

# Grenzgänger der Wissenschaft

## Des passe-frontières de la science



Körber-Stiftung, Friedrun Reinhold

### Ein Beispiel in der Lungendiagnostik

Es gibt die institutionelle Zusammenarbeit, die von der Politik regelmäßig gewürdigt wird, um die Qualität der Beziehungen zwischen Frankreich und Deutschland zu unterstreichen; aber es gibt auch eine Zusammenarbeit, die manchmal rein zufällig entstanden ist, deswegen steht diese oft enge Verbindung nicht unbedingt auf der Erfolgsliste der deutsch-französischen Freundschaft.

Zwei Physik-Professoren sind die besten Beispiele dafür: die Französin Michèle Leduc in Paris und der Deutsche Ernst W. Otten in Mainz. Beide haben dazu beigetragen, dass der Austausch von getrennt geführten Forschungsexperimenten zu konkreten Anwendungen für die Menschen im Alltag geführt hat, zum Beispiel in der Lungendiagnostik – auch wenn dafür ein langer Atem nötig gewesen ist ...

### Un exemple en diagnostique pulmonaire

Il y a la coopération institutionnelle, celle à laquelle la politique rend régulièrement hommage pour souligner la qualité des relations bilatérales entre la France et l'Allemagne ; mais il y a aussi une coopération née parfois des hasards de la vie, raison pour laquelle ces liens souvent étroits ne figurent pas forcément au palmarès de l'amitié franco-allemande.

Deux professeurs de Physique en sont les meilleurs exemples : la Française Michèle Leduc à Paris et l'Allemand Ernst W. Otten à Mayence. Tous deux ont contribué à ce que l'échange de travaux de recherche expérimentale, menés séparément, ont conduit à des applications concrètes pour les individus au quotidien, par exemple dans la diagnostique pulmonaire – même si pour cela il aura fallu ne pas manquer de souffle...

G. F.

## Michèle Leduc

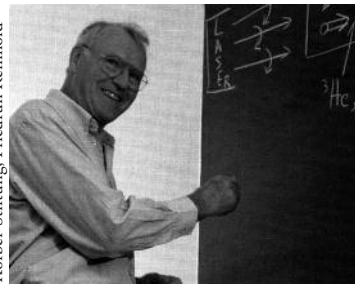
Née en 1942, Michèle Leduc a effectué l'essentiel de sa carrière dans la recherche en physique atomique au sein du Laboratoire Kastler-Brossel (LKB) de l'École Normale Supérieure (ENS) de Paris, alors qu'elle était plutôt tentée par des études littéraires. Dès son entrée au LKB en 1969, elle s'intéresse particulièrement à la technique du « pompage optique » qui permet de modifier les états internes des atomes, technique élaborée et perfectionnée par deux Prix Nobel, Alfred Kastler (1966) et Claude Cohen-Tannoudji (1997) – voir leur portrait dans *Dokumente/Documents* 4/2013.

C'est par la coopération avec le professeur Ernst W. Otten de l'Université de Mayence qu'elle œuvre dans le domaine médical en mettant au point l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) avec du gaz d'hélium-3 polarisé inhalé par des patients – une méthode qui permet de donner une image des poumons et de leur fonctionnement bien plus précise que les méthodes utilisées précédemment. Et ce, sans aucun inconvénient pour la santé des patients.

Elle reçoit en 1976 le Prix Doisteau-Blutel de l'Académie des Sciences, puis en 1989 le Grand Prix Science et Défense, avant de se voir décerner en 1998 – avec Ernst W. Otten – le prix de la Fondation Körber pour la Science européenne. Elle a été désignée « Femme scientifique de l'année » en 2008 après avoir reçu le Prix Irène Joliot-Curie. Présidente depuis 2011 du Comité d'Éthique du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), elle est aussi directrice de l'Institut Francilien de Recherche sur les Atomes froids (IFRAF). Elle est par ailleurs engagée dans la promotion des femmes dans la recherche scientifique.

## Ernst W. Otten

Né en 1934, Ernst-Wilhelm Otten, professeur de physique expérimentale à l'université Johannes-Gutenberg de Mayence depuis 1972, a consacré ses recherches à la spectroscopie laser et mis au point avec Michèle Leduc une méthode d'Imagerie, après avoir travaillé à Genève en 1968 et en 1979 dans le cadre du Conseil européen de Recherche nucléaire (CERN), mais aussi au Laboratoire Aimé Cotton (LAC) à Orsay et en 1987 dans le Laboratoire Kastler-Brossel (LKB) de l'École Normale Supérieure (ENS) de Paris. Depuis 1985, il est membre de l'Académie des Sciences de Mayence et a été élu en 1989 membre de l'Académie des Sciences en France. Francophile convaincu, Ernst W. Otten a eu quelques difficultés à se familiariser à la langue française, malgré quelques tentatives de rattraper son retard linguistique. Cela



Körber-Stiftung, Friedrun Reinhold

ne l'empêche pas d'apprécier aujourd'hui encore les restaurants français de la Rue Mouffetard à Paris.

Ses étroites relations avec les physiciens français sont nombreuses. En 1987, il a reçu le Prix Gentner-Kastler, décerné depuis l'année précédente à tour de rôle à un chercheur français (le premier était Edouard Brézin) et à un confrère allemand (Otten est donc le premier Allemand à avoir reçu cette distinction) par les Sociétés de Physique de France et d'Allemagne. En 1998, il partage avec ses collègues physiciens de l'université de Mayence (Werner Heil et Manfred Thelen) et avec Michèle Leduc le prix de la Fondation Körber pour la Science européenne. Généralement, le Prix Nobel, comme beaucoup d'autres distinctions d'ailleurs, constitue aussi une reconnaissance d'un travail accompli en équipe. Cela fait que sur plusieurs générations, les lauréats, leurs collaborateurs immédiats et leurs élèves, bien au-delà des frontières nationales, constituent de véritables familles, dont les destins sont aussi les témoignages de l'Histoire.

ENS, Laboratoire Kastler-Brossel



Claude Cohen-Tannoudji, Alfred Kastler et Michèle Leduc en 1966

# Ein langer Atem

## Von der Grundlagenforschung zur Lungendiagnostik

Gérard Foussier\*

» Grundlagenforschung kann für die Menschen eine große Hilfe sein, wenn sie zum Beispiel dabei hilft, Erkrankungen früher als bisher zu diagnostizieren oder die Wirksamkeit von Therapien und Medikamenten bei der Behandlung zu überprüfen. Ein deutscher Experimentalphysiker aus Mainz und eine französische Forscherin aus Paris haben in Zusammenarbeit mit Radiologen neue Wege in der Lungendiagnostik gemeinsam erforscht und konkrete Ergebnisse erzielt.

Forscher bleiben in ihrem Elfenbeinturm und sind fern jeder tagtäglichen Realität – so eine gängige Meinung über Wissenschaftler, die nur Experimente und Gleichungen im Kopf haben sollen, in der stillen Hoffnung, irgendwann irgendetwas Neues zu entdecken. Mitnichten. Wie sagte einmal Albert Einstein (1879–1955)? „*Welch triste Epoche, in der es leichter ist, ein Atom zu zertrümmern, als ein Vorurteil.*“ Michèle Leduc (Jahrgang 1942) und Ernst W. Otten (Jahrgang 1934) haben durch ihre gemeinsame Forschungsarbeit die Meinung des berühmten Nobelpreisträgers von 1921 bestätigt. Grundlagenforschung dient vor allem den Menschen. Beispiele könnte man endlos auflisten: Navigationsgeräte, Atomuhren, PC, Internet und vieles mehr, das heute zum normalen Tagesgeschäft gehört.

Ein klein bisschen Deutsch hat Michèle Leduc, geborene Chautard, gelernt, weil sie Opernlieder und Gedichte aus Deutschland mochte. Nach dem Abitur im Pariser *Lyc e F nelon* hätte sie gerne ein Studium der Literatur statt der Mathematik begonnen, dennoch meinte ihre Mutter – selbst Lehrerin, aber auch überzeugte Feministin – ernsthaft, Literatur sei doch kein Beruf; Mädchen sollten ja auch sogenannte Männerberufe anstreben. Also entschied sich die Tochter nach diesem sanften Druck für ein naturwissenschaftliches Studium, ohne dabei die Bedeutung des Schrei-

bens zu vernachlässigen. Mehr noch: Zu ihren vielen heutigen Aufgaben zählen auch Aktivitäten als Herausgeberin einer Publikationsreihe ... des französischen Forschungszentrums *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS). Forschung fand sie ohnehin von Anfang an interessanter als Ingenieurdasein. Fast ihr ganzes Berufsleben als Atomphysikerin hat sie seit 1969 im *Laboratoire Kastler-Brossel* (LKB) an der *Ecole Normale Supérieure* (ENS) verbracht (das ausführlich im dritten Teil dieser Serie in *Dokumente/Documents* 4/2013 vorgestellt wurde), wo sie 1972 in Physik promovierte. Ihr Fachgebiet: das Edelgas Helium, das den Physikern helfen soll, Fragen über die



Natur der Bausteine von Atomkernen in Experimenten zu beantworten.

Wer das Gespräch mit Michèle Leduc sucht, sollte allerdings über ein Minimum an Grundwissen verfugen – denn der Laie verliert sich schnell in der komplizierten Materie zwischen Atomen, Elektro-

Ein Eingang zum altherwürdigen Gebäude der ENS in Paris

\* Gérard Foussier est rédacteur en chef de *Dokumente/Documents* et pr sident du Bureau International de Liaison et de Documentation (B.I.L.D.).

nen und Photonen. Aber die Physikerin ist verständnisvoll: Mit viel Gestik (und viel sprachlicher Anstrengung) lässt sie virtuelle Atome von einer Hand in die andere tanzen, als wären sie schlichte Kinderbälle: „*Nie würde ein Journalist behaupten, er lese keine Bücher, nur weil er nichts von*

erwerb zu kurz, ebenso bei einem ersten Genfer Aufenthalt in der Europäischen Organisation für Nuklearforschung CERN (*Conseil européen de Recherche nucléaire*) im Jahre 1968. Beim zweiten CERN-Besuch 1979 war er zwar bemüht, einen Sprachkurs zu besuchen, wurde aber von seinen

beiden Töchtern entmutigt, die im benachbarten Ferney-Voltaire ein französisches Gymnasium mit einem 13-Wochen-

stunden-Französisch-Crashkurs besuchten; sie fanden, dass der Papa für französische Konversation mit ihnen nicht so recht qualifiziert sei.

Im CERN kam es zur ersten Zusammenarbeit mit französischen Kollegen, Laserphysikern aus dem *Laboratoire Aimé Cotton* und Kernphysikern aus dem *Laboratoire René Bernas*, beide auf dem *Campus d'Orsay* (der naturwissenschaftlichen Zweigniederlassung der Pariser Universität).

Schon bei diesen Experimenten im CERN gingen optische und kernphysikalische Methoden Hand in Hand. Ottens Fazit: „*Interdisziplinäre Zusammenarbeit befruchtet ebenso wie internationale.*“ Von einer „*großen Zeit*“ spricht er, der er Karriere und Ansehen verdanke.

Als er 1987 entschied, mit seiner Familie nach Paris zu gehen, war ihm klar, dass sich die französischen Kollegen nur in ihrer Muttersprache unterhielten. Also fuhr das Ehepaar sechs Wochen früher als vorgesehen, um an der *Alliance française* endlich die Sprache zu erlernen. Irgendwie, gibt er heute zu, habe er sich durchgekämpft – so viel, dass er zumindest lesen und die einfachen Gespräche verstehen konnte. Sprechen? „*Ja auch, aber sehr zähflüssig.*“

Nicht wegen seiner rudimentären französischen Sprachkenntnisse ist der deutsche Forscher in Genf aufgefallen, schließlich war Englisch die Arbeitssprache. Wegen seiner Experimente fiel er auf, die, gibt er heute zu, exotisch waren. Viele waren der Meinung, es werde sowieso nicht gehen, was er sich vorgestellt hatte. Der Druck war groß, denn die Zeit der Forschung beim CERN war begrenzt: Wenn keine Ergebnisse im vereinbarten

« *Il est plus facile de désintégrer un atome que de briser un préjugé.* »

Albert Einstein (1879-1955)

der zeitgenössischen Literatur versteht. Aber manche rühmen sich sogar, wenn sie zugeben, nichts von der Physik zu verstehen“ – genau diese Haltung will sie seit Jahren ändern und dafür sorgen, dass Physik nicht mehr nur ein Thema für Physiker bleibt.

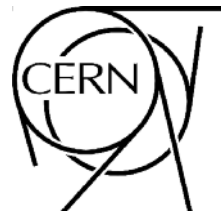


An der ENS entwickelte Michèle Leduc in den 1980er-Jahren leistungsstarke Laser, deren Strahlung durch „optisches Pumpen“ größere Mengen des Edelgasisotops Helium-3 „in einen Zustand mit polarisierten

Kernspins“ (so die fachliche Bezeichnung) versetzen kann. Die Grundlagenforscher vom Institut für Physik der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz waren auf die Arbeiten der französischen Wissenschaftlerin aufmerksam geworden. Schon 1968 hatte Ernst W. Otten sie in Warschau flüchtig kennengelernt, als sie in Polen über ihre Doktorarbeit mit einem Thema über optisches Pumpen referiert hatte. Otten stand auch vor dem Problem, eine ausreichende Menge von diesem Kernspin-polarisiertem Helium-3 zu präparieren, um daran neuartige kernphysikalische Experimente am Mainzer Mikrotron (kurz MAMI), einem Elektronenbeschleuniger, zu ermöglichen. Also meldete er sich im Herbst 1987 bei Leduc



für ein Forschungssemester an der ENS, um das Problem gemeinsam zu lösen. Sein Assistent Werner Heil begleitete ihn und blieb ein ganzes Jahr in Frankreich. Erste Probleme kamen auf. Außer wissenschaftlichen, auch sprachliche: Ernst W. Otten hatte nämlich Griechisch und Latein auf dem Gymnasium bei Köln gelernt, aber kein Französisch. Ab 1954 studierte er Physik in Bonn, dann in Heidelberg – auch dort kam der Sprach-





Zeitraumen erzielt wurden, musste jeder Forscher den Platz räumen.

1989 kam das Angebot, im *Laboratoire Aimé-Cotton* von Orsay zu arbeiten. Er lehnte ab, weil er schon 54 Jahre alt war, aber auch weil es für die Familie etwas schwieriger gewesen wäre. Dennoch dauert die Zusammenarbeit der Mainzer Gruppe mit Pierre-Jean Nacher und Geneviève Tastevin bis heute an, den damaligen Mitarbeitern von Michèle Leduc in der ENS.

### Eine optische und eine mechanische Pumpe

Forscher unter sich sprechen ohnehin eine ganz andere Sprache als andere Menschen. Vor allem, wenn es um die Arbeit geht. Bei einem – natürlich englischen – Stichwort war man sich zwischen Otten und Leduc schnell einig: *Optical pumping*. Dieses „optisches Pumpen“ war eine für die damalige Zeit beeindruckende Methode, beruhend auf Ideen, die 1950 von Alfred Kastler (wofür er 1966 den Nobelpreis für Physik erhielt) entwickelt wurden – in jenem Labor, das heute seinen Namen trägt und in dem auch dessen Schüler Claude Cohen-Tannoudji (Physik-Nobelpreisträger 1997) und Serge Haroche (Physik-Nobelpreisträger 2013) arbeiten.



Michèle Leduc und Claude Cohen-Tannoudji (Bild aus einem Kurzfilm des französischen Forschungsministeriums, der 2009 zur Übergabe des Irène Joliot-Curie-Preises an Michèle Leduc gedreht wurde)

Gemeinsam grub man in der ENS eine uralte Methode aus, bei dem eine aufsteigende Quecksilbersäule in einem Glasrohr das darüberliegende Gas zusammendrückt. 13 kg Quecksilber in ei-

ner bruchempfindlichen Glasapparatur? Dennoch musste das gute Stück 1988 im Lastwagen an seinen Bestimmungsort nach Mainz geschafft werden – ein Abenteuer, an das sich Michèle Leduc heute noch besonders gut erinnert. Man stelle sich nämlich das Gesicht des Zollbeamten an der Grenze vor, der ahnungslos fragte, wofür diese Röhre gut sei. Als die französische Forscherin ihm erzählte, dass diese Pumpe „in der Atomphysik“ gebraucht würde, war die Überraschung noch größer. Ob Atomphysik oder *physique nucléaire* – dem Beamten war das Ganze unheimlich, so als hätte es irgendetwas mit Hiroshima oder Tschernobyl zu tun (die Kernkraftwerk-Havarie in der Ukraine hatte seit zehn Jahren die Welt mobilisiert). Die Fahrt nach Mainz gelang trotzdem, und beide Pumpen, die optische wie die quecksilberbeladene, verrichteten beim Beschleunigerexperiment anstandslos ihren Dienst.

Ja, damals gab es noch Zöllner an allen Grenzen: „Wenn z. B. beim CERN-Experiment dringend ein mehr oder minder zollpflichtiges Ersatzteil aus dem Heimatlabor gebraucht wurde, dann packte man es eben in den Koffer, bestieg den Schlafwagen, und das corpus delicti mitsamt dem Schläfer passierten auch ohne Carnet unbehelligt die Grenze“, erinnert sich Otten.

1994 hatten sich amerikanische Forscher eine neue Methode ausgedacht, um die Lungen besser zu durchleuchten, und hatten dies an den Lungen einer toten Maus demonstrieren können: „Dazu hatten sie die Kernspins von etwa  $1 \text{ cm}^3$  des Edelgases Xenon (heute vor allem als Füllgas von Lampen, beispielsweise in Autoscheinwerfern gebräuchlich) durch optisches Pumpen polarisiert und damit die präparierten Mäuselungen gefüllt.“ Im Kernspintomographen (jetzt meist anonymer MR-Tomograph oder schlicht MRT genannt) vertraten nun die polarisierten Xenonspins die sonst üblichen, körpereigenen Wasserstoffspins als bildgebendes Element und erlaubten so eine räumliche Darstellung der Belüftung der Lungen. Als Ernst W. Otten von der Arbeit seiner amerikanischen Kollegen erfuhr, rief er sofort seinen Mainzer Kollegen in der Radiologie, Manfred Thelen, an und fragte, ob diese Methode von klinischer Bedeutung sein könne. Schließlich könne man in Mainz dank der Erfahrung aus dem Beschleu-

### Aus der Feder eines Physikers

*„Was ist optisches Pumpen? Man bestrahlt ein sehr stark verdünntes Gas mit polarisiertem Licht passender Wellenlänge, so dass die Atome es absorbieren können, wodurch in der Folge schließlich auch deren Kernspins und die damit verknüpften magnetischen Dipole polarisiert werden, ihre Polarisation wird sozusagen „aufgepumpt“. Mit Michèle Leduc's speziellen Lasern gelang es, durch optisches Pumpen die Kernspins von Helium-3-Gas sehr effizient zu polarisieren.*

*Im gewöhnlichen Helium, das aus irdischen Gasquellen gewonnen wird, Ballons füllt und anderen nützlichen Zwecken dient, kommt das äußerst seltene Isotop Helium-3 nur zu 0,0001 % vor. Warum taugen die übrigen 99,9999 % an Helium-4 nicht zum Zweck? Der Atomkern dieses schwereren Isotops setzt sich aus vier Bausteinen zusammen, zwei Protonen und zwei Neutronen; deren Spins stehen immer paarweise entgegengesetzt*

*und annullieren sich und ihre magnetischen Dipole in der Summe. Das einzige Neutron des Helium-3 hat aber keinen Partner und verleiht deswegen dem Kern seinen Spin und seinen magnetischen Dipol. Deren räumliche Ausrichtung mit optischem Pumpen manipulieren zu können, das war die Quintessenz der geplanten Mainzer Beschleunigerexperimente.*

*Neben der optischen Pumpe bedurfte es auch einer mechanischen, einer Kompressorpumpe. Denn ein auf 1/1000 Atmosphäre verdünntes Gas mit einem Beschleuniger zu bestrahlen, macht wenig Staat. Aber bitte nicht irgendeine Pumpe! Denn polarisierte Kernspins sind eine sehr empfindliche Spezies, die gleichsam einer großen Schar winziger Kompassnadeln durcheinander wirbeln und ihre Orientierung verlieren, wenn sie magnetischem Material, etwa Stahl begegnen.“*

Ernst W. Otten

nigerexperiment statt 1 cm<sup>3</sup> polarisiertes Xenon 1 Liter polarisiertes Helium herstellen – genug, um eine menschliche Lunge zu füllen. Thelen war Feuer und Flamme und suchte nach einem Tomographen, an dem man die Sache ad hoc ohne lange Vorarbeiten ausprobieren könne. Der war bald bei den befreundeten Radiologen im deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg gefunden. Die Mainzer Physiker schlossen sich ihrerseits mit ihren Pariser Freunden kurz, und so gelang der interdisziplinären Kooperation Mainz-Heidelberg-Paris schon 1995 die erste Kernspintomographie einer Helium-erfüllten, menschlichen Lunge.

Zum Glück hatte der ominöse Quecksilberkompressor damals schon ausgedient und war einem speziell entwickelten Gerät gewichen, das alle Anforderungen erfüllte – auch die medizinischen; denn Quecksilberhaltiges Helium inhalieren war natürlich tabu. Gesucht wurde von den Forschern nunmehr ein geeigneter Freiwilliger, die in dem Tomographen besonders lange die Luft – sprich: das Helium – anhalten würde. Heutzutage geht alles rasend schnell. Man kann ein Bild in 20 Millisekunden schießen und einen Film vom Ein-

und Ausatmen drehen. Werner Heil prägte damals das Schlagwort „*Helium lässt die Lunge leuchten*“ (der Name Helium leitet sich übrigens von dem griechischen Wort *helios* für Sonne ab, weil dieses Element zunächst nicht auf unserer Erde entdeckt wurde, sondern vom britischen Astronomen Joseph Lockyer (1836–1920) im Sonnenlicht). Bald hatten auch die Amerikaner genügend polarisiertes Xenon zusammen, um eine menschliche Lunge zu füllen und nachzuziehen. Heute sind beide Varianten in der klinischen Forschung etabliert.

Aber man täusche sich nicht: Der Weg von den hehren Grundlagen- bis zur hieb- und stichfesten Anwendung ist weit – und ein ... langer Atem nötig. Allein das Problem, die schön ausgerichteten Kerndipole vom Polarisator im Physiklabor in die Klinik und schließlich in die Lunge des Patienten zu befördern, ohne dass sie auf dem Weg über magnetische Störungen stolpern und die Polarisation verlieren, erforderte Jahre hartnäckiger Detailforschung und eine Reihe technischer Tricks. Heute führt der längste Weg mittels üblicher Paketdienste reibungslos von Mainz nach Melbourne in 24 Stunden. Die Kernspintomographie selbst hatte vergleichsweise leichtes Spiel

mit dem polarisierten Gas dank ihrer schon damals ausgereiften Technik und vielseitigen Methodik. Das Kernspinsignal leuchtete die Bronchien und das poröse Lungengewebe bis ins Detail aus und man unterschied in großer Klarheit geschädigte (z. B. durch Rauchen) von gesunden Lungen. Besser als mit Röntgendiagnostik und, nicht zu vergessen, ohne Strahlenbelastung. Helium-3 hat allerdings einen Nachteil: Das Isotop ist sehr selten und zur Zeit nur begrenzt verfügbar. Xenon lässt sich dagegen ausreichend aus der Luft gewinnen; aber es dringt ins Blut und Hirn ein und wirkt narkotisierend. Beide Handicaps haben bisher noch eine breite klinische Anwendung verhindert. Bald wurde bei Ernst W. Otten genügend polarisiertes Helium-3 produziert, ein deutscher Student („*klein und schlank*“, erinnert sich die französische Forscherin, schließlich wollte man die geringen Gasmengen nicht verschwenden) meldete sich freiwillig für das Experiment und Ärzte stellten in Heidelberg einen entsprechend vorbereiteten Kernspintomographen zur Verfügung.

Für ihre Beiträge zur Entwicklung der Helium-3-Tomographie, als Ergebnis einer engen Zusam-

menarbeit verschiedener Wissenschaftszweige, wurden Heil, Leduc, Otten und Thelen 1998 mit dem Körber-Preis für die Europäische Wissenschaft geehrt. Kurt Körber (1909–1992) war der Überzeugung, dass sich erfolgreiche Unternehmer (sein Konzern hatte nach dem Zweiten Weltkrieg 26 Unternehmen im In- und Ausland mit 8 000 Beschäftigten) freiwillig für die Gesellschaft engagieren sollten. Deswegen rief er 1959 die Körber-Stiftung ins Leben. Mit einem Preisgeld von damals 700 000 D-Mark konnte das ganze Projekt methodisch und medizinisch weiter entwickelt werden. Die Auszahlung der Fördersumme war übrigens daran gebunden, dass die Preisträger während eines dreijährigen Projekts Europa nicht verlassen.

Für Michèle Leduc kein Problem: Sie ist ohnehin eine überzeugte Verfechterin der europäischen Zusammenarbeit. Ernst W. Otten teilt dieses Engagement ohne Wenn und Aber. Immer häufiger werden französische Forscher nach Mainz und deutsche nach Frankreich eingeladen, nicht zuletzt aus Mitteln des Austauschprogramms *Procope*, das beide Länder 1987 ins Leben gerufen haben.

### Le Prix Körber pour la Science européenne

La Fondation Körber a décerné en 1998 son Prix pour la Science européenne à l'équipe de chercheurs qui a procédé aux expériences sur l'IRM avec l'hélium-3, Ernst W. Otten, Michèle Leduc, ainsi que Werner Heil (né en 1951) de l'université de Mayence, qui a effectué des séjours à l'ENS de Paris en 1986/1987, avant de rejoindre l'Institut Laue-Langevin à Grenoble en 1996, et Manfred Thelen (né en 1940), professeur de Radiologie à l'université de Mayence en 1979, puis à l'université de Bonn en 1988. Kurt Körber (1909-1992), qui a mis en place sa fondation en 1959 à Hambourg, était un chef d'entreprise qui après la Seconde Guerre mondiale comptait 26 établissements en Allemagne et à l'étranger. Il était convaincu qu'en raison de leur succès les managers devaient s'engager bénévolement au profit de la société. Le Prix, doté de 700 000 deutschemarks et décerné à des scientifiques eu-

Körber-Stiftung, Friedrun Reinhold



Les lauréats du Prix Körber pour la Science européenne 1998. De gauche à droite : Werner Heil, Ernst W. Otten, Manfred Thelen et Michèle Leduc.

ropéens pour leurs travaux à l'avenir prometteur, devait leur permettre de poursuivre les recherches, à condition que les lauréats ne quittent pas le continent européen pendant trois ans.

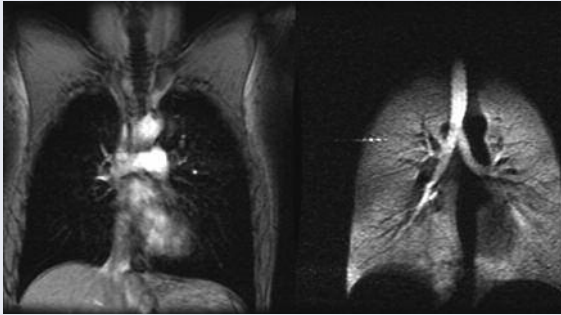
## Le « pompage optique »

L'expression est simple a priori, malgré tout elle suppose quelques notions de physique qui ne sont pas le lot du commun des mortels : le pompage est un mécanisme bien connu utilisé pour faire passer de l'eau par exemple d'un réservoir à un autre. Le « pompage optique » des physiciens est en réalité une métaphore pour expliquer comment on peut faire passer des atomes d'un niveau d'énergie à un autre en utilisant des photons et ainsi modifier leurs propriétés internes. C'est cette irradiation lumineuse qui a été mise au point dans les années

50 à l'École Normale Supérieure (ENS) de Paris par le professeur Alfred Kastler (1902-1984), ses élèves et ses collaborateurs. L'expression est officiellement reconnue et elle a même droit à une définition dans le dictionnaire Larousse (« *Technique consistant à soumettre un corps à une irradiation lumineuse pour modifier la répartition des atomes dans leurs divers niveaux d'énergie* »). Cette méthode a permis de nombreuses découvertes, mais surtout la création d'instruments qui font partie aujourd'hui du quotidien (comme les horloges atomiques).

Elève du professeur Kastler, Michèle Leduc a elle aussi expérimenté ce « pompage optique » qui permet de mieux connaître la structure des atomes. Elle a concentré ses efforts, non plus sur les atomes de sodium, mais sur ceux de l'hélium, ce gaz rare très léger utilisé notamment pour gonfler des ballons – et plus précisément encore, sur l'hélium-3, très recherché pour ses applications potentielles en fusion nucléaire. L'hélium est un gaz découvert en 1868 par l'astronome britannique Joseph Lockyer (1836-1920) en observant la lumière du Soleil à la suite d'une éclipse (d'où son nom dérivé du grec helios). L'accident du dirigeable allemand Hindenburg

LZ 129, détruit par incendie le 6 mai 1937 lors de son atterrissage sur la base américaine de Lakehurst, a démontré que l'utilisation de l'hydrogène, certes moins onéreuse que celle de l'hélium, présentait des dangers considérables. L'hélium a la particularité d'être incolore, inodore et non toxique – autant d'arguments en sa faveur pour une utilisation médicale, car l'hélium ne pénètre pas dans le sang ni le cerveau.



C'est sous la direction d'un ancien élève d'Alfred Kastler, Claude Cohen-Tannoudji, que Michèle Leduc a misé sur la fabrication d'assez grandes quantités d'hélium-3 au noyau polarisé pour la recherche fondamentale,

en mettant au point des lasers adaptés au spectre de l'hélium – il convient de rappeler au passage que l'invention du laser remonte à 1965.

Parallèlement, le professeur Otten, qui menait des expériences de physique nucléaire avec l'accélérateur de l'université de Mayence, le Mikrotron MAMI, s'intéresse aussi vers 1995 aux applications éventuelles des recherches de Michèle Leduc dans le domaine de la radiologie et de la thérapie pulmonaire, sans danger pour les patients, lesquels inhalent du gaz hélium-3 polarisé nucléairement par pompage optique laser, ce qui permet aux médecins d'obtenir de cette façon une image par résonance magnétique (IRM) des poumons, bien plus détaillée que par les méthodes jusqu'alors utilisées. La photo montre les différences considérables entre une IRM classique (à gauche), sur laquelle les poumons ne sont que deux grosses taches sombres, et une IRM en hélium polarisé (à droite), « débarrassée » de tous détails superflus pour un diagnostic médical – seuls le tissu pulmonaire et les bronches apparaissent, tous les autres organes, y compris le diaphragme, les côtes et le sang ne perturbent plus l'analyse du médecin.



Mit elf Laboratorien aus sieben Ländern Europas haben der Mainzer Professor und Michèle Leduc, als LKB-Direktorin an der *Ecole Normale Supérieure* (von 1994 bis 1999), in europäischen Netzwerken mitgewirkt. Auch mit dabei waren von der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz das Institut für Physik und die Klinik für Radiologie. Aus Frankreich kam die Claude-Bernard-Universität Lyon hinzu. Von diesem Netzwerk hat Michèle Leduc noch die Erinnerung an die deutschen Laboratorien, die sie immer wieder bewundert hatte: „*Diese Labors zeigen die Professionalität der Technologie*“, sagt sie, fügt aber schnell hinzu, die Arbeit und die Mentalität der Forscher seien überall die gleichen. Immer wieder stellt der Mainzer Professor fest, dass in vielen Ländern die Naturwissenschaften im Alltag präsenter sind als in Deutschland. Unter anderem in Frankreich, wo die Barrieren zwischen Wissenschaftlern und Normalverbrauchern wesentlich kleiner sind, weil Themen wie Physik, Chemie oder Medizinforschung einen stärkeren Platz in den Medien einnehmen. Beobachtungen können nur Michèle Leducs Überzeugung bekräftigen, dass sich die Physiker, auch die französischen, viel mehr engagieren sollten, um die öffentlichen Defizite der Wissenschaftskultur zu korrigieren.

„*Die internationalen Beziehungen beginnen mit der Jugend*“, insistiert Michèle Leduc, die immer wieder deutsche Studenten nach Paris einlädt. Auch privat nach Hause: „*Meine Töchter haben etliche ausländische Gäste kennengelernt*“, erzählt sie und ergänzt, dass beide in der Schule Deutsch gelernt haben (auch wenn sie mit ihren Lehrern nicht ganz zufrieden waren). Wie dem auch sei: „*Nach ihrem Physik-Studium ging meine Tochter Cécile nach Dresden, nun hat sie beim Forschungszentrum CNRS mit Biophysik zu tun.*“ Eine Wissenschaftler-Familie also, auch wenn ihre andere Tochter Pauline, die auf den „männlichen“ Lebenslauf ihrer Mutter stolz ist, ihren Weg lieber in der angewandten Kunst gefunden hat. Dafür ist der Ehemann von Michèle auch Forscher – Astrophysiker. Immer noch gelte für Frauen in Deutschland die Alternative Karriere

oder Familie, oder noch drastischer formuliert: Frau oder Physikerin. Den Grund sieht sie in den großen Ausbildungsunterschieden: In Frankreich kann eine Beamtenkarriere viel früher als im Nachbarland beginnen, in Deutschland sitzt man meistens bis zum 40. Lebensjahr auf einer „Postdoc“-Stelle, was ein Nachteil für die Frauen sein kann, vor allem, wenn sie eine Familie gründen wollen.

Es gibt aber andere Unterschiede, unabhängig von Mann und Frau. In Deutschland seien die Finanzmittel wesentlich höher als in Frankreich. Allein in ihrem Bereich doppelt so hoch, schätzt sie und bedauert, dass die entsprechenden Etats in Frankreich jedes Jahr gekürzt werden, während das deutsche Budget für die Forschung in die Höhe geht.



Auch zum finanziellen Aspekt der Forschungsförderung kann der emeritierte Professor aus Mainz über wesentliche Unterschiede zwischen den beiden Ländern berichten: In Deutschland gäbe es für die Universitäten mehr parallele Förderungswege, sei es über die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG, über das Bundesministerium für Forschung und Technologie, über spezielle Programme der Länder und über große Forschungstiftungen, z. B. die Volkswagenstiftung. Es sei daher leichter, eine finanzielle Unterstützung für Forschungsprojekte zu erhalten, als in Frankreich, wo es nur wenige finanzkräftige Ansprechpartner gibt (das CNRS, das alle Wissenschaften bedient und das *Commissariat à l'Énergie Atomique* CEA mit engerem Themenkreis).

## Wissenschaftliche Anerkennung

Bei dem Körber-Preis für die Europäische Wissenschaft blieb es bei den beiden Forschern nicht: Michèle Leduc bekam 2009 den *Prix Irène Joliot-Curie*, verbunden mit dem Titel „Wissenschaftlerin des Jahres“ in Frankreich. Heute ist sie Vorsitzende des von ihr gegründeten französi-

schen Verbands der Wissenschaftsgesellschaften (F2S), einer Institution, die für Gymnasiasten Informationen über Studium und Berufe im Bereich der Wissenschaft und der Technik liefert. Vorher hatte sie 1976 den *Prix Paul Doisteaume-Emile Blutel* der französischen Wissenschaftsakademie für ihre Bemühungen um eine populärwissenschaftliche Verbreitung der Forschung bekom-

### Le Prix Kastler-Gentner

Attribué alternativement à un Français et à un Allemand, sur proposition de la Société de Physique du pays d'où il est originaire et sur décision de la Société de Physique de l'autre pays (SFP en France, DPG en Allemagne), le Prix Kastler-Gentner a été attribué pour la première fois en 1986 à Edouard Brézin, l'année suivante, c'est Ernst W. Otten qui a eu droit, pour ses recherches sur la spectroscopie laser, à cette distinction franco-allemande qui porte le nom de deux éminents chercheurs : Alfred Kastler (1902-1984) et Wolfgang Gentner (1906-1980). Si le premier est surtout connu pour avoir reçu le Prix Nobel de Physique en 1966, le second a eu un parcours professionnel largement dominé par l'Histoire. Avant la Seconde Guerre mondiale, Wolfgang Gentner a été le premier chercheur allemand à travailler à l'Institut du radium de Marie Curie (1867-1934) à la Sorbonne. Boursier de la Fondation Oswald de l'université de Francfort et de la Fondation américaine Carnegie, il a passé trois années à Paris, avant d'entrer en 1935 à l'Institut de l'Empereur Guillaume pour la recherche médicale (aujourd'hui Institut Max-Planck) de l'université de Heidelberg, où il a poursuivi ses recherches et mis au point un accélérateur de particules avec Walther Bothe (1891-1957), lequel recevra le Prix Nobel de Physique en 1954. Lorsque la guerre a éclaté et



la France occupée, Gentner a été dépêché à Paris pour perfectionner le cyclotron développé par Jean Joliot-Curie (1900-1958), mais en proie à quelques difficultés. Grâce à sa bonne réputation de chercheur et à ses relations, il parviendra notamment à faire en sorte que Joliot-Curie et Paul Langevin (1872-1946), arrêtés par la *Gestapo*, soient remis en liberté. Mais au printemps 1942, Gentner devra quitter la capitale française à la suite d'une dénonciation, en raison de son « *comportement trop complaisant envers les Français* ». De retour à l'université de Heidelberg, il manifestera son soutien à la théorie de la relativité d'Einstein, pourtant dénoncée par les autorités en raison surtout des origines juives du savant. Après la guerre, Jean Joliot-Curie, nommé haut-commissaire à l'Energie atomique, demande à Wolfgang Gentner de diriger l'administration des instituts de recherche en zone d'occupation française. Après la fondation du Conseil européen de Recherche Nucléaire (CERN) à Genève, le physicien allemand deviendra directeur de recherche, avant de diriger quatre ans plus tard l'Institut Max-Planck de Physique nucléaire. Le président de la Société Max-Planck s'appelait alors Otto Hahn (1879-1968), considéré comme le « père de la chimie nucléaire ». Il avait reçu le Prix Nobel de Chimie en 1944 pour sa découverte de la fission des noyaux d'uranium. Un an avant sa mort, Wolfgang Gentner s'est vu remettre le Prix Otto-Hahn de la ville de Francfort.

la France occupée, Gentner a été dépêché à Paris pour perfectionner le cyclotron développé par Jean Joliot-Curie (1900-1958), mais en proie à quelques difficultés. Grâce à sa bonne réputation de chercheur et à ses relations, il parviendra notamment à faire en sorte que Joliot-Curie et Paul Langevin (1872-1946), arrêtés par la *Gestapo*, soient remis en liberté. Mais au printemps 1942, Gentner devra quitter la capitale française à la suite d'une dénonciation, en raison de son « *comportement trop complaisant envers les Français* ». De retour à l'université de Heidelberg, il manifestera son soutien à la théorie de la relativité d'Einstein, pourtant dénoncée par les autorités en raison surtout des origines juives du savant. Après la guerre, Jean Joliot-Curie, nommé haut-commissaire à l'Energie atomique, demande à Wolfgang Gentner de diriger l'administration des instituts de recherche en zone d'occupation française. Après la fondation du Conseil européen de Recherche Nucléaire (CERN) à Genève, le physicien allemand deviendra directeur de recherche, avant de diriger quatre ans plus tard l'Institut Max-Planck de Physique nucléaire. Le président de la Société Max-Planck s'appelait alors Otto Hahn (1879-1968), considéré comme le « père de la chimie nucléaire ». Il avait reçu le Prix Nobel de Chimie en 1944 pour sa découverte de la fission des noyaux d'uranium. Un an avant sa mort, Wolfgang Gentner s'est vu remettre le Prix Otto-Hahn de la ville de Francfort.



Alfred Kastler et Wolfgang Gentner

men – ein Anliegen, dem sie von Anfang an gefolgt ist.

Auch Ernst W. Otten, seit 1985 Mitglied der Mainzer Akademie der Wissenschaften und seit 1989 der französischen *Académie des Sciences*, ist für seine Forschungen geehrt worden. 2003 verlieh ihm die Pariser Universität *Pierre et Marie Curie* die Ehrendoktorwürde, 2004 erhielt er gemeinsam mit seinem russischen Kollegen Vladimir Lobashov für ihre Arbeiten zur Neutrino-masse den Markow-Preis des Instituts für Kernforschung der Russischen Akademie der Wissenschaften (benannt nach dem russischen Forscher Moissei Markow, 1908–1994).

Schon 1987 hatte er für die „Bestimmung von Größe und Gestalt instabiler Atomkerne“ den Gentner-Kastler-Preis von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) und der *Société Française de Physique* (SFP) bekommen, eine deutsch-französische Auszeichnung also, die seit 1986 im jährlichen Wechsel an einen Franzosen (der erste war Edouard Brézin) und an einen Deutschen (der erste war also Ernst W. Otten) verliehen wird. Den Vorschlag für den deutschen Preisträger hatte die deutsche Seite formuliert, die Entscheidung traf die französische. Zwei prominente Physiker stehen bei diesem Preis Pate.

Über den Nobelpreisträger Alfred Kastler (1902–1984) aus dem Elsass ist in *Dokumentel/ Documents* 4/2013 ausführlich berichtet worden.



Der deutsche Kernphysiker Wolfgang Gentner (1906–1980) ist der erste Deutsche, der am Radium-Institut von Marie Curie (1867–1934) an der Pariser Sorbonne arbeitete. Er war Stipendiat der Oswald-Stiftung der Goethe-Universität Frankfurt und der Carnegie-Stiftung. Nach einem dreijährigen Aufenthalt in der französischen Hauptstadt forschte er ab Ende 1935 am Heidelberger

### Promouvoir la recherche

Une structure de Grande Ecole comme l'ENS n'existe pas en Allemagne, mais depuis 2005 une initiative d'encouragement à l'excellence pour la Recherche et la Science dans l'enseignement supérieur a été mise en place pour promouvoir la recherche de pointe et améliorer la qualité des installations de recherche et d'enseignement supérieur. Pour ce faire, le gouvernement de Berlin et les gouvernements régionaux des *Länder* attribuent le label « université d'excellence » et créent des écoles d'enseignement supérieur ainsi que des « clusters » d'excellence. Par ailleurs, les Instituts Max-Planck, qui portent le nom du physicien Max Planck (1858-1947), Prix Nobel de Physique en 1918, sont libres et indépendants dans le choix et la réalisation de leurs domaines de recherche qui doivent répondre aux critères d'excellence définis par la Société Max-Planck, ils disposent pour ce faire d'un budget qu'ils administrent eux-mêmes et qui peut être complété par d'autres moyens financiers.

Kaiser-Wilhelm-Institut für medizinische Forschung (heute ist es ein Max-Planck-Institut) weiter, wo er nicht nur seine Pariser Arbeiten fortsetzte, sondern auch mit dem zukünftigen Physik-Nobelpreisträger Walther Bothe (1891–1957) einen Beschleuniger entwickelte. Als der Krieg kam, wurden Bothe und Gentner nach der deutschen Besetzung Frankreichs nach Paris entsandt, mit dem Auftrag, das von Jean Joliot-Curie (1900–1958) entwickelte Zyklotron zu überprüfen, das nicht funktionierte. Durch seinen guten Ruf als Forscher schaffte er es, die 1940 von der Gestapo festgenommenen Joliot-Curie und Paul Langevin (1872–1946) zu befreien, wurde aber im Frühjahr 1942 denunziert und musste Paris verlassen. Begründung: Ein „zu entgegenkommendes Verhalten den Franzosen gegenüber.“ Seine fast zehnjährige Zusammenarbeit mit Walther Bothe endete mit der Besetzung Heidelbergs durch amerikanische Truppen. Die Kontakte zu Frankreich blieben: Jean Joliot-Curie, inzwischen zum Hochkommissar für Atomenergie ernannt, übertrug Gentner die Verwaltung der Forschungsinstitute in der

französischen Besatzungszone. Nach der offiziellen Gründung des CERN 1954 wurde Wolfgang Gentner dort Forschungsdirektor, vier Jahre später Gründungsdirektor des Max-Planck-Instituts für Kernphysik in Heidelberg. Der Präsident der Max-Planck Gesellschaft hieß damals Otto Hahn (1879–1968), Nobelpreisträger für Chemie 1944 für seine Entdeckung der Urankernspaltung. Ein Jahr vor seinem Tode erhielt Gentner den Otto-Hahn-Preis der Stadt Frankfurt/Main.

### Privatleben

Worüber reden Forscher, wenn sie unter sich sind? Natürlich nicht nur über Forschung. Gastfreundschaft ist das Stichwort: Die beiden französischen Nobelpreisträger Serge Haroche und Claude Cohen-Tannoudji kommen immer wieder nach Mainz, der Schwager von Michèle Leduc, ein japanischer Maler, verbrachte mit seiner Frau zwei Wochen bei Ottens in Mainz.

Nicht ohne Stolz zeigt der deutsche Physiker an der Wand Bilder, die seine Töchter Felicitas und Sofie darstellen. Auch in Paris ist der familiäre Kontakt nicht unwichtig: Ernst W. Otten fühlt sich wie zu Hause, wenn er bei seinen Kollegen ist. Und auch wenn er sich immer noch mit der französischen Sprache quält, schätzt er die Besuche der alten Waffenfabrik *La Cartoucherie*, die seit 1970 von der Regisseurin Ariane Mnouchkine zu einem Ort der kreativen Theaterszene geworden ist. Auch Restaurants und Geschäfte rund um die

ENS kennt er recht gut („*Im 13. Arrondissement ist der Metzger billiger als im 6.*“). In der Kantine der ENS stand mittags sogar ein Liter Wein neben der großen Salatschüssel auf dem Sechsertisch – „*dann wurden die Gespräche allerdings etwas schwer*“.



Michèle Leduc teilt diese Begeisterung für das Alltägliche: sie spielt gerne Klavier, besucht regelmäßig die Museen der Hauptstadt, unternimmt Kulturreisen und findet dabei eine gewisse Parallellität zu ihrer wissenschaftlichen Arbeit, denn sowohl Forscher als auch Künstler, meint sie, suchen das Unbekannte: „*Man muss kreativ sein, man muss erfinden, man will alles anders sehen als die anderen.*“

Und dabei verhindert die trockene Forschungsmaterie die Sensibilität auf keinen Fall. Ihre beste Erinnerung bleibt der historische Moment, wo man „*zum ersten Mal ein Signal sehen konnte, das man seit Monaten gesucht hatte*“. Schon wird aber diese romantische Darstellung („*Es war um Mitternacht*“) mit Fachbegriffen erläutert. Dabei bewegen sich die Hände von Michèle Leduc, als wäre sie eine Jongleurin. Nur die Atome und die Strahlen – die muss sich der Laie selber vorstellen.

### Signes d'amitié

Michèle Leduc et Ernst Otten sont mués tous deux par la volonté de réussir leurs expériences scientifiques. Mais leur relation professionnelle ne se limite pas aux laboratoires et aux échanges parfois austères (du moins pour les profanes) sur les propriétés de l'hélium-3. Européenne convaincue, la physicienne de l'École Normale Supérieure (ENS) de Paris ne s'est jamais contentée d'ouvrir ses travaux à ses collègues européens, elle les a accueillis le plus souvent chez elle, voire même hébergés avec femme et enfants lorsque les stages étaient de relative courte durée. L'amitié qu'elle porte au professeur de Mayence est telle que Werner Otten n'hésite pas à montrer dans son salon de petits portraits de ses deux filles Felicitas et Sophie, réalisés par un peintre japonais qui a séjourné deux semaines chez les Otten et qui n'est autre que le gendre de... Michèle Leduc.

