



# Startrampe für Nanokosmologen

Heinz Rüterjans etablierte in Frankfurt die biomolekulare Magnetresonanz

von Joachim Pietzsch

**Frankfurt ist eine weltweit sichtbare Hochburg der biophysikalischen Chemie. Jenseits der Fachwelt ruft diese Aussage aber eher Achselzucken hervor. Dabei könnte sich die Disziplin mit Fug und Recht »Nanokosmologie« nennen und damit einiges Aufsehen erregen.**

**M**it physikalischen und chemischen Methoden dringen Forscher – einer Raumfahrt ins Innere des Körpers vergleichbar – immer tiefer in die kleinsten Dimensionen des Lebens vor, die viel weiter von unseren alltäglichen Größenordnungen entfernt sind als der Mond, und zeichnen dort das Zusammen-

spiel der Moleküle immer deutlicher nach. Auf dieser Entdeckungsreise ist die Magnetresonanzspektroskopie ein unverzichtbares Gefährt. Im Gegensatz zur Röntgenkristallografie, die künstlich erstarrte Strukturen entschlüsselt, vermag diese Technik die Form von Molekülen in ihrer natürlichen Umgebung zu erfassen und damit deren Dynamik zu verstehen. Wenig wahrgenommen von der Öffentlichkeit versteckt sie sich als »NMR« (für »Nuclear Magnetic Resonance«) im Jargon der Grundlagenforschung, während sie in ihrer medizinischen Anwendung als Kernspintomografie einen hohen Bekanntheitsgrad genießt.

Heinz Rüterjans, der 1978 auf den neu geschaffenen Lehrstuhl für Biophysikalische

**1** Prof. Heinz Rüterjans 1993 mit einem Modell des Verdauungs-Moleküls Trypsin mit Trypsin-Inhibitor.

2 Arbeitsgruppen,  
die heute am Zentrum für  
Biomolekulare Magnetische  
Resonanz arbeiten.  
Die modernen Spektrometer  
stehen Wissenschaftlern aus  
ganz Europa zur Verfügung.



Chemie an der Goethe-Universität berufen wurde und ihn bis zu seiner Emeritierung 2003 ein Vierteljahrhundert lang innehatte, verhalf nicht nur der NMR in Frankfurt zu einem grandiosen Aufschwung, der die Goethe-Universität zu einem ihrer Weltzentren werden ließ. Er war auch maßgeblich daran beteiligt, den Studiengang Biochemie zu gründen und das Biozentrum auf dem Campus Riedberg ins Leben zu rufen.

**Die Stadt hatte ein schlechtes Image, aber die Uni lockte ihn**

Dabei hatte ihm eigentlich nichts ferner gelegen, als nach Frankfurt zu gehen. Als Professor für biophysikalische Chemie in Münster hatte er sich in den 1970er Jahren zu einem herausragenden Spezialisten für die Analyse von Biomolekülen mithilfe der Magnetresonanz entwickelt. Er war ein Pionier auf einem Zukunftsfeld, das es erst zu erschließen galt, und konnte dementsprechend zwischen verschiedenen Angeboten renommierter Universitäten wählen. Das Image von Frankfurt aber war damals auf einem Tiefpunkt. »Meine Frau und ich hatten ausgemacht, dass diese Stadt überhaupt nicht in Frage kam.« Dass ihm die dortige Universität jedoch eine einmalige Chance böte, Neues aufzubauen, und es sich deshalb lohne, nach Frankfurt zu wechseln, davon überzeugten ihn sowohl sein Münsteraner Chef Ewald Wicke als auch Frankfurter Kollegen, die seine wissenschaftliche Leistung und seine interdisziplinäre Kollegialität schätzten, darunter Hugo Fasold, mit dem er später den Studiengang Biochemie schuf.

Natürlich wusste Rüterjans auch vom spezifischen Genius Loci Frankfurts für sein Fachgebiet. Hatten doch hier Otto Stern und Walther Gerlach im Februar 1922 ihr berühmtes Experiment ausgeführt, bei dem sie einen Strahl von Silberatomen in einem nicht homogenen Magnetfeld in zwei Teile trennten. Dadurch wiesen sie nach, dass Atome einen eigenen Magnetimpuls haben, und entdeckten vor allem, dass dieser nur bestimmte Richtungen einnehmen kann, wenn die Atome dem Einfluss eines äußeren Magnetfeldes ausgesetzt sind. Ihre magnetischen Momente oder Spins sind dann im Raum quantisiert und liegen meist nur in zwei Zuständen vor, deren Energiegehalt sich umso mehr voneinander unterscheidet, je stärker das äußere Magnetfeld ist. Auf dieser in Frankfurt gewonnenen Erkenntnis aufbauend, entwickelten Isaac Rabi, Felix Bloch und Edward Purcell in den USA bis Ende der 1940er Jahre das Grundprinzip der NMR-Spektroskopie, das sich zunächst auf die Aufzeichnung des magnetischen Spins von Wasserstoffkernen konzentrierte.

**Magnetfelder bändigen Wasserstoffkerne**

In wässriger Lösung richten sich diese Spins normalerweise zufällig in beliebige Richtungen aus. In einem Magnetfeld jedoch drehen sie sich wie ein Kreisel um dessen Achse, so wie der Nordpol eines kleinen Stabmagneten den Südpol des ihn umgebenden Feldes sucht – oder umgekehrt, denn nach den Quantengesetzen kann jeder Wasserstoffkern nur eine von zwei Richtungen zum Magnetfeld wählen. Die Fre-



quenz des Kreisels ist proportional zur Stärke des äußeren Magnetfelds. Durchpulst man die Flüssigkeit nun mit Radiostrahlen, deren Frequenz der Rotation der beiden Spins entspricht, dann springen diese von einer Energiestufe zur anderen. Die Energie, die die Radiostrahlen dabei verbrauchen, wird gemessen. Sie ergibt das NMR-Signal für das jeweilige Wasserstoffatom. Diese Resonanz ist für jedes Wasserstoffatom eines Moleküls verschieden, denn sie hängt von seinen Wechselwirkungen und elektromagnetischen Kopplungen mit den Atomen seiner Umgebung ab. Mit speziellen Techniken lassen sich diese Unterschiede messen und zur Strukturbestimmung heranziehen. Auch Bewegungsvorgänge des Moleküls kann die NMR-Spektroskopie erfassen.

### Kindertage der NMR in den USA

Als Heinz Rüterjans Chemie studierte, war dieses Wissen noch kaum in die Lehrbücher eingedrungen. Erst als Postdoktorand bei Harold Scheraga an der Cornell University begann Rüterjans Mitte der 1960er Jahre, die Kernresonanzmethode einzusetzen, um die Vorgänge im aktiven Zentrum des Enzyms Ribonuclease zu studieren, dessen Struktur damals noch nicht aufgeklärt war. Zurück aus den USA, hielt er 1966 seinen ersten Vortrag in Deutschland vor der Gesellschaft für biologische Chemie in Frankfurt und beeindruckte im Altbau der Chemie sein Publikum mit seinen Forschungsergebnissen. »NMR-Studien an biologischen Makromolekülen waren damals etwas völlig Neues.« Bei Scheraga hatte Rüterjans mit einem 60-Megahertz-Gerät gearbeitet, dessen Magnetfeld zu schwach war, um ausreichend differenzierte Signale zu erhalten. Er wusste, dass er NMR-Spektrometer mit einer wesentlich höheren Auflösung brauchte, um seine Forschung fortzusetzen.

Tatsächlich gelang es ihm später in Münster, das erste NMR-Spektrometer in Deutschland aufzustellen, das einen supraleitenden Magneten enthielt, der eine Auflösung von 270 Megahertz ermöglichte. Es war gleichzeitig das erste Gerät mit automatisch integrierter Fourier-Transformation, einer mathematischen Operation, die eine zeitabhängige in eine frequenzabhängige Funktion verwandelt, was die Resonanzen aus extrem kurz gesetzten Radioimpulsen in ein lesbares Spektrum übersetzt und so die NMR-Sensitivität erheblich erhöht. Damit profitierte Rüterjans von einer Erfindung seines Züricher Kollegen Richard Ernst, der unter anderem dafür 1991 den Nobelpreis für Chemie erhielt.

### Das Spektrometer passte nicht durch die Fenster

Für die Goethe-Universität war es ein Glücksfall, dass Rüterjans das moderne Spektrometer mitnehmen durfte, als er 1978 mit seiner

Arbeitsgruppe von Münster an den Main zog. Fünf Tonnen wogen die Geräte, und um sie in das Gebäude der Sofort-Chemie in Niederrad zu wuchten, mussten dessen Fenster teilweise eingerissen werden. Im Lauf der Jahre wurden dort auf dem Klinikumsgelände unter Rüterjans' Ägide weitere Deutschlandpremierer der NMR-Leistungsfähigkeit gefeiert, erst 500, dann 600 Megahertz, sensible Riesen, die so empfindlich waren, dass sie anzeigten, »wie der Zug nach Basel nach dem Überqueren des Mains von der Brücke »hüpfte«, wie sich ein Rüterjans-Mitarbeiter erinnert. Denn 200 Meter entfernt zogen die Bahngleise vorbei und jeder Zug brachte die Spektrallinien zum Zittern.

Gleich nach seiner Ankunft in Frankfurt hatte sich Rüterjans darangemacht, das erste 500-Megahertz-Spektrometer bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft zu beantragen. Sein kooperatives Naturell gereichte ihm dabei zum Vorteil, band er doch zehn verschiedene Arbeitsgruppen der Goethe-Universität und benachbarter Universitäten ein, um die Bewilligungschancen zu erhöhen. Kein leichtes Unterfangen, denn am Fachbereich Chemie gab es Widerstände gegen den Neankömmling, der dem konkurrierenden Fachbereich Biochemie, Pharmazie und Lebensmittelchemie angehörte. Rüterjans konnte aber Horst Kessler, der sich an seinem Lehrstuhl für organische Chemie NMR-Analysen bereits erfolgreich etabliert hatte, bald als Mit Antragsteller gewinnen. Kesslers Gruppe, darunter seine Doktoranden Christian Griesinger (der 1990 sein Nachfolger wurde), und Harald Schwalbe (der 2001 Griesingers Nachfolger wurde), stand ein Fünftel der Messzeit am Spektrometer zur Verfügung. Freilich blieb diese Zeit ein äußerst knappes Gut, das gerecht zu verteilen Rüterjans weitgehend seinem »Innenminister« Helmut »Knut« Hanssum überließ.

3 Frank Löhre bei  
Wartungsarbeiten am  
500 MHz Spektrometer.



### Väter des Biozentrums

So wuchsen die einst getrennten Fachbereiche, die heute längst vereint sind, nicht zuletzt durch die gemeinsame Nutzung einer teuren Methode allmählich zusammen. Dabei wurde ihnen im Lauf der 1980er Jahre immer bewusster, dass sie auch räumlich näher zusammenrücken müssten. Die Pläne für ein Biozentrum neben den chemischen Instituten auf dem Riedberg nahmen Gestalt an. Der Biochemiker Hugo Fasold, damals zeitweilig Vizepräsident der Goethe-Universität, und Heinz Rüterjans gehörten zu den treibenden Kräften für deren Verwirklichung. Sie fanden die Unterstützung von Universitätspräsident Klaus Ring, selbst ein Biologe, der im Bau des Biozentrums eine Schlüsselinvestition in die Weiterentwicklung der Universität Frankfurt sah.

Wie sinnvoll es sei, in Frankfurt eine fächerübergreifende Kooperation der Naturwissenschaften in Forschung und Lehre baulich zu begründen, erkannte auch die Landesregierung und schrieb im Frühjahr 1987 einen Architekturwettbewerb aus, aus dem die Wiener Architekten Holzbauer und Mayr als erste Preisträger hervorgingen. Im selben Jahr erhielt Heinz Rüterjans einen Ruf auf einen NMR-Lehrstuhl an der Freien Universität Berlin. In den Bleibeverhandlungen bestand er im Einklang mit seinem Kollegen Fasold darauf, baldmöglichst einen Studiengang Biochemie in Frankfurt einzurichten.

Am 7. November 1989 erfolgte der erste Spatenstich für das Biozentrum, am 14. Januar 1994 wurde es offiziell eröffnet – ein langgestreckter Bau, der sich dem bestehenden Chemie-Ensemble anschmiegt und mit drei Querhäusern wie mit Fingern ins Land zeigt. Ein Zentrum, dessen gläsern überdachte Eingangsgalerie »Kommunikation unumgänglich werden« lässt, wie es Klaus Ring formulierte, und damit »weit entfernt von der Gesichtslosigkeit anderer Universi-

tätsgebäude in Deutschland (ist), die man lieber verlässt als betritt«. Heinz Rüterjans zog mit dem Institut für biophysikalische Chemie in das erste Obergeschoss. Die NMR-Spektrometer fanden in einem eigens errichteten Anbau mit besonders festem Fundament Platz. »Der Umzug ins Biozentrum war ein ganz gewaltiger Sprung«, erinnert sich Rüterjans. »Der Austausch zwischen den Disziplinen erreichte eine Intensität, die vorher nicht möglich schien.«

Von den neuen Möglichkeiten beflügelt, knüpfte Rüterjans, unterstützt von seinem Kollegen Griesinger und gefördert von der Europäischen Union, ein immer dichteres Netz europäischer Zentren für biomolekulare NMR. Birmingham, Florenz, Frankfurt, Lyon und Utrecht sind nur seine wichtigsten Knotenpunkte. »Zeitweise haben bei mir gleichzeitig Wissenschaftler aus zehn Nationen gearbeitet.« Mit der Anschaffung immer größerer Geräte und der Einrichtung einer Professur für Festkörperspektroskopie stießen die NMR-Räume auf dem Riedberg an ihre Grenzen. Eine Erweiterung wurde notwendig.

### Krönender Abschluss einer Karriere

Im Schulterschluss mit Universitätspräsident Werner Meißner warb Rüterjans dafür millionenschwere Unterstützung von der Landesregierung ein. Dabei beeindruckte ihn vor allem das engagierte Entgegenkommen von Wissenschaftsministerin Ruth Wagner. Der krönende Abschluss seiner Karriere war 2002 die Gründung des Zentrums für biomolekulare magnetische Resonanz (BMRZ) auf dem Campus Riedberg, das heute über 16 NMR-Spektrometer verfügt. »Das NMR-Zentrum in Frankfurt gäbe es nicht ohne Heinz Rüterjans. Er hat die Weichen gestellt«, bekräftigte sein Schüler Thomas Peters bei seiner Verabschiedung 2003.

Auf diesen Weichen fahren die Forscher des Fachbereichs 14 immer neuen Entdeckungen entgegen. Gerade hat der Wissenschaftsrat ihnen rund 24 Millionen Euro für die Anschaffung des ersten 1,2-Gigahertz-Spektrometers in Deutschland bewilligt. »Konnten wir uns bisher die Faltung und Fehlfaltung von Proteinen im Sekundärentakt anschauen, so werden wir mit dem neuen Spektrometer um einen Faktor zehn schneller sein. Damit kommen wir in biologisch relevante Zeitskalen, was auch dazu beiträgt, die Entstehung von Krankheiten wie Alzheimer besser zu verstehen«, erklärt der Hauptantragsteller Harald Schwalbe. »Wir werden mithilfe dieses Spektrometers auch sehr kurzlebige Zwischenprodukte biochemischer Reaktionen strukturell charakterisieren können«, ergänzt BMRZ-Leiter Clemens Glaubitz. Aus der Frankfurter Schule der Nanokosmologie, so steht zu erwarten, wird noch viel Neues zu hören sein. ●



### Der Autor

**Joachim Pietzsch**, 55, lebt und arbeitet als freier Wissenschaftsjournalist in Frankfurt am Main.

[www.wissenswort.com](http://www.wissenswort.com)