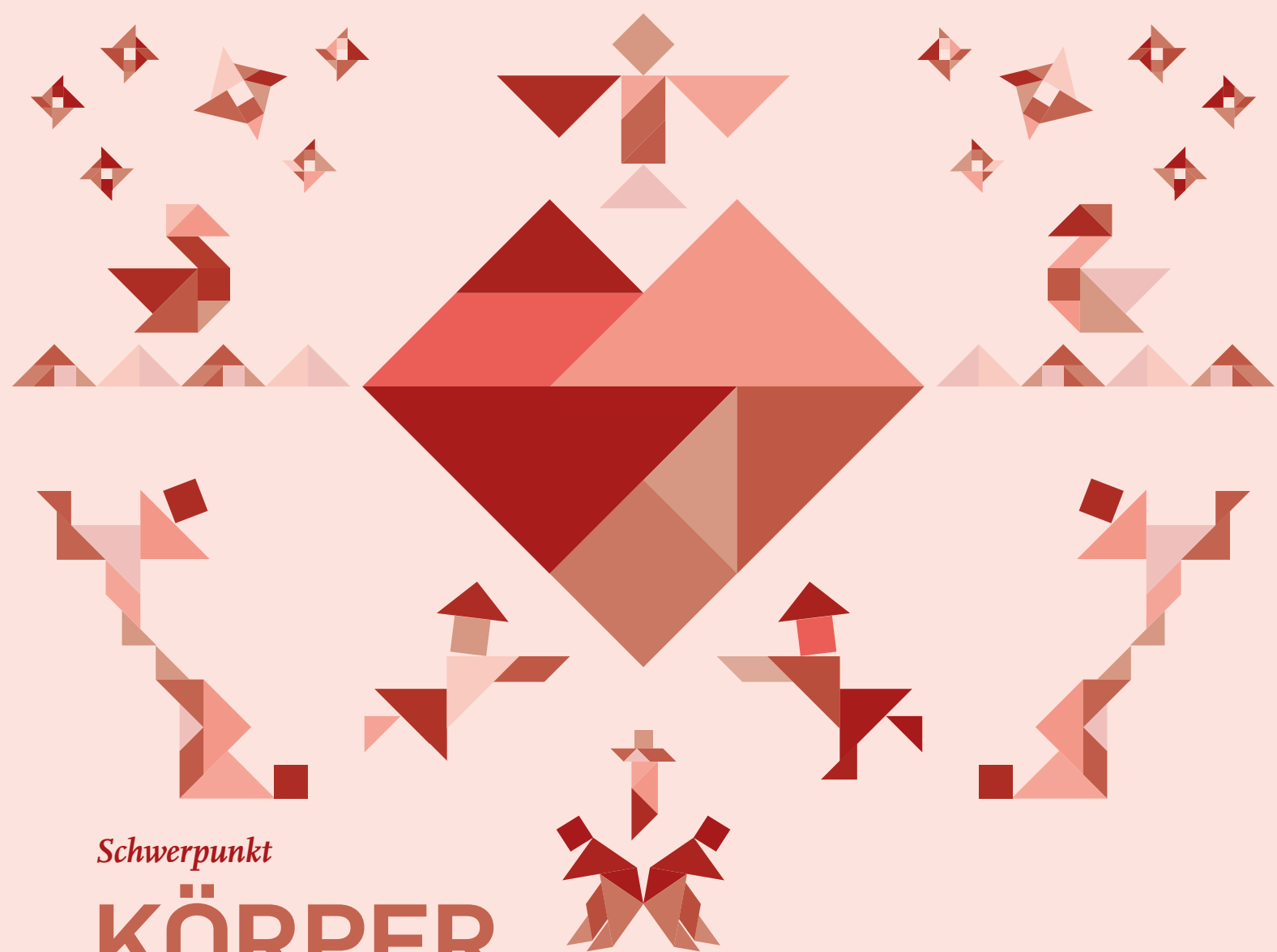


RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN



Schwerpunkt

KÖRPER

WENIGER SCHMERZEN DANK VIDEO
SCHÖNHEITSIDEALE IN DEN MEDIEN
INFEKTIONSSCHUTZRECHT IN ZEITEN VON CORONA

#30
Jahrgang

Nr. 1 | 2020

Hier werden die dreidimensionalen Verformungen auf der Oberfläche eines dünnen Testobjekts aus Gummi gemessen. (Foto: rs)

Mechanik

GEFÄSSVERENGUNGEN BEHANDELN ODER NICHT

Ingenieurteams simulieren das Verhalten von Blutgefäßen. So wollen sie abschätzen helfen, ob eine Behandlung notwendig ist und wie sie aussehen sollte.



Wenn sich in Arterien Ablagerungen gebildet haben, die das Blutgefäß zu verschließen drohen oder sich lösen und kleinere Gefäße verstopfen könnten, stehen Medizinerinnen und Mediziner vor der Frage, ob und wie sie eingreifen sollten. Eine Möglichkeit, ein verengtes Gefäß wieder durchgängig zu machen, ist die Ballondilatation. Dabei wird von der Leiste des Patienten oder der Patientin durch einen Katheter ein kleiner Ballon bis zur verkalkten Stelle der Arterie vorgeschoben und dort mit Druck aufgeblasen. Dadurch erweitert sich das Gefäß, und das Blut kann wieder fließen. Bei diesem Eingriff kann allerdings auch einiges schiefgehen. Ist der Druck im Ballon zu hoch, wird das Blutgefäß zu weit aufgedehnt und der Plaque kann einreißen. Oder es kommt zu so starken Verletzungen der Gefäßwand, dass es später Komplikationen gibt.

Um solche Vorkommnisse vorhersehen und vermeiden zu können, stellen Forscherinnen und Forscher der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften aufwendige Berechnungen an. Die Mechaniker Prof. Dr. Daniel Balzani und Prof. Dr. Klaus Hackl beschäftigen sich damit, das Verhalten elastischer Gewebe wie Blutgefäße zu simulieren. Daniel Balzani und sein Team konzentrieren sich dabei darauf, das Risiko für mögliche Schädigungen vorab zu berechnen. „Idealerweise erhält ein Arzt dann basierend auf Ultraschalluntersuchungen des Gefäßes eine Wahrscheinlichkeit, mit der zum Beispiel eine Engstelle im Gefäß einen Schlaganfall oder Herzinfarkt verursachen wird“, erklärt Daniel Balzani. „So kann er Therapieentscheidungen fundierter treffen und unnötige Eingriffe und damit Komplikationen vermeiden. Dies spart auch finanzielle Ressourcen, die dann sinnvoller eingesetzt werden können.“

Die Berechnung eines solchen Risikos ist allerdings alles andere als einfach. Über die Materialeigenschaften von Blutgefäßen kann man im Wesentlichen Kenntnisse aus Tierversuchen oder Untersuchungen an den Gefäßen Verstorbener gewinnen. „Wir arbeiten daher mit vereinfachten und automatisierten Modellen, in die wir möglichst viele Eigenschaften der Gefäße integrieren, um patientenspezifische Simulationen zu ermöglichen“, erklärt Daniel Balzani.

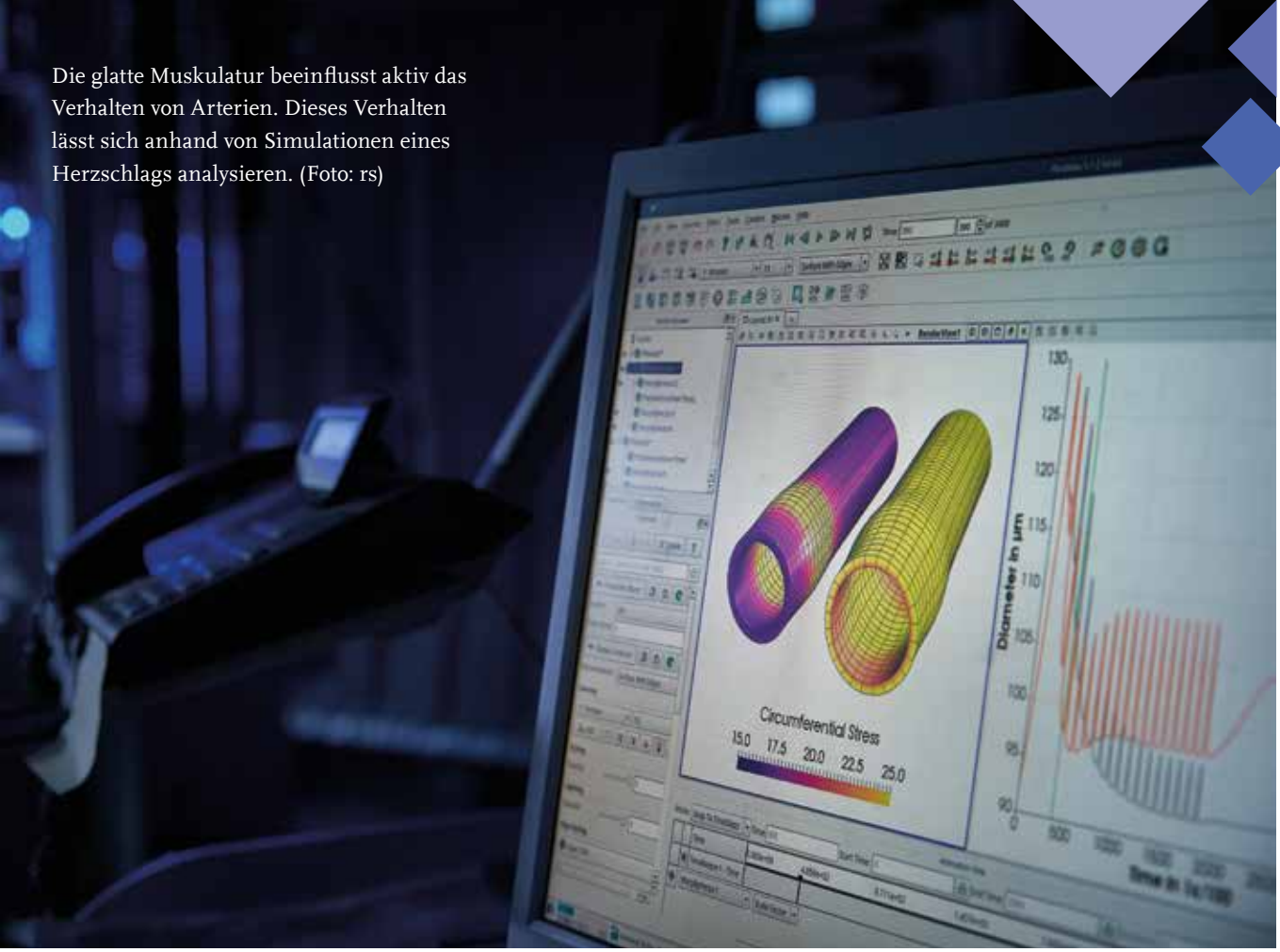
So verlaufen die Fasern im Gefäßinneren quer zum Blutfluss, weiter außen eher in Diagonalrichtung. Neben der Orientierung der Fasern müssen viele andere Effekte bei Simulationen berücksichtigt werden, zum Beispiel die Elastizität der Gefäßwand, die Eigenspannung in der Arterie, die Aktivität der glatten Muskelzellen, die das Gefäß umgeben und seinen Durchmesser aktiv beeinflussen, und die Schädigungen bei einer möglichen Überdehnung des Gefäßes. Ganz zu schweigen von der Beschaffenheit der Plaques, die für die Verengung von Blutgefäßen verantwortlich sind. „So eine Ablagerung ist zwar steif, aber nicht grundsätzlich fest, sie fühlt sich zum Teil an wie nasser Strandsand“, beschreibt Daniel Balzani. Mechanische Experimente sind daher schwierig.

Die Ingenieure setzen bei ihren Berechnungen darauf, dass sich die Strukturen jeweils angepasst an die jeweilige Belastung entwickeln, ganz ähnlich wie sich Muskeln bei stetiger Beanspruchung verdicken. „Mit diesen Informationen ▶



Stefan Seifert (links) und Daniel Balzani im Labor des Lehrstuhls für Kontinuumsmechanik (Foto: rs)

Die glatte Muskulatur beeinflusst aktiv das Verhalten von Arterien. Dieses Verhalten lässt sich anhand von Simulationen eines Herzschlags analysieren. (Foto: rs)



können wir sozusagen das optimal passende Material in der Simulation wachsen lassen“, erklärt Balzani. Für jede Gefäßeigenschaft entwickeln die Ingenieure einen eigenen Algorithmus. Schließlich müssen sie alle miteinander gekoppelt und alles muss zeitgleich berechnet werden. „Ganz so weit sind wir noch nicht“, schränkt Daniel Balzani ein. Einzelne Kombinationen sind jedoch schon umgesetzt. Für die Berechnung dieser miteinander verstränkten Algorithmen müssen Großrechner ran. „Selbst die brauchen einige Tage für die Berechnung zweier Herzschläge“, so Balzani.

Den Erfolg von Behandlungen vorhersagen

Auch Klaus Hackl arbeitet mit seinem Team daran, den Erfolg einer möglichen Ballondilatation vorherzusagen. Sein Hauptaugenmerk liegt dabei jedoch auf der Computersimulation der Heilung verletzter Gefäße. „Wir möchten auf der Basis von Magnetresonanz- oder Computertomografien des betroffenen Gefäßes dem Arzt oder der Ärztin sagen können, an welcher Stelle in einem 3D-Szenario und mit welchem Druck er oder sie den Ballon am besten aufblasen sollte, damit die Behandlung zum gewünschten Erfolg führt und keine so schlimme Schädigung der Gefäßwand hervorruft, dass die Arterie nicht mehr heilen kann“, erklärt Klaus Hackl. Auch er sieht sich mit den komplexen Materialeigenschaften konfrontiert. „Wenn wir nur die Regeln der Thermodynamik anwenden würden, käme bei unseren Berechnungen für Gefäßverletzungen heraus, dass der Körper mit der Zeit immer mehr gesundes durch krankes Gewebe ersetzen würde“, veranschaulicht der Forscher. „Der Körper kann das aber gezielt außer Kraft setzen, was wir in unseren Modellen berücksichtigen.“

Die Ergebnisse ihrer Berechnungen vergleichen die Forscher mit experimentellen Daten aus den Untersuchungen von Gefäßen, um zu sehen, ob die Rechnungen plausible Daten liefern. In die entsprechenden Berechnungen bezieht auch Hackls Gruppe Informationen über die Elastizität der Arterienwand, die Beschaffenheit der Plaques sowie des Ballons mit ein. „Gefäße reißen zum Beispiel nicht wie mit dem Messer geschnitten, sondern entlang der Fasern“, so Hackl.

Neben Blutgefäßverletzungen ist er auch an der Heilung oberflächlicher Wunden interessiert. Um zuverlässige Prognosen zu erreichen, beziehen die Forscher eine größere Anzahl von Kennwerten über die Eigenschaften der Haut ein und teilen den Wundbereich in unzählige kleine Felder auf. Jedes ist dabei mit jedem anderen verknüpft und alle beeinflussen sich gegenseitig. „Bis wir eine praktische Anwendung haben, wird es noch ein paar Jahre dauern“, schätzt Hackl. „In einfachen Fällen, wie zum Beispiel bei der Heilung unterschiedlicher Knochen, funktioniert das schon jetzt.“



Klaus Hackl leitet an der RUB den Lehrstuhl Mechanik – Materialtheorie. (Foto: Katja Marquard)

”
GEFÄSSE REISSEN
NICHT WIE MIT
DEM MESSER
GESCHNITTEN.
“

Klaus Hackl

REDAKTIONSSCHLUSS



Bilder: Christine Kaimer, Lehrstuhl Biologie der Mikroorganismen



Beim Begriff Körper haben viele Menschen unweigerlich ein Bild des menschlichen Körpers vor Augen. Im Redaktionsprozess für dieses Heft erreichten das Rubin-Team aber auch Aufnahmen ganz anderer Körper – bei den hier gezeigten Gebilden handelt es sich um Bakterien. Sie können als Einzelzellen vorliegen, in manchen Situationen, etwa bei Nährstoffmangel, aber auch zum Kollektiv werden. Dann bilden hunderttausend Einzelzellen einen Fruchtkörper, der als eigener Organismus begriffen werden kann. Auf dem großen Bild greift gerade das räuberische Bakterium *Myxococcus xanthus* (links im großen Bild) eine Kolonie des Darmbakteriums *Escherichia coli* (rechts im großen Bild) an, um sich von dessen Biomasse zu ernähren. Dabei arbeiten viele Einzelzellen zusammen – so als wären sie ein Organismus.



IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Astrid Deuber-Mankowsky (Philologie), Prof. Dr. Constantin Goschler (Geschichtswissenschaften), Prof. Dr. Markus Kaltenborn (Jura), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Dorothea Kolossa (Elektrotechnik/Informationstechnik), Prof. Dr. Denise Manahan-Vaughan (Medizin), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Andreas Ostendorf (Prorektor für Forschung, Transfer und wissenschaftlichen Nachwuch), Prof. Dr. Martin Tegenthoff (Medizin), Prof. Dr. Martin Werding (Sozialwissenschaft), Prof. Dr. Marc Wichern (Bau- und Umweltingenieurwissenschaft), Prof. Dr. Peter Wick (Evangelische Theologie), Prof. Dr. Stefan Winter (Wirtschaftswissenschaft)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Abteilung Wissenschaftskommunikation, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, Fax: 0234/32-14136, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md); Raffaella Römer (rr)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Hofsteder Str. 66, 44809 Bochum, Tel.: 0176/29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpfe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVER: Agentur der RUB

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für die Seiten 12 und 28: Roberto Schirdewahn; Teaserfotos für die Seiten 18 und 46: Damian Gorczany, Teaserfoto für Seite 60: ESO/T. Preibisch

GRAFIK, ILLUSTRATION, ANIMATION, LAYOUT UND SATZ: Agentur der RUB, www.rub.de/agentur

DRUCK: AZ Druck und Datentechnik GmbH, Heisinger Straße 16, 87437 Kempten, www.az-druck.de

AUFLAGE: 4.500

ANZEIGENVERWALTUNG UND -HERSTELLUNG: vmm wirtschaftsverlag GmbH & Co. KG, Kleine Grottenau 1, 86150 Augsburg, Barbara Vogt, Tel.: 0821 4405-432, b.vogt@vmm-digital.de, www.vmm-wirtschaftsverlag.de

BEZUG: RUBIN erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter news.rub.de/rubin/abo. Das Abonnement kann per E-Mail an rubin@rub.de gekündigt werden.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren