



PROSIT!



Reinhard Renneberg
Viola Berkling

Biotechno- logische Leckerbissen

SACHBUCH



Springer Spektrum

Biotechnologische Leckerbissen

Das Team



Reinhard Renneberg
mit Schildkröte, die ihn „entschleunigen“ soll



Viola Berkling
von der Biolumnen-Leserin zur Mitautorin



Ming Fai Chow
mit talentiertem Sohn KingKing



Darja Süßbier
als Wissenschaftsgrafikerin hier zuständig fürs Layout

Reinhard Renneberg Viola Berkling

Biotechnologische Leckerbissen

Mit Cartoons von Ming Fai Chow



Springer Spektrum

Autoren

Prof. Dr. Reinhard Renneberg
The Hong Kong University of Science and Technology
E-Mail: chrenneb@ust.hk

Viola Berkling
E-Mail: viola.berkling@googlemail.com

Cartoons: Ming Fai Chow

ISBN 978-3-642-37110-3 ISBN 978-3-642-37111-0 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-37111-0

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Planung und Lektorat: Merlet Behncke-Braunbeck, Imme Techentin
Layout/Gestaltung: Darja Süßbier
Einbandabbildung: Ming Fai Chow
Einbandentwurf: deblik, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Spektrum ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.springer-spektrum.de

Vorwort

„*Avoid boring people!*“ Dieses Motto meines Vorbildes Jim Watson ist genial und bewusst doppeldeutig gewählt: „Meide Langweiler!“ und: „Langweile (selber) niemanden!“

Aufmerksame Leser von *Katzenklon*, *Katzenklon* und *Ein Löffelchen voll Biotechnologie* haben sicher gemerkt, dass nun Viola Berkling mit im Titel steht. Sie, von Hause aus Arabistin (mit blondem Haar!), hat sich von einer begeisterten Biolummen-Nur-Leserin und 10 000 Emails-Schreiberin zu einer klugen, ideenreichen und lustigen Mitautorin entwickelt.

Einfach zum Verlieben! Es wird so uns beiden niemals langweilig und hoffentlich auch nicht der geneigten Leserschaft!
Reinhard Renneberg

„Lange Vorworte liest kein Mensch!“, sagt Reinhard weise in *Biotechnologie für Einsteiger*. Die Hochachtung vor unseren Lesern und Freunden gebietet dennoch ein paar Worte. Mitte 2011 hat wohl niemand daran gedacht, am wenigsten ich selbst, dass ich eines Tages mit dem international renommierten Biotechnologen Reinhard Renneberg ein Buch veröffentliche. Mittlerweile ist es unser zweites Gemeinschaftswerk, das zusammen mit vielen uns gleichgesinnten Bildungsmenschen entstanden ist.

Viola Berkling (JoJo Tricolor)

Danke Master Ming Fai Chow, du bist über die Jahre mit deinen wunderbaren Cartoons immer besser und schneller geworden!

So bedanken wir uns herzlich bei Dr. Steffen Schmidt, Wissenschaftsredakteur des *Neuen Deutschland*. Ohne seine Ideenanstöße und redaktionelle Bearbeitung würde es manche Biolumne nicht geben.

Ein großes Dankeschön geht an Wolfgang Meyer. Er korrigiert und verbessert von Anfang an unsere Entwürfe und ist stets als treuer Freund für uns da.

Wir danken unserer langjährigen Freundin Darja Süßbier für ihr kreatives Layout, ihre künstlerische Einbringung und feinfühliges Art.

Unser Dank gilt Merlet Behncke-Braunbeck, die uns nach dem Motto „Merlet macht’s möglich“ mit hoher Kompetenz von der Verlagsseite betreut.

Es ist uns ein Bedürfnis, unseren Freunden und Brüdern im Geiste an dieser Stelle zu danken: Prof. Gottfried Schatz (Basel), Prof. Ingo Potrykus (Zürich), Prof. Jürgen Lademann (Berlin), Dr. Horst Rehberger (Saarbrücken), Dr. Olaf Schulz (Berlin), Dr. Hubert Rehm (Freiburg), Gerd Spelsberg (Aachen). Ohne ihren Beistand und ihre Ermutigungen wären die biotechnologischen Leckerbissen nicht in der Form zustande gekommen.

Wir freuen uns auf die nächsten Biolumen-Abenteuer!

Reinhard Renneberg und Viola Berkling

Hongkong, Dezember 2012

Inhalt

Der Kaffee und die Insekten	10
Stammzellen aus der Haut	13
Mauern mit Klebereis	16
Lob der Nadel	19
»23andMe« und ich	22
Glücksklee gentechnisch?	25
Dünne Luft und DNA	28
Gene für 120-Jährige?	31
Wimpern mit Nebenwirkungen	34
Ferngesteuerte Fadenwürmer?	37
Glückliche Labormäuse?	40
In Pilzhäusern wie die Schlümpfe?	43
Stammzellen-Therapie für Bello	46
Darwins DNA-Reise	49
Viagra – wissenschaftlich	52
Bakterien statt Eiben	55
Nadeln gestoppt?	58
Genetischer Über-Code?	61
»Gelman-eggs« – die Rache	64
Kommunismus im Darm	67
Dem Wurm sei Dank	70
Onkologe auf vier Beinen	73
Der Labormaus-Retter	76
Der Apfel im Haus... ..	79
Stumpfe Wunderwaffe(1)	82

Stumpfe Wunderwaffe(2)	85
Stumpfe Wunderwaffe(3)	88
Stumpfe Wunderwaffe(4)	91
Stinkepilz im Mundwasser	94
Das »Krieger-Gen«	97
Rinderpest? Ausgerottet!	100
Kartöffelchen, Kartoffe l...	103
Pilze fürs Herz!	106
Espresso am Strand	109
Vitamin C fürs Gedächtnis	112
Patentidee T. Rex-Steak?	115
Katzen-AIDS?	118
Mammut-Frostschutz	121
Panda in den Tank!	124
Bluteiweiß aus Reis	127
Das Umwelt-Schaf	130
DNA-Phantom-Bild	133
Wenn Fett schmeckt	136
Scharf, klein und rot	139
Alle Algen fliegen hoch	142
Schirm, Charme und Melone	145
Das Virus aus dem Labor (1)	148
Das Virus aus dem Labor (2)	151
Zur Sicherheit Alkohol	154
Muskeln vom Osterhasen?	157
Napoleon und ich	160
... die nackten Fakten	163
Wo sind die Dicken?	166
Grüner Tee gegen Fett	169
Giftige Schönheit	172

Fischiger Nervenkitzel	175
Ohne Moos nüscht los!	178
Rennen wie in Afrika	181
Mein TV-Herzinfarkt (1)	184
Mein TV-Herzinfarkt (2)	187
Mein TV-Herzinfarkt (3)	190
Mein TV-Herzinfarkt (4)	193
Natürlich grün-gold	196
Das Gewimmel in uns	199
Krebs und Krieg	202
Buch in DNA gespeichert.....	205
Winzige Winzer winters	208
Der Fluch der rauchenden Oma	211
Bis 120 gesund leben!	214



Der Kaffee und die Insekten

Die Kaffee-Kantate von Thomaskantor Bach aus dem Jahre 1734 schildert humorvoll-ironisch eine Szene aus dem

08.05.10

Leben der Leipziger von anno dunnemals: Herr Schlendrian (Bass) versucht mit wütenden Drohungen seiner Tochter Liesgen (Sopran) die Unsitte des täglichen Kaffeetrinkens abzugewöhnen. Erst als er ihr die Erlaubnis zur Heirat in Aussicht stellt, lenkt die eigenwillige Tochter ein. Liesgen lässt aber heimlich verbreiten: Ich akzeptiere nur einen Mann, der mir auch in der Ehe jederzeit das Kaffeetrinken gestattet. So, so ...

An Johann Sebastian denke ich als Fast-Leipziger (das heißt: Merseburger) täglich, wenn ich im subtropischen Dschungelgarten in Hongkong am Computer meinen morgendlichen Kaffee schlürfe. Das ND lese ich dabei über das Internet »umweltfreundlich«. Die Druckausgabe kommt nämlich mit der Schneckenpost erst nach einer Woche zu mir nach Fernost.

Ich habe bei Kaffee aber hin und wieder ein schlechtes Gewissen wegen meiner Herzprobleme. Deshalb stürze ich mich nach wie vor auf jede Nachricht, die dem Kaffee positive gesundheitliche Wirkung zuschreibt.

Erst einmal ein paar Zahlen zu den braunen Bohnen: Finnen verbrauchen elf Kilo Rohkaffee pro Kopf und Jahr, die Deutschen 6,6, Italiener und Franzosen 5,5 Kilo. Im Norden holt man sich also die Sonne ins Haus! Im Welthandel ist Kaffee übrigens der zweitwichtigste Rohstoff direkt nach Erdöl!

Moderate Mengen Kaffee (zwei bis vier Tassen pro Tag) sollen die Gesundheit fördern. Bei allen Zweifeln an der Vergleichbarkeit der Daten: Dickdarmkrebs war bei Kaffeetrinkern 25 Prozent seltener, bei Gallensteinen sind es 45 Prozent. Asthma-Attacken waren um 25 Prozent seltener. Analysen zeigen zudem, dass Kaffee viermal mehr von den womöglich



krebsverhindernden Antioxidanzien enthält als Tee. Und wie steht's mit dem Schadstoffgehalt? Vor allem auf großen Kaffeeplantagen werden intensiv Insektizide und Herbizide gesprüht. Die Mischungen und Röstverfahren sind das eigentliche Geheimnis der Kaffeehersteller.

Der Kaffee wird bei ihnen etwa zwei Minuten geröstet, bei 170 bis 220 Grad Celsius. Je länger die Bohnen rösten, desto magenfreundlicher ist der Kaffee. Das hat seinen Preis. Aber nun lernen wir: das verringert auch den Gehalt an Pestiziden.

Schon das dicke Fruchtfleisch der Kirsche schützt die Kaffeebohne weitgehend vor Pestiziden. Und wenn etwas eventuell doch durchdringt, werden spätestens beim Rösten die Schadstoffe unschädlich gemacht. Die hohen Temperaturen zerstören die Insektizide. Aus Sicht der Verbraucher also ist Kaffee in dieser Hinsicht unbedenklich.

Anders sieht es natürlich auf den Plantagen aus, also beim Kaffeeanbau und bei der Ernte. Hier werden die Arbeiter erheblichen Gefährdungen ausgesetzt. Insofern macht der Kauf von biologisch angebautem Kaffee Sinn, zum Wohle der Kaffeebauern und Landarbeiter. Fair gehandelte Kaffees tragen dazu bei, in den Herstellerländern die soziale Situation zu verbessern. Und: Die Kleinen verwenden deutlich weniger Pestizide als die Kaffeebarone!

Apropos Pestizide. Paulo Mazzafera von der Uni Campinas in Brasilien hat im *Journal of Agricultural and Food Chemistry* beschrieben, dass nicht nur das Koffein Insekten beeindruckt, sondern spezielle Eiweiße in den Kaffeebohnen insektizide Eigenschaften haben. Diese so genannten Legumine töten beispielsweise Käferlarven. Ein natürlicher Insektenschutz, ungefährlich für uns.

Sie sind aber nur in ungeröstete Bohnen aktiv. Wenn ich also ein Insekt wäre: Ich würde nur gerösteten Kaffee trinken! Keine natürlichen und menschlichen Insektizide mehr drin!

Höchste Zeit für eine Tasse Kaffee vom *Coffeeshop* der Uni! Lustigerweise heißt Kaffee auf Kantonesisch, dem Hongkonger Dialekt, *Gaffee*. Klingt original sächsisch! Wie meine selige Merseburger Oma immer sagte: »Eene gleene Dasse Gaffee? Aber heesse un siesse muss er sinn...«

Der Hongkonger Shaw-Preis gilt als »asiatischer Nobelpreis«. Ian Wilmut, der weltbekannte Schöpfer des Klonschafs

Dolly, hat bei der Entgegennahme des Shaw-Preises einen Methodenwechsel seiner Forschung angekündigt. In Zukunft will Wilmut auf menschliche Stammzellen aus geklonten Embryonen ganz verzichten. Der Grund für seinen Sinneswandel: Gleich zwei Forschergruppen konnten die ethisch umstrittenen embryonalen Stammzellen durch »normale« Körperzellen ersetzen.

Kurz rekapituliert: Nach der Befruchtung besitzen die Zellen des Embryos die Fähigkeit, sich unendlich zu teilen und zu jedem Gewebe des Körpers zu entwickeln (*Pluripotenz*). Solche Zellen hätten die Mediziner gern, um kranke Zellen oder Gewebe zu ersetzen, etwa im Rückenmark oder bei Diabetikern in der Bauchspeicheldrüse. Da der Embryo zur Gewinnung dieser Stammzellen aber zerstört werden muss, ist diese Methode ethisch umstritten und in Deutschland verboten.

Doch was, wenn man Körperzellen Erwachsener so umprogrammieren könnte, dass sie die Eigenschaften embryonaler Stammzellen annehmen? Genau das gelang einem Team um Shinya Yamanaka von der Universität Kyoto bereits 2007. Dazu hatten sie nur vier Gene in die ausgereiften menschlichen Zellen eingeschleust. Die umgewandelten Hautzellen unterschieden sich in Aussehen und Wachstumseigenschaften nicht von embryonalen Stammzellen. Im Labor ließen sich die Zellen kontrolliert in andere Zelltypen verwandeln. So begannen sie zum Beispiel in der Kulturschale rhythmisch zu zucken – sie hatten sich zu Herzmuskelzellen entwickelt.

Vergleichbares gelang auch einer Forschergruppe um Junying Yu von der Universität von Wisconsin-Madison. Während



Yamanaka Hautzellen aus dem Gesicht einer 36-jährigen Japanerin reprogrammierte, waren es bei Yu Zellen aus der Vorhaut eines Neugeborenen. Die Gewinnung pluripotenter Zellen aus Körperzellen ist nicht nur ethisch konfliktfrei, sondern hat zudem den Vorteil, dass theoretisch jeder Patient mit körpereigenen Ersatzzellen versorgt werden kann und so die Probleme mit der Abstoßung bei Zell- oder Gewebetransplantationen vermieden werden. Yamanaka ist heute Professor am Institute for Frontier Medical Sciences an der Universität Kyoto und erhielt

2012 den Nobelpreis für Medizin. Ich traf den bescheidenen und sympathischen Wissenschaftler vor Jahren während meines Forschungsaufenthaltes in Kyoto, nicht ahnend, dass ich meinen Sake mit einem Genie trank. Yamanaka ist ganz anders als der großsprecherische Südkoreaner Hwang Woo-Suk, dem später die Fälschung seiner Stammzell-Ergebnisse nachgewiesen wurde.

Von einer therapeutischen Anwendung ist man aber noch weit entfernt. Die induzierten pluripotenten Stammzellen (iPSC), wie sie wegen ihrer Entstehung genannt werden, müssen noch genauer charakterisiert werden und ihr Einsatz darf keine Tumore auslösen, ein Problem, das auch bei den embryonalen Stammzellen noch ungelöst ist.

Induzierte pluripotente Stammzellen weisen als solche nicht das Potenzial zur Entwicklung eines Embryos auf, so dass ihre Erzeugung, die gezielte Entwicklung zu differenzierten Zellen an keiner Stelle mit einer Verletzung der Menschenwürde verbunden wäre.

Es ist dem Entdecker Shinya Yamanaka umso höher anzurechnen, dass er selber auf noch vorhandene Missbrauchspotenziale aufmerksam machte. Wenn nämlich induzierte pluripotente Stammzellen in entkernte Eizellen transferiert würden, könnte sich daraus wiederum ein Mensch entwickeln. Deshalb verbot das Ministerium für Wissenschaft Japans schon mal prophylaktisch die Zugabe von iPSC zu einem Embryo oder Fetus, die Produktion von Ei- und Samenzellen aus iPSC sowie die Implantation von Embryonen, die aus iPSC hergestellt werden, in Menschen und Tiere. In all diesen Fällen ginge es um neue Klonvarianten. Besonders heikel wäre die Produktion von Ei- und Samenzellen mittels iPSC. Letzteres würde enorme Missbrauchsmöglichkeiten bei einer Zeugung von Menschen völlig unabhängig von Mann und Frau im Labor mit sich bringen.

Mauern mit Klebreis

05.06.10

Wie ärgerlich! Der Rest Reis, der seit gestern in der Küche steht, ist fest am Topf angebacken. Wie Ze-

ment. Der Vergleich scheint bemüht, doch gemacht – gerade las ich von Forschungen über den Einsatz von Reis in Mörtel.

Vor mehr als 4000 Jahren begann man mit Kalkmörtel zu bauen. Im alten Rom fügte man der mit ausgebranntem Kalk und Wasser angerührten Masse Bruchsteine, Gips und anderes Material zu, um die Festigkeit zu erhöhen. Im Mittelalter gab man in Europa Quark und Eier hinzu.

Anders in China: Gerade bei bedeutenden Gebäuden, wie Grabmälern, Stadtmauern und im Wasserbau, rührte man den Mörtel mit Klebreis an. Die darin enthaltene Stärke lässt den Mörtel besonders hart und witterungsbeständig werden. Der Reis verbessert auch die Haftung auf den Ziegeln, fanden jetzt Chemiker und Restauratoren um Fuwei Yang von der Universität Zhejiang heraus. Aus diesem Grund sei Klebreis-Kalkmörtel das Mittel der Wahl bei der Restaurierung alten Mauerwerks, schreiben die Forscher im Fachblatt *Accounts of Chemical Research* (DOI: 10.1021/ar9001944).

Mit der klassischen Jodprobe (Blaufärbung) wiesen die Forscher Stärke in Kalkmörtel aus der alten Stadtmauer in Nanjing nach. In selbst hergestelltem Klebreis-Kalkmörtel waren die Kalkkristalle kleiner und dichter gepackt als in herkömmlichem Mörtel.

Ein weiterer Vorteil: die Stärke bindet Wasser und verschafft so dem Kalk mehr Zeit, durch Aufnahme von Kohlendioxid aus der Luft gründlich auszuhärten.

Die Behauptungen der Archäologen werden inzwischen durch Mörtelanalysen aus Mauern der alten Hauptstadt Xian gestützt. Diese stammen zwar aus der Ming-Dynastie des 14. Jahr-



hunderts, der Baubeginn wird aber auf das 3. Jahrhundert vor unserer Zeit datiert.

Die dauerhafte Festigkeit des Mörtels ließ die Hoffnung entstehen, durch Analysen auf ein lange vergessenes, auch heute anwendbares und vielleicht sogar vermarktbare Mörtelrezept

zu stoßen. Das Ergebnis war verblüffend: Die Daten entsprechen denen des gleichen klebrigen Reisschleims, der seit Jahrtausenden in China traditionell zum Frühstück serviert wird.

Ein zusätzliches Infrarot-Spektrogramm ergab eindeutige strukturspezifische Ähnlichkeiten zwischen dem alten Mörtel und Reis auf molekularer Ebene. Sein Team sei daher davon überzeugt, dass es sich tatsächlich um das gleiche Material handle, schreibt Yang. Somit steht zumindest analytisch fest, wo die alchinesischen Maurer ihren restlichen Frühstücksreis gelassen haben. Einen wirklich erstklassigen Naturzement erhält man übrigens, wenn dem Reisschleim-Mörtel etwas Leinöl zugefügt wird. Letzteres sorgt nach angemessen langer Trockenzeit für einen wasserdichten Lackabschluss.

Stärke als Klebemittel ist natürlich auch in Europa bekannt. Ich erinnere mich an meine Pappmaché-Basteleien mit Mehlkleister. Und 1888 ersetzte der Malermeister Ferdinand Sichel (1859-1930) aus Hannover den bis dahin im Tapezierhandwerk gebräuchlichen Knochenleim durch Tapetenkleister auf Basis von Pflanzenstärke.

Der Sichel-Tapetenkleister musste vor der Verarbeitung nur mit heißem Wasser verdünnt und verrührt werden. Anfang der 1920er Jahre übernahm Sichel die Herstellung des von Friedrich Supf entwickelten kaltwasserlöslichen Stärkekleisters in Trockenform. 1953 brachte die westdeutsche Firma Henkel unter dem Namen Metylan einen neuartigen Tapetenkleister auf den Markt, der aus reiner Methylzellulose bestand, aus modifizierter Zellulose also.

Und wo kommt moderne Biotech ins Spiel? Bei der effektiven Erzeugung der benötigten Stärke.

Aber das ist ein weites, auch umstrittenes Feld.

Einmal in der Woche
gebe ich mir die Nadel.
18 Nadeln verschaffen
mir eine Stunde lang
totale Entspannung

vom Uni-Stress. Dabei versetzt mir die bildhübsche Akupunkturschwester über die Nadeln Stromstöße, die mich wild zucken lassen. Das entspannt aber derart, dass ich neuerdings manchmal dabei sogar einschlafe ...

Seit 4000 Jahren regen asiatische Ärzte den Fluss des *Chi* an, entlang der unsichtbaren Energiekanäle, Meridiane genannt.

Alles Einbildung? Eines Wissenschaftlers unwürdig? Unseriös? Typischer Placebo-Effekt?

Westliche Mediziner bemängeln bisher: Zufällig gemischt und doppelblind lasse sich häufig kein Unterschied zum klassischen Placebo nachweisen.

Bei Migräne und Kopfschmerzen wird die Akupunktur allgemein anerkannt. Ob aber die laut Traditioneller Chinesischer Medizin (TCM) vorgegebenen Akupunkturpunkte tatsächlich die einzigen wirksamen Einstichorte für Nadeln sind, ist offen. Welche molekularen Mechanismen hinter der schmerzlindernden Therapie mit Nadeln stehen, ist noch ungeklärt.

Ich war auch lange reserviert, doch nun fand ich in der höchst seriösen *Nature Neuroscience* einen überraschenden Artikel. In besagtem Artikel berichtet das Team um Maiken Nedergaard von der University of Rochester (USA) über Versuche mit Mäusen und Akupunktur. Das Molekül Adenosin spielt dabei die Hauptrolle. Adenosin kann mit Phosphatbindungen das wichtige Adenosintriphosphat (ATP) bilden. Mit ATP wird Energie in chemischer Form dorthin transportiert, wo sie im Körper dringend gebraucht wird.

Adenosin ist aber auch als Botenstoff bei Schlaf und Immunreaktionen bekannt und ein natürlicher Schmerzhemmer.



Maiken Nedergaard wies nun nach, dass Akupunktur diesen Stoff aktiviert. Die Forscher behandelten Mäuse mit einer schmerzenden Pfote so, wie man es auch bei Menschen machen würde. Die Mäuse wurden am *Zunsanli-Punkt*, einem bekannten Akupunkturpunkt nahe des Knies, genadelt.

Die Sitzung dauerte dreißig Minuten. Auch die übliche Drehung der Nadeln mit der Hand wurde durchgeführt – eine Maßnahme, die die Wirkung des Eingriffs verstärken soll.

Ob verstärkt oder nicht, eine Wirkung war jedenfalls da. Nedergaard fand heraus, dass der Adenosin-Gehalt im Gewebe in unmittelbarer Nähe der Nadelstiche um das 24-fache gestiegen war. Die dergestalt behandelten Mäuse empfanden um rund zwei Drittel weniger Schmerzen. Dies zu überprüfen, nutzte man Verhaltenstests, z.B. wurden die Pfoten mit einer Bürste gereizt und die Zeit des »Pfotenrückziehens« gemessen.

Adenosin vermittelt seine schmerzlindernde Wirkung offenbar durch Bindung an einen speziellen, so genannten A1-Rezeptor. Mäuse, denen das dazugehörige Gen aus dem Erbgut entfernt worden war, sprachen auch nicht auf die Akupunktur-Therapie an.

Nedergaard und ihre Kollegen suchten nun nach Substanzen, die den physiologischen Effekt der Akupunktur verstärken. Sie stießen auf *Desoxycoformycin*, das bislang vor allem in der Krebstherapie eingesetzt wurde. Der Stoff hemmt den Abbau von Adenosin im Gewebe. Dadurch stieg der Adenosin-Level in den Muskeln um das Dreifache. Dementsprechend hielt auch die schmerzlindernde Wirkung dreimal so lange an.

Die sehr sorgfältig ausgeführten Versuche zeigen, dass Adenosin ein neuer »Player« in diesem ganzen Prozess ist. Das ist ein sehr interessanter Beitrag für unser wachsendes Verständnis der Akupunktur und ihrer komplexen Wirkung. Adenosin dürfte nicht der letzte Stoff gewesen sein, den es in diesem Zusammenhang zu entdecken gibt.

Ob sich nun Ost und West – Meridianlehre und molekulare Medizin – annähern, bleibt abzuwarten.

Ich halte es da mit dem großen Paracelsus, der sagte:

»Wer heilt, hat Recht!«