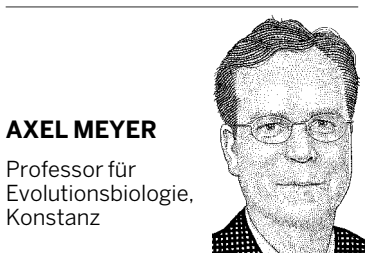


QUANTENSPRUNG

Stille Nacht an der Eliteuni

Auch in kalten und verschneiten Winternächten waren wir damals als Studenten in Berkeley richtig heiß auf Wissenschaft. Wir gingen fast jeden Abend nach dem Essen wieder ins Labor, wenn alle Nicht-Wissenschaftler schon längst rund um den Adventskranz saßen und Glühwein tranken.

Na ja, zugegeben, ganz so bitterkalt ist der Winter in Kalifornien nicht, und es schneit nur selten in Berkeley, aber wir waren tatsächlich auch am Wochenende und in der Weihnachtszeit im Labor. Die meisten von uns nahmen sich nur einen halben Tag frei für die Dinge des Lebens der „normalen“ Leute wie einkaufen und Wäsche waschen. Es war in den Labors zum Teil so eng, dass wir uns den Labortisch zwischen tagsüber und nachts in Schichten teilten. Selbstverständlich wurden Zentrifugen und andere teure Geräte auch nachts be- oder entladen. Denn selbst an der Eliteuni in der Bucht von San Francisco gab es davon nicht genug.



AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

In der kalten deutschen Heimat ist es im Labor deutlich stiller – denn das Privatleben ist hier heilig. Nachts ruht das Labor meist. Auch die chinesischen oder indischen Mitarbeiter gewöhnen sich schnell an sechs Wochen Urlaub und Unmengen von Feiertagen, deren ursprünglichen Sinn nicht einmal die Christen im Labor verstehen. So korrumpiert diese bequeme deutsche Umwelt die Arbeitsmoral auch der fleißigsten ausländischen Studenten. Andererseits lernen deutsche Studenten, wenn sie heute in den USA studieren, 12 Stunden am Tag zu arbeiten, auch an Wochenenden.

An behördlichen Universitäten herrscht einfach eine andere Mentalität. Ab spätestens Mitte Dezember bis in den Januar spukt hier der Weihnachtsgeist durch die Gänge. Es ist unmöglich, den penetranten Glühweindunst und Tannengeruch zu ignorieren. Arbeit? Aber woher denn? Wir haben ja Weihnachtsstress! Weihnachtsfeier und Jahresrückblicke am besten schon in der ersten Dezemberwoche, als ob das Jahr nur 49 Wochen hätte.

An meiner frisch zur Eliteuni-Universität gekürten Universität wird dann sogar ein ganz offizielles Arbeitsverbot erteilt. Ab 13 Uhr am 21. Dezember bis zum 3. Januar wird die Heizung abgestellt, um Energiekosten zu sparen. Mit Glück funktionieren Elektrizität und das Internet weiter. Man gelangt dann nur noch mit schriftlicher Sondergenehmigung und nur durch den Haupteingang in die dann kalten und dunklen Gänge. Aus meinem gesamten Labor haben nur meine beiden japanischen Mitarbeiter um die Erlaubnis gebeten, in den nächsten zwei Wochen zur Arbeit in die Universität hineingelassen zu werden, und – mit Verlaub – ich natürlich. Stille Nacht, heilige Nacht, alles schläft, einsam wach ...

wissenschaft@handelsblatt.com

Bakterien als Mannschaftsspieler

Biofilme aus Mikroorganismen bereiten besondere Probleme in Industrie und Medizin. Das beste Gegenmittel ist die Bürste.

MARCUS ANHÄUSER | DÜSSELDORF

Wenn Bakterien sesshaft werden, bekommen Menschen ein Problem. Die mikroskopisch kleinen Organismen schweben nicht nur als Krankheitserreger unabhängig voneinander in der Luft oder im Wasser. Ihre erfolgreichste Daseinsform ist eine, die die meisten Menschen nicht mal kennen, obwohl sie sie ständig bei sich tragen: als Biofilm. Der pelzige Belag, den man spürt, wenn man mit der Zunge über die ungeputzten Zahnreihen fährt, das ist ein Biofilm, die Plaque. Wer jemals ein verstopftes Spülrohr gereinigt hat, kennt den glibberigen Schleim ebenfalls. „Biofilme sind das Gesellschaftsleben der Mikroorganismen“, sagt Hans-Curt Flemming, Leiter des Biofilm-Zentrums an der Universität Duisburg-Essen.

Es gibt kaum eine Oberfläche, auf der sich nicht irgendwann ein Biofilm bildet, mit meist fatalen Folgen: „Biofilme verursachen Schäden in Milliardenhöhe“, sagt Flemming. Treten sie im medizinischen Bereich auf, kosten sie sogar Menschenleben.

Zähne und Abflussrohre sind nur zwei von vielen Orten, an denen sich Bakterien gemütlich in einem mehr oder weniger zähen Schleim aus eigenen Ausscheidungsprodukten wie Zuckermolekülen, Eiweißen und anderen Substanzen einrichten. Bakterien werden überall da zum Mannschaftsspieler, wo es feucht genug ist und es ein Minimalangebot an Nahrung gibt. Es gibt sie natürlicherweise in Flüssen und Teichen, sie bilden auf Pfützen eine dünne Haut und helfen, abgestorbene Pflanzen zu verwesen. Seit es aber Menschen gibt, hat sich die Welt für Biofilm-Bakterien in ein Schlaraffenland verwandelt. Denn Menschen erschaffen unzählige Orte, an denen es feucht, warm und nährstoffreich ist: Wärmetauscher in Kraftwerken, Wasserleitungen im Haushalt und in Industrieanlagen, Duschschläuche, medizinische Katheder, Implantate, Öltanks, selbst auf Raumstationen gedeihen sie prächtig.

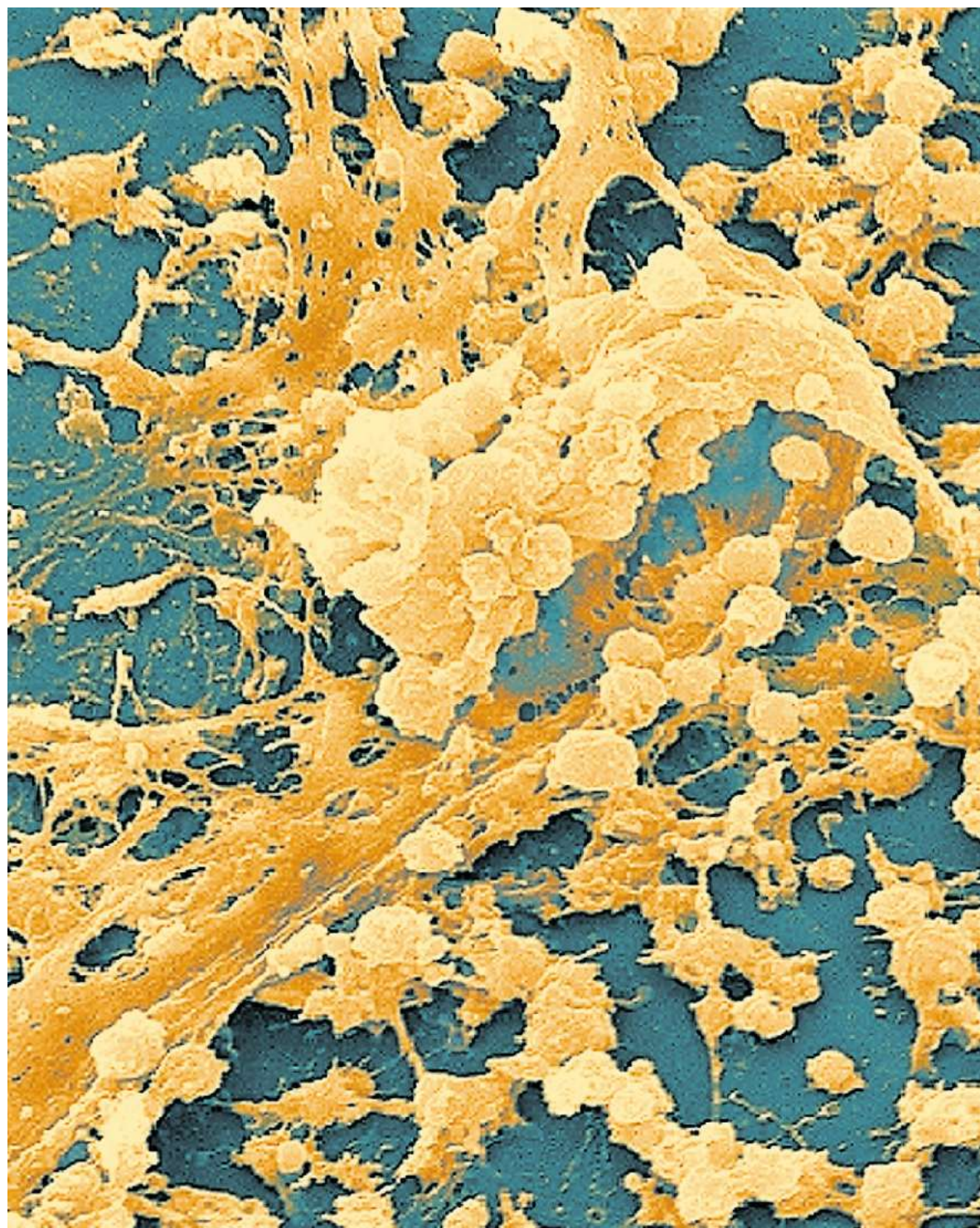
In Biofilmen lebt es sich prächtig. Im Schleim verfangen sich Nährstoffe, und zugleich schützt er vor der Außenwelt. Die meisten Biofilme sind regelrechte Wohngemeinschaften verschiedener Bakterienarten. Mit der Zeit siedeln sich auch Pilze, Algen und andere Mikroorganismen an. „Das ist wie eine kleine Stadt“, sagt Lars Teichmann, Verfahrenstechniker und Geschäftsführer der LAGOTECH GmbH, einer kleinen, auf Biofilme spezialisierten Ausgründung der FH Magdeburg.

Schäden in Milliardenhöhe

Effektive Wege zu finden, wie man Biofilme wieder loswird, dafür gibt es Bedarf. Denn Biofilme treiben Kosten in die Höhe: Beispiel Wärmetauscher in Kraftwerken. „Der Schleim sitzt auf den Innenwänden und verschlechtert den Wärmeübergang, weil er wie eine Isolierschicht wirkt“, sagt Hans-Curt Flemming. Das senkt den Wirkungsgrad um bis zu 30 Prozent.

In Papierfabriken bilden die Bakterien einen mehrere Millimeter dicken Film gemeinsam mit den Zellulosefasern, von denen sich die Einzeller ernähren. Lösen sich Flocken aus dem Verbund und gelangen in die noch flüssige Papierbahn, „dann bilden sich Einschlüsse im Papier, an denen die Bahn während der Produktion abreißt“, sagt Teichmann.

Auch an Schiffsrümpfen fühlen sich Biofilme wohl. Der schwabbelige Belag erhöht den Reibungswider-



Gefährlicher Erreger im schleimigen Biofilm: Staphylococcus aureus.

stand des Schiffes um bis zu zehn Prozent. Das kostet Geschwindigkeit oder mehr Energie: „Das können Sie eins zu eins in Öl umrechnen“, sagt Flemming.

Steigende Energiekosten sind ein Problem, ein anderes ist Korrosion: „Die zerstören sogar Edelstahl“, sagt Flemming. Und zwar ohne dass man es merkt. Ein nur 50 bis 100 Mikrometer dünner Biofilm schirmt die Edelstahloberfläche selbst in belüfteten Becken ab. Unter diesen anaeroben Bedingungen können die Bakterien Schwefelwasserstoff bilden, wenn Sulfat im Wasser ist. Schwefelwasserstoff aber ist so korrosiv, dass selbst Edelstahl angegriffen wird.

Haben sich die Bakterien erst einmal gemütlich in einem System eingerichtet, bekommt man sie ohne größeren Aufwand nicht wieder weg. „Viele denken, wenn man da jetzt einfach nur Biozide oder Desinfektionsmittel hineingibt, tötet das die Bakterien ab, und das Problem ist gelöst“, sagt Flemming. Nur: So funktioniert es nicht. Die Bakteriengifte töten meist nur die frei schwimmenden Einzeller ab. Im Biofilm selbst erreichen die Mittel nur die oberen Schichten, die darunter liegenden bleiben unverehrt. „Die abgestorbenen Mitbewohner dienen den anderen als Futter“, sagt Lars Teichmann. Aber selbst wenn alle Bakterien in einem Biofilm abgetötet werden: „Was hilft es dem Wärmetauscher, wenn die Bakterien zwar tot sind, der Film mit den toten Bakterien aber immer

noch da ist und weiterhin isoliert?“ fragt Flemming.

Auch Oberflächen mit antimikrobieller Beschichtung sind keine dauerhafte Lösung. In mancher Küche steht bereits ein Kühlschrank mit solcher Ausstattung. Doch auch da ist

Sepsis angesagt, denn es dauert einfach nur ein bisschen länger, bis die Bakterien sich eingerichtet haben: „Auf der Schicht abgestorbener Bewohner siedeln neue an und bauen den Biofilm auf“, sagt Teichmann. In Industrieanlagen und im Eigen-

heim hilft im Grunde nur eines: schrubben, schrubben, schrubben. Genau wie beim Zahnbelag ist der regelmäßige Einsatz der Bürsten der beste Weg, um sich des schleimigen Biotops zu entledigen. „Das kann man noch kombinieren mit Bioziden und extremer Hitze“, sagt Lars Teichmann.

Wissenschaftler wie Flemming oder Teichmann tun aber das Gegenteil: Sie züchten Biofilme. Um sie zu erforschen. Vor allem das Gesellschaftsleben der Mikroorganismen interessiert sie. Denn innerhalb des behaglichen Schleims führen Mikroorganismen kein tristes Einsiedlerleben. Sie kommunizieren untereinander, fast wie die Zellen eines mehrzelligen Organismus. So produzieren sie wie auf Zuruf gemeinsam Verdauungsenzyme oder Abwehrstoffe, aber nur, wenn ausreichend viele Bakterien im Film leben. „Alle Bakterien senden ständig Signalmoleküle aus, und wenn deren Menge einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, schaltet das bestimmte Gene an, und die Produktion geht los“, sagt Flemming. Er vergleicht das mit Männern in der Umkleekabine: „Bei einem oder zwei Männern reicht der Schweißgeruch noch nicht aus. Ist der Raum aber voll und der Gestank kriecht jedem in die Nase, merken plötzlich alle, dass es Zeit wird, unter die Dusche zu gehen.“

Fatale Folgen hat das schleimige Mannschaftsspiel der Mikroorganismen in der Medizin. Etwa wenn gefährliche Erreger wie Staphylokokken sich auf Prothesen oder in Kathetern einnisten und das schon geschwächte Immunsystem der Patienten zusätzlich attackieren.

Vor allem ihre Rolle bei chronischen Wunden wurde bisher unterschätzt, klagt Flemming. Das amerikanische National Institute of Health schätzt, dass achtzig Prozent aller chronischen Wunden durch Biofilme verursacht werden. Standardtherapien gibt es nicht. „Es hilft schon, Wundauflagen zu nutzen, die den Bakterien die Feuchtigkeit entziehen, statt sie zu stauen“, sagt Flemming. Doch das ist erst ein Anfang. Der Handlungs- und Forschungsbedarf ist enorm. Randall Wolcott, Experte für chronische Wunden und Biofilme aus Lubock, Texas, ist überzeugt: „Durch Biofilme sterben mehr Menschen als durch Krebs.“

UNSERE THEMEN
MO ÖKONOMIE
DI ESSAY
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
DO NATURWISSENSCHAFTEN
FR LITERATUR

Konkurrenten beeinflussen Partnerwahl

DÜSSELDORF. Was spielt im Tierreich eine Rolle, wenn ein Männchen ein Weibchen als Partner wählt? Potsdamer Tierökologen entdeckten einen Faktor, den bisher niemand auf der Rechnung hatte. Es ist nicht nur Schönheit, Größe oder Fruchtbarkeit, die die Wahl des Männchens beeinflussen. „Schon die Anwesenheit eines Konkurrenten verändert die Entscheidung des Männchens“, sagt Thomas Plath von der Universität Potsdam.

Er und seine Kollegen präsentierten ihren Laborfischen, dem kleinen Mexikokärpfling *Poecilia mexicana*, verschieden große Weibchen. Konnten die Fischmännchen unbehelligt ihre Wahl treffen, entschieden sie sich regelmäßig für die größten und schwersten Weibchen, die in aller Regel fruchtbarer sind als kleine Kärpflingdamen. Je nach Größe bekommen die Fischweibchen zwischen fünf und vierzig Junge.

Erschien auf der Bühne aber ein männlicher Konkurrent, änderten die Romeos plötzlich ihre Vorlieben und wählten gleichmäßiger zwischen großen und kleinen Weibchen aus.

Auch wenn es auf den ersten Blick so aussieht, als ob die Fischmännchen auf Nachwuchs verzichten, erscheint die Zurückhaltung im evolutionären Lichte durchaus plausibel. „Sie versuchen so wahrscheinlich, Spermienkonkurrenz zu vermeiden, weil sich die Weibchen mit mehreren Männchen paaren könnten“, schreiben die Forscher im Fachblatt „Animal Behaviour“. Wenn sich dann die Spermien mischen, besteht die Gefahr, dass die eigenen gar nicht zum Zuge kommen. Wer ein kleines, nicht so begehrtes Weibchen in Betracht zieht, könnte also am Ende mehr davon haben. *anh*

Chef des Weltklimarats zum „Nachrichtenermächtiger 2007“ gewählt

„Nature“: Pachauri verhinderte die Verwässerung wissenschaftlicher Ergebnisse

LONDON. In Oslo nahm er den Nobelpreis noch stellvertretend für den gesamten Uno-Klimarat entgegen. Den Titel „Nachrichtenermächtiger des Jahres“, den die Redaktion des britischen Wissenschaftsmagazins „Nature“ in diesem Jahr erstmals verleiht, bekommt der Chef des Uno-Klimarats, Rajendra Pachauri, nun allein.

Der Bericht des Rats (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) hatte die Verantwortung des Menschen für den Klimawandel in diesem Jahr so deutlich wie nie zuvor herausgestellt. Das Gremium erhielt für seine Arbeit zusammen mit dem ehemaligen US-Vizepräsidenten Al Gore den Friedensnobelpreis.

Dem indischen Ökonomen und Umweltforscher sei dabei eine besonders

wichtige Position zugekommen während der immer wieder aufreibenden Verhandlungen, die ihm manche schlaflose Nacht bereitet hatten: Ihm sei es vielfach gelungen, die „Verwässerung“ der wissenschaftlichen Resultate zu verhindern, heißt es in einem Artikel der aktuellen „Nature“.

Rajendra Pachauri, 1940 in Indien geboren, sitzt dem IPCC seit 2002 vor. Er hat sowohl in den USA als auch in Indien an Universitäten und Forschungseinrichtungen als Ingenieur und Wirtschaftswissenschaftler gearbeitet und war in den neunziger Jahren Uno-Berater für die nachhaltige Nutzung natürlicher Rohstoffe.

Für Pachauri war immer klar, dass es bei der Erforschung des Klimawandels nicht nur um Wissenschaft geht,

sondern auch darum, künftige Konflikte zu verhindern. In seiner Nobelpreis-Rede berief er sich auf den früheren Bundeskanzler und Friedensnobelpreisträger von 1971, Willi Brandt, für den „neben vernünftiger Politik das Lernen und Verstehen die einzig glaubwürdige Alternative zur Gewalt“ sei.

Der neu geschaffene Titel des Wissenschaftsmagazins „Nature“ soll Personen zukommen, die eine herausgehobene Rolle in der öffentlichen Debatte der Wissenschaft einnehmen. „Nature“-Chefredakteur Philip Campbell erklärte: „In den nächsten Jahren könnte der Nachrichtenermächtiger des Jahres auch jemand sein, der einen negativen Einfluss hatte und dessen Handlungen eher Kritik als Lob verdienen.“ *anh*

BNP PARIBAS

TÜRKEI

BNP PARIBAS

„BNP PARIBAS ist sehr zufrieden mit ihren Investitionen in der türkischen Bank TEB. Die beiden Banken ergänzen sich hervorragend und bilden eine synergetische Einheit. Seit unserer Investition im Jahre 2005 ist die Anzahl unserer TEB-Filialen von 91 auf 230 gestiegen, während die Zahl unserer Mitarbeiter sich von 2180 auf 4500 mehr als verdoppelt hat. Die Türkei ist ein Land mit einem außergewöhnlichen Potenzial. Wir wurden vom immensen Marktvolumen, den qualifizierten Arbeitskräften, den umfangreichen Wirtschafts- und Sozialreformen sowie von der geographischen Nähe zur EU angezogen.“

BNP PARIBAS Mr. Baudouin PROT, BNP Paribas CEO

INVEST IN TURKEY

- 70 Millionen Einwohner, davon sind 65% unter 34 Jahren.
- Durchschnittsalter: 29 Jahre.
- Ca. 400.000 Studenten pro Jahr erhalten einen Universitätsabschluss.
- Junge, qualifizierte und motivierte Arbeitskräfte.
- Extrem wettbewerbsfähige Investitionsbedingungen.
- Der Export stieg um 240% in 4 Jahren, bis auf 85 Milliarden USD im Jahr 2006.
- Zugang zu EU-Ländern, Zentral-Asien und dem Mittleren Osten.
- Das BIP stieg in den letzten 4 Jahren um 122% auf 400 Milliarden USD.
- Platz 17 der größten Volkswirtschaften der Welt; Platz 6 im Vergleich zu den EU-Mitgliedsstaaten.
- Mit einem FDI-Inflow von 20,2 Milliarden USD belegt die Türkei Platz 13 unter den attraktivsten Ländern der Welt.
- Seit 2002 steigt das BIP jährlich um 7,4%.

REPUBLIC OF TURKEY PRIME MINISTRY
INVESTMENT SUPPORT AND
PROMOTION AGENCY

**YOUR ONE-STOP-SHOP
IN TURKEY**

invest.gov.tr