

labor&more

AppliChem
Revolution.



Von Wissenschaftlern für Wissbegierige
in der Chemie, der Biotechnologie und Pharmaforschung

1/09

Im Jahr des doppelten Darwinjubiläums ist unsere Redaktion einem völlig neuen Menschen auf der Spur. Es ist erstmals gelungen in einem streng geheimgehaltenen Labor am Fuß der mittleren Rocky-Mountains eine sensationelle Aufnahme machen zu können. Um sein Leben zu schützen müssen wir den Namen des Fotografen verschweigen. Der neue Mensch – oben Gorilla, unten mit schönen Beinen ausgestattet, die auch (welch sensationeller Erfolg der Forschung) keine Enthhaarungscreme mehr brauchen, verfügt über ein starkes Kommunikationstalent. Oben Mann und unten Frau – die Probleme der Geschlechterbenachteiligung sind mit diesem Züchtungserfolg vielleicht gelöst.

Wir bleiben dran.

ENTWISST

ENT DECKT

Eigentlich war er ja nur ein Reisebegleiter. Er sollte sich ein paar Notizen machen und intelligent plaudern, damit der Kapitän standesgemäße Unterhaltung genießen kann. Das ging schief. Charles entdeckte plötzlich seine Wissbegier und weil die ihn nicht mehr loslies, entdeckten wir (als er erst Jahre später darüber publizierte), dass manches in den heiligen Büchern unstimmig ist. **Darüber streiten manche noch heute.**

„Wir sind, um es einmal so zu formulieren, eigentlich nur die Neandertaler von morgen.“

Hoimar von Ditfurth

Entspannt



Das waren unsere Vorfahren mit Sicherheit. Saubere üppig-grüne Wälder sind ein deutlich besserer Platz als staubige Savannen. Holzfäller waren weit und breit nicht in Sicht. Die Sprache beherrschten Sie noch nicht und so konnten Sie in den Wipfeln kein Wort darüber verlieren, dass ihre Kinder und Enkelkinder dereinst die Welt in eine Finanzkrise stürzen werden.

Die Affen sind unter uns.

succidia

...die totale DNA-Dekontamination

funktioniert!!!

auch

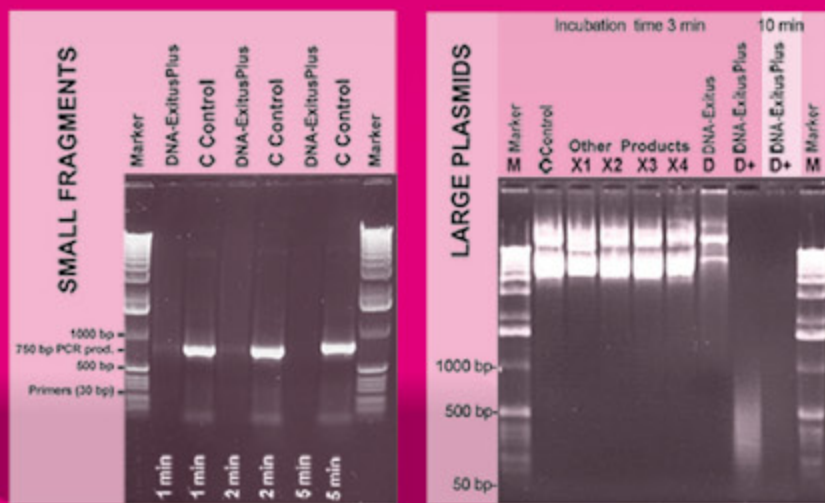
INDIKATORFREI

SUPER!

GIB'S IHR!

LASST DIE KLEINEN VOR!

ICH WILL AUCH MAL...



Wir haben unsere Produktreihe für eine absolut 100%ige DNA-Dekontamination erweitert: das neue **DNA-ExitusPlus™ IF** – die indikatorfreie Variante – die DNA und RNA schnell und wirklich effizient zerstört und gleichzeitig keine korrosiven Eigenschaften aufweist.

ALSO: ● indikatorfrei ● nicht korrosiv ● nicht giftig ● optimal für PCR-Arbeitsplätze ● dekontaminiert Oberflächen, Laborgeräte, Kunststoff, Glas und Pipetten

AppliChem
BioChemica Chemical Synthesis Service



Darmstadt hat eine weitere Topadresse:

AppliChem GmbH Ottoweg 4 64291 Darmstadt **Telefon** 06151/93 57-0 **Fax** 06151/93 57-11 **eMail** service@appliChem.com **Internet** www.appliChem.com

editorial

→ **Chance birgt Risiko** →→ **Darwin lässt grüßen** →→→ **Obama fängt an**

Ich stelle immer wieder fest, dass mich das Biologiestudium doch mehr geprägt hat, als angenommen. Vielleicht auch einfach deshalb, weil es (m)eine Überzeugung ist. Ich ertappe mich immer wieder dabei, wie ich Vergleiche zwischen Situationen in der Arbeitswelt und der Politik mit Theorie und Praxis in der Biologie vergleiche.

Seitdem ich den Labormarkt beobachte bzw. aktiv daran teilnehme, hat sich sehr viel verändert. Vielleicht sogar mehr als in anderen Branchen? Das kann daran liegen, dass sich der forschungsintensive Laborbereich natürlicherweise ständig weiterentwickelt. Und auch daran, dass seit gut 20 Jahren stetig Geld – und zwar große Summen – investiert wurden. Das hat vielen Wissenschaftlern die Chance gegeben, Ideen kommerziell zu verwirklichen, es zumindest zu versuchen. So manches Sahnestückchen wurde dann auch von einem großen Hecht im Teich der Biotechnologie verspeist. Aber nicht nur die Neuen der Farbenlehre Biotechnologie (die „weißen“, „grünen“ und „roten“ Biotechnologen, sicher nicht ein Ausdruck der politischen Gesinnung) passten in das Beuteschema. Auch innerhalb der Laborzulieferer wurde so manches Unternehmen geschluckt, verdaut und mal mehr oder weniger zum Fettpölsterchen weiterentwickelt. Der schwerverdauliche Rest wurde freigesetzt, darunter auch einige hochqualifizierte Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, die die Chance nutzten und zum Teil neue Unternehmen gründeten.

Die Größe der einen gibt dann also den neuen Nischenbesiedlern wiederum einen neuen Lebensraum und die Chance zu wachsen, bis sie ihr Köpfchen so weit rausstrecken, dass sie entweder von Heuschrecken abgegrast werden, wieder geschluckt oder – in einigen Fällen – in kurzer Zeit einen so kräftigen Stamm ausbilden konnten, dass sie auch stärkeren Stürmen widerstehen konnten.

In den USA beginnt gerade eine neue Zeitrechnung mit einem neuen Präsidenten. Eine Chance nicht nur für das Land, sondern auch für die Welt? Wird endlich im Land der Molekularbiologen wieder in die Biotechnologie investiert? Erfüllen endlich auch die Mitgliedstaaten der EU ihre Verpflichtung nach Lissabon, die Ausgaben für Forschung auf 3% des jeweiligen Bruttoinlandsproduktes anzuheben? Als die Krise kam, wurden schnell Zahlen und Erwartungen nach unten korrigiert. In jeder Krise die Strategie der Unsicheren. Nach oben erfordert Mut und fällt deshalb einfach schwerer.

Neulich habe ich den Kommentar gehört, dass der Hamburger Container-Hafen ein Minus von mindestens 20% in 2009 erwartet. Statt zu jammern will man die Zeit nutzen den Hafen zu sanieren. Man nutzt die Chance sich auf die Herausforderungen der Zukunft einzustellen. Wachstum und Leistungskraft kommt nicht einfach so daher.

Unser eigenes Unternehmen, die AppliChem GmbH, ist übrigens entstanden, weil Chancen erkannt und genutzt wurden. Chemiker haben in der damals in ihrem Fach herrschenden Flaute nicht gleich und selbstverständlich einen Job bekommen, oder nicht den, den sie wollten. Also haben sie sich selbstständig gemacht und ein Unternehmen aufgebaut. Heute, nach 17 Jahren, sind wir weltweit tätig. Mit Niederlassungen in Asien, Skandinavien und den U.S.A. Wettbewerber sind damals vom Markt verschwunden – so wie oben beschrieben. Den Hechten sei auch mal gedankt. Jetzt müssen wir mit der täglichen Chance Wachstum fertig werden. Können wir alle Aufträge fristgerecht bearbeiten? Belasten wir unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nicht über die Grenzen? Bekommen wir rechtzeitig qualifizierten Nachwuchs? Wie entwickeln wir unser Know-how und wie entwickeln wir das Unternehmen in die Zukunft?

Der Selektionsdruck ist hoch. Ständig werden neue Regularien aufgestellt, die zu erfüllen sind: REACH und der Emissionshandel werden neuerdings die chemischen Unternehmen zusätzlich belasten. Der Wettbewerbsdruck wächst – es wird sich zeigen, wer sich am besten an die neuen Bedingungen anpasst. Wir fühlen uns dafür gut gerüstet. Neue Aufgaben erfordern immer wieder eine neue Anpassung. Wir werden von den Finken lernen – nicht nur im Darwin-Jahr ...

→ **Dr. Wolfram Marx**

Dr. Wolfram Marx – Biologe mit Leib und Seele – ist bei der AppliChem GmbH für das Marketing verantwortlich und Mitbegründer von labor&more.



Diese Ausgabe labor&more enthält Beilagen der Firmen Kern&Sohn und AppliChem.



So ein tolles Jahr!

Das hat auch wieder richtig gut angefangen. Silvester hat es überall gekracht und die Leute haben sich ein gutes neues Jahr gewünscht. Das ging dann konsequent weiter – in den Banken hat es gekracht, die Exporte sind donnernd runter gebrochen und heute können wir gemeinsam feststellen, vielleicht haben sich unsere Neujahrswünsche noch nicht so richtig erfüllt... Folgerichtig hätten wir uns jetzt im Verlag zusammensetzen müssen und Krisenmanagement betreiben. Kosten sparen. labor&more muss viel kleiner werden, denn das ist ja viel billiger – sofort mit der Papierqualität runter, das spart ebenfalls Geld. Kleinere Illustrationen, sparsamer Text. Wie Sie sehen, das haben wir nicht gemacht. Wir sind nämlich der Meinung, dass gerade, wenn es einmal ein bisschen schwieriger wird, die Kunden ein Recht darauf haben, weiterhin gute Qualität zu erhalten.

Und gerade, wenn es schwieriger wird, ist es auch wichtig, dass wenigstens ein paar Optimismus verbreiten. Wir wissen genau, dass dies alles schon einmal dagewesen ist. Sogenannte Wirtschaftskrisen gab es schon öfter. Nichts geht immer nur und unaufhaltsam nach oben, das haben die Leute beim Turmbau zu Babel schon erkannt. Alle Wachstumskurven haben irgendwann ihren Peak, dann geht es wieder nach unten – aber genau so sicher geht es anschließend wieder rauf. Das liegt einfach daran, dass wir Menschen lernen. Wir erkennen ein Problem, denken darüber nach und werden dann auch damit fertig. Deshalb krepeln wir ganz fröhlich die Ärmel hoch und gehen in ein tolles Jahr. Mit wichtigen Veranstaltungen weltweit und nach drei Jahren wieder mit der Achema in Frankfurt. Sie wird Impulse setzen, auch wenn die Chemie in Deutschland zurzeit ein bisschen stöhnt.



Robert Erbedinger, succidia AG
Head International Sales & Marketing

Wir freuen uns, dass viele Firmen mit Ihren Anzeigen in labor&more wieder zeigen, wo es lang geht. Das sind die Partner, auf die man vertrauen kann, die Innovation und Qualität anzubieten haben. Die sind nicht mutig, die sind clever. Denn Sie sehen bereits, dass es positiv weitergehen wird.

Auf ein gutes Jahr
Ihr Robert Erbedinger

Gehirn-Jogging mit labor&more, Ausgabe 05/08

And the winner is ...



Über die rege Beteiligung am Gewinnspiel in unserer letzten Ausgabe labor&more haben wir uns sehr gefreut!

Unter den Top 3 war es knapp, eingereicht wurden 323(!), 308 und 305 Wörter. Auch nach Abzug aller ungültigen und fragwürdigen Wörter behielt der Spitzenreiter den Spitzenplatz.

Ganz herzlich bedanken wir uns bei Wilkinson Sword für die Bereitstellung des Gewinns in labor&more-Optik: eine 4-in 1 Glas-Nagelfeile und ein Handy Nokia 7373 mit integrierter Kamera. Aufgabe war es, neue Wörter aus den Buchstaben LABORANDMORE zu bilden. Wir hatten es geahnt – die labor&more-Leser sind kreative Köpfe und fit dazu. Doch die eingereichte Wortakrobatik hat unsere Erwartungen weit übertroffen und gezeigt, wieviel in labor&more steckt...

Wir gratulieren Andreas Moll, labor&more Leser von Roche, und wünschen viel Spaß mit dem Gewinn!

Der Gewinner wurde von Rechtschreibexpertin Dr. Sabine Hillinger ermittelt – ein herzliches Dankeschön hierfür. Sabine Hillinger hat an der Universität in Rostock Germanistik und Anglistik studiert und zum Thema Rechtschreibreform promoviert. Sie ist freiberufliche Lektorin und Redakteurin. sabine.hillinger@ductus-comm.de

DARWIN - JAHR 2009

editorial
Chance bringt Risiko Darwin lässt grüßen Obama fängt an
Dr. Wolfram Marx



darwin09
Geschichte des Lebens
Prof. em. Werner Arber 6

phylogenetik
Evo-Devo
Dr. Shigehiro Kuraku 8

ansichtssache
Werkzeugkasten Erbgut
Prof. Dr. Joachim Bauer 12

leibniz-preise
Spitzenforscher 14

RNA-aptamere
Gegen die Schlafkrankheit
Prof. Dr. H. Ulrich Göringer 16

denkwerkzeuge
Einheit in der Vielfalt!
Prof. Dr. Claus Mattheck 18

vorbild
Schnee schluckt Schall
Prof. Dr. Waldemar Maysenhölder, Dr. Martin Schneebeli 22

turbogustav
Die Kraft des Windes
Prof. Dr. Gustav Winkler 24

inspiration
Natürlich beschichtet
Nadine Rehfeld, Dr. Ingo Grunwald, Dr. Volkmar Stenzel 26

BINDEN UND ENTBINDEN 28

Was alles zusammenklebt
Dr. Hermann Onusset 29

Römischer Superkleber
Frank Willer 30

Kleben und Entkleben auf Kommando
Interview mit Dr. Ramón Bacardit, Henkel 32



Haare mit unbeschränkter Haftung
Prof. Dr. Stanislav Gorb 34

glycobiologie
Ein Platz an der Sonne
Prof. Dr. Thisbe K. Lindhorst, Mirja Hartmann 40

chemie&computer
Erbsenzähler oder Nussknacker
Jürgen Brickmann 42

Chemie als nicht empirische Wissenschaft
Prof. Dr. Sigrid Peyerimhoff 44

PinkSurfer
Schöne Virenwelt
Dr. Mario Mehmel

SchillingsEcke
Halluzinogene Pilze ... und andere
Dr. Gerhard Schilling 46

killerpilze
Mysteriöses Reetdachsterben
Dr. Wolfgang Sipos 48

die ionen-haartrockner-story
Gott schütze mich vor meinen Freunden!



Jürgen Brickmann 50

akustik
Klangbeispiele
Dr.-Ing. Philip Leistner 52

ChromChat
Flash Chromatographie-Systeme
Dr. Andrea Junker-Buchheit 56

was es alles gibt was ist los ende gut alles gut
58
66
70

Impressum labor&more

ISSN 1866-5217

AppliChem GmbH
Ottoweg 4
D-64291 Darmstadt
Tel. 06151/93 57-0
Fax 06151/93 57-11
www.applichem.com

Redaktion
Prof. Dr. Jürgen Brickmann [JB]
Dr. Wolfram Marx [WM]
Jörg Peter Matthes [JPM]
Jutta Maur [JM]
Dr. Mario Mehmel [MM]
Masjar Sabok Sir [MSS]
Claudia Schiller [CS]
Dr. Gerhard Schilling [GS]

Autorenkontakt
Claudia Schiller,
schiller@4t-da.de

Wissenschaftlicher Beirat
Prof. Dr. Helmut Böhme
Dr. Peter Christophliemk
Prof. Dr. Horst Hahn
Prof. Dr. Rüdiger Kniep

Auslandskorrespondent Frankreich
Prof. Dr. Philippe Bopp
Philippe.Bopp@u-bordeaux1.fr

Verlag Anzeigenleitung
Robert Erbedinger, succidia AG,
erbedinger@succidia.de

Auflage 21.000 ZKZ 75010

Bezugspreis
Einzelheft 10 € | Jahresabo (5 Hefte) 40 €

Anzeigenverwaltung
Iris Ladewig, succidia AG,
ladewig@succidia.de

Konzeption, Layout, Produktion
4t Matthes+Traut Werbeagentur GmbH
www.4t-da.de
Kontakt: Jutta Maur, maur@4t-da.de

Druck
Frotscher Druck, Darmstadt
www.frotscher-druck.de

Heftbestellung
info@succidia.de

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit schriftlicher Genehmigung und Quellenangabe gestattet. Der Verlag hat das Recht, den redaktionellen Beitrag in unveränderter oder bearbeiteter Form für alle Zwecke, in allen Medien weiter zu nutzen. Für unverlangt eingesandte Bilder und Manuskripte übernehmen Verlag und Redaktion sowie die Agentur keinerlei Gewähr. Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors.



...mehr Sicherheit für Ihre Zellkulturen!!!

Detektion: PCR-Kit



Wissen ist gut – Kontrolle ist besser: der **PCR-Mycoplasmen-Testkit** weist Mycoplasmen-Kontaminationen in Zellkulturen nach. Bereits nach wenigen Stunden haben Sie das Ergebnis: einfach, schnell und sicher.

- ready-to-use optimierter PCR-Mix
- weist alle Mycoplasmen-Arten nach, die in Zellkulturen gefunden werden
- hohe Sensitivität
- keine Radioaktivität
- für 20 Tests



Vorbeugung: Reinigung

Lassen Sie es erst gar nicht so weit kommen: das ungiftige und biologisch abbaubare **Incubator-Clean** in der praktischen Sprühflasche reinigt Ihren Inkubator auch bis in die letzte Ecke und mit **Incuwater-Clean** sind die Zeiten von kontaminiertem Wasser im CO₂-Inkubator endlich vorbei! Es wird in einer Konzentration von 1 % eingesetzt.

Behandlung: Antibiotika

... und wenn es doch einmal passiert ist: **Antibiotika** sind die wirksame Therapie bei einer Mycoplasmen-Kontamination. Bei uns entweder als Kombi-Präparat – **Myco-1 (Tiamutin) & Myco-2 (Minocyclin)** – oder als Einzelsubstanz – **Myco-3 (Ciprofloxacin)** – für die zielsichere Tötung unerwünschter Keime erhältlich.



Sonderwünsche

Außerdem verfügen wir über die Ausstattung und das Wissen zur Herstellung von Zellkulturpulvermedien. Neben den Standardmedien aus unserem Katalog BioChemica bieten wir Ihnen unseren besonderen Service: die Sonderanfertigung von Pulvermedien nach kundenspezifischen Rezepturen ● nur aus Rohstoffen höchster Qualität ● Mengen zwischen 20 L und 1000 L einer Charge ● auf Wunsch auch als Lösung lieferbar

AppliChem



darwin09

Geschichte des Lebens

Darwins Evolutionslehre aus heutiger wissenschaftlicher Sicht

Werner Arber, Prof. emeritus für Molekulare Mikrobiologie
Biozentrum, Universität Basel, Schweiz

Einblicke in die lange Geschichte der Evolution von Lebewesen ergaben sich seit Jahrhunderten aus dem Vergleich von im Erdboden gefundenen Fossilien von Pflanzen und Tieren untereinander und mit heute lebenden Organismen. Der vor 200 Jahren geborene Charles Darwin basierte seine vor 150 Jahren publizierte Theorie der natürlichen Selektion einerseits auf den Befunden des Fossilienvergleichs und andererseits auf seinen eigenen Beobachtungen über phänotypische Verschiedenheiten bei den in geographischer Isolation lebenden Angehörigen der gleichen Familie von Organismen. Damals konnte die Wissenschaft keine Erklärung geben über den Grund phänotypischer Verschiedenheiten. Der Phänotyp, die jeweilige Erscheinungsform der Organismen, schließt alles ein, was unserer Beobachtung und analytischen Messungen zugänglich ist. Vor 150 Jahren war das Konzept des Gens noch nicht geprägt worden. Wenn Darwin von Varianten sprach, bezog er sich auf phänotypische Verschiedenheiten.

In den vergangenen 150 Jahren hat die Wissenschaft gewaltige Fortschritte gemacht. Die Genetik als wissenschaftliche Spezialrichtung wurde eingeführt. Sie entwickelte sich in den letzten 6 Jahrzehnten zur Molekulargenetik, seit wir wissen, dass die vormals abstrakt definierte Erbinformation in langen Fadenmolekülen, der sogenannten DNA, niedergeschrieben ist. Wie in unserer geläufigen Schrift, sind in der Erbschrift einzelne Buchstaben linear hintereinander gereiht. Von diesen sogenannten Nukleotiden finden in der DNA nur vier verschiedenartige Gebrauch. Im metaphorischen Vergleich würde die in einem einzelligen Bakterium vorgefundene Erbschrift ein ganzes Buch füllen, die Erbschrift höherer Lebewesen und auch des Menschen eine ganze Bibliothek mit mehreren hundert bis über eintausend Bänden. Bisher identifizierte Gene haben verschiedene Längen und sie enthalten im Mittel etwa 1.000 Buchstaben, was weniger als einer Buchseite entspricht.

Wir wissen heute, dass das Aussehen eines Organismus, sein Phänotyp, zu einem wesentlichen Teil von der Erbinformation abhängt, zu einem anderen Teil allerdings auch von verschiedenen Umwelteinflüssen, womit wir die mechanistisch noch relativ schlecht verstandene Epigenetik ansprechen. Stabil vererbte Varianten der Erscheinungsform gehen in der Regel auf eine Veränderung in der Erbinformation des Lebewesens zurück. Allerdings hat nicht jede Veränderung in der Erbschrift auch eine Veränderung des Phänotyps zur Folge.

Dank intensiven genetischen Studien mit Bakterien und mit bakteriellen Viren konnten in den vergangenen Jahrzehnten molekulare Mechanismen der in der Natur spontan erfolgenden genetischen Variation erforscht werden. Dazu kam als neue Methodik die Sequenzanalyse der DNA, die es auch erlaubt, DNA-Sequenzen eng verwandter Lebewesen zu vergleichen. Aus all diesen Studien ergibt sich unsere heutige Einsicht in die natürlich erfolgende genetische Variation. Es ist dabei klar geworden, dass die genetische Variation die treibende Kraft der biologischen Evolution ist. Wäre die Erbinformation in großen Populationen absolut stabil, so könnte man keine biologische Evolution erwarten. Allerdings finden wir in der Natur keine gute Evidenz, dass spontane genetische Variation absolut zielgerichtet erfolgen würde, vielmehr liegen der Variation auch Zufallskomponenten zugrunde. Die von Charles Darwin postulierte natürliche Selektion definieren wir als ein sich Zurechtfinden der Lebewesen mit den von ihnen vorgefundenen Lebensbedingungen. Diese werden einerseits bestimmt von der unbelebten Umwelt, wie etwa den im Boden und in der Luft vorgefundenen Stoffen und auch der Temperatur. Andererseits beeinflussen die in einem Ökosystem anwesenden Lebewesen durch ihre Aktivitäten oft auch die Lebensbedingungen für andersartige Lebewesen. Daraus ergibt sich, dass die Richtungen der Evolution, d.h. wie die Zweige am Evolutionsbaum weiter wachsen, durch die Wirkung der Lebensbedingungen auf die Populationen von herkömmlichen Organismen und ihren verfügbaren Varianten bestimmt werden. Schließlich modulieren geographische und reproduktive Isolation den Evolutionsprozess.

Werner Arber ist emeritierter Professor für Molekulare Mikrobiologie, Biozentrum der Universität Basel, wo er von 1971 bis 1996 forschte und lehrte. Zuvor studierte er an der ETH in Zürich Naturwissenschaften und er erlangte 1958 an der Universität Genf ein Doktorat in Biologie. Nach seinem Postdoktorat in den USA kehrte er 1960 an die Universität Genf zurück, wo er habilitierte und später zum ao Professor ernannt wurde. Vor seinem Umzug nach Basel nahm er noch eine einjährige Besuchsprofessur an der Universität Kalifornien in Berkeley wahr. Professor Arber widmete seine Forschung der mikrobiellen Genetik mit den Schwerpunkten horizontaler Gentransfer, enzymatische Restriktionssysteme zur Einschränkung der Aufnahme von fremder Erbinformation durch Bakterien, enzymatische Rekombinationssysteme und schließlich molekulare Mechanismen der genetischen Variation.

Evolutionsstrategien

Die heute verfügbaren Kenntnisse über die spontane Entstehung von genetischen Varianten können wir wie folgt zusammenfassen: Eine Vielzahl von molekularen Mechanismen trägt, jeder in seiner spezifischen Weise, zur spontan erfolgenden genetischen Variation bei. Diese Mechanismen lassen sich drei natürlichen Strategien zuordnen, wobei jede dieser Strategien qualitativ verschiedenartige Beiträge zur biologischen Evolution leistet.

→ Lokale Änderung von DNA-Sequenzen

Eine erste Evolutionsstrategie verändert die Erbschrift sehr lokal. Ein Buchstabe kann durch einen anderen ersetzt werden, ein Buchstabe kann ausfallen, ein Buchstabe kann neu eingefügt werden oder einige benachbarte Buchstaben können in ihrer Reihenfolge versetzt werden. Solche Veränderungen geschehen oft bei der Vermehrung der DNA, beispielsweise in Abhängigkeit von kurzlebigen isomeren Formen eines Nukleotids oder einer gewissen chemischen Instabilität eines Nukleotids. Zum Glück besitzen die Lebewesen enzymatische Reparatursysteme, welche die Mehrzahl der neu entstehenden lokalen Sequenzveränderungen vermeiden können. Lokale Veränderungen der DNA-Sequenzen sind Quellen für schrittweise Verbesserung der verfügbaren Erbinformation.

→ DNA-Rekombination

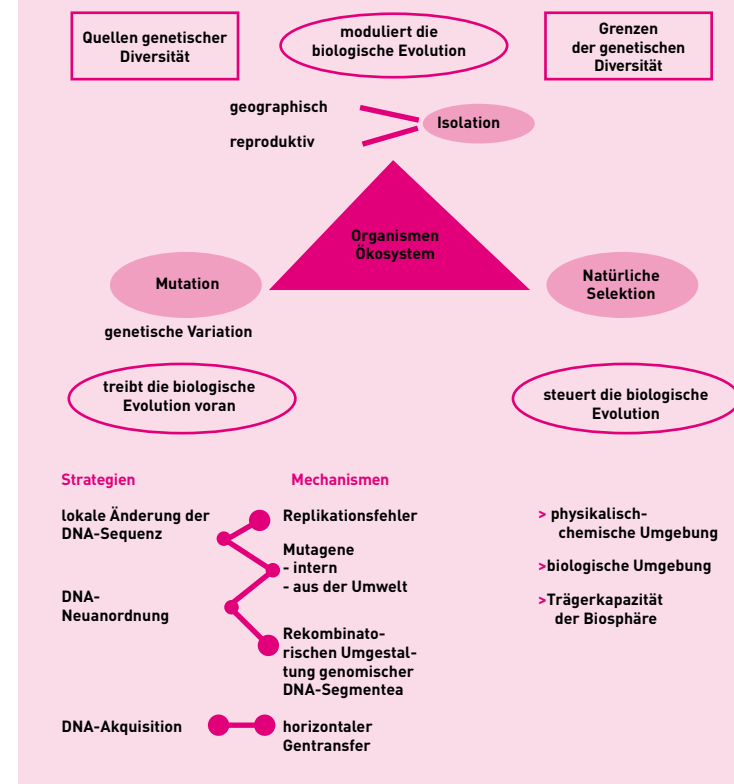
In der zweiten Evolutionsstrategie werden in verschiedenartigen, enzymatisch geleiteten Rekombinationsprozessen DNA-Segmente innerhalb des Erbgutes versetzt, verdoppelt, entfernt oder umgedreht. Häufig handelt es sich dabei um eine bis wenige Seiten der betroffenen Erbibibliothek. Durch derartige Umstrukturierungen können verfügbare Bereiche von Erbinformation miteinander fusioniert werden, was hin und wieder entweder zu neuartigen Funktionen oder zu einer veränderten Kontrolle der Expression gewisser Gene führen kann.

→ DNA-Akquisition

In der dritten Evolutionsstrategie schließlich werden kürzere Bereiche der Erbinformation, wiederum einer bis wenigen Seiten entsprechend, von einer Art von Lebewesen auf ein Individuum einer anderen Art übertragen, wobei häufig Viren als natürliche Genvektoren dienen. Ist die so übertragene Erbinformation dem Empfänger nützlich, ohne seine funktionelle Harmonie zu beeinträchtigen, so bedeutet diese DNA Akquisition für ihn einen wichtigen evolutionären Schritt, basierend auf dem Teilhaben am Erfolg einer langfristigen, evolutionären Entwicklung in andersartigen Lebewesen.

Bei allen drei hier summarisch beschriebenen Evolutionsstrategien ist der Erfolg die Ausnahme und nicht die Regel. Häufig bringt die Veränderung der angestammten Erbinformation einen Nachteil. In der ständig auf Populationen von Lebewesen einwirkenden natürlichen Selektion führt der so definierte Nachteil früher oder später zum Verschwinden des Trägers der benachteiligenden Erbinformation und seiner allfälligen Nachkommen aus den Mischpopulation der Lebewesen. Daher dürfen alle verschiedenartigen Mechanismen, die zur genetischen Variation Beiträge leisten, ihre mutagene Funktion nur

Für seine Entdeckung der Restriktionsenzyme in den 60er Jahren erhielt er 1978 den Nobelpreis Medizin/Physiologie. In den 80er Jahren gehörte Arber 6 Jahre dem Rektorat der Universität Basel an, 1986 bis 1988 als amtierender Rektor. Jahrelang war er Mitglied und Vizepräsident des Schweizerischen Wissenschaftsrates und von 1996–1999 präsidierte er den Internationalen Rat der Wissenschaften ICSU.



Prinzipien der Evolution

mit sehr tiefen Raten ausüben. Wiederum sind in der Realität zur Erfüllung dieser Forderung sehr verschiedenartige Mechanismen zuständig.

Zusammenfassend stellen wir fest, dass die unseren Studien zugänglichen Lebewesen befähigt sind, sich nicht nur zu vermehren, sondern auch zur evolutionären Entwicklung der Populationen eigenständige Beiträge zu leisten. Dazu tragen sowohl Produkte spezifischer Gene als auch intrinsische Eigenschaften der Materie bei. Die darauf basierende biologische Evolution ist ein sehr langsam fortschreitender Prozess und sichert der Mehrzahl der Individuen eine komfortable genetische Stabilität zu. In dem so verstandenen Evolutionsgeschehen hat Charles Darwins Konzept der natürlichen Selektion mitnichten ausgedient. In den vergangenen 150 Jahren haben wir gelernt zu verstehen, warum und wie phänotypische Varianten zustande kommen. Zu Ehren von Darwin und zum Anlass seines 200. Geburtstages am 12. Februar 2009 wollen wir unsere heutigen wissenschaftlichen Kenntnisse über den Prozess der biologischen Evolution „Molekularen Darwinismus“ nennen.

→ w.arber@unibas.ch

Literatur

Die folgenden Übersichtsartikel weisen auch auf relevante Originalliteratur hin:
 Arber W (2003) Elements for a theory of molecular evolution. *Gene* 317:3-11
 Arber W (2007) Genetic Variation and Molecular Evolution. In: Meyers RA, ed. *Genomics and Genetics, Vol 1*. Wiley-VCH, Weinheim, p 385-406
 Arber W (2008) Stochastic genetic variations and their role in biological evolution. In: Arber W, Cabibbo N, Sanchez Sorondo M, eds. *Predictability in Science: Accuracy and Limitations*, Pontifical Academy of Sciences, Acta 19, Vatican City, p 126-140



Evo-Devo

In Genomen, was kann sich ändern und was nicht?

Assistenzprofessor Dr. Shigehiro Kuraku,
Labor für Zoologie und Evolutionsbiologie,
Fachbereich Biologie, Universität Konstanz

Es war der Traum der Biologen den Mechanismus zu entschlüsseln, der die Entwicklung der unterschiedlichen Erscheinungsformen der Organismen dieses Planeten erlaubt hat. Die Etablierung der evolutionären Entwicklungsbiologie hat eine Hypothese geliefert, dass viele regulatorische Gene, die an der Entwicklung selbst entfernt verwandter Tiere beteiligt sind, identisch sind. Die seit kurzem im Großmaßstab verfügbaren DNA-Sequenzressourcen bieten die Möglichkeit diese Idee durch genomweite Analysen zu untersuchen. Die Brücke zu schlagen zwischen morphologischer Diversität und molekularen Merkmalen ist eine herausfordernde Aufgabe. Diese Grenze scheint nur durch eine Kombination verschiedener biologischer Ansätze erreichbar, die zu einer integrativen, evolutionären Studie in der post-genomischen Ära beitragen.

Kyoto, Kobe und Konstanz

Kyoto, eine historische Stadt im Westen Japans, ist der Platz an dem ich, in der Startphase meiner wissenschaftlichen Laufbahn, davon geträumt habe eines Tages Wissenschaftler in Übersee zu werden. Später bin ich in eine moderne Stadt umgezogen, Kobe, wahrscheinlich am bekanntesten durch das starke Erdbeben von 1995. Im Frühjahr 2007 bin ich nach Konstanz gekommen, mit herrlichem Blick auf den Bodensee. Ein 10-Minuten-Spaziergang von der Stadtmitte führt einen in die Schweiz – deshalb ist Konstanz ein Ort der grenzenlosen Gedanken. Letztes Jahr wurde Konstanz als eine der 9 Exzellenz-Universitäten Deutschlands ausgewählt. Bevor ich nach Deutschland kam, konnte ich mir eine derartige (Be-)Förderung meines nächsten Arbeitsplatzes nicht vorstellen, was natürlich ein großes Plus darstellt.

Ob es eine Standardsichtweise ist oder nicht, mir wurde von meinem letzten Betreuer eingeprägt, dass Deutschland ein Land der evolutionären Morphologie ist, geprägt durch Johann Wolfgang von Goethe, Karl Ernst von Baer,

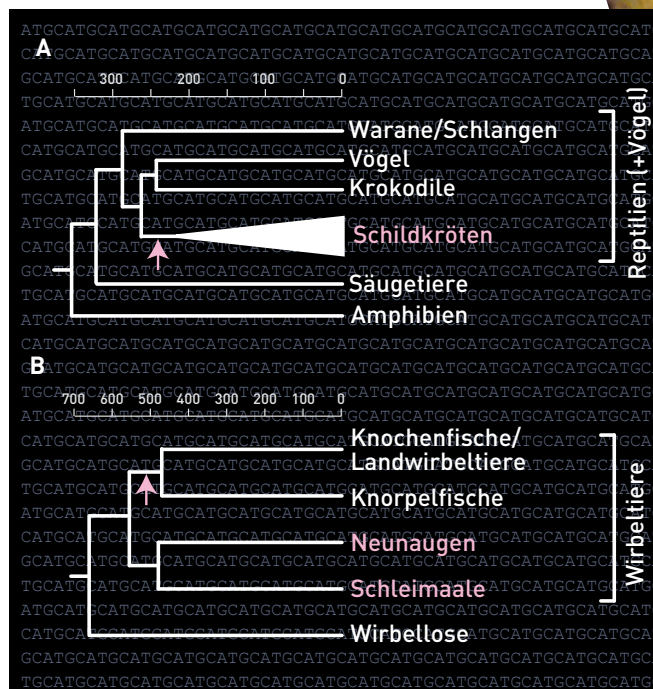


Abb. 1

Evolutionäre Neuheiten.

- (A) Die aktuelle molekulare Phylogenetik schlägt vor, dass sich die auffallende Morphologie von Schildkröten innerhalb der Reptilien abzweigt. Der Zeitpunkt der Entstehung des Schildkrötenpanzers ist mit einem roten Pfeil markiert. Es ist auch akzeptiert, dass sich die Vögel von einem Reptil-Vorfahren entwickelt haben.
- (B) Unter den noch vorhandenen Wirbeltieren hat sich eine Gruppe mit den Schleimaalen und Neunaugen in frühester Zeit abgespalten. Der Zeitpunkt der Entstehung des Kiefers, den die meisten vorhandenen Wirbeltiere besitzen, ist mit einem roten Pfeil markiert. Zeitskala: Millionen von Jahren.

Ernst Haeckel ... Im Gegensatz dazu blickt Japan eher auf eine Geschichte der evolutionären Untersuchungen auf molekularer Ebene zurück. Es gibt hier viele berühmte Meilensteine, wie sich DNA-Sequenzen entwickelt haben (nämlich die der molekularen Evolution). Der hervorstechendste ist der der „neutralen Theorie der molekularen Evolution“, bereits vor etwa 40 Jahren von Motoo Kimura vorgeschlagen [1]. Diese Theorie schlägt vor, dass sich DNA-Sequenzen über die Zeit mit neutralen Mutationen ändern und ist bekannt durch den berühmten Satz „Überleben des Glücklichen“ statt „Überleben des Fittesten“, gemünzt auf die Übertragung des Konzeptes der natürlichen Selektion der morphologischen Evolution, begründet durch Charles Darwin, dessen 200. Geburtstag dieses Jahr gefeiert wird. Selbst bis heute ist der Gegensatz zwischen diesen beiden Ebenen der Evolution – morphologischer und molekularer – noch nicht in Einklang gebracht.

Abb. 2
Der Kopf eines Meerneunauges
(*Petromyzon marinus*)

Dieses Wirbeltier hat anstatt eines Kiefers eine Saugscheibe, die es an andere Fische heftet und sich so von deren Blut und Muskelgewebe ernährt.

phylogenetik

Evolutionäre Neuheiten

Klar, Studien zur morphologischen Evolution gingen denen der DNA-Sequenzen voraus. Als typische Abfolge der Ableitung in der morphologischen Evolution erkennen wir eine charakteristische morphologische Struktur eigens für Mitglieder einer bestimmten Gruppe von Tieren und schließen daraus, dass der Vorfahr dieser Gruppe dieses Charakteristikum erworben hat. Ein Beispiel: Alle lebenden Schildkröten haben einen Panzer auf dem Rücken (Abb. 1A). Während der Schildkröten-Embryonalentwicklung im Ei-Chorion haben alle einen rudimentären Panzer. Ich schlage in einer meiner früheren Studien vor, dass Änderungen im Expressionsmuster universell vorhandener Gene diverser Wirbeltiere diesen großen Sprung im Körper-Bauplan verursacht haben [2, 3] – morphologische Evolution kann ohne das Hinzukommen neuer Gene auftreten. Eine andere fundamentale Neuheit in der Wirbeltier-Evolution, der Kiefer (Abb. 1B), untersuchen wir durch Vergleich von Tieren mit und ohne Kiefer (Abb. 2) [4]. Offensichtlich erfordert diese Studienrichtung breites biologisches Wissen, verfügbar in Form von Beispielen aus der Tierwelt (üblicherweise nicht Modellorganismen) und geeignete experimentelle Werkzeuge.

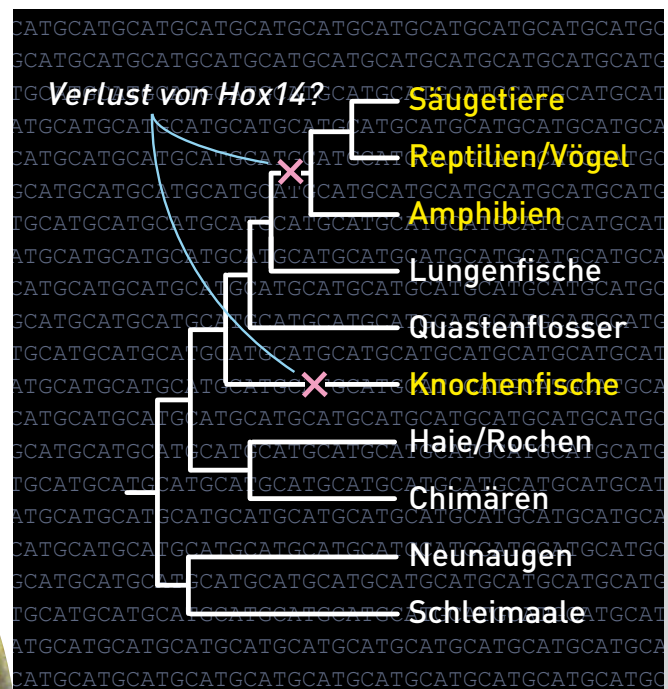


Abb. 3
Überblick über die Wirbeltier-Phylogenie und Hox14 Evolution.

Die zurzeit verfügbaren DNA-Sequenzierprojekte im Großmaßstab konzentrieren sich auf die bekannten Labortiere, kategorisiert in Gruppen, dargestellt in gelb. Überraschenderweise scheinen diese Modell-Tiere das Hox14 Gen während der Evolution verloren zu haben, während viele nicht Modell-Fische es erhalten haben.

Baum-Denken

Um evolutionäre Ereignisse in phylogenetischen Bäumen zu kartieren, wie in Abb. 1, müssen wir im Voraus die Beziehung zwischen den fraglichen Tieren kennen. Heute können Forscher DNA-Sequenzen verschiedener Tiere im Großmaßstab nutzen – Hunderte von Genen oder mehr – um die entsprechenden Regionen untereinander zu vergleichen und dadurch den molekularen phylogenetischen Baum zu rekonstruieren. Die Anwendung molekularer phylogenetischer Bäume ist nicht nur auf Evolutionsstudien begrenzt. Man kann molekulare phylogenetische Bäume zur Charakterisierung neu entdeckter Gene verwenden und dann auf ihren Ursprung und ihre Funktion durch Abgleich mit den Eigenschaften des phylogenetischen Nachbarn rückschließen. In diesem Sinne ist molekulare Phylogenetik ein unersetzbarer Teil der Molekularbiologie.

Aufgrund eines Mechanismus, der eine Kopie eines existierenden Genes anfertigt, Gen-Duplikation genannt, kann ein einzelnes Genom vielfache Versionen ähnlicher Gene enthalten. Solche Verwandte werden in einer Gen-



Shigehiro Kuraku ist seit April 2007 Assistenzprofessor an der Universität Konstanz. Er wurde 1976 in Nara, Japan geboren. Seine Abschlüsse BSc, MSc und PhD erhielt er von der Kyoto Universität, Japan. Er spezialisierte sich in Kyoto (1998–2003) auf molekulare Phylogenetik, speziell auf Genfamilien involviert in die Entwicklung der Tiere. Er ging dann nach Kobe, wo er die Schildkrötenpanzer-Entwicklung studierte. Später forschte er über die Entwicklung des Neunauges und an einigen unabhängigen Bioinformatik-Projekten als Postdoc am RIKEN Zentrum für Entwicklungsbiologie (2003–2007). Seine Arbeiten wurden in Journalen unterschiedlicher biologischer Bereiche publiziert, wie der molekularen Phylogenetik, Zytogenetik und Entwicklungsbiologie.

familie kategorisiert. Weil ein einzelnes Genom viele Mitglieder von Hunderten von Genfamilien enthält, erhalten wir bei Ableitung molekularer phylogenetischer Bäume für individuelle Genfamilien einen Überblick über die Geschichte der Genomevolution, die zum Teil durch Gen-Duplikation geformt wurde.

Gleichzeitig gehen existierende Gene häufig während der Evolution verloren. Ein interessantes Beispiel dafür ist das „homeobox-containing“ Gen Hox14, das im Neunauge, dem Hai, den Quastenflossern und Lungenfischen, nicht aber in den üblicherweise im Labor verwendeten Organismen gefunden wird, wie Maus, Huhn und Zebrafisch (Abb. 3). Da die Erhaltung eines Genes im Genom ein Zeichen für seine Funktionalität ist, Entspannung solcher funktioneller Zwänge kann die sekundären Verluste der Hox14 Gene erlaubt haben [5]. Wichtig anzumerken, Tiergruppen mit diesem Gen sind nicht notwendigerweise phylogenetisch nah verwandt. Der evolutionäre Prozess ist viel komplizierter als eine einfache Serie von uni-direktionalen Additionen neuer Komponenten. Daher sind wir auch heute auf baumbasierte Ansätze angewiesen, um ausführlich die Geschichte der Genom-Evolution zu beschreiben. Da Tausende oder mehr Gene pro Genom neu identifiziert werden, steigt die Wichtigkeit der molekularen Phylogenetik zusammen mit dem aufkommenden Feld der Bioinformatik.

Sind wir voreingenommen?

Wirbeltiere werden durch viele hoch entwickelte, phenotypische Eigenschaften definiert, so wie die Neuralleiste und, wie der Name impliziert, der Wirbel. Die Etablierung dieser fortgeschrittenen Eigenschaften gilt als die finale große Verbesserung auf dem langen evolutionären Weg vom Bakterium zu uns Menschen. Zurzeit konzentriert sich die Sequenzierung von Wirbeltier-Genomen allerdings nur auf Wirbeltiere mit Knochen. Unglücklicherweise werden früh abgezwigte Wirbeltiere (z.B. Neunaugen, Schleimaale, Haie, Rochen, Chimären) nicht berücksichtigt (Abb. 3). Das rührt zum Teil daher, dass diese Tiere für intensive Erforschung schwer im Labor zu halten sind. Neunaugen-Embryos zum Beispiel waren bis vor kurzem für mehr als 100 Jahre nicht verfügbar [6]. Unglücklicherweise kann man nicht begründen „was Wirbeltiere sind“ ohne diese früh abgezwigten Tiere untersucht zu haben.

Baum-Verrückte für Genomanalyse

Ich gehe leidenschaftlich gern auf die Jagd nach Antworten zu generellen Fragen in der Biologie durch molekulare Phylogenetik. Zurzeit ist eines meiner Ziele den Zeitpunkt der Gesamtgenom-Duplikation in der frühen Wirbeltier-Evolution herauszufinden. Ist es möglich, dass dieses Ereignis, zuerst vorgeschlagen vor ungefähr 40 Jahren von dem bekannten japanischen Forscher Susumu Ohno [7], die Hauptquelle für die endgültige Verbesserung der Genom-Struktur ist, die zum menschlichen Genom geführt hat [8,9]? Einige meiner Mitarbeiter arbeiten auch an anderen Projekten, um die Beziehung zwischen Genregulation und Genlokation in Genomen herauszufinden und um Genomeigenschaften zu identifizieren, die die schnelle Diversifizierung von Arten verursachen. Die aufkommenden im Großmaßstab verfügbaren DNA-Sequenzdaten haben Möglichkeiten geschaffen lange offene Fragen der Evolution zu lösen. Es besteht kein Zweifel daran, dass uns Evo-Devo-Konzepte und molekulare, phylogenetische Methoden, ebenso bioinformatische Ansätze helfen werden, die grenzenlosen Gedanken in die Praxis umzusetzen.

→ shigehiro.kuraku@uni-konstanz.de

Der Beitrag ist eine Übersetzung des englischen Originalartikels von Shigehiro Kuraku „Phylogenomic Evo-Devo - In genomes, what can change and what cannot?“, der in der internationalen Ausgabe lab&more0109 veröffentlicht wird.

Literatur

- [1] Kimura M: Evolutionary rate at the molecular level. *Nature* 1968, 217(5129):624-626.
- [2] Kuraku S, Usuda R, Kuratani S: Comprehensive survey of carapacial ridge-specific genes in turtle implies co-option of some regulatory genes in carapace evolution. *Evol Dev* 2005, 7(1):3-17.
- [3] Nagashima H, Kuraku S, Uchida K, Ohya YK, Narita Y, Kuratani S: On the carapacial ridge in turtle embryos: its developmental origin, function and the chelonian body plan. *Development* 2007, 134(12):2219-2226.
- [4] Takio Y, Pasqualetti M, Kuraku S, Hirano S, Rijli FM, Kuratani S: Evolutionary biology: lamprey Hox genes and the evolution of jaws. *Nature* 2004, 429(6989):1 p following 262.
- [5] Kuraku S, Takio Y, Tamura K, Aono H, Meyer A, Kuratani S: Noncanonical role of Hox14 revealed by its expression patterns in lamprey and shark. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2008, 105(18):6679-6683.
- [6] Ota KG, Kuraku S, Kuratani S: Hagfish embryology with reference to the evolution of the neural crest. *Nature* 2007, 446(7136):672-675.
- [7] Ohno S: *Evolution by gene duplication*. New York: Springer-Verlag; 1970.
- [8] Kuraku S: Insights into cyclostome phylogenomics: pre-2R or post-2R. *Zool Sci* 2008, 25(10): 960-968.
- [9] Kuraku S, Meyer A, Kuratani S: Timing of whole genome duplications relative to the origin of the vertebrates: did cyclostomes diverge before, or after? *Mol Biol Evol* 2009, 26(1): 47-59.

evomix

Liebe deinen Nächsten

...oder was ich dem alten Darwin schon immer mal sagen wollte...



Es ist nur lausige sechs Millionen Jahre her, der liebe Gott hatte mal gerade keinen Ruhetag, als er beschloss, wieder ein wenig biologisch zu arbeiten. Deshalb fanden dann etwas später Wissenschaftler im Oktober 2000 in der Boringo-Region in Kenia die Reste des nach ihren Angaben ältesten Vorläufers des Menschen, den sie dann flugs Millennium-Mensch nannten. Er wollte wohl in der Ferne etwas entdecken und zeigt deshalb deutliche Hinweise für den aufrechten Gang. Wie immer wird in der Fachwelt jedoch gestritten, ob er es nun ist oder nicht – der direkte Vorfahr. Doch immerhin stand er aufrecht – wird vermutet.

Am 30. November 1974 gelingt Donald Johanson in Äthiopien die Ausgrabung von Lucy. Nur ein bisschen Lucy, denn Donald findet nur ein Teilskelett. Trotzdem wurde die kleine Dame als vermeintliche Mutter der Menschheit berühmt. Es soll nur 500.000 Jahre her sein, da schritt aufrecht, soweit dies der Urwald zuließ, ein Kerl durch Javas Gegenden, den der Holländer Eugene Dubois einen Javamen-schen nennt. Dieser Homo erectus soll uns schon ziemlich ähnlich gewesen sein. Sexuell aktiv wie schon seine Vorfahren hat er die Entwicklung vorangebracht, sodass es schon 1969 Bernard Vanderersch gelingt in der israelischen Qafzeh-Höhle Überreste einer Frau zu finden, die zu den ältesten bekannten Jetzt-Menschen gezählt wird.

Das ging also alles ganz fix, runter vom Baum, rein in die Steppe, aufrichten, neue Frauen sehen, die damals noch Weibchen hießen und hurtig immer klügere Kleine auf die Welt bringen. In dem Punkt waren die damals richtig gut, nichts ahnend, was sie damit dem Planeten mal ein paar Millionen Jahre später antun würden vom Aspekt des Umweltschutzes gesehen. Heute sind wir ja nichts Besonderes mehr. Über 6 Milliarden von uns gegenüber 1 Luzi – wir könnten ruhig ein wenig bescheidener sein. Dabei haben wir uns die ganzen Jahre eingeredet wir wären die Krone dieser Schöpfung. Die Kirchenbrüder erzählen das heute noch, obwohl so kluge Frauen wie die Professorin Katerina Semendeferi nur das insgesamt größere Volumen des Menschenhirns gegenüber den modernen Affen als Unterschied gelten lässt.

Nun haben wir im Jahr des alten Darwin nicht nur dieses Problem in den Medien zu diskutieren. Es wird natürlich auch darüber nachgedacht, ob wir immer noch an unseren Vorfahren forschend rumschneiden dürfen – denn als Vorfahre ist er ja eigentlich ein Mensch und dieser besitzt – theoretisch, wie ich zugeben muss – die Rechte der Genfer Konvention – nein? Die in der Evolution etwas weiter Gekommenen im Kongo und den anderen Abenteuerplätzen im schwarzen Afrika, in Südamerika schießen den Vorfahr auch mal ganz locker vom Baum und verhökern ihn als Frisches zum Grillen – auch nicht ganz korrekt, wie ich finde. Auch religiöse Argumente besagen, dass der Mensch im Gegensatz zum Tier eine Seele

habe. Wurde denn schon einmal darüber nachgedacht, wann und warum und von wem der erste Affen-Mensch diese Seele erhalten hat? Für was war sie nützlich? Hat Darwin das auch schon bedacht?

Die Überlegenheit einer Spezies ist nicht die Rechtfertigung eine andere, verwandte Spezies zu ihrem eigenen Vorteil zu nutzen. Wenn nun der Unterschied zwischen Affe und Mensch lediglich auf Sprache und Kletterfähigkeit beruht, muss man dann nicht fragen: Warum werden Experimente nicht gleich am Menschen durchgeführt? Bei einer solchen Frage kommt es natürlich zum Eklat. Also werden wir sie hier nicht stellen.

Fragen stellte sich allerdings sogar der alte Friedrich Engels in seiner „Dialektik der Natur – Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen...“ Die Verrichtungen, denen unsere Vorfahren im Übergang vom Affen zum Menschen im Lauf vieler Jahrtausende allmählich ihre Hand anpassen lernten, können daher anfangs nur sehr einfache gewesen sein. Die niedrigsten Wilden, selbst diejenigen, bei denen ein Rückfall in einen mehr tierähnlichen Zustand mit gleichzeitiger körperlicher Rückbildung anzunehmen ist, stehen immer noch weit höher als jene Übergangsgeschöpfe. Da hat er was erkannt. Es geht um die Stellung ...

Wolfgang Enard vom Max-Planck-Institut für Evolutionäre Anthropologie in Leipzig gelang eine faszinierende Entdeckung. Er untersuchte ein Gen, das beim Sprechen eine wichtige Rolle spielt. „Dieses Gen hat vor weniger als 120.000 Jahren eine Mutation erfahren, die so vorteilhaft war, dass sie sich rasch verbreitete und heute bei allen Menschen auftritt“, erläutert der Genetiker. Vielleicht ist er just damit auf jenen folgenschweren Evolutionsschritt gestoßen, der die Anfänge der menschlichen Sprache überhaupt erst ermöglichte.

Wenn das die Affen wüssten. Sie hätten diese Entwicklung mitgemacht. Sie bräuchten sich nicht mehr darauf beschränken uns mit diesen großen dunklen Augen so unendlich traurig anzusehen. Sie würden ihr großes Maul aufmachen und „Scheiße“ schreien. Und sie würden ihre Schuhe ausziehen und uns an den Kopf werfen, als Zeichen der Verachtung. Und sie hätten auch noch recht.

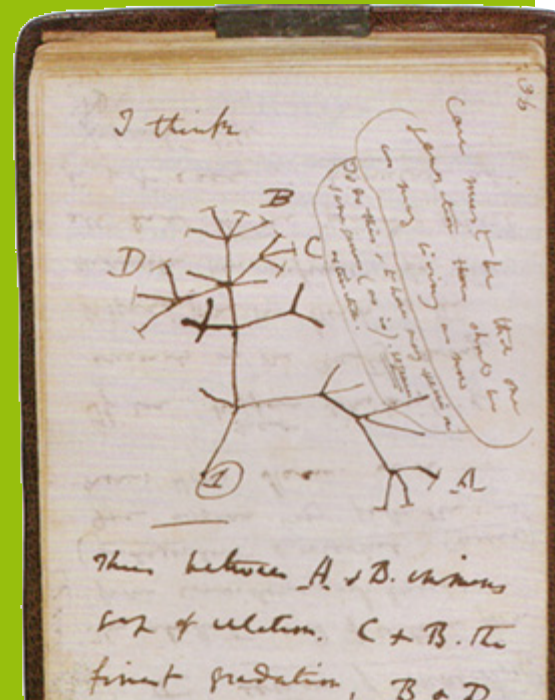
→ JPM

On the Origin of Species

„I think“

„Ich denke“ – mit diesem Satz eröffnete Charles Darwin im Sommer 1837 eine Seite seines in braunes Leder eingeschlagenen Notizbuchs. Die Seite befand sich im ersten von vier Notizbüchern, die er in London zur Frage des Artenwandels angelegt hatte. Doch das, was er dachte, erläuterte er nun nicht in Worten, sondern in einem faustgroßen, berühmten Diagramm. Der Anfang eines intellektuellen Abenteuers, das zur Entdeckung der Evolutionstheorie führte. Vor 150 Jahren veröffentlichte Darwin sein epochales, das bisherige Denken revolutionierende Werk „Die Entstehung der Arten.“ **Danke Darwin!**

Abb.: Cambridge University Library



Denken Sie selbst, sonst tun es andere für Sie!

Vince Ebert, Diplom-Physiker und Kabarettist

Kuss-Forschung

Vom Geheimnis des Küssens

„The Science of Kissing“ lautete der Titel eines Symposiums auf der diesjährigen Tagung der American Association for the Advancement of Science (AAAS) in Chicago. Das größte interdisziplinäre Forschertreffen der Welt fand vom 12. bis 16. Februar statt und so lag also für die Wissenschaftler nichts näher, als das Geheimnis des Küssens aufzuspüren – passend zum Valentinstag. Übrigens war im Saal kein einziger Platz mehr frei, als die Redner das Podium betraten.

Die Forscher sind den Fragen zur feuchten Kulturtechnik dicht auf den Fersen. Neuere Untersuchungen zeigen, dass beim Küssen mehr biochemische Prozesse ablaufen, als uns bewusst und in manchen Situationen lieb sind. Die Neurowissenschaftlerin Hill vom Lafayette College in Pennsylvania und ihr Team interessierten sich dafür, welche hormonellen Veränderungen das Küssen bedingt. Die These, dass Küsse für Frauen eine Möglichkeit bedeuten, ihr „Date“ einzuschätzen und die Beziehung zu stärken entnahmen sie einer Studie aus dem Jahr 2007 zuvor. Männer hingegen betrachten den leidenschaftlichen Kuss hauptsächlich als eine Art Vorspiel für Sex. Das Team um Wendy Hill bat in einer ersten Studie 15 Paare um Mithilfe – alle waren Studierende des Lafayette College, die im Durchschnitt seit etwa anderthalb Jahren eine Beziehung führten. In zukünftigen Versuchen möchten die Forscher unter anderem die Rolle des Oxytocins genauer klären. Die Anthropologin Helen Fisher befasste sich mit den hormonellen Charakteristika der Speichel-Botengstoffe und unterschied dabei vier Charaktere – je nachdem, welche Botengstoffe im Blut der Menschen dominieren: Es gibt die Dopamin/Norepinephrin-Typen, die eher aufbrausend, risikofreudig und abenteuerlustig sind, dann die ausgeglichenen, traditionell denkenden Serotonin-Typen, außerdem die sachlichen Testosteron-Charaktere mit einem Hang fürs Praktische und schließlich die treu sorgenden, emotionalen Östrogen/Oxytocin-Typen. Das Ergebnis ihrer Studie war: Risikofreudige Dopamin-Menschen bevorzugten ihresgleichen, genau wie traditionelle Serotonin-Typen. Bei den testosteron- oder östrogengesteuerten Menschen ziehen sich dagegen häufiger gegensätzliche Partner an.



vorgelesen

Der 57-jährige Ernst Peter Fischer, Professor für Wissenschaftsgeschichte an der Universität Konstanz, ist Autor von dreißig Büchern, darunter zahlreichen Porträts und Biografien berühmter Naturwissenschaftler. Sein Impetus ist es zu vermitteln, dass es „für einen gebildeten Menschen unserer Zeit“ unabdingbar ist, über mindestens vier Dinge Bescheid zu wissen: über die Atomtheorie, die Evolutionstheorie, den Kosmos und über Gemeinsamkeiten von Kunst und Wissenschaft. Dies betreibt er nicht nur in Schrift, sondern auch wortgewaltig bei unzähligen Vorträgen („Die Redemaschine“; Die Zeit, 22.01.04).

Nun also „Das große Buch der Evolution“ aus dem Fackelträgerverlag Köln, in dem er den Leser mitnimmt auf eine spannende Reise durch die Lebens- und Gedankenwelt Darwins. Er erzählt, wie sich die Evolutionstheorie gesellschaftspolitisch auswirkte und im Rassenwahn der Nationalsozialisten kulminierte. Wir erfahren etwas über die Prinzipien der Evolution, das Entstehen und Aussterben von Arten und die zentrale Rolle der DNA, in der sich Mutationen manifestieren, Evolution in molekularen Dimensionen.

Im dritten Teil nähern sich Fischers Betrachtungen der Einzigartigkeit des *Homo sapiens*, seiner Herkunft, dem „kleinen Unterschied“ zwischen den Geschlechtern und dem, was wir mit Kultur bezeichnen. Für viele Leser neu ist sicher auch die Herangehensweise an das Thema Religion aus evolutionsbiologischer Sicht. Schließlich bietet Fischer in einem Essay Gedanken und mögliche Erklärungen zur finalen Frage: Warum hat die Evolution den Tod erfunden?

Die Entdeckungsreise auf den Spuren des Lebens, durch die mich das Buch geführt hat, ist brillant und zugleich verständlich geschrieben, mit faszinierenden Bildern dokumentiert und hat mich beeindruckt.

→ GS

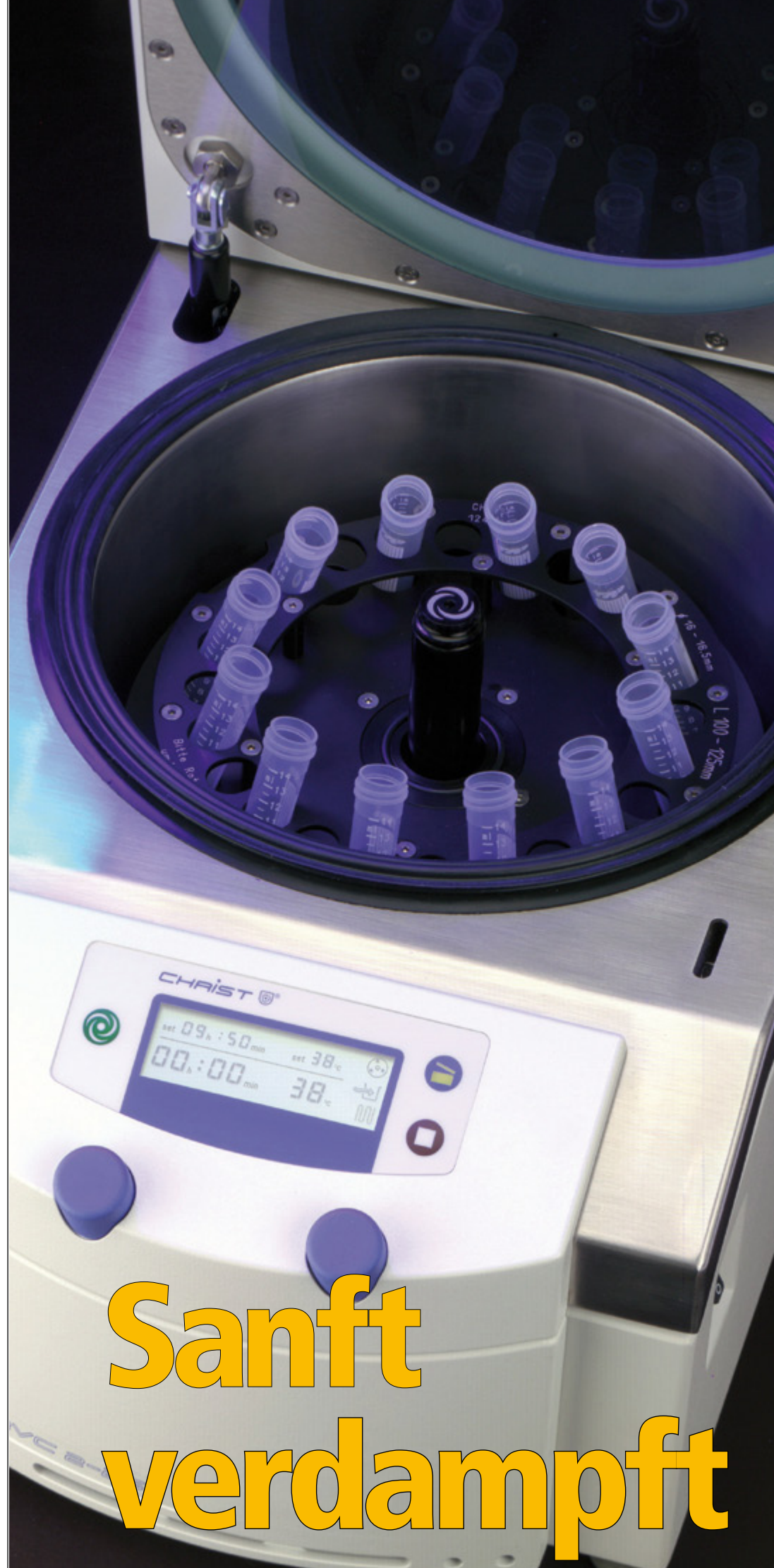
Ernst Peter Fischer · Das große Buch der Evolution
Fackelträger Verlag, Köln 2008
ISBN-13 9783771643737 · Gebunden, 416 Seiten, € 39,95



Die Macht der Lemurenweibchen

Sie berühren sich genau einmal im Jahr, und dann geht es gleich zur Sache. Die restlichen 364 Tage durchstreifen Sie ihr gemeinsames Grundstück, gehen sich aber konsequent aus dem Weg. Wenn sie dennoch zufällig mal aufeinander treffen, gibt es sofort Streit, und sie verscheucht ihn. Aber sie bleiben zusammen. Wie kann das auf Dauer gut gehen?

Die bizarren Paarbeziehungen der Lemuren würden wohl selbst langjährige und erfahrene Eheberater in Erstaunen versetzen. Die von dem Göttinger Zoologen Peter Kappeler beobachteten ungewöhnlichen Geschlechterbeziehungen der Lemuren weichen erheblich von Ihren Verwandten – den Affen – ab. Für Wieselmakis ist diese Form der Partnerschaft allerdings die normalste Sache der Welt, alle Artgenossen machen es so. Der Soziobiologe Kappeler ist seltsames Paarverhalten gewohnt, schließlich erforscht er mit den Feuchtnasaffen, einer biologischen Unterordnung der Lemuren, ziemlich seltsame Tiere, die bis auf wenige Verwandte auf dem afrikanischen Festland und in Südostasien in den Wäldern Madagaskars leben. Die viertgrößte Insel der Welt ist eine Art Versuchslabor der Evolution. Vor 150 Millionen Jahren löste sich die Insel von Afrika ab, und das Leben nahm eigene Pfade. Durch diese geografische Isolation entstanden eine einzigartige Flora und Fauna.



Sanft verdampft

SpeedDry Vakuump-Konzentratoren
für Routine Anwendungen –
flexibel, zuverlässig, wirtschaftlich.

CHRIST 

Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
Postfach 17 13 · D-37507 Osterode am Harz
Tel. +49 (0) 55 22/50 07-0 · Fax +49 (0) 55 22/50 07-12
www.martinchrist.de e-mail: info@martinchrist.de

ansichtssache

Werkzeugkasten Erbgut

Eine neue Sicht auf die Evolution

Prof. Dr. Joachim Bauer

Die Entschlüsselung des menschlichen Erbgutes und der Genome weiterer Arten ermöglichte es erstmals, die Evolution aus dem Blickwinkel der Molekularbiologie ins Visier zu nehmen: Welcher genetischen Veränderungen bedurfte es, damit – im Verlauf von Hunderten von Millionen Jahren – aus einfachen immer komplexere Spezies entstehen konnten? Ergebnisse der vergleichenden Genomforschung lassen sich nun erstmals zu einer Art „Geschichte der Evolution der Gene“ zusammenfügen und eröffnen neue Horizonte für das Verständnis der Evolution.

John Matticks brillanter Beitrag über „Ein neues Verständnis des humanen Genoms“ in labor&more [1] macht deutlich, dass wir nicht nur über die Funktionsweise des Genoms, sondern auch über die Evolution neu nachdenken müssen. Die Stimmen namhafter Kollegen mehren sich, die ein vom klassischen darwinistischen Dogma abweichendes Modell der Evolution skizzieren (Übersichten siehe [2, 3]). Ich habe dies in meinem Buch „Das kooperative Gen“ kürzlich zusammenfassend dargestellt [4].

Entscheidend neue Einsichten ergaben sich in den letzten Jahren nicht etwa aus jenem sehr kleinen Anteil sequenzierter metazoischer Genome, der Protein-kodierende Sequenzen enthält, was hier verblüffte, waren allenfalls die ungeheuren Homologien und Syntenien, z. B. jene zwischen Säugetier-Genen, die bereits vermuten ließen, dass die Speziesdifferenzierung hier kaum ihren entscheidenden Grund haben konnte. Ein Durchbruch war vielmehr die Erforschung jener Teile des Erbgutes, die nicht aus „klassischen“ Genen bestehen (beim Menschen sind dies > 98% des Genoms). Knapp die Hälfte dieser genomischen Terra incognita besteht aus genomischen Sequenzen, die zeigen, dass wir auch heute noch in einer Art „RNA-Welt“ leben [5]: Sie kodieren (überwiegend kleine) RNA-Formen, die nicht der Proteinsynthese dienen, sondern bedeutsame regulatorische Funktionen haben. Die andere Hälfte der Terra incognita

besteht aus „Transposable Elements“, die „genetische Werkzeuge“ darstellen und sich zunehmend als die entscheidenden Motoren der Evolution, d. h. der Entwicklung neuer Spezies herausstellen (Übersichten siehe [6, 7]).

Transposable Elements (TEs) finden sich in allen Genomen. Beim Menschen bilden sie > 40% des Erbgutes und bestehen aus mehreren Untertypen (LINE/L1, SINE/Alu, LTR-Retrotransposons, DNA-Transposons) [8]. Das evolutionäre Potenzial der TEs lag bzw. liegt in ihrer Fähigkeit, Gene innerhalb des Genoms umzusetzen (und diese z. B. neuen regulatorischen Sequenzen zu unterstellen), umzuorientieren, zu neuen Genen zu rearrangieren, vor allem aber in ihrer Fähigkeit, Gene zu duplizieren. Genduplikationen mit anschließender Variation der Duplikate – bei zugleich aktiver Konservierung der Originalsequenzen – scheinen ein zentrales Prinzip darzustellen, welches ich als evolutionäre „Standbein-Spielbein-Strategie“ bezeichnet habe (Näheres siehe [4]). Die meisten TEs in Säugetier-Genomen sind nicht mehr funktionsfähig und künden von abgelaufenen genomischen Entwicklungsschüben. Hunderte dieser Elemente sind jedoch noch intakt und werden, vermutlich via RNA-Interferenz, aktiv gehemmt.

Genome gleichen also einer Werkstatt, die mit genetischen Werkzeugen ausgestattet ist. Mit ihrer Hilfe kön-



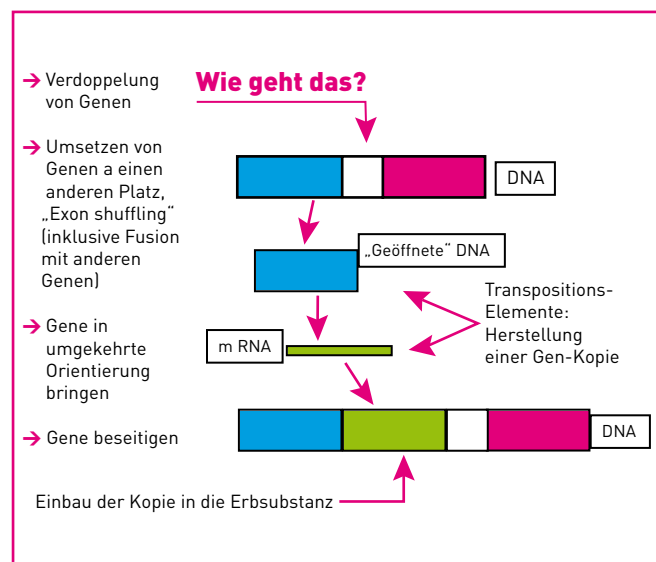
Joachim Bauer, Jg. 1951, war nach seinem Medizinstudium über viele Jahre in der molekularbiologischen und neurobiologischen Forschung tätig, u. a. als Projektleiter in drei Sonderforschungsbereichen der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG. Während eines längeren Auslandsaufenthaltes forschte Bauer am Mount Sinai Medical Center in New York. 1992 wurde er zum Universitäts-Professor für Psychoneuroimmunologie an der Uniklinik Freiburg berufen. 1996 erhielt er den Forschungspreis der Deutschen Gesellschaft für Biologische Psychiatrie DGBP. Bauer hat über 100 wissenschaftliche Arbeiten publiziert und ist Autor mehrerer Sachbücher. Zuletzt erschien „Das kooperative Gen – Abschied vom Darwinismus“ (Hoffmann und Campe, Hamburg).

nen Zellen die Architektur ihres Genoms umbauen. Warum wir über die Evolution neu nachdenken müssen? Weil Hinweise darauf vorliegen, dass weder die Zeitpunkte wann genomische Umbauschübe stattfinden noch die Art und Weise wie sie stattfinden rein zufälliger Natur sind. Rückblickende Analysen zeigen Schübe („Punctuations“) sowohl was stattgehabten genomischen Umbau als auch was das Auftreten neuer Arten betrifft, unterbrochen von langen Phasen von Stabilität („Stasis“). Barbara McClintock [9] konnte als erste zeigen, dass schwere externe Stressoren eine Aktivierung von TEs mit nachfolgender phänotypischer Variation auslösen. Auch was sich während genomischen Umbauschüben abspielt, ist keineswegs dem reinen Zufall überlassen, sondern folgt im biologischen System verankerten Regeln (u. a. duplizieren Retrotransposons bevorzugt transkriptional aktive Gene, Näheres siehe [4]). Neue Arten, so meine These, sind mehr als ein reines Zufallsprodukt. Biologische Systeme sind Akteure der Evolution. Wiederholten Massen-Extinktionen von Arten durch Umweltkatastrophen hat die Biosphäre ihr eigenes kreatives Potenzial entgegengesetzt. Umbauschübe der eigenen genomischen Architektur, welche zur Bildung neuer Arten geführt haben (und vermutlich auch künftig führen werden), sind eine geniale Überlebensstrategie lebender Organismen. Vermutlich konnte nur so das Leben als Ganzes überleben.

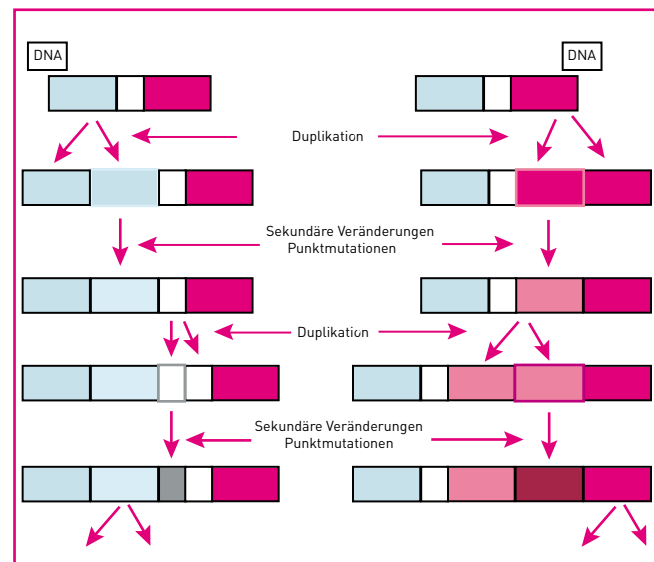
Literatur

- [1] Mattick JS (2008) Ein neues Verständnis des humanen Genoms. labor&more 5: 6–8.
- [2] Shapiro JA (2005) A 21st century view of evolution: genome system architecture, repetitive DNA, and natural genetic engineering. Gene 345: 91–100.
- [3] Ryan FP (2006) Genomic creativity and natural selection: a modern synthesis. Biological Journal of the Linnean Society 88: 655–672.
- [4] Bauer J (2008) Das kooperative Gen. Abschied vom Darwinismus. Verlag Hoffmann und Campe, Hamburg.
- [5] Brosius J (2005) Echoes from the past – are we still in an RNP world? Cytogenetic and Genome Research 110: 8–24.
- [6] Lönnig WE, Saedler H (2002) Chromosome rearrangements and transposable elements. Annual Review of Genetics 36: 389–410.
- [7] Shapiro JA, von Sternberg (2005) Why repetitive DNA is essential to genome function. Biological Reviews 80: 1–24.
- [8] International Human Genome Sequencing Consortium (2001) Initial sequencing and analysis of the human genome. Nature 409: 860–921
- [9] McClintock B (1983) The significance of responses of the genome to challenge. Nobel lecture. www.nobelprize.org.

→ joachim.bauer@uniklinik-freiburg.de



Transpositionselemente: Werkzeuge, mit denen Organismen ihren genetischen Apparat umbauen können



Entstehung neuer Arten durch Selbstveränderungen der genomischen Architektur

zdf nachtstudio



Der Konstanzer Zoologe und Evolutionsbiologe Prof. Axel Meyer wurde 2008 mit dem Kommunikationspreis der Europäischen Organisation für Molekularbiologie (EMBO) ausgezeichnet. Er erhält den mit 5.000 Euro dotierten Preis für seine langjährigen Bemühungen, komplizierte Inhalte seines Forschungsgebietes einer großen Öffentlichkeit anschaulich und leicht verständlich nahezubringen.

Im vergangenen Jahr rechnete ihn das Magazin Cicero zu den 500 wichtigsten deutschsprachigen Intellektuellen. Was seine wissenschaftlichen Publikationen betrifft, umfasst seine Liste annähernd 250 Artikel in einigen der renommiertesten Fachjournale wie Nature und Science.



„Dummes Zeug über Darwin“ – erwiderte der renommierte Evolutionsbiologe Prof. Dr. Axel Meyer, in seiner wöchentlichen Kolumne „Quantensprung“ im Handelsblatt* auf die von Prof. Joachim Bauer vertretenen Thesen. Dieser fordert nicht weniger als den „Abschied vom Darwinismus“.

Im ZDF Nachtstudio waren die beiden Wissenschaftler Gäste von Volker Panzer. Bauer und Meyer diskutierten gemeinsam mit dem Philosoph Volker Gerhardt und der Primatenforscherin Julia Fischer über Fragen zu den Folgen der Evolutionstheorie.

**Sendung verpasst?
Nachzusehen in der ZDFmediathek.
„Charles Darwin – der Kampf geht weiter!
Die Evolutionstheorie und ihre Folgen
ZDF nachtstudio vom 15.02.09**

* Quantensprung, Folge 152 vom 4.12.2008
www.evolutionsbiologie.uni-konstanz.de/index.php?section=71

Kommentar aus der Redaktion

Joachim Bauer, zweifach habilitiert in Innerer Medizin und Psychiatrie, war über viele Jahre in der molekularbiologischen und neurobiologischen Forschung tätig, u. a. als Projektleiter in drei Sonderforschungsbereichen DADFG. 1992 wurde er zum Universitäts-Professor für Psychoneuroimmunologie an der Uniklinik Freiburg berufen.

Der erfolgreiche Buchautor unternimmt nun in seinem erst kürzlich erschienenen Buch „Das kooperative Gen“ einen Angriff auf drei zentrale Dogmen des modernen Darwinismus: gegen das Zufallsprinzip, das Prinzip der kontinuierlichen, linear auftretenden Veränderungen und das Selektionsprinzip und setzt dagegen Kooperativität, Kommunikation und Kreativität der Gene.

Prompt hat sich Bauer mit seinen Thesen das Missfallen und die Kritik aus der Biologenzunft eingehandelt, er hat es schwerer als nicht etablierter Evolutionsbiologe. Andererseits würde ich es als Chemiker kaum wagen, in einer Nachbardisziplin, etwa Biologie oder Physik, neue Thesen „ohne Rücken-deckung“ zu verbreiten. – Wie wäre es also, Kooperativität und Kommunikation in die Praxis umzusetzen?

→ GS

01/09 • labor&more

cobas®

Life needs answers



**Elecsys® Anti-HCV
mit überzeugender
Serokonversions-
Sensitivität**

Vertrauen Sie Ihre Infektionsserologie unserer ECL-Technologie an

- ▶ Elektrochemiluminiszenz (ECL): Bewährte immunologische Messtechnologie für hohe Nachweisempfindlichkeit, weite dynamische Messbereiche und kurze Testzeiten
- ▶ Breites Parametermenü: Umfassende Konsolidierung von Immunologie und Klinischer Chemie auf der modularen cobas® Systemfamilie

Infektionsdiagnostik von Roche
Gemeinsam Perspektiven schaffen

COBAS, ELECSYS und LIFE NEEDS ANSWERS
sind Marken von Roche.

www.roche.de



Leibniz-preise Spitzenforscher

DFG zeichnet wissenschaftliche Spitzenleistungen mit dem bedeutendsten deutschen Forschungspreis aus

Der Hauptausschuss der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) benannte am 4. Dezember 2008 in Bonn eine Wissenschaftlerin und zehn Wissenschaftler für die Auszeichnung mit dem Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis. Sie waren zuvor vom Nominierungsausschuss aus 141 Vorschlägen ausgewählt worden.

Den „Förderpreis im Gottfried Wilhelm Leibniz-Programm“ für das Jahr 2009 erhalten:

- ▶ **Prof. Dr. Antje Boetius**, Mikrobielle Ökologie, Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, Bremen
- ▶ **Prof. Dr. Holger Braunschweig**, Metallorganische Chemie, Universität Würzburg
- ▶ **Prof. Dr. Wolfram Burgard**, Autonome Intelligente Systeme/ Robotik, Universität Freiburg
- ▶ **Prof. Dr. Heinrich Detering**, Neuere Deutsche und Nordische Literatur, Universität Göttingen
- ▶ **Prof. Dr.-Ing. Jürgen Eckert**, Metallphysik, Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IFW) Dresden und Technische Universität Dresden
- ▶ **Prof. Dr. Armin Falk**, Experimentelle Wirtschaftsforschung, Universität Bonn
- ▶ **Prof. Dr. Frank Kirchhoff**, Virologie, Universität Ulm
- ▶ **Prof. Dr.-Ing. Jürgen Rödel**, Materialwissenschaften, Technische Universität Darmstadt
- ▶ **Prof. Dr. Karl Lenhard Rudolph**, Gastroenterologie, Universität Ulm
- ▶ **Prof. Dr. Burkhard Wilking**, Differentialgeometrie, Universität Münster
- ▶ **Prof. Dr. Martin R. Zirnbauer**, Mathematische Physik, Universität zu Köln

Von den elf neuen Leibniz-Preisen gehen je drei an die Natur-, Lebens- und Ingenieurwissenschaften und zwei an die Geistes- und Sozialwissenschaften. Der Leibniz-Preis wird seit 1986 jährlich vergeben und gilt als die angesehenste Auszeichnung für Forscherinnen und Forscher in Deutschland. Seinen Trägerinnen und Trägern bringt der Preis neben dem hohen Renommee auch ein bedeutendes Preisgeld von in der Regel 2,5 Millionen Euro ein - und die außergewöhnliche Freiheit, diese Summe in einem Zeitraum von bis zu sieben Jahren nach eigenen Vorstellungen für ihre wissenschaftlichen Arbeiten zu verwenden. Sechs Leibniz-Preisträger haben später auch den Nobelpreis erhalten, darunter die Entwicklungs-

biologin Christiane Nüsslein-Volhard, der Physiker Theodor Hänsch und der Chemiker Gerhard Ertl. Die Leibniz-Preise 2009 werden am 30. März 2009 in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften in Berlin verliehen.

labor&more stellt die Preisträgerin und die Preisträger aus den Natur- und Lebens- und Ingenieurwissenschaften kurz vor.

→ Prof. Dr. Antje Boetius (41), Mikrobielle Ökologie, Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, Bremen (2,5 Mio.)

Antje Boetius spürt in ihren nun mit dem Leibniz-Preis gekrönten Forschungen winzigen Organismen nach, die Teile des Meeresbodens besiedeln und großen Einfluss auf das weltweite Klimageschehen haben. Der Meeresforscherin und Mikrobiologin gelang es als Erste, auf dem Ozeangrund mikrobielle Lebensgemeinschaften aus Sulfat reduzierenden Bakterien und metanotrophen Archaea nachzuweisen. Diese Mikroorganismen veratmen in sauerstofffreier Umgebung das in gewaltigen Mengen im Meeresgrund vorhandene Methan und sorgen so dafür, dass nur ein Teil dieses gefährlichsten aller Treibhausgase in die Atmosphäre gelangt. Diesen Prozess der anaeroben Oxidation von Methan, kurz AOM, konnte



Foto: DFG

Boetius als erste beschreiben, was für Ökologen, Geologen und Ozeanografen sowie Mikrobiologen und Biochemiker von gleichermaßen hohem Interesse war. Mit ihren Arbeiten trägt Boetius entscheidend zum Verständnis eines bedeutenden Prozesses im globalen Klimakreislauf bei.

Ein Großteil von Antje Boetius' Arbeit findet auf hoher See statt. Seit 1989 hat die Wissenschaftlerin an über 30 Expedi-

tionen auf deutschen und ausländischen Forschungsschiffen teilgenommen und dort mit zahlreichen innovativen Methoden Proben entnommen und analysiert. Nach dem Biologiestudium in Hamburg und der Promotion in Bremen forschte sie am Institut für Ostseeforschung in Warnemünde und am Max-Planck-Institut (MPI) für Marine Mikrobiologie in Bremen. 2001 wurde sie als Assistant Professor an die private Jacobs University Bremen berufen; 2003 wurde sie dort Associate Professorin und zugleich Arbeitsgruppenleiterin am MPI für Marine Mikrobiologie.

→ Prof. Dr. Holger Braunschweig (47), Metallorganische Chemie, Institut für Anorganische Chemie der Universität Würzburg (€ 2,5 Mio.)

Holger Braunschweig hat mit seinen Arbeiten praktisch im Alleingang ein ganzes Forschungsfeld erschlossen: die Verschmelzung von Hauptgruppen- und Übergangsmetallchemie. Das Geschick und die Geduld, mit der er das nahezu unbekannte und als überaus schwierig angesehene Gebiet bewältigte, trug ihm weltweite Anerkennung und nun den Leibniz-Preis ein. Besonders wegweisend sind die Arbeiten, mit denen Braunschweig das Element Bor durch die Verbindung mit Metallen gleichsam „gezähmt“ hat. Auf diese Weise wurden neue Moleküle erzeugt, denen wiederum neue Eigenschaften gegeben wurden, von denen zu erwarten ist, dass sie die Katalyse und Materialwissenschaften nachhaltig befruchten.

Der wissenschaftliche Werdegang von Holger Braunschweig ist eng mit der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen verbunden, an der er nach dem Chemiestudium zunächst promovierte, sich – nach einem Intermezzo als Postdoktorand in Brighton – auch habilitierte und schließlich als Oberassistent tätig war. Von Aachen wechselte er als Senior Lecturer und Reader an das Imperial College London, von wo er 2002 nach Würzburg auf einen Lehrstuhl für Anorganische Chemie berufen wurde.



Foto: Universität Würzburg



Foto: DFG

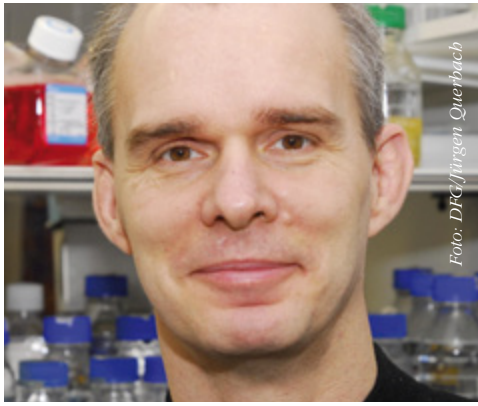
→ Prof. Dr.-Ing. Jürgen Eckert (46), Metallphysik, Institut für Komplexe Materialien, Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IFW) Dresden und Institut für Werkstoffwissenschaft der Technischen Universität Dresden (€ 1,25 Mio.)

Jürgen Eckert hat entscheidende Beiträge auf dem Gebiet neuartiger amorpher anorganischer Werkstoffe erbracht, die für die Entwicklung neuer technischer Produkte und Lösungen von großer Bedeutung sind. Der Werkstoffwissenschaftler befasst sich vor allem mit metallischen Gläsern und hier wiederum mit eisenbasierten Ausführungen, die eine extrem hohe Festigkeit aufweisen und dennoch preisgünstig herzustellen sind. Insbesondere die mechanischen, thermischen und magnetischen Eigenschaften und die Korrosion solcher massiven metallischen Gläser werden seit Eckerts Forschungen weitaus besser verstanden. Ebenso bedeutend sind seine Arbeiten zu quasikristallinen und nanokristallinen Strukturen. Dabei hat Eckert stets im Blick, dass die für die Produktion vorgesehenen metallischen Gläser nicht unter Laborbedingungen, sondern in industrieller Umgebung hergestellt werden müssen – ein Anwendungsbezug, der sich auch in den mehr als 15 Patenten des Forschers ausdrückt.

Nach dem Studium und der – teilweise im Forschungslabor der Siemens AG erstellten – Promotion in Erlangen-Nürnberg war Jürgen Eckert zunächst am California Institute of Technology in Pasadena sowie in der Industrie tätig, bevor er 1993 an das Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IFW) in Dresden wechselte. Von dort wurde er 2003 auf eine Professur nach Darmstadt berufen, kehrte 2006 jedoch als Direktor des IFW und Lehrstuhlinhaber an der Technischen Universität nach Dresden zurück.

→ Prof. Dr. Frank Kirchhoff (47), Virologie, Institut für Virologie der Universität Ulm (€ 2,5 Mio.)

Mit Frank Kirchhoff erhält einer der weltweit führenden AIDS-Forscher den Leibniz-Preis. Der Virologe hat in den letzten zwei Jahrzehnten entscheidend dazu beigetragen, dass die Entstehung von AIDS und insbesondere die Evolution des HI-Virus immer besser verstanden wird. Kirchhoff konzentrierte seine Forschungen höchst erfolgreich auf eine der wichtigs-

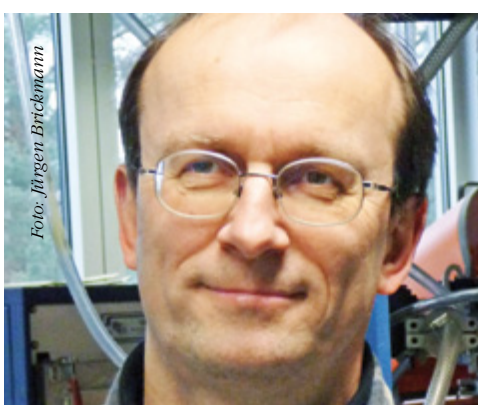


ten Proteinkomponenten des HI-Virus, das Nef-Protein, das vielfältige und ganz unterschiedliche Wirkungen hat: Beim Primaten verringert es die Pathogenese der HI-Viren, beim Menschen geht sein immunmodulierender Effekt dagegen verloren, sodass sich das Virus stark vermehren kann und hochpathogen ist. Weitere bedeutende Entdeckungen Kirchhoffs gelten einem Peptid im menschlichen Blut, das aus 20 Aminosäureresten besteht und die Virusvermehrung blockiert sowie einem Protein in der Samenflüssigkeit, das mit seinen Fasern HI-Viren einfängt, in Zellen eindringen lässt und damit die Infektionsrate erhöht. Diese Befunde können die hohen Raten der sexuellen Übertragung bei AIDS miterklären und gleichzeitig neue Ansätze zur Vermeidung der Übertragung aufzeigen. Mit diesen Arbeiten hat Kirchhoff der deutschen AIDS-Forschung international zu hohem Ansehen verholfen.

Frank Kirchhoff studierte Biologie in Göttingen und promovierte am Deutschen Primatenzentrum über einen neuen HI-Virus-2-Klon. Als Postdoktorand an der renommierten Harvard Medical School in Boston/Massachusetts befasste er sich erstmals mit dem Nef-Protein des HI-Virus, der auch im Fokus seiner Arbeiten blieb, als Kirchhoff 1994 nach Deutschland zurückkehrte. Hier arbeitete er zunächst als Assistent, Privatdozent und Professor an der Universität Erlangen-Nürnberg, bevor er 2001 einem Ruf nach Ulm folgte.

→ **Prof. Dr.-Ing. Jürgen Rödel (50), Materialwissenschaften, Institut für Nichtmetallisch-Anorganische Werkstoffe der Technischen Universität Darmstadt (€ 1,25 Mio.)**

Jürgen Rödel befasst sich mit keramischen Hochleistungswerkstoffen und verbindet dabei einen überaus hohen wissenschaftlichen Anspruch mit außerordentlicher experimenteller Kreativität. Besonders bedeutsam sind zum einen seine Beiträge zur Entwicklung ferroelektrischer Funktionskeramiken – die unter anderem in Mobiltelefonen und für die Steuerung von Verbrennungsmotoren eingesetzt werden – und neuer bleifreier piezoelektrischer Keramiken. Rödel's zweites weltweit beachtetes Arbeitsgebiet sind neuartige Gradientenwerkstoffe. Hier konnte er mit neuen prozesstechnischen Ansätzen Keramik-/Metall-Gradientenwerkstoffe her-



stellen, die ein hohes Anwendungspotenzial in der Energie- und Medizintechnik haben.

Nach dem Studium in Erlangen-Nürnberg und Leeds promovierte Jürgen Rödel an der University of California in Berkeley, danach forschte er als Postdoktorand an der Lehigh University Bethlehem/Pennsylvania und am National Institute of Standards and Technology, bevor er an die Technische Universität Hamburg-Hamburg ging. Seit 1994 ist er Lehrstuhlinhaber in Darmstadt. 1992 erhielt Rödel den Heinz Maier-Leibnitz-Preis der DFG und des BMBF.

→ **Prof. Dr. Karl Lenhard Rudolph (39), Gastroenterologie, Institut für Molekulare Medizin und Max-Planck-Forschungsgruppe für Stammzellalterung der Universität Ulm (€ 2,5 Mio.)**

Karl Lenhard Rudolphs Arbeiten gelten den Telomeren, jenen DNA-Motiven, die sich an den linearen Chromosomenenden befinden und bei jeder Zellteilung um einen Bruchteil kürzer werden. Diesen Prozess der Telomerverkürzung und seine Auswirkungen hat Rudolph in zahlreichen wegweisenden Arbeiten erforscht, wobei er sich besonders für das Enzym Telomerase interessierte, das die Verkürzung der Telomere einschränkt und damit häufigere Zellteilungen ermöglicht. Anhand von Mausmodellen und -mutanten konnte Rudolph unter anderem zeigen, dass die Telomerverkürzung letztlich zu einer



Verkürzung der Lebenszeit führt und dass beispielsweise die Entstehung der Leberzirrhose von der Telomerase-Aktivität abhängt. Von besonderer Bedeutung ist Rudolphs Erkenntnis, dass die Telomerverkürzung eine zweifache, entgegengesetzte Rolle bei der Entstehung von Krebs spielt: Einerseits führt sie zur Tumorunterdrückung, andererseits geht sie häufig mit spontaner Krebsbildung einher. Nicht zuletzt wies Rudolph nach, dass die Telomerverkürzung auch die Funktion und Lebensdauer von Stammzellen bestimmt. All diese Arbeiten haben neben ihrer fundamentalen Bedeutung für die Grundlagenforschung auch ein hohes therapeutisches Potenzial.

Nach dem Medizinstudium in Göttingen und der Arzt-im-Praktikum-Zeit in Hannover war Karl Lenhard Rudolph zunächst als Postdoktorand am Albert Einstein College in New York und am Dana Farber Center in Boston tätig, wo er sich erstmals mit den Telomeren befasste. 2006 erhielt er eine der ersten Heisenberg-Professuren der DFG. Im Jahr darauf wechselte er als Lehrstuhlinhaber und Max-Planck-Forschungsgruppenleiter an die Universität Ulm.

Quelle: DFG



Probenfläschchen

www.biro-vertrieb.com

BIRO Vertriebs AG

Kreuzlingerstr. 35 · 8590 Romanshorn, Switzerland
Tel.: +41/71/46677-50 · Fax: +41/71/46677-99
info@biro-vertrieb.com · www.biro-vertrieb.com

RNA-aptamere

Gegen die Schlafkrankheit

RNA-Aptamere als Ausgangspunkt neuer Therapiekonzepte

Prof. Dr. H. Ulrich Göringer,
Institut für Mikrobiologie und Genetik, Technische Universität Darmstadt

Die Bedeutung parasitärer Erkrankungen für die Gesundheitsprobleme und die damit verbundenen sozialen und ökonomischen Schwierigkeiten einer Vielzahl von Ländern ist unumstritten. Effektive Maßnahmen zur Behandlung dieser Krankheiten sind nur bedingt vorhanden, sodass die Notwendigkeit, neue Therapiekonzepte zu entwickeln, offensichtlich ist. Besonderes Augenmerk wird dabei auf parasitenspezifische Prozesse gelegt. Ein Beispiel für eine solche Vorgehensweise soll am Beispiel afrikanischer Trypanosomen, den Erregern der Schlafkrankheit, dargestellt werden. In-vitro-Evolutionsverfahren unter Verwendung kombinatorischer Nukleinsäurebibliotheken erlauben es Moleküle zu identifizieren, die hochaffin mit der Parasitenoberfläche wechselwirken. Diese DNA- oder RNA-Moleküle können als Ausgangspunkt für die Entwicklung neuer Therapiekonzepte gegen die Schlafkrankheit genutzt werden.

Afrikanische Trypanosomen

Afrikanische Trypanosomen sind die Erreger der Schlafkrankheit, die vor allem in den tropischen und subtropischen Regionen Afrikas verbreitet ist [1]. Man unterscheidet eine ostafrikanische Form, die durch *Trypanosoma brucei rhodesiense* hervorgerufen wird sowie eine westafrikanische Form, ausgelöst durch *Trypanosoma brucei gambiense*. Beide Infektionen führen unbehandelt zum Tod. 55 Mio. Menschen sind dem Risiko einer Infektion mit einem der beiden Erreger ausgesetzt und jährlich werden 50.000 Neuinfektionen gemeldet. Die Dunkelziffer liegt jedoch wesentlich höher, da nicht mehr als 10% der Betroffenen von einer medizinischen Versorgung erreicht werden. Die Übertragung der einzel-

ligen Trypanosomen erfolgt durch TseTse-Fliegen. Während einer Blutmahlzeit gelangen die Erreger zusammen mit dem Speichel der Fliege ins Blut, wo sie sich vermehren. Kommt es zu einer erneuten Blutmahlzeit, multiplizieren sich die Trypanosomen zunächst im Verdauungstrakt und dann in den Speicheldrüsen der Fliege, von wo sie wiederum auf den Menschen übertragen werden können. Späte Stadien einer Trypanosomeninfektion sind u.a. dadurch gekennzeichnet, dass es zu einer Beeinflussung des zentralen Nervensystems kommt und damit zur Ausprägung der als Schlafkrankheit bekannten Krankheit. Mehrere Medikamente gegen die Schlafkrankheit sind heute verfügbar, sie sind jedoch fast immer mit schweren Nebenwirkungen verbunden.

Antigene Variation

Afrikanische Trypanosomen sind extrazelluläre Parasiten. Sie leben freischwimmend im Blut und der Lympheflüssigkeit eines infizierten Wirtsorganismus (Abb. 1). Dort sind sie Ziel der Antikörper-vermittelten sowie der zellulären Immunabwehr des Wirtes. Dass sie in diesem Milieu dennoch überleben, ist in einer speziell strukturierten Zelloberfläche begründet. Sie besteht aus einem dicht gepackten Mantel von ca. 10 Mio. Kopien vornehmlich eines Proteins, das als VSG (Variant Surface Glycoprotein) bezeichnet wird. Durch die Bedeckung der gesamten Zelloberfläche wirkt die VSG-Hülle als physische Barriere, die nur sehr eingeschränkt von Makromolekülen überwunden werden kann. Gleichzeitig wird dem Immunsystem eine einheitliche antigene Oberfläche präsentiert, da ausschließlich identische VSG-Moleküle exprimiert werden. Letzteres führt zu einer Immunantwort des Wirtes gegen diese VSG-Oberfläche, die jedoch dadurch umgangen wird, dass mit einer bestimmten Frequenz einige Trypanosomenzellen eine neue VSG-Variante an der Oberfläche präsentieren. Diese Moleküle werden von den vorhandenen anti-VSG Antikörpern nicht erkannt und erlauben folglich eine ungehinderte Vermehrung der veränderten Zellen. Insgesamt stehen den Parasiten für diesen, als antigene Variation bezeichneten Prozess ca. 1.000 unterschiedliche VSG-Gene zur Verfügung. Das Immunsystem des infizierten Wirtes wird dadurch fortlaufend mit neuen antigenen Oberflächen konfrontiert, wodurch die Infektion einen chronischen Verlauf mit einem periodischen Auf und Ab der Parasitenpopulation annimmt. Dies führt letztlich zum Versagen des Immunsystems mit tödlichem Ausgang.

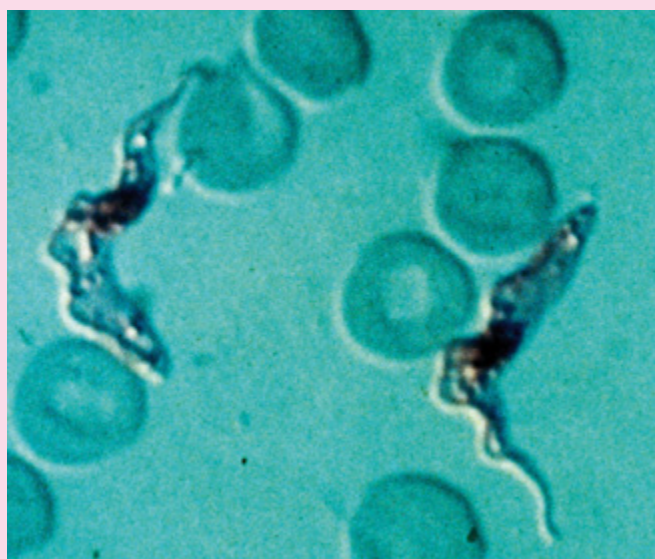


Abb. 1 Lichtmikroskopische Aufnahme von zwei *Trypanosoma brucei* Parasiten in einem Blutaussstrich.

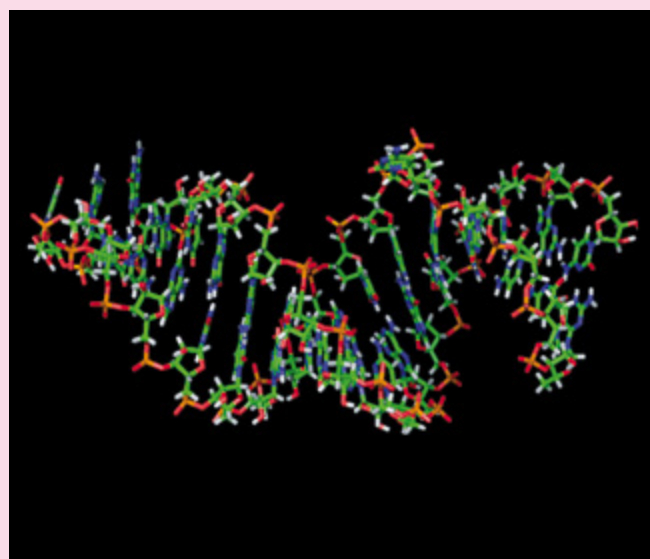


Abb. 2 Dreidimensionales Strukturmodell eines RNA-Aptamers, das mit nanomolarer Affinität an eine invariante Strukturdomäne des VSG-Oberflächenproteins von Trypanosomen bindet.

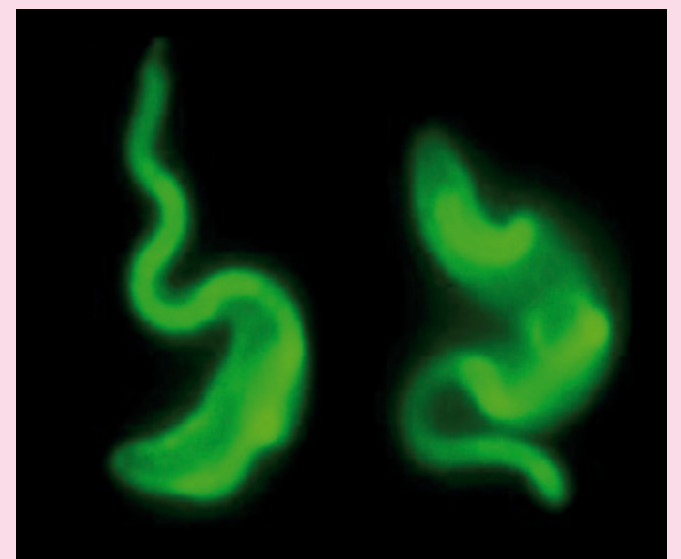


Abb. 3 Fluoreszenzmikroskopische Aufnahme von zwei vollständig mit Antikörpern bedeckten Trypanosomenzellen. Haptenmodifizierte, VSG-Protein-spezifische RNA-Aptamere wurden mit Trypanosomen inkubiert. Das Aptamer dekoriert die gesamte Oberfläche der Parasiten und erlaubt es fluoreszenzmarkierte, hapten-spezifische Antikörper an die Oberfläche der Zellen zu dirigieren [3].



Die Tsetsefliege (*Glossina spec.*) lebt in Afrika und überträgt die gefürchtete Schlafkrankheit. Über 30 Arten und Unterarten der Tsetsefliegen werden unterschieden.

Trotz dieser variablen Charakteristika der trypanosomalen Zelloberfläche gibt es gleichwohl invariable Bereiche. VSG-Moleküle sind als Homodimere in der Membran verankert. Die Moleküle haben eine elongierte Struktur, wobei die variablen Regionen an der dem äußeren Milieu zugewandten Seite lokalisiert sind. Eine dichte, palisadenartige Packung in der Membran führt dazu, dass Antikörper nur diese äußeren Molekülomänen erkennen können. Basale, der Zellmembran zugewandte, Domänen der VSGs können aus sterischen Gründen nicht erreicht werden. Diese Bereiche sind jedoch innerhalb der ca. 1.000 unterschiedlichen VSG-Varianten konserviert und enthalten konstante Strukturanteile. Hieraus ergibt sich ein Therapieansatz, bei dem man die Größenlimitierung von Antikörpern umgeht und nach Molekülen sucht, die in der Lage sind, die konstanten Bereiche der Oberfläche zu erkennen. Derartige Substanzen sollten unabhängig von der jeweiligen VSG-Variante alle Trypanosomenzellen erkennen können und damit indirekt für eine Aktivierung des Immunsystems nutzbar sein.

In-vitro-Evolution mit kombinatorischen Nukleinsäurebibliotheken

Generell lässt sich die Suche nach neuen Wirksubstanzen in gezielte und stochastische Verfahren unterteilen. Stochastische Methoden beruhen auf der Synthese von Molekülbibliotheken unter Bedingungen, die eine zufällige Kopplung unterschiedlicher funktioneller Gruppen erlauben. Derartige „kombinatorische“ Technologien erlauben es, hochkomplexe Bibliotheken ähnlicher Moleküle zu synthetisieren, die im Idealfall alle möglichen Molekülkombinationen enthalten. Zur Identifizierung jener Moleküle in der Bibliothek, die eine vorab definierte Eigenschaft aufweisen, müssen in der Regel effiziente Testverfahren entwickelt werden. Alternativ hierzu kann man sich In-vitro-Evolutionsverfahren zunutze machen, bei denen in repetitiven Zyklen von Selektion und Vervielfältigung Moleküle mit gewünschten Eigenschaften isoliert werden. Für dieses Verfahren sind Nukleinsäure-Polymere besonders geeignet, da in einer einfachen chemischen Synthese bis zu 10^{16} unterschiedliche Moleküle hergestellt werden können. Zudem lassen sich die selektierten Moleküle enzymatisch vermehren, sodass eine angereicherte Molekülbibliothek entsteht, die erneut einer Selektion unterworfen werden kann. Durch dieses In-vitro-Evolutionsverfahren, welches als SELEX bezeichnet wird (Selective Evolution of Ligands by Exponential Enrichment), kann im Idealfall ein einziges Molekül mit einer gewünschten Eigenschaft aus einer hochkomplexen Bibliothek herausgefischt und angereichert werden [2]. Mithilfe der SELEX-Methode konnten hochaffine Liganden, die auch als Aptamere bezeichnet werden (lat. aptus: binden, angepasst), für mehrere Hundert Zielmoleküle wie Kohlenhydrate, Aminosäuren, Co-Enzyme und Proteine isoliert werden.

RNA-Moleküle mit Trypanosomen-bindenden Eigenschaften

Durch das SELEX-Verfahren lassen sich auch Ribonukleinsäuren (RNA) selektionieren, die spezifisch und mit hoher Bindestärke mit lebenden Trypanosomen wechselwirken. Chemisch handelt es sich bei RNAs um unverzweigte Ribose-Phosphat-Biopolymere mit vier unterschiedlichen heterozyklischen Basen als Substituenten. Die lineare Abfolge der Heterozyklen entscheidet über die Struktur der Moleküle und damit über deren Fähig-



Foto: Jürgen Brückmann

H.U. Göringer studierte Biochemie an der FU Berlin und promovierte 1986 am MPI für molekulare Genetik in Berlin. Nach Postdoktorandenaufenthalten an der Brown University in den USA und am Seattle Biomedical Research Institute wurde er 1992 zum Leiter der Nachwuchsgruppe Molekulare Parasitologie am GenZentrum München ernannt. Seit 2000 ist er Professor für Genetik an der TU Darmstadt. Herr Göringer hat u. a. die Otto Hahn Medaille für Nachwuchswissenschaftler der Max-Planck-Gesellschaft erhalten und ist im Jahr 2000 zum International Scholar des Howard Hughes Medical Institutes ernannt worden. Der Arbeitskreis von Herrn Göringer beschäftigt sich mit RNA-Editing Reaktionen in einzelligen Parasiten und mit der Entwicklung von RNA-Therapeutika gegen parasitäre Infektionen.

keit, z.B. mit Proteinen auf der Trypanosomenoberfläche zu interagieren. Ein typisches SELEX-Reaktionsschema startet mit der Synthese einer DNA-Molekülbibliothek. Die synthetisierten Moleküle enthalten in einem zentralen Bereich eine variable Sequenz, in der sich die vier Basen in zufälliger, randomisierter Abfolge befinden. Bei einer Länge von z.B. 40 Nukleotiden ergibt sich dadurch ein „Sequenzraum“ von 4^{40} entsprechend 10^{24} verschiedenen Sequenzen. Experimentelle Limitierungen reduzieren diesen theoretischen Wert letztlich auf eine Komplexität von ca. 10^{16} unterschiedlichen Molekülen. Diese Bibliothek wird enzymatisch in RNA umgeschrieben und mit lebenden Trypanosomen inkubiert. Bindende RNAs (Aptamere) werden zusammen mit den Zellen von nicht-bindenden RNAs getrennt und die selektierten RNAs nachfolgend zur enzymatischen Amplifikation erneut in DNA-Moleküle konvertiert. Lässt sich in den fortlaufenden Selektions- und Amplifikationszyklen die Anzahl an bindenden RNAs nicht mehr steigern, werden die angereicherten RNA-Sequenzen einzeln isoliert und analysiert.

Abb. 2 zeigt exemplarisch das Strukturmodell eines Trypanosomen-bindenden RNA-Aptamers, das über das angeführte SELEX-Reaktionsschema isoliert wurde [3]. Die RNA hat aufgrund ihrer molekularen Größe die Fähigkeit, in den VSG-Mantel der Parasiten einzudringen und dort spezifisch und hochaffin an invariante Domänen der VSG-Proteine zu binden. Dies führt zu Aptamerdekorierten Parasitenoberflächen, die dazu genutzt werden können, Antikörper an die Oberfläche zu dirigieren. Hierzu werden die Aptamere mit niedermolekularen Haptenmolekülen derivatisiert, die eine Antikörperwechselwirkung mit der Parasitenoberfläche medieren und dadurch die Eliminierung der Parasiten einleiten (Abb. 3). Da die selektierten Aptamere keine VSG-spezifischen Eigenschaften haben, können sie mit allen VSG-Varianten in gleichem Maße interagieren und somit die antigene Variation der Proteinoberfläche umgehen. Durch die Verwendung von Ribose-modifizierten RNA-Bibliotheken gelingt es zudem, die Aptamere gegenüber abbauenden Ribonukleasen im Blutserum zu stabilisieren [4] und damit therapeutisch und diagnostisch nutzbare Substanzen bereitzustellen.

→ goringer@hrzpub.tu-darmstadt.de

Literatur

- [1] Smith DH, Pepin J & Stich AHR (1998). Human African trypanosomiasis: an emerging public health crisis. *Brit Med Bull*, 54:341-55.
- [2] Gold L (1995). Oligonucleotides as research diagnostic and therapeutic agents. *J Biol Chem*, 270:13581-4.
- [3] Lorger M, Engstler M, Homann M, Göringer HU (2003). Targeting the variable surface of African trypanosomes using variant surface glycoprotein-specific, serum-stable RNA aptamers. *Euk Cell*, 2:84-94.
- [4] Adler A, Forster N, Homann M, Göringer HU. (2008). Post-SELEX chemical optimization of a trypanosome-specific RNA aptamer. *Comb Chem & High Throughput Screen*. 11:16-23.

» VERLÄSSLICHE LÖSUNGEN FÜR IHRE miRNA-FORSCHUNG



febits miRNA Profiling Service

febit bietet den kompletten miRNA Profiling Service: von der Beratung über die Generierung von Rohdaten bis hin zur Bioinformatik-Analyse.

- **SCHNELL**
Von der Datenübertragung bis zum Bioinformatik-Report in nur 2-3 Wochen
- **UP-TO-DATE**
Beinhaltet die neueste miRBase-Version
- **EINFACH**
Sie senden uns Ihre Proben und wir liefern Ihnen verlässliche Ergebnisse
- **ANPASSBAR**
Berücksichtigung von selbst gewählten miRNAs ohne zusätzliche Kosten
- **PREISGÜNSTIG**
Wettbewerbsfähige Preise für kostengünstige miRNA Profile



GENIOM BIOCHIP FAKTEN

- Lichtaktivierte Sonden-synthese in mikrofluidischen Kanälen
- Variable Sondenlänge: 18-60 mer
- 8 unabhängige Arrays pro Biochip
- Bis zu 15.624 Features pro Array
- Ermöglicht parallele Hybridisierung von bis zu 8 Proben

» BITTE SPRECHEN SIE UNS AN:



READ, WRITE, UNDERSTAND THE CODE OF LIFE

Telefon: 06221 6510-300 • www.febit.de • info@febit.de

Prof. Dr. Claus Mattheck,
Institut für Materialforschung II,
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Einheit in der Vielfalt!

Universalformen

**Die Natur kennt keine Gnade!
Wer nicht funktioniert, wer im
Wettbewerb nicht bestehen kann,
wird zumindest verjagt, überschattet,
verdrängt oder gar aufgefressen.**

**Kein Wunder also, dass die
Überlebenden der Evolution,
was ihre mechanische Belastbarkeit
angeht, sowohl formoptimiert als auch
werkstoffoptimiert sind.**

Foto: photocase.de | Mitnetzmaedchen

denkwerkzeuge

Bedenkt man noch, dass mechanische Bauteile meist an Kerben, d.h. scharfen Ecken, Rillen oder Löchern Risse starten und schließlich versagen können, so lohnt sich ein verschämter Blick auf die Ausformungen natürlicher Kerben, die in Jahr-millionen vielleicht eine Optimalform ohne gefährliche Spannungsspitzen reifen ließen, die auch unseren Maschinchen als lebensverlängerndes Elixier dienen könnten.

Vorbild Natur

Der Stammfuß der Bäume war hier die Stimulanz oder besser der Wurzelanlauf, der die Wurzel mit dem Stamm verbindet (Abb. 1). Die Idee: Die scharfe Ecke wird am Stammfuß durch ein Zugdreieck überbrückt und so entschärft. Denkt man darüber nach, so findet sich schnell die abgebildete Konstruktionsvorschrift, die auch gut durch die Tangensfunktion wiedergegeben wird.

Geht man mit dieser Kontur der „Zugdreiecke“ im Kopf durch die Welt, so stellt man schnell fest, dass es fast schwerer ist, sie nicht zu sehen, als sie zu finden (Abb. 2).

Optimale Kurve

Insbesondere überrascht den evolutionsgläubigen Kurvensucher, dass nicht nur lebende und damit überlebenswillige Strukturen durch die Methode der Zugdreiecke beschrieben werden, sondern auch tote, geomechanische Gebilde de-

nen, weil sie ohnehin tot sind, am Überleben nicht viel liegen kann. Die Erosion schafft Konturen mit gleichförmiger Spannungsverteilung ohne lokale Spannungsspitzen, wie wir sie in technischen Kerben oft noch finden. Damit ist die Erosion zumindest theoretisch eine „Fertigungsmethode“, die aus einem druckbelasteten Rohling Optimalformen knabbert.

Auch Gabelformen der Natur lassen sich als zwei zusammengesetzte Wurzelanläufe mit der Zugdreieckskontur beschreiben, wie Abb. 3 beispielhaft zeigt.

Damit nicht genug – die Kontur findet sich als Risskontur in verschiedensten Werkstoffen. Man möchte meinen, dass beim Versagen von Bauteilen, formoptimierte Fragmente entstehen können. So zeigen Risse (Abb. 4) in Zimmerecken, in Stahlproben und im Fahrbahnasphalt oft diese Kontur und zwar dann, wenn Schubspannungen bei der Rissbildung eine Rolle spielen.

Allgemein herrscht die Ansicht, dass Schaden und Schadensverhütung zueinander stünden wie der Teufel und der liebe Gott. Was aber, wenn die Zerstörung – auch die durch Bruch – eine Fertigungsmethode für die Optimalform wäre, wenn Schaden und Prävention ein in ewig nörgelnder Hassliebe verbundenes Ehepaar wären?

Es spricht in bislang unbekanntenen Grenzen einiges dafür (Abb. 5). Reißt man ein Papierschnitzel oder ein Stück angeschnittene Alufolie ab, so entsteht die Kontur der Zugdreiecke also eine Optimalform für um 90° gedrehte Lastrichtung

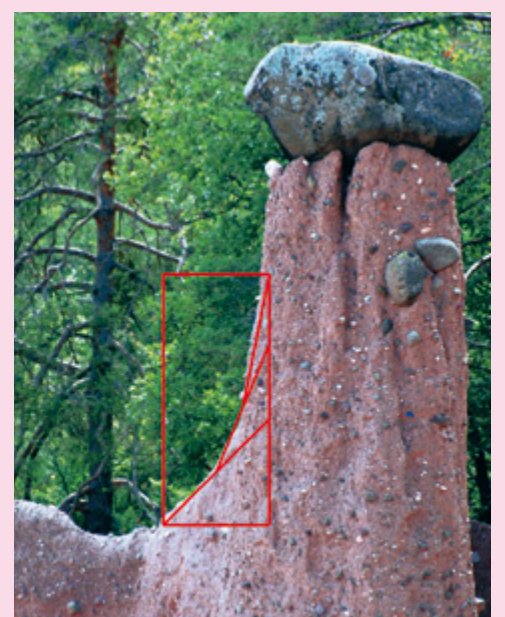
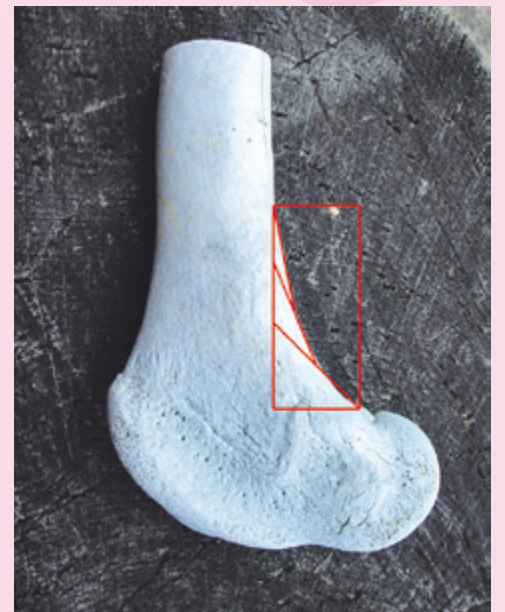


Abb. 2 Der Stammfuß der Bäume, der Säugetierknochen, die Steilküste und die Erdpyramide werden durch die Kontur der Zugdreiecke beschrieben.

Bildquelle: Forschungszentrum Karlsruhe

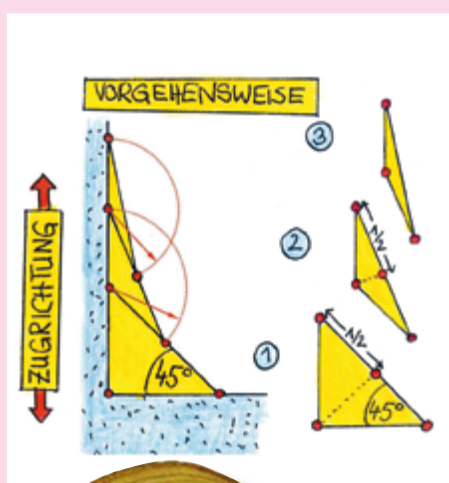
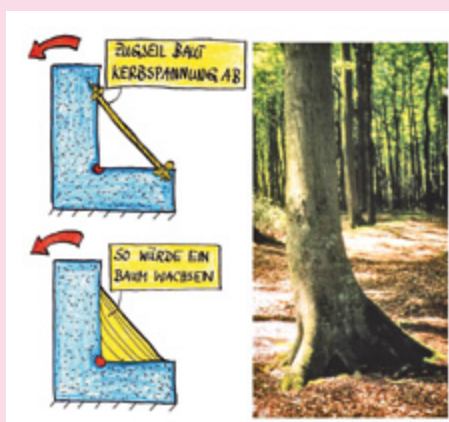


Abb. 1 Die Idee: Die scharfe Ecke wird am Stammfuß durch ein Zugdreieck überbrückt und so entschärft.

oben Ein Baumstamm bildet mit der Erdoberfläche eine scharfeckige Kerbe. Er überbrückt und entschärft diese Ecke durch den Wurzelanlauf, der meist windseitig am stärksten ausgeprägt ist und der wie ein Zugdreieck wirkt! Das ist die Anregung für die „Methode der Zugdreiecke“, einer rein graphischen Methode zum Abbau von Kerbspannungen und zur Entschärfung von Sollbruchstellen. Das Dreieck wird symmetrisch zur Ecke angebracht.

unten Ausgehend vom unteren 45°-Winkel wird ein Zugdreieck in die „scharfe“ Ecke gelegt. So entsteht weiter oben eine neue, bereits stumpfere Kerbe. Diese wird wiederum symmetrisch überbrückt, immer von der Mitte des unteren Zugdreiecks ausgehend, und so weiter – meist reichen drei Zugdreiecke. Rundet man die verbleibenden stumpfen Ecken mit Kreisradien aus, so erhält man eine in Lastrichtung optimierte Kerbkontur, die auch gut mit dem Ergebnis der Computermethode CAO übereinstimmt.

(aus: C. Mattheck, *Verborgene Gestaltgesetze der Natur - Optimalformen ohne Computer*, Verlag Forschungszentrum Karlsruhe GmbH 2006)



Abb. 3 Die Baumgabel, die Buchten im Roteichenblatt, die Erosionskerbe im Eisberg und die Gabel zwischen zwei Erdpyramiden (Tirol und Euseigne) sind formenverwandt mit dem Zuckerhut als konvexes Gegenstück!

denkwerkzeuge

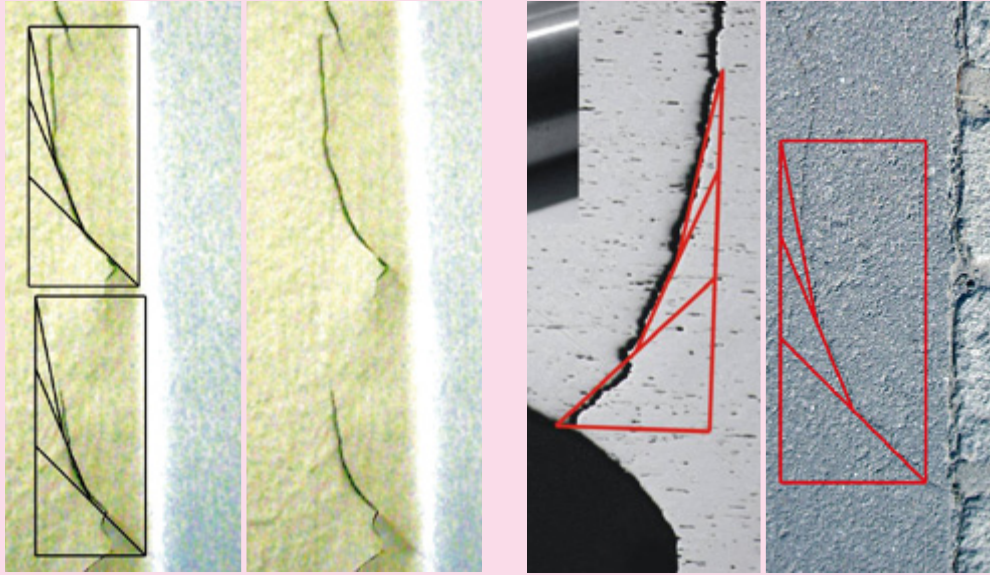


Abb. 4 Risse in Zimmerecken, an Stahlschwingproben und im Fahrbelag folgen der Zugdreieckskontur.

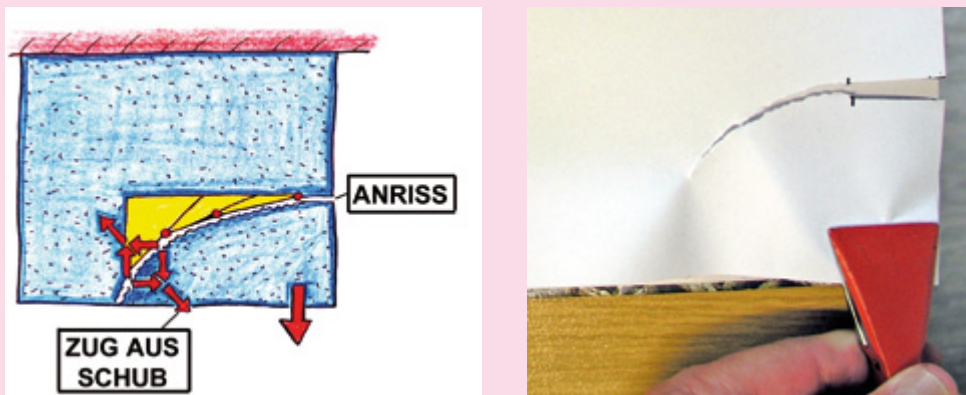


Abb. 5 Ein durch die Zugkraft (roter Pfeil) herausgerissenes Papierschnitzel hinterlässt eine optimale, kerbspannungsfreie Kerbform für den um 90° dazu gedrehten roten Zug.

(Wir haben dazu kreuzverklebtes und damit quasiisotropes Papier verwendet: C. Mattheck, K. Bethge: Schnitzeljagd: Die Wahlverwandtschaft von Optimalform und Risskontur, Konstruktionspraxis 11-2008, 24-28).

In dem Büchlein C. Mattheck „Verborgene Gestaltgesetze der Natur – Optimalformen ohne Computer“ (Bezug: sh.: www.mattheck.de) findet sich ein computerfreier Zugang zum Verständnis natürlicher Formen einerseits und zur Gestaltoptimierung technischer Bauteile mit der Methode der Zugdreiecke andererseits.

Grenzenlose Träume

Wir sind damit am Neuanfang einer „geometrischen“, weitgehend formelfreien Naturwissenschaft, die uns Formen und Ver-

laufsrichtungen liefern kann, wohl aber niemals Zahlen. Sie findet bereits jetzt als qualitative Volksmechanik schnell Akzeptanz in der industriellen Konstruktion und im Maschinenbau, aber auch in Schulen und bei Schülern. Die Grenzen der vorgestellten Denkwerkzeuge kennen wir nicht, sie sind wohl viel, viel weiter gesteckt als wir früher glaubten und damit stehen wir vor einem Potenzial an Erklärungs-möglichkeiten, das uns hoffen lässt – und träumen...

→ mattheck@web.de

Literatur

C. Mattheck, *Verborgene Gestaltgesetze der Natur – Optimalformen ohne Computer*, Verlag Forschungszentrum Karlsruhe GmbH 2006

C. Mattheck, *Warum alles kaputt geht – Form und Versagen in Natur und Technik*, Verlag Forschungszentrum Karlsruhe GmbH 2003



Dieses Buch und weitere Buchveröffentlichungen von Professor Mattheck sind exklusiv erhältlich bei Buchhandlung Mende in Karlsruhe, Telefon 0721/981610, Fax 0721/815343 info@mende.de

Stupsi, der pfliffige und lederbemützte Igel, liebt wie sein Erfinder Bäume, Bäume und Bäume ... Er erklärt Ingenieuren und Kindern und jedem, der sich dafür interessiert, die Gesetze der Bäume und was wir von Ihnen lernen können. Alle, die Bäume gern haben oder für Sie Verantwortung tragen, führt dieses Buch in die Körpersprache der Bäume ein. Auf verständliche Art vermittelt Stupsi die Ergebnisse mehrjähriger Forschungsarbeiten Matthecks.



Claus Mattheck, geb. 1947 in Dresden, studierte Theoretische Physik in Dresden und promovierte 1973. Er habilitierte sich 1985 für das Fach Schadenskunde an der Universität Karlsruhe. Zu seinen Vorlesungen über Biomechanik finden sich die Studenten scharenweise ein. Mattheck ist Abteilungsleiter für Biomechanik am Institut für Materialforschung II des Forschungszentrums Karlsruhe, er ist Sachverständiger für Mechanik und Bruchverhalten der Bäume und für Ermüdungsbrüche mechanischer Bauteile. Mattheck erhielt viele Wissenschaftspreise, u.a. den Preis der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften 1998, den Literaturpreis der Karl-Theodor-Vogel-Stiftung für Technikpublizisten 1992, den Inge- und Werner-Grüter-Preis für Wissenschaftspublizistik 1999 und den Deutschen Umweltpreis 2003. Er ist Ehrenmitglied der Urban Tree Diagnosis Association Japan.





„Spice“ und Benzylpiperazine

Die Nachricht, dass in der Kräuterdroge „Spice“ das synthetische Cannabinoid JHW-018 nachgewiesen wurde, fand große Beachtung bei Analytikern und auf politischer Ebene. Die daraus resultierende Frage nach der entsprechenden Referenzsubstanz hat LGC Standards veranlasst, die Hintergründe und Liefermöglichkeiten auf einem Informationsblatt zusammenzufassen. Die Substanz ist ab Lager verfügbar. Es ist damit zu rechnen, dass diese Substanz in Kürze als Betäubungsmittel genehmigungspflichtig wird und somit Gebühren anfallen.

Weiterhin sind die Benzylpiperazine – kurz BZPs – nun nach und nach in die Betäubungsmittel-Liste aufgenommen worden. BZPs sind „Nachfolgesubstanzen“ des längst verbotenen XTC. Auch hier bietet LGC Standards ein umfassendes Paket an Reinsubstanzen, Standardlösungen und deuterierten Standardlösungen – selbstverständlich mit Analysenzertifikaten.

Die Kreativität der Drogenszene wird nach dem Verbot der BZPs ohne Zweifel nach anderen XTC-Varianten suchen. LGC Standards hält sich darüber – auch international – auf dem aktuellen Stand, um rechtzeitig hochqualifizierte Referenzstandards anbieten zu können.

→ www.lgcstandards.com

Selen

Zuviel des Spurenelements kann Diabetes-Risiko steigern

Selen spielt eine wichtige Rolle in zahlreichen Stoffwechselfvorgängen. Nahrungsergänzungsmittel mit Selen sollten jedoch nicht ohne Empfehlung des Arztes eingenommen werden, so der Hinweis der Bundesapothekerkammer.

In einer sieben Jahre dauernden Studie nahmen mehr als 1.200 Gesunde täglich 200 Mikrogramm Selen oder ein wirkstofffreies Placebo ein. Das Risiko, an einem Diabetes Typ 2 zu erkranken, stieg bei Seleneinnahme laut der im Jahr 2007 publizierte Studie um 50 Prozent. Der endgültige Nachweis des Zusammenhangs zwischen Seleneinnahme und Diabetes steht allerdings noch aus.

Die Einnahme zu hoher Selen-Dosen kann zu Vergiftungen führen. Bei einer abwechslungsreichen und ausgewogenen Ernährung sind Mangelerscheinungen nicht zu befürchten. Selen ist enthalten in Fisch, Eigelb, Nüssen und Fleisch. Pro Tag werden etwa 30 bis 70 Mikrogramm für Erwachsene empfohlen.

Quelle: ABDA Bundesgg. Dt. Apothekerverbände

Olympus gewinnt Design-Preis

Das System AU680 wurde mit dem japanischen Good Design Award 2008 für nutzerfreundliches Design ausgezeichnet. Das Analysensystem für die klinische Chemie gewann in der so genannten Kategorie „Society/Medical and Welfare Equipment and Facilities“.



Die Good Design Awards sind in Japan bekannt als umfassendes System für die Bewertung und Auszeichnung von Design, hauptsächlich im Bereich der Industrieprodukte. Die Preisrichter des Good Design Awards wählten das System AU680 von Olympus aus über 3.000 Einreichungen aus. Der Grund: Der AU680 mit seinem fortschrittlichen Design helfe besonders Laboratorien mit mittlerem oder hohem Durchsatz, die stetig steigenden Anforderungen an Schnelligkeit und Produktivität zu bewältigen.

→ www.olympus.de

Hochdurchsatz DNA-Labor

IfB-LGC GmbH (Institut für Blutgruppenforschung LGC GmbH, Köln) richtet eine Zweigstelle für forensische DNA-Analytik im Hause der AGOWA genomics, Berlin, ein.

LGC, Europas führender Anbieter analytischer, forensischer und diagnostischer Dienstleistungen, eröffnet ein Hochdurchsatzlabor für forensische DNA-Analysen in den Räumen der Tochterfirma AGOWA genomics in Berlin. Dieses Labor ist eine Standorterweiterung der Schwesterfirma IfB-LGC GmbH in Köln, bereits seit langen Jahren ein Spezialist auf dem Gebiet der forensischen DNA-Analytik. In dem Labor werden zukünftig DNA-Profile für die deutsche DNA-Analyse-Datei erstellt. Die Vorbereitungen zur Akkreditierung der Berliner Zweigstelle nach DIN EN ISO/IEC 17025 laufen auf Hochtouren. LGC nutzt das ausgezeichnete Know-how von AGOWA genomics im Bereich der DNA-Analyse dafür, weitere Kapazitäten für die Hochdurchsatzanalyse von DNA-Proben nach Nordrhein-Westfalen nun auch am Standort Berlin zu schaffen.

→ www.ifb-lgc.com

schnell&aktuell

Entwicklung neuer Wirkstoffe zur Thromboseprophylaxe

Im Rahmen des Programms KMU-innovativ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung erhält Zedira 750.000 Euro Fördermittel. Das auf zwei Jahre angelegte Projekt ermöglicht Zedira die Verbreiterung seiner Entwicklungspipeline. Im Mittelpunkt stehen niedermolekulare Inhibitoren des Blutgerinnungsfaktor XIII (Plasmatransglutaminase). Das biopharmazeutische Unternehmen arbeitet in dem Projekt mit international führenden akademischen Gruppen im Bereich der Strukturbiologie (Prof. Klebe, Universität Marburg) und der Gerinnungspharmakologie (Prof. Nowak, Universität Jena) zusammen.

→ www.zedira.com

Zedira-Geschäftsführer:
Dr. Martin Hils (links) und
Dr. Ralf Pasternack (rechts)



Deutsch-Indische Zusammenarbeit

Die CRELUX GmbH aus dem IZB in Martinsried und einer der weltweit führenden Dienstleister für Auftragsforschung, GVK Bio aus Hyderabad, haben sich zusammengeschlossen, um ihren Kunden aus der Pharma und Biotechnologie umfassende Leistungen für die Wirkstoffentwicklung aus einer Hand anzubieten. Das Serviceangebot umschließt alle Phasen vom Target bis zur IND-Anmeldung eines neuen Wirkstoffs, eine Kerntechnologie ist dabei die so genannte Fragment-Based Drug Discovery.

Die CRELUX bringt dabei ihr Know-How in der Proteinproduktion und vor allem in der Strukturaufklärung von Target/Wirkstoff-Komplexen ein. Die GVK Bio ist sehr stark in der chemischen Synthese und biologischen Validierung von Wirkstoffkandidaten aufgestellt, und schließt durch die Kollaboration mit der CRELUX eine entscheidende Lücke in ihrem Serviceangebot.

→ www.crelux.com

Eiskalt wegstecken!

Kleines Format – Coolness mit besten Tischmanieren.



BIS -85 °C

DLK 402 – das Cool-Tool fürs Labor.



NEU! DURCHLAUF-KÜHLER IN KLEINFORMAT!

FRYKA
Kältetechnik
GmbH

www.fryka.de
Hotline: 0711/ 31 05 99-0

- * Kühl- und Gefrierboxen
- * Durchlaufkühler
- * Tiefkühltruhen, -schränke, -unterbauschränke
- * Kühlplatten
- * Tauchkühler
- * Kältebäder und Thermostate
- * Sonderanfertigungen

design: www.reklamerie.de

Flüelapass:
[2.300 m über N. N.]

Schnee schluckt Schall

Prof. Dr. Waldemar Maysenhölder,
Abteilung Akustik, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart

Dr. Martin Schneebeli,
WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos (Schweiz)

Frisch gefallener Schnee kann Schall gut absorbieren. Dies ist allgemein bekannt und wurde durch Messungen bestätigt. Spielt dabei die filigrane Struktur von Schneeflocken eine entscheidende Rolle? Im Prinzip ist klar, dass das Schallabsorptionsvermögen eines porösen Materials von seiner Struktur abhängt. Welche Strukturmerkmale maßgeblich sind, ist aber bislang nur unvollständig bekannt. Am Beispiel Schnee soll dies gründlich untersucht werden und zwar durch präzise Messungen der Schallabsorption, durch genaue tomografische Erfassung der Struktur sowie durch theoretische Modellierung der akustischen Vorgänge.

Herstellung der Schneeproben

Der experimentelle Teil dieser Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit dem WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF in Davos. Die Schneeproben stammten teils vom Flüelapass, teils aus naturidentischem Neuschnee. Durch Präparation in den Kältelabors des SLF (Sieben, Sintern, Wässern) entstanden schließlich weitgehend homogene Prüflinge mit unterschiedlichen Porositäten und Strukturen.

Messung des Absorptionsgrads

Die akustischen Messungen erfolgten vor Ort in Davos. Es wurde ein Kundtsches Rohr benutzt, das vertikal aufgestellt werden kann und dessen Software für die Messung bei tiefen Temperaturen erweitert wurde (Abb. 1). Alle Schneeproben waren 5 cm dick und besaßen ein Volumen von zwei Litern (Abb. 2), die Porosität wurde durch Wiegen ermittelt. Bei der Messung des Absorptionsgrads betrug die Temperatur der Schneeproben ungefähr $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ bzw. $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die Unterschiede zwischen den Messergebnissen bei beiden Temperaturen sind gering.

Mikro-Computertomografie

Nach den akustischen Messungen wurden den Schneeproben kleine Mengen entnommen und im Mikro-Computertomografen des SLF (Abb. 3) mit einer Auflösung von 0.01 mm analysiert. Die Abb. 4 und 5 zeigen würfelförmige Schnee-Ausschnitte von 6 mm Kantenlänge aus den Proben mit „gewogenen“ Porositäten von 59% bzw. 87%. Die tomografisch bestimmten Porositäten der kleinen Ausschnitte betragen 59% bzw. 88%, was auf eine außerordentlich gute Homogenität dieser Proben

hindeutet. Es fällt auf, dass keine Schneekristalle erkennbar sind. Wie in der freien Natur ist deren sechszählige Symmetrie aufgrund von Sinterprozessen nach kurzer Zeit verschwunden.

Wilson-Modell

Bei der rechnerischen Nachbildung der gemessenen Absorptionsgrade wurde vereinfachend angenommen, dass das Eisgerüst bei der akustischen Anregung unbeweglich bleibt. Als Absorbermodell dient ein Modell von Wilson [1, 2]. Mit Ausnahme der Porosität wurden die Modellparameter aus einer Anpassung an die Messdaten im Frequenzbereich von 400 Hz bis 1600 Hz ermittelt. Die ziemlich gute Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung (Abb. 6) spricht dafür, dass die Annahmen des theoretischen Modells im Wesentlichen zutreffen. Die Schneeprobe mit 87% Porosität kann als sehr guter Absorber eingestuft werden. Dagegen schneidet die kompaktere Schneeprobe mit 59% Porosität – bei ähnlichem Verlauf der Absorptionskurve – deutlich schlechter ab; das Maximum übersteigt den Wert 0.8 kaum.

Struktur und Absorption

Ziel ist letztlich, die Parameter des Wilson-Modells möglichst direkt aus der geometrischen Struktur abzuleiten. Angeregt durch ermutigende Ergebnisse zur Beschreibung von Sandstein-Eigenschaften (elastische Module, elektrische Leitfähigkeit) [3] wurden aus den Tomografie-daten – mithilfe der Bildanalyse-Software MAVI des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM – zunächst jene vier Volumenmittelwerte errechnet, die – bis auf konstante Faktoren – mit den



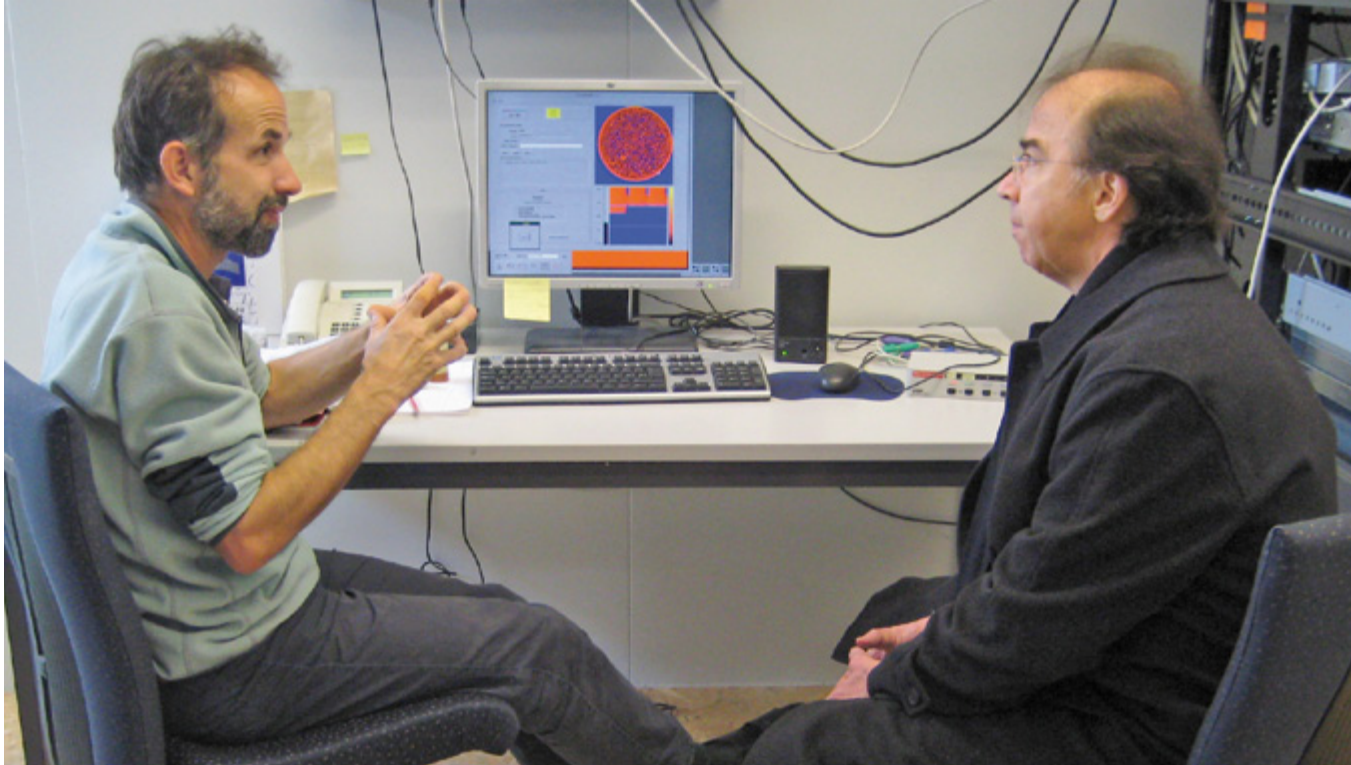
Abb. 1 Im Kältelabor: Messung des Schallabsorptionsgrads im vertikalen Kundtschen Rohr mit quadratischem Querschnitt in einem Kältelabor des SLF



Abb. 2 Schneeprobe: Ins Kundtsche Rohr eingeschobene Schneeprobe (20 x 20 x 5 cm³). Für die Messung wird die Öffnung des Rohrs mit dem daneben liegenden Deckel verschlossen.



Abb. 3 Minus 20 Grad: Thermostatanzeige des Kältelabors mit dem Mikro-Computertomografen. Um Änderungen der Schneestruktur zu unterbinden, wird hier bei $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ gearbeitet.



Martin Schneebeli studierte an der ETH Zürich Umweltingenieurwissenschaften. Im Anschluss promovierte er am Institut für Bodenphysik der ETH Zürich. Seit 1991 ist er Mitarbeiter am WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung Davos, gegenwärtig Gruppenleiter der Schneephysik. Daneben ist er als Dozent an der ETH Zürich für Schneephysik tätig. Er war Gastwissenschaftler am Cold Regions Research and Engineering Laboratory in Hanover, NH und Fairbanks, Montana State University, Bozeman und Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Grenoble. Er forscht zur Schneeklimatologie, Schneemetamorphose, räumlichen Variabilität der Schneedecke und zur Entwicklung neuer Instrumente zur quantitativen Charakterisierung der Schneedecke und der Schneemetamorphose.

Waldemar Maysenhölder studierte Physik in Stuttgart und Brighton (England). Er promovierte 1981 über ein Thema aus der theoretischen Festkörperphysik (MPI für Metallforschung/Universität Stuttgart). Er war Stipendiat der Studienstiftung des deutschen Volkes und der Max-Planck-Gesellschaft. Die Auszeichnung mit der Otto-Hahn-Medaille der Max-Planck-Gesellschaft 1982 ermöglichte einen einjährigen Forschungsaufenthalt in Berkeley (Kalifornien). Nach Assistententätigkeit an der Universität Stuttgart erfolgte 1986 der Wechsel zum Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart. 1993 habilitierte er für das Fachgebiet Theoretische Akustik. Seit 2003 ist er außerplanmäßiger Professor an der Universität Stuttgart.

Maysenhölders Forschungsschwerpunkte sind die Theorie der Schalldämmung von inhomogenen, insbesondere periodischen oder geschichteten Bauteilen einschließlich anisotroper Materialien, die Homogenisierung inhomogener Strukturen sowie die Verknüpfung der geometrischen Struktur von porösen Materialien mit ihrem Schallabsorptionsvermögen.

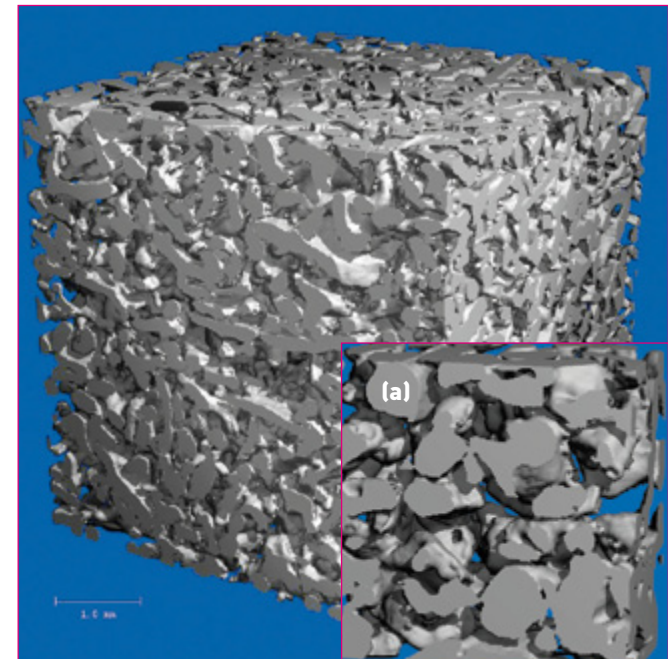


Abb. 4 Schneewürfel (6 mm)³, Porosität 59 %, (a) Ausschnitt (2 x 2 x 1 mm³)

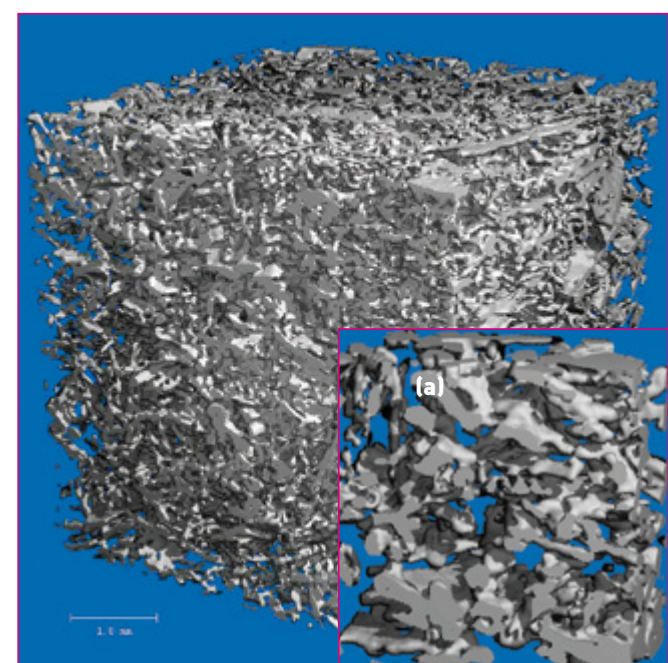


Abb. 5 Schneewürfel (6 mm)³, Porosität 88 %, (a) Ausschnitt (2 x 2 x 1 mm³)

Minkowski-Funktionalen der Integralgeometrie [4] identisch sind. Dabei handelt es sich um die Porosität, die Oberfläche des Eisgerüsts sowie die Integrale über die mittlere Krümmung und die Gaußsche Krümmung dieser Oberfläche. Das letzte Integral, Euler-Poincaré-Charakteristik oder einfach Euler-Zahl genannt, liefert eine topologische Information über die Zusammenhangsverhältnisse des Eisgerüsts beziehungsweise des Luftraumes. (Die Eulerzahl einer Kugel ist gleich eins. Bohrt man einen „Tunnel“ hindurch, erhält man topologisch betrachtet einen Torus mit Eulerzahl null. Eine Brezel besitzt drei Tunnel und Eulerzahl -2 usw.) Die aufs Volumen bezogenen Integrale sind in Abb. 7 für sechs Schneeproben über der tomografisch bestimmten Porosität aufgetragen. Dass die Eulerzahldichte stark negativ ist, deutet auf viele „Tunnel“ im Eisgerüst hin. Die anderen beiden Größen zeigen gegenläufige Tendenzen: Während die mittlere Krümmung mit zunehmender Porosität zunimmt, nimmt die Oberfläche ab. Dies scheint plausibel zu sein, wenn man sich vorstellt, dass eine Schneeprobe durch Verdampfen von Eis poröser wird, wobei natürlich die Eisoberfläche schrumpft und sich gleichzeitig eine stärkere Krümmung ergibt. Allerdings muss die Krümmung stärker wachsen als die Oberfläche abnimmt, damit das Integral über die Krümmung dabei zunimmt.

Bei den Parametern des Wilson-Modells – aufgetragen ebenfalls über der Porosität – werden zwar ähnliche systematische Trends beobachtet. Wie sie aber aus solchen integralen Geometrieparametern berechnet werden können, ist noch nicht abschließend geklärt. Dies hängt auch damit zusammen, dass man mit den vier Minkowski-Funktionalen im Allgemeinen nicht auskommt, da sie skalare Größen sind und daher keine Richtungsabhängigkeit von physikalischen Größen liefern können wie z. B. vom Strömungswiderstand, der für die Absorption wichtig ist. Dafür werden zusätzliche integralgeometrische Parameter benötigt, mit denen die Anisotropie einer Struktur charakterisiert werden kann.

Schneeähnliche Absorber

Die Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Struktur und Absorption soll schließlich zu neuen porösen Materialien führen. Deren Herstellung übernimmt als Projektpartner das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal bei Karlsruhe. Das ICT ist bereits bekannt

für die Erzeugung künstlichen Schnees („Theaterschnee“) aus Kartoffelstärke oder Polyethylen, wobei optische Ähnlichkeit mit fallenden Schneeflocken, nicht aber akustische Ähnlichkeit angestrebt wird. Nun soll dem Schnee auch in akustischer Hinsicht nachgeeifert werden.

Zusammenfassung

Die Schallabsorption von Schnee wurde für verschiedene Proben mit Porositäten im Bereich von 46% bis ungefähr 90% in einem Kundtschen Rohr gemessen. Neu ist die Kombination mit einer mikrotomografischen Erfassung der geometrischen Struktur, die es ermöglicht, Schallabsorption und Struktur quantitativ miteinander zu korrelieren. Dies ist eine Voraussetzung für die gezielte Entwicklung und Optimierung von schallabsorbierenden Materialien.

Schlussbemerkungen

Die Forschungsarbeiten sind Bestandteil des Projekts „Schnee als Vorbild für hochwirksame Schallabsorber“ im Forschungsprogramm „Neue Materialien aus der Bionik“ der Landesstiftung Baden-Württemberg. Der vorliegende Beitrag basiert auf der IBP-Mitteilung Nr 486 [5]. Eine ausführlichere Darstellung der bisher erzielten Ergebnisse ist in Vorbereitung [6].

→ maysenhoelder@ibp.fraunhofer.de
→ schneebeli@slf.ch

Literatur

- [1] Wilson, D. K.: Relaxation-matched modeling of propagation through porous media, including fractal structure. *J. Acoust. Soc. Am.* 94 (1993) 1136-1145
- [2] Wilson, D. K.: Simple, relaxational models for the acoustical properties of porous media. *Appl. Acoust.* 50 (1997) 171-188
- [3] K. Mecke, C. H. Arns: Fluids in porous media: a morphometric approach. *J. Phys.: Condens. Matter* 17 (2005) S503-S534
- [4] D. Stoyan, W. S. Kendall, J. Mecke: *Stochastic Geometry and Its Applications*. Wiley, New York 1976.
- [5] W. Maysenhölder, M. Schneebeli, X. Zhou, T. Zhang, M. Heggli: Schallabsorption von Schnee. *IBP-Mitteilung* 35 (2008) Nr. 486
- [6] W. Maysenhölder, M. Schneebeli, X. Zhou, T. Zhang, M. Heggli (wird veröffentlicht)

Fotonachweis: Flüelapass: Martin Schneebeli, andere Fotos: Xiaoru Zhou

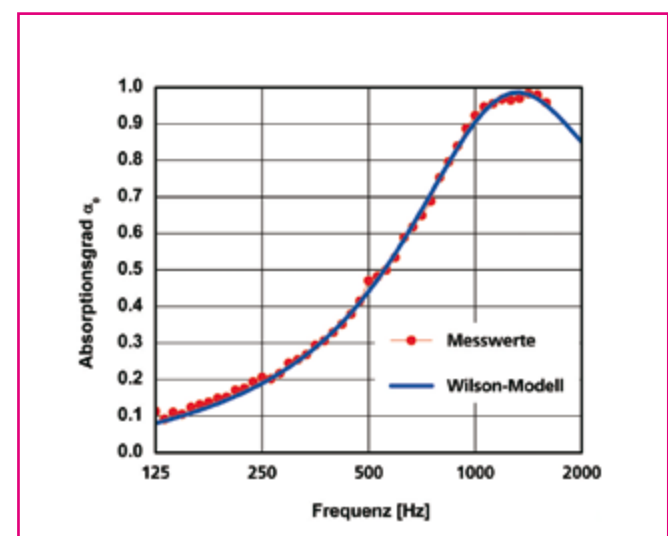


Abb. 6 Absorptionsgrad der Schneeprobe mit 87 % Porosität: Messwerte und rechnerische Nachbildung mit dem Relaxationsmodell von Wilson ©IBP

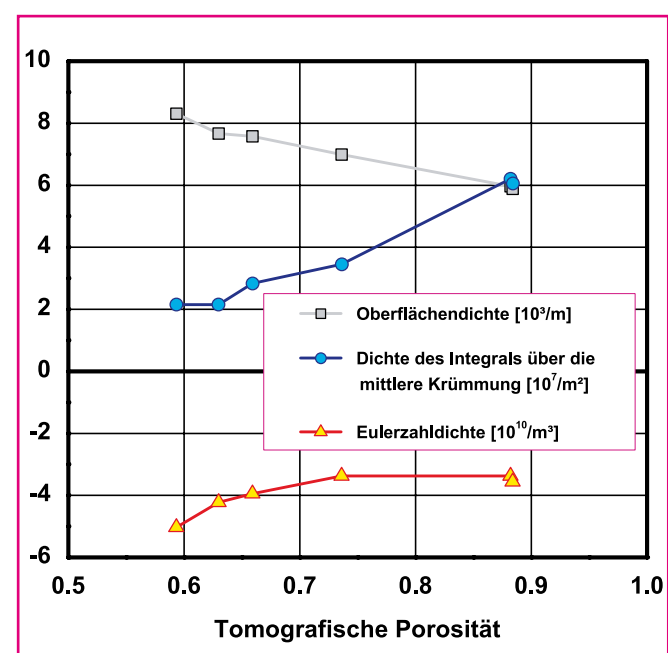


Abb. 7 Für sechs Schneeproben sind die aufs Volumen bezogenen Integrale über der tomografisch bestimmten Porosität aufgetragen

turbogustav



Die Kraft des Windes

Radfahrerträume werden wahr

Prof. Dr. Gustav Winkler,
Maschinenbau, Fachhochschule Flensburg

Das Fahrrad ist für einige ein Sportgerät (wenn sie sich das Fitness-Studio nicht leisten können oder für Leistungssportler mit zweifelhafter Nachhilfe aus dem Labor), aber nur noch für wenige ein Verkehrsmittel. Warum? Weil man sich selbst bewegen muss, statt bewegt zu werden und vor allem bei Wind kann das anstrengend sein. Manchmal wird man auch noch nass. Gegen den Regen kann man sich kleiden, aber gegen den Wind ist man machtlos; selbst eine stromlinienförmige Verkleidung hat mehr Nach- als Vorteile. Sogar die Freude am Rückenwind ist einem vergällt, weil man weiß, dass man bei der Rückfahrt mit Gegenwind umso mehr leiden muss. Oder ist man gegen den Wind doch nicht machtlos? Könnte man die Windenergie nicht irgendwie in Vortrieb ummünzen?

Die Kraft des Windes nutzen?

Wie in Radio Eriwan: im Prinzip ja. An Land nutzen Strand- und Eissegler seit langem die Kraft des Windes, von den Seglern auf dem Wasser ganz zu schweigen. Nur kann man mit Segeln nicht geradewegs gegen den Wind fahren, höchstens in einem spitzen Winkel zum Wind („hoch am Wind segeln“). Um gegen den Wind voranzukommen, muss man also kreuzen; dazu braucht man Platz auf beiden Seiten der Strecke, den man auf der Straße nicht hat und Zeit, die man nur noch als Sportschiffer hat. Aber könnte man das Fahrzeug nicht mit einem Windrad versehen, das es vorantreibt? Diese Idee hatten schon viele, so [1] der Regensburger Sebastian Müller mit einer Patentschrift von 1893 und [2] Guido von Vigevano um 1335 (!). Die praktische Umsetzung gelang aber erst vor wenigen Jahren in Flensburg, der sicher nördlichsten und vielleicht windreichsten Stadt Deutschlands.

Viel Widerstand

Man muss dazu nämlich mit der Kraft des Windes die Kraft des Windes überwinden, und das klingt nicht nur paradox, sondern es ist es auch. Der Luftwiderstand eines leistungsfähigen Windrades, auch wenn es nur zwei oder drei schmale Flügel hat, ist etwa so groß wie der einer vollen Scheibe von der Größe der von den Flügeln überstrichenen Fläche. Bei einer altmodischen Windmühle oder einer neumodischen Windkraftanlage spielt dieser

Gustav Winkler ist 1940 in Augsburg geboren. Sein beruflicher Weg führte in mehr als fünfzig Arbeitsjahren vom Lehrling in einer Motorenfabrik zum Professor an einer Fachhochschule, vom Maschinenbauer zum Ingenieurwissenschaftler, von einer Forschungsassistenten zu Gastprofessuren an ausländischen Universitäten, vom Gerichtsdolmetscher zum Lehrer von Übersetzern, von Augsburg im tiefen Süden über die Vereinigten Staaten und das Vereinigte Königreich nach Flensburg im hohen Norden. Auf technischem Gebiet bewegte er sich zuerst mit, dann gegen den Strom, von der spiritusbeheizten Spielzeugdampfmaschine über den hochaufgeladenen Turbodiesel zum holzgefeuerten Dampfboot. Zurzeit denkt er für einen großen Autohersteller auf einem östlichen Subkontinent über einen schadstofffreien thermo-dynamischen Fahrzeugantrieb ohne Öl oder Feuer, Wind oder Sonne nach. Das Gegenwindfahrzeug erdachte er schon vor sechzig Jahren; gebaut wurde es aber erst vor sechzehn. Seit drei Jahren ist er nun im Ruhestand und hat jetzt zwar weniger Ruhe als früher, aber mehr Zeit für alle seine Aktivitäten.

große Luftwiderstand energetisch keine Rolle, weil er vom Spur- oder Drucklager aufgenommen wird, aber bei einer Fahrt gegen den Wind ist dieser Widerstand größer als die beiden anderen, nämlich der mechanische (Roll-) Widerstand der Reifen und der aerodynamische (Luft-) Widerstand des Aufbaus. Die beiden letzten Widerstände kann man durch geeignete Maßnahmen – harte Reifen und Fahrbahn, Stromlinienhülle – verkleinern, nicht aber den Widerstand des Windrades. Der steht nämlich in direktem Verhältnis zur abgegebenen Leistung, ohne ihn gibt es keinen Antrieb. Ein stromlinienförmiges Windrad wäre also nutzlos.

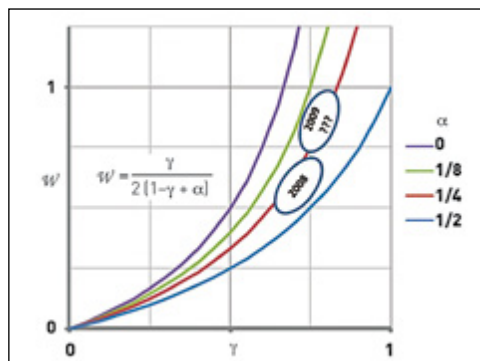
Grau ist alle Theorie ...

Erst wenn man mit der Leistung des Windrades dessen eigenen Widerstand überwunden hat, kann man darauf hoffen, mit dem Rest an Leistung das Fahrzeug nach vorne zu bewegen. Die mathematischphysikalische Analyse dieses Vorganges ist nicht einfach; [3] Jens Sørensen, Professor an Dänemarks Technischer Universität, ist sie wohl erstmals gelungen. Sie zeigt unter anderem, dass es theoretisch möglich ist, gegen den Wind mit der Geschwindigkeit des Windes zu fahren, sogar schneller. Das ist ein verblüffendes Ergebnis, kann man doch mit Rückenwind und einem Riesensegel (zum Beispiel einem Spinnaker) theoretisch höchstens Windgeschwindigkeit, praktisch aber kaum mehr die Hälfte davon erreichen. Das Ergeb-

nis der Analyse von Sørensen in Tabellenform als Lösung einer kubischen Gleichung ist leider wenig anschaulich; der Verfasser gibt deshalb hier eine Näherungsgleichung in stark modifizierter und simplifizierter Form wieder, für die nur er verantwortlich gemacht werden kann:

$$W \approx 1/2 \gamma / (1 - \gamma + \alpha)$$

Dabei ist W die (dimensionslose) Geschwindigkeit des Fahrzeuges bezogen auf die des Windes, γ der Gütegrad des Windrades bezogen auf die theoretische Obergrenze von 16/27 nach [4] Betz, $\alpha = \Sigma A_D / A_R$ ist die auf die Fläche A_R des Windrades bezogene Summe von aerodynamischer Widerstandsfläche des Fahrzeuges einschließlich Fahrer und mechanischer Widerstandsfläche, letztere berechnet aus dem Rollwiderstand der Räder (Index D für *drag*, R für *rotor*). Die steile Zunahme der Geschwindigkeit W mit dem Gütegrad γ des Windrades zeigt der Graph für verschiedene Werte der dimensionslosen Widerstandsfläche α .



Diese Näherungsgleichung unterschätzt die Geschwindigkeit W um ein Zehntel bis ein Fünftel; sie mag aber zur grundsätzlichen Diskussion dienen:

Eins Ohne Fahrzeugwiderstand, $\alpha=0$, und mit einem vollkommenen Windrad, $\gamma=1$, kann man beliebig schnell fahren, sogar unendlich schnell! Dies steht nicht im Widerspruch zur Newtonschen Mechanik: ein verlustfreies Windrad kann ein widerstandsloses Fahrzeug mit jeder Geschwindigkeit bewegen.

Zwei Mit α um 1/4 und γ um 2/3 (untere Ellipse) ist eine Fahrzeuggeschwindigkeit W zwischen 1/2 und 2/3 möglich. Das ist praktisch auch schon erreicht worden, wie die nebenstehende Tabelle zeigt.

Drei Unter welchen Bedingungen könnte ein Fahrzeug $W \approx 1$, das heißt die volle Windgeschwindigkeit erreichen? Man findet leicht, dass dazu bei einem α von weniger als 1/4 der Gütegrad des Windrades γ um 3/4 sein müsste (obere Ellipse).

Probieren geht über Studieren

Soviel zur Theorie. Wie aber sieht die Praxis aus? Ganz ohne Theorie hat [5] der Verfasser 1992 zum ersten Mal gezeigt, dass ein Landfahrzeug mit der Kraft des Windes die Kraft des Windes überwinden kann: Das Gegenwind-Fahrrad war geboren. Erst im August 2008 fand dann im holländischen Den Helder unter dem Namen [6] RACING AEOLUS der erste Wettbewerb für Fahrzeuge mit Gegenwindantrieb statt. Neun europäische Mannschaften aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen von Dänemark bis Griechenland hatten sich dafür gemeldet. Drei von ihnen konnten die Aufgabe, alleine mit der Kraft des Windes gegen den Wind zu fahren, überhaupt nicht lösen und schieden bereits vor dem Wettbewerb wieder aus.

Zwei weitere traten zwar an, konnten aber ihre Fahrzeuge nicht dazu bewegen, gegen den Wind zu fahren; bei einem der beiden drehte sich das Windrad nicht einmal im Leerlauf. Von den verbliebenen vier gewannen drei, nämlich die Stuttgarter, Holländer und die Flensburger Mannschaft des Verfassers jeweils drei Rennen in den Zweierpaarungen; die vierte aus Kopenhagen gewann ein Rennen. Die Reihenfolge der ersten drei wurde deshalb nach den erreichten Geschwindigkeiten bestimmt. Die ersten beiden und die vierte Mannschaft aus Kopenhagen erreichten oder überschritten bei stärkerem Wind die halbe Windgeschwindigkeit und gewannen damit einen vom Verfasser ausgelobten Sonderpreis; die schnellste aus Stuttgart kam sogar auf fast zwei Drittel der Windgeschwindigkeit! Das Fahrzeug des Verfassers war zwar am langsamsten, blieb aber auch bei schwächerem Wind im Gegensatz zu den anderen (ausgenommen die ersten) nie auf der Strecke stehen! So schnell fuhren die drei Schnellsten bei Windgeschwindigkeiten um 9 m/s:

Teilnehmer aus Stadt	Land	Geschwindigkeit W
Stuttgart	Deutschland	0,50 ... 0,65
Kopenhagen	Dänemark	0,49 ... 0,53
Petten/Nordholland	Niederlande	0,42 ... 0,52

Ein PERPETUUM MOBILE?

Der gefühlte Wind kommt zwar fast immer von vorne, aber der wahre manchmal auch von der Seite oder von hinten oder er kommt auch gar nicht. Rückenwind war für Radfahrer nie ein Problem, bei Seitenwind fährt man woanders hin (oder man macht das Windrad schwenkbar), aber was macht man bei Windstille? Man nimmt Anlauf, fängt den Fahrtwind auf und wird dann immer schneller. Geht das? Die Theoretiker behaupten, das wäre ein PERPETUUM MOBILE, aber man sollte es vielleicht einmal probieren ... statt es zu studieren.

Die Zukunft

Und wie geht es weiter? Alle Teilnehmer von 2008 wollen beim nächsten Wettbewerb im August 2009 in Den Helder wieder dabei sein und dazu werden auch noch einige neue Mannschaften kommen, bis aus Südafrika und Indien. Es wird spannend werden! Ein neuer Preis für diejenigen, die die volle Windgeschwindigkeit $W=1$ erreichen, ist schon ausgelobt; dazu müsste der Gütegrad des besten Windrades um ein Fünftel gesteigert werden. Und sollte man sich nicht langsam Gedanken über eine Serienfertigung des Gegenwindfahrrades machen? Großes Marktpotenzial in windigen, aber kaum mehr öligen Zeiten. Nur der Verfasser wird sich auf seinen Lorbeeren als der allererste aller mühelosen Gegenwind-Radfahrer ausruhen dürfen!

Literatur beim Autor

- [1] Müller, S. (1893) Patentamt des Deutschen Reiches: „Windrad für Fabrräder“
- [2] Alertz, U. (2008) www.bistinst.rwth-aachen.de: „Der Windwagen des Guido von Vigeva-no“, 1335“
- [3] Sørensen, Jens N. (2008) „Aero-mekanisk model for vindmølledevet køretøj“ (Aero-mechanisches Modell für ein Fahrzeug mit Windantrieb). Unveröffentlicht.
- [4] Betz, A. (1926) Wind-Energie und ihre Ausnutzung durch Windmühlen, Göttingen
- [5] Pobl, J. (1992) Flensburger Tageblatt 1. April 1992: „Turbo-Gustav gegen den Wind“
- [6] RACING AEOLUS www.windenergyevents.com

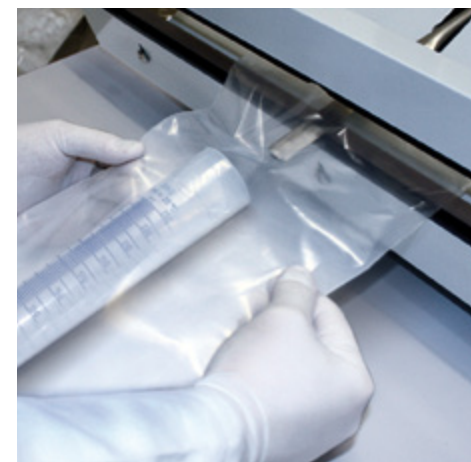
→ turbogustav@gmx.de

Steril verpackt – Zeit und Geld gespart!



appeal 113 902

VITLAB® bietet Ihnen sterile, einzelverpackte Laborprodukte aus Kunststoff. Ihr Vorteil: Aufwändige Reinigungs- und Autoklavierprozesse werden unnötig, Ihre Prozesse sicherer. In der Verpackung bleibt der sterile Zustand nach der Strahlensterilisation über einen langen Zeitraum erhalten. Und Sie sparen bares Geld!



Unter reinraumähnlichen Bedingungen produziert, in Folie verpackt und durch Bestrahlung sterilisiert.

Fordern Sie gleich ausführliche Informationen, auch zu unserem gesamten Liquid Handling Programm an!



Viele unserer Laborprodukte aus Kunststoff erhalten Sie auch steril verpackt.

ACHEMA
11. – 15. Mai 2009
Halle 6.1
Stand G13 – G14

VITLAB®
Competence in Labware

VITLAB GmbH • Linus-Pauling-Str. 1 • 63762 Grossostheim • Germany
tel: +49 (0) 6026 9 77 99-0 • fax: 9 77 99-30 • e-mail: info@vitlab.de • www.vitlab.de

Natürlich beschichtet

Die Bionik ist in der Lack- und Oberflächentechnik angekommen

Nadine Rehfeld, Dr. Ingo Grunwald, Dr. Volkmar Stenzel
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung -
Fraunhofer IFAM - Bremen

Das Multitalent Leonardo da Vinci war ein wachsamer Beobachter seiner Umgebung: Schon im 15. Jahrhundert entwarf er Flugapparate, die sich an dem Prinzip der Vogelschwingen orientierten. Da Vinci war somit einer der ersten Vertreter der Bionik, einer derzeit stark an Bedeutung gewinnenden interdisziplinären Forschungsrichtung. Leitgedanke der Bionik ist es, von der Natur zu lernen – und Beispiele aus der Lack- und Oberflächentechnik zeigen, dass das auch ausgezeichnet funktioniert.

Die Natur ist ein fantastisches Vorbild: Über einen Millionen Jahre andauernden Evolutionsprozess hat sie zahlreiche faszinierende Problemlösungen entwickelt. Naturwissenschaftler und Ingenieure wollen sich aber nicht wie da Vinci „nur“ von der Natur inspirieren lassen. Sie wollen die Wirkungsweisen und Zusammenhänge entschlüsseln und verstehen, um sie sicher in technische Anwendungen einfließen zu lassen. Das bedeutet aufwändige Grundlagenforschung für Einrichtungen wie den Bereich Klebtechnik und Oberflächen des Fraunhofer IFAM, das im Bionik-Bereich zu den bedeutenden deutschen Forschungseinrichtungen zählt.

Auch neue leistungsfähige Materialien entstehen derzeit, nachdem die zugrunde liegenden Prozesse in der Natur erforscht wurden. So arbeitet das Fraunhofer IFAM an Klebstoffen nach dem Prinzip von Haftmechanismen der Miesmuschel. Ziel sind extrem starke Klebstoffe, die auch unter Wasser oder in der Medizin eingesetzt werden können – also in Umgebungen, in denen eine optimale Haftung bislang nur schwer zu erreichen war. (*labor&more berichtete darüber im Artikel „Zahnersatz mit Miesmuschel-Kleber“, labor&more 03/08, S 39.*)

Hochinteressant sind bionische Ansätze auch in der Lack- und Oberflächentechnik. In diesem Bereich ist der Lotus-Effekt® die wohl bekannteste biologisch inspirierte Anwendung. Abgeleitet von der Oberflächenstruktur und -physik des Lotusblattes sind kommerzielle Beschichtungen entstanden, die ansatzweise die Wirkung der natürlichen Oberfläche nachstellen: Wasser und Schmutz haften kaum an. Auch die Abteilung Lacktechnik des Fraunhofer IFAM ist auf dem Gebiet der bionischen Oberflächentechnik sehr aktiv. In verschiedenen Projekten arbeitet sie an neuen, viel versprechenden Anwendungen. Schnell schwimmende Haie in den Ozeanen ahnen nicht, wie sehr sie die Wissenschaftler in Bremen beschäftigen: Denn die versuchen derzeit, schuppige Mikrostrukturen in der Größe weniger tausendstel Millimeter in Lackoberflächen zu übertragen. Damit soll der Strömungswiderstand von Schiffen, Eisenbahnen oder Flugzeugen ebenso reduziert werden wie der von Rotorblättern der Windenergieanlagen oder Pipelines. Doch wie werden solche speziellen Oberflächenstrukturen auf großen Bauteilen erzeugt und geprüft? Das Fraunhofer IFAM hat dazu ein Rollenverfahren entwickelt, das gleichzeitig Lack aufträgt, prägt und härtet. Der dazu eingesetzte Dual-Cure Lack ist nahezu lösemittelfrei und durch den Einsatz von anorganischen Nanopartikeln sehr abriebfest.

Die ideale Oberfläche: strömungsgünstig und widerstandsfähig

Noch werden einige Jahre vergehen, bis derart strukturierte Oberflächen auf der Außenhaut von Verkehrsmitteln in Serie aufgebracht werden, um den Treibstoffverbrauch zu senken. Im Technikumsmaßstab haben die IFAM-Forscher jedoch schon prototypische Lacksysteme und Applikationsgeräte entwickelt und zur Einsatzreife gebracht; Ende 2009 sollen bereits erste Ergebnisse von Testflächen im Alltagseinsatz vorliegen. Mit der gleichen Technologie ist es auch möglich, weitere in der Natur vorkommende Mikro- sowie Nanostrukturen in Lackoberflächen zu erzeugen und damit preiswert technisch nutzbar zu machen. Eine ausgezeichnete Anregung gab beispielsweise der Sandfisch, der allerdings nicht im Wasser schwimmt, sondern sich im Wüstensand bewegt. Um sich nicht im wahrsten Sinne des Wortes zwischen den Sandkörnern „aufzureiben“, hat er eine widerstandsfähige schuppige Oberfläche. Sie ist sogar belastbarer als Stahl oder Glas, was seinen Grund in der Mikrostruktur der Oberfläche hat. Mit der oben dargestellten Technik lässt sich diese Oberflächenstruktur reproduzieren und auf Materialien aufbringen, die dann wesentlich widerstandsfähiger gegenüber äußeren Einflüssen werden.

Sehr erfolgreich sind die Wissenschaftler des Bremer Fraunhofer-Institutes in den vergangenen Jahren auch bei der Entwicklung neuer funktionaler und biomimetischer Oberflächen zur Verhinderung von Eiswachstum gewesen. Wieder ist die Natur Vorbild: Hier gibt es beispielsweise Insekten, die bei -60°C „frostfrei“ existieren können – ähnlich wie bestimmte Fische, die trotz niedrigster Temperaturen überleben. Gleichartige Phänomene finden sich auch bei Pflanzen. Sogenannte Frostschutzproteine – „Antifreeze-Proteine“ oder kurz „AFP“ – verhindern die Eisbildung. Ein Ansatz im IFAM ist die Verbindung von technischen Lackoberflächen mit synthetisch hergestellten AFP-Proteinen (Abb. 1). Dass dies zu frostresistenteren Oberflächen führt, wurde in einer Machbarkeitsstudie nachgewiesen.

Eis auf Oberflächen – Ein Kosten-Verursacher

Die Forschungen in dieser Richtung haben einen Anwendungsbezug mit hoher wirtschaftlicher Bedeutung. Wenn es um die Verminderung oder sogar völlige Vermeidung von Eisbildung an Oberflächen geht, werden Wirtschaft und Industrie hellhörig. Denn Eis an Oberflächen verursacht in vielen Bereichen hohe Kosten. Bekanntestes Bei-

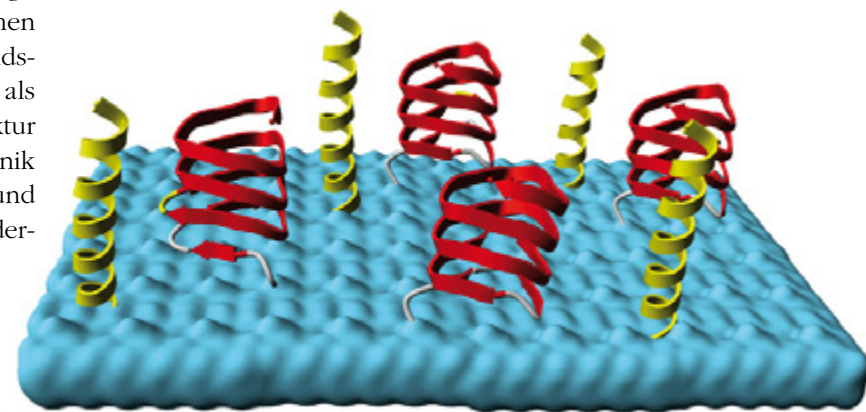
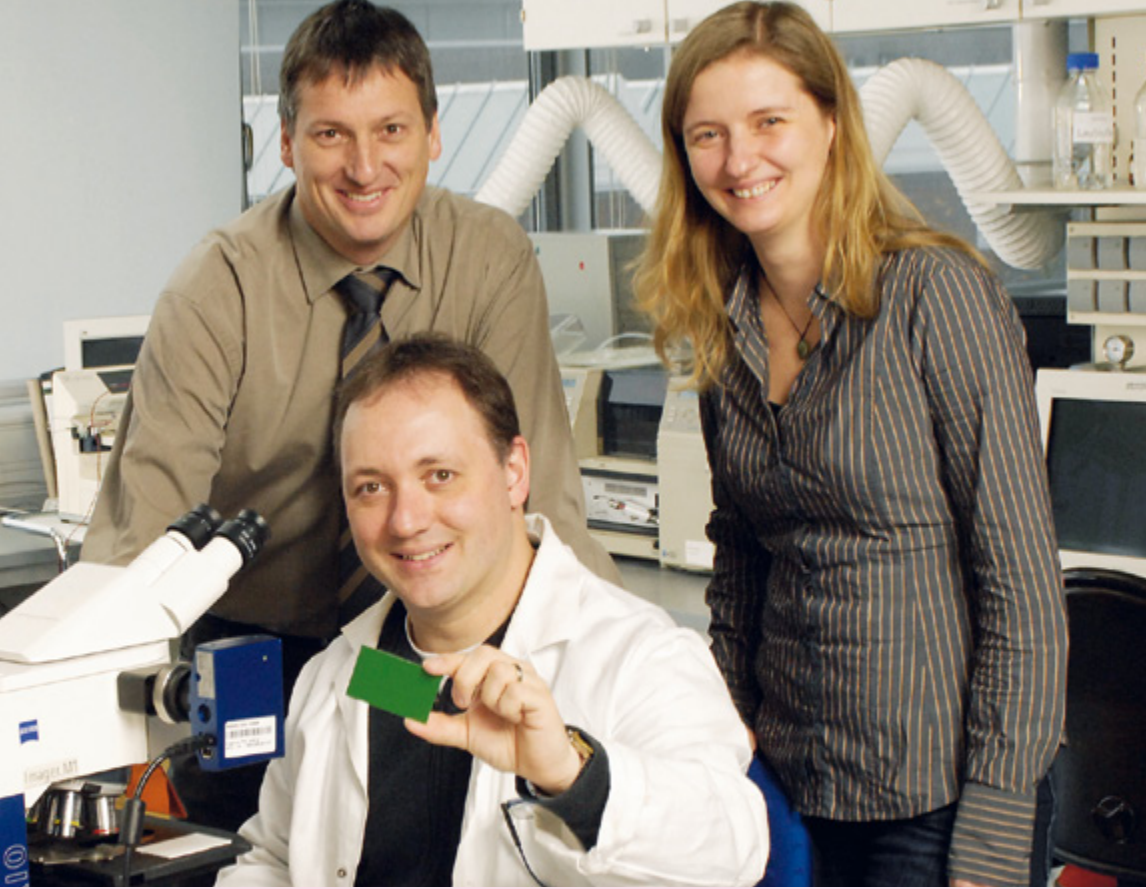


Abb. 1 Modell einer Lackoberfläche mit Antifreeze-Proteinen
Quelle: Fraunhofer IFAM



Dr. Volkmar Stenzel, Dr. Ingo Grunwald und Nadine Rehfeld vom Fraunhofer IFAM, Bremen (von links nach rechts) *Quelle: Fraunhofer IFAM*

Volkmar Stenzel hat das Geschäftsfeld Lacktechnik im Fraunhofer IFAM seit 2001 mit aufgebaut und leitet die Abteilung seit 2005. Zuvor hat er in verschiedenen Positionen in der Lack- und Farbenbranche gearbeitet.

Ingo Grunwald arbeitet in der Abteilung Klebstoffe und Polymerchemie des Fraunhofer IFAM und konzentriert sich in der Arbeitsgruppe „Biomolekulares Oberflächen- und Materialdesign“ insbesondere auf den Bereich der biofunktionalisierten und bioaktiven Oberflächen.

Nadine Rehfeld ist Diplom-Biologin und forscht in der Abteilung Lacktechnik des Fraunhofer IFAM an funktionellen Lackoberflächen mit dem Schwerpunkt „Anti-Eis“. Zuvor hat sie an neuen Beschichtungstechnologien für den Einsatz in der Luftfahrt gearbeitet.

spiel ist die Enteisierung von Flugzeugen. Die Passagiere erleben das nur vor dem Start. Doch auch während des Fluges wird enteist, wenn sich in großen Höhen Eiskristalle an den Tragflächen bilden. An Strommasten oder Windkraftanlagen kann Eisbildung – vor allem bei extremen Wetterlagen mit Eisregen wie beispielsweise im November 2005 im Münsterland – zu irreparablen Schäden führen. Auch bei Schienenfahrzeugen, Schiffen oder Rollläden ist Vereisung ein großes Problem. Stillstands- und Wartungszeiten sowie aufwändige Reparaturen summieren sich zu erheblichen Kosten, die es zu vermeiden gilt.

Im Fraunhofer IFAM wird mit zwei parallelen Ansätzen an Lösungen für dieses Problem gearbeitet. Die Arbeitsgruppe Biomolekulares Oberflächen- und Materialdesign (BIOM) der Abteilung Klebstoffe und Polymerchemie stellt die Antifreeze-Proteine synthetisch her und bindet sie in Zusammenarbeit mit der Abteilung Lacktechnik an das Beschichtungsmaterial an. In der Abteilung Lacktechnik wird zudem an Beschichtungen mit verminderter Eishaftung bzw. niedrigeren Gefrierpunkten gearbeitet. Neben grundsätzlichen Unterschieden gibt es bei beiden Ansätzen auch zahlreiche Über-

schneidungen, da neue Funktionen nur durch eine gezielte Veränderung der Lackoberfläche erzeugt werden können. Die Forschungen werden zusätzlich durch die Arbeitsgruppe Applied Computational Chemistry der Abteilung Adhäsions- und Grenzflächenforschung unterstützt. Durch die Computersimulation der chemischen Prozesse an den jeweiligen Grenzflächen werden Materialeigenschaften im Vorfeld der Entwicklungen für die Lackformulierungen vorhergesagt und optimiert. Die kurzen Wege innerhalb des Institutes und die strukturell verankerte enge Zusammenarbeit der Abteilungen Klebstoffe und Polymerchemie, Lacktechnik sowie Adhäsions- und Grenzflächenforschung bringen Synergien, die rasche wissenschaftliche Fortschritte ermöglichen. Die intensive Kooperation von Chemikern, Biologen, Physikern und Lackingenieuren sowie der enge Austausch zwischen normalerweise getrennt agierenden Fachgebieten beschleunigt die Entwicklung konkreter Anwendungen. Die Forschungen werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und der Volkswagen Stiftung gefördert.

→ volkmar.stenzel@ifam.fraunhofer.de

Je komplizierter die Welt,



umso einfacher
machen wir sie Ihnen:

Gebrauchsfertige

- Lösungen
- Reagenzien
- Standards

KB® **Bernd Kraft**

Bernd Kraft GmbH | Stempelstraße 6 | D-47123 Duisburg
Fon +49 (2 03) 51 94-0 | Fax +49 (2 03) 51 94-290 | www.bkraft.de

Bionik-„Stars“

Prominente Beispiele für technische Produkte, die mit den Mitteln der Bionik entwickelt oder optimiert wurden, zeigen deutlich: Bionik ist kein neuer „Hype“ in der Wissenschaftslandschaft, sondern eine stark an Bedeutung gewinnende Forschungsrichtung mit bemerkenswerten fundamentalen Erfolgen. Der Klettverschluss etwa ist aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken – er wurde vom Verbindungsmechanismus der Klette im Tierfell abgeleitet. Das Konzeptfahrzeug „Bionic Car“ von Daimler ist extrem strömungsgünstig, weil sein Design von der Körperform des Kofferrisches abgeleitet wurde. Und in der Schwimmbranche häuften sich die Rekorde, da viele Stars einen strömungsgünstigen Schwimmanzug mit Rillenstruktur – abgeleitet von der Schuppenstruktur flinker Haie – trugen, der sie noch schneller machte.



Binden und Entbinden

Jürgen Brickmann



Unsere Alltagsvorstellung vom Kleben und Befestigen hat etwas Endgültiges: Wenn etwas durch Klebstoff zusammengefügt wird, soll es möglichst fest werden und möglichst lange halten. In der Natur, von der wir schon sehr viel abgeschaut haben – Stichwort Bionik – und auch in der modernen Klebstofftechnologie gilt eher ein anderes Prinzip:

Halten so fest wie möglich und solange wie nötig.

Klebe- und Haltetechnologie hat eine Vielzahl von höchst unterschiedlichen Paletten. Von diesen soll in den folgenden Beiträgen die Rede sein.

Der Übersichtsartikel **Was alles zusammenklebt** von **Dr. Hermann Onusseit** soll einen Überblick über die Einsatzbreite von Klebstoffen in der Technik und im Alltag vermitteln. Der Autor stellt die unterschiedlichen Anwendungsgebiete vor und zeigt einige Perspektiven auf.

Klebertechnik ist uralte. In der Steinzeit lieferten Birken den ersten Klebstoff der Menschheitsgeschichte. Um 4000 v. Chr. verwendeten die Mesopotamier Asphalt für den Tempelbau. Tausend Jahre später kochten die Sumerer aus Tierhäuten eine Art Glutleim. Fest steht, dass es im alten Griechenland bereits den Beruf des Leimsieders – Kellepsos – gab und das Wort „Kolla“ (Leim) heute noch gebraucht wird. Die Römer nannten ihren Leim „Glutinum“.

Im Beitrag von **Frank Wille** **Römischer Superkleber** beschreibt der Autor die Untersuchungen am IVR-Landesmuseum Bonn über einen thermoplastischen Klebstoff, den die Römer vor 2000 Jahren eingesetzt haben und der noch heute nichts von seiner Haftkraft verloren hat.

Die Entwicklung von Kleb- und Haftstoffen ist sicherlich noch nicht abgeschlossen. Wir fragten den Leiter der Forschung Polymere der Henkel KGaA, **Dr. Ramon Bacardit** nach seinen Vorstellungen und Wünschen. Im Interview

Kleben und Entkleben auf Kommando werden Perspektiven der industriellen Entwicklung und der Organisation von Forschungen auf diesem Gebiet angesprochen. Es wird deutlich, dass nicht immer das **Verbinden** (kleben) das Hauptproblem darstellt, dass vielmehr das möglichst rückstandslose **Entbinden** (hier einmal in einem anderen Zusammenhang als gewohnt) auf Kommando eine der großen Herausforderungen darstellt. Dieser Aspekt ist von substantieller Bedeutung für das Recycling von Verbundmaterialien in Industrie und Alltag, hat aber auch im persönlichen Bereich einschneidende Konsequenzen: Jeder, der einen eingeklebten Fußbodenteppich oder eine schwere Wandtapete mechanisch entfernt hat, um neues Material zu verlegen, kann davon ein Lied singen.

Wie in anderen Bereichen dient auch beim Halten und Verbinden die Natur als Vorbild:

Prof. Dr. Stanislav Gorb vom Zoologischen Institut der Universität Kiel stellt im Centerfoldartikel

Haare mit unbeschränkter Haftung Ergebnisse von Untersuchungen vor, die er und seine Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart bei der Untersuchung der Haltemechanismen von Insekten und Kriechtieren gewonnen haben. Die Forscher haben entdeckt, dass Zebravogelspinnen (*Aphonopelma seemanni*) Klebefäden an den Beinen produzieren, die ihnen an glatten, steilen Flächen Halt geben. Damit verfügen die Spinnen über drei Haftmechanismen: neben den Klebefäden auch über winzige Krallen und sehr feine Mikrohärchen. Auch hierauf haben sich die Forscher konzentriert: Inspiriert von solchen Mikrohärchen haben sie zusammen mit der Industrie ein effizientes Haftmaterial nach biologischem Vorbild entwickelt. Das Material hat sich bereits als Schuhsohle für Kletterroboter bewährt.

→ JB





In Ausgabe 3/08 von labor&more berichteten wir über die phantastischen Fähigkeiten von Miesmuscheln als Klebekünstler: Sie haften mithilfe von sogenannten Byssusfäden auf Metall, Holz, Glas oder Knochen. Die Muscheln scheiden aus einer Drüse Klebproteine aus, die im Wasser aushärten und eine hochfeste elastische Verbindung der Muschel mit dem Untergrund ermöglichen. Und das bei widrigsten Umständen: Salzwasser, Strömung und Brandung. Diese Klebeverbindung ist den meisten technologisch entwickelten Klebern in ihrer Vielseitigkeit überlegen. Doch die Industrie schläft nicht. Wir fragten einen Spezialisten nach dem Stand der Technik.



Was alles zusammenklebt

Dr. Hermann Onusseit, Henkel AG & CO. KGaA, Düsseldorf

Klebstoffe halten die Welt zusammen. Nur mit Klebstoffen halten Tapeten an Wänden, schützen Pflaster aufgeschrammte Knie oder informieren Etiketten auf Flaschen über deren Inhalte. Klebstoffe sind heute ein unverzichtbarer Bestandteil nahezu aller Produkte, vom Auto bis zur Zigarette. Immer häufiger ersetzen sie auch Nadel und Faden in der Medizin. Klebstoffe begegnen uns heute in allen Lebenslagen – nicht nur, wenn im Haushalt zum Klebstoffstift gegriffen wird, sondern auch in allen Industriezweigen.

Moderne Bekleidung ist ohne Klebstoff undenkbar. Die Anforderungen an Textilien sind heute so komplex, dass ein Einzelmaterial diese nicht erfüllen kann. Aus diesem Grund bestehen viele unserer Kleidungsstücke aus mehreren unterschiedlichen Stoffschichten, die mit speziellen Klebstoffen zu einem Material verbunden werden. Besonders häufig werden Stoffe mit atmungsaktiven Membranen kombiniert. Für solche Kaschierungen und Beschichtungen von Textilien werden beispielsweise Schmelzklebstoffe, Dispersionsklebstoffe oder Pulverklebstoffe eingesetzt. Sie verbinden dauerhaft die verschiedensten Stoffe und Membranen und sorgen dafür, dass wir uns wohl fühlen und vor Feuchtigkeit weitgehend geschützt sind, unsere Haut aber gleichzeitig weiter atmen kann. Nur mit der Technologie des Klebens sind die ständig steigenden Erwartungen an Stoffe und Kleidung realisierbar. Die Klebungen müssen dabei beispielsweise beständig sein gegen Waschen, Chemikalien, Schmutz und UV-Strahlen.

Aus der modernen Fahrzeugherstellung sind Klebstoffe nicht mehr wegzudenken. Geklebte Autos sind sicherer und sparsamer unterwegs als ihre geschweißten oder genieteten Vorgänger. In modernen Oberklasse-Fahrzeugen sind es heute bis zu 150 Meter Klebstoffnaht, die in der Karosserie eingesetzt werden (im Vergleich dazu wurden bei ähnlichen Fahrzeugen im Jahr 2001 nur 10 Meter Klebstoffnaht eingesetzt). Ein modernes Auto enthält heute annähernd 20 Kilogramm Klebstoff. Besonders im Crashtest schneiden geklebte Autos allgemein besser ab als geschweißte, weshalb heute viele Karosserie- aber auch Motorteile geklebt werden. Um die Insassen bei einem Unfall so gut wie möglich zu schützen, legen die Fahrzeugkonstrukteure die Karosserien so aus, dass möglichst viel Energie eines Aufpralls in Verformungsenergie umgewandelt und damit unschädlich gemacht wird. Klebstoffe sind ideal, um das Crashverhalten der Karosserie zu optimieren. Im Falle eines Aufpralls falten sich die geklebten Metallstrukturen zusammen, sodass die Karosserie beim Knautschen mehr Energie verzehren kann. Damit das zuverlässig funktioniert, sind in die modernen „Crash-resistente-Klebstoffe“ Gummipartikel eingelagert, die wie Puffer wirken. So werden die Insassen bestmöglich geschützt. Klebstoffe helfen auch, durch die Verwendung leichter Materialien wie Kunststoff und Leichtmet-

tall sowie durch Konstruktionen die den Luftwiderstand erniedrigen, den Kraftstoffverbrauch zu senken. So wird die Frontscheibe eines Autos heute millimetergenau in den Fahrzeugrahmen mithilfe moderner Hochleistungsklebstoffe eingeklebt.

Das Handy ist ohne Klebstoffe nicht denkbar. Die weite Verbreitung durch die kostengünstige Herstellung war nur durch den Einsatz der modernen Klebtechnologie möglich. Bei der Produktion werden zum Teil über zwanzig verschiedene Klebstoffe und Klebfolien verwendet. Neben ihrer Funktion als Fügwerkstoff schützen Klebstofffolien vor Spannung, verhindern das Eindringen von Feuchtigkeit und schützen das Display vor unliebsamen Kratzern. Was moderne Klebstofffolien auf der Basis von Epoxid-Harz, Silikon oder Polyurethan leisten, ist bemerkenswert. So werden sie eingesetzt um elektrische Verbindungen zwischen zwei oder mehreren Kontaktpunkten herzustellen und um kleine Schraubchen und Lötverbindungen zu ersetzen. Durch Kleben wird die Struktur flacher, weniger aufwändig und dadurch preiswerter. Bei der Herstellung von Handys werden zwei Arten von elektrisch leitfähigen Klebstofffilmen eingesetzt. Bei isotrop leitenden Klebstoffen (sie besitzen elektrisch leitfähige Partikel im Klebstofffilm) kann der Strom in alle Richtungen fließen, sodass eine elektrische Verbindung entsteht. Dabei liegen die Mindestabstände zwischen den Kontakten bei nur 0,035 mm. Verwendung finden isotrop leitende Klebstofffilme beispielsweise bei der EMI-Abschirmung (Elektromagnetische Interferenz). Anisotrop leitende Klebstoffe lassen den Stromfluss nur in bestimmten Richtungen zu. In diesen Klebstoffen sind Mikropartikel eingebettet, die zwischen zwei Kontaktpunkten zusammengepresst werden, gleichzeitig entsteht eine Isolation zwischen den einzelnen Punkten in den anderen Raumrichtungen.

Die neuen Reisepässe werden mithilfe von speziellen Klebstoffen hergestellt. Diese Pässe enthalten intelligente Chips, die mit sogenannten Die-Attach-Klebstoffen fixiert sind. Mit ihrer Hilfe werden die mit den entsprechenden biometrischen Daten wie Personalien und digitales Gesichtsfeld versehenen Chips direkt auf das Chipgehäuse geklebt und anschließend mit Drähten elektronisch kontaktiert. Durch eine mit dem Chip in Verbindung stehende Antenne können die jeweiligen Daten dann bei der Passkontrolle kontaktlos auf das Lesegerät übertragen werden. Das Erfassen, Speichern und Abrufen von personen- oder warenbezogenen Daten auf Reisedokumenten, Tickets für Großveranstaltungen oder auf Lagerartikeln gewinnt immer mehr an Bedeutung. Große Datenmengen können dank kleiner, intelligenter Chips sehr schnell erfasst und verarbeitet werden. Für Massen Anwendungen bei „Wegwerf-Artikeln“ wie Eintrittskarten war die bisherige Technologie der im Chip-on-Board-(COB)-Verfahren hergestellten Chipkarten jedoch zu aufwändig und damit zu teuer. Erst die neue Flip-Chip-Technologie machte hier den Weg frei. Die Chips werden deutlich kleiner und können z.B. direkt auf sogenannte Smart Labels – das sind dünne Kunststofffolien mit Antennen – geklebt und elektrisch kontaktiert werden. Wichtig ist, dass der Chip auf dem Kunststoff sehr gut hält und als elektrischer Leiter den Datenfluss ermöglicht. Das wird mit Klebstoffen realisiert, die speziell für diese Anwendung entwickelt wurden. Für zwei unterschiedliche Arten der Kontaktierung

wurden einerseits anisotrop elektrisch leitfähige Klebstoffe und andererseits nicht leitende Underfiller entwickelt.

Im Flugzeugbau hat die Klebtechnik eine lange Tradition. Geklebte Baugruppen sind in nahezu allen Bereichen eines Flugzeuges zu finden. Ob sie nun in der Passagierkabine für Komfort oder in den flugrelevanten Bereichen für Stabilität und somit Sicherheit sorgen. Heute wird verstärkt eine modifizierte bzw. optimierte Epoxidtechnologie beim Herstellen von zusammengesetzten Baugruppen, den sogenannten Composites, eingesetzt, während das reine Metallkleben nur in definierten Grenzen Anwendung findet. Gewichtsreduktion ist ein wirtschaftlich vorteilhafter Aspekt, der neben den technischen Vorteilen für das Kleben im Flugzeugbau spricht. Jedes Kilogramm, das beim Gewicht gespart wird, reduziert die Betriebskosten eines Flugzeugs erheblich. Beim neuen Großraumjet A 380 von Airbus wollten die Konstrukteure mehr Treibstoff sparende Bauteile einsetzen. Das stellte die Klebstoffindustrie vor neue Herausforderungen. Eine Vorgabe lautete hier, eine Gewichtseinsparung von 30% bei gleichzeitiger Kostenreduktion zu realisieren. Gemeinsam mit der Klebstoffindustrie entwickelte Airbus neue Systemlösungen, wie z. B. innovative Harztechnologien, zur Herstellung neuer Verbundwerkstoffe. Darüber hinaus wurden Klebstoffe eigens für die automatisierte Verarbeitung optimiert.

Auch die moderne Medizin ist ohne kleben undenkbar. Die Idee, Wunden einfach zu verkleben, sorgt häufig für Erstaunen. Doch der Körper selbst macht es bei Verletzungen nicht anders. Er produziert mit dem Fibrin einen natürlichen Klebstoff und sorgt dafür, dass das gerinnende Blut eine Verletzung abdeckt und keimfrei verschließt. In der Medizin werden diese Blutbestandteile als Klebstoff bei Magen-Darm- und Herzoperationen verwendet. Ein Vorteil ist, dass die körpereigene Substanz vom Körper nicht abgestoßen und nach einiger Zeit abgebaut wird.

Neben den oberflächlichen medizinischen Anwendungen hat Klebstoff auch in anderen Bereichen der Chirurgie Einzug gehalten und auch hier machen Innovationen die Behandlungsmöglichkeiten immer vielfältiger und gleichzeitig schonender. Wenn nach Frakturen oder beim Einsatz von Prothesen Knochen zu kleben sind, sind die Anforderungen an Festigkeit und Langlebigkeit der Verbindung besonders hoch. Verschiedene Materialien wie Kunststoff, Keramik oder Metall müssen mit Knochen dauerhaft verbunden werden. Ideal sind hier Klebstoffe, die schnelle Haltbarkeit versprechen, während des medizinischen Eingriffs einfach zu handhaben und nach dem Anheilen der Knochen abbaubar sind. Ein weiterer Anwendungsbereich in der Medizin sind Pflaster. Auch hier sind selbstverständlich Klebstoffe im Einsatz, um dem Pflaster seinen Halt zu geben. Pflaster werden aber auch benutzt, um Medikamente zu verabreichen. Die auf die Haut geklebten Medizinpflaster geben die Wirkstoffe gleichmäßig ab ohne Leber, Magen oder Darm zu belasten. Wirkstoffpflaster werden heute in vielfältigen Therapien angewendet.

Aufgrund der Tatsache, dass mit der Klebtechnik nahezu alle Materialkombinationen sicher herstellbar sind, ist auch in Zukunft damit zu rechnen, dass die Klebtechnik noch viele neue Anwendungsbereiche erobern wird.

→ hermann.onusseit@henkel.com



Römischer Superkleber

Frank Willer war von 1982–1983 Goldschmied und Restaurator am Römisch-Germanischen-Museum Köln. Seit 1983 ist er Restaurator für archäologisches Kulturgut am LVR-Landesmuseum Bonn. Seine Schwerpunkte sind Metallkonservierung und antike Herstellungstechniken. Seit 1995 hält er als Lehrbeauftragter Seminare zur Konservierungstechnik und zu antiken Herstellungstechniken. Frank Willer war an zahlreichen Forschungsprojekten im In- und Ausland beteiligt, mit den Schwerpunkten antike Produktionstechniken sowie technische Datierungsmethoden antiker Großbronzen, Rekonstruktionstechniken und Experimentelle Archäologie. Seit 1997 ist er als Gutachter tätig.

Ein antiker thermoplastischer Metallklebstoff

Frank Willer,
LVR-LandesMuseum Bonn

Wer hat nicht das Bild der durch die Werbung vermittelten scheinbar grenzenlosen Haltbarkeit moderner Klebstoffe vor Augen, mit denen selbst tonnenschwere Gewichte an kleinsten Klebeflächen fest und dauerhaft verbunden werden können. Doch nicht selten verspricht die Werbung mehr, als die Produkte in der Praxis halten können. Umso beeindruckender ist es, dass am LVR-Landesmuseum Bonn ein thermoplastischer Klebstoff nachgewiesen werden konnte, der auch nach fast 2000 Jahren nichts von seiner Haftkraft verloren hat.

Zu einer der wichtigsten Aufgaben moderner Archäologie gehört es, verloren gegangenes technisches Wissen wieder zu entdecken. Dabei stehen immer häufiger Fragen zur antiken Herstellungstechnik und deren sozialgeschichtlichen Zusammenhängen im Mittelpunkt der Forschung, bei der Archäologen, Restauratoren und Naturwissenschaftler verschiedener Fachrichtungen eng zusammenarbeiten. Die genaue Beobachtung antiker Arbeitsspuren an Fundstücken, Materialanalysen und gegebenenfalls die Überprüfung von Herstellungstechniken durch die experimentelle Archäologie ermöglichen es, bislang unbekannte, antike Technologien zu entschlüsseln und weitgehend zu rekonstruieren. Nicht selten werden dabei erstaunliche Beobachtungen gemacht, die verdeutlichen, dass antike Handwerker neben ihren besonderen praktischen Fähigkeiten auch ein sehr hohes technologisches Wissen besaßen. Daher wird seit den 90er-Jahren am LVR-Landesmuseum Bonn verstärkt die Erforschung antiker Technologien vorangetrieben.

So konnten bereits im Jahr 2005 erste Hinweise auf die Verwendung eines bislang unbekanntes antiken Metallklebstoffes an einer römischen Reitermaske aus Kalkriese gewonnen werden, die als eines der herausragendsten Fundstücke der berühmten Varusschlacht im Jahre 9 n. Chr. gilt. Die eiserne Maske, ehemals an einem Helm zum Schutz des Gesichtes montiert, war durch ein dünnes Silberblech edel verziert worden. In der Schlacht sollte sie durch ihren starren Blick und metallischen Glanz den Gegner verunsichern. Ihren Träger vermochte sie jedoch letztendlich nicht zu schützen. Er fiel während der Schlacht, wie Tausende andere Soldaten der drei römischen Legionen (ca. 15.000 Mann), die von germa-

nischen Stämmen aufgerieben wurden. Nach der Schlacht, wie die archäologischen Befunde nahe legen, kam es zu Plünderungen, bei denen wohl auch das edle Silber von der eisernen Gesichtsmaske abgetrennt wurde. Rekonstruktionsversuche zur Herstellung der Maske ergaben, dass eine Montage des dünnen Silbers ohne eine Verklebung nicht durchzuführen gewesen wäre. Aufgrund der antiken Demontage und der langen Bodenlagerung hatten sich hier jedoch alle Kleberreste aufgelöst.

Erst einem Zufall ist es zu verdanken, dass schließlich doch ein Beweis für einen solchen Metallklebstoff erbracht werden konnte. Der Nachweis gelang an einem aus dem 1. Jh. n. Chr. stammenden prunkvollen Reiterhelm aus dem Bestand des LVR-Landesmuseums Bonn. Der eiserne Helm ist mit aufwändigen Silbertreibarbeiten und Vergoldungen verziert. Er war, und das ist eine weitere Besonderheit dieses Helms, für einen Träger mit einer chronischen Erkrankung, einem sog. Tortikollis bzw. Schiefhals, passgenau angefertigt worden. Die Verzierungen sowie das an der Stirn angebrachte Herrscherbildnis deuten auf einen hohen Rang des Trägers im römischen Militär hin.

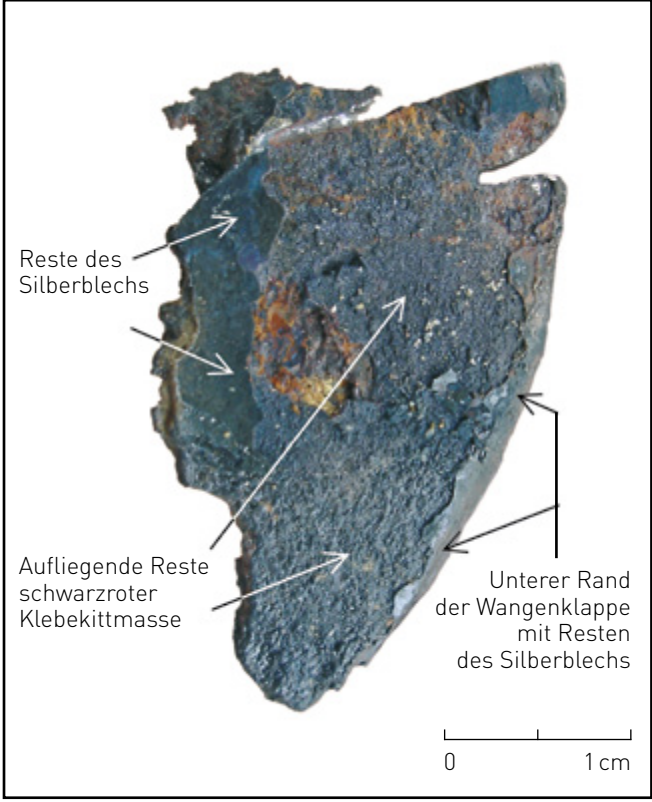
Bei einer Probenentnahme an einem 2 x 2,5 cm großen Fragment dieses Helms mittels einer 0,2 mm dünnen Mikrotrennscheibe konnte zwischen dem Eisen und dem Silber eine schwarze Klebeschicht beobachtet werden, die sich durch die beim Beprobieren entstandene Wärme ausdehnte und dabei das Silberblech anhub. Unter Bildung von schwarzen Fäden konnte das Silberblech abgenommen werden. Die Sensation schien perfekt, worauf

The real home of ultrapure silica!



Die Römer klebten!
Ein antiker Metallkleber hält den römischen Reiterhelm auch nach 2000 Jahren zusammen. Auf eine eiserne Unterkonstruktion war dünnes Silberblech geklebt worden.

Foto: LVR-Landesmuseum Bonn, Axel Thünker



Der Beweis.
An diesem Helmfragment wurde der Kleber nachgewiesen.



Erste Hinweise.
Die aus der berühmten Varusschlacht im Jahre 9 n. Chr. stammende Reitermaske aus Kalkriese lieferte erste Verdachtsmomente auf die Verwendung eines thermoplastischen Metallklebstoffes.

Foto: Aufnahme Museum Kalkriese

die Probe sofort dem Doerner Institut München zur gaschromatographischen/massenspektrometrischen Analyse übergeben wurde.

(Die genauen Analyseergebnisse werden im in Kürze erscheinenden Bonner Jahrbuch 206 (2009) vorgestellt werden.)

Es konnten im Wesentlichen drei organische Bestandteile festgestellt werden. Bei dem Ersten handelte es sich um eine Erdölfraktion, die man als Bitumen oder Teerparaffin bezeichnen kann. Darüber hinaus wurde Holzteer analysiert, der aus trockener Destillation von Nadelholz erzeugt wurde. Als letzter Bestandteil konnten abgebaute Reste eines tierischen Fettes beobachtet werden. Möglicherweise handelte es sich hierbei um Talg. Ob die Mischung der drei Substanzen zusätzlich noch anorganische Zuschlagstoffe enthielt, ließ sich noch nicht eindeutig feststellen. Sicher ist aber, dass diese Klebemasse nach nahezu 2000 Jahren das Silber am Xantener Helm noch immer fest mit dem Eisen verbindet.

Damit ist es erstmals gelungen, einen römischen thermoplastischen Klebstoff nachzuweisen, der zur Verbindung von Metallen und möglicherweise auch zur Verklebung von organischen Materialien auf Metallen gezielt eingesetzt wurde. Organische Klebstoffe wie Baumteer, sind zwar schon seit der Jungsteinzeit hergestellt und vielfach verarbeitet worden, konnten aber in der oben beschriebenen Form an römischen Metallerzeugnissen bislang nicht nachgewiesen werden.

Im Jahr 2009 ist eine experimentelle Rekonstruktion dieses römischen Superklebers geplant. Hierzu wird nach interessierten Kooperationspartnern in der chemischen Industrie gesucht. Wer sich also an einer gemeinsamen Re-Entwicklung, Herstellung und Vermarktung eines Klebstoffes mit 2000-jähriger Garantie beteiligen möchte, kann sich gerne an das LVR-Landesmuseum Bonn zur Klärung näherer Einzelheiten wenden.

→ Frank.Willer@lvr.de



Für die Herstellung von Kieselgelen für die Chromatographie benötigt man sauberes Wasser, damit auch langfristig eine gleich bleibend hohe Qualität erzielt werden kann. Wie das bei uns in der Schweiz der Fall ist. Diese idealen Bedingungen, die sprichwörtliche Schweizer Präzision und unsere über 30 jährige Erfahrung garantieren Ihnen die Qualität, die Sie erwarten. Versichern Sie sich deshalb vor ihrer nächsten Bestellung von ultrapure Silica bei Ihrem Lieferanten, dass es sich wirklich um das Schweizer Original handelt. Mehr Informationen zu unseren irregulären Kieselgelen ZEOprep® und sphärischen Kieselgelen ZEOSphere® finden Sie auf www.zeochem-silicas.com

ZEOCHEM®

Kleben und Entkleben auf Kommando

Jürgen Brickmann für labor&more im Interview mit **Dr. Ramón Bacardit** Corporate Senior Vice President, Research HENKEL AG & Co. KGaA, Adhesive Technologies, Düsseldorf



Foto: Jürgen Brickmann

Ramón Bacardit wurde 1953 in Barcelona geboren. Er ist verheiratet und hat zwei erwachsene Kinder. Er studierte Chemie in Barcelona und promovierte dort in diesem Fach. Dem schloss sich eine Business-Ausbildung am IESE Barcelona an, bevor er 1981 seine Berufstätigkeit bei der Henkel Ibérica antrat. Dort war er in unterschiedlicher Verantwortung tätig, bevor er 1997 General Manager bei Henkel México wurde und verantwortlich war für Oberflächenbehandlungen in ganz Lateinamerika. 2002 holte ihn der Henkel Konzern nach Düsseldorf, wo er zunächst für diesen Themenbereich weltweit zuständig wurde. Heute ist er verantwortlich für die gesamte Klebstoffforschung (Corporate Senior Vice President Adhesive Technologies Research). Zusätzlich zu seinen fachlichen Fähigkeiten verfügt er über ein großes Sprachtalent: Neben den Muttersprachen Spanisch und Catalan, spricht er fließend deutsch, englisch, französisch, italienisch und portugiesisch. (JB)

L&M: Bei Henkel wurde die zentrale Forschung vor einiger Zeit abgeschafft. Wie sieht die Forschungslandschaft in Ihrem Unternehmen im Augenblick aus?

Dr. Bacardit: Wir haben unsere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten dezentralisiert und sie da gebündelt, wo eine stärkere Nähe zu unseren Kunden und Konsumenten gegeben ist. Wir haben die Aufgabenbereiche den operativen Unternehmensbereichen zugeordnet. Jeder Unternehmensbereich ist jetzt auch zuständig für die gesamte mittel- und langfristige Technologieentwicklung. Wir erwarten von der neuen Organisation einen schnelleren Informationstransfer und eine Verkürzung der sogenannten ‚Time to Market‘ insbesondere bei größeren Projekten.

Sie sind jetzt Sprecher der drei Bereiche.

Genau. Jeder Unternehmensbereich ist verantwortlich für seine eigenen Forschungsaktivitäten. Es gibt aber einige Themen, die eine bestimmte Koordination brauchen. In dem Zusammenhang bin ich jetzt der Sprecher der Forschungsaktivitäten bei Henkel.

Forschung kostet Geld. Hat sich die Wirtschaftskrise da in irgendeiner Weise schon bei Ihnen bemerkbar gemacht?

Natürlich spüren auch wir Auswirkungen der aktuellen wirtschaftlichen Situation. Durch die Dezentralisierung unserer Forschungsaktivitäten haben wir frühzeitig den Grundstein zu einer effizienteren Ausnutzung unserer Ressourcen gelegt. Den Rotstift explizit in der Forschung anzusetzen wäre jedoch das falsche Signal, denn gerade neue und innovative Produkte bieten einen Mehrwert für unsere Kunden und stärken unsere Position im Wettbewerb. Daher haben wir die Ressourcen, die wir für die Forschung für dieses Jahr genehmigt hatten, in den vergangenen Monaten nicht verändert.

Lassen Sie uns bei der zukünftigen Diskussion auf den Bereich konzentrieren, den Sie vertreten, nämlich die Klebstoffe. Können Sie mal ganz kurz sagen, was das alles betrifft? Kleben, was ist das?

Das ist keine einfach zu beantwortende Frage. Kleben ist Physik, Chemie und physikalische Chemie. Es kommen sehr viele Technologien in Frage. Relativ ein-

fache Produkte wie Stärken oder naturbasierte Klebstoffe existieren seit Hunderten von Jahren. Auf der anderen Seite stehen synthetische Produkte oder auch teilweise natürliche Stoffe, wie proteinhaltige Materialien, die eine sehr spezielle Wirkung haben können. Wir müssen die Chemie und Physik von Oberflächen besser verstehen lernen, verstehen, wie diese Oberflächen strukturiert sind und in welchem Zustand sie sich befinden. Was passiert auf den unterschiedlichen Oberflächen, metallischen Oberflächen, aber auch Holz und auch – besonders kompliziert – auf Kunststoffoberflächen? Sehr oft sind einfach nur physikalische und weniger chemische Effekte wichtig. Kleben bedeutet Verbindung und Verankerung. Wir haben auch im Laufe der letzten Zeit verstanden, dass Kleben mit nanostrukturierten Materialien zu tun hat und wir haben gelernt, dass man sehr gute Verbindungen durch Fast Monomolecular Layers erreichen kann. Natürlich müssen wir die Chemie und Physik von Polymeren verstehen. Wir müssen sehr viel über die Morphologie des Polymers wissen, um erfolgreich zu sein.

Sie haben sehr häufig in dieser Ausführung das Wort „verstehen“ verwendet. Wie kommen Sie an diese Grundweisheiten? Das Verstehen ist ja mehr oder weniger Ausdruck von Ergebnissen der Grundlagenforschung. Arbeiten Sie dort mit Institutionen zusammen?

Wir haben im Laufe der vergangenen Jahre die Kontakte mit Instituten und Universitäten erweitert. Die Summe, die wir in Forschungsprojekte bei Instituten und Universitäten weltweit investieren, ist heute deutlich größer als noch vor drei oder vier Jahren. Von unserem Forschungsbudget geben wir etwa fünf Prozent für Kooperationen mit Instituten und Universitäten aus. Wir haben in Asien, USA und Europa sogenannte Scientific Advisory Boards gegründet, in denen Professoren von renommierten Universitäten und unterschiedlichen Fakultäten uns als wissenschaftlicher Beirat unterstützen. Sie sehen, uns steht ein großes Netzwerk von Professoren zur Seite, denn natürlich können wir bestimmte Themen nicht allein bearbeiten oder erforschen. Für uns gilt es, das Wissen da abzuholen, wo es ist.

Erwarten Sie von diesen Kontakten neue Ansätze für neue Produktentwicklungen oder nur Verbesserungen von bereits bestehenden?

Beides. Das Geld, das wir hier in die Forschung investieren, wird ungefähr zu 70 bis 80 % für Anpassungen und Verbesserungen ausgegeben. 20 bis 30 % ist für Technologie-Push-Aktivitäten reserviert. Und natürlich erwarten wir von der engen Zusammenarbeit Perspektiven für neue Einsatzgebiete, neue chemische Formulierungen oder neue Materialien, die wir dann im Markt einführen können. Wir wollen das Marktpotenzial der Technologie ‚Kleben‘ insgesamt vergrößern. Wir stehen hier in direkter Konkurrenz zu mechanischen Befestigungsmethoden.

Also Schrauben, Nieten, Schweißen.

Ja. Und wenn wir einen Teil von diesem Befestigungsmarkt erobern, sind wir in der Lage, zukünftig noch stärker zu wachsen.

Aber Sie müssen natürlich auf diesen Märkten immer mit Innovationen kommen, mit Dingen, die die anderen nicht können.

Ja, wir müssen mit neuen Produkten kommen und Lösungen, die unseren Kunden einen zusätzlichen Nutzen bieten.

Ist es nicht so, dass bei den neuen Flugzeugen schon weitgehend alles geklebt wird?

Nein – nur teilweise. Es wird deutlich mehr geklebt als in der Vergangenheit, aber die Zahl der Nieten ist immer noch enorm groß. Würde man all diese Nieten durch Klebverbindungen ersetzen, könnten verstärkt leichtere Verbundmaterialien eingesetzt werden. So ließe sich das Gesamtgewicht des Flugzeugs beträchtlich reduzieren.

Sie haben jetzt ein Beispiel genannt aus dem Bereich des Flugzeugbaus. Nun weiß ich, dass man aber auch in ganz anderen Bereichen Klebprobleme hat, zum Beispiel unter Wasser kleben oder – was ich unheimlich beeindruckend finde – das Kleben von lebendem, organischen Material, sprich Wundverklebung anstelle von Nähen. Wie weit ist da die Entwicklung?

Bei Wundverklebung sind wir ziemlich weit. Dort kommen Kleber zum Einsatz

– sehr ähnlich dem Sekundenkleber, aber speziell synthetisiert und formuliert für Wundverklebungen. In diesem Bereich können wir sehr viel von der Natur lernen. Wir haben einige Forschungsprojekte in dieser Richtung laufen – insbesondere mit proteinhaltigen oder proteinbasierten Materialien – die ein bisschen das widerspiegeln, was die Natur zu bieten hat.

Sie wissen, dass die Miesmuschel diese spinnenartigen Fäden absondert und sich damit am Untergrund befestigt und dass diese Fäden ultrastabil und sehr stark haftend sind und dass sie unter Wasser kleben. Ist das nicht ein gutes Vorbild für eine industrielle Entwicklung?

Ja, in der Tat, und das ist noch so ein Thema, bei dem wir von der Natur lernen können.

Lassen Sie mich zum Abschluss eine Frage stellen: Wenn Sie einen Wunsch frei hätten, welche Klebproblematik würden Sie gerne lösen?

Bonding und Debonding on Command, also Kleben und Lösen der Verklebung auf Kommando, bei einfacher Bearbeitung!

In welchen Zeitskalen denken Sie da?

Optimal ist die Sekunde. Natürlich gibt es schon einige Materialien, die per UV oder anderer Strahlung in dieser Zeitskala kleben. Das geht nicht so einfach zu Hause, wenn man bastelt, denn man braucht Geräte, die meist teuer sind. Aber man kann sich auch vorstellen, auf einem chemischen Weg dieses Bonding on Command zu erreichen, wenn ein Material mit sehr kleinen Mengen einer zweiten Komponente in Kontakt kommt. Von zunehmender Bedeutung ist Debond on Command. Dies Debonding spielt nicht nur in der industriellen Fertigung eine große Rolle: Wenn Sie zu Hause zum Beispiel renovieren, Badezimmer, Küche oder irgendwas, dann haben Sie eine Woche lang Handwerker und meistens auch Dreck im Haus. Wenn die Kacheln auf Kommando wieder zu lösen wären, hätte man sehr viel Aufwand gespart.

Ich bedanke mich für das Gespräch.

→ JB

Das besondere Jubiläum

30 Jahre Mikrowellentrockner bei CEM

Vor 30 Jahren konstruierten die Gründerväter der CEM den ersten Mikrowellentrockner mit einer integrierten Waage zur schnellen Feuchte- und Feststoffmessung. Mittlerweile gibt es mit dem Smart 5 Turbo die 5. Generation an Mikrowellentrocknern und es wurden bisher über 10.000 Mikrowellen zur schnellen Trocknung vertrieben.



Besonders effizient arbeitet das Smart 5 Turbo bei der Trocknung von schwierigen Proben, die bei anderen Trocknungstechniken oder älteren Mikrowellentrocknern verbrennen, verkrusten oder verspritzen. Warum? Dank der patentierten Temperatursteuerung werden Fleisch- und Wurstwaren, Molkereiprodukte, Chemikalien, Polymerlösungen, Farben und Lacke usw. problemlos getrocknet. Bevor die Probe zu heiß wird und verbrennt, wird die Trocknungstemperatur heruntergeregelt. Zusätzlich werden Dank der Temperaturkontrolle die Vorgaben der DIN und analoger Normen eingehalten.

Typische Anwendungsbereiche des Smart 5 Turbo

- ▶ Lebensmittel: Fleisch- und Wurstwaren, Soßen, Pasten...
- ▶ Tiernahrung
- ▶ Molkereiprodukte: Käse, Eiscreme, Joghurt, Butter, Quark...
- ▶ Papier und Pulp

- ▶ Latex
- ▶ Farben und Lacke
- ▶ Kleber und Harze
- ▶ Kosmetika: Cremes, Waschmittelkonzentrate, Haarspray...
- ▶ Pharmazeutika
- ▶ Klärschlamm
- ▶ Fermentationen
- ▶ Lösemittelhaltige Industriechemikalien, Polymerlösungen

Trocknungsbeispiele

Proben	Zeit [min.]	Gehalt [%]
Käse	2:00	57,92 Feuchte
Fleisch	3:30	62,48 Feuchte
Milch	2:30	11,92 Feststoff
Joghurt	2:45	14,45 Feststoff
Tomatenpaste	1:45	25,44 Feststoff
Mayonnaise	1:00	17,88 Feststoff
Latex	1:30	54,72 Feuchte
Lösungsmittelhaltige Farben	2:00	31,11 Feststoff
Klärschlamm	2:30	63,77 Feststoff

→ www.cem.de

Ritter GmbH beendet Patentstreit um Ritips® professional

Der Patentstreit zwischen der Ritter GmbH und der Firma Eppendorf ist endgültig beigelegt. Das Landgericht München schlug auf der Basis eines Urteils des Bundesgerichtshofs einen Vergleich zwischen den beiden Firmen vor. Im Frühjahr 2007 hatte das oberste Gericht in Karlsruhe entschieden, dass das Produkt „ritips® professional“ der Firma Ritter auch für das Produkt „Multipette® plus“ von Eppendorf verwendet werden darf.

Eppendorf hatte geklagt, dass „ritips® professional“ von Ritter mittelbar eine Patentverletzung darstellt. Diese Klage wurde bereits in erster Instanz abgewiesen, jedoch vom Oberlandesgericht Düsseldorf pro Eppendorf entschieden. Die Revisionsentscheidung

durch den Bundesgerichtshof in letzter Instanz erging endgültig zugunsten von Ritter und damit für die „ritips® professional“-Kunden.

„Der Vergleich des Landgerichts München beendet nun den immerhin sechsjährigen Streit,“ so der Geschäftsführer der Ritter GmbH, Ralf Ritter. Eine gewisse Genugtuung bereite es dem Unternehmen, dass man sich als wesentlich kleinerer Hersteller von Medizinprodukten gegen einen „Großen“ der Branche habe behaupten können.

Ritter will, nicht zuletzt wegen der wirtschaftlichen Erfolge der letzten Jahre, seinen Geschäftsbereich Medical Care als strategisch wertvolles Standbein des Unternehmens weiter ausbauen.

→ www.ritter-online.de

ZU ... KLEBRIG?



Wir messen es!



Der *Texture Analyser TA.XTplus* ist die Universalprüfmaschine...

... zur Untersuchung der physikalischen Eigenschaften von Klebstoffen. Neben den Standard FINAT und ASTM Methoden können mit dem Tack-Test die Haft- und Klebeigenschaften genau untersucht werden.

Besuchen Sie uns auf der ACHEMA Halle: 6.2 Stand Nr. D-13c



WINOPAL

FORSCHUNGSBEDARF GMBH

Research Equipment Engineering + Supply

Mühlenstraße 16
D-29353 Ahsbeck
www.winopal.com

Telefon 07 00 - 09 46 67 25
Telefax 07 00 - 09 46 67 25
info@winopal.com

Haarige Spinnen, die Wände hochkrabbeln: Was den meisten Menschen Schauer über den Rücken treibt, fasziniert Wissenschaftler um Prof. Dr. Stanislav Gorb von der Universität Kiel und seine Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart. Nach langen Jahren der Forschung an den Haftmechanismen bei verschiedenen Tieren, haben sie eine Art von Katalog der geometrischen Prinzipien, welche für besonders gute Haftung an unterschiedlichen Substraten verantwortlich sind, zusammengefasst. Diese Prinzipien dienen als ein Wegweiser bei der Entwicklung neuartiger Haftfolien und anderen Oberflächen mit besonderen Haft- und Reibungseigenschaften. → JB

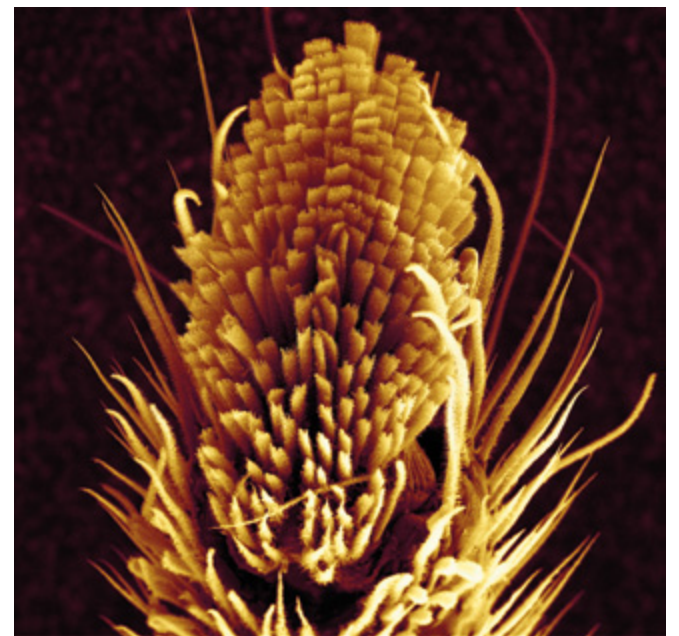
Haare mit unbeschränkter Haftung

Prof. Dr. Stanislav Gorb
Zoologisches Institut, Universität Kiel

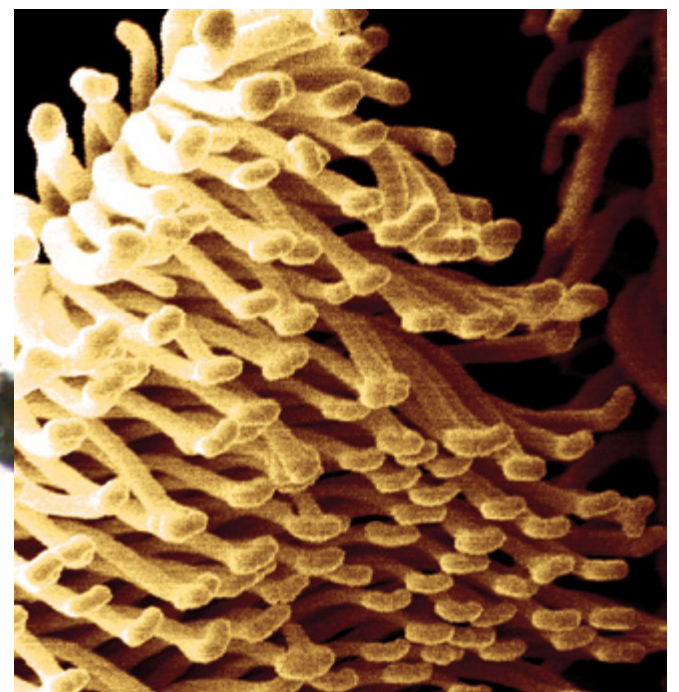
Man ist immer wieder beeindruckt von außergewöhnlichen Fortbewegungsfähigkeiten von Lebewesen, insbesondere dann, wenn der Mensch dazu nicht in der Lage ist. Ein Beispiel ist das Laufen an Wänden und Decken. Spinnen erklimmen scheinbar mühelos glatte, senkrechte Wände und setzen ihren Spaziergang auch an der Decke noch fort. Extrem dünne Härchen verleihen ihnen, aber auch Insekten und Geckos, diese bemerkenswerte Fähigkeit. Spinnen- und Insektenfüße haben zusätzlich noch feine hakenartige Krallen, die sich mit rauen Oberflächen verzahnen.

Insekten verlassen sich nach bisherigen Erkenntnissen allein auf ihre Mikrohärchen und haben deren Form für unterschiedliche Untergründe optimiert. Besonders stark haften Haare, deren Enden sich spatel- oder pilzförmig verbreitern. Doch während das Klebe- und das Häkchenprinzip im Tesafilm und Klettverschluss schon lange technisch umgesetzt werden, tauchen die Folien mit Mikrohärchen in unserem Alltag noch nicht auf.

Interessanterweise gibt es keine einfache Erklärung für diesen Mechanismus. Es handelt sich vielmehr um eine Kombination aus mikro- und nanostrukturierten Oberflächen, viskoelastischen Materialien, biphasischen Flüssigkeiten und deren Transportsystemen sowie der Art der Bewegung selbst. Einige dieser Eigenschaften sind, vom physikalischen Standpunkt aus betrachtet, trivial, andere dagegen sind hoch komplex und erfordern weitere experimentelle Untersuchungen und theoretische Überlegungen. Neben Haftsystemen, die der Fortbewegung dienen, gibt es eine enorme Vielfalt an Haftsystemen, die andere Funktionen erfüllen.



Bauchansicht der Haftpolster (Scopula) an der Beinspitze der Spinne *Clubiona caerulescens*



Spitze des Hafthaares der Spinne *Cupiennius salei*. Die feinen Verzweigungen mit den spatelförmigen Spitzen sind sichtbar.

Zebra-vogelspinne
(*Aphonopelma seemanni*).
Foto: Senta Niederegger





→ **Prof. Dr. Stanislav Gorb** wurde 1965 in Alexeevka (Ukraine) geboren. Er studierte in Kiew 1982–89 Biologie und promovierte 1991 in den Fächern Zoologie und Entomologie am Schmalhausen Institut für Zoologie in der Ukrainischen Akademie für Wissenschaften in Kiew. Er habilitierte sich 2006 am Institut für Zoologie an der Universität Freiburg für das Fach Ökologie mit dem Thema „Attachment devices in insects“. Gorb war Wissenschaftler (PostDoc) an der Universität Wien, Forschungsassistent an der Universität Jena, Gruppenleiter am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie in Tübingen sowie Gastprofessor an der Universität Washington (USA) und der Universität für Raumfahrt und Flugtechnik in Nanjing (China). Gorb's Forschungsschwerpunkte liegen auf der Morphologie, Struktur, Biomechanik, Physiologie und Evolution funktioneller Systeme von Oberflächen bei Tieren und Pflanzen, wie auch auf der Entwicklung biologisch inspirierter technologischer Oberflächen und Systeme. Im Jahre 1995 erhielt er den Schlossmann Preis für Biologie und Materialwissenschaften. Mit seinen Arbeiten über biologische Haftvorrichtungen als mögliche biomimetische Vorbilder gewann er den BioFuture Wettbewerb 1998. Gorb ist Autor von drei Büchern, eingeschlossen der Haftvorrichtungen der Insektenkutikula (Attachment Devices of Insect Cuticle) und der Biologischen Mikro- und Nanotribologie (Biological Micro- and Nanotribology). Er veröffentlichte mehr als 100 wissenschaftliche Veröffentlichungen in renommierten, durch Experten begutachteten Zeitschriften und ist Mitinhaber von 3 Patenten. . .

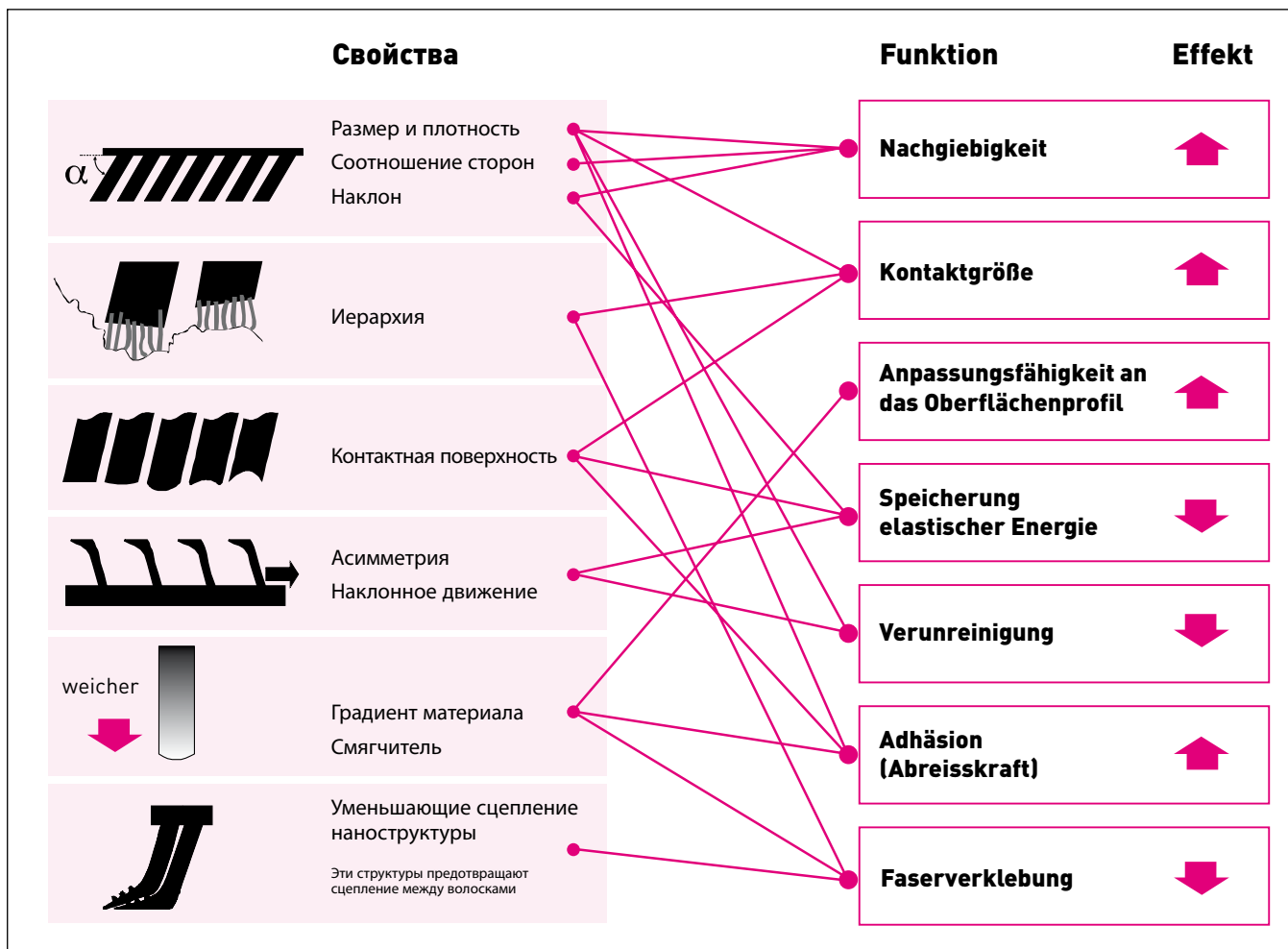
→ JB



Tokey Gecko an der Glaswand

Geckos können an fast jedem Untergrund anheften, ganz ohne Klebstoff. Wie machen sie das? Das unbewaffnete Auge erkennt auf den Zehen nur flauschige Lamellen. Unter dem Mikroskop sind winzige 200-Nanometer große Härchen zu sehen.





Einige Prinzipien (Eigenschaften), nach denen biologische reversible Haftsysteme arbeiten und ihre Beziehung zu spezifischen Funktionen.

Die resultierende Wirkung, die zur Erzeugung starker Haftung erforderlich ist, ist auf der rechten Seite gezeigt. Die Pfeile geben an, ob die Funktion durch ein bestimmtes Konstruktionsmerkmal verbessert oder verschlechtert wird. Die gleichzeitige Umsetzung all dieser Merkmale in einem einzigen künstlichen System ist erstrebenswert, aber nahezu unmöglich. Je nach den Anforderungen an ein bestimmtes biologisch inspiriertes Material oder System, kann jedoch ein Prinzip oder eine Kombination aus einigen dieser biologischen Erkenntnissen umgesetzt werden.



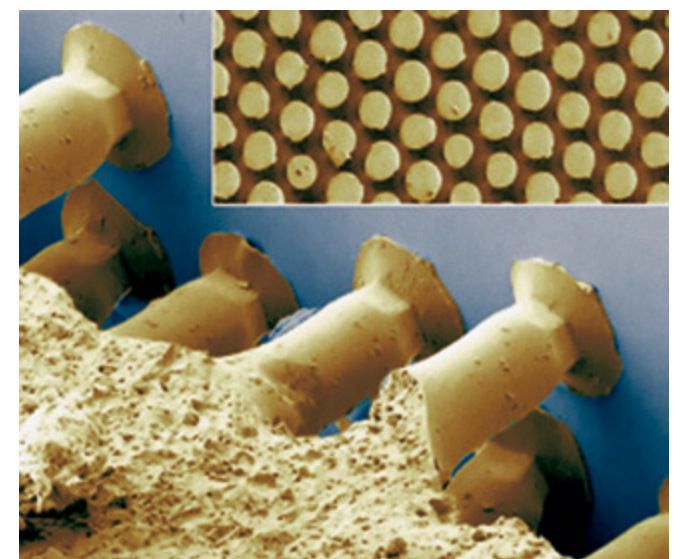
Rückenansicht von der Beinspitze bei der Fliege *Musca domestica*. Sichtbar sind die lappenartige Haftlappchen (Pulvilli) und Krallen

Ermöglicht durch den Einsatz neuester experimenteller Techniken, Hochgeschwindigkeits-Videoaufnahmen, Kraftmessungen und aufwändige Mikroskopieverfahren kam in den vergangenen zehn Jahren starkes Interesse an biologischen Haftsystemen auf. Es stellte sich heraus, dass biologische Haftstrukturen wichtige Eigenschaften im Hinblick auf Evolutions- und ökologische Untersuchungen besitzen. Zudem bergen detaillierte Informationen über Haftstrukturen und -mechanismen ein großes Potenzial für biomimetische Anwendungen.

Die Wissenschaftler in unserer Forschungsgruppe haben in Zusammenarbeit mit industriellen Partnern mehrere funktionelle Prinzipien der Mikrohäärchen erstmals erfolgreich in einem künstlichen Haftmaterial nachgeahmt. Die Haftkraft der biomimetischen Struktur beruht auf Mikrostrukturen, die wie winzige Pilze geformt sind. Nach Untersuchung von mehr als 300 verschiedenen Haftsystemen (siehe Abbildungen) haben wir uns für das Design einer Mikrostruktur entschieden, die bei Fußsohlen der Männchen verschiedener Käferarten oft vorkommt.

Wenige Quadratcentimeter des mikrostrukturierten Materials halten an Glaswänden mit glatten Oberflächen einige Kilogramm schwere Gegenstände; an der Decke allerdings bis zu zehnmal weniger Gewicht. Glatte Strukturen, also etwa Glas oder poliertes Holz, eignen sich gut als Untergrund für solche Haftstreifen – Raufasertapete dagegen kaum. Auch Insekten haben Schwierigkeiten, auf Oberflächen mit feiner Rauigkeit zu laufen, dies ist ein grundsätzliches Problem des Haftmechanismus.

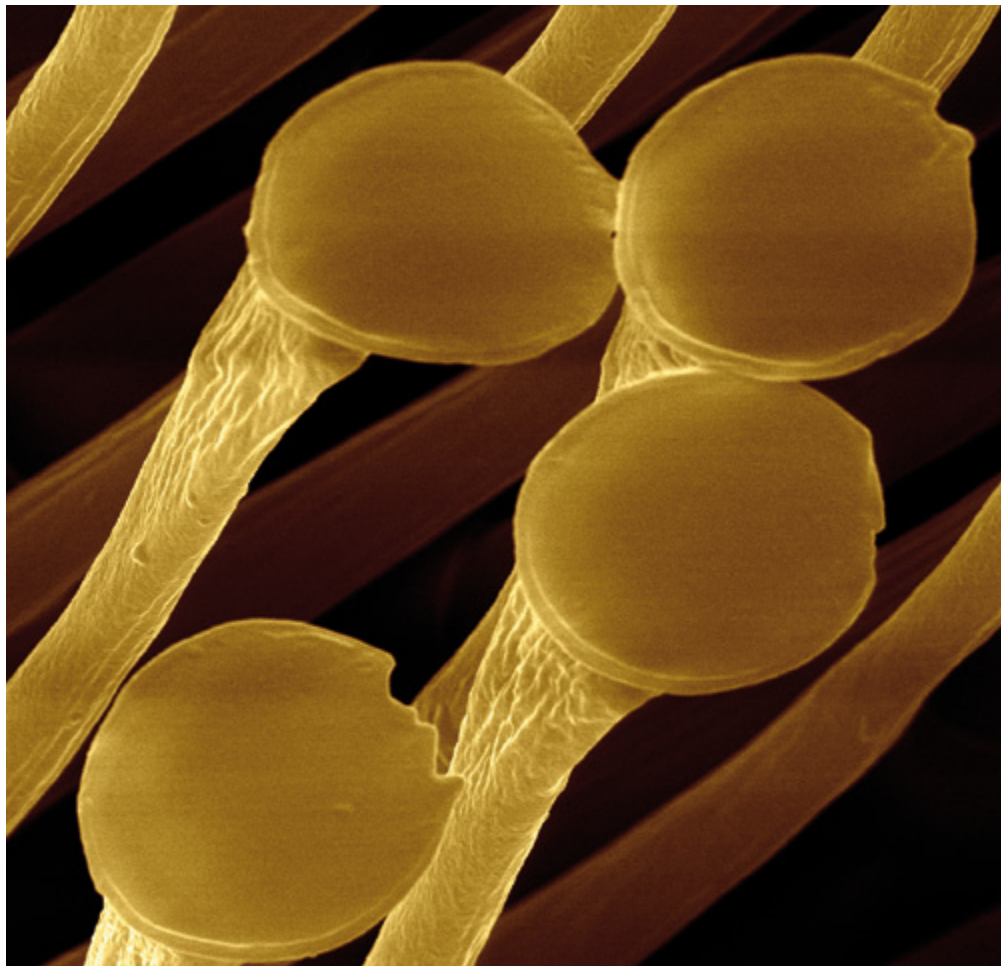
Nach dem Ablösen hinterlässt das Material auf der Oberfläche keine sichtbaren Spuren und haftet auch noch, nachdem es Hunderte Male angebracht und wieder abgerissen wurde. Wenn es verschmutzt ist, lässt es sich im Gegensatz zu Klebestreifen sogar waschen, ohne seine Haftkraft einzubüßen. Verwenden lässt sich das haa-



Mikroskopische Aufnahme der biomimetischen Oberflächenstruktur des synthetischen Haftmaterials. Das von Insektenfußsohlen inspirierte Material (ocker) haftet an Glas (blau).

rige Haftmaterial unter anderem als Schutzfolie für empfindliche Gläser oder einfach als wiederverwendbarer Klebestreifen – Kühlschrankmagnete ade, jetzt kommen die Mikrohäärchen, die zudem an Spiegel, Schrank und Scheibe halten. Auch bei dynamischen Vorgängen bewies das Material schon seine Leistungsfähigkeit: Ein 120 Gramm schwerer Roboter konnte mit den künstlichen Haftfasern an der Fußsohle eine senkrechte Glaswand ersteigen.

Bei der Herstellung dient – wie beim Kuchenbacken – eine Form als Vorlage, in die gleichsam als Negativbild die gewünschte Oberfläche eingegossen ist. In diese Form wird ein polymerisierendes Gemisch eingefüllt. Nach dem Aushärten wird der Kunststoff von der Vorlage getrennt. Die Konstruktion der Mikrostruktur-Kuchenform bildete die größte Herausforderung. Aber auch die Optimierung der Polymer-Mischung kostete viel Geduld: Ist sie zu flüssig, fließt sie einfach aus der Form heraus. Ist sie zu viskos, gelangt sie gar nicht erst hinein. Derzeit laufen umfangreiche Versuche zur Verbesserung des Polymers. Es gilt, die Strukturen zu verfeinern und etwa dafür sorgen, dass es auch unter Wasser haftet oder sich



Hafthaare eines Männchens bei dem Kartoffelkäfer *Leptinotarsa decemlineata*

in eine Richtung verschieben lässt. Die Arbeitsgruppe hat noch jede Menge Arbeit vor sich, um die Folie bei unterschiedlichen Bedingungen (z.B. Luftfeuchtigkeit, Rauheit des Untergrundes, schmutzige und verschmierte Oberflächen, maximale Anzahl der Haftzyklen, etc.) zu charakterisieren.

Mit den pilzköpfigen Hafthärcchen ist jetzt nur ein Mechanismus, der Insekten Halt gibt, technisch umgesetzt. Trotzdem ist ihre Hafttechnik den künstlichen immer noch klar überlegen: Die Insekten, Spinnen und Geckos können nach Belieben zwischen den Haft- und Verklammerungsmethoden wechseln, je nachdem, über welchen Untergrund sie gerade laufen. In einer Zusammenarbeit mit der Robotik Gruppe um Prof. Dr. Roger Quinn (Case Western Reserve University, Cleveland, OH, USA) und Firma Tetra GmbH (Ilmenau) werden solche Prinzipien in Kletterrobotern implementiert. Es gibt noch viel zu tun.

Die aus Untersuchungen an biologischen Objekten erhaltenen Ergebnisse verdeutlichen für Materialwissenschaftler die Notwendigkeit, die inhärenten Materialeigenschaften mit der Geometrie des Kontakts zu verknüpfen. Die Effizienz der natürlichen Systeme kann nicht eins zu eins umgesetzt werden, aber einige der Konzepte lassen sich in die Welt der Materialien übertragen, um Oberflächen mit bestimmten Eigenschaften und Funktionen zu konstruieren, die man in biologischen Systemen beobachtet hat. Wir glauben, dass die immense Vielfalt biologischer Haftmechanismen Materialwissenschaftler und Ingenieure beständig zur Entwicklung neuer Materialien und Systeme anregen wird. Daher sollten breit angelegte vergleichende funktionelle Untersuchungen an biologischen Oberflächen intensiviert werden, um daraus die wesentlichen strukturellen, chemischen und mechanischen Prinzipien abzuleiten, die sich hinter den Funktionen verbergen.



Hafthaare bei der Fliege *Calliphora vicina*

Die Nutzung der lebenden Natur als eine endlose Quelle der Inspiration kann als ein weiterer Grund angesehen werden, biologische Vielfalt zu erhalten.

Diese Arbeit wurde als Teil des EUROCORES FANAS-Programms der European Science Foundation gefördert durch Mittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG (Vertrag Nr. GO 995/4-1) und des EC Sixth Framework-Programms (Vertrag Nr. ERAS-CT-2003-980409) sowie des Biona Projekts des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF Biona 01 RB 0802A).

Weiterführende Literatur

Bücher

S.N. Gorb (2001) *Attachment devices of insect cuticle*. Dordrecht: Springer.
 M. Scherge and S. N. Gorb (2001) *Biological micro- and nanotribology*. Berlin: Springer.
 S.N. Gorb, editor (2009) *Functional surfaces in biology*. Dordrecht: Springer.

Originalartikel

S. N. Gorb (2006) *Functional surfaces in biology: mechanisms and applications*. In: *Biomimetics Biologically Inspired Technologies*, edited by Y. Bar-Cohen, Boca Raton: CRC Press, p. 381-397.
 S.N. Gorb, M. Varenberg, A. Peressadko and J. Tuma (2007) *Biomimetic mushroom-shaped fibrillar adhesive microstructure*. *J. R. Soc. Interface* 4: 271-275.
 S.N. Gorb, M. Sinba, A. Peressadko, K.A. Daltorio and R.D. Quinn (2007) *Insects did it first: a micropatterned adhesive tape for robotic applications*. *Bioinspiration and Biomimetics* 2: 117-125.
 S.N. Gorb and M. Varenberg (2007) *Mushroom-shaped geometry of contact elements in biological adhesive systems*. *J. Adhesion Sci. Technol.* 21: 1175-1183.
 M. Varenberg and S. Gorb (2008) *Close-up of mushroom-shaped fibrillar adhesive microstructure: contact element behaviour*. *J. R. Soc. Interface* 5: 785-789.

→ sgorb@zoologie.uni-kiel.de

Darmstadt 9 Uhr, windig, 18 Grad
 Karlsruhe 11 Uhr, Sonne, 28 Grad
 Zugspitze 19 Uhr, Schneefall, 1 Grad
**Zuverlässigkeit bei Wind und Wetter –
 stabil bei jeder Temperatur – dauerhaft!**

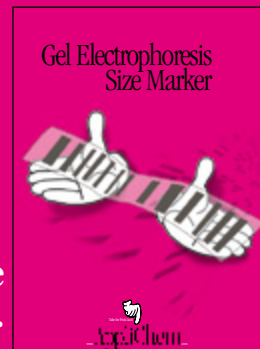
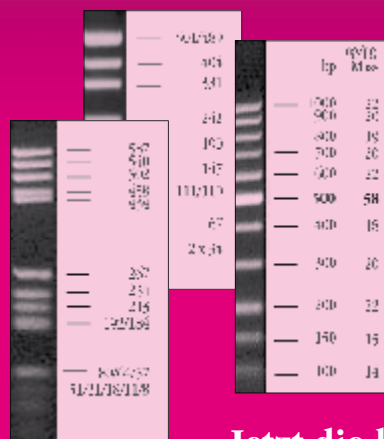
4t Mathies + Traut - Darmstadt



DNA Size Marker

für die Gelelektrophorese

- Protein-frei
- lyophilisiert
- für Agarose- und Acrylamid-Gele
- frei von Nuklease- & Protease-Kontaminationen
- über 5 Jahre haltbar



Jetzt die kostenlose Broschüre bestellen.

AppliChem

BioChemica Chemica Synthesis Service



Darmstadt hat eine weitere Topadresse:
 AppliChem GmbH Ottoweg 4 64291 Darmstadt
 Fon 06151/93 57-0 Fax 06151/93 57-11
service@appliedchem.com www.appliedchem.com

Ein Platz an der Sonne

Bakterielle Adhäsion an der Wirtszell-Glycocalyx

Prof. Dr. Thisbe K. Lindhorst und Mirja Hartmann,
Otto Diels-Institut für Organische Chemie,
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Die Glycocalyx ist eine molekular hoch komplexe Zuckerummantelung, die für alle menschlichen Zellen typisch ist. Verschiedene Mikroorganismen nutzen die Glycocalyx als Ankerplatz und Habitat mit unterschiedlichsten Folgen für die Wirtszelle. Weil bakterielle Adhäsion die Zellbiologie erheblich beeinflusst, kommt den Mechanismen bakterieller Besiedelung von Zellen in der Biologischen Chemie großes Interesse zu.

Bakterien adhären mittels Hunderte Proteinanhängsel an die glycosylierte Oberfläche ihrer Wirtszellen. Verwenden diese unsichtbaren Mikroben ähnliche Tricks wie Kletten oder Geckos, die ebenfalls Meister der Adhäsion sind?

Wo immer Zellen mit der Außenwelt in Kontakt sind, z.B. im Bereich der Epithelzellen, wird die Zuckerdekoration ihrer Oberfläche von Mikroben als Ankerplatz genutzt. Über spezifische Proteine können sie ihre Anheftung initialisieren, in der Folge die Adhäsion verstärken und schließlich einen gut organisierten Biofilm ausbilden.

Der Biofilm: bakterielle Persistenz

Im Biofilm sind Bakterien einer oder verschiedener Spezies fest und irreversibel an eine Oberfläche adhärnt [1]. Ein selbst produzierter Zuckerschleim verbindet sie miteinander. Über diese Exopolysaccharidschicht können Bakterien durch einen Vorgang, der als „Quorum Sensing“ bezeichnet wird, miteinander in Kontakt treten und dies vorteilhaft nutzen.

Biofilmbildung ist vielfach die Grundlage einer für Mikroorganismus und Wirt vorteilhaften Symbiose; dringen allerdings Mikroorganismen in neue Habitate vor oder verändert sich ihr Genmaterial auch nur geringfügig, so können Ungleichgewichte entstehen, auf die der menschliche Körper mit entzündlichen Krankheiten oder sogar Apoptose reagiert [2].

Warum heften sich Bakterien an menschliche Zellen? Vermutlich handelt es sich schlicht um einen idealen Platz für Vermehrung und Persistenz. Bakterien finden im Körperinneren stabile Bedingungen, z.B. geringe pH-, Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen und ein vielseitiges Angebot an Nährstoffen vor. Für die Anheftung an die hoch glycosylierte Oberfläche eukaryontischer Wirtszellen stehen Bakterien Kohlenhydrat-spezifische Tentakel als Werkzeuge zur Verfügung, die sogenannten Fimbrien, fadenförmige Proteinketten, die ein Bakterium in hundertfacher Ausführung auf seiner Außenseite trägt.

Das erste Andocken: Proteintentakel binden Zucker

Für die Untersuchung bakterieller Adhäsion ist es nun wichtig zu verstehen, welche Rolle die Fimbrien-vermittelte molekulare Erkennung von Kohlenhydraten auf Zelloberflächen spielt.

Tatsächlich tragen bakterielle Fimbrien, die aus einer Vielzahl einzelner „Fim-Proteine“ aufgebaut sind, an ihrer Spitze ein Protein, das auf Kohlenhydrat-Erkennung spezialisiert ist, ein „Lektin“. Die wenige Micrometer langen sogenannten Typ-1-Fimbrien tragen an ihrer Spitze das Lektin FimH, das Mannose-spezifische Adhäsion vermittelt. Mannose-spezifische molekulare Erkennung ist für die Adhäsion der uropathogenen Gram-negativen *Escherichia coli*-Bakterien (Abb. 1) an Epithelzellen besonders wichtig, weil Mannose auf verschiedensten menschlichen Zellen sehr häufig vorkommt. Das Adhäsion FimH besitzt eine Untereinheit, die α -Mannoside spezifisch erkennt, die sogenannte „Carbohydrate Recognition Domain“ (CRD). Die Details der molekularen Wechselwirkung zwischen der FimH-CRD und α -Mannosiden sind aus Röntgenstrukturanalysen genau bekannt (Abb. 2) [3].

Allein die Wechselwirkung zwischen den richtigen Zuckern (im Falle der Typ-1-Fimbrien sind es Mannoside) und den fimbrialen Lektinen (FimH im Falle von Typ-1-Fimbrien) reicht allerdings für feste Adhäsion nicht aus. So kann die reversible und relativ schwache FimH-Mannosid-Komplexbildung keinesfalls erklären, wie bakterielle Anheftung verstärkt und der Übergang von reversibler zur irreversiblen Adhäsion bewerkstelligt wird.

Bakterien, Geckos und Kletten – 3 Tieftaucher?

Für ein besseres Verständnis der Mechanismen bakterieller Adhäsion ist es hilfreich, sich die Natur der eukaryontischen Glycocalyx einmal genauer vor Augen zu führen. Es handelt sich um eine nanodimensionierte, in ihren molekularen Details schlecht überschaubare Schicht, welche die ganze Zelle umgibt. Modellhaft lässt sich diese „atmosphärische Umgebung“ der Zelle als Anordnung von Oligosaccharidbausteinen beschreiben, in der Zucker wie molekulare Antennen als Ligandenmuster aufgestellt sind (Abb. 3 oben).

Dieses Gedankenmodell hat den Vorteil, dass es sich in In-vitro-Experimenten umsetzen lässt, wozu z.B. sogenannte Glycoarrays [4,5] verwendet werden können. Im „High-Throughput-Screening“-Verfahren können mittels Glycoarrays recht viele verschiedene Zucker-Rezeptor-Wechselwirkungen relativ schnell evaluiert werden.

Solche Untersuchungen zeigen typischerweise, dass Kohlenhydrat-Protein-Wechselwirkungen erstaunlich schwach sind, so schwach, dass sich ihre biologische Signifikanz kaum erklären lässt. Allerdings kann man davon ausgehen, dass unterschiedliche Multivalenzeffekte für eine ausreichend feste und spezifische Kohlenhydrat-Erkennung sorgen [6]. Dabei ist es wichtig, die Physikochemie von Multivalenz in biologischen Systemen genau zu studieren und Multivalenzeffekte in Lösung von solchen auf Oberflächen zu unterscheiden. [7]

Multivalenzeffekte auf Oberflächen zu bedenken, ist bei der Betrachtung bakterieller Adhäsion besonders relevant. Dabei erinnert das Szenario der Wechselwirkung hundertfach fimbrierter Bakterien mit der nanodimensionierten Glycocalyx-Oberfläche einer Wirtszelle an andere beeindruckende Adhäsionsphänomene, die in der makroskopischen Natur bekannt sind. Ein Paradebeispiel



Mirja Hartmann, M. Sc. [links], studierte Molecular Life Science an der Universität Erlangen-Nürnberg. In ihrer Masterarbeit an der Universität Umeå (Schweden) entwickelte sie Strategien zur Synthese von Glykokonjugaten und deren biologischer Testung. Seit 2007 promoviert sie in der Arbeitsgruppe von Prof. Th. K. Lindhorst, wo sie an biochemischen und biophysikalischen Tests zur Erforschung der Typ-1-vermittelten bakteriellen Adhäsion arbeitet.

Thisbe Lindhorst [rechts] studierte Chemie an der Ludwig-Maximilians-Universität in München und an der Westfälischen-Wilhelms-Universität Münster, wo sie in Chemie und Biochemie diplomierte. Nach der Promotion an der Universität Hamburg und einem Forschungsaufenthalt an der University of British Columbia in Kanada kehrte sie für die Habilitation im Bereich der Glycowissenschaften nach Deutschland zurück. Seit 2000 ist sie Lehrstuhlinhaberin für Organische und Biologische Chemie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Ihre Forschungsinteressen betreffen vor allem die Chemie und Biochemie der Kohlenhydrate. Sie ist Autorin eines Lehrbuches über das selbe Thema, das 2007 bereits in der dritten Auflage in Druck ging [Essentials of Carbohydrate Chemistry and Biochemistry, 3rd Edition, Wiley-VCH 2007].

für erfolgreiche Adhäsion liefert der Gecko. Er ist in der Lage, sich kopfüber mit nur einem Zeh an einer frisch polierten Glasplatte zu halten. Millionen extrem feiner Haarstrukturen („Spatulae“) unter seinem Fuß passen sich genau an die Oberfläche an, auf der sich der Gecko bewegt und dabei hält die Summe einzelner van der Waals-Wechselwirkungen den Gecko an der Decke [8].

Einen anderen, sogar makroskopischen Adhäsionsmechanismus beherrschen Kletten, deren Anheftungsprinzip auf Widerhaken beruht und im Klettverschluss (Engl.: velcro) nachgeahmt wird. Da auch Bakterien auf ihrer Außenseite sozusagen fein behaart sind (neben Typ-1-Fimbrien tragen z.B. *E. coli* noch eine Vielzahl anderer feingliedriger Proteinfäden), mag auch bei der bakteriellen Adhäsion ein „velcro-Effekt“ mit entscheidend sein. So könnte effektive Adhäsion durch das Zusammenspiel spezifischer molekularer Zuckerkennung und zahlloser unspezifischer Wechselwirkungen beim „Eintauchen“ bakterieller Fimbrien in die hochkomplexe Glycocalyx-Schicht resultieren.

Viele unserer Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein velcro-Effekt für die bakterielle Adhäsion eine Rolle spielt [9]. Derzeit versuchen wir, diese Hypothese in verschiedenen Adhäsions-Assays zu detaillieren und zu untermauern, wobei wir unterschiedlich komplexe Zuckermatrizes entwickeln, um die Beiträge von velcro-Effekten und Zucker-Lektin-Erkennung für die bakterielle Adhäsion zu spezifizieren.

Deep Impact: Sonnenuntergang auf der Zelloberfläche?

Fimbrien-vermittelte Adhäsion an eine Wirtszell-Glycocalyx kann nicht ohne Folgen für die Zelle bleiben. Bestätigt sich unsere Hypothese über die makromolekularen Gesichtspunkte bakterieller Adhäsion, könnte dies wiederum entscheidende Bedeutung für die Glycocalyx-Biologie haben, denn eine tiefgreifende und weitreichende Wechselwirkung von Bakterien mit der eukaryontischen Glycocalyx z.B. könnte zu physiologisch kritischen Konsequenzen führen. Gerade die Flexibilität von Biomembran und extrazellulärer Matrix ist ja für die vielfältigen Zellfunktionen unerlässlich. Durch eine konformationelle Einschränkung von Zelloberflächen-Glycanen sind die Beweglichkeit von Membranglycolipiden und -glycoproteinen und damit auch Zelloberflächen- und Membraneigenschaften betroffen (vgl. Abb. 3). Wenn man nun davon ausgeht, dass die Glycocalyx-Funktion für die Zelle essentiell ist, so könnte ihr Verkleben unmittelbar pathologisch wirken. Dies ist eines der spannendsten Probleme in der Glycobiologie.

→ tklind@oc.uni-kiel.de

→ mhartmann@oc.uni-kiel.de

- [1] Garrett, T.R. et al. (2008) *Prog. Nat. Sci.* **18**, 1049-1056
- [2] Sgouros, S.N. & Bergele, C. (2006) *Postgrad. Med. J.* **82**, 338-342
- [3] Choudhury, D. et al. (1999) *Science* **285**, 1061-1065
- [4] Laurent, N. et al. (2008) *Chem. Commun.* 4400-4412
- [5] De Paz, J.L. et al. (2006) *Methods Enzymol.* **415**, 269-292
- [6] Mammen, M. et al. (1998) *Angew. Chem.* **110**, 2908-2953
- [7] Mulder, A. et al. (2004) *Org. Biomol. Chem.* **2**, 3409-3424
- [8] Qu, L. et al. (2008) *Science* **322**, 238-242
- [9] Sperling, O. et al. (2006) *Org. Biomol. Chem.* **4**, 3913-3922

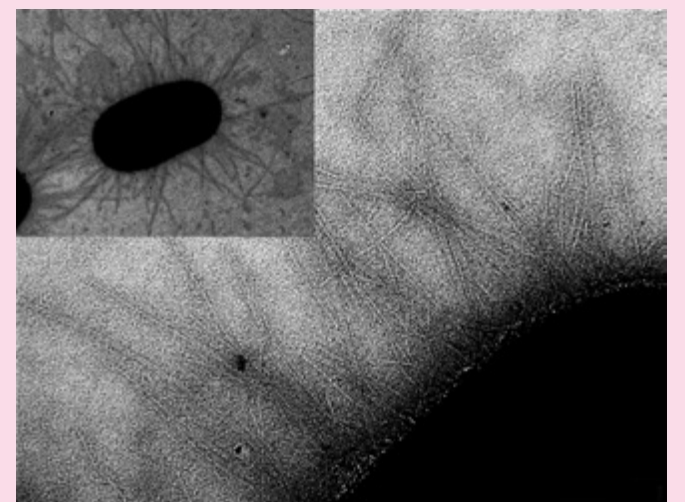


Abb. 1 Die *E. coli*-Bakterien aus unserem Labor sind mit Typ-1-Fimbrien bedeckt, die, wie das Bakterium selbst, wenige Mikrometer lang sind.

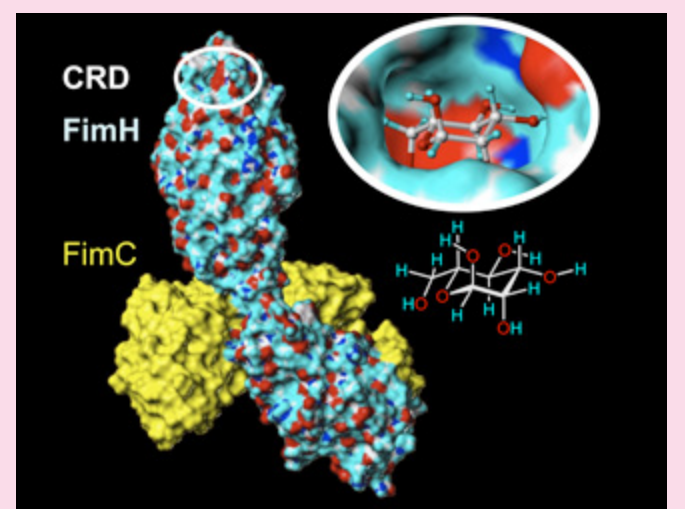


Abb. 2 Das Lektin FimH ist das adhäsive Protein am äußeren Ende von Typ-1-Fimbrien, das 1999 im Komplex mit dem Chaperone-Protein FimC (gelb) zum ersten Mal kristallisiert wurde [3]. An seiner Spitze trägt es die Kohlenhydrat-erkennende Domäne (CRD, weiß umrandet), in die α -D-Mannoside genau hinein passen. Dargestellt ist der CRD im Komplex mit α -D-Mannose, die zum besseren Verständnis auch als Strukturformel wiedergegeben ist.

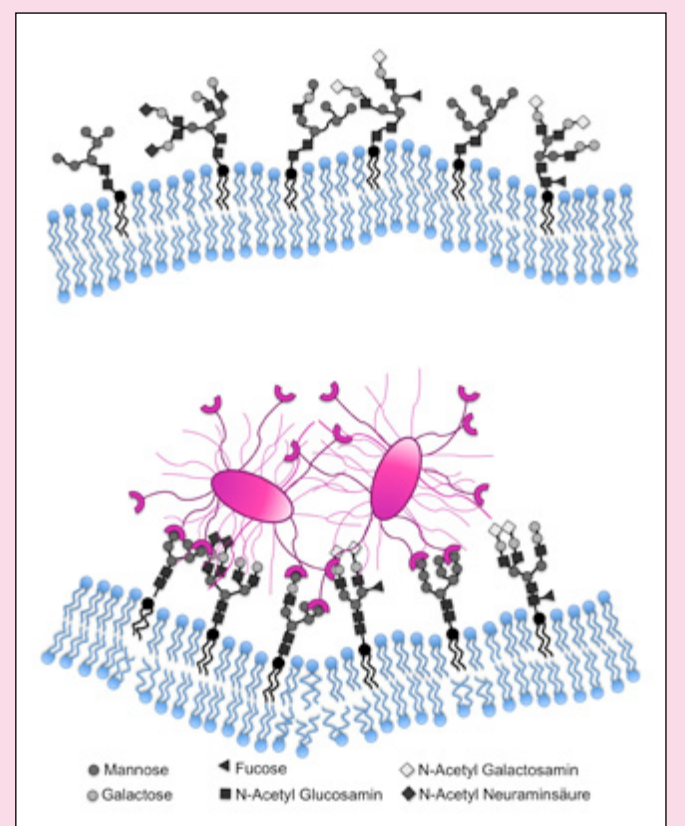


Abb. 3 **oben** Glycolipide sind Teil der Glycocalyx und extrazellulär mit hochverzweigten Glycanen riesiger molekularer Vielfalt konjugiert. Es ist bekannt, dass die Zusammensetzung der Glycocalyx für den Typ einer Zelle und deren Entwicklung charakteristisch ist. Glykokonjugate sind in die flüssigkristalline Lipiddoppelschicht eingebettet, sodass die Zelle von einer konformationell recht flexiblen Zuckerschicht umgeben ist. **unten** Die Adhäsion humanpathogener Bakterien, wie z.B. Typ-1-fimbrierter *E. coli*, an die Glycocalyx kann diese molekular komplizierte Schicht konformationell blockieren. Damit kann die biologische Funktion der Zelloberfläche sowie der Zellmembran entscheidend beeinträchtigt werden.

Erbsenzähler oder Nussknacker

Von Jürgen Brickmann

Computer sind aus unserer Welt nicht mehr wegzudenken. Das wissen wir alle. Das aus dem englischen Sprachraum stammende Wort „Computer“ kommt in meinem Schöffer-Weiss Taschenwörterbuch von 1948 nicht vor. Für das Wort „compute“ steht dort als Übersetzungsvorschlag „(be)rechnen, überschlagen“.

Im AMERICAN HERITAGE DICTIONARY FOR THE ENGLISH LANGUAGE von 1978 findet man dann schon eine Beschreibung:

- > 1. A person who computes;
- > 2. A device that computes; especially, an electronic machine that performs high-speed mathematical or logical calculations or that assembles, stores, correlates, or otherwise processes information derived from coded data in accordance with a predetermined program.

Das als Vorbemerkung.

Im Bewusstsein der meisten Zeitgenossen hat sich mit dem Wort Computer eine weit darüber hinausgehende Bedeutung breit gemacht: Unabhängig davon – oder vielleicht auch nicht –, dass es kaum noch ein Gerät gibt, das nicht auch ein Computerteil enthält, wird dem Verbraucher die Botschaft suggeriert, dass dadurch etwas

besser gemacht wird, als es mit menschlicher Tätigkeit getan werden kann. Das geht so weit, dass etwa in der Automobilindustrie damit geworben wird, dass ein neues Gefährt „vom Computer entworfen“ wurde und somit wohl besser sein müsse, als ein von Menschenhand und -verstand kreierte Vehikel. Auch unterstützt durch Science Fiction Marke „Odyssee im Weltraum“ entsteht der Eindruck von autonomer Intelligenz von Maschinen. Der Computer mutiert hier vom eifrigen Erbsenzähler – dumm aber fleißig – zum kreativen Nussknacker, dem die selbständige Lösung komplexester Probleme zugetraut wird. Dem ist aber nicht so.

Auch wenn weltweit an vielen Institutionen daran gearbeitet wird, den „denkenden“ Computer zu konzipieren, wird nach kürzerer (bei manchen auch längerer) Nachdenkzeit deutlich, dass es so wohl (noch) nicht sein kann. Mit Artificial Intelligence – fälschlich als künstliche Intelligenz übersetzt – werden nur Rechenschritte ausgeführt, die prinzipiell durch ein Programm vorgegeben sind. Dahinter stehen Wissenschaftler und Ingenieure, die diese Prinzipien konzipiert und in eine Form gebracht haben, die maschinenverständlich ist. Der

Computer ist und bleibt, was er ist: ein Rechner eben.

Was hat das Ganze mit Chemie zu tun?

Sehr viel! Längst aus dem Schatten des rein empirisch gesteuerten Tuns heraus, gibt es hier eine breite Palette von sehr unterschiedlichen Problemkreisen, die ohne den Einsatz von moderner Computertechnologie nicht bzw. nur ansatzweise bearbeitet werden könnten. Das beginnt bei der Planung und Prozesssteuerung von Versuchs- und Produktionsanlagen über die Beschaffung und Verarbeitung von großen Datenmengen bis hin zur Vorhersage von Stoff- und Moleküleigenschaften auf der Basis physikalischer Grundgesetze. Hinter allen diesen Anwendungsgebieten stehen kompetente Wissenschaftler und Technologen, die die Probleme formulieren und die Prinzipien zur deren Bewältigung entwickeln.

Wenn hier also von Chemie und Computer die Rede ist, dann soll von den Menschen und ihrer Phantasie gesprochen werden, die hinter den Konzepten für den Computereinsatz stehen.

Kompetenz in Kunststoff

Semadeni-Katalog 2009

- über 180 Neuheiten
- 400 Seiten stark
- umfangreiche techn. Informationen
- gegen 6'000 vielseitige Kunststoffartikel für Ihren täglichen Bedarf

Bestellen Sie noch heute kostenlos Ihr persönliches Exemplar unter:

www.semadeni.com oder Tel. 0211 3003 423





Quantenchemie

labor&more nimmt die Verleihung des Klung-Wilhelmy-Weberbank-Preises an den Bonner Professor für Theoretische Chemie, Frank Neese, zum Anlass, um auf einen von ihnen aufmerksam zu machen. Der mit 100.000 € ausgestattete Preis ist die höchstdotierte Auszeichnung für junge Wissenschaftler in Deutschland. Mit seinen bahnbrechenden Arbeiten zur hocheffizienten Berechnung der Elektronenstruktur großer Moleküle ermöglicht der theoretische Chemiker Frank Neese experimentell tätigen Naturwissenschaftlern in vielen Arbeitsgebieten, ihre Ergebnisse präzise zu interpretieren und neue Experimente zu konzipieren. Die Preisverleihung fand am 14. November 2008 an der Freien Universität Berlin statt.

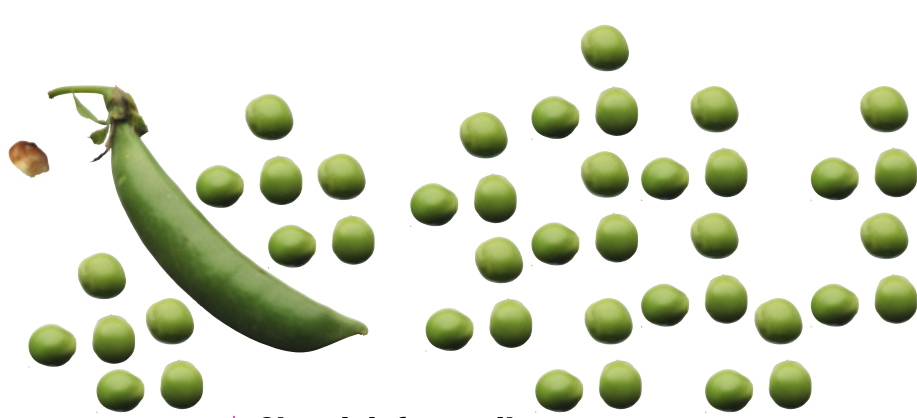
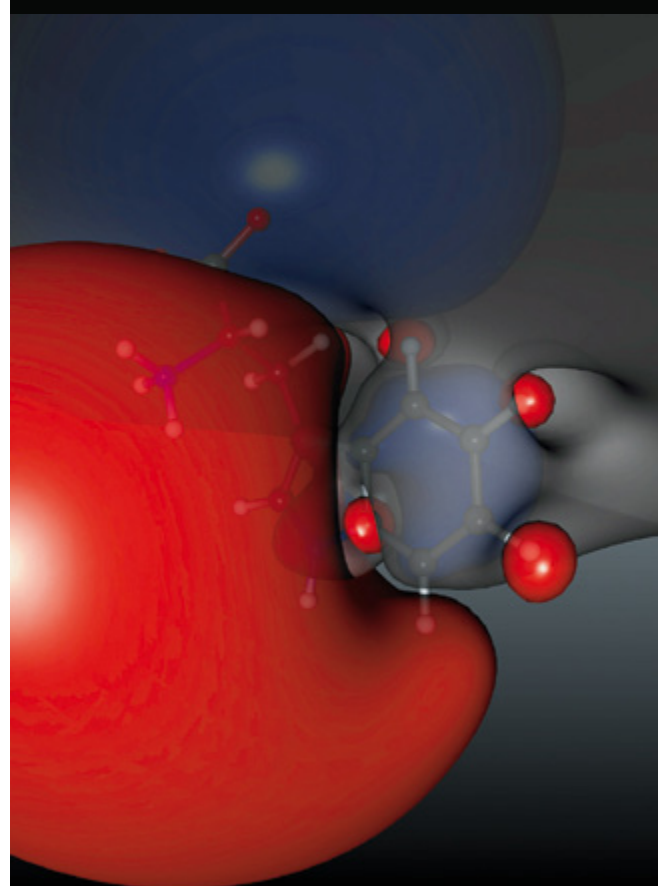
Der Klung-Wilhelmy-Weberbank-Preis wird an herausragende jüngere deutsche Wissenschaftler verliehen, im jährlichen Wechsel zwischen Chemie und Physik. Die Stifter sind die Otto-Klung-Stiftung an der Freien Universität Berlin, die Dr.-Wilhelmy-Stiftung und die Fördergesellschaft der Weberbank GmbH. Viele der Preisträger erhielten später den Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft, fünf wurden Nobelpreisträger.

Auszüge der Laudatio, die die Bonner Professorin Sigrid Peyerimhoff bei der Preisverleihung an Frank Neese hielt, sind anschließend wiedergegeben. Die Autorin, deren Nachfolge Frank Neese in Bonn vor Kurzem angetreten hat, zeigt die Bedeutung des Arbeitsgebiets und die Verdienste des Preisträgers auf. Die Ausführungen der Autorin mit dem Titel „Chemie als nichtempirische Wissenschaft“ zeigen aber auch deutlich den Paradigmenwechsel auf, der der Chemie neue Ansätze bescheert, deren Nachverfolgung ohne Computereinsatz nicht möglich wäre.



Der Preisträger Prof. Dr. Frank Neese wurde für seine Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Quantenchemie ausgezeichnet. Er hat zugesagt, in der nächsten Ausgabe von labor&more über seine Arbeiten und deren Bedeutung zu berichten.

▼ **Molekülorbital: quantenmechanisch berechneter Elektronenzustand eines Moleküls**



Chemieinformatik

Die nichtempirische Quantenchemie, der sich Frank Neese verschrieben hat, ist nur ein Aspekt, der Chemie und Computer miteinander verbindet. Eine andere Richtung trägt der alten Definition von „Chemie als empirische Wissenschaft“ weitaus stärker Rechnung: Informationsverarbeitung und Statistik – das Herz der Chemoinformatik. Die Aktivitäten auf diesem Gebiet werden in der Fachgruppe CIC (Chemie-Information-Computer) der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) gebündelt.

Wissenschaftler können heute dank Chemoinformatik in großen Chemiedatenbanken mit Formeln, Strukturen, Fachbegriffen und Stichworten gezielt nach Substanzen, z.B. Wirkstoffen mit bestimmten Eigenschaften zum Ausschalten eines krankheitsverursachenden Proteins, suchen. Umgekehrt können durch Synthese neu gewonnene Substanzen, auch Teilstrukturen und -sequenzen, gegen Datenbankbestände abgeglichen werden. Leistungsstarke Programme berechnen und simulieren, wie sich die verschiedenen zur Lösung der Aufgabe in Frage kommenden Wirkstoffe voraussichtlich beim Andocken an das Zielprotein sowie in der für das Medikament notwendigen chemischen Verbindung und beim Transport durch den Körper verhalten werden. Die bequeme Suche, das schnelle Auffinden und die am Computer durchgeführten Vorausberechnungen ersparen eine Menge Laborarbeit. Mithilfe der Softwaresysteme kann beispielsweise in relativ kurzer Zeit aus zig Millionen Daten eine qualitativ sehr hochwertige Wirkstoff-Vorauswahl getroffen werden. Diese Vorauswahl wird von den Forschern dann nach Kriterien wie Verträglichkeit, Stabilität, besseren Eigenschaften bei der Synthese und Arzneimittelproduktion, Haltbarkeit usw. weiter selektiert. Die Wirkstoffkombinationen mit den besten Eigenschaften werden dann im Labor experimentell getestet und bei Eignung zu Medikamenten weiterentwickelt.

Die Fachgruppe CIC verleiht jährlich den FIZ CHEMIE Preis – gestiftet vom Fachinformationszentrum (FIZ) Chemie in Berlin – an junge Nachwuchswissenschaftler, die auf dem Gebiet der Chemoinformatik in ihren Diplom- oder Doktorarbeiten Herausragendes geleistet haben. Einer der beiden Preisträger, dem anlässlich der „German Conference on Chemoinformatics“ der GDCh-Fachgruppe im November 2008 der Preis verliehen wurde, ist Dr. Oliver Korb, ein junger Informatiker, der an der Universität Konstanz in Chemie promovierte.

→ JB



Preisträger Oliver Korb (links) und Prof. Thomas Exner (rechts), in dessen Arbeitsgruppe die Dissertation durchgeführt wurde. Die Arbeit trägt den Titel: „Efficient Ant Colony Optimization Algorithms for Structure- and Ligand-Based Drug Design.“ Der Autor entwickelte einen Algorithmus, der das Verhalten von Ameisen bei der Futterbeschaffung in Ameisenstaaten (Stichwort Schwarmintelligenz) für die Auffindung von Dockingstrukturen von Proteinrezeptoren mit potenziellen Wirkstoffmolekülen nachempfunden. Er demonstrierte eindrucksvoll, dass die Bionik nicht nur in Konstruktion und Experiment neue Anstöße liefert, sondern auch zu neuen Lösungsansätzen in der Computerchemie führen kann.



Turning ideas into value



Europas Nr. 1 für Biotechnologie und Life Sciences

Ausstellung · Konferenzen · Partnering · Karriere · Award

Die **BIOTECHNICA 2009** ist der Branchentreff der Biotechnologie. Mit ihrem neuen 5-Säulen-Konzept ist sie die ideale Plattform für Geschäftsanbahnung und Technologietransfer.

Werden auch Sie Aussteller und treffen Sie auf über 16.000 Teilnehmer aus 49 Ländern aus dem Life Sciences Bereich – viele davon Entscheider oder potenzielle Investoren. Nutzen Sie diese Chance und verwandeln Sie Ihr Wissen in Werte.

**BIO
TECHNICA**

Hannover, 6.–8. Oktober 2009

www.biotechnica.de

Chemie als nicht empirische Wissenschaft

Von Prof. Dr. Sigrid Peyerimhoff, Universität Bonn

Chemie war über Jahrtausende eine streng empirische Wissenschaft, basierend auf Experimenten und sorgfältiger Beobachtung. Was soll nun in dieser Wissenschaft eine Theorie, gar mathematisch fundiert, d. h. eine Theoretische Chemie?

Mathematik und der Geist der Chemie

Der prominente Philosoph Auguste Comte, Begründer des Positivismus, hat im Jahre 1838 die Chancen einer Theoretischen Chemie wie folgt eingeschätzt: „Jeder Versuch, mathematische Methoden zur Untersuchung chemischer Fragen zu benutzen, muss als völlig irrational und gegen den Geist der Chemie angesehen werden. Falls die Mathematik jemals einen prominenten Platz in der Chemie einnehmen sollte – eine Verirrung, die glücklicherweise fast unmöglich ist – würde dies zum schnellen Niedergang dieser Wissenschaft führen.“ Dies war sicherlich keine Ermutigung für eine Theoretische Chemie.

Auguste Comte lag daneben: Schon zu seiner Zeit wurden die Gesetze der Thermodynamik entdeckt und in den Hauptsätzen der Thermodynamik mathematisch formuliert. Völlig offen blieb zu jener Zeit und in dieser makroskopischen Theorie allerdings, wie es die Natur anstellt, stabile Bindungen zwischen chemischen Teilchen zu knüpfen.

Der Durchbruch kam hier Anfang des vorigen Jahrhunderts, als man erkannte, dass die Bausteine der Materie, also Atome und Moleküle, aus Kernen und Elektronen aufgebaut sind, die elektrische Ladungen tragen und deren Wechselwirkung mit dem Coulomb'schen Gesetz beschrieben wird. Man entdeckte auch weiterhin, dass sich diese Bausteine der Chemie nicht mit der klassischen Mechanik makroskopischer Körper beschreiben lassen, also nicht mit der Newton'schen Mechanik, wie die Bewegung der Planeten. Vielmehr ist zur Beschreibung der Moleküle, ihrer Eigenschaften und ihres Verhaltens eine modifizierte neue Mechanik, die Quantenmechanik nötig. Der Nobelpreisträger Paul Dirac stellte rund 100 Jahre nach Auguste Comte im Jahre 1929 fest: „Die grundlegenden physikalischen Gesetze zur mathematischen Behandlung großer Teile der Physik und der gesamten Chemie sind völlig bekannt. Die Schwierigkeit besteht nur darin, dass die exakte Anwendung dieser Gesetze zu Gleichungen führt, die viel zu kompliziert sind, als dass man sie lösen könnte.“

Also auch hier zunächst wieder keine Ermutigung – aber aus ganz anderem Grunde, der Komplexität des mathematischen Problems. Aber Dirac fährt fort – und dieser wichtige Teil des Zitats wird leider oft weggelassen:

„Es ist daher wünschenswert, dass praktikable Näherungsmethoden zur Anwendung der Quantenmechanik entwickelt werden.“

Und genau daran arbeiten viele Theoretiker in der Chemie. Seit rund 50 Jahren sind elektronische Rechenanlagen dazu ein essentielles Hilfsmittel. Sie bemühen sich um möglichst gute Lösungen der Schrödinger Gleichung, welche die Grundlage für große Teile der Physik und die gesamte Chemie (Dirac) ist. In dieser Nanowelt ist es den Molekülen – den Grundbausteinen der Chemie – gleichgültig, ob sie in die anorganische, organische oder Biochemie eingeordnet werden, ob sie sich zu neuen Materialien zusammenschließen oder als pharmazeutische Produkte sich an Moleküle im menschlichen Körper andocken; ob sie giftig, umweltfreundlich, kurzlebig sind, sich im interstellaren Raum befinden oder überhaupt mit unseren experimentellen Methoden messbar sind: die



Sigrid Peyerimhoff hielt die Laudatio anlässlich der Verleihung des Klung-Wilhelmy-Weberbank-Preises an den Bonner Professor für Theoretische Chemie Frank Neese am 14. November 2008 an der Freien Universität Berlin. Ihr Beitrag, der auszugswise hier wiedergegeben ist, widmet sich den Arbeiten des Preisträgers, gibt aber auch der Einordnung der Theorie in der Chemie Raum.

Die Autorin studierte Physik an der Universität Gießen 1956–61, promovierte dort mit einer theoretischen Arbeit 1963 bevor sie für drei Jahre als Postdoc in die USA ging (Chicago, Seattle, Princeton). Zurückgekehrt habilitierte sie sich in Gießen 1967 für Theoretische Physik und war dort bis 1969 als Dozentin tätig. 1970 wurde sie als Professorin für theoretische Chemie nach Mainz berufen und nahm 1972 den Ruf auf ein Ordinariat für Theoretische Chemie an der Universität Bonn an. Sie gehört weltweit zu den angesehensten Wissenschaftlerinnen auf diesem Gebiet, hat in vielen bedeutenden Gremien national und international gewirkt und wurde vielfach ausgezeichnet (1977 Annual Medal of the Academy of Quantum Molecular Science; 1988 Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft; 1992 Elected Fellow der American Physical Society; 1994 Bundesverdienstkreuz 1. Klasse; 2007 Cothenius Medaille in Gold von der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina für das wissenschaftliche Lebenswerk; 2008 Großes Bundesverdienstkreuz). Ihre Hauptarbeitsgebiete sind die Entwicklung und Anwendung quantenchemischer Methoden zur Untersuchung von Moleküleigenschaften und chemischen Reaktionen. Sie publizierte fast 500 Originalveröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften.

prinzipielle theoretische mathematische Beschreibung der Moleküle, ihrer Eigenschaften und Reaktionen ist die gleiche.

Frank Neese: Der Weg eines Biologen zur Quantenchemie

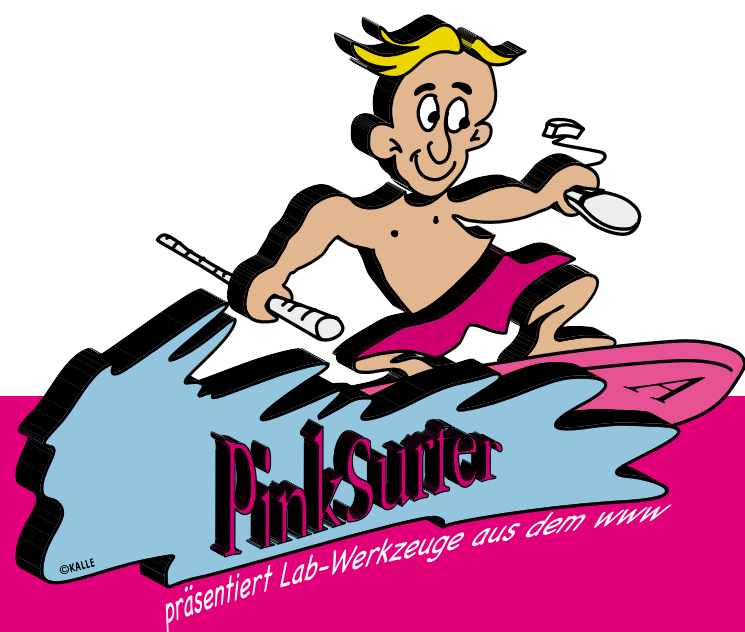
Frank Neese ist nicht der „geborene“ Theoretische Chemiker. Er begann 1988 mit dem Studium der Biologie in Konstanz. Sein Interesse tendierte offenbar sehr schnell zu biochemischen Themen. Irgendwann fiel ihm ein Buch über Lichtabsorption auf der Basis der Quantenmechanik in die Hände. Das Selbststudium der Quantenmechanik war ein wesentlicher Marker auf seinem Weg.

Von der Diplomarbeit in Biologie ging es noch weiter in die Biochemie und Spektroskopie. Die Dissertation 1997 wurde dann als beste Doktorarbeit im Fach Biologie der Universität Konstanz mit dem Preis der Herbert Quandt Stiftung ausgezeichnet. Nach der Promotion ging er als Postdoc 2 Jahre in die USA. Dort arbeitete er an Eisenkomplexen mit biologischer Relevanz – immer noch

vorwiegend experimentell – befasste sich aber gleichzeitig immer mehr mit quantenchemischen Verfahren als komplementäre und unterstützende Methode zur experimentellen vorwiegend spektroskopischen Untersuchung von Biosystemen.

Sein Weg führte ihn zurück nach Konstanz, wo er sich 2001 mit 33 Jahren habilitierte, mit einer doppelten Venia Legendi für Bioanorganische und für Theoretische Chemie. Mit dieser interdisziplinären Auszeichnung holte ihn gleich nach der Habilitation das MPI für Bioanorganische Chemie in Mülheim, wo er als Gruppenleiter 2001 bis 2006 tätig war. 2006 erhielt er zwei Rufe: einen auf den Lehrstuhl für Anorganische Chemie der Universität Heidelberg – und den anderen auf den Lehrstuhl für Theoretische Chemie in Bonn, den er annahm. Seine Konversion vom Biologiestudenten zum Professor in Theoretische Chemie war damit abgeschlossen.

Dass der Quereinstieg sehr erfolgreich verlief, hat ihm auch die Vereinigung der deutschen Theoretischen Chemiker bestätigt, die seine Arbeiten bereits während seiner Zeit im Mülheimer MPI (2005) mit dem Hans G.A. Hell-



Schöne Virenwelt

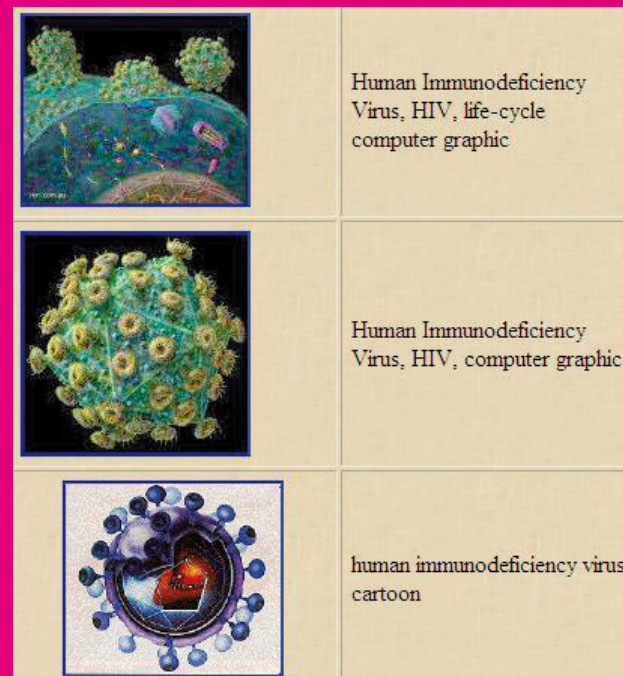
Viren im Internet

Viren auf dem Computer gehören eigentlich zu den letzten Dingen, die man sich wünschen würde. Ganz anders, wenn man eine der folgenden Seiten aufruft. Denn in der Biologie sind Viren ästhetische Einheiten, die im Verlauf ihrer Evolution Baustoff-Ökonomie perfektioniert haben: Aus wenigen Strukturproteinen werden geometrisch exakte Capside von beeindruckender Schönheit aufgebaut.

The Big Picture Book of Viruses

http://www.virology.net/Big_Virology/BVHomePage.html

Schon seit 1995 ist das Große Bilderbuch der Viren online. Es ist eine Galerie von Viren aus dem WWW, die zum Stöbern und Staunen einlädt. In der Mehrheit sind es elektronenmikroskopische Aufnahmen aber auch viele Computergrafiken und Zeichnungen. Die Suche nach bestimmten Viren im Big Picture Book ist nach mehreren Kriterien möglich: nach dem Wirt, nach der Genom-Struktur oder nach der Krankheit, die der Erreger hervorruft. Schließlich landet man immer auf der Familienseite mit Kurzbeschreibungen und meist zahlreichen Miniaturbildern, die mit der Originalbildquelle verknüpft sind. (Diese Links sind leider vielfach nicht mehr aktiv.)



Ausschnitt aus der Galerie des Big Picture Book of Viruses zur Virusfamilie Retroviridae

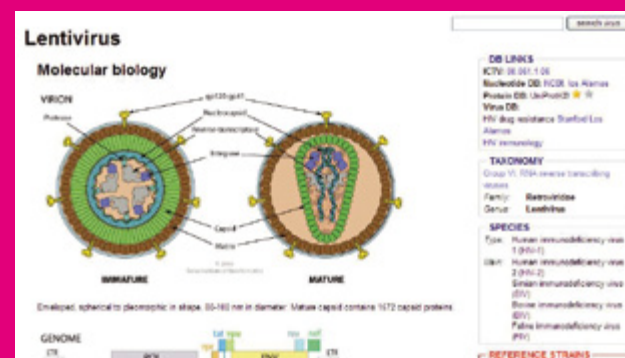
ExpASY ViralZone

<http://www.expasy.ch/viralzone/>

Eine ganz neue Ergänzung zur ExpASY-Proteindatenbank ist die ExpASY ViralZone. Vorderstes Ziel dieser Seite ist das Auffinden von viralen Proteinen mit verwandter Struktur und Funktion. Daneben ist diese Homepage aber auch ein geschmackvoll illustriertes Nachschlagewerk mit Bildern und Kurzinformationen zu den wichtigsten Viren.

Die Seiten zu einzelnen Virusgruppen enthalten Abbildungen des Viruspartikels und des Genoms sowie Kurzbeschreibungen zu Genexpression, Replikationszyklus und Taxonomie. Wirtsorganismus und epidemiologische Daten (Verbreitung, Krankheiten, Impfstoffe) sind gegebenenfalls aufgeführt.

Das einfache Layout unterstützt schnelles Finden relevanter Information. Um ein bestimmtes Virus und die davon kodierte Proteine zu finden, kann der Nutzer ein Suchfeld am oberen rechten Fensterrand benutzen. Eine zweite Möglichkeit besteht darin über die grafische Oberfläche der ViralZone schrittweise die Suche bezüglich der Struktur und Taxonomie einzugrenzen, also beispielsweise über: revers transkribierende Viren, Einzelstrang (ss) RNA-Genom, Familie Retroviridae, Subfamilie Orthoretrovirinae, Gattung Lentivirus, Art: Human immunodeficiency virus 1



Kurzinfo bei ViralZone zur Gattung der berühmten HI-Viren

Datenbank des International Committee on Taxonomy of Viruses

<http://www.ictvdb.rothamsted.ac.uk/ictv/index.htm>

Nicht unerwähnt bleiben darf hier das umfangreichste wissenschaftliche Online-Nachschlagewerk zum Thema Viren. In Übereinstimmung mit der Nomenklatur des ICTV (International Committee on Taxonomy of Viruses) bildet diese Datenbank alle bekannten Viren ab und stellt Links zu weiteren Online-Ressourcen wie PubMed her.

→ MM



Noch mal ein Lentivirus-Steckbrief – diesmal von der ICTVdb Internetseite

mann Preis ausgezeichnet hat. Was sind die herausragenden Leistungen unseres Preisträgers?

Die Spur des ORCA – ein neues Programm

Im nationalen und internationalen Raum ist Frank Neese bestens bekannt für seine wegweisenden Untersuchungen zur Aufklärung der katalytischen Wirkungsmechanismen von Metallionen in biologischen Systemen, also von Cu, Mn, Ni und Eisen, die wir üblicherweise als Spurenelemente kennen. Ganz speziell auch für seine theoretische magnetische Resonanzspektroskopie in Zusammenarbeit mit Experimentatoren. Die wesentliche Grundlage seiner Rechnungen und theoretischen Interpretationen ist das Programmsystem ORCA, eine eigenständige Entwicklung von Frank Neese. ORCA ist ein Programmsystem zur quantenmechanischen Berechnung von Molekülen, ihrer Eigenschaften und Wechselwirkungen, d.h. zur approximativen Lösung der Schrödinger Gleichung für chemische Probleme. Ein wahrhaft kompliziertes System von gekoppelten Gleichungen!

Aber warum eine Neuentwicklung: Es gibt doch bereits etliche quantenchemische Programmsysteme auf dem Markt, die über Jahrzehnte von großen Arbeitsgruppen entwickelt worden sind.

Die Antwort scheint mir ganz klar: Mit seiner „Vorbildung“ aus Biologie und Experiment interessieren ihn weniger kleine Moleküle, sondern eher Aggregate mit vielen Atomen, von denen er die „üblichen“ Eigenschaften wie Struktur, Energie, Stabilität sowie mögliche Reaktionswege möglichst genau und möglichst schnell berechnen möchte – in Stunden und Tagen, aber nicht in Wochen oder gar Monaten. Dann interessieren ihn biologische Komplexe mit Übergangsmetallen – Cu, Ni, Mn, Fe (Spurenelemente) – Systeme, in denen ungepaarte Elektronen und magnetische Wechselwirkungen eine zentrale Rolle spielen. Für die Chemie, die Frank Neese – und mit ihm viele andere Forscher – interessiert, musste also ein neues Programmsystem geschrieben werden – ORCA.

Wie erreicht er diese Effizienz: Durch originelle methodische Neuerungen, die physikalisches Verständnis und souveräne Kenntnis des mathematischen Handwerkszeugs erfordern – und nicht durch den Gang zum größeren Rechner, wie es die meisten tun würden. Eine sehr große Bedeutung hat ORCA, wenn es um aufwändige und komplizierte Berechnung von wichtigen, aber „feinen“ (spin-abhängigen) Wechselwirkungen geht. Diese Eigenschaften sind mit den üblichen auf dem Markt befindlichen Programmen nicht zu bewältigen. Für die Beschreibung der bioanorganischen Komplexe, wie sie in enzymatischen Vorgängen eine Rolle spielen oder bei der Analyse magnetischer Resonanzspektren, sind diese Eigenschaften ganz zentral.

Frank Neese ist ein junger Wissenschaftler von ungewöhnlicher Breite, höchstem wissenschaftlichem Niveau und exzellentem internationalen Ansehen. Wir werden sicherlich in der Zukunft noch viel von ihm hören.

Quelle: gekürzte und überarbeitete Version der Laudatio anlässlich der Preisverleihung an Prof. Frank Neese

Kommentare und Anregungen bitte an: pinksurfer@applichem.de

SchillingsEcke

Halluzinogene Pilze ...und andere

Von der Gesamtzahl der geschätzten 1,5 Mio. Pilze sind heute nur etwa 100.000 Arten wissenschaftlich beschrieben. Da sie kein Chlorophyll besitzen, können sie aus Sonnenenergie keine Bau- und Nährstoffe aufbauen, sind also auf den Abbau fremder, organischer Substanz angewiesen. Ihre Lebensweise ist daher sehr unterschiedlich: saprophytisch (Abbau toten, organischen Materials), parasitisch auf Pflanzen oder

Tieren oder symbiontisch in Lebensgemeinschaften mit anderen Organismen.

Pilze spielen als Nahrungs-, Sucht- und Heilmittel eine wichtige Rolle. Bis in das Mittelalter wurden in der ostasiatischen und in der westlichen Medizin Pilze frisch oder getrocknet als „Droge“ eingesetzt, wie dies in Text und Bild aus Kräuterbüchern hervorgeht. Außerdem wurden sie entspre-

chend der Theorie der „Signaturlehre“ als Heilmittel nach ihrer Form und Farbe verwendet. Viele der bekannten Speise- oder Giftpilze, die zu den Basidiomyceten (Ständerpilze) zählen, besitzen eine verwirrend hohe Zahl volkstümlicher Namen, zum Teil mehrere in ein und derselben Gegend (M. P. Molitoris, Feddes Repetitorium 113, 165-182, (2002)).

„Ein Männlein steht im Walde...“

Eine besondere Rolle spielen Inhaltsstoffe von Pilzen, wenn sie sich durch eine Gift- und/oder Drogenwirkung auszeichnen. Der Fliegenpilz (*Amanita muscaria*), einer unserer schönsten einheimischen Pilze, begegnet uns häufig in Folklore, Mythos und Aberglauben und wird in den Jahrtausende alten indischen Veden als das „Soma“, das Elixier des ewigen Lebens und der ewigen Glückseligkeit beschrieben. Die Schamanen einiger sibirischer Völker sammelten ihn wegen seiner Ekstase auslösenden Eigenschaft, er galt ihnen als materialisiertes göttliches Fleisch, das den Konsumenten mit der spirituellen Welt verschmelzen lässt. Im 18. und 19. Jahrhundert entwickelte sich der Fliegenpilz in Sibirien zu einer regelrechten Modedroge.

Hauptwirkstoff des Fliegenpilzes ist die Ibotensäure (Abb. 1), die in hohen Konzentrationen im gelben Fleisch unter der Huthaut vorkommt. Die Substanz ist wenig stabil und decarboxyliert beim Entwässern leicht zu Muscimol. Begleitet wird die Ibotensäure von der Aminosäure Muscazon, die daraus wahrscheinlich durch photochemischen Abbau entsteht (Untersuchungen dazu: H. Göth et al., Helv. Chim. Acta 50, 137-142 (2004)). Weitere Inhaltsstoffe wie das R-4-Hydroxypyrrolidon und die Tricholomsäure zeigen, dass die Biosynthese dieser Substanzen mit der β -Hydroxyglutaminsäure startet.

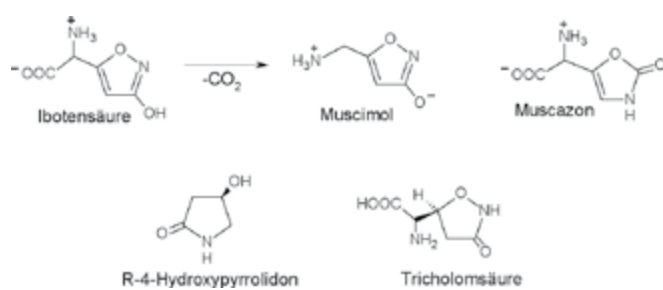


Abb. 1

Für die psychotrope Wirkung ist vor allem das Muscimol verantwortlich, das etwa zehnmal wirksamer ist als die Ibotensäure. Muscazon kann wegen seiner schwachen Giftigkeit vernachlässigt werden. Bereits etwa 30 Minuten nach der Einnahme treten rauschartige Zustände mit Gefühlsausbrüchen, Schwindelgefühlen, Gangunsicherheit, Toben, Schreien, Sinnestäuschungen aber auch Krämpfe und Muskelzuckungen auf.

Die psychotrope Wirkung ist also nicht auf eines der Alkaloide zurückzuführen, die in relativ geringen Mengen in *Amanita muscaria* vorkommen und die man zunächst für die psychotrope Wirkung verantwortlich machte. Hauptalkaloid ist das Muscarin [Trimethyl-(te-

trahydro-4-hydroxy-5-methylfurfuryl)-ammonium]), das auch in anderen *Amanita*-Arten, z.B. dem Pantherpilz (*Amanita pantherina*) vorkommt. Dort wurden auch zwei Stereoisomere des Muscarins gefunden, das vierte Isomer mit der sog. Epiallo-Konfiguration wurde dagegen nicht gefunden (Abb. 2; D. Michelot, L. M. Melendez, Mycol. Res. 107, 131-146 (2003)).

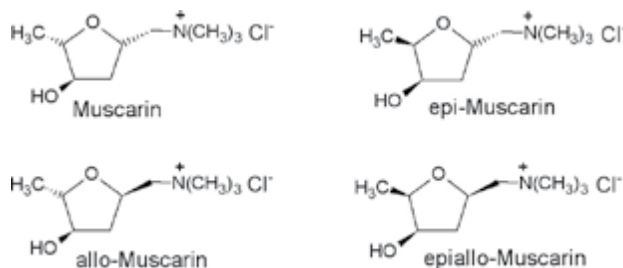


Abb. 2 Alkaloide in *Amanita muscaria*

Muscarin verdrängt Acetylcholin von den muscarinergen Acetylcholin-Rezeptoren, kann aber durch Acetylcholinesterase nicht abgebaut werden. Dadurch wird der parasympathische Teil des Nervensystems permanent erregt, was zu einer Dauererregung der glatten Muskulatur, des Vagus und aller exokrinen Drüsen führt. Das Toxin kann die Blut-Hirn-Schranke nicht überschreiten, ZNS-Symptome sind deshalb nicht zu erwarten.

Zauberpilze

Verschiedene Arten der Gattung Kahlkopf (*Psilocybe*), Flämmling (*Gymnopilus*), Reizpilz (*Inocybe*), Samthäubchen (*Conocybe*) und Dachpilz (*Pluteus*) enthalten als halluzinogene Substanzen die Indolalkaloide Psilocybin, das phosphatfreie Psilocin, Baeocystin, Aserenascin und 4-Phosphoryloxytryptamin (Norbaeocystin; Abb. 3). Vor allem die mittel- und südamerikanischen Arten *Psilocybe mexicana* und *Psilocybe cubensis* enthalten höhere Konzentrationen dieser Substanzen.

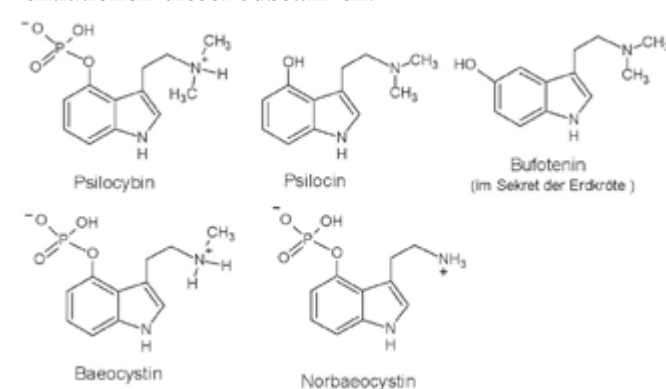


Abb. 3 Inhaltsstoffe von Psilocyba-Arten

Psilocybinhaltige Pilze sind weltweit verbreitet, die meisten Arten kommen in Mexiko und Mittelamerika vor. In der Kultur der Mayas spielten sie eine herausragende Rolle und wurden wie bei den Schamanen Sibiriens „Fleisch der Götter (Teonanácatl)“ genannt. Die halluzinogene Wirkung der in Europa wachsenden Pilze ist meist nicht sehr ausgeprägt und soll in keinem Verhältnis zu den unangenehmen physischen Begleiterscheinungen stehen. Nachweislich enthalten der einheimische spitzkegelige Kahlkopf (*Psilocybe semilanceata*, „Liberty Cap“) und der gezonte Düngerling (*Panaeolus subbalteatus*) zwischen 0,2 und 2% Psilocybin bezogen auf die Trockenmasse.

Die psychoaktiven Substanzen wurden von A. Hoffmann, dem Entdecker des LSD, isoliert und in ihrer Struktur aufgeklärt. Anfang der 60er Jahre wurde Psilocybin in den USA und danach weltweit als Medikament in der Psychoanalyse und Psychotherapie eingesetzt.

Die Wirkung von psilocybinhaltigen Pilzen entspricht eigentlich einer Pilzvergiftung und führt zum Psilocybin-Syndrom. Allerdings beruht diese Pilzvergiftung nicht auf einer Verwechslung, sondern wird meistens mit voller Absicht herbeigeführt. Insider berichten von einem „Bad Trip“, auf dessen Wiederholung man verzichten könne. Trotzdem kursieren Anleitungen zur effektiven Anwendung dieser „Zauberpilze“ und Angaben zu ihrer Bestimmung und Anzucht sowie zu Standorten.

Psilocybin und Psilocin sind als Tryptaminderivate strukturverwandt mit den Mutterkornalkaloiden (z.B. Lysergsäure, LSD) und dem Neurotransmitter Serotonin. Psilocin, ein Isomer des Bufotenins zeigt etwa 1% der Wirkung von LSD. Es bildet sich im Körper durch Dephosphorylierung aus Psilocybin und ist die eigentliche ZNS-aktive Wirksubstanz. Die Einnahme ruft optische, taktile und auditorische Halluzinationen, stark überhöhte Lichtempfindlichkeit sowie ein Gefühl der Bewusstseins-erweiterung hervor. Je nach Grundeinstellung kann es zu Glücksgefühl, Lachanfällen („good trip“) oder zu Angst, Unruhe, Gewalttätigkeit, Delirium und Panikanfällen mit akuter Suizidgefährdung kommen.

Die Heimtückischen

Zu den gefürchteten Giftpilzen unserer Wälder zählen der grüne (*Amanita phalloides*) und der weiße (*Amanita virosa*) Knollenblätterpilz. 80 bis 90% aller registrierten, tödlich verlaufenen Vergiftungsfälle sind auf die toxischen Stoffe dieser Pilze zurückzuführen. Heimtückisch sind sie deshalb, weil die Vergiftungssymptome zwar nach etwa 10–12 Stunden abklingen, aber zwei bis vier Tage nach der Mahlzeit machen sich die Folgen der im Hintergrund bereits fortgeschrittenen Leberzerstörung bemerkbar, aus



Dr. Gerhard Schilling:
Halluzinogene sind in Fliegenpilz-
Attrappen nicht zu erwarten.
Ein leckeres Champignongericht
schadet nicht!

Foto: Gerd Schaubler

der es kein Entrinnen gibt. Die Phallo- und Amatoxine (LD₅₀ ~5–10mg bzw. ~25–70mg) werden weder durch Kochen und Trocknen noch durch die Proteasen des Verdauungssystems zerstört. Durch sie kommt die gesamte Enzym- und Proteinsynthese in der Leber zum Erliegen.

Bei den Verbindungen handelt es sich um cyclische Oktapeptide mit einer Sulfid- bzw. einer Sulfoxid-Brücke. Vom Amanitin kennt man acht, vom Phalloidin sieben Derivate, die sich in der Zahl und/oder der Stellung von OH/NH₂-Gruppen unterscheiden. Die Verbindungen, deren Struktur vor allem die Arbeitsgruppe von Th. Wieland, MPI Heidelberg, aufgeklärt hat, enthalten die erstmals aus diesen Substanzen isolierte Aminosäure γ , δ -Dihydroxyisoleucin, außerdem Asn, Cys, Gly, Hypro, Ileu, und Trp.

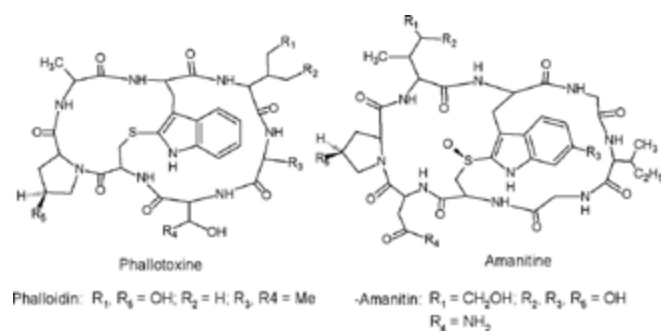


Abb. 4 Inhaltsstoffe des grünen und weißen Knollenblätterpilzes

Der Knollenblätterpilz enthält auch ein cyclisches Dekapeptid, Antamanid, das eine antitoxische Wirkung gegenüber den Amatoxinen zeigt. Hohe Dosen Penicillin, Blutreinigung, Dialyse und intravenöse Gaben von Silibinin aus der Mariendistel werden zur Behandlung eingesetzt.

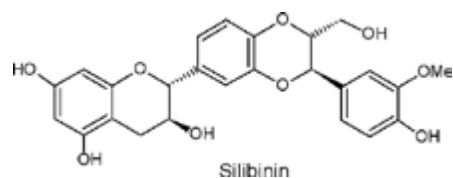


Abb. 5

Noch heimtückischer ist eine Vergiftung durch einige Pilze der Gattung *Cortinarius* (Haarschleierlinge, z.B. *Cortinarius orellanis*), die mit fast 1.000 Arten größte Gruppe der Lamellenpilze. Die Latenzzeit kann bis 14 Tage dauern, weshalb Betroffene ihre Beschwerden zunächst nicht mit einem Pilzgericht in Verbindung bringen. Die verantwortliche Substanz ist das Orellinin, ein Bipyridinderivat, das nephrotoxisch wirkt und unbehandelt zum Tod führt. Aber auch bei Behandlung verläuft der Heilungsprozess nur langsam.

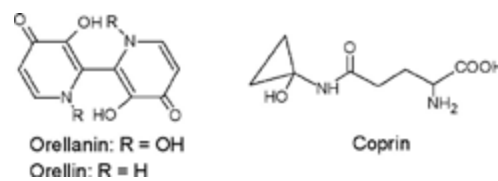


Abb. 6

Wesentlich glimpflicher davon kommt man, wenn in ein Pilzgericht Faltentintlinge (*Coprinus atramentarius*) geraten sind. Sie entfalten aber erst dann ihre tückischen Fähigkeiten, wenn zur Mahlzeit Alkohol getrunken wird. Der Inhaltsstoff Coprin, eine Aminosäure, bewirkt nämlich, dass die Leber vorübergehend keinen Alkohol mehr abbauen kann. Coprin hydrolysiert beim Kochen oder durch die Magensäure in Glutaminsäure und 1-Aminocyclopropanol (Cyclopropanon-Halbaminal). Dieses Molekül hemmt die Alkoholdehydrogenase, sorgt damit für einen erhöhten Acetaldehyd-Blutspiegel und beschert uns die bekannten Symptome eines „Katers“ – ein echter Antialkoholikerpilz.

Viele Pilze – Giftchampions, Saftlinge, Milchlinge, Täublinge, Boviste, Ritterlinge usw. – enthalten phenolische Substanzen, Azoverbindungen, Indolverbindungen und andere, teils unbekannte Stoffe, die zu Übelkeit und Brechdurchfällen führen. Vorsicht also, nicht jeder Pilz schmeckt und ist so bekömmlich wie die Trüffel, obwohl auch sie voller Chemie stecken! (labor&more 4, S 50, 2006).

Killerpilze

Mysteriöses Reetdachsterben

Die Reetdachproblematik und praktische Ansätze

Dr. Wolfgang Sipos

Mit Parolen wie „Killerpilze auf dem Reetdach“ wurde die Problematik der vorzeitigen Verrottung von Reetdächern vor 2–3 Jahren durch die Medien getrieben. Da es sich eher um ein regionales Problem handelte, war man in der labor&more-Redaktion sehr erstaunt, als ich das Thema damals auf den Tisch brachte. Alle erkannten aber wie unglaublich spannend und weitreichend diese Thematik sein könnte. Den Spekulationen um die wahren Gründe wurden Tür und Tor geöffnet. Was ist denn da wirklich los? Ist es das fremde China-Reet, welches irgendwelche Keime eingeschleppt hat oder ist es die Klimaveränderung, die für sehr viel herhalten muss oder ist es doch der Killerpilz, entsprungen aus irgendwelchen gentechnisch veränderten Mikroorganismen, die man für die Bioethanol-Produktion oder für den Cellulose-Abbau gezüchtet hat. Oder hat das Ganze nur eine simple bautechnische Erklärung – zuwenig Hinterlüftung; das Badezimmer direkt unterm Reet?

Viele Fragen und wenige Antworten bisher. Für den interessierten Häuslebesitzer nicht unbedingt erkennbar was Science ist und was Fiction. Dank einer Untersuchung der Uni Greifswald ist man wohl den Hauptschädlingen auf die Schliche gekommen (siehe Meldung rechts). Warum diese aber erst jetzt und nicht schon vor 30 Jahren den einen oder anderen Reetdach-Besitzer um den letzten Euro gebracht haben, ist noch nicht geklärt. Wie immer wird es sich um eine Verknüpfung mehrere komplexer Vorgänge handeln.

Leider gab es anfänglich anstelle von wissenschaftlichen Untersuchungen eine Menge Scharlatane, die das schnelle Geld mit dem Problem der Hausbesitzer machen wollten und die eine Menge ungeprüfter und in vielen Fällen unwirksame Mittelchen empfohlen haben und auch noch empfehlen. So mancher Hausherr beschritt in seiner Not den Weg eines heroischen Selbstversuches, indem er alles, was sein Acker so an Bioziden und Fungiziden bekommt, mal kurzerhand auf sein Dach sprühte...

Lösungsansatz

Von dem Problem angetan, beschäftigt sich die AppliChem seit etwas mehr als einem Jahr mit dem Thema, um mögliche Ursachen und eventuell auch einen möglichen Lösungsansatz zur Verhinderung des Reetdachsterbens zu finden. Man hatte eine bis heute noch recht unbe-

kannte Waffe zur Hand. Dabei handelt es sich um die bioDECONT®-Technologie der multiBIND biotec GmbH. Diese Technologie liegt dem Produkt DNA-ExifusPlus zugrunde. Ein Mittel, welches weder toxisch, noch korrosiv ist und zudem umweltschonend DNA zerstören kann. Von unzähligen Versuchen war mittlerweile auch bekannt, dass eine Großzahl von Bakterien, Viren und Pilzen einer Behandlung mit bioDECONT®-Lösung nicht standhalten und darüber hinaus ihre DNA beziehungsweise RNA abgebaut wird. Eine Entstehung von resistenten Mutationen ist damit praktisch ausgeschlossen. Ausgehend davon, dass Mikroorganismen für den Verdau des Reets verantwortlich sind, war es naheliegend einen Versuch zu starten, diese mit DNA-ExifusPlus zu attackieren. Dazu wurden im Herbst 2007 mehrere belastete, stark angegriffene Reetproben, wie auch frisches Reet verschiedener Herkunft ersten Versuchen in den Laboratorien der multiBIND unterzogen. Die Ergebnisse waren sehr vielversprechend. Daraus entstand eine erste Mischung, die wir im Folgenden als bioDECONT®-Reet bezeichnen.

Hoch kontaminierte Reetproben von befallenen Reetdächern wurden unbehandelt und nach Vorbehandlung mit bioDECONT®-Reet auf sterilem Fließpapier platziert. Zusätzlich wurde das Fließpapier mit einem wässrigen Extrakt aus kontaminiertem Reet getränkt.

Hauptkontamination des Reets ist ein filamentöses Pilzgemisch mit weißlichem Mycel. Nach 4 Wochen ist das unbehandelte Reet komplett von Pilzmycel bedeckt. Das mit bioDECONT®-Reet imprägnierte Reet zeigt keinerlei Wachstum von Pilzen oder anderen Mikroorganismen (Abb. 1).

Abb. 2 zeigt im oberen Drittel unbehandeltes Reet, in der Mitte Reet, welches 5, 10, 30 und 60 min mit bioDECONT®-Reet behandelt und für 30 Stunden auf einer Agar-Platte inkubiert wurde.

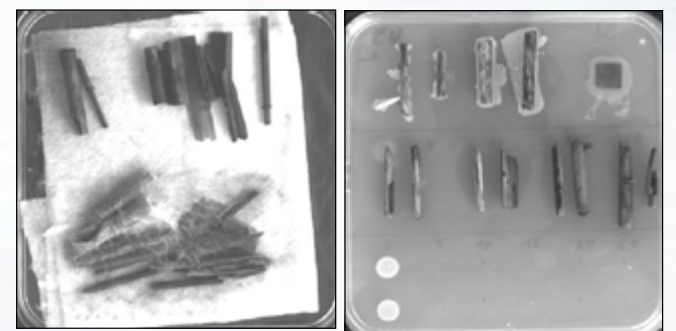


Abb. 1 (links) Mit bioDECONT®-Reet imprägniertes Reet: Es zeigt keinerlei Wachstum von Pilzen oder anderen Mikroorganismen

Abb. 2 (rechts) Teilweise unterschiedlich mit bioDECONT®-Reet imprägniertes Reet

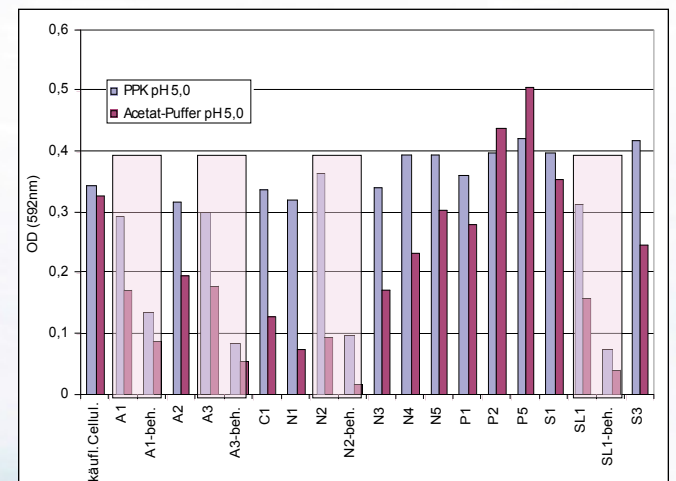


Abb. 3 Messung der Cellulase-Aktivität unterschiedlicher Proben – beh. steht für Proben behandelt mit bioDECONT®-Reet (rosa Rechtecke im Chart: Proben unbehandelt und behandelt nebeneinandergestellt)



Abb. 4 angegriffenes Reetdach teilweise geschält und mit bioDECONT®-Reet behandelt



Wolfgang Sipos, geb. 1958 in Mannheim, studierte Chemie und Mikrobiologie in Heidelberg und promovierte dort im Arbeitskreis von Prof. Weinges. Dort arbeitete er an verschiedenen Themen der organischen Chemie wie Dewar-Benzole, Naturstoffsynthesen und radikalische Zyklierungen. Bevor er sein eigenes Unternehmen gründete, war er bei Wella für das Sourcing verantwortlich und über 10 Jahre bei Boehringer Mannheim GmbH/Roche Diagnostics, zuletzt als Einkaufsleiter, tätig. Seine hervorragenden Kenntnisse über Lieferquellen im Bereich Biotechnologie und Diagnostik machen ihn zu einem gefragten Experten im Bereich von Sourcing und Finanzierungen. Er berät seit Jahren die AppliChem GmbH und ist Mitherausgeber von labor&more.

Darüber hinaus wurde die Cellulase-Aktivität als Leitparameter für die Zersetzung im Reet durch Professor Dr. Gerhard A. Wolf (Universität Göttingen) bestimmt und wir konnten feststellen, dass die gemessenen Cellulase-Aktivitäten mit dem Zustand des Reets korrelieren. Auch bei optisch einwandfreiem Reet waren unterschiedliche Cellulase-Aktivitäten zu sehen – dies spricht für eine Vorbelastung des Reets je nach Quelle.

In einem weiteren Test konnte gezeigt werden, dass mit der Behandlung von unserem bioDECONT®-Reet nicht nur die Mikroorganismen abgetötet werden, sondern auch die Cellulase zum Teil zerstört wird (s. Abb. 3). Dies ist insoweit interessant, da bei einer „nur-bioziden-Behandlung“ die Cellulase-Aktivität weiter vorhanden sein kann und das Reet obwohl mikrobiologisch gereinigt, weiter abgebaut wird.

Zurzeit läuft ein Feldversuch bei dem ein Dach (s. Abb. 4) im Oktober 2008 behandelt wurde. Dabei wurde das Dach in

verschieden Segmente unterteilt und diese unterschiedlich behandelt – die ersten Auswertungen des Versuches stehen im 2. Quartal 2009 an, um dann hoffentlich auch anwendungstechnisch die richtigen Empfehlungen geben zu können.

Die AppliChem betreibt mittlerweile eine Pilotanlage zur Reetdekontamination. Mit dem Reet, das in der Anlage behandelt wird, kann man beim Flickern eines gesunden Reetdaches sicher sein, dass damit keine unerwünschten Mikroorganismen eingeschleppt werden. Eine Infektion eines gesunden Daches durch eine Reparatur ist somit praktisch ausgeschlossen.

Falls bei unserem Feldversuch sich das erwartete Ergebnis bestätigt, ist das nächste Ziel die Zulassung für bioDECONT®-Reet zu beantragen. Die Unbedenklichkeit der Grund-Mischung wurde in einem dermatologischen Test mittlerweile gezeigt.

→ wsipos@gmx.de

Greifswalder Forscher klären die Ursache des Reetdachsterbens

Gefräßige Pilze

Seit ca. 10 bis 15 Jahren wird in Norddeutschland eine untypisch schnelle Verrottung der traditionellen Schilfrohrdächer festgestellt. Viele Besitzer von Reetdachhäusern wurden böse überrascht – die gewohnte Lebensdauer eines Schilfdaches sank von 30 bis 50 Jahren auf teilweise unter fünf Jahre. Mikrobiologen der Universität Greifswald haben nun herausgefunden, dass das Reetdachsterben von holzabbauenden Weißfäulepilzen verursacht wird.

Während eines einjährigen Forschungsprojekts wurden etwa 160 Bakterien- und Pilzstämme aus betroffenen Reetdächern isoliert und in Reinkultur getestet. Dabei habe sich gezeigt, dass besonders die Weißfäulepilze *Pycnoporus cinnabarinus* und *Trametes versicolor* unter Laborbedingungen in der Lage seien, in nur wenigen Wochen das Röhricht bis zu 80 % zu zerlegen, so der Projektleiter Prof. Dr. Frieder Schauer. Die Forscher gehen davon aus, dass das Wachstum der über Sporen in der Luft verbreiteten Pilze auch durch veränderte Umweltbedingungen begünstigt

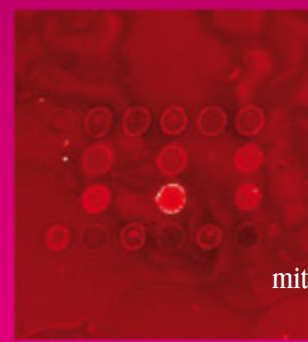
wird. Die Feuchtigkeit und Wärme liebenden Pilze wären normalerweise vor allem in Wäldern und im Reisig beheimatet. Ursprüngliche Vermutungen, dass eingeschleppte, Zellulose abbauende „Killerpilze“ das Reet angriffen, hätten sich nicht bestätigt.

In einer zweiten Phase wollen die Wissenschaftler jetzt einen Qualitätsschnelltest für Reetbestände entwickeln sowie Behandlungstechnologien, mit denen der Verrottungsprozess verlangsamt oder gestoppt werden kann.

Nach Angaben der norddeutschen Dachdeckerinnung sind bislang schätzungsweise 1.000 der insgesamt rund 50.000 Reetdächer betroffen. Diese Dächer zeigten zunächst braun-fleckige, faulig riechende Verrottungslöcher, die sich binnen weniger Jahre auf die gesamte Reetfläche ausbreiteten. Der Schaden wird mittlerweile bundesweit auf einen zweistelligen Millionenbetrag geschätzt. Auch in Dänemark, in den Niederlanden sowie in Frankreich und Großbritannien wächst die Zahl der beschädigten Dächer.

→ CS

2 Dream Teams



mit PBS



mit CrossDown Buffer

Probleme mit Kreuzreaktivitäten und dem Hintergrund???

Mit dem neuen CrossDown Buffer ist das endlich Vergangenheit! Er dient der Minimierung von unspezifischen Bindungen, Kreuzreaktivitäten und Matrixeffekten bei Immunoassays. Seine Einsatzgebiete sind neben dem ELISA, EIA oder Western Blot auch Immuno-PCR, Protein Arrays und Multianalyt-Immunoassays. Worauf warten Sie noch?

Hochwertig

Blocking Buffer I

- qualitativ der hochwertigste Blockierer
- basiert auf niedermolekularem Casein
- blockiert am effektivsten; ist die Alternative, wenn Standard-Blockierer versagen
- einsetzbar in ELISA, EIA, RIA, Western Blots, Protein Arrays, Immuno-PCR

Preiswertig

Blocking Buffer II EGrade

- die ökonomische Alternative zu Blocking Buffer I
- Serum-frei, BSA-frei, Phosphat-frei
- auf Peptid-Basis
- blockiert effektiv

AppliChem

Darmstadt hat eine weitere Topadresse:

AppliChem GmbH Ottoweg 4 64291 Darmstadt Fon 06151/93 57-0 Fax 06151/93 57-11
service@appliChem.com www.appliChem.com

die ionen-haartr

Das geflügelte Wort „Gott schütze mich vor meinen Freunden, vor meinen Feinden kann ich mich selbst schützen“ ist auf vielerlei Alltagssituationen anwendbar. Die Damen unserer Redaktion, die ich in diesem Zusammenhang in die Kategorie „Freunde“ einordnen möchte, haben mir dies jüngst eindrucksvoll demonstriert. Du bist doch Physiker, hieß es da; kannst Du uns nicht einmal erklären, was es mit einem Ionenföhn auf sich hat? Zunächst dachte ich, ich hätte mich verhöhrt. Von so einem Teil hatte ich bisher keine Kunde. Interesse heuchelnd fragte ich nach.

Gott schütze mich vor meinen Freunden!

Von Jürgen Brickmann



Solche Geräte gäbe es jetzt überall zu kaufen – selbst beim Discounter. Man könne damit seine Haare in der Hälfte der Zeit trocknen, die ein herkömmliches Instrument benötige und alles würde viel schöner und überhaupt: Wie funktioniert denn ein solcher Föhn? Ich musste passen und hoffte, die Damen mit der Bemerkung, dass ich einen solchen Föhn erst in der Hand haben müsste, um dazu überhaupt etwas zu sagen, endgültig los geworden zu sein – zumindest in diesem Zusammenhang.

Weit gefehlt! Am nächsten Morgen stand der Föhn auf meinem Schreibtisch – wohlverpackt in einem lackierten Karton mit vielversprechender Aufschrift (siehe Bild). Nun war meine Neugier stärker als meine Skepsis. Äußerlich sah das Gerät aus wie ein handelsüblicher Föhn. Ich versuchte mit „Bordmitteln“ (Taschenmesser) an das Innere zu gelangen. Vergeblich! Also hielt ich mich an den Beipackzettel. Dort wurde ich fündig. Unter der Überschrift „Der Ioneneffekt“ fand ich dann Folgendes:

„Moleküle, die in der angesaugten Luft enthalten sind, werden im Ionen-Haartrockner negativ geladen (ionisiert) und mit der „Heizluft“ zu den Haaren transportiert. Auf dem Haar bewirken die negativen Ionen, dass die Wasserstoffbrücken in den Wassertropfen aufgebrochen werden und diese dann in kleinere Einheiten zerfallen und dadurch schneller abtrocknen. Das „trockene“ Haar ist mit vertrocknetem Lehm Boden zu vergleichen und verfügt über eine grobe schuppige Oberfläche. Erst die feinstäubte Feuchtigkeit ist in der Lage, in das Haar einzudringen und die Oberfläche zu glätten und zu schließen.“

Und dann wurden all die Vorteile aufgezählt, die ich schon von der Verpackung kannte.

Für einen Laien sind diese Erklärungen schlicht unverständlich, für einen neugierigen Forscher sind sie eigentlich keine.

Ich fragte einen Freund (er wird gedacht haben „Gott schütze mich vor meinen Freunden...“), den Dortmunder Professor für theoretische und physikalische Chemie Alfons Geiger, einen weltweit anerkannten Experten, wenn es um Struktur und Dynamik von Wasser geht. Gemeinsam versuchten wir, der Wirkungsweise des Ionenföhns auf die Spur zu kommen.



Prof. Dr. Alfons Geiger

von der Technischen Universität Dortmund bei der Inspektion des Ionenföhns

Wie werden die Ionen erzeugt? Hier hielten wir uns nicht auf. Es gibt Methoden, die standardmäßig für die Ionisierung von Luft Anwendung finden. Warum sollte dies nicht auch im Föhn realisiert sein.

Aber dann: Was bewirken die Ionen im Wassertropfen? Nach Geiger lösen sich große Anionen in einem Wassertropfen in der Nähe von dessen Oberfläche, denn hier ist die Struktur der Wasserstoffbrücken dafür günstiger als im Innern des Tropfens. Doch was führt dann zum Zerfall des Tropfens in kleinere Tropfen? Es könnte so sein, dass mehrere Anionen in einem Wassertropfen landen, sich die Ladungen abstoßen und zum Zerfall des Tropfens führen. Im Jargon der Clusterforscher nennt man so etwas Coulomb-Explosion. Wir nervten einen Experimentator auf diesem Gebiet – sie wissen schon: Gott schütze mich vor meinen Freunden –, den Darmstädter Clusterforscher Prof. Rolf Schäfer, nach seiner Meinung. Sein Kommentar: Coulombexplosionen von mehrfach positiv geladenen Clustern sind häufig zu beobachten, für negative sei dies eher unwahrscheinlich. Die Überschusselektronen würden eher den Verbund verlassen, bevor so etwas passieren könnte. Trotz intensiver Diskussion kamen wir dem Geheimnis des Anionen-induzierten Zerfalls von Wassertropfen nicht näher.

ockner-story

Doch zurück zu den Tropfen. Unterstellt, dass die Ionenföhnbehandlung große Wassertropfen auf den Haaren in kleinere zerlegen würde, dann wird in der Tat die Trocknung beschleunigt. Das lernt man schon in der Grundvorlesung über physikalische Chemie. Kleine Tropfen haben einen höheren Dampfdruck als große, sie würden also schneller verdunsten. Es gilt das Kelvin Gesetz (1871):

$$RT \ln(p_r/p) = 2 \sigma v/r$$

(Gaskonstante R ; abs. Temperatur T ; Dampfdruck über einer ebenen Grenzfläche p ; Dampfdruck p_r und Radius r des Tröpfchens; Molvolumen des Wassers v ; Oberflächenspannung s)

So weit so gut!

Die schnellere und (bei niedriger Temperatur) schonende Trocknung ließ sich somit erklären. Doch gibt es überhaupt Tropfen auf den Haaren nach einer Wäsche? Die könnten doch nur auftreten, wenn die Haaroberfläche hydrophob, d.h. wasserabstoßend ist - vergleichbar der Situation, wenn man mit dem Auto aus der Waschstraße kommt und die Sprühanlage Wachs auf der Windschutzscheibe verteilt hat. Die Vorstellung, wonach kleinere Tropfen eher in hydrophobe Risse und Haarspalten eindringen sollen als große, ist zumindest stark anzuzweifeln. Aber so ist es wohl auch nicht: Die Idee von hydrophoben Haaren nach einer Wäsche mit tensidischen Materialien (Seife, Shampoo) schien uns eher abwegig. Wenn es aber anders ist und die Haaroberfläche durch das Waschen hydrophil wird, dann bildet sich auf ihnen ein dünner

Wasserfilm und Tropfen treten gar nicht erst auf. Hydrophile Haarspalten könnten problemlos Wasser aufnehmen, insbesondere dann, wenn der sogenannte Kapillareffekt unterstützend wirkt. Also: entweder Tröpfchenbildung und schnelle Wasserverdunstung oder Wasserfilm und Eindringen von Kapillarwasser in Haarspalten!

Wir mussten unsere Diskussion und weitere Haarspaltereien an dieser Stelle aus Zeitgründen abbrechen. Eine schlüssige Erklärung für die propagierte Wirkungsweise der Ionen-Haartrockner fanden wir nicht. Vielleicht fällt ja jemandem aus dem Kreise der I&M-Leserinnen und -Leser etwas dazu ein. Wir würden uns über Kommentare freuen.

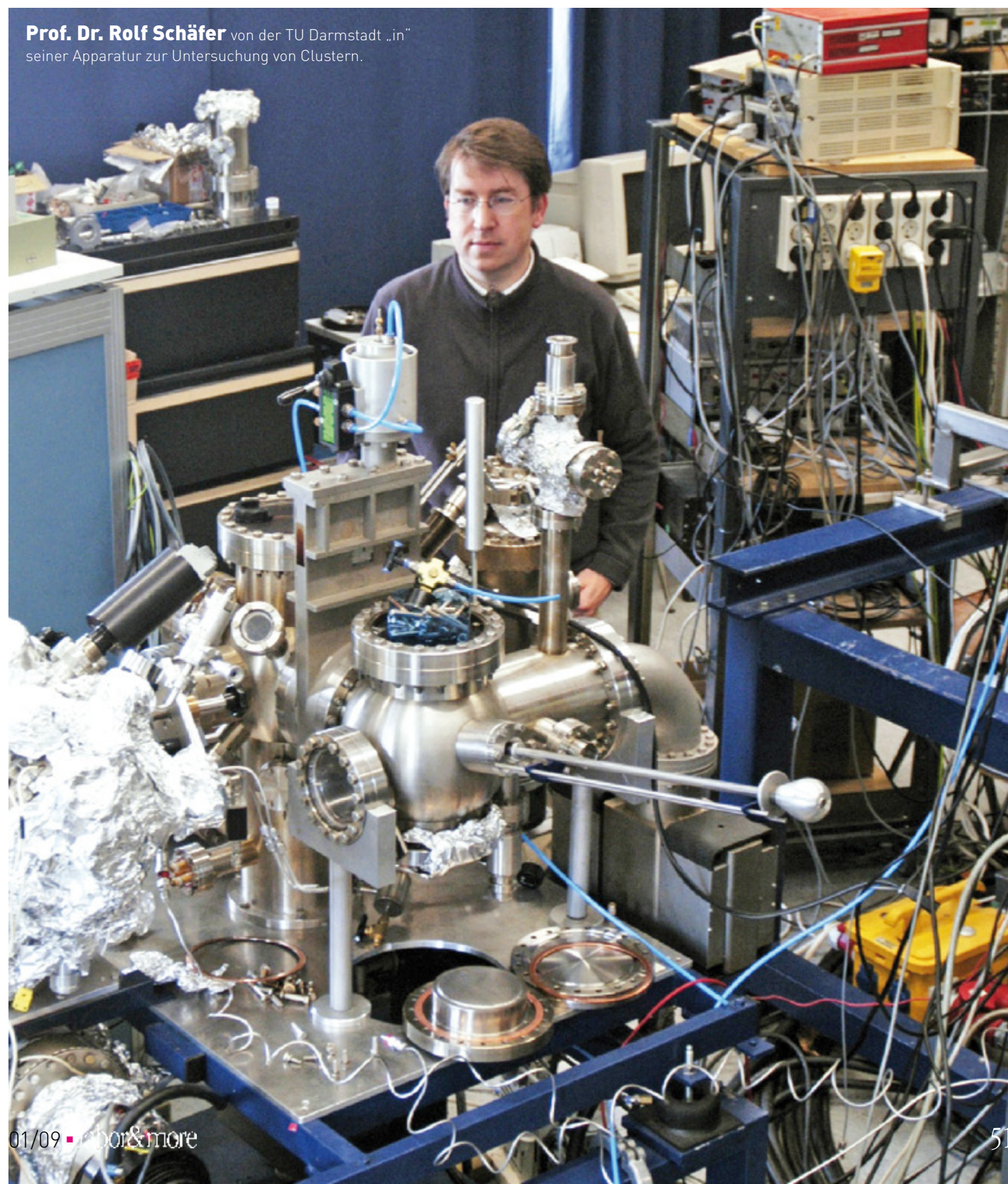
Nachtrag

Nichts überzeugt besser als ein eindrucksvolles Experiment. Also nahm ich besagten Föhn bei der nächsten Haarwäsche in Gebrauch.

Ergebnis

Die Haare wurden trocken. Alles andere wie gehabt!

→ JB



BSR

Beratung & Service im Reinraum

Ingenieur-Büro

Spezialisten in Sachen

- **Qualifizierung**
- **Wartung**
- **Messtechnik**
- **Strömungs-
visualisierung**
- **Monitoring**
- **Isolatoren**
- **Partikelzähler**

- **Service**
- **Beratung**
- **Schulung**

... wir kennen uns aus!

BSR Ingenieur-Büro
Beratung & Service im Reinraum
Marienstraße 156
68794 Oberhausen-Rheinhausen
Tel. 07254/95959 0
Fax 07254/95959 29
eMail blattner@reinraum.info
www.reinraum.info
www.partikelmesstechnik.de

akustik

Klangbeispiele

Akustik in Laborräumen

Dr.-Ing. Philip Leistner,
Fraunhofer-Institut für
Bauphysik (IBP), Stuttgart

Am liebsten berichten Akustiker eigentlich über ihre eigenen Labors. Deren Vielfalt ist genauso beachtlich wie der Aufwand zu ihrer Errichtung und Ausstattung.

Als Beispiel seien zwei Arten von Akustiklabors genannt, wie sie in ihrer hörbaren Erscheinungsform nicht unterschiedlicher sein können: Der Hallraum mit dem Nachhall einer riesigen, leeren Kathedrale und der umgangssprachlich „schalltot“ genannte, aber tatsächlich nur schallreflexionsarme Raum, dessen Höreindruck im Vergleich mit realen Situationen gar nicht vermittelbar ist (Abb.1).

Diese beiden Laborräume markieren gleichsam die Endpunkte einer Skala für akustische Raumeigenschaften. Ein wesentlicher Unterschied zu fast allen anderen Laborräumen besteht darin, dass sich die Nutzer von Akustiklabors zumeist außerhalb der Räume befinden.

Warum Akustik?

Allein die Präsenz von Menschen in Räumen von Gebäuden ist es jedoch, die akustische Ansprüche begründet. Darin unterscheidet sich die Akustik von anderen Kriterien, wie Brandschutz, Wärme- und Feuchteschutz, die zusätzlich zur Substanzerhaltung und Energieeinsparung erforderlich sind. Der Bedarf an Akustik lässt sich „nur mit menschlichen Argumenten“ begründen, wie Gesundheit, Wohlbefinden oder Behaglichkeit. Zugleich kostet die Schaffung akustischer Raum- und Gebäudeeigenschaften Geld, mitunter sogar viel Geld, deren Rentabilität nicht nur bei Laborräumen selbstverständlich hinterfragt wird. Die Frage „Warum Akustik in Laborräumen?“ sollte also vor der Frage „Welche Akustik in Laborräumen und wie?“ beantwortet werden.

Bei der Aufzählung der (auralen) Schallwirkungen gilt der erste Gedanke meist den akuten und chronischen Hörschäden, von denen auch in der Tat eine erschreckend hohe Zahl von Menschen betroffen ist. Historisch liegen hier die Wurzeln für akustische Reglementierungen, da dies frühere Arbeitsplätze bitter nötig hatten. Dies gilt offenbar auch heute noch, wie die neuen Europäischen Reglements [1] zeigen. Allerdings stellt die Zahl weniger lärmbelasteter Arbeitsplätze in Büros, Labors, Klassenzimmern usw. mittlerweile die Mehrheit dar. Der Tradition folgend wurde auch hier zunächst der Grenzwert-Gedanke etabliert. Für vorwiegend geistige Tätigkeit gab es den Zielwert (Beurteilungspegel) von 55 dBA, wie ihn die ehemalige Arbeitsstättenrichtlinie forderte. In der Neufassung der Richtlinie fiel er weg und hinterließ sicher einige Verunsicherte.

Aktuell wird für diese Räume eine Betrachtungsweise verfolgt, die sich an einer anderen Kategorie orientiert, an der Leistungsfähigkeit der Menschen in Räumen. Hemmen also Laborräume mit ungeeigneter Akustik die

an sich mögliche Leistung der Nutzer? Die Hypothese heißt: Ja, ob bei kreativer, konzentrierter oder kommunikativer Tätigkeit, das Schwimmen „gegen eine akustisch störende Strömung“ beeinträchtigt Leistungsfähigkeit und Produktivität.

Als überzeugendes und nachgewiesenes Beispiel im Bürobereich lässt sich die Bilanz in Call Centern zahlenmäßig mit der dortigen Raumakustik korrelieren. Auch in Unterrichtsräumen konnte eine klare Abhängigkeit der kognitiven Leistungen von Schülern zur bau- und raumakustischen Umgebung festgestellt werden [2]. Die Leistungsfähigkeit wurde dabei nicht etwa mit Fragebögen á la „Wie fühlt ihr euch?“ oder „Stört euch etwas im Raum?“ bestimmt, sondern mit maßgeschneiderten, kognitionspsychologischen Leistungstests. Auch wenn hier noch vereinzelt Instrumente und Methoden fehlen, so hat sich doch herausgestellt, dass eine Art kognitive Ergonomie sehr eng mit den akustischen Raum- und Gebäudeeigenschaften verknüpft ist. Genauso wie für die selbstverständlich ergonomisch gestalteten Arbeitsmittel gilt es, die Arbeitsräume zu gestalten.

Die so begründeten Gestaltungsregeln, und damit nähert man sich der Frage „Welche Akustik in Laborräumen und wie?“, führen zu vermeintlichen Überraschungen. So ist der bloße Schallpegel (Summenpegel) als Maß für die akustische Qualität von Arbeitsräumen keinesfalls ausreichend. Ein leises, gerade noch hörbares Geräusch kann die Leistungsfähigkeit erheblich beeinträchtigen, wenn es Informationen (Sprache, Signale) in sich birgt [3]. Die nachts im dunklen Schlafzimmer surrende Stechmücke mag ein einprägsames Beispiel sein. Schallwirkung und Raumnutzung definieren also die akustischen Ansprüche, auf die es zu reagieren gilt.

Welche Akustik?

Die in Laborräumen zu beachtenden akustischen Aspekte lassen sich wie folgt aufgliedern, obgleich letztlich nur eine Gesamtbetrachtung und -behandlung zu wirkungs- und nutzungsbezogenen Lösungen führen kann (Abb. 2).

Bauakustik

Die Schallübertragung aus dem Gebäude und von Außen wird durch die „klassischen“ Schallschutzwerte repräsentiert. In der zugrunde liegenden Norm DIN 4109 finden sich Anforderungen für Laborräume unter dem Stichwort „sonstige Arbeitsräume“. Dieser Schallschutzaspekt zielt eindeutig auf geringe Stör- bzw. Fremdgeräusche. Besondere Themen wie Vertraulichkeit, Geheimhaltung oder



Abb 1 Akustische (Labor-) Kontraste repräsentieren Hallraum und schalltoter Raum in drastischer Weise.

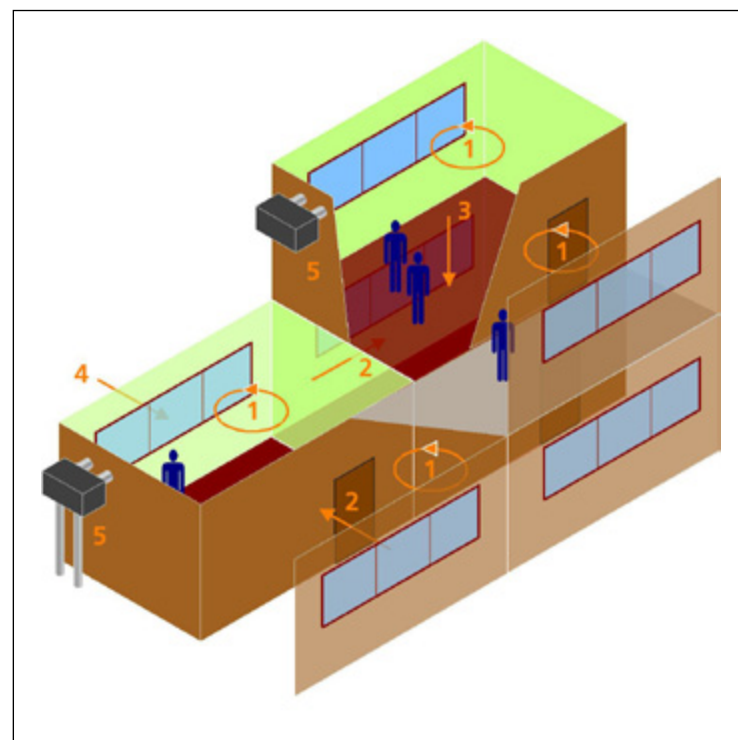


Abb 2 Raumakustische und bauakustische Einflüsse auf die Qualität von Räumen in Gebäuden [1 – Nachhallzeit, 2 – Schallschutz von Wänden etc., 3 – Trittschallschutz von Decken, 4 – Schallschutz von Außenbauteilen, 5 – Geräusche von haustechnischen Anlagen].

gar Lauschabwehr werden dagegen nicht berücksichtigt. Trotzdem sind viele, viele Details zu beachten und im Kontext der anderen bauphysikalischen Schutzfunktionen des Gebäudes umzusetzen. Da in der DIN 4109 (im Beiblatt 1) jedoch auch eine erhebliche Anzahl konstruktiver Lösungen beschrieben ist und der Stand der Technik noch mehr Lösungen bereithält, soll dies hier nicht weiter vertieft werden.

Technischer Schallschutz

Diese Teildisziplin befasst sich mit der Reduzierung von Schall durch jegliche Art von technischen Anlagen und Geräten im Raum und im Gebäude. Ein großer Teil der haustechnischen Anlagen (Heizung, Lüftung, Klima, Installationen, Aufzüge usw.) wird zwar auch in der o.g. DIN 4109 reglementiert, aber die Mittel zur Geräuschminderung gehen zum Teil deutlich weiter. Gerade in Laborräumen kann die Problematik technischer Lärmquellen

ger kompromisslos sein als in Büros oder anderen Räumen. Dafür kollidieren konventionelle Schallabsorber an Wand oder Decke z. B. mit hygienischen Anforderungen an reinigbare Oberflächen. In offenen Laborraumstrukturen kann sich aber noch eine andere Problematik ergeben als nur die Geräuschpegelminderung. Ausreichend eingebrachte effiziente Schallabsorber ermöglichen ja geringe Nachhallzeiten (raumakustischer Parameter für den Zeitraum des Nachklings



Philip Leistner ist Stellvertretender Leiter des Fraunhofer Instituts für Bauphysik (IBP) und Leiter der Abteilung Akustik.

Nach dem Studium an der TU Dresden arbeitete er als wiss. Mitarbeiter an der TU Berlin und promovierte dort bei den Professoren Heckl und Hecker. Im Anschluss daran ging er zum Fraunhofer IBP nach Stuttgart und leitet dort seit 2005 die Abteilung Akustik. 2007 erhielt Herr Dr. Leistner eine Gastprofessur am *Institute of Acoustics der Chinese Academy of Sciences*. Seine Fachgebiete sind die Bau- und Raumakustik, technischer und aktiver Schallschutz.

zur dominierenden Herausforderung werden. Nicht nur die „Dauerbeschallung“ infolge intensiver Lüftung der Räume und Geräte, sondern auch vielerlei fluktuierende und intermittierende Geräusche unterschiedlicher Charakteristik können sich zu einer unerträglichen Dosis aufsummieren. Während die mit dem Gebäude verbundenen (immobilen) Schall-erzeuger an sich niedrige Pegelwerte von heutzutage 30 dBA einhalten müssen, kann beim (mobilen) technischen Interieur derzeit wohl nur der klar artikulierte Leidensdruck für mehr akustischen Wettbewerb sorgen. Da die lauteste Schallquelle den resultierenden Gesamtpegel im Raum maßgeblich bestimmt, besteht hier sicher ein erheblicher technischer Nachholbedarf.

Raumakustik

Die Möglichkeiten der kaum reglementierten Raumakustik werden häufig sowohl über- als auch unterschätzt. Ist der Lärm erst einmal im Raum angekommen, können selbst aufwändige raumakustische Maßnahmen physikalisch bedingt nur noch einen begrenzten Beitrag zur Minderung leisten. Umgekehrt gilt, dass eine vernachlässigte Raumakustik einerseits diesen Lärmeintrag nochmals kräftig verstärken kann. Andererseits verstärkt sie aber auch den Schall, der erst im Raum entsteht, wie durch die erwähnte technische Ausstattung und natürlich durch den Sprachschall der Nutzer. Auch die Raumakustik kann in Laborräumen zu spezifischem Lösungsbedarf führen. Zwar mögen hier die architektonischen und ergonomischen Gestaltungsvorgaben weni-

von Schallereignissen). Bleibt unter diesen Bedingungen eine gegenseitige Abschirmung der Arbeitsplätze aus, wirkt sich die hohe Raumbedämpfung fatal aus: Die Störpegel im Betrieb liegen dann zwar auf niedrigem Niveau, zugleich wird aber die Sprachverständlichkeit erhöht. Das Problem verlagert sich vom Lärm zu verständlichen Gesprächen, die zwangsläufig mitgehört werden müssen. Auch darunter leidet die kognitive Leistungsfähigkeit. Beschwerden von Mitarbeitern in hoch bedämpften Büros mit schlechter Abschirmung richten sich folglich gegen die mangelhaften Möglichkeiten sich zu konzentrieren! Raumbedämpfung muss deshalb mit einer wirkungsvollen Schallschirmung einhergehen.

Mit Blick auf die Gesamtbetrachtung lässt sich also feststellen, dass die Wechselwirkungen der akustischen Effekte untereinander und ihre Verknüpfungen mit den sonstigen baulichen, technischen, ökologischen und ökonomischen Anforderungen sehr komplex sind und daher integraler technischer Lösungen bedürfen [4]. Eine Investition, die sich lohnt!

→ Philip.Leistner@ibp.fraunhofer.de

Literatur

- [1] Richtlinie 2003/10/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm), Februar 2003.
- [2] Projektforum Schulakustik - Lärm in der schulischen Umwelt und kognitive Leistungen bei Grundschulkindern. Tagungs-CD, 2006, Stuttgart.
- [2] Schlittmeier, S., Hellbrück, J.: Impact of office noise, irrelevant speech and music on short-term memory performance. Fortschritte der Akustik - CFA/DAGA'04 (CD-ROM). Straßburg, Frankreich.
- [4] Leistner, P.: Akustik-Technologie für anspruchsvolle Räume. WKS (2006) 57.



Besuchen Sie uns auf der ACHEMA in Frankfurt Halle 6.2 Stand F28-G32

Bei aller Bescheidenheit: Wir sind groß geworden.

Die Laborbau Systeme Hemling GmbH + Co. KG in Ahaus

Wir sind in den letzten Jahren stark gewachsen: Mehr Fläche, mehr Mitarbeiter, mehr Aufträge, mehr Kapazitäten, mehr Großprojekte. Mit der Größe aber wachsen auch die Ansprüche, die wir an uns selber stellen. Das gibt uns und Ihnen Sicherheit – eine Sicherheit, der Sie vertrauen können.

Sie suchen einen Labormöbel-Spezialisten, der Professionalität und Individualität, internationale Erfahrung, ein überragendes Qualitätsniveau und einen perfekten Service auf höchstem Niveau vereint?

Voraussetzung für ein effizientes und wirtschaftliches Labor ist eine systematische Planung. Gerne übernehmen wir die Laborplanung für Ihre Einrichtung und bauen für Sie Ihr maßgeschneidertes Labor.

Sicherheitswerkbank



Abb 1 Arbeiten an einer Sicherheitswerkbank

Sicherheitswerkbank in Reinräumen

Eine elementare Schutzeinrichtung

Thomas Hinrichs, BERNER INTERNATIONAL GmbH

Sicherheitswerkbanken sind in vielen biotechnologischen und pharmazeutischen Laboratorien eine wichtige Schutzeinrichtung. Beim Umgang mit gefährlichen biologischen Arbeitsstoffen resp. Gefahrstoffen gilt es, den Menschen und die Umwelt mit Sicherheitswerkbanken zu schützen. Andererseits sind aseptische und partikelfreie Produktions- und Experimentierbedingungen ebenso von hoher Bedeutung [1–3]. Die nachfolgende Ausführung stellt den Stand der Technik, die Funktionsweise von Sicherheitswerkbanken sowie wichtige Varianten für den Einsatz in Reinräumen dar.

Einsatz in biotechnologischen und pharmazeutischen Laboratorien

Einschlägige Vorschriften auf europäischer und nationaler Ebene verpflichten zur Verwendung von Sicherheitswerkbanken (Abb 1) [4–19].

Der Arbeitgeber ist vor Aufnahme der Tätigkeiten dafür verantwortlich, eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und erforderliche Schutzmaßnahmen zu treffen [20–21]. Eine häufige Sicherheitsmaßnahme ist die Verwendung von Sicherheitswerkbanken (SWB). Für Hersteller und Betreiber von SWB ist im Moment des Inverkehrbringens der Stand der Technik entscheidend. Dieser wird u. a. durch Richtlinien, Gesetze und Normen definiert [22–25]. Bei der aseptischen Herstellung von toxischen Parenteralia, den sog. CMR¹-Arzneimitteln, müssen Sicherheitswerkbanken für Zytostatika (SFZ) zum Einsatz kommen [26–30]. Beim Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen infektiösen, toxischen oder allergenen Gefährdungspotentials sind mikrobiologische Sicherheitswerkbanken (MSW) der Klasse I, II oder III zu verwenden [31–33].

Schutzfunktionen

Die elementarsten Eigenschaften einer SWB sind die Schutzfunktionen in Form des Personen-, Produkt- und Verschleppungsschutzes. Der **Personenschutz** bzw. das Rückhaltevermögen an der Arbeitsöffnung ist die Eigenschaft einer SWB den Benutzer und die Umwelt vor biologischen Ar-

beitsstoffen und/oder Gefahrstoffen aus dem Arbeitsraum zu schützen. Der **Produktschutz** ist die Eigenschaft einer SWB, das im Arbeitsraum verwendete Produkt vor Kontaminationen aus der Umwelt bzw. Umgebung zu schützen. Der **Verschleppungsschutz** ist die Eigenschaft einer SWB, das im Arbeitsraum verwendete Produkt vor biologischen Arbeitsstoffen und/oder Gefahrstoffen aus dem Arbeitsraum zu schützen.

Strömungsmechanik

Die richtige Kombination von turbulenzarmer Verdrängungsströmung im Arbeitsraum und Lufteintrittsströmung in der Arbeitsöffnung (Abb. 2) gewährleistet in Verbindung mit der Filtrierung von Partikeln grundsätzlich die Schutzfunktionen. Strömungsmechanisch von hoher Bedeutung ist eine durchdachte Luftführung, d.h. rückströmungsfreie und optimale Abstimmung zwischen der Lufteintritts- und Verdrängungsströmung.

Ziel ist eine schnelle und sichere Beseitigung von Kontaminationen, ohne den Menschen, die Umwelt oder das Produkt zu gefährden. Der Hersteller einer SWB muss im Rahmen der Entwicklung die optimalen Strömungsverhältnisse ermitteln. Unter diesen Bedingungen sind die Schutzfunktionen mit der mikrobiologischen Methode (Abb. 3) bei der Typprüfung nachzuweisen.

Jede SWB hat bauartbedingt einen eigenen optimalen „Betriebspunkt“. Eine intensive Prüfung der Schutzfunktionen, insbesondere im Grenzbereich, ist äußerst bedeutsam. Die ermittelten Sollströmungsgeschwindigkeiten sind verbindlich in der Dokumentation festzuhalten [34–35]. Diese sind im Rahmen der Produktion durch den Hersteller sowie regelmäßig im Labor durch den Betreiber zu verifizieren. Ist die kinetische Energie der Verdrängungsströmung wesentlich größer als die der Lufteintrittsströmung, so kann der Personenschutz nicht mehr gewährleistet sein (Abb. 4, links). Ist dagegen die Lufteintrittsströmung beherrschender, muss der Produktschutz in Frage gestellt werden (Abb. 4, rechts).

Diese Wechselbeziehung ist eine bekannte Tatsache und sollte bei der Entwicklung angemessene Berücksichtigung finden [36]. In den USA ist seit vielen Jahren die Variation der Strömungsverhältnisse, das „Performance Envelope Testing“, normativ vorgeschrieben. [37]

Filtertechnik

Filter in SWB sind das sicherheitsrelevante Bauteil schlechthin. Die verbauten HEPA²-Filter müssen Kontaminationen sicher abscheiden und mindestens der Klasse H 14 entsprechen [38–39]. Die Filter sind so anzuordnen und zu dimensionieren, dass eine zuverlässige und beständige Funktion gewährleistet ist. Jedes Filterelement ist individuell auf evtl. Leckagen und Dichtsitze zu prüfen. [40–41] Mit einer durchdachten Anordnung der Filterelemente und Prüföffnungen muss eine rohluftseitige Aerosolbeaufschlagung und reinluftseitige Partikelmessung möglich sein. [42–43]

Alle HEPA-Filter, insbesondere die Hauptfilter unterhalb der Arbeitsfläche, sind gegen mechanische Beschädigungen und ungeeignete Belastungen zu sichern [44–45]. Bei der Verwendung von segmentierten oder perforierten Arbeitsplatten gilt es, verschüttete Flüssigkeiten so aufzufangen, dass diese nicht in den Hauptfilter tropfen können.

2- und 3-Filter-Systeme (Abb. 5) unterscheiden sich in der Anzahl der integrierten HEPA-Filter. Der grundsätzliche Aufbau und die Funktion sind sehr ähnlich. Der wesentliche Unterschied ist die zusätzliche HEPA-Filterstufe, das sog. Hauptfilter, welches sich i. d. R. direkt unterhalb der Arbeitsfläche befindet. Ein hohes Gefährdungspotential fordert nahezu immer den Einsatz von 3-Filter-Systemen [46]. Die Verwendung von 3-Filter-Systemen erhöht die Arbeitssicherheit in Laboratorien immens, insbesondere bei Tätigkeiten mit hohem oder sehr hohem Gefährdungspotential. [47]

Unmittelbare Filtrierung von Kontaminationen

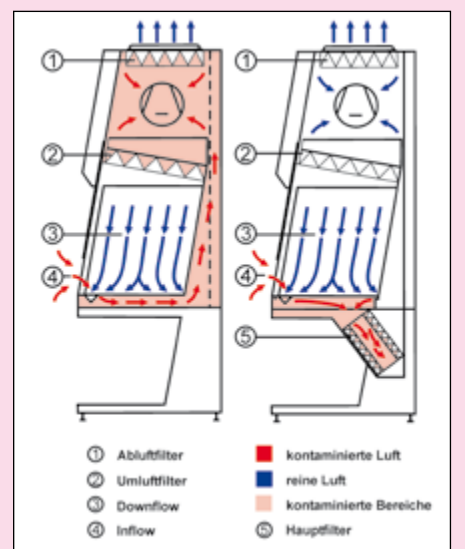
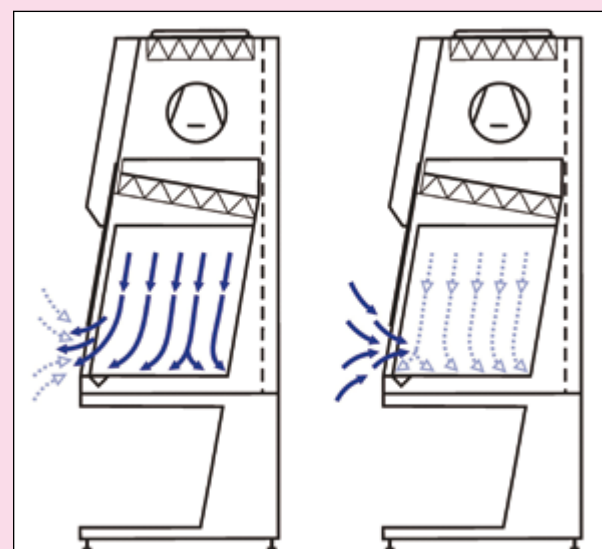
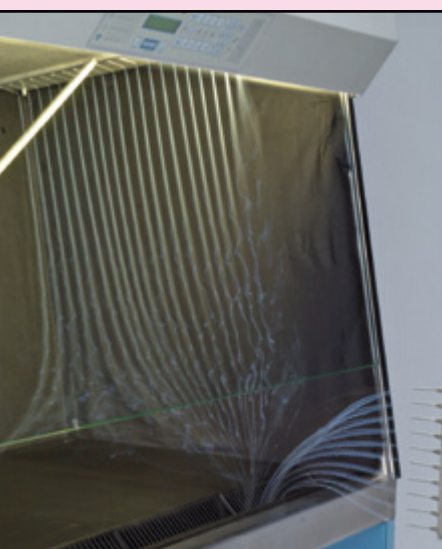
Ein wesentliches Argument für die Verwendung eines 3-Filter-Systems ist das Abscheiden partikelförmiger Kontaminationen direkt unterhalb der Arbeitsfläche. Das wichtig-

Abb. 2 Verdrängungs- und Lufteintrittsströmung im Rauchversuch.

Abb. 3 Teststand, mikrobiologische Prüfung des Personenschutzes.

Abb. 4 Wechselbeziehung Verdrängungs- und Lufteintrittsströmung.

Abb. 5 Aufbau, Funktionsprinzip und kontaminierte Bereiche einer SWB bei 2- und 3-Filter-Systemen.



te sicherheitsrelevante Bauteil in Form des HEPA-Hauptfilters ist so nah wie irgend möglich an der potentiellen „Kontaminationsquelle“ – dem Arbeitsraum – angeordnet. D.h. das Ausmaß der kontaminierten Bereiche ist wesentlich geringer, als bei einem 2-Filter-System (Abb. 5). Alle potentiell kontaminierten Bereiche sind für eine Reinigung und Desinfektion zugänglich. Aufwendige und kostenintensive Wechsel der Um- und Abluftfilter können i. d. R. entfallen. In vielen Fällen kann auf die gefährliche Begasungen mit Formaldehyd zur Inaktivierung von biologischen Arbeitsstoffen verzichtet werden. Das HEPA-Hauptfilter scheidet mindestens 99,995% aller Partikel ab und somit werden die nachfolgenden Filter regelrecht unter partikelfreien Bedingungen betrieben [48].

DIN EN 12469 weist darauf hin, dass Luftkanäle, die kontaminierte Luft führen, so kurz wie möglich sein müssen [49]. Eine Anforderung, die nur beim Einsatz eines 3-Filter-Systems mit einer HEPA-Filterstufe direkt unterhalb der Arbeitsfläche konsequent umgesetzt werden kann [50].

Kontaminationsarmer Filterwechsel

Die Hauptfilterstufe ist Idealerweise kontaminationsarm zu wechseln. Ein kontaminationsarmer Filterwechsel ist definiert als eine segmentierte HEPA-Filterstufe, welche im laufenden Betrieb und somit beim Bestand des Personenschutzes gewechselt werden kann. Eine Alternative ist das in der Kerntechnik etablierte Oelmeyer-Verfahren [51], besser bekannt als „Sack-Wechsel-Technik“. Entscheidend ist, neben einem sicheren Wechsel, am Ende die Baugröße der einzelnen Filterelemente. [52–55]

In SWB kontaminierte Um- und Abluftfilter (Abb. 5, links) sind i. d. R. für einen sicheren Wechsel, Transport und anschließende Dekontamination völlig ungeeignet. Erfahrungsgemäß sind solche Filter bis zu 1,8 x 0,6 Meter groß. Neu entwickelte segmentierte Umluftfilter stellen hier eine echte Alternative dar. Die zu inaktivierenden Filterelemente aus einer HEPA-Hauptfilterstufe dürfen eine bestimmte Größe, gem. der Definition des kontaminationsarmen Filterwechsels, nicht überschreiten. Explizit ist aber keine maximale Größe festgelegt. Die Bestimmung, dass die Filterelemente in übliche Abfallentsorgungsbehälter (i. d. R. 60 bzw. 90 Liter Volumen) passen müssen, hilft hier.

Ein segmentiertes Hauptfilter besteht bei herkömmlichen Systemen aus bis zu 18 Keilfiltern oder bei innovativeren aus bis zu 9 kompakten Patronenfiltern (Abb. 6). Prinzipiell gilt: je kleiner das Filterelement, desto besser. Die beschriebenen HEPA-Patronenfilter passen für eine thermische und/oder chemische Dekontamination in viele kleine Laborautoklaven, Desinfektions- und Abfallentsorgungsbehälter. [56]

Ergonomie

Die ergonomische Gestaltung vom „Mensch-Maschine-System“ ist präventiver Arbeitsschutz. Oberstes Ziel ist es, das Wohlbefinden des Menschen und die Leistung des Gesamtsystems zu optimieren. Für Maschinenarbeitsplätze sind bereits umfangreiche anthropometrische Anforderungen vorhanden, welche im Rahmen der Konstruktion einer SWB zu berücksichtigen sind [57]. Elementar ist die Anpassung der SWB an verschiedene Körpergrößen und -haltungen. Speziell SWB mit 3-Filter-System müssen ausreichend Beinfreiheit bieten um verschiedene Sitzpositionen einnehmen zu können. (Abb. 7) Ein höhenverstellbares Untergestell der SWB er-

möglicht nicht nur den Wechsel zwischen sitzender und stehender Arbeitsposition, sondern auch die Anpassung an verschiedene Körpergrößen (Abb. 8) [58].

EDV-gestütztes Arbeiten

Viele Anwender von SFZ arbeiten heute mit EDV gestützten Systemen (z.B. Cypro, cato[®]), um den Arzneimittelherstellungsprozess sicher zu gestalten. Alle notwendigen Komponenten, wie etwa Bildschirm, Schnittstelle(n), Kabel, PC, ggf. Waage und Tastatur sind so zu integrieren, dass die sichere Funktion der SWB gewährleistet ist. Wichtige Informationen sollten im Bereich des Blickfeldes vorhanden, Tastaturen, Waage und Schnittstellen leicht erreichbar sein (s. Abb. 9).

Prüfung

Nur eine regelmäßig geprüfte SWB bietet optimale Funktion und Schutz [59]. Die durchzuführenden Prüfungen liegen je nach Prüfungsart in der Verantwortung des Herstellers oder Betreibers. Grundlage der Leistungsprüfungen ist der Stand der Technik, d. h. DIN 12980, DIN EN 12469 und detaillierte Herstellerangaben (technische Dokumentation etc.).

Arbeitsschutzgeräte sind regelmäßig einer Leistungsprüfung zu unterziehen, d. h. mindestens jährlich. Bei einem erhöhten Gefährdungspotential, gem. Gefährdungsbeurteilung bzw. spezifischen Herstellerempfehlungen, in entsprechender kürzeren Intervallen.

Die Prüfungen sind unter Sollwertbedingungen bzgl. der einzuhaltenen Strömungsgeschwindigkeiten mit kalibrierten Messmitteln durchzuführen. Alle verwendeten Messmittel sind eindeutig im Prüfprotokoll zu dokumentieren. Es ist sicherzustellen, dass die Prüfung durch Personen mit der notwendigen Fachkunde, d. h. autorisierte Servicetechniker, erfolgt. Alle durchgeführten Prüfungen sind reproduzierbar in einem Prüfprotokoll und im Gerätebuch zu dokumentieren [60].

Reinraum

Im Arbeitsraum einer SWB ist i. d. R. die Reinheitsklasse A resp. ISO 5 vorhanden. [61–62] Dies ist insbesondere für die aseptische Arzneimittelherstellung elementar. Inhaber einer Herstellungserlaubnis nach §13 AMG müssen über geeignete Räume und Einrichtungen für die beabsichtigte Herstellung verfügen [63]. SWB, die zur Herstellung von Arzneimitteln verwendet werden und für die Arzneimittelqualität von entscheidender Bedeutung sind, müssen auf ihre Eignung geprüft werden [64]. Dies geschieht durch Qualifizierung und Validierung [65]. Mit einer Risikoanalyse und anschließender Bewertung gilt es den Validierungsumfang festzulegen.

Die Dokumentation hat im Rahmen der GMP³-gerechten Herstellung von Arzneimitteln einen sehr hohen Stellenwert. Alle relevanten Daten und Informationen sind gem. EG-GMP-Leitfaden Anhang 15 umfassend und reproduzierbar zu dokumentieren:

- ▶ Validierungsmasterplan (VMP)
- ▶ Design Qualification (DQ)
- ▶ Installation Qualification (IQ)
- ▶ Operational Qualification (OQ)
- ▶ Performance Qualification (PQ)

Hierzu zählen z.B. die Bestimmung der Partikelreinheitsklasse im Arbeitsraum und die mikrobiologische Untersuchungen von Oberflächen und Zonen bis zum kontinuier-



Dipl.-Ing. Thomas Hinrichs

- Studium Bioingenieurwesen, Fachrichtung Medizintechnik, FH-Hamburg
 - 1995-2000 Sachverständiger beim TÜV Nord e.V. und TÜV Süddeutschland, Abt. Biotechnologische Sicherheit
 - Seit 2000 Leiter Marketing BERNER INTERNATIONAL GMBH
- Mitglied in folgenden Gremien resp. Organisationen:**
- DIN 12980: Sicherheitswerkbänke für Zytostatika
 - DIN EN 12469: Mikrobiologische Sicherheitswerkbänke
 - BG-Chemie Arbeitskreis „Sichere Biotechnologie, Merkblatt B 011: Sicheres Arbeiten an MSW“
 - Expertenkreis Labortechnik (ELATEC) für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales
 - VDI 2083 Blatt 16: „Reinraumtechnik – Abgetrennte reine Umgebungen (Isolatoren, Mini-Environments, Reinraummodule) – Wirksamkeit und Zertifizierung“
 - DGOP – Deutsche Gesellschaft für Onkologische Pharmazie e.V.
 - ESOP – European Society of Oncology Pharmacy
 - EBSA – European BioSafety Association

lichem Partikelmonitoring im Arbeitsraum. Moderne SWB bieten hierfür die Möglichkeit zum Anschluss einer mobilen bzw. festen isokinetischen Probenahmesonde im Arbeitsraum (Abb. 9). Die Laminarität der Verdrängungsströmung in Reinraum der Klasse „A“ ist durch validierte Methoden nachzuweisen (Abb. 2).

Alle technischen Parameter und Bedingungen der Arzneimittelherstellung sollten kontinuierlich dokumentiert werden. Moderne Software Systeme, wie die **BFM – BERNER FlowSafe[®] Monitoring** Software, gewährleisten die vollständige Überwachung, Visualisierung und Archivierung aller relevanten Daten von SWB. Hierzu gehören z.B. Strömungsgeschwindigkeiten, Temperatur und Feuchte, Filterstatus, durchgeführte Servicearbeiten, detaillierte Fehlerprotokolle sowie das Überschreiten individuell gesetzter Warn- und Grenzwerte. Für eine lückenlose Dokumentation des gesamten Herstellungsprozesses in SWB.

Literaturverzeichnis und weitere Informationen unter www.berner-international.de

→ t.hinrichs@berner-international.de

Erleben Sie innovative Sicherheitswerkbänke, Live!

REINRAUM-LOUNGE • 17.-19.03.2009 in D-Karlsruhe
Messe Karlsruhe, Stand F6.3 • www.reinraum-lounge.com

14. Kongress der European Association of Hospital Pharmacists
Palacio de Congressos de Catalunya, Stand B4
25.-27.03.2009 in E-Barcelona – www.eahp.eu

¹ Cancerogen, Mutagen, Reproduktionstoxisch: U. a. Zytostatika, Virusstatika

² High Efficiency Particulate Air

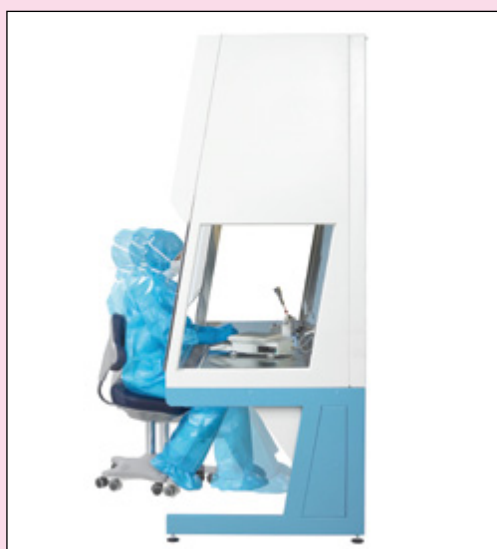
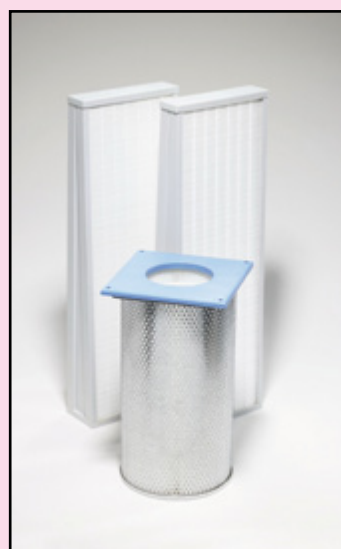
³ Good Manufacturing Practice

Abb. 6 Herkömmliche Keilfilter im Vergleich zu Patronenfilter aus HEPA-Hauptfilterstufen.

Abb. 7 Abwechslungsreiche Sitzhaltung durch vorgebeugte, senkrechte oder zurückgelehnte Sitzposition und maximale Beinfreiheit.

Abb. 8 Höhenverstellbares Untergestell: von einer niedrigen Sitzposition bis zur höchsten Stehposition ist alles möglich.

Abb. 9 EDV-gestützte Herstellung von Arzneimitteln.



ChromChat



Diskutieren Sie mit! In unserem Forum ChromChat ist unsere Chromatographie-Expertin Dr. Andrea Junker-Buchheit Trends und Neuerungen auf der Spur.

→ jubu@succidia.de

Neue Entwicklungen: Flash Chromatographie-Systeme

Stark erweiterte Einsatzbereiche und Nachweis von nicht chromophoren Verbindungen durch integrierte ELSD Detektion jetzt möglich

Dr. Andrea Junker-Buchheit

Die Flash-Chromatographie dient unter anderem in den Bereichen der chemischen Synthese, kombinatorischen Chemie und Pharmakinetik dazu, relativ schnell und einfach einen Rohextrakt zur Weiterverarbeitung zu gewinnen. Die bis jetzt auf dem Markt befindlichen Flash-Chromatographie-Systeme besitzen allerdings ausschließlich UV-Detektoren, was den Nachweis von vielen UV-inaktiven Substanzen unmöglich macht. Nach langer Stagnation in der Weiterentwicklung von Flash-Systemen kommt jetzt ein Gerät mit deutlich erweitertem Einsatzspektrum auf den Markt. Dies betrifft vor allem die Detektionsseite. Das neue System verfügt über einen integrierten Lichtstredetektor. Dadurch wird der Einsatzbereich enorm erweitert (Reveleris™-Flash-System, GRACE).

In der Flash-Chromatographie werden im Wesentlichen Substanzgemische auf Normalphasen wie Kieselgel oder mittelpolar modifizierten Phasen bei relativ geringen Drücken getrennt. Die Trennung erfolgt in Kunststoffkartuschen, die mit unterschiedlichen, meist Kieselgel-basierenden, Trennmateriale gefüllt sind. Auf die Wichtigkeit der Auswahl der Trennmateriale wurde im Zuge dieses ChromChats bereits in der Ausgabe 03/2008 hingewiesen.

Die dazu benötigten Flash-Systeme bestehen meistens aus einer Kolbenpumpe, einem integrierten Filterphotometer, UV-oder DAD-Detektor (teilweise auch RI) und einem Fraktionsammler.

Auch wenn sich die Bedienbarkeit der auf dem Markt befindlichen Geräte im Laufe der Zeit verbessert hat, so ist doch der grundsätzliche Aufbau dieser Flash-

Systeme in all den Jahren gleich geblieben. Eine tiefergehende Weiterentwicklung hat nicht stattgefunden – gegenwärtig konzentrieren sich einige Anwendungen auf die Verwendung kleinerer Partikel, um die Trennleistung zu steigern. Allerdings wird hierbei ein hoher Rückdruck einkalkuliert, was wiederum besondere Anforderungen an das Trennsäulensystem stellt (MPLC, medium pressure liquid chromatography).

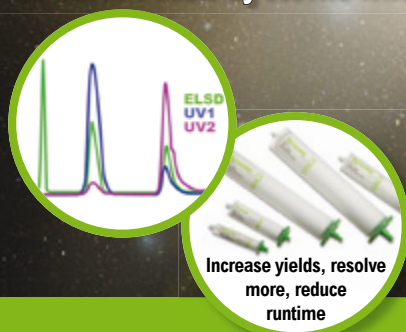
Daher sind die heutigen Systeme insbesondere bei der Detektion darauf beschränkt, Substanzen nachzuweisen, die einen Chromophor enthalten und somit im UV-Licht detektierbar sind. Eine ganze Reihe von Synthese-Nebenprodukten oder sogar Zielsubstanzen weisen hingegen keine chromophore Gruppe(n) auf. Beispielsweise können pharmakologische Wirkstoffe wie Erythromycin, Metformin und Chlorpromazin oder be-



Das kompakte Reveleris™ Flash Chromatographie System paßt mit seinen Abmessungen von 55 x 46 cm in die meisten Abzüge und ermöglicht durch die patentierte ELSD Detektion den Nachweis von „UV-unsichtbarer“ Substanzen.

REVELERIS™
Flash Chromatography System

Reveal what other Flash Systems miss



GRACE

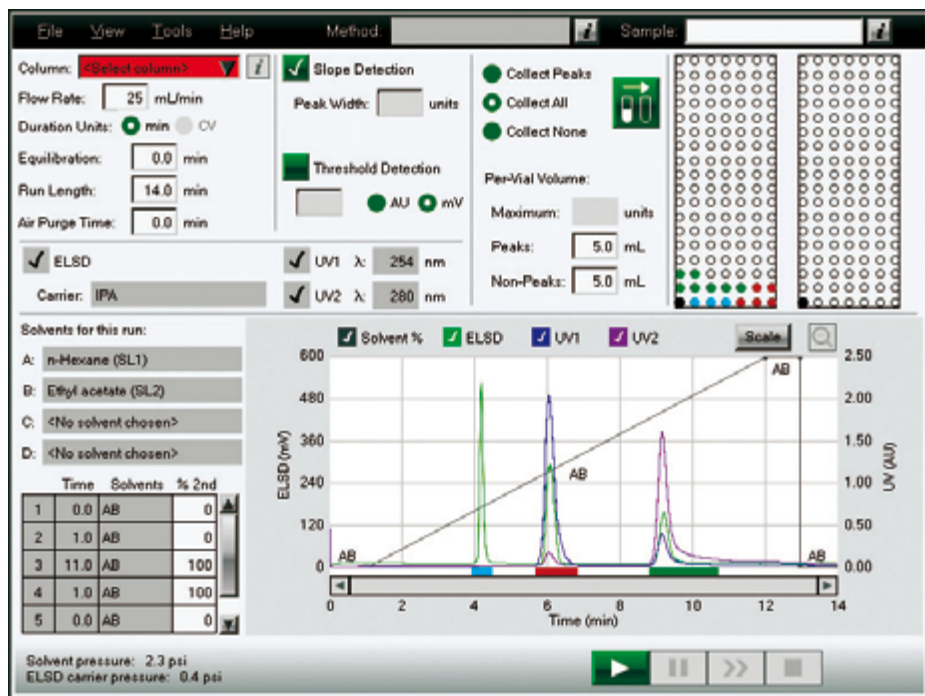
Grace Davison Discovery Sciences

Our revolutionary Reveleris™ Flash chromatography system combines decades of experience in silica gel and light scattering technology

- RevealX™ detection technology uses dual UV and ELSD signals to reveal both chromophoric and non-chromophoric analytes, and other previously undetected compounds.
- Save time and guesswork with purifications, eliminate unnecessary post-purification workup
- Maximize speed, resolution, and sample capacity with Reveleris™ SRC cartridges

www.discoverysciences.com/reveleris • DiscoverySciences.EU@grace.com

ALLTECH™ is a trademark, registered in the United States and/or other countries, of Alltech Associates, Inc. REVELERIS™, and REVEALX™, are trademarks of Alltech Associates, Inc. GRACE™, and GRACE DAVISON® are trademarks, registered in the United States and/or other countries, of W. R. Grace & Co.-Conn. GRACE DAVISON DISCOVERY SCIENCES™ is a trademark of W. R. Grace & Co.-Conn. This trademark list has been compiled using available published information as of the publication date of this brochure and may not accurately reflect current trademark ownership. Alltech Associates, Inc. is a wholly owned subsidiary of W. R. Grace & Co.-Conn. Grace Davison Discovery Sciences is a product group of W. R. Grace & Co.-Conn., which now includes all product lines formerly sold under the Alltech brand. © Copyright 2009 Alltech Associates, Inc. All rights reserved. The information presented herein is derived from our testing and experience. It is offered for your consideration and verification. Since operating conditions vary significantly, and are not under our control, we disclaim all warranties on the results that may be obtained from the use of our products. W. R. Grace & Co.-Conn. and its subsidiaries can not be held responsible for any damage or injury occurring as a result of improper installation or use of its products. Grace reserves the right to change prices and/or specifications without prior notification.



Alle Parameter sind auf einem Bildschirm zusammengefaßt und sind über Touchscreen einstellbar. Unübersichtliche Menüstrukturen entfallen vollständig.

stimmte Herbizide, wie Glyphosat, Glufosinat sowie Fungizide z.B. Tridemorph und Oxazolodin mit den zurzeit auf dem Markt befindlichen Gerätesystemen überhaupt nicht nachgewiesen werden.

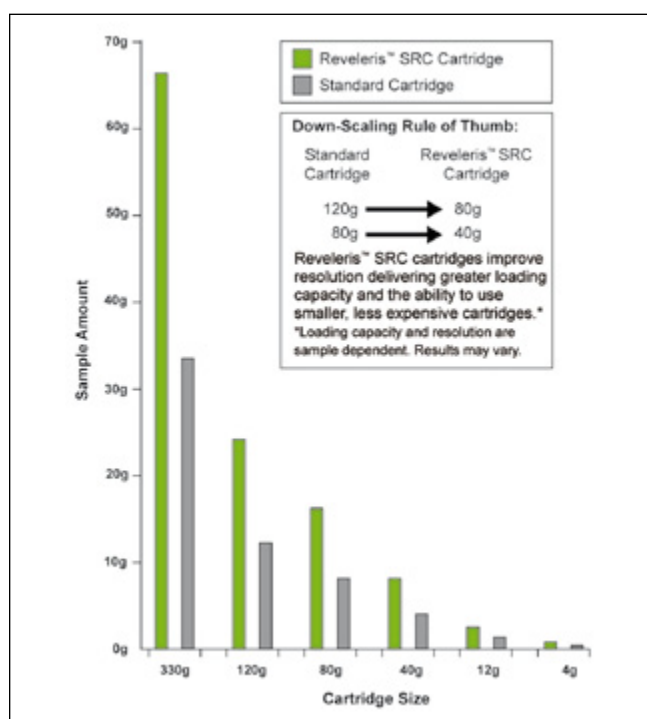
Daher ist es lohnend, sich ein neues Flash-Chromatographie-System anzuschauen, welches seit Jahren die erste wirklich bahnbrechende Weiterentwicklung in diesem Bereich darstellt. Das Gerät enthält -neben einem binären Pumpensystem mit 4 Einlasskanälen zum Gradientenbetrieb – einen integrierten ELSD-Detektor (Evaporative Light Scattering Detector = Lichtstreuverdampfungsdetektor) und ist damit in der Lage – in Kombination mit 2 unabhängig voneinander einstellbaren UV-Detektoren – fast alle in der Chromatographie relevanten Substanzen nachzuweisen und zu fraktionieren. Das patentierte REVEALx™ genannte Detektionsprinzip verarbeitet alle drei Signale gleichzeitig, um eine flexible, automatische und präzise Fraktionssammlung in Abhängigkeit der Monitor-signale zu steuern. Das führt zu einer schnellen und sicheren Fraktionierung von u.a. bisher nicht sichtbaren Substanzen in höherer Reinheit und kürzerer Zeit.

Das komplette System verfügt neben einer integrierten Gasversorgung für den ELSD über moderne RFID (Radio Frequency Identification) markierte Flash-Kartuschen, die dafür sorgen, dass bei Verwendung unterschiedlicher Kartuschengrößen, alle wichtigen Parameter wie Flussrate, Druckbegrenzung, Füllmenge etc. der Kartusche bereits beim Einbau in das Gerät eingelesen und eingestellt werden. Das spart Zeit, erhöht die Sicherheit und verringert Verluste durch manuelle Fehler. Auch der Druckbereich ist mit 14 bar (200 psi) auf dem heutigen Stand und ermöglicht die Verwendung von Flash-Kartuschen, die mit Partikeln < 40–60 µm gepackt sind.

Weitere Besonderheiten des Reveleris™-Systems sind Levelsensoren für die Lösungsmittelflaschen und die Abfallgefäße, das Leck-Detektionssystem und ein sich selbst reinigendes Injektionsventil. Die automatische Purgefunktion für die Kartuschen sorgt dafür, dass nach dem Gebrauch restliches Lösungsmittel aus der verbrauchten Kartusche entfernt und unnötiges Vertropfen vermieden wird.

Die Programmierung erfolgt über eine intuitive Software an einem Touchscreen, auf dem alle relevanten Parameter auf einem Bildschirm dargestellt sind. Kompliziertes Hin- und Herwechseln zwischen unterschiedlichen Menüs entfällt somit. Vorteilhaft ist, dass fast alle auf dem Markt erhältlichen Flash-Kartuschen verwendet werden können.

Seine ganze Stärke spielt das Reveleris™-System allerdings erst aus, wenn es in Verbindung mit den RFID-Systemkartuschen des gleichen Herstellers betrieben wird, der als einer der größten Silikahersteller über viele Jahre Erfahrung mit diesen Produkten verfügt. Diese Reveleris™ SRC Flash Kartuschen (SRC= Speed Resolution Capacity) werden unter erhöhtem Druck mit kleineren Partikeln



Die Reveleris™ SRC Kartuschen haben eine höhere Kapazität. Das spart Zeit und Kosten.

und besserer Partikelgrößenverteilung anstelle der üblicherweise verwendeten 40–60 µm Partikel gepackt. Eine verbesserte Auflösung und schnellere Analysenzeiten werden damit erzielt. Selbst Dünnschichtplatten, beschichtet mit dem gleichen Kieselgel der Reveleris™ SRC Flash Kartuschen, sind für eine optimale Methodenentwicklung erhältlich und runden das Komplettsystem ab.

Alles in Allem bietet dieses neue Flash Chromatographiesystem eine kompakte, stark erweiterte und vollständige Lösung für die täglichen Aufgaben im Bereich der chemischen Synthese, Pharmakokinetik, kombinatorischen Chemie etc. an.

Desweiteren eröffnet dieses System völlig neue Perspektiven bei der Wirkstoffisolierung in anderen Bereichen, wie z.B. Pflanzenschutz, Kosmetikindustrie etc.

Auch der eher konservative Flash-Markt wird also von Neuerungen nicht verschont. Die Zukunft wird zeigen, ob und in welchem Ausmaß diese neue Technik Impulse bei der Wirkstoffisolierung und in der Forschung setzen kann.

Nähere Informationen zum Reveleris™-System finden Sie auf der Homepage des Herstellers: www.discoverysciences.com

→ jubu@succidia.de

REVELERIS™, and REVEALx™, are trademarks of Alltech Associates, Inc. Alltech Associates, Inc. is a wholly owned subsidiary of W. R. Grace & Co.-Conn. Grace Davison Discovery Sciences is a product group of W. R. Grace & Co.-Conn., which now includes all product lines formerly sold under the Alltech brand. © Copyright 2009 Alltech Associates, Inc. All rights reserved.

Recovering Proteins from Gels?



8 proteins
20 minutes
1 instrument

GPR-800

Protea's GPR-800-System ist ein auf Mikrofluidik basierendes Gel-Protein-Recovery (GPR)-System für die schnelle und effiziente Extraktion von Proteinen aus Polyacrylamidgelen (PAGE).

SeQuant
Chromatographie durch Innovation™



SeQuant GmbH
Info@sequant.de, www.sequant.de

Tel. 02365-69926-0 Fax: 02365-69926-11

Anforderungen an präparative HPLC-Systeme

Je größer der Maßstab eines Chromatographie-Prozesses wird, umso entscheidender werden die Faktoren Durchsatz und ökonomische Effizienz für den Betrieb der Anlage. Der Betreiber hat im Produktionsumfeld ganz unterschiedliche Anforderungen zu erfüllen.



Häufig gibt es den Wunsch, Fraktionen gewünschter Reinheit liefern zu können, die genau den Vorgaben des Abnehmers entsprechen. In anderen eher im Forschungsumfeld anzutreffenden Fällen soll in möglichst kurzer Zeit eine bestimmte Menge einer Substanz in hoher Reinheit erhalten werden. Hierzu ist es vorteilhaft, wenn per direktem Upscaling auch die chromatographische Methode von der analytischen Trennung übernommen werden kann. Dies sogar dann, wenn es sich um Gradientenmethoden handelt, die in der präparativen Chromatographie sonst eher unüblich sind.

Weshalb wird im präparativen Bereich gern isokratisch gearbeitet? In erster Linie wegen der Möglichkeit des Lösungsmittelrecyclings, das die Kosten für den Betrieb der Anlage drastisch reduzieren kann und Einsparungen bei der Beschaffung und Entsorgung der mobilen Phase von teilweise bis zu 80% ermöglicht.

Besondere Anforderungen stellen wässrige Separationen mit Puffern oder Salzgradienten. Teilweise erfordern sie nicht nur biokompatible Fließwege im System, sondern auch eine gute Wartung, um kleinste Salzablagerungen an bewegten Teilen wie Kolben und Dichtungen zu vermeiden, die deren Lebensdauer verkürzen würden. Ein nützliches Feature ist in diesem Zusammenhang eine automatische Spülvorrichtung für die Kolbendichtungen der Pumpe.

Entscheidend für praktisch alle präparativen Chromatographieanwendungen ist eine hohe Reproduzierbarkeit der Anlage, weil sie sich direkt auf die Qualität

des Endprodukts auswirkt. Bei den notwendigen und üblichen Wiederholungsläufen der HPLC-Trennung – teilweise mit verschachtelter Injektion – müssen immer genau die gleichen Fraktionen gesammelt werden. In der Prozesschromatographie sind beim Sammeln der Fraktionen eher größere Volumina je Fraktion als eine große Anzahl von Fraktionen gefordert. Zu beachten sind auch Servicefreundlichkeit und der Platzbedarf der Anlagen, denn nicht selten sollen mehrere Systeme parallel arbeiten.

Ein nicht zu unterschätzender Faktor für den effizienten Betrieb eines chromatographischen Systems ist neben dessen Leistungsfähigkeit, den reinen Betriebsaufwendungen und dem notwendigen Stoffeinsatz auch ein möglichst geringer Aufwand für die Bedienung der Anlage. Hierbei sind softwarekontrollierte Systeme meist flexibler und bieten mehr Möglichkeiten, den Prozess zu automatisieren und die Methodenentwicklung mit minimalem Substanzeinsatz zu ermöglichen.

Aus den vorgenannten Beispielen und Bedingungen wird deutlich, dass ein adaptierbares System in der Prozesschromatographie deutliche Vorteile bringt, weil es ermöglicht, wechselnden Anforderungen gerecht zu werden. Systeme, bei denen Pumpenköpfe, Detektorzellen und Leitungssystem leicht umgerüstet werden können, erlauben den automatisierten Betrieb mit unterschiedlichen Eluenten und Flüssen bis in den Literbereich und bei Drücken von bis zu mehreren Hundert bar.

→ www.knauer.net/prep

einladung

„4. Internationaler HILIC-Day“ & „Advanced HILIC User Meeting“

Zum „4. Internationalen HILIC-Day“ und „Advanced HILIC User Meeting“ in Haltern am See am 21.+22.04.2009 lädt die SeQuant GmbH Anwender und potenzielle Interessenten dieser innovativen Technik ein. Die Veranstaltungen finden erstmalig zweitägig statt.

Im Rahmen von Vorträgen und praktisch orientierten Workshops am 21.04.2009 werden Grundlagen und anwendungsorientierte Lösungsansätze zur Hydrophilen Interaktionschromatographie (HILIC) vorgestellt und näher gebracht.

Das am 22.04.2009 anschließende „Advanced HILIC User Meeting“ soll den interaktiven Austausch von Erfahrungen anhand von Anwenderpräsentationen mit unterschiedlichen Schwerpunkten aus unterschiedlichen Bereichen dienen.

Nach dem großen Erfolg der ersten drei Veranstaltungen sollen in diesem Jahr neben Grundlagen zur Trennung polarer Analyten weiterführende Tipps zur Methodenentwicklung sowie aktuelle Anwendungsbeispiele mit Kundenvorträgen zu den Themen Proteomics, Genomics, Analytik „Small Molecules“, präparative LC „Upscaling HILIC und LC-MS Analytik“ vorgestellt und in Workshops behandelt werden.

Das „Advanced HILIC User Meeting“ bietet die Möglichkeit zur Diskussion und Erfahrungsaustausch zwischen den Nutzern und Interessenten.

Diese chromatografische Technik eröffnet dem Anwender eine einzigartige Möglichkeit zur Trennung von polaren oder hydrophilen Substanzen (z.B. Nucleotide, Aminosäuren, Amine, Phenole, Säuren, Peptide, Kohlenhydrate, glukoronierte und glykosilierte Verbindungen, phosphorylierte Analyte, Flavonoide,...) unter Verwendung einfachster, meist LC/MS-kompatibler Puffersysteme.

→ Weitere Informationen sowie ein Anmeldeformular sind unter www.sequant.de oder per Fax unter +49-2365-69926-11 erhältlich.



Flexible SPE-Mikroplatte ermöglicht die Entwicklung neuer Verfahren

Development Microlute™ von Porvair Sciences bietet F&E-Laboratorien ein einmalig flexibles Hilfsmittel zur Entwicklung von Festphasenextraktionsverfahren (SPE), die optimal auf den jeweiligen Analyseprozess zugeschnitten sind.

Development Microlute bietet eine Auswahl von 8 oder 12 verschiedenen Phasen und Sorbens-Mengen (10–100mg) auf einer Platte. So kann der Nutzer schnell und einfach die optimalen Sorbens- und Beschickungsparameter für seine spezifische Anwendung identifizieren. Durch die Bereitstellung eines kompletten Produkts zur Verfahrensentwicklung, das nicht erst eingerichtet werden muss, gewährleistet Porvair beträchtliche Einsparungen kostbarer Laborzeit.

Dank des neuartigen Designs bietet Development Microlute alle Vorteile der automatisierten SPE-Probenaufarbeitung im bequemen Mikroplatten-Format, mit dem 96 Proben innerhalb kürzester Zeit in einem Durchgang verarbeitet werden – wiederholt und präzise. Die aus einem einzigen Formteil aus hochwertigem Polypropylen konstruierte Platte wird sich weder verbiegen noch verziehen, weil einzelne SPE-Kartuschen nicht wiederholt eingesteckt und entfernt werden müssen. Jede einzelne Vertiefung der Microlute Development-Platte wurde mit einer eigenen Abflussrinne versehen – die Gewähr für 100%igen Probentransfer und keinerlei Kreuzkontamination.

→ www.porvair-sciences.com

wagner & munz

Die Wagner & Munz GmbH gehört zu den führenden Laborfachhändlern in Deutschland, Österreich und ist europaweit einer der erfolgreichsten Vertriebspartner von Agilent Technologies und anderen namhaften Herstellern im Bereich Chromatographie-Zubehör.



Zum Ausbau und zur Betreuung des bestehenden Kundenstammes suchen wir für Süddeutschland und Österreich

Verkaufsberater im Außendienst (m/w)

Ihre Aufgaben:

- Beratung und aktiver Verkauf unseres Produktspektrums
- Akquisition von Neukunden sowie die intensive und systematische Betreuung von Bestandskunden
- Erkennen von Bedarfssituationen und Erschließung neuer Potentiale

Ihr Profil:

- Abgeschl. Ausbildung als CTA, Chemielaborant oder ein erfolgreich absolviertes Studium im chemischen Bereich, idealerweise Grundkenntnisse in der Chromatographie
- Kontaktfreudigkeit und ein sicheres Auftreten
- Gute Englischkenntnisse

Wir bieten:

- Interessante, abwechslungsreiche und verantwortungsvolle Aufgaben
- Leistungsgerechte Honorierung und ein Firmenfahrzeug auch zur privaten Nutzung

Wenn Sie sich angesprochen fühlen und Ihre Zielsetzung ein langfristiges Engagement in unserem Unternehmen ist, freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.

Wagner & Munz GmbH · Personalabteilung
In der Rosenau 4 · D-81829 München
personalabteilung@wagnermunz.com · www.wagnermunz.com

Matrix Probleme?

Erweitern Sie Ihr Leistungsspektrum. Rüsten Sie Ihr MS für die Zukunft!



Evolution GC-MS/MS



TRIPLE QUADRUPOLE
TECHNOLOGIE
SÄMTLICHE
MS/MS VORTEILE
BASIERT AUF
5975 MSD
UPGRADE
FÜR IHR 5973 MSD

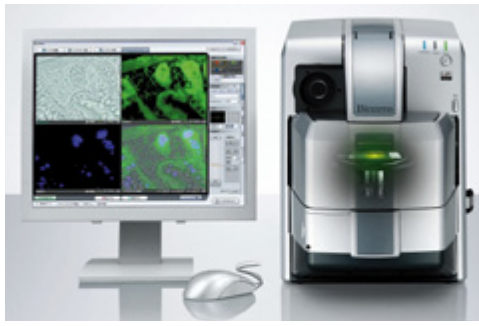
PITTCON 2009, 8-13 März
CHROMSYS Stand 4145
Chicago, Illinois, USA

CHROMTECH
Analytische Messtechnik

Chromtech GmbH
Buchwiese 3 · D-65510 Idstein
Telefon +49(0)6126-1686 · Telefax +49(0)6126-1651
info@chromtech.de · www.chromtech.de

was es alles gibt.

Fluoreszenzmikroskope mit integriertem Dunkelraum



Die kompakten Fluoreszenz-Phasenkontrast-Mikroskope aus der Modellreihe BZ-8000 der Firma Keyence, Neu-Isenburg, verfügen über einen eingebauten Dunkelraum, sodass erstmals Fluoreszenzmikroskopie in jedem hell erleuchteten Raum möglich ist. Darüber hinaus erhält man schnell scharfe Bilder, ohne die Betrachtungsobjekte dabei zu beschädigen.

Ob Darmgewebe einer Maus, Dickdarm-Krebszelle (HT29) oder die erwähnte intrazelluläre Lokalisierung des GFP-markierten prä-T-Zellrezeptors (von oben nach unten), die in allen BZ-Fluoreszenzmikroskopen integrierte Unschärfereduktion sorgt für klarere, eindeutige Bilder.

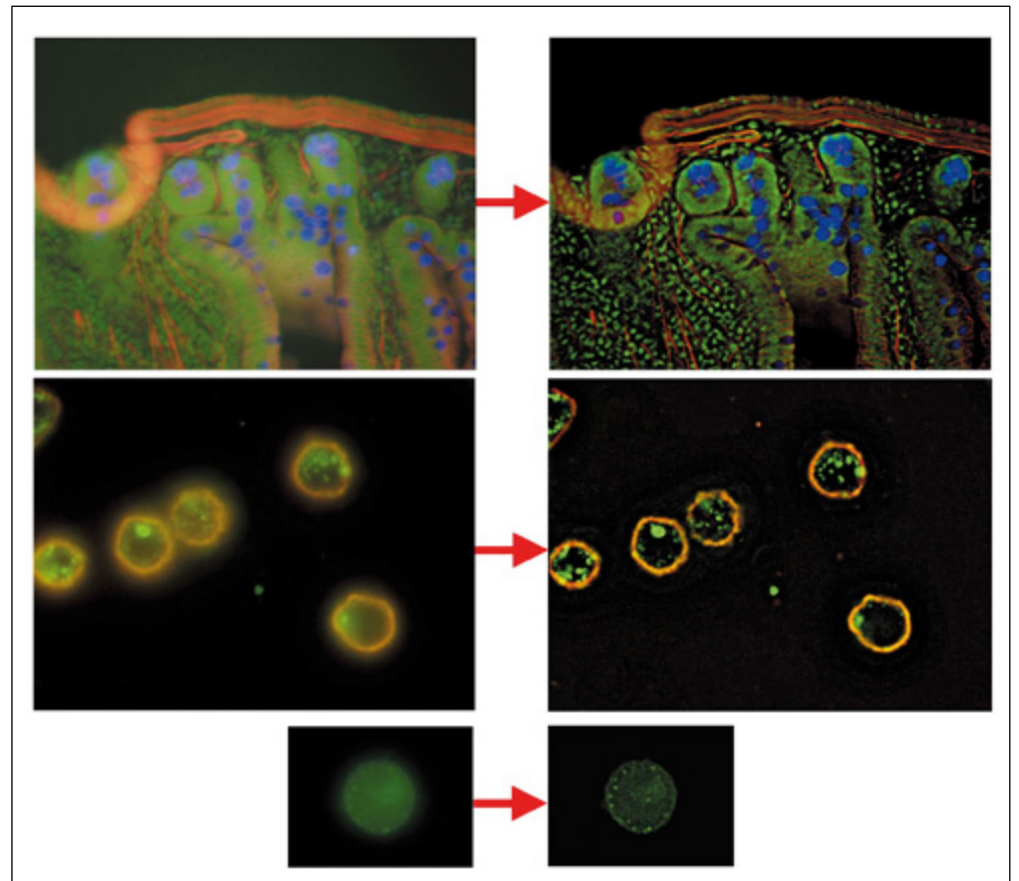
(Bildquelle: Keyence, Neu-Isenburg; RIKEN-Institut, Yokohama/Japan)

Alle Typen bieten Hellfeld-, Fluoreszenz- und Phasenkontrast-Betrachtung, zwischen denen durch Mausklick umgeschaltet werden kann. Wird die Betrachtung unterbrochen, schließt sich automatisch der Shutter für die Fluoreszenzanregung. Verschiedene Objektträger lassen sich einsetzen, z. B. Objektträger aus Glas, Petri-Schalen aus Glas/Kunststoff, Multi-Well-Platten oder Schalen mit Glasboden.

Das neue Modell BZ-8100 verfügt über eine zweifache Objektivumschaltung. Damit lassen sich Proben beispielsweise mit 2-facher Vergrößerung betrachten und daraus ein kleiner Probenbereich mit 20-facher Vergrößerung darstellen.

Bis zu vier Filtersysteme können gleichzeitig eingesetzt und automatisch gewechselt werden. Daher lassen sich Bilder, die mit unterschiedlichen Filtern erzeugt wurden, am Bildschirm gleichzeitig anzeigen. Durch Anklicken des jeweiligen Bildschirmabschnitts kann man zwischen den vier Kanälen umschalten und eine Mehrfarbüberlagerung zwecks Analyse durchführen.

Die hervorragende Unschärfereduktion des BZ-8000 sowie die verschiedenen integrierten Messfunktionen ermöglichen es S. Yamasaki und T. Saito vom RIKEN-



Die invertierten Fluoreszenz-Phasenkontrast-Mikroskope der Modellreihe BZ-8000 bieten die drei Betrachtungsarten Hellfeld-, Fluoreszenz- und Phasenkontrast-Betrachtung. (Bildquelle: Keyence, Neu-Isenburg)

Forschungszentrum für Immunologie und Allergologie (Yokohama/Japan) bei ihren Untersuchungen über Leukämie-Erkrankungen, GFP-markierte prä-T-Zellrezeptoren zu lokalisieren und die Vorgänge innerhalb der unreifen T-Zellen präzise zu analysieren. Die effektive Unschärfereduktion erfolgt am Bildschirm in Echtzeit. Diese Alternative zur Deconvolution ist schnell, einfacher in der Handhabung

und preiswert. Bei Bedarf lassen sich 3-D-Analysen in Echtzeit erstellen. Dank eines ausgeklügelten Algorithmus kann das 3-D-Bild sehr rasch durch Volume Rendering gezeichnet werden. Neben 3-D-Rotationen und beliebigen 3-D-Vergrößerungen kann der Benutzer auch Echtzeit-Farbanpassungen sowie Echtzeit-Kontrastanpassungen an den 3-D-Bildern vornehmen.

→ www.keyence.de

SIKA®
gegr. 1901
Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co., KG

Das Industriethermometer

SOLARTEMP
Messen durch Licht

Struthweg 7-9 · D-34260 Kaufungen
Telefon: 0 56 05/8 03-0
Telefax: 0 56 05/8 03-54
e-mail: info@sika.net
Internet: www.sika-messtechnik.net

Dr. K. Hollborn H
Seit 1880

Braustraße 13 · 04347 Leipzig
Tel.: (03 41) 2 37 44 05 · Fax: 2 37 44 06
Internet: www.hollborn.de · e-mail: Medizinchemie@hollborn.de

Reagenz- und Pufferlösungen für naturwissenschaftliche Bereiche (Medizin, Pharmazie, Biologie u.a.)

Farbstofflösungen für Mikroskopie und Zelldiagnostik (Gram, Giemsa, May-Grünwald, Papanicolaou, PAS u.a.)

Auch Sonderanfertigungen
Reagenzien für Apotheken gem. ApBetrO

STATISTICA Enterprise Compliance Edition

für validierte Prozeduren in Pharma- und verwandten Unternehmen

Die Richtlinien der International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use (ICH) stellen hohe Anforderungen an den Einsatz von Softwaretools in der pharmazeutischen Industrie, die nur von wenigen Anbietern im vollen Umfang erfüllt werden können. Die Datenanalysesoftware STATISTICA von StatSoft bietet Einsatzmöglichkeiten von validierten Standardprozeduren im GMP-Umfeld („Good Manufacturing Practice“) bis hin zu multivariaten Analyseverfahren im Rahmen von PAT („Process Analytical Technologies“). Mit STATISTICA lassen sich beispielsweise Stabilitätsdaten von pharmazeutischen Produkten gemäß der Q1E-Richtlinie (Evaluation for Stability Data) auswerten und statistische Versuchspläne zur Produktentwicklung im Sinne der Q8-Richtlinie (Pharmaceutical Development) generieren.

→ www.statsoft.de



Ihr Spezialist für PCR, Elektrophorese, Bio-Imaging & Radioanalytik

www.biostep.de

Sparen Sie Zeit und Geld – besuchen Sie www.biostep.de!

- * sofort sichtbare Preise
- * keine Mindestbestellwert
- * detaillierte Suchfunktion
- * Sonderangebote, Aktionen
- * gut strukturierter Webshop
- * speicherbarer Warenkorb

Mehr Effizienz und Produktivität

Radleys (Saffron Walden, Großbritannien) hat eine neue und verbesserte Version seiner Carousel 12 Reaction Station – des weltweit beliebtesten Parallelsyntheser – angekündigt. Die neue Carousel 12 Plus™ Reaction Station wurde entworfen, um geschäftigen Chemielaboren ein einfach anwendbares, produktivitätssteigerndes Werkzeug für gleichzeitiges Erwärmen, Kühlen, Rühren und Rückfließen von bis zu 12 Proben von 1–20 ml unter einer inerten Atmosphäre zu bieten. Eine Vielzahl neuer und verbesserter Funktionen machen das Gerät flexibler, einfacher anzuwenden und zu reinigen und beständiger gegen chemische Korrosion. Außerdem ist es jetzt energiesparender und bietet eine bessere Sicht auf die Reaktionsröhrchen.

→ sales@radleys.co.uk

Klarheit in 20 Minuten



Der Laktose Intoleranz Schnelltest von Biohit ist ein einzigartiger Point of Care (POC) Test, der zur Bestimmung von Laktose Intoleranz eingesetzt wird und auf biochemische Reaktionen basiert, die qualitativ die Laktase-Enzymaktivität in einer Biopsieprobe messen. Die Laktose Intoleranz (Laktasemangel) resultiert aus der Unfähigkeit, Laktose (Milchzucker) aus Milchprodukten zu verdauen. Diese Unfähigkeit entsteht durch einen Mangel des Enzyms Laktase, das im Dünndarm produziert wird. Die Laktase spaltet Milchzucker in einfache Formen (Glukose und Galaktose) ab, die dann so in den Blutkreislauf aufgenommen werden können. Laut Schätzung leiden ungefähr 15–20% der West- und Nordeuropäer, 90% der asiatischen, afrikanischen und der einheimischen amerikanischen Bevölkerung an Laktose Intoleranz. Nach Einnahme von Milchzucker können Brechreiz, Blähungen, abdominales Völlegefühl, Krämpfe, Schmerzen und Durchfall auftreten.

Die Laktase-Aktivität wird in zwei Arbeitsschritten mit einer aus dem Dünndarm entnommenen Biopsieprobe gemessen. Im ersten Schritt hydrolysiert das Laktase-Enzym aus der Probe das Substrat, die Laktose, in Monosaccharide, Glukose und Galaktose. Im zweiten Schritt der Reagenzzugabe, wird die Glukosekonzentration mittels Färbung nachgewiesen. Die Farbentwicklung in der Testlösung gibt nach 20 Minuten Aufschluss darüber, ob das Enzym Laktase in der Biopsieprobe vorhanden ist oder nicht. Liegt der Laktasewert im Normbereich (normale Laktaseaktivität), entsteht eine Färbung, sobald das Enzym Laktase aus der Biopsieprobe den der Testlösung beigefügten Milchzucker (Laktose) spaltet. Zeigt sich keine oder nur eine geringe Färbung, kann daraus geschlossen werden, dass der Patient an einem Laktase-Enzymmangel in der Dünndarmschleimhaut leidet, d.h. an einer Laktose-Intoleranz.

→ www.biohit.de

Abgesaugt online

INTEGRA Biosciences hat unter www.vacunsafe.info zwei neue Anwendungsberichte aus den USA und Europa veröffentlicht, die aufzeigen, wie das persönliche Vakuum-Absaugsystem VACUSAFE comfort die Absaugung von Flüssigkeiten zu einer sicheren, bequemen und effizienten Sache macht. Ein Online-Video steht dem Besucher erklärend zur Seite.

→ www.vacunsafe.info



G418-Disulfat-Lösung, steril.

G418-Disulfat blockiert die Proteinsynthese in Säugerzellen durch Störung der ribosomalen Funktion. Es ist ein Aminoglycosid-Antibiotikum mit einer zu Neomycin, Gentamycin und Kanamycin ähnlichen Struktur. Es findet Anwendung bei der Selektion von stabil transformierten Zellen, die das Neomycin-Resistenzgen (Aminoglycosidphosphotransferase) der Transposons Tn 5 bzw. Tn 601 tragen. Lösungen werden bei -20°C gelagert und sind bis zu 2 Jahre stabil.



der Beweis



Der Herstellungsprozess ist validiert:
Der Sterilfiltrationsprozess durch Sartorius & die Qualitätsprüfung durch das unabhängige Institut Biochem GmbH, Karlsruhe.

AppliChem

Darmstadt hat eine weitere Topadresse:

AppliChem GmbH Ottoweg 4 64291 Darmstadt Fon 06151/93 57-0 Fax 06151/93 57-11
service@aplichem.com www.aplichem.com



Frischer Wind für Labore mit HANNA instruments

Die wachsenden Anforderungen im Labor liessen jetzt HANNA instruments eine neue Generation von Messgeräten entwickeln - modernen Designs und neuester Technologie. Darunter die neue Labor-pH-Meter Serie HI 322x mit Grafik-Display für ein intuitives Handling. Highlight der 3 Modelle mit Redox-Messbereich ist HANNAs exklusive CAL CHECK™-Funktion: diese garantiert genaueste Messergebnisse, indem sie den Zustand der Elektrode prüft und mögliche Fehlerursachen bei der Kalibrierung erkennen lässt wie etwa eine verschmutzte Elektrode oder verunreinigte Puffer. Anwenderfreundliche GLP-Daten, eine Speicherkapazität von bis zu 400 Messwerten und ein praktisches PC Interface via USB runden das Ganze ab.

Übrigens: Life entdecken können Sie die komplette neue HANNA Generation auf der ACHEMA Frankfurt, 11.-15.Mai 2009, Stand D27-E29, Halle 5.1!

www.hanna-de.com



Schnelle Ionenaustauschchromatographie von Biomolekülen

Für die effiziente HPLC Analyse von Biomolekülen bieten TSK-GEL STAT Säulen von Tosoh Bioscience eine hohe Trennleistung bei kurzen Analysenzeiten. Die nicht-poröse Polymermatrix bietet dank der innovativen Oberflächenchemie hohe Probenkapazitäten. Die Anionen- und Kationenaustauschersäulen sind für verschiedenste Anwendungen geeignet: von der schnellen QC von Biopharmazeutika über das PEGylierungsmonitoring bis zur Analyse von Nukleinsäuren.

TSK-GEL STAT Säulen sind in verschiedenen Dimensionen erhältlich und können so passend zur Anwendung gewählt werden: Kurze Säulen mit größeren Partikeln für Hochdurchsatz-Analysen, wie Screenings oder In-Prozess-Kontrollen – längere Säulen mit kleineren Partikeln wenn eine höhere Auflösung gefordert ist.

www.tskgel.com

Größere Batchbearbeitung, bessere Qualität, leichtere Validierung

Genevac stellt die neu VirTis Ultra Gefriertrockner Serie vor – Speziell entwickelt um in unterschiedlichsten Bereichen und Applikationen ideal eingesetzt werden zu können, von z.B. Phase I Forschung bis hin zu Produktion von Proben für klinische Vorversuche.

Das neue, anwenderorientierte Design ermöglicht nicht nur die Bearbeitung großer Serien, die Herstellung von Produkten mit hoher Uniformität sondern auch eine einfache aber optimale Validierung des Prozesses. Mit nur 1,132 m Stellfläche aber einer nutzbarer Bearbeitungsfläche von bis zu 2,232 m auf bis zu 15 „Shelves“ bietet das Ultra System hocheffiziente Bearbeitungsmöglichkeiten unterschiedlichster Probencontainer. Produktkammer und Stellflächen aus Edelstahl sowie die Ummantelung der der Kondenserkammer garantieren nicht nur wartungsarmen Einsatz und leichte Reinigungen sondern auch einen jahrelangen, problemlosen Betrieb.

Durch das FCKW-freie Super EL Tiefkühlsystem werden Temperaturen bis zu -70°C für die Stellflächen und -90°C des Kondensers erreicht was die eine erfolgreiche und effiziente Gefriertrocknung der Produkte auch im Routinebetrieb garantiert. Variable Kondenserkapazitäten von 25, 35 oder sogar 50 Litern ermöglichen somit auch die Bearbeitung großer Mengen Material.



Prozessorgesteuerte Programmierung von bis zu 16 Methoden mit „Schrittfolgen Option“, sowie diverse Optionen zur Dokumentation erfüllen nahezu jeden Anspruch bis hin zum 21CFR11 Standards für industriellen Einsatz.

→ www.genevac.com

Assistent®-Blutbild-Differenziergeräte „Counter“

Die elektronischen Zähl- und Speichergeräte für die mikroskopische Auswertung des Differentialblutbildes sind mit Mikroskop-Adapter ausgestattet und ebenfalls mit PC-Anschluss und eingebautem Akku lieferbar. Die herkömmliche manuelle Auswertung des Differentialblutbildes erfordert eine erhöhte Aufmerksamkeit und behindert zusätzlich die Konzentration auf das eigentliche Differenzieren. Die elektronischen Speichergeräte „Assistent“-Counter erleichtern das Auszählen des Blutbildes. Das Mikroskopbild kann ständig im Auge behalten werden, die Auswertungszahlen werden „blind“ eingetippt. Zählbereich bei allen Geräten bis max. 1000. Verschiedene „Counter“ sind lieferbar: Mit 8, 12 oder 15 Speichern. Beratung und Lieferung über den Labor-Fachhandel.

→ www.hecht-assistent.de



Feurige Sicherheit

Die neue FIREBOY-Generation der INTEGRA Biosciences AG ist die sichere Alternative zu traditionellen Bunsenbrennern. Zuverlässiger Überhitzungsschutz, Flammenwächter und Alarmfunktionen der grafischen Bedienanzeige schützen sowohl den Benutzer als auch seine Umgebung. Dazu glänzt der Sicherheitsbunsenbrenner durch Bedienerfreundlichkeit.

→ www.fireboy.info



people



Keine Experimente beim Umzug

Wenn Labore umziehen, ist es mit einem einfachen Transport von A nach B nicht getan. Zu teuer sind die Geräte, zu komplex die Apparaturen. Keine Frage, dass die Verantwortlichen ihre wertvolle Fracht nur dem Fachmann überlassen.

Maßgeschneiderte, GMP-gerechte Transportlösungen für High-Tech-Equipment bietet die Firma Neumaier Logistics Group Kunden aus der Medizin-, Biotechnologie- oder F&E-Branche an. Die Profis kümmern sich um jedes Detail, von der Beratung und Planung bis hin zur exakten De- und Re-Montage des gesamten Inven-

tars. 18-Tonner mit speziellen Ladevorrichtungen, Chemiebehältern und Tiefkühlschränken (bis -86°C) befördern die wertvolle Fracht, auch nachts und am Wochenende. Am Ende steht die betriebsbereite Übergabe.

→ www.logistics-group.de

Neue Strukturen in der Kundenbetreuung der Bernd Kraft GmbH

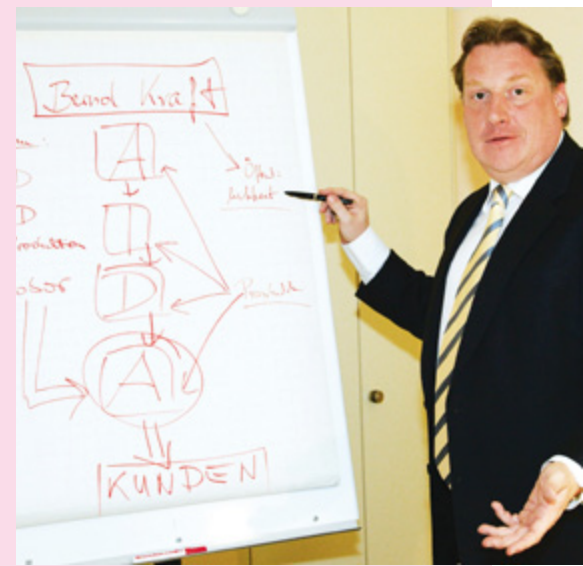
Mit Wirkung zum 01.01.2009 übernahm Vertriebsleiter Claude E. Kröll zusätzlich die Verantwortung der beiden Ressorts Marketing und Services.

Der langjährige Außendienst-Mitarbeiter der Bernd Kraft GmbH, Rolf-Dieter Schreiter, ist Ende November 2008 aus Altersgründen aus dem Unternehmen ausgeschieden, wird dem Unternehmen jedoch weiterhin beratend zur Seite stehen.

Sabine Kraft scheidet aus der Geschäftsführung der Bernd Kraft GmbH aus

Die geschäftsführende Gesellschafterin der Bernd Kraft GmbH, Sabine Kraft, seit 1994 im Unternehmen tätig, wird zum Ende des Jahres aus der Geschäftsführung ausscheiden, um neue private und berufliche Wege zu gehen. Frau Kraft bleibt als Tochter des Gründers natürlich auch weiterhin dem Unternehmen verbunden. Die bisher von Frau Kraft verantworteten Ressorts wer-

den zukünftig von ihrem Bruder und ebenfalls geschäftsführender Gesellschafter, Dr. Jochen Kraft (Foto), mit übernommen. Der Rückzug von Sabine Kraft aus der Geschäftsführung ist ausschließlich durch einen stärkeren Fokus auf ihr Privatleben begründet. Die Gesellschaftsanteile verbleiben – wie bisher auch – komplett in Familienhand.



STATISTICA Enterprise Compliance Edition

für validierte Prozeduren in Pharma- und verwandten Unternehmen

Die Richtlinien der International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use (ICH) stellen hohe Anforderungen an den Einsatz von Softwaretools in der pharmazeutischen Industrie, die nur von wenigen Anbietern im vollen Umfang erfüllt werden können. Die Datenanalyse-Software STATISTICA von StatSoft bietet Einsatzmöglichkeiten von validierten Standardprozeduren im GMP-Umfeld (*Good Manufacturing Practice*) bis hin zu multivariaten Analyseverfahren im Rahmen von PAT (*Process Analytical Technologies*). Mit STATISTICA lassen sich beispielsweise Stabilitätsdaten von pharmazeutischen Produkten gemäß der Q1E-Richtlinie (*Evaluation for Stability Data*) auswerten und statistische Versuchspläne zur Produktentwicklung im Sinne der Q8-Richtlinie (*Pharmaceutical Development*) generieren.

Das Leistungsspektrum dieser Plattform ist durch STATISTICA Enterprise als Compliance Edition erweitert worden. STATISTICA Enterprise ermöglicht auf die Bedürfnisse einzelner Benutzergruppen zugeschnittene statistische Analysen und Reportingsysteme in einer validierten Systemumgebung. STATISTICA extrahiert, synchronisiert und aggregiert Daten aus heterogenen Datenquellen, beispielsweise aus einer Oracle-Datenbank oder einem Labor-Informations-Management-System (LIMS). Mit Hilfe von maßgeschneiderten Visual-Basic-Routinen lassen sich per Knopfdruck hunderte von Produktberichten (Annual Product Reviews, APRs) erzeugen. STATISTICA erstellt Qualitätsregelkarten und berechnet Prozessfähigkeitsindizes aus Online-Monitoring,

führt Qualitätsvorhersagen mit MSPC-Modellen oder Stabilitätsanalysen von pharmazeutischen Produkten durch und kann alle Resultate im pdf-Format verfügbar machen. Die Compliance Edition von STATISTICA Enterprise ermöglicht darüber hinaus eine Versionierung von vor-

konfigurierten Auswertungen mit Kennwortschutz oder Audit-Trail im Sinne von 21 CFR Part 11 der Food and Drug Administration (FDA). In die Versionspflege lassen sich auch Codes in STATISTICA Visual Basic oder R einbeziehen, die zur Automatisierung der Proze-

duren oder Qualitätsberichte dienen. STATISTICA bietet also eine umfassende Plattform zur Gestaltung eines GMP-gerechten Qualitätsmanagementsystems nach ICH-Vorgaben.

→ www.statsoft.de



-Laborrührer und -Mischer

Es gibt mehr als 6000 Präzisions-Instrumente und -Geräte mit dem Markenzeichen ASSISTENT®

Assistent® hat die perfekten Produkte für nahezu alle Labor-Aufgaben.

Ob Mischen, Rühren oder Schütteln – Assistent® bietet eine Vielzahl modernster Geräte: Labor-erprobt, weitgehend verschleißfest und elektronisch gesteuert. Die Abbildung zeigt einige Beispiele:

Laborrührer (bis zu 10 Litern Flüssigkeit).
Minirührer – für kleine Mengen.
Handrührer – zum Mischen in Gefäßen.
Reamix – für Reagenzgl.u. kleine Kolben.
Magnetrührer – mit und ohne Heizplatte.
Tumelrollenmischer – mit 5 PVC-Rollen.

Ihr Fachhändler nennt Ihnen die Details und zeigt Ihnen den Assistent®-Katalog.



Glaswarenfabrik Karl Hecht GmbH & Co KG	D-97647 Sondheim / Rhön	CH-8595 Altnau TG	F-91430 Igny / Paris	A-6122 Fritzens / Tirol
Assistent®-Präzisions-Instrumente und -Geräte – für Arzt und Labor	Germany	Switzerland	Z.I. 5, Rue Lavoisier	Fischerweg 4
Telefon (09779) 808-0	Telefax (09779) 808-88	Tel. (071) 6 95 22 22	Tél. (01) 69 35 36 50	Tel. (05224) 5 26 46-0
		Fax (071) 6 95 22 27	Fax (01) 60 19 07 15	Fax (05224) 5 76 79

Internet: <http://www.hecht-assistent.de> e-mail: info@hecht-assistent.de Assistent-Präzision: Seit 1919!

ACHEMA in Frankfurt/M. (11.-15. Mai 2009): Sie finden uns in Halle 6.1, Stand H 11 - H 12

... und das war



Voll oder leer?

Haben Sie schonmal darüber nachgedacht, welche Folgen ein überlaufender Abfallkanister mit giftigem Inhalt hat? Behalten Sie die Füllstände sicher im Auge – auch über größere Distanzen. Sowohl am Behälter als auch an der Signalbox wird der kritische Füllstand angezeigt. Eine Warnung erfolgt optisch (LED Leuchte) sowie akustisch (Warnton). Füllstandkontrolle bietet SCAT-Europe auch für Glasflaschen und mit einem berührungslosen Sensor an – zum einfachen nachrüsten.

www.scat-europe.de



Neue Applikationsbroschüre von HORIBA Jobin Yvon

Der Vorteil optischer Messtechniken ist der üblicherweise geringe Aufwand bei der Probenpräparation. Da die optische Messtechnik oftmals keine oder nur geringe Probenpräparation benötigt und meist zerstörungsfrei ist, bietet sie große Vorteile vor vielen anderen analytischen Methoden. Darüber hinaus lassen sich molekulare oder atomare Identitäten oft direkt bestimmen. Somit bieten optische Messtechniken direkten Zugang zu quantitativen und qualitativen Parametern.

Die neue Applikationsbroschüre von HORIBA Jobin Yvon bietet detaillierten Einblick in Anwendungsmöglichkeiten in den verschiedensten Bereichen. Lassen Sie uns nur einige davon ansprechen:

→ **Material- und Werkstoffwissenschaften** → **Oberflächen und Dünne Schichten** → **Angewandte Mikro- und Optoelektronik** → **Life Science** → **Earth Science** → **Labor- und Routineanalytik** → **Qualitätssicherung – Prozesskontrolle**

info3@jobinyvon.de

Modernste Krebsdiagnostik

Der VENTANA BenchMark ULTRA von Roche ist ein neues multimodales Färbesystem für die gewebebasierte Krebsdiagnostik. Das Gerät führt Protein-, DNA- und RNA-Analysen von Gewebeproben vollautomatisiert, gleichzeitig und unabhängig voneinander durch und erhöht damit die Effizienz und Flexibilität im Histologielabor. Der Pathologe im Krankenhaus kann mithilfe dieses Geräts Gewebeproben bei Verdacht auf Krebs- und Infektionskrankheiten schneller analysieren und eine differenzierte Diagnose stellen.

Ein gesteigertes Probenaufkommen und komplexe Färbeprozesse in der Histologie erfordern effizientere Abläufe in der Analytik. VENTANA BenchMark ULTRA automatisiert alle Schritte der Immunohistochemie (IHC) und Fluoreszenz-IHC sowie große Bereiche der *In-situ*-Hybridisierung (ISH), Fluoreszenz-ISH und Silber-ISH. Die bidirektionale Anbindung an die Labor-EDV (LIS) stellt sicher, dass alle Analyseanforderungen direkt in das Färbesystem eingepflegt werden und vom Pathologen jederzeit nachverfolgt werden können.

Die flexible Beladung von bis zu 30 unabhängigen Reaktionskammern ermöglicht zudem einen schnelleren Probenumsatz. Proben, deren Analyseergebnis besondere Dringlichkeit hat, können über eine so genannte STAT-Prozessierung bevorzugt bearbeitet werden, ohne den laufenden Prozess zu unterbrechen. Über eine benutzerfreundlichere Workstation-Software mit grafischer Benutzeroberfläche können bis zu acht modulare Systeme gleichzeitig gesteuert werden. Außerdem bietet das Färbesystem die Möglichkeit, die Gewebeproben mit verschiedenen Methoden für die Analyse auf- und vorzubereiten. So müssen zum Beispiel Paraffinreste vor der Analyse vollständig entfernt werden, um ein hochwertiges Färberegebnis zu ermöglichen (Gewebeproben werden direkt nach der Entnahme



fixiert und in Paraffin eingebettet, um die Proteine zu stabilisieren und Dünnschnitte anfertigen zu können).

Der Markt für gewebebasierte Tests umfasst ein Volumen von einer Milliarde US-Dollar und wächst mit zehn Prozent jährlich rund doppelt so schnell wie der Markt für *In-vitro*-Diagnostika. Das Wachstum ist hauptsächlich auf die Testautomatisierung und -standardisierung zurückzuführen, aber auch auf die zunehmende Häufigkeit von Krebs und die steigende Zahl von gezielt wirkenden Krebsmedikamenten, die begleitende Diagnostika benötigen.

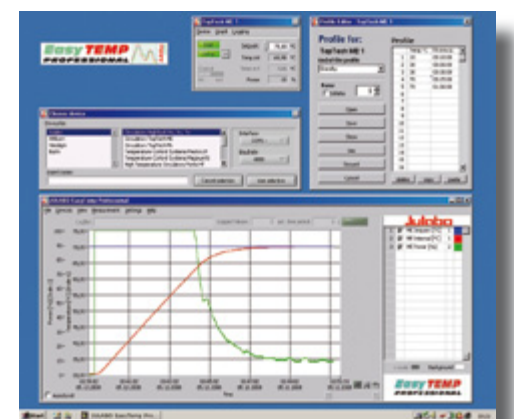
→ www.ventanamed.com

→ www.roche.de

Neue Version: Steuersoftware 'EasyTemp'

Mit dem Programm können Julabo Temperiergeräte vom PC aus gesteuert und überwacht werden. Die Software bietet hierzu vielfältige Funktionen zur Visualisierung und Dokumentation von temperatur- und zeitabhängigen Vorgängen.

Die neue Version 3.0 wurde komplett überarbeitet: Verbindungen zu den Laborgeräten sind jetzt nicht nur mittels RS232/RS485 und Profibus möglich sondern auch drahtlos. Dazu werden jetzt die neuen WirelessTEMP-Produkte unterstützt. Funkverbindungen lassen sich damit ganz einfach mit einem USB-Funksender und einem geräteseitigen Empfänger realisieren. Die Bedienoberfläche der Software wurde ebenfalls verbessert. So verfügt nun jedes verbundene Gerät über ein eigenes Programmfenster mit separaten Einstellmöglichkeiten und einer eigenen Diagrammfunktion zur grafischen Darstellung von Messwerten. Auf Wunsch können die Messdaten in einer Textdatei gespeichert und anschließend z.B. mit Microsoft Excel ausgewertet werden. Die Programmgeberfunktion zur Erstellung von Temperaturprofilen kann jetzt sekundengenau eingestellt werden und unterstützt die Ausführung in einer Endloschleife. Wie sich ein Gerät nach Ablauf eines Profils verhält, ist nun ebenfalls individuell für jedes Gerät einstellbar. Als weitere Neuerung kann die Temperatur-



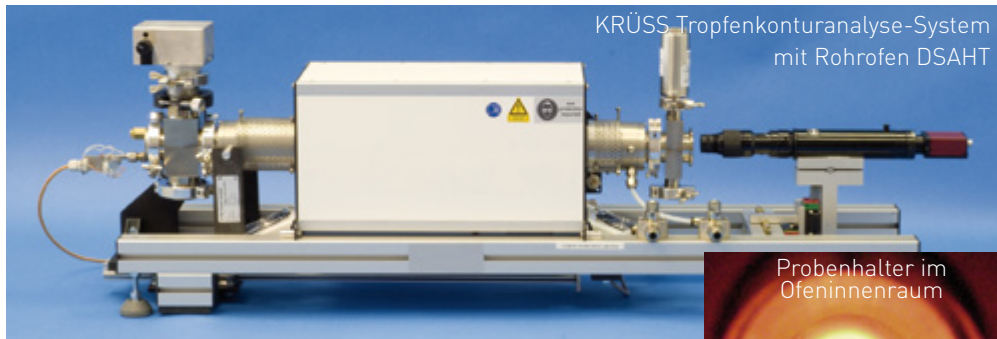
einheit jetzt unabhängig vom angeschlossenen Gerät zwischen Grad Celsius (°C) und Fahrenheit (F) umgeschaltet werden. Die Software ist in zwei Varianten erhältlich: Die Basis-Version „EasyTemp“ unterstützt den Betrieb mit einem Julabo Gerät und ist kostenlos als Download auf www.julabo.de erhältlich. Die Profi-Version „EasyTemp Professional“ bietet zusätzliche Funktionen und kann mit bis zu 24 Geräten gleichzeitig kommunizieren – auch mit Laborgeräten anderer Hersteller, z.B. Rührer, Datenlogger und Messgeräte.

→ www.julabo.de

noch nicht alles

KRÜSS heizt ein mit dem DSAHT

Optische Tropfenuntersuchungen bis 1750 °C



Flüssige Metalle und Schlacken, Glaschmelzen, Keramiken bei Brenntemperatur: Das DSAHT von KRÜSS ist der Experte für die optische Untersuchung von Schmelz- und Benetzungsvorgängen extrem heißer Proben. Das deutliche Schattenbild der Probe liefert Informationen über das Aufschmelzverhalten – etwa für Ascheuntersuchungen nach ASTM D1857. Die Kontur eines Schmelzentropfens auf einer festen Probe macht die Benetzung sichtbar. Ausführungen bis 1.200, 1.500 oder 1.750 °C, für oxidierende, reduzierende

oder inerte Atmosphären oder für Messungen unter Vakuum decken ein breites Spektrum von Messaufgaben ab. Probennahe Temperaturmessung, Filmaufnahmen des Tropfens, komfortabler Probenwechsel und eine vielseitige Software zur Tropfenkonturanalyse runden das Programm ab.

→ www.kruss.de

Mit dem Laser durch dick und dünn

Das neue Lasermikrodissektionssystem Leica LMD7000 bietet einen flexibel einstellbaren Laser, der sich in Leistung und Präzision an die Probe anpassen lässt. Bislang war es nicht möglich, die beiden zentralen Eigenschaften eines Lasers – große Laserenergie für den Schnitt von dickem Material und hohe Pulsrate für genaues und schnelles Schneiden – in einem System zu kombinieren.

So kann mit dem Leica LMD7000 selbst dickes oder hartes Gewebe mit hoher Laserenergie dissektiert werden. Um dagegen einzelne Zellen oder Gewebeteile aus dünnen Proben möglichst schnell auszuscheiden, kann der Laser auf eine maximale Pulsrate eingestellt werden.



Die Lasermikrodissektionssysteme von Leica Microsystems, sowohl das neue Leica LMD7000 als auch das neue Leica LMD6500, nutzen die Schwerkraft, um dissektiertes Gewebe aufzufangen. Das hat den Vorteil, dass ausgeschnittenes Analysematerial – egal welcher Größe oder Form – ohne weitere Arbeitsschritte kontakt- und damit kontaminationsfrei aufgefangen wird.

→ www.leica-microsystems.com

WWW

VITLAB® präsentiert sich neu im Internet

Die Entwicklung des Internets hat die Wirtschaft und Kommunikation weltweit verändert. Die Anzahl der Anwender wächst nach wie vor unaufhörlich. VITLAB® hat sich bei der Gestaltung seiner neuen Website am heutigen Informationsbedarf und am veränderten Nutzungsverhalten orientiert.

Den Kern der neuen Website bildet der umfangreiche und stets aktuelle Online-Produktkatalog. Übersichtlich gegliedert sind alle Laborgeräte und Produkte aus Kunststoff aus dem VITLAB® Lieferprogramm abgebildet und umfassend beschrieben. Größen, verwendete Materialien, Einsatzmöglichkeiten und auch Preise – alle Informationen sind schnell und gezielt abrufbar.

Im Bereich „Technische Informationen“ können beispielsweise umfangreiche Ausführungen zu den physikalischen Eigenschaften und der Chemikalienbeständigkeit der von VITLAB® eingesetzten unterschiedlichen Kunststoffe abgerufen werden.

Ein breiter Raum ist dem Bereich VITLAB® Promotional gewidmet. Unternehmen erfahren hier, wie sie eine Vielzahl von Produkten aus dem VITLAB® Programm in Form, Ausführung und Kennzeichnung ganz nach ihren individuellen Wünschen fertigen und bedrucken lassen können. Weiter Bereiche sind der Downloadbereich für alle wichtigen Unterlagen und die „Händlersuche“.

→ www.vitlab.de

biomol

SIE HABEN DIE VISION,
WIR HABEN DIE SUBSTANZ.



Arbeiten bei Biomol ist
wie ein guter Song:
Es wird nicht langweilig.

Dr. Edgar Lipsius,
Marketing & Technischer Service

FORSCHUNGSREAGENZIE SEIT 1968

BIOMOL GmbH · Waidmannstr. 35 · 22769 Hamburg · Fon: 040-853 260 0 · www.biomol.de



Maximale Sicherheit und viel Komfort

durch das überragende Qualitätskonzept. Das CryoPure Einfriersystem wurde in umfangreichen Tests geprüft und für die vitale Konservierung von Zellmaterialien und deren Bestandteilen zertifiziert. Röhren mit 1,2, 2,0, und 5,0 ml Volumen minimieren durch Außengewinde das Kontaminationsrisiko. Zur Erhöhung der Lagerdichte steht zusätzlich eine 2,0 ml Röhre mit Innengewinde zur Wahl. Dank dem cleveren QuickSeal Verschlussmechanismus werden CryoPure Röhren mit nur einer Umdrehung bis zur definierten Endstellung geöffnet und geschlossen. Einhandbedienung, eine optimierte Gefäß-Innenkontur zur kompletten Probenentnahme und ein durchdachtes Lagersystem runden das Programm ab.

www.cryopure.com

BIT Group stellt Optiklabor mit neuem Design vor

Der globale Vertragshersteller komplexer medizinischer Instrumente ist mit seinem Optiklabor in Schwalbach, Deutschland, umgezogen, hat es neu konzipiert und verbessert.

BIT Group hat sein neues, verbessertes Optiklabor in den Räumlichkeiten der BIT Analytical Instruments GmbH in Schwalbach, Deutschland, eröffnet. Das Labor wurde für optimale Betriebseffizienz und die höchste technologische Anwendbarkeit ausgelegt. Dazu wurden die Räumlichkeiten klimatisiert und in die Nähe der Produktion und Produktentwicklung verlegt. Es wurde ein Reinraumbereich für Montage eingerichtet. Eine zusätzliche Lasersicherheitsausrüstung erlaubt die Benutzung von Lasern bis zu Klasse 3B.

BIT Group hat weitreichende Erfahrung in der Serienproduktion, als auch in der Neu- und Weiterentwicklung diagnostischer und medizinischer Instrumentierungen mit verschiedenen optischen Systemen. Wie das bisherige Labor ist auch das neue Labor der BIT Group mit kalibrierten Spektrometern, optischen Leistungsmessern und normierten optischen Werkzeugen und Systemen ausgestattet, die bei der Herstellung verschiedener Baugruppen eingesetzt werden. Zusätzliche technologische Kompetenz beinhaltet Photomultiplier, Photometer für Turbidimetrie- und Nephelometriemessung, Vielfarbfluoreszenz-Mikroskope, konfokale Mikroskopie, Evaneszenzfeld-Technik und hochauflösende Bildsysteme. (Für Kunden in den USA unterhält Source Scientific LLC, eine in Kalifornien, USA ansässige Firma der BIT Group, ebenfalls ein Optiklabor.)

Seit mehr als 30 Jahren bietet die BIT Group Dienstleistungen im Bereich Auftragsentwicklung und -fertigung sowie After-Sale Service für OEM-Hersteller von



medizinischen und diagnostischen Geräten an.

Als Teil der finanzstarken Messer Group mit Vertretungen in zahlreichen Ländern kann die BIT Group ihre Systemlösungen weltweit und gemäß den Normen ISO 13485 und 9001 offerieren. Als bei der FDA registrierter Auftragsdienstleister genügt die BIT Group den hohen Standards, die in den Vorschriften für medizinische Produkte gesetzt werden, und hält gleichzeitig die vorgegebenen Kostenziele und Markteinführungszeiten ein.

Die BIT Group Firmen umfassen: Source Scientific, LLC in Irvine, Kalifornien, USA, BIT Analytical Instruments, Inc. in Ludlow, Massachusetts, USA, BIT Analytical Instruments GMBH in Schwalbach, Deutschland, und BIT CNC Machining in Kunshan China. Die BIT Group ist der erste internationale OEM-Hersteller komplexer medizinischer Geräte, der die Bereiche Entwicklung, Fertigung und Außendienst abdeckt und gleichzeitig über eine komplette Qualitätszertifizierung und FDA Registrierung verfügt. BIT beschäftigt über 180 Mitarbeiter, 80 % davon sind Techniker und Ingenieure.

→ www.Group-BIT.com

was ist 10



CleanRooms Europe, die führende Konferenz und Messe für Reinraumdesign & -einrichtung, Kontaminierungskontroll-Technologie, Krankenhaushygiene und Infektionskontrolle der Region wird vom 24. bis zum 26. März 2009 auf der Neuen Messe Stuttgart stattfinden.

Die CleanRooms Europe Veranstaltung 2008 brach Besucherrekorde mit mehr als 2.600 Teilnehmern aus 62 Ländern – ein Anstieg um 44 % im Vergleich zur letzten Veranstaltung in Deutschland und ein Rekord in deren 10-jährigen Geschichte – auf dem Messegelände waren über 120 Aussteller vertreten und bei der hochkarätigen Konferenz waren über 40 branchenführende Referenten anwesend. Die diesjährige Veranstaltung wird mit noch höheren Besucherzahlen und einem noch besseren Konferenzprogramm aufwarten.

- 1 – Solar/Photovoltaik-Herstellungsanlagen & -prozesse
- 2 – Krankenhaushygiene & Infektionskontrolle
- 3 – Biowissenschaftsherstellungseinrichtungen & -Prozesse
- 4 – Fortschrittliche Halbleiter-/Mikroelektronikherstellungsanlagen
- 5 – Kontaminierungs-/Infektionskontrollstandards & Aufsichtsbehördliche Tätigkeiten
- 6 – Nanotechnologie, Herausforderungen der Kommerzialisierung an die konventionelle Kontaminierungskontrollwissenschaft

CleanRooms Europe Konferenz

Das Konferenzprogramm der CleanRooms Europe 2009 befasst sich mit dem ausgesprochen bedeutenden und zeitgemäßen Thema: Verbesserung der Produktivität und Senkung der Lebenszykluskosten. Die Produktivität ist der wichtigste Belang für alle Hersteller und Dienstleister – egal ob ihr Produkt etwas konkretes wie beispielsweise ein Medikament oder ein Halbleiter sind, oder etwas unmessbares, wie das Vertrauen darauf, dass der OP oder der Behandlungsraum ihres Krankenhauses frei von Infektionsquellen sind, die nicht von Patienten herrühren.

Mit industrieführenden Referenten und Moderatoren aus ganz Europa und darüber hinaus, rüstet das einzigartige zweisprachige Konferenzprogramm (mit Simultanübersetzung englisch-deutsch/deutsch-englisch) der CleanRooms Europe Kontaminierungs-/Infektionskontroll- und Reinraumherstellungsfachleute mit den notwendigen neusten Entwicklungen und dem aktuellsten Fachwissen der Branche, um deren betrieblichen und Geschäftserfolg zu gewährleisten.

Die Konferenz umfasst ein komplettes Programm mit weiterbildenden und informativen Präsentationen, die unter anderem die folgenden branchenrelevanten Themen enthalten:

CleanRooms Europe Messe

Die CleanRooms Europe 2009 Messe ist ein einzigartiges weitreichendes Forum für die führenden Kontaminierungskontrolltechnologieentwickler und -hersteller, auf dem Entscheidungsträger des exponentiell wachsenden Marktes für Kontaminierungs-/Infektionskontrolle und Herstellung unter reinsten Bedingungen aus ganz Europa erreicht werden können. Keine andere europäische oder internationale Reinraum-, Hygiene- oder Kontaminierungs-/Infektionskontrollveranstaltung kann sich mit der Größe und der Qualität des CleanRooms Europe Publikums messen.

Die gut besuchte Messe ist eine Gelegenheit für Industriefachleute, die neusten verfügbaren Technologien, Produkte und Dienstleistungen zu besichtigen und sich mit den Branchenentwicklungen auf dem aktuellsten Stand zu halten.

Die Ausstellerliste, das Konferenzprogramm und weitere Infos zur CleanRooms Europe finden Sie auf
→ www.cleanrooms-europe.com



CLEANROOMS EUROPE 2009 KONFERENZ & MESSE

24-26 März 2009
Neue Messe Stuttgart, Stuttgart, Deutschland
www.cleanrooms-europe.com



EUROPAS EINZIGE WIRKLICH INTERNATIONALE KONFERENZ UND AUSSTELLUNG FÜR:

- REINRAUMDESIGN UND -EINRICHTUNG
- KONTAMINIERUNGSKONTROLLTECHNOLOGIE
- KRANKENHAUSHYGIENE / INFEKTIONSKONTROLLE

VERBESSERUNG DER PRODUKTIVITÄT UND HERABSETZUNG DER LEBENSZYKLUSKOSTEN

Die Produktivität ist der wichtigste Belang für alle Produzenten und Dienstleister und das Konferenzprogramm der CleanRooms Europe 2009 behandelt die Fragestellung wie dieses Konzept auf unterschiedliche Anwenderindustrien, einschließlich der fortschrittlichen Halbleiterproduktion, der Bio-/Pharmaherstellung, der Krankenhaushygiene und Infektionskontrolle, Solarpanelen und die Photovoltaik, die Nanotechnologie und andere zutrifft.

Vermissen Sie nicht die großen Gelegenheiten, die an angeboten werden CleanRooms Europe 2009:

- Sehen Sie Neuentwicklungen/Technologie
- Halten Sie aktuell mit Industrieentwicklungen
- Quellneue Produkte und -lieferanten

Zu den Höhepunkten der Konferenz zählen:

- Eine eintägige Workshop zu den Grundlagen der Kontaminierungskontrolle – präsentiert von - Dr. Hans H. Schicht, Zumikon/Schweiz
- Solar/Photovoltaikherstellungseinrichtungen & -prozesse
- Krankenhaushygiene & Infektionskontrolle
- Biowissenschaftsherstellungseinrichtungen & -prozesse
- Fortschrittliche Halbleiter-/Mikroelektronikherstellungseinrichtungen & -prozesse
- Kontaminierungs-/Infektionskontrollstandards & Aufsichtsbehördliche Tätigkeiten
- Nanotechnologie – die Kommerzialisierung stellt Herausforderungen an die konventionelle Kontaminierungskontrollwissenschaft

Melden Sie sich online bei www.cleanrooms-europe.com bis spätestens 16. März an und erhalten Sie FREIEN Eintritt in die Messehalle.



Moskau

Vom 21.-24. April 2008 findet in Moskau erneut die A-TESTex (Analytica), die nunmehr 7. internationale Fachausstellung für analytische Geräte und Ausrüstungen, Labormöbel und chemische Reagenzien, statt.

Ursprünglich durchgeführt auf dem SOK-OLNIKI Ausstellungsgelände zog die Fachmesse in 2007 auf das größte und modernste Messegelände Moskaus – das CROCUS Ausstellungsgelände (www.crocusexpo.ru) – um. Von Beginn an erfuhr die A-TESTex eine starke Unterstützung seitens russischer Forschung und Ministerien, Verbänden und IHKS. Diese erfolgreiche Zusammenarbeit resultierten schon 2005 in Auszeichnungen der UFI und IUEF, welche den hohen organisatorischen Standard der Messe und ihre Bedeutung für die russische Wirtschaft sowie die internationalen Wirtschaftsbeziehungen herausstreicht. Als erstes und bisher einziges russisches Gastmitglied der deutschen Prüforganisation FKM meldet MVK unter anderem die A-TESTex seit 2004 zum regelmäßigen Audit durch die renommierten Wirtschaftsprüfer Ernst & Young an, um das Vertrauen des deutschen und europäischen Marktes zu gewinnen. In 2007 präsentierte sich auf der A-TESTex erstmals eine vom Bund unter-

stützte deutsche Gemeinschaftsausstellung., in 2008 unterstützten SPECTARIS und IMAG erneut den Auftritt deutscher Firmen. Wir freuen uns in 2009 einen SPECTARIS-Gemeinschaftsstand zu organisieren, zu dem Verbandsmitglieder und deutsche bzw. europäische Firmen herzlich eingeladen sind. Die besonderen Teilnahmebedingungen umfassen einen 10%igen Rabatt auf die Standfläche sowie eine Positionierung in der ersten Reihe.

Wir laden Sie herzlich ein, sich bei uns, der MVK Messen GmbH, detailliert über die A-TESTex sowie die Teilnahme am SPECTARIS-Gemeinschaftsstand zu informieren. Wir wurden 2003 als deutsche Niederlassung des russischen Messeveranstalters MVK gegründet, um deutschen Firmen den bestmöglichen Eintritt in den russischen Markt zu ermöglichen. Wir beraten sämtliche teilnehmenden deutschen Firmen und begleiten diese deutschsprachig bis zur Präsentation vor Ort.

→ www.analyticaexpo.ru

Ihr Geschäft in Russland.



Erschließen Sie den wachsenden Labormarkt für Ihr Unternehmen

labor&more in russischer Sprache erscheint bereits zum 3. Mal erfolgreich zur Messe A-TESTex in Moskau. Zudem versenden wir auch an persönliche Empfänger in Russland – Sie erreichen die großen Labors von St. Petersburg bis Nowosibirsk.

Rufen Sie mich an – schicken Sie mir eine E-Mail – ich informiere Sie über unsere vielfältigen Möglichkeiten



Robert Erbdinger
Tel.: 0 61 51/360 56 14
erbdinger@succidia.de





www.MVK.ru
www.mvkmessen.de

+7 495 995 05 95
+49 (0)69-219356-10

Crocus Expo Exhibition Centre, Moscow, Russia

April 21-24, 2009



The 7th specialized exhibition





www.analyticaexpo.ru

BRING QUALITY AND ANALYTICAL TECHNOLOGIES TO ALL BRANCHES OF RUSSIAN ECONOMY

We are committed to supporting exhibitors with tools that can make your efforts at A-TESTex – 2009 pay off. Our exclusive promotion program incorporates traditional media, direct marketing, email, web promotions, public relations, new exhibitor marketing tools, and on site excitement that will top anything you have seen or experienced in the past.

APPLY FOR SPACE TODAY TO EXHIBIT AT A-TESTEX – 2009

Statistics 2008

Exhibit space, net	4 134, 5	Attendees	4675
Exhibitors	249	Russia	4313
including non-residents	40	Kazakhstan	20
Participating countries	17	Ukraine	68
		Belarus	38

Organizer: JSC "IEC", MVK

Partners:   

Supported by: Moscow Government
Moscow Chamber of Commerce and Industry

Scientific Council on Analytical Chemistry of the Russian Academy of Sciences

MVK MESSEN GmbH (GERMANY, FRANKFURT AM MAIN)
Ph.: +49 (0)69-219356-10
www.mvkmessen.de

WE PROVIDE SUPPORT BEFORE, DURING AND AFTER THE SHOW.

Fax: +49 (0)69-219356-29
E-Mail: info@mvkmessen.de

MVK FOREIGN REPRESENTATIVE OFFICES: MVK MESSEN GmbH (GERMANY, FRANKFURT AM MAIN): tel.: +49 (0)69-219356-10, fax: +49 (0)69-219356-29; MVK Ltd. (CANADA, TORONTO): tel.: +1 416 925 3666, fax: +1 416 969 8916; MVK-ISRA EXHIBITION Ltd. (Israel, Tel-Aviv): tel.: +972-3-6418050, fax: +972-3-6418056; MVK Turkiye (Turkiye, Istanbul), tel.: +90 212 4383877; MVK CHINA tel.: +86/21 6277-0580 ext. 230, fax: +86/21 6276-5283

LOUNGES 2009

17. – 19. März 2009, Messe Karlsruhe

LOUNGE SESSIONS

Sechs Themen – ein Event

Mehr als 90 Fachbeiträge für Experten und Neueinsteiger

HygieniCon

PROCESSING LOUNGE

GMP LOUNGE

REINRAUM LOUNGE

FACILITY LOUNGE

WASSER LOUNGE

Kostenloser Besuch nach Anmeldung mit folgendem Registriercode: L32009

www.new-lounges.de

LOUNGE CONGRESS

PHARMA

Mehr als 20 Vorträge aus der Industrie und von Behörden

17. März 2009
Congress – Teil 1

PROCESSING

Prozesse & Technologie
Herstellung und Umgang mit HWS

18. März 2009
Congress – Teil 2

FACILITY

Projekte & Planung
Neue und umgebaute Facilities

19. März 2009
Congress – Teil 3

GMP

National & International
Neue Regularien und Entwicklung

Detaillierte Programminformationen und die Online-Registrierung finden Sie auf

www.lounge-congress.de

Karlsruhe

Die Lounges finden vom 17. bis 19. März 2009 zum dritten Mal statt. Obwohl 2009 mit Achema und Anuga Foodtech ein sehr starkes Messejahr ist und alle im gleichen Zeitraum stattfinden, konnten die Lounges weiter ausgebaut und die Anzahl der ausstellenden Firmen erneut gesteigert werden.



Die Lounges sind eine neue und erfolgreiche Art im Businessbereich miteinander zu kommunizieren, oder einfach erfrischend anderes im Vergleich zu herkömmlichen Präsentationsplattformen.

Übliche Messen präsentieren Produkte, die zum Verkauf angeboten werden und haben Besucher, die planen, neue Geräte oder Apparaturen anzuschaffen – die Lounges präsentieren sich darüber hinaus als Kommunikationsplattform, in der die Produkte oder die angebotene Dienstleistungen der ausstellenden Firmen, Mittel zum Zweck sind. Der Austausch untereinander, zwischen Besucher und Aussteller, ob während der Fachvorträge oder den zahlreichen Aktionsbühnen steht im Vordergrund der Veranstaltung. Hinzu kommt die besondere Atmosphäre der Lounges, die zum Verweilen und Netzwerken einlädt.

Bis 10. März 2009 besteht die Möglichkeit, sich als Besucher über die Internetseiten der einzelnen Lounges zu registrieren. Sie können kostenlos in Karlsruhe dabei sein, wenn Sie folgenden Registrierungscode für Ihre Anmeldung verwenden: L32009. Der Eintritt und die Teilnahme an den Vortrags-Sessions sowie Essen und Getränke sind nach Anmeldung mit Registrierungscode kostenlos.

Lounges 2009

- HygieniCon
- Facility-Lounge
- GMP-Lounge
- Processing-Lounge
- Reinraum-Lounge
- Wasser-Lounge

→ www.new-lounges.de

The 17th International Processing, Filling and Packaging Technology Event for Asia



PROPAC ASIA 2009

17-20 JUNE 2009

BITEC, BANGKOK, THAILAND

www.propakasia.com



The 15th International Processing, Packaging & End-line Printing Exhibition



15th PROPAC CHINA 2009

15-17 JULY 2009

China's No.1 Processing & Packaging Event



www.propakchina.com



The International Processing and Packaging Exhibition and Conference for South Asia

PROPAC INDIA 2009

28-30 September 2009

Pragati Maidan, New Delhi, India

www.propak-india.com



neu im markt

„Eiskalt“ zerkleinern bei -196 °C

Die neue CryoMill von RETSCH

Die Schwingmühle CryoMill ist speziell für die Kryogenvermahlung entwickelt worden. Der Mahlbecher wird vor und während der Vermahlung durch das integrierte Kühlsystem mit flüssigem Stickstoff kontinuierlich gekühlt. Dadurch wird die Probe versprödet und leichtflüchtige Bestandteile bleiben erhalten. Der Stickstoff befindet sich in einem offenen Kreislauf und muss nicht per Hand nachgefüllt werden.

Dank des Autofill-Systems wird Stickstoff immer genau in der Menge nachdosiert, die zur Temperaturkonstanz bei -196 °C nötig ist. Die automatische Kühlung garantiert, dass mit der Vermahlung erst dann begonnen wird, wenn die Probe vollständig durchgekühlt ist – das reduziert den Verbrauch und garantiert reproduzierbare Mahlergebnisse.



Vorteile auf einen Blick

- ▶ Ideal für die Aufbereitung von temperatur-empfindlichen Proben und Kunststoffen
- ▶ Besonders sicher durch automatische Befüllung mit flüssigem Stickstoff
- ▶ Programmierbare Kühl- und Mahlzyklen
- ▶ Hohe Endfeinheit bis ca. $5\text{ }\mu\text{m}$

Durch Programmierung der verschiedenen Zerkleinerungsparameter werden Routinevermahlungen vereinfacht. Über Leuchtdioden auf dem Display kann jederzeit kontrolliert werden, welcher Schritt aktuell bearbeitet wird. Mit einer Schwingfrequenz von 25Hz zerkleinert die CryoMill sehr effektiv innerhalb weniger Minuten. Der dominierende Zerkleinerungsmechanismus ist die Prallbeanspruchung, daneben findet aber auch Reibung statt, so dass deutlich höhere Endfeinheiten erreicht werden als mit Vergleichsmühlen für kryogenes Vermahlen. Die CryoMill besitzt eine Mahlstelle für Mahlbecher mit Volumina von 25 ml, 35 ml und 50 ml. Alternativ kann ein Adapter eingesetzt werden, der bis zu 4 Mahlbecher mit 5 ml Volumen aufnehmen kann. Die Mühle erlaubt auch den Betrieb ohne Kühlung, was sie universell einsetzbar macht.

Retsch ist ein weltweit agierendes Unternehmen im Bereich der analysenneutralen Probenvorbereitung und Charakterisierung von Feststoffen. Zur umfangreichen Produktpalette gehören Mühlen und Backenbrecher für Grob-, Fein- und Feinstzerkleinerung innerhalb der Probenaufbereitung sowie Siebmaschinen und Siebe zur präzisen Korngrößenbestimmung.

→ www.retsch.de

www.Pipettendoktor.de

Tut der Pipette etwas weh - gibts schnelle Hilfe von www.Pipettendoktor.de



High-End Technik
für einen schnellen und reibungslosen Service

12-Kanal Waagen
modernster Bauart.

Schnelle 5- und 6 stellige
Waagen zur Kalibrierung auch für kleinste Volumina ab $0,1\text{ }\mu\text{l}$

Desinfektion
aller Pipetten mit Barrycidal 36



BIOHIT

Innovating for Health

Zertifiziert nach **DIN EN ISO 9001** und **DIN EN ISO 13485**

Akkreditiert nach **DIN EN ISO/IEC 17025**
DAR Registriernummer: DKD-K-49901

Hotline 06003 8282 25

Kalibration und Reparatur
von Pipetten, Dispensern, Pipettierhilfen, Steppern,
Büretten und Spritzen **sämtlicher Hersteller** nach
DIN/ISO 8655

Unser Team ist spezialisiert auf:

Abimed • Biohit • Biomérieux • Brand • Capp • Dr. Lange • Eppendorf • Finnpiquette • Gilson
Hamilton • Hirschmann • HTL • Jencons • Matrix • Neolab • Ortho Biovue • Ovation • Rainin
Roth • SLG • Socorex • StarLab • 3M ... und weitere!



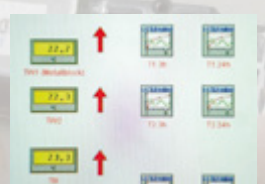
Vollklimatisiertes
Kalibrationslabor

EDV gestützte Temperatur-,
Luftdruck- und Feuchteerfassung,
inkl. online Datenverrechnung in
der Kalibrationssoftware

Kalibriert werden alle Pipetten
mit original Pipettenspitzen
(Auf speziellen Wunsch auch mit
Fremdspitzen)

Kalibrationsreport
nach DIN/ISO 8655 T6
(Standard)
oder DKD Kalibrierschein
(Auf Anfrage)

Validierte Software
mit Erinnerungsfunktion
zum nächsten Serviceintervall



BIOHIT Deutschland GmbH • Raiffeisenstraße 1 • 61191 Rosbach v. d. Höhe
Telefon (06003) 8282 0 • Telefax (06003) 8282 22 • Email: servicecenter@biohit.com

Ende.

Betreff: Das wahre Leben?

Ein Mann in einem Heißluftballon hat die Orientierung verloren. Er geht tiefer und sichtet eine Frau am Boden. Re sinkt noch weiter ab und ruft: "Entschuldigung, können Sie mir helfen? Ich habe einem Freund versprochen, ihn vor einer Stunde zu treffen; und ich weiß nicht wo ich bin."

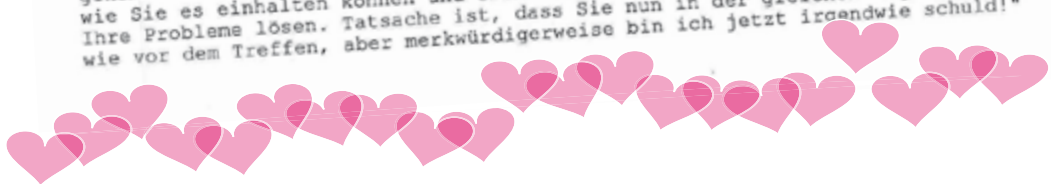
Die Frau am Boden antwortet: "Sie sind in einem Heißluftballon in ungefähr 10 m Höhe über Grund. Sie befinden sich auf dem 49. Grad, 28 Minuten und 11 Sekunden nördlicher Breite und 8 Grad, 28 Minuten und 58 Sekunden östlicher Länge."

"Sie müssen Ingenieurin sein" sagt der Ballonfahrer. "Bin ich auch", antwortet die Frau, "woher wissen Sie das?"

"Nun", sagt der Ballonfahrer, "alles was Sie mir sagten ist technisch korrekt, aber ich habe keine Ahnung, was ich mit Ihren Informationen anfangen soll, und Fakt ist, dass ich immer noch nicht weiß, wo ich bin. Offen gesagt, waren Sie keine große Hilfe. Sie haben höchstens meine Reise noch weiter verzögert".

Die Frau antwortet: "Sie müssen im Management tätig sein." "Ja", antwortet der Ballonfahrer, "aber woher wissen Sie das?"

"Nun", sagt die Frau, "Sie wissen weder wo Sie sind, noch wohin Sie fahren. Sie sind aufgrund einer großen Menge heißer Luft in Ihrer jetzigen Position gekommen. Sie haben ein Versprechen gemacht, von dem Sie keine Ahnung haben, wie Sie es einhalten können und erwarten von Leuten unter Ihnen, dass sie Ihre Probleme lösen. Tatsache ist, dass Sie nun in der gleichen Lage sind, wie vor dem Treffen, aber merkwürdigerweise bin ich jetzt irgendwie schuld!"



Babelfisch → Darwins Erben

Liebe Leute – wenn sich Menschen in einer Redaktion mit einem neuen Thema beschäftigen, dann ist heute das Internet eine wunderbare Fundgrube. Längst ist der Gang in Bibliotheken Vergangenheit – und manches, was man so am Wegesrand beim Wandern durch das Netz findet, hat seinen eigenen Reiz. So wie die folgende Text, der bei der Suche nach Herrn Darwin auftauchte:

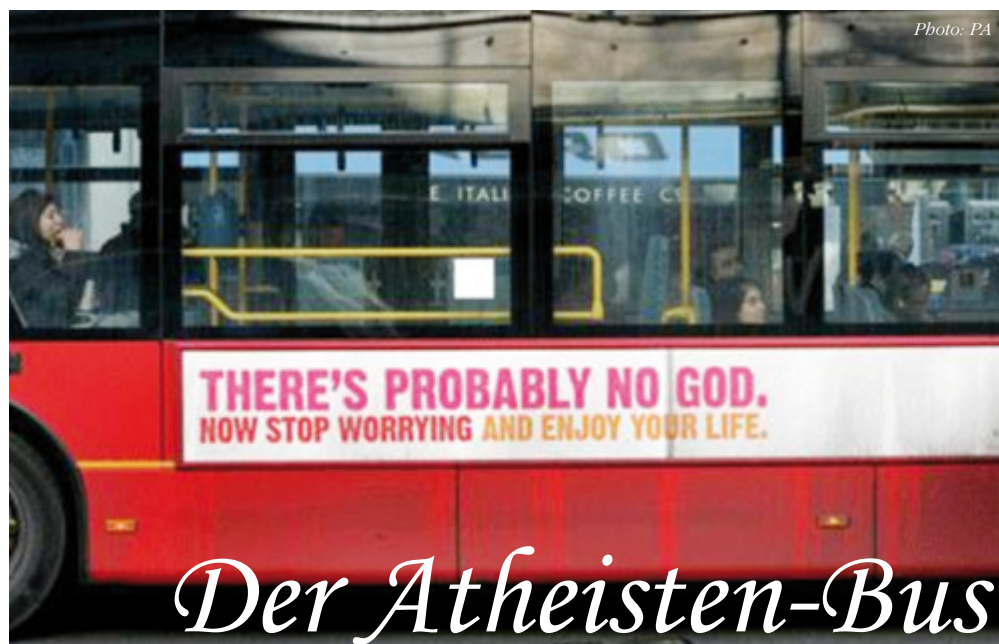
Darwin, die wenig outback Stadt in der Nordgegend von Australien, ist eine Weltstadt, die auf seine mannigfaltigen Kulturen und Farben stolz ist. Die Tatsache, daß sie nah an vielen asiatischen Ländern ist, hat sichergestellt, daß sie eine Anzahl von asiatischen Einflüssen gehabt hat. Und, das Land, das maximalen Einfluß auf Darwin gehabt hat, ist China. Der Chinese kam zu Darwin während der Goldanstürme im 1850's und im 1860's, nachdem vereinbarten sie unten, und es kam, ein Chinatown in Darwin zu geben. Die Chinesen in Darwin sind ziemlich traditionell und feiern ihre Festivals u. Fälle in einer sehr traditionellen Weise. Eins von den die meisten revered chinesische Festivals in Darwin ist das chinesische neue Jahr, Darwin. Das chinesische neue Jahr, Darwin wird mit vielem Pomp und Pracht in Darwin gefeiert, und innen so viel eine traditionelle Weise wie in Porzellan selbst. Die Vorbereitungen für die Feiern beginnen über einem Monat im voraus. Leute feiern das neue Jahr, indem sie Frieden zu den Freunden und zur Familie, mit Ritualen wünschen, die vom Symbolismus voll sind. Das chinesische neue Jahr, Darwin wird innen mit großer Nahrung, Festlichkeiten und neuer Kleidung hineingeführt. Häuser werden gänzlich gesäubert, damit das neue Jahr innen geholt wird, indem man heraus das alte löscht, und Weise für das neue bildend. Ein Abendessen der speziellen Festlichkeiten wird vorbereitet, bedeutet, Abschied zum Küche-Gott zu bieten, durch chinesische Tradition der Wächter des Herds, Erfinder des Feuers und Zensor von Moral. Das chinesische neue Jahr, Darwin sieht, daß die Leute, Rot zu hängen Dekorationen auf der Tür Papier-schneiden, wenn die roten Rollen mit Schwarzem eingeschrieben sind. Die Anzeigen wünschen für „Glück“, „Langlebigkeit“, „Fülle“ etc. Am Tag des neuen Jahres werden den Kindern die roten Umschläge gegeben, die Bargeld enthalten. Besuch Freunde und Familie mit speziellen Festlichkeiten bevölkern. Leute benehmen sich in ihrer besten Weise, und es gibt kein Schwören, Lügen oder Schreien. Kurz gesagt obwohl es einen Abstand zwischen China und diesen chinesischen Leuten in Darwin geben kann, lassen sie kaum jeden möglichen Stein unturned beim dem Feiern und Hineinführen im chinesischen neuen Jahr, Darwin in der traditionellen Weise.

(Maschinelle Übersetzung von Englisch)

→ www.de.asiarooms.com

Wie laesst sich die neue Jahreszahl 2009 aus lauter 7er Ziffern nur unter Verwendung von Subtraktions- und Multiplikationszeichen bilden?

Antwort (vielleicht in naechsten Heft)



Der Atheisten-Bus

Das Londoner Beispiel macht Schule: Mittlerweile trauen sich nicht nur England's Atheisten ihre Überzeugung offen zur Schau zu stellen. Auch in Barcelona, mitten im katholischen Spanien, prangt auf Hunderten Bussen der provokante Spruch. In Italien und Kanada sind ähnliche Kampagnen in Planung. In Australien hat sich inzwischen eine „NoToPope Coalition“ formiert, die nicht nur Nein zum Papst sagt, sondern mitunter auch zur Lehre der Bibel an sich.

Wir raten unseren Lesern – don't worry, be happy!

„Es gibt kaum etwas auf der Welt, das nicht irgendjemand ein wenig schlechter machen und etwas billiger verkaufen könnte. Die Menschen, die sich nur am Preis orientieren, werden die gerechte Beute solcher Machenschaften.“

Das hat ein John Ruskin gesagt, der bereits 1900 gestorben ist.



Foto: Heike Traut – gesehen in Darmstadt



Foto: JPM – Frankfurt, Goetbestraße

Schnäppchen!

MAUSFLUG

Spiderman lebt?! Diese und noch viel mehr unglaubliche Straßenmalereien stellt Julian Beever – Pavement Künstler aus Großbritannien – auf seiner Homepage vor. Sein Spiel mit Perspektive und Illusion ist verblüffend. Ein Mausflug, der sich lohnt.



→ <http://users.skynet.be/J.Beever/>

Incubator-Clean Desinfektionslösung



ZUM SPRÜHEN UND PUTZEN NUR
INCUBATOR-CLEAN BENUTZEN!

...für Inkubatoren & Sterilarbeitsplätze – beugt Kontaminationen vor. Super effektiv gegen Pilze (und Sporen), Bakterien (und Sporen; auch Tuberkulose-Bakterien), Viren (inklusive HIV und Hepatitis B) und Mycoplasmen. Die Lösung enthält kein Quecksilber, kein Formaldehyd, kein Phenol und keinen Alkohol und ist nicht-toxisch und biologisch abbaubar und sanft zu allen Oberflächen. Inkubator alle zwei Wochen aussprühen. Es ist nicht notwendig den Inkubator vor dem Einsprühen auszuräumen, da die aktiven Substanzen nicht flüchtig sind.

AppliChem

Darmstadt hat eine weitere Topadresse:
AppliChem GmbH Ottoweg 4 64291 Darmstadt Fon 06151/93 57-0 Fax 06151/93 57-11
service@applichem.com www.applichem.com

Sichern Sie sich
10% Messerabatt !!
ACHEMA Halle 5.1 J39-J40

IHRE
GESUNDHEIT SOLLTE
ES **I**HNEN WERT SEIN

Die SCAT-Füllstandskontrolle warnt rechtzeitig durch ein optisches und akustisches Signal vor Überfüllung von Abfallkanistern und vorm Leerlaufen – wichtig, wenn Behälter nicht leerlaufen dürfen!



Safety Specialist



www.scat-europe.com