmung

DÜSSELDORF. Bisherige Klimamodelle für den Kohlenstoff-Kreislauf haben möglicherweise einen Aspekt der atmosphärischen Chemie vernachlässigt, der die globale Erwärmung noch verstärken dürfte: Ozon. Bis zum Jahr 2100 wird der Ozon-Gehalt vermutlich so stark zugenommen haben, dass er das Gesamtwachstum der Pflanzen weltweit bremst. Dadurch würde auch der Effekt der Pflanzen als Kohlenstoff-Senke abgeschwächt. Das schreiben Stephen Sitch vom staatlichen britischen Forschungsinstitut Met Office und Kollegen in der Zeitschrift „Nature“.

Die Briten bieten zum ersten Mal eine Analyse des hochkomplizierten Wechselspiels zwischen Kohlendioxid (CO₂) und Ozon. Im Gegensatz zu Ozon (O₃) in der oberen Atmosphäre, wo es die Erde vor gefährlicher ultravioletter Strahlung schützt, ist das Gas in Bodennähe ein Pflanzengift, das das Wachstum behindert. Der Kohlendioxidgehalt der Luft dagegen wirkt auf Photosynthese betreibende Pflanzen als Dünger, da sie aus Kohlenstoff Biomasse synthetisieren.

Die trotz aller Klimaschutzbemühungen vermutlich im Laufe des Jahrhunderts weiterhin steigenden Kohlendioxid-Anteile in der Luft puffern den Ozon-Effekt zwar ab, da hohe Kohlendioxid-Konzentrationen die Pflanzen veranlassen, die Poren ihrer Blätter zu schließen, so dass Ozon nicht mehr eindringen kann. Doch in der Bilanz können die Forscher eine erhebliche Abschwächung der Funktion von Landpflanzen als Kohlenstoffsenken feststellen. Also dürfte sich bei steigendem Kohlendioxid-Anteil in der Luft puffern den Ozon-Effekt zwar ab, da hohe Kohlendioxid-Konzentrationen die Pflanzen veranlassen, die Poren ihrer Blätter zu schließen, so dass Ozon nicht mehr eindringen kann. Doch in der Bilanz können die Forscher eine erhebliche Abschwächung der Funktion von Landpflanzen als Kohlenstoffsenken feststellen. Also dürfte sich bei steigendem Ozon-Gehalt auch mehr Kohlendioxid in der Atmosphäre ansammeln als bisher vermutet. Auch der bodennahe Ozon-Gehalt steigt in vielen Regionen der Erde indirekt durch Industrie-Abgase.

Der daraus sich ergebende indirekte Einfluss des Ozons auf den Strahlungsantrieb (Radiative Forcing) könnte mehr zur weltweiten Erwärmung beitragen als der direkte Treibhaus-Effekt der Ozon-Zunahme in den erdnahen Luftschichten. Ozon zählt zwar nicht zu den „Treibhausgasen“, da es nicht unmittelbar emittiert wird, sondern erst in der Atmosphäre chemisch entsteht. Doch es wirkt ebenso aufheizend.

Als Radiative Forcing (RF) bezeichnet man die Änderung des globalen Mittels der Strahlungsbilanz an der Stratopause (ca. 50 Kilometer Höhe). RF ist somit ein Maß für die Störung des Gleichgewichts zwischen einstrahlender kurzwelliger Sonnenenergie und an den Weltraum abgegebener langwelliger Strahlung. Ein positives Radiative Forcing (wie jenes der Treibhausgase und des erdnahen Ozons) führt zu einer Erwärmung, ein negatives (wie jenes der Aerosole, der festen oder flüssigen Schwebeteilchen in der Luft) zu einer Abkühlung. *fk*