

Service-Magazin für Medizin und Biowissenschaften Heft 1-2/2010 17. Februar bis 15. März

# Laborjournal



Bochum-Shanghai

## Die China-Connection





Was ist es, das Shanghai (li.) hat und Bochum (re., Bergbau-Museum) nicht?

Gespräch mit Klaus Gerwert und seinen Mitarbeitern

# Forschen in China

■ Seit über 30 Jahren pflegt die Max-Planck-Gesellschaft (MPG) Kontakte zu Wissenschaftlern im fernen China. Dieses Beziehungsnetzwerk mündete 2005 in die Gründung eines Instituts in Shanghai, das Partner Institute for Computational Biology (PICB). Wir sprachen mit einem der Direktoren, dem Bochumer Biophysiker Klaus Gerwert, und dreien seiner Mitarbeiter aus Shanghai über „Forschen in China“.

*Laborjournal:* Was will die MPG mit einem Institut ausgerechnet in China?

**Klaus Gerwert:** Dieses Engagement geht auf langjährige, gute Beziehungen zwischen der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und der chinesischen Akademie der Wissenschaften (CAS) zurück. Insbesondere Uli Schwarz, der damalige Direktor am MPI für Virusforschung in Tübingen – heute MPI für Entwicklungsbiologie – hatte viele Jahre Kontakte nach China und ist regelmäßig nach Shanghai geflogen. Auch Pei Gang, ein ehemaliger MPI-Nachwuchsgruppenleiter, der Präsident vom SIBS wurde, hat an den Beziehungen gearbeitet.

*Was ist SIBS?*

**Gerwert:** SIBS steht für Shanghai Institutes for Biological Sciences. Das ist ein führender Research Campus mit heute elf Instituten. Schwarz und Pei Gang wollten die seit Jahrzehnten bestehende Verbindung institutionalisieren. Das ist gelungen: 2005 wurde das PICB das erste ausländische Partnerinstitut der MPG auf dem SIBS-Campus. Die CAS ist der asiatische Partner.

Als Gründungsdirektoren berufen wurden Andreas Dress und Jin Li, genannt Felix. Zwei Jahre später kam Martin Vingron dazu. Er ist im Hauptamt Direktor am MPI für molekulare Genetik in Berlin. Ende 2008 bin ich dazu gekommen.

*Gab es chinesische Konkurrenz unter den Bewerbern für die Direktorenposten?*

**Gerwert:** Als es um meinen Posten ging, hatte die Auswahlkommission der MPG und der CAS sechs Kandidaten eingeladen. Ich war der einzige Nicht-Chinese. Deswegen wollte ich ursprünglich gar nicht

hinfahren. Aber Herbert Jäckle, Vizepräsident der MPG, hat mich ermuntert. Die Kommission hat sich dann klar für mich entschieden.

*Und doch sind Sie nach wie vor Professor für Biophysik an der Universität Bochum?*

**Gerwert:** Die Ruhr-Universität hat mit attraktiven Bleibekonditionen gekontert. Schließlich fanden wir einen Kompromiss. Ich wurde nicht Managing Director, sondern einer der vier Direktoren und behalte meinen Lehrstuhl in Bochum. Lediglich 20 Prozent meiner Arbeitszeit, so bestimmt es das Beamtenrecht, arbeite ich vor Ort in Shanghai. Meinen Arbeitsvertrag als Direktor am PICB habe ich mit der CAS. Außerdem wurde ich Fellow der MPG. Das bedeutet, dass ich eine von der MPG ausgestattete Arbeitsgruppe hier in Bochum habe. Mit Axel Mosig habe ich einen hervorragenden permanenten Stellvertreter in meinem Department in Shanghai. Insgesamt arbeiten dort jetzt in der Anfangsphase drei Deutsche und sieben Chinesen. Das Department wird aber wachsen.

*Harmoniert das westliche Wissenschaftssystem mit dem in China?*

**Gerwert:** Da gibt es schon große Unterschiede. Die CAS funktioniert wie früher die wissenschaftlichen Akademien in Osteuropa. Die Mitarbeiter an CAS-Instituten sind fest angestellte Principal Investigators, deshalb können Nachwuchskräfte nur schwer aufrücken. Genau das vermeidet aber die MPG. Der MPG war es wichtig, dass das Institut nach dem Vorbild der hiesigen Institute aufgebaut wird.

*Also ein Konflikt?*

**Gerwert:** In der Tat. Jin Li hat andere Vorstellungen zur Organisation und Leitung des Instituts als Martin Vingron und





ich. Aber wir brauchen den Nachwuchs, mit dem Erneuerung, Ideen und Konzepte kommen. Die Herausforderung ist, eine erfolgreiche Symbiose aus beiden Systemen zu finden. Dazu hatten wir schon einige Debatten unter den Direktoren. Das PICB hat nach MPG-Muster ein externes Scientific Advisory Board, das das Institut regelmäßig begutachtet.

*Gab es schon eine Evaluation?*

**Gerwert:** Ja, 2007. Und jetzt im September 2009 hatten wir unsere erste mit anderen MPG-Instituten vergleichende Begutachtung. Wir haben exzellent abgeschnitten. Deshalb sollen wir jetzt langfristig gefördert werden. Die CAS wird übrigens daraufhin ihr Budget verdoppeln.

*Verdoppeln?*

**Gerwert:** Irre, nicht war? Das ist eine neue Erfahrung für mich, dass man mir sagt, es gibt doppelt soviel Geld. Das haben wir in Deutschland schon seit Jahrzehnten nicht mehr. Aber auch die MPG hat uns zusätzliche Unterstützung zugesagt, wobei der Schwerpunkt auf der Förderung unabhängiger Nachwuchsgruppen liegen wird, die dann hoffentlich im chinesischen System Karriere machen. Denn langfristig ist unser Ziel, westliche Köpfe oder Chinesen mit westlicher Ausbildung und Denkweise im chinesischen Wissenschaftssystem zu etablieren. Damit soll eine persönliche Verbindung zu China geknüpft werden. Dies ist in China wichtig. In Zukunft ist eine Präsenz in China unerlässlich.

**Klaus Gerwert** ist Biophysiker. Er hat seit 1993 den Lehrstuhl für Biophysik an der RUB inne, ist Gründungssprecher des SFB 642 seit 2004. Ende 2008 wurde er Direktor am Max-Planck Partner Institute for Computational Biology PICB in Shanghai und Fellow der MPG.

**Axel Mosig** ist Bioinformatiker. Er ging 2005 nach Shanghai, hat seit 2008 seine eigene Arbeitsgruppe und ist Gerwerts permanenter Stellvertreter im Biophysik Department am PICB.

**Peter Serocka** ist der Leiter der EDV am PICB. Er leitet die Datenverarbeitung, herrscht über 1550 CPUs (Central Processing Units) und entwickelt Software zur Bildauswertung.

**Carsten Baldauf** ist Biochemiker und macht seinen ersten Postdoc in Shanghai in der Gruppe von Frauke Gräter. Er beschäftigt sich mit biomolekularen Simulationen am van Willebrandfaktor.

*Wie ist denn die Arbeit zwischen Bochum und Shanghai aufgeteilt?*

**Axel Mosig:** In Bochum wird experimentiert und die Computerarbeit, die Simulationen dazu, machen wir in Shanghai.

*Funktioniert die gruppeninterne Kommunikation über zigtausend Kilometer?*

**„Wir brauchen den Nachwuchs, mit dem Erneuerung, Ideen und Konzepte kommen. Die Herausforderung ist, eine erfolgreiche Symbiose aus beiden Systemen zu finden.“**

**Mosig:** Das größte Problem ist der Zeitunterschied. Peter Serocka hat für uns die Datenleitung optimiert und ein Setup für Videokonferenzen eingerichtet. Die Kommunikation ist jetzt hervorragend.

**Peter Serocka:** Das Internet hakt schon mal, gerade Google ist immer öfter gesperrt. Wenn man Informationen etwa für einen Vortrag sucht, muss man schon mal warten.

*Gelingt es Ihnen, Personal für die Nachwuchsgruppen aus Europa oder den USA zu rekrutieren? Oder ist das schwierig?*

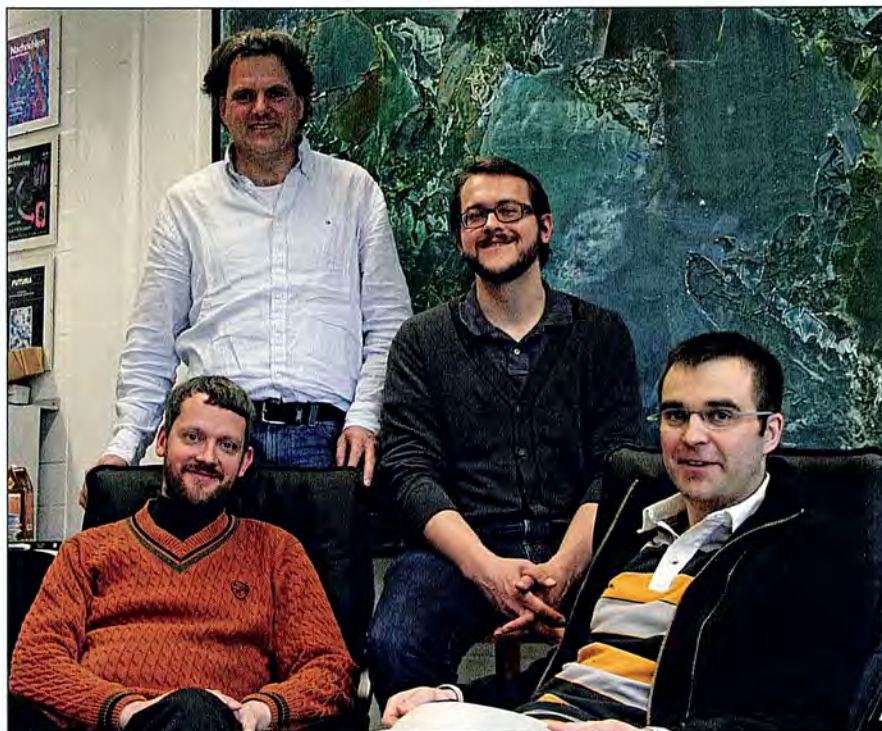
**Mosig:** Kein Problem, die MPG-Nachwuchsgruppen haben ja weltweit einen guten Ruf.

**Gerwert:** Man sollte aber schon eine Affinität zu Shanghai haben. Ein Beispiel dafür ist Frauke Gräter. Sie hat ein Faible für China und spricht auch chinesisch – wie übrigens auch Axel Mosig. Frauke war MPG-Nachwuchsgruppenleiterin am PICB. Sie hat in Shanghai promoviert, in den USA Postdoc gemacht, ging zurück nach Shanghai an das PICB und ist jetzt AG-Leiterin in Heidelberg am EML von der Klaus Tschira-Stiftung. Sie plant, ein „Klaus Tschira Lab“ am PICB einzurichten und darüber die Verbindung zu halten.

*Wie sind die Erfahrungen mit dem chinesischen Nachwuchs? Sie unterrichten ja an der Universität in Shanghai Studierende und am PICB haben Sie Doktoranden.*

**Mosig:** Ich finde, die Doktoranden sind extrem motiviert und arbeitsam. Insofern trifft das Klischee vom fleißigen Chinesen zu. Aber sie sind betreuungsintensiver, nicht so eigenständig wie die hiesigen Doktoranden. Bei Problemen kommen sie beispielsweise nicht zu mir und fragen, sondern ich muss, gerade in der Anfangsphase der Promotion, immer wieder nachhaken, ob es Schwierigkeiten gibt. Man muss ihnen beibringen, dass eine Dissertation mehr ist als nur fünf Jahre fleißig zu sein, dass man dafür eigene Ansätze und Ideen formulieren und testen muss.

**Gerwert:** Ich gebe in Shanghai die gleichen Kurse wie in Bochum und im direkten Vergleich ist mir aufgefallen, dass die Studierenden weniger gewohnt sind, im ▶



Lange Arbeitswege: Klaus Gerwert pendelt zwischen seinen Teams in Bochum und Shanghai (von links: Peter Serocka, Klaus Gerwert, Carsten Baldauf, Axel Mosig)



Team zu arbeiten. Sie arbeiten für sich alleine, während meine Bochumer Studenten im Team die Probleme lösen.

*Woran liegt das?*

**Gerwert:** Das hat bestimmt mehrere Gründe. Einer mag sein, dass die Studierenden eigentlich nur Frontalunterricht bekommen. Außerdem haben sie einen teils übertriebenen Respekt vor dem Betreuer. Man darf auch nicht vergessen, dass chinesische Studierende und erst

## Partner Institute for Computational Biology

Das PICB beherbergt vier Departments und vier unabhängige Nachwuchsgruppen. Neben Klaus Gerwert, der die Biophysik leitet, sind Andreas Dress (Kombinatorik und Geometrie), Jin Li (Computergenomik) und Martin Vingron (regulatorische Genomik) wissenschaftliche Direktoren.

Die Nachwuchsgruppenleiter sind Philipp Khaitovich (vergleichende Genetik), Frauke Gräter (Proteinmechanik und Evolution), Xinguang Zhu (Pflanzensystembiologie) und Jun Yan (funktionelle Genomik).

Finanziell wurde das Institut in seiner fünfjährigen Aufbauphase mit insgesamt 7,5 Millionen Euro gefördert. Davon übernahm die Chinesische Akademie der Wissenschaften (CAS) zwei Drittel, ein Drittel stellte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) zur Verfügung.

In China unterhält die MPG übrigens drei weitere Forschergruppen. Außerdem sucht sie aktuell einen Leiter für die Paul Gerson Unna Nachwuchsgruppe, die ebenfalls am PICB angesiedelt werden soll.

recht unsere chinesischen Doktoranden eine unglaubliche Auslese hinter sich gebracht haben. Es dürfen nur zehn Prozent der High School-Absolventen auf die Unis. Und nur die allerbesten davon können bei uns eine Doktorarbeit beginnen. Deshalb sind sie hoch motiviert, aber auch Einzelkämpfer. Egal, wann man ins Institut kommt – und ich komme wegen des Jetlags auch schon mal mitten in der Nacht –, es sind immer Doktoranden da.

Aber die Unterschiede zwischen den Kulturen bereichern die Zusammenarbeit für alle Beteiligten. Die Europäer bringen ihre Arbeits- und Kommunikationskultur mit und die chinesischen Studierenden sehen, wieviel lockerer wir miteinander umgehen. Umgekehrt erleben unsere Mitarbeiter einen exotischen, interessanten Arbeitsplatz und machen sehr spannende kulturelle Erfahrungen. Jedes Mal, wenn ich nach Shanghai fahre, nehme ich drei, vier meiner Mitarbeiter mit und die sind immer sehr begeistert, auch von der Stadt, die ein faszinierender, unglaublich dynamischer Schmelztiigel ist.

*Reden wir über die praktischen Dinge des Lebens in China. Ist es schwierig, ein Visum zu bekommen?*

*„Langfristig ist unser Ziel, westliche Köpfe oder Chinesen mit westlicher Ausbildung und Denkweise im chinesischen Wissenschaftssystem zu etablieren.“*

**Gerwert:** Es ist völlig unbürokratisch, ich bekam innerhalb von fünf Tagen ein Jahresvisum. Für uns ist es derzeit leichter, nach China zu reisen als in die USA.

**Serocka:** Um unsere Visa kümmert sich die CAS, weil wir an einem Institut des SIBS-Campus arbeiten. Da geht alles reibungslos.

**Mosig:** Genau. Im Prinzip beschränkt sich unser Aufwand darauf, dass wir denen einmal im Jahr unseren Pass in die Hand drücken.

**Serocka:** Und 80 Euro.

*Wie lebt es sich in Shanghai? Das ist doch eine gigantische Stadt und die Luft soll deutlich dicker sein als hier.*

**Carsten Baldauf:** Die Luft ist besser, als man denkt. Vermutlich, weil die Stadt am Meer liegt und die Meeresbrise ordentlich durchfegt.

**Gerwert:** In Shanghai lebt es sich wunderbar. Der SIBS-Campus ist grün, mit vie-

len Palmen. Jeden Morgen arbeiten sich 15 Gärtner durch die Parkanlage. Der Campus und damit auch das PICB liegen im älteren Teil der Stadt, in dem früher Franzosen lebten. Das macht sich noch heute in der Architektur bemerkbar.

**Baldauf:** Die Alleen mit Platanen sehen aus wie in Südfrankreich. Wir können sogar Croissants zum Frühstück kaufen.

*Sie mögen keine Algensuppe zum Frühstück?*

**Baldauf:** (verzieht das Gesicht) Eher nicht. Wer will, bekommt in Shanghai jede Art europäisches Essen.

**Mosig:** Ich gewöhne mich langsam daran. Es hilft, dass meine Frau Chinesin ist.

*Sprechen wir noch ein bisschen über Wissenschaft. Was forschen Sie eigentlich?*

**Gerwert:** Wir untersuchen, wie Proteine funktionieren, und zwar experimentell und in Simulationen. Proteine sind dynamische Moleküle, die in biologischen Netzwerken arbeiten. Um diese Netzwerkdynamik zu verstehen, messen wir Proteine und ihre Interaktionen experimentell orts- und zeitaufgelöst und entwickeln darauf basierend eine Theorie, die diese Interaktionen simuliert.

Experimentell setzen wir auf Röntgenstrukturanalyse und Spektroskopie, speziell auf die Vibrationspektroskopie, also auf Infrarot- und Ramanspektroskopie. Die Strukturanalyse gibt Auskunft darüber, wie ein Protein aufgebaut ist, mit der Spektroskopie führen wir zeitaufgelöste Messungen durch und können so die Dynamik und Interaktion der Proteine beschreiben.

*Welche Proteine haben Sie im Visier?*

**Gerwert:** Zunächst haben wir über den Protonentransfer in Bakteriorhodopsin gearbeitet. Und dann kam im Rahmen des SFB



Foto: PICB



642 in Zusammenarbeit mit Roger Goody und Alfred Wittinghofer aus dem MPI für molekulare Physiologie in Dortmund das Ras-Protein hinzu. An ihm untersuchen wir den GTPase-Mechanismus.

*Zuerst ein paar Details über Rhodopsin?*

**Gerwert:** Wir haben gezeigt, welche Aminosäuren und Wassermoleküle am Protonentransfer beteiligt sind. Dazu blitzen wir die Proteine an – auf diese Weise werden die Reaktionen synchron gestartet – und nehmen mit Nanosekunden-Zeitauflösung das Infrarotspektrum auf. Wir können genau sagen, welche IR-Bande welche Gruppe des Proteins reflektiert. So können wir die Kinetik einer Reaktion messen, also die zeitliche Veränderung bestimmter IR-Banden über einen Zeitraum von Nanobis Millisekunden. Wir haben verfolgt, wie bestimmte Asparaginsäuren des Bakteriorhodopsins protoniert oder deprotoniert werden.

2006 publizierten wir einen Artikel, in dem wir zeigten, dass dabei die Protonierungsänderung von Wassermolekülen eine zentrale Rolle spielt. Solche protonierten Wasserkomplexe, Eigen- oder Zundel-Kationen genannt, kennt die physikalische Chemie in Eis und in Wasser. Wir haben sie erstmals in Proteinen gefunden.

*Was interessiert Sie an Ras?*

**Gerwert:** Wir fragen uns, wie Ras Signalwege anschalten kann und wie es durch GAP wieder abgeschaltet wird.

*GAP steht für GTPase-aktivierendes Protein, das die GTPase-Aktivität von Ras stimuliert.*

**Gerwert:** Genau. Normalerweise wird Ras durch die Hydrolyse von GTP zu GDP und Phosphat abgeschaltet und damit der Signalweg unterbrochen. Onkogenmutiert kann es nicht mehr „Off“ gestellt werden und es kommt zu unkontrollierten

Wachstumssignalen, was zur Krebsentstehung beiträgt. Warum ist das so? Wir haben mit zeitaufgelöster Infrarotspektroskopie zunächst jeden Schritt der GTP-Hydrolyse analysiert. Zunächst ist GTP an Ras gebunden und damit „On“ geschaltet. Dann nähert sich GAP und steckt einen positiv geladenen Argininfinger, den Alfred Wittinghofer entdeckt hat, Richtung GTP-Bindestelle des Ras-Proteins. Dadurch wird im Protein ein Wassermolekül positioniert, das die Phosphatbindung nukleophil angreift. Das Phosphat wird in zwei Schritten

abgespalten und Ras damit „Off“ geschaltet. Diese zwei Schritte konnten wir im Detail auflösen. Ras selber hydrolysiert GTP langsam, GAP beschleunigt die Hydrolyse um fünf Größenordnungen. Dies wollen wir jetzt am Computer simulieren.

Inzwischen können wir zusammen mit Herbert Waldmann vom Dortmunder MPI Ras-Proteine mit Lipidankern an eine Membran binden und damit ihr Interaktionsnetzwerk mit anderen Proteinen nahe an den physiologischen Bedingungen analysieren. Wir können auch testen, ▶



Acquity<sup>H</sup>  
UPLC<sup>®</sup> CLASS

FÜR ALLE, DIE NACH WIE VOR MIT HPLC-METHODEN ARBEITEN,  
HABEN WIR NUR EIN WORT.

**WILLKOMMEN.**

DIE NEUE ACQUITY UPLC<sup>®</sup> H-KLASSE.  
ULTIMATIVE LEISTUNG FÜR JEDES LABOR.  
Melden Sie sich für eine Produktpräsentation an unter [waters.com/hclass](http://waters.com/hclass)

©2010 Waters Corporation. Waters, ACQUITY UPLC und  
The Science of What's Possible sind Marken der Waters Corporation.

Waters  
THE SCIENCE OF WHAT'S POSSIBLE™



welche kleinen Moleküle das Anschalten von onkogen mutiertem Ras inhibieren. Sie wären potenzielle pharmazeutische Wirkstoffe. Letztlich wollen wir mit der Vibrationsspektroskopie auch Zellen und Gewebe analysieren.

*Wie soll das funktionieren? In einer Zelle sind Tausende verschiedener Moleküle, die alle unterschiedliche Spektren liefern. Wie wollen Sie aus diesem Wirrwarr das Ras-Signal herausfiltern?*

**Mosig:** Stimmt, Gewebe ist komplex und im Krebsgewebe ist mehr verändert als nur ein Protein. Deshalb versuchen wir erst gar nicht, einzelne Spektren bestimmten Proteinen zuzuordnen, sondern suchen nach Differenzen im Spektrum von gesundem und bösartigem Gewebe. Auf diese Weise erhalten wir ein mit einer Krankheit assoziiertes Spektrum.

*Das scheint ein sehr optimistischer Ansatz zu sein.*

**Gerwert:** Ich bin mir sicher, dass man mit Vibrationsspektroskopie biochemisches Imaging machen kann. Sehen wir uns mal die IR-Imaging-Bilder von Darmgewebe an, die sind einfach überzeugend. (Er schaltet den Laptop an und startet eine Präsentation.) Bei Vibrationsspektren, die wir an isolierten Proteinen aufnehmen, können wir jede einzelne Bande identifizieren. Wenn wir Krebsgewebe anschauen,

dem gleichen Gewebe haben wir zuvor ortsaufgelöst mit einem Mikroskop die Infrarotspektren aufgenommen. Die Spektren der Krebszellen zeigen eine charakteristische Bande. Diese Bande taucht exakt nur in den Zellen auf, die der Pathologe als entartet diagnostiziert. Damit haben wir einen potenziellen optischen Biomarker für diesen Krebs. Wir können anhand charakteristischer Banden zum Beispiel klar ein Adenom von einem Karzinom unterscheiden. Das hat uns eine Pathologin bestätigt.

*„Ich finde, die Doktoranden sind extrem motiviert und arbeitsam. [...] Aber sie sind betreuungintensiver, nicht so eigenständig wie die hiesigen Doktoranden.“*

*Wirklich?*

**Gerwert:** Die Banden sind wie Fingerabdrücke. Axel Mosig wird eine Datenbank von solchen Fingerabdrücken anlegen, so dass man durch den Vergleich der Daten neuer Proben mit der Datenbank das Gewebe schnell und automatisch charakterisieren kann.

Ziel ist es, Klassifizierer zu finden, die aus den Spektren automatisch Erkrankungen identifizieren können. Dieses

*Wäre dieser Test besser als die Befunde des Pathologen?*

**Gerwert:** In der Medizin wird der erfahrene Pathologe immer das letzte Wort haben. Der Vorteil ist: man kann sofort bei der OP ein Infrarot- oder Ramanbild aufnehmen. Die Spektren geben dann schnell eine erste Aussage. Das geht vielleicht sogar endoskopisch, dann vermutlich aber eher mit Raman- als mit Infrarotmikroskopie. Im Übrigen setzen wir in unserem Konsortium zur Identifizierung von Biomarkern auch klassische Proteomanalyse ein. Für dieses Konsortium, genannt PURE, der Protein Research Unit Ruhr within Europe, bekamen wir gerade vom Land NRW eine erhebliche Bewilligung. [siehe auch Seite 12; die Red.]

*Die Biomarkersuche mit Proteomics war bisher weltweit ziemlich erfolglos. Was wollen Sie besser machen?*

**Gerwert:** Mit dem PURE-Konsortium haben wir hier einen einzigartigen integrierten Ansatz, es werden Klinik, Phänotypisierung der Proben, Proteomik, Spektroskopie, Imaging und Bioinformatik Hand in Hand arbeiten. Außerdem wollen wir mit gut charakterisierten großen Patienten-Kohorten arbeiten.

*Warten wir mal ab, was dabei herauskommt. Macht es Sinn, zwei Arbeitsgruppen auf verschiedenen Kontinenten zu haben?*

**Gerwert:** Ich habe damit ja erst ein Jahr Erfahrung, ich kann das noch nicht abschließend beurteilen. Im Moment ist es eine Bereicherung für die Arbeitsgruppe. Es gibt auch Probleme. Bestellungen etwa gehen deutlich zäher als wir es von der RUB gewohnt sind. Amerika kennt man, aber China ist ganz anders. Das war mir nicht klar. Doch die Zukunft wird in China sein.

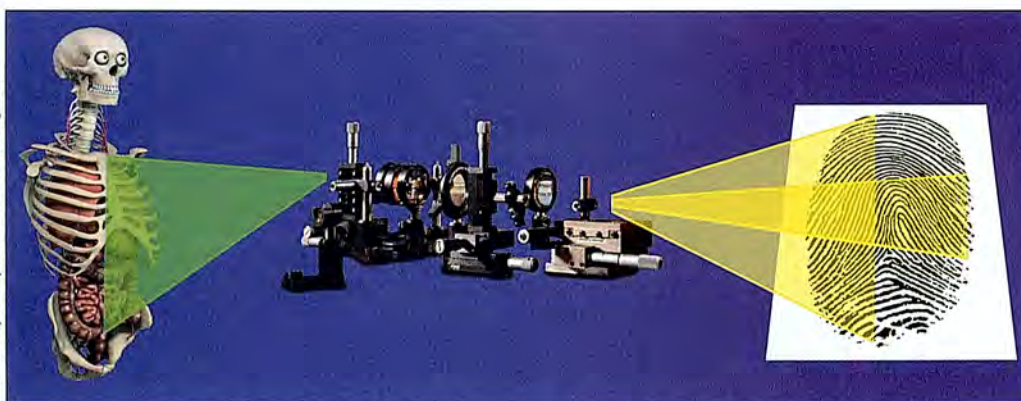
*Was sagt die Familie zu dem Ost-West-Spagat?*

**Gerwert:** Die schon fast erwachsenen Kinder fanden Shanghai faszinierend. Natürlich bekomme ich immer Aufträge, was ich mitbringen soll.

*Nämlich?*

**Gerwert:** (lacht) Chinas Exporthits: Fake-Edel-Klamotten und Elektronik.

INTERVIEW: KARIN HOLLRICHER



Bilder: iStock/junism, jessedchristoffersen Montage: LW

Klaus Gerwerts Team am PICB in Shanghai sucht unter anderem nach „optischen Biomarkern“: per Vibrationsspektroskopie (Infrarot- und Ramanspektroskopie) wollen die Forscher Krebs-typische Bandenmuster definieren, um anhand dieses „Fingerabdrucks“ krankes Gewebe von gesundem zu unterscheiden.

wollen wir nur im Vergleich zu anderen Gewebeschnitten Unterschiede finden und in den Spektren Markerbanden identifizieren, die charakteristisch für Krebs sind.

Wir lösen keine einzelnen Proteine mehr auf. Wir haben hier (zeigt auf ein Bild) ein Gewebe aus der Darmschleimhaut angefärbt mit Hämatoxylin-Eosin. Aus der Morphologie kann der Pathologe sagen, wo die Krebszellen sitzen. Von

Gebiet des *vibrational imaging* entwickelt sich weltweit rasant.

*Was wäre dann die Aussage?*

**Mosig:** Diese oder jene Probe enthält mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Karzinom und im Idealfall kann das in einem frühen, noch symptomlosen und leicht zu therapierenden Zustand identifiziert werden.