

30 Jahre Beitritt Österreichs zum ILL - Grenoble

(G. Badurek)

Vorbemerkung: Ende Juni 2022 fand in den renovierten Räumlichkeiten der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) anlässlich der 30jährigen Mitgliedschaft Österreichs am ILL eine Festveranstaltung statt. Diese war, entsprechend dem Beitritt Österreichs im Jahr 1990 bereits für 2020 geplant, konnte jedoch nach mehrmaliger Verschiebung auf dem Hintergrund der grassierenden Covid Epidemie erst mit zwei Jahren Verspätung realisiert werden. Organisatorisch wurde diese Feier mit einer Einladung an das ILL verbunden, im Rahmen dieser Veranstaltung auch das regulär vorgesehene 114. Meeting des Steering Committee abzuhalten, wodurch sowohl das erweiterte Direktorium des ILL wie auch Vertreter der Trägerstaaten F, D, UK („Associates“) und der verschiedenen im Lauf der Zeit hinzugekommenen Mitgliedsländer („Members“) bei der Festveranstaltung in Wien anwesend sein konnten.

Der nachstehende Überblick zur Geschichte und wissenschaftlichen Bedeutung der österreichischen Mitgliedschaft wurde auf diesem Hintergrund verfasst.

Neutronenstreuung ist heute eine der universellsten und zugleich präzisesten Methoden zur Erforschung der räumlichen Struktur und der zeitlichen Dynamik von kondensierter Materie, d.h. von Festkörpern und Flüssigkeiten. Sie ist sowohl in qualitativer als auch quantitativer Hinsicht vielfach konkurrenzlos. Und zwar vor allem auf Grund der elektrischen Neutralität von Neutronen, welche es diesen ermöglicht, tief in das Innere von Materie vorzudringen und dort weitestgehend zerstörungsfrei die momentane Position und den Bewegungszustand der Atome und Moleküle zu erkunden. Dass Neutronen aber trotz ihrer elektrischen Neutralität entgegen den Vorstellungen der klassischen Elektrodynamik magnetische Momente besitzen, prädestiniert sie darüber hinaus auch in einzigartiger Weise für die Untersuchung magnetischer Phänomene mit atomarer Auflösung, d.h. direkt am Ort der Entstehung dieser Phänomene.

Die Bandbreite der Anwendungen der Neutronenstreuung ist nahezu unübersehbar groß, und ihre Beiträge sind weder aus den anwendungsorientierten Problemen der Hochtechnologie und Werkstoffwissenschaften wegzudenken noch aus

der Grundlagenforschung in Physik, Chemie, Biologie und Geowissenschaften. Diese Bandbreite erstreckt sich – um nur einige typische Beispiele zu nennen – von Hochtemperatursupraleitern, magnetischen Speichern, Hochleistungskeramik, Halbleitern und Superlegierungen über Gläser, Polymere, Metallhydride, Elektrolyte, Katalysatoren bis zu biologischen Makromolekülen, Membranen und Nahrungsstoffen sowie grundlegenden Fragen der Quantentheorie und Kernphysik. Diese beeindruckende Vielfalt der Anwendungen ist darüber hinaus noch immer in stetem Wachstum begriffen.

In dieser Rolle ist Neutronenstreuung trotz der bei der Entwicklung konkurrierender Methoden erzielten enormen Fortschritte auch langfristig mit Sicherheit unverzichtbar und durch keine der anderen existierenden Techniken voll ersetzbar. Forschung mit Neutronen repräsentiert überdies eines der wenigen Wissenschafts- und Hochtechnologiegebiete, auf denen Europa weltweit als führend betrachtet werden kann. Zwar verschiebt sich der Schwerpunkt bei der Errichtung neuer Neutronenlabors weltweit zunehmend von Reaktor- zu Spallationsquellen, doch kann der Hochflussreaktor des Instituts Max von Laue – Paul Langevin (ILL) in Grenoble nach wie vor als das weltweit leistungsfähigste Zentrum für Forschung mit und an Neutronen angesehen werden. Dies gilt, abgesehen vom hohen Neutronenfluss, vor allem auch in Hinblick auf die Zahl der zur Verfügung stehenden Instrumente und Messtechniken sowie der Breite der Anwendungen. Man kann davon ausgehen, dass das ILL diese Stellung auch noch über die Fertigstellung der European Spallation Source ESS hinaus zumindest bis Anfang der 2030er Jahre beibehalten wird.

Zusätzlich ergeben sich in Grenoble durch Inbetriebnahme und kontinuierlichen Ausbau von ESRF (European Synchrotron Radiation Laboratory) seit etwa 1992 sowie EMBL (European Molecular Biology Laboratory) seit etwa 2002 Synergien, die in vieler Hinsicht weltweit einzigartig sind.

Das Institut Laue Langevin (ILL) ist einer von Konrad Adenauer und Charles de Gaulle als Zeichen der Völkerverständigung zwischen Frankreich und Deutschland gesetzten Initiative entsprungen, zu deren erfolgreicher Realisierung die intensive Zusammenarbeit der Professoren Louis Néel und Heinz Maier-Leibnitz entscheidende Beiträge lieferte, wodurch letztlich im Januar 1967 die Gründung des Instituts in Grenoble möglich wurde.

Ziel dieser Partnerschaft war es, die weltweit intensivste Neutronenquelle für die zivile Grundlagenforschung zu schaffen und den Wissenschaftlern der beteiligten Länder den zugehörigen leistungsfähigen Instrumentenpark zur Verfügung zu stellen. 1971 wurde der europäische Hochflussreaktor mit dem damals innovativen Status eines Service-Instituts, das der wissenschaftlichen Gemeinschaft Spitzenbedingungen und weltweit Exklusivität bot, kritisch. 1973 trat Großbritannien dem Institut als gleichberechtigter Partner bei. Das ILL wird seither von den drei Gründerstaaten („Associates“)

- **Deutschland**, vertreten durch *Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)*
- **Frankreich**, vertreten durch *Commissariat à l’Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA)* und *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*
- **Großbritannien**, vertreten durch *United Kingdom Research & Innovation (UKRI)*

gemeinsam betrieben, wobei der Zugang zur Forschung am ILL im Lauf der Jahre durch Kooperation mit einer zunehmenden Zahl von Partnerstaaten („Members“) im Rahmen mehrjähriger Verträge beträchtlich erweitert wurde (u.a. Spanien 1987, Schweiz 1988, Österreich 1990, Italien 1997, Tschechische Republik 1999, sowie seither etwa ein halbes Dutzend weiterer Staaten).

Der Fall des Eisernen Vorhangs eröffnete ab ca. 1990 zwangsläufig völlig neue Perspektiven für die Zusammenarbeit mit unseren östlichen Nachbarn. Insbesondere in der Tschechischen Republik, in der schon seit jeher eine vitale Szene von Neutronenforschern hoher Qualifikation existierte, zu deren führenden Vertretern nach dem Fall des Eisernen Vorhangs sehr rasch Kontakte auf privater Basis geknüpft wurden, erwuchs der österreichischen Forschergemeinde allmählich ein idealer Partner mit ähnlich gelagerten Interessen. So wurde schließlich die Idee geboren, ein gemeinsames Konsortium zu bilden, das dem ILL gegenüber als ein einziger Partner auftreten konnte. Der Vorteil dieses Zusammenschlusses bestand vor allem darin, dass die an das ILL pro Partner jährlich zu entrichtenden Fixkosten gemeinsam getragen werden konnten. Für Tschechien, das die Fixkosten für sich allein schwer aufbringen hätte können, war dies die einzige Möglichkeit, überhaupt Zugang zum Hochflussreaktor des ILL zu bekommen. Aber auch Österreich, das 1990 offiziell dem ILL beigetreten war, profitierte klarerweise in finanzieller Hinsicht von der Teilung der Kosten.

Ein erster Vertrag zwischen ILL und diesem MENI-Konsortium (*Middle European Neutron Initiative*) mit der Österreichischen Akademie der Wissenschaften als Konsortialführer wurde erstmals 1999 abgeschlossen und mit leichten Modifikationen 2005 um weitere 5 Jahre verlängert, wobei für den Zeitraum einer Vertragsperiode auch Ungarn als Mitglied dem Konsortium beitrug, später jedoch wieder ausschied. Abgesehen von den finanziellen Vorteilen für beide Partnerländer hatte die Gründung dieses Konsortiums aber auch weitere positive Auswirkungen. Der bereits vor dem EU-Beitritt der Tschechischen Republik vereinbarte regelmäßige Informationsaustausch zwischen den Vertretern der beiden Länder, der stets in einer außergewöhnlich freundschaftlichen Atmosphäre stattgefunden hatte, führte in der Folge nämlich zu einem die Scientific Communities in beiden Ländern befruchtenden regelmäßigen wissenschaftlichen Kontakt sowie zu enger Kooperation in gemeinsamen Projekten.

Nachdem sich auch die Slowakei 2009 dem Konsortium angeschlossen hatte, wurde gemeinsam beschlossen, dieses in *Central European Neutron Initiative* (CENI) umzubenennen, um der geographischen Lage der drei Partnerländer nach der jüngsten EU-Erweiterung gerecht zu werden. Langfristig hätte CENI durch Aufnahme potentieller weiterer Partnerländer auch zur Keimzelle eines größeren und damit auch am ILL mit mehr Gewicht auftretenden zentraleuropäischen Forschungsverbunds werden können, ähnlich zu bestehenden Forschungskoperationen der skandinavischen Länder, wo zuständige Ministerien, Förderorganisationen und Universitäten zum gemeinsamen Vorteil intensiv zusammenarbeiten. Veränderte Randbedingungen sowohl hinsichtlich der Gestaltung der Verträge durch das ILL als auch in Hinblick auf die forschungspolitischen Gegebenheiten in den österreichischen Nachbarstaaten haben für die Vertragsperiode ab 2023 jedoch wieder zu einer Regelung der Mitgliedschaft über Einzelverträge der jeweiligen Staaten geführt.

Das ILL in Grenoble kann mit Fug und Recht auch im Weltmaßstab als Erfolgsmodell bezeichnet werden. Derzeit (Stand 2024) werden jährlich etwa 1000 Experimente von zirka 1500 Forschern aus über 40 Ländern in den diversesten Disziplinen durchgeführt. Auf Grund der hohen Zahl eingereicherter Vorschläge übertrifft die beantragte Messzeit an den Instrumenten des ILL die tatsächlich zur Verfügung stehende Zeit stets deutlich. Das wissenschaftliche Leben am ILL ist in etwa zehn ‚Colleges‘ organisiert, im Rahmen derer internationale Gutachter-Komitees zweimal jährlich die jeweils besten Experimentieranschläge auswählen und so dafür sorgen,

dass das wissenschaftliche Programm des ILL höchsten Ansprüchen genügt. Durch ständige Anpassung seines Instrumentenparks an den neuesten Stand der Technologie bietet es der Forschungsgemeinde auch unübertroffene Möglichkeiten, ihre Vorhaben zu realisieren.

In den Jahren seit etwa 2010 hat die Nutzung des ILL durch österreichische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, auf Grund der wissenschaftlichen Qualität der vorgeschlagenen Experimente sowie der daraus entstandenen Publikationen, regelmäßig und zum Teil beträchtlich die Österreich gemäß dem geleisteten Mitgliedsbeitrag zustehenden Messzeiten überschritten, was seitens des ILL kurzzeitig wohlwollend geduldet, auf Dauer jedoch nicht ohne Anpassung akzeptiert werden konnte. Die Gründung des Fachausschusses NESY (Forschung an Neutronen- und Synchrotron-Quellen) der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft im Jahre 1996, bei dessen Mitgliedern und Repräsentanten sich der in Frage kommende Personenkreis möglicher Neutronenanwender jederzeit Rat und Hilfe bei der Auslotung der Möglichkeiten der Neutronenstreuung und deren tatsächlicher experimenteller Umsetzung holen kann sowie die Organisation regelmäßiger Winterschulen hat dazu zweifellos beigetragen.

In der jüngsten verfügbaren Statistik, die den Zeitraum der Vertragsperiode von 2019 bis 2023 umfasst, wurden knapp 90 Experimente an 33 verschiedenen Instrumenten durchgeführt, an denen insgesamt ca. 100 österreichische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus nahezu allen österreichischen Universitäten und relevanten Forschungsinstitutionen beteiligt waren. Die Leistungsfähigkeit der österreichischen Scientific Community auf dem Gebiet der Forschung mit Neutronen, lässt sich auch eindrucksvoll an der Zahl von ca. 140 referierten Publikationen in internationalen Wissenschaftsjournalen (darunter zahlreiche ‚highlights‘) ablesen, die eine Literatur-Recherche für den oben genannten Zeitraum von 2019 bis 2023 ergibt. Darüber hinaus existieren zahlreiche weitere, nicht direkt aus Experimenten am ILL hervorgegangene Veröffentlichungen, die Neutronen an anderen Forschungseinrichtungen, auf welchem Gebiet auch immer, als zentrales Hilfsmittel benutzen: ohne das durch die Zugangsmöglichkeit zum ILL geschaffene wissenschaftliche Umfeld wären alle diese Arbeiten kaum bzw. nur in wesentlich geringerem Ausmaß zustande gekommen.

Um diesem immer noch wachsenden Interesse und Erfolg der österreichischen user community zu entsprechen, ist es mit Unterstützung des Forschungsministeriums gelungen, anlässlich der letzten Vertragsverlängerung den österreichischen Strahlzeitanteil am ILL auf 2,5 Prozent anzuheben. Damit konnte, gemeinsam mit einer Verlängerung der Laufzeit des Vertrags von fünf auf sieben Jahre, für den Zeitraum 2024 – 2030 eine hervorragende Basis geschaffen werden.

Auf eine historische Besonderheit, welche die Beteiligung Österreichs am ILL aus einem anderen Blickwinkel erhellt, sei abschließend an dieser Stelle hingewiesen: Helmut Rauch (+2019), langjähriger Vorstand des Atominstututs der TU Wien, hat seit Mitte der 70er Jahre – also schon 15 Jahre vor dem 1990 erfolgten Beitritt Österreichs zum ILL – im Rahmen einer Zusammenarbeit seiner Forschungsgruppe mit der Dortmunder Gruppe um Ulrich Bonse (+2022) am ILL das Instrument „S18“ betrieben, das ursprünglich als ein reiner Neutronen-Interferometrie Messplatz konzipiert war, mittlerweile aber auch zum „Goldstandard“ für Ultra-Kleinwinkelstreuexperimente mit Neutronen (USANS) geworden ist. Schließlich bietet die von Rauch et al. Anfang der 1970er Jahre erstmals realisierte Neutroneninterferometrie mit Perfekt-Kristallen auch heute noch die einzige Möglichkeit, Materiewellen über makroskopische Distanzen von mehreren Zentimetern kohärent aufzuspalten und auch wieder erfolgreich zu rekombinieren – ein mächtiges Werkzeug zur Untersuchung und Verifikation fundamentaler quantenmechanischer Phänomene, das zu zahlreichen spektakulären und bahnbrechenden Ergebnissen und deren Publikation in den renommiertesten Wissenschaftsjournalen (Physical Review Letters, Nature, etc.) geführt hat.

Das Gerät S18 war speziell für den Interferometrie-Modus konzipiert worden, der zweifellos zum experimentell Anspruchvollsten zählt, was Neutronenforschung zu bieten hat. Es konnte daher auf Grund seiner Komplexität und der außergewöhnlichen Anforderungen in Bezug auf Empfindlichkeit und Stabilität nicht im üblichen ILL-User Betrieb eingesetzt werden, wodurch es in der Statistik der Ausnutzung des ILL durch österreichische Wissenschaftler lange Zeit überhaupt nicht aufschien. Dass der Betrieb von S18 durch zwei in ihrer Forschungsausrichtung doch sehr unterschiedliche Gruppen, vor allem durch die mühsame Umrüstung des experimentellen Aufbaus, mitunter auch zu beträchtlichen Reibungsverlusten geführt hat, liegt auf der Hand. Diese unbefriedigende Situation hat sich durch den 1990 erfolgten offiziellen ILL-Betritt Österreichs insofern geändert, als S18 ab diesem Zeitpunkt als ausschließlich durch

Österreich finanziertes, so genanntes „CRG-C“ Instrument (Collaborating Research Group) betrieben wurde. „C“ bedeutet, dass es nicht für das normale User Programm des ILL herangezogen wird, sondern es im alleinigen Ermessen der österreichischen Betreiber liegt, wer darauf Experimente durchführen darf. Der „normale“ ILL-Nutzer hätte ohne aufwendige Einschulung nämlich keine Chance, dieses komplexe Instrument zu beherrschen.

Mit Gültigkeit ab 1. Jänner 2014 wurde durch einen Vertrag zwischen dem ILL-Grenoble, dem Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, sowie dem Atominstitut der TU Wien vertraglich festgelegt, dass das Instrument S18 in Hinkunft als CRG-B betrieben wird, bei dem 70% der Messzeit dem Atominstitut zusteht und 30% dem ILL, also externen Usern. Im Ausgleich dafür wird jedoch die infrastrukturelle Unterstützung von Seiten des ILL entsprechend erhöht. Wie allerdings bereits erwähnt, ist für eine erfolgreiche Durchführung von Experimenten aber jedenfalls eine Mitwirkung des vom Atominstitut entsandten bzw. ohnehin permanent vor Ort tätigen wissenschaftlichen Personals zwingend erforderlich. Als abschließende höchst erfreuliche Tatsache muss erwähnt werden, dass es mit großzügiger finanzieller Unterstützung durch das Ministerium sowie FFG-Mitteln nach fast 50 Jahren Betrieb endlich möglich wurde, die experimentellen Aufbauten von S18 und seine elektronische Ausstattung von Grund auf zu erneuern und auf den letzten Stand der Technik zu bringen. Nicht minder erfreulich ist, dass die TU Wien den Betrieb von S18 im Rahmen von Österreichs ILL-Beteiligung in seine aktuelle Leistungsvereinbarung aufgenommen hat.