

Leistungen von Weltniveau bei Erforschung der Kernresonanz

Über die Arbeitsgruppe Hochfrequenzspektroskopie am Physikalischen Institut unter der Leitung von Nationalpreisträger Professor Dr. Artur Lösche

Die Arbeitsgruppe Hochfrequenzspektroskopie unter der Leitung von Nationalpreisträger Prof. Dr. Artur Lösche besteht seit ungefähr zehn Jahren. Die Forschungsrichtung insgesamt gibt es erst seit 1945/46. Genaue Ausdrücke beschäftigt sich diese Gruppe am Physikalischen Institut im wesentlichen nur mit einem der Hauptgebiete der Hochfrequenzspektroskopie, und zwar der Paramagnetischen Kernresonanz. Was versteht sich hinter diesem Ausdruck, der dem Nichtnaturwissenschaftler sicher wenig sagt? Zur Erklärung des Folgenden: Die meisten Atomkerne haben ein magnetisches Moment, d. h. verhalten sich wie kleine Magneten. In einem äußeren Magnetfeld stellen sie sich in eine bestimmte Richtung ein, wie dies von der Magnetnadel her allgemein bekannt ist. Wenn ich eine Magnetnadel in einem Magnetfeld drehen will, muß ich Energie aufwenden. Diese Energie wird aber im Falle der Kernmomente nur quantenhaft aufgenommen. Diese Energiequanten beziehen die Kerne aus einem äußeren Hochfrequenzfeld dann, wenn zwischen der Stärke des Magnetfeldes, in dem sich die Atomkerne befinden, dem magnetischen Moment der Atomkerne und der Frequenz des Hochfrequenzfeldes eine ganz bestimmte Beziehung erfüllt ist. Ist dies der Fall, dann wird Energie aus dem angelegten Hochfrequenzfeld entzogen. Das ist der Effekt, der bei den Kernresonanzexperimenten nachgewiesen wird.

Eine neue Untersuchungsmethode

Ursprünglich wurde die Methode nur verwendet, um die magnetischen Kernmomente zu messen. Aber es zeigte sich bald, daß man mit ihrer Hilfe auch sehr viele Fragen der verschiedensten naturwissenschaftlichen

Disziplinen, wie Physik, Chemie, Biologie, Technik, Geophysik und Geologie, lösen kann. Die Kernresonanz ist also zu einer Untersuchungsmethode geworden, wie z. B. Mikroskopie, Spektralanalyse usw. Die ersten Arbeiten, die in Leipzig durchgeführt wurden, befaßten sich selbstverständlich mit dem experimentellen Verfahren. Einerseits mußten Erfahrungen mit der neuen Methode gewonnen werden, und der Physiker ist ja fast immer darauf angewiesen, die Geräte, mit denen er experimentieren will, selbst erst zu bauen, andererseits gab es damals zwar schon viele experimentelle Methoden zum Nachweis der Kernresonanzsignale, aber die theoretische Durchdringung dieser Apparate und der experimentellen Verfahren war noch nicht vollständig.

Bessere Messungen des Erdmagnetfeldes möglich

1954 wurden auf der Grundlage dieser Erfahrungen drei Kernresonanzspektrometer gebaut und zwar zwei Breitlinienspektrometer, die sich besonders zur Untersuchung der Struktur von Festkörpern eignen und ein sogenanntes Spin-Echo-Spektrometer, mit dem insbesondere das Relaxationsverhalten von Flüssigkeiten und wässrigen Lösungen untersucht wird. Das Kernresonanzverfahren eignet sich auch sehr gut zur Messung und Stabilisierung von Magnetfeldern, die u. a. für viele kernphysikalische Zwecke benötigt werden. Am Institut wurde für den VEB Geophysik im Rahmen der Vertragsforschung ein Erdfeldprotonenmagnetometer gebaut. Mit diesem Gerät kann die Ausmessung des Magnetfeldes der Erde gegenüber früheren Methoden wesentlich schneller durchgeführt werden.

Mit Hilfe der erwähnten Kernresonanzspektrometer wurden in den

letzten Jahren viele Untersuchungen durchgeführt. Es wurden Kristallstrukturen bestimmt, wie z. B. beim Seignettesalz, wo die Orientierungen der 16 Kristallwassermoleküle mit Hilfe von Protonenresonanzuntersuchungen bestimmt wurden. Umfangreiche Untersuchungen wurden auch zur Struktur der kristallinen Flüssigkeiten durchgeführt. Der Polymerisationsprozeß wurde eingehend an kalthärtenden Epoxydharzen untersucht. Andere Untersuchungen befaßten sich mit dem Einfluß radioaktiver Strahlen auf Hochpolymere. Es ist seit mehreren Jahren bekannt, daß die Eigenschaften von Hochpolymeren durch Bestrahlung weitgehend verändert werden können. Zum Beispiel kann Verfestigung auftreten, Grenzflächenvorgänge, die bei der Katalyse in der Chemie eine wichtige Rolle spielen, wurden an dem System Aluminiumoxyd-Wasser als Modell untersucht.

Weiteren Aufschluß über die Wechselwirkungen der Kerne und Elektronen in Substanzen kann man erhalten, wenn man an einer Probe gleichzeitig Kern- und Elektronenresonanz beobachtet. Die dabei auftretenden Erscheinungen nennt man Overhauser-Effekt. Es ist dadurch möglich, z. B. das Kernresonanzsignal wesentlich zu vergrößern und damit auch Kernresonanzsignale z. B. von Halbleitern, die sonst nur schwer meßbar sind, zu empfangen. Weiter ist es damit möglich, polarisierte Kerne zu erzeugen, was besonders für kernphysikalische Fragen von Wichtigkeit ist. In den letzten Jahren wurden schon einige Arbeiten auf dem Gebiet der Elektronenresonanz und auf dem Gebiet des Overhauser-Effektes durchgeführt.

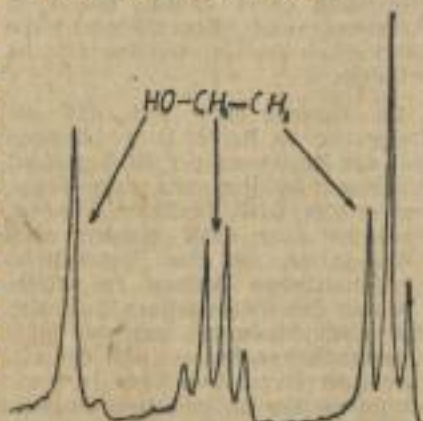
Kernresonanz unentbehrlich für die chemische Forschung

Von sehr großer Bedeutung für die Chemie ist die hochauflösende Protonenresonanz, ein Teilgebiet, auf dem seit 1960 dank des Imports eines entsprechenden Gerätes ebenfalls gearbeitet wird. Man untersucht dabei Flüssigkeiten, die Wasserstoffatome enthalten, also besonders alle organischen Verbindungen rein oder im gelösten Zustand. Dabei treten im Gegensatz zu Festkörperuntersuchungen nicht nur eine breite, sondern teilweise mehrere sehr schmale Kernresonanzlinien auf. Aus der Lage und den Aufsplittings dieser Linien lassen sich Molekülstrukturen bestimmen und in bestimmten Fällen quantitative und qualitative Analysen durchführen. Weiter kann der Austausch von Wasserstoffatomen zwischen verschiedenen Molekülen oder verschiedenen Stellungen eines Moleküls untersucht werden, können Assoziationserscheinungen, wie z. B. die Wasserstoffbrückenbindung,



NATIONALPREISTRÄGER PROF. DR. ARTUR LÖSCHE

untersucht werden. In dem Bild geben wir zur Veranschaulichung das hochauflösende Protonenresonanzspektrum von Äthylalkohol mit der Deutung des Spektrums an.



Protonenresonanzspektrum von Äthylalkohol. Die Lage der einzelnen Linien ist für die chemischen Gruppen charakteristisch. Die Aufspaltung der CH_2 - und CH_3 -Linien ist auf Kopplungen infolge der benachbarten Lage der beiden Gruppen im Molekül zurückzuführen. Die Abwesenheit von Aufsplittings bei der HO-Linie deutet auf schnellen Austausch der HO-Protonen mit den vorhandenen Wasserprotonen hin. Die Linienintensitäten sind der Anzahl der Wasserstoffatome in den einzelnen Molekülgruppen proportional.

Aus dem Gesagten geht wohl hervor, daß für eine moderne chemische Forschung die hochauflösende Kernresonanz ebenso wichtig wie die Ultrarot- oder Ramanenspektroskopie oder andere moderne Methoden fehlen darf. Aus den Beispielen geht hervor, daß die Kernresonanz eine sehr vielseitige Methode ist, mit der viele Probleme der Grundlagenforschung, aber auch sehr viele praktische Fragen untersucht werden können. Seit längerer Zeit werden von der Arbeits-

gruppe Probleme aus der Industrie und aus anderen Instituten bearbeitet. Verbindung besteht z. B. zum VEB Geophysik, zu den „Leuna-Werken Walter Ulbricht“, zum „Kombinat Otto Grotewohl“ in Böhlen und zum Organisch-Chemischen Institut. Es könnten aber noch wesentlich mehr derartige Arbeiten durchgeführt werden, die Möglichkeiten sind in dieser Hinsicht noch lange nicht erschöpft. Es ergeben sich aber dabei oft sehr große Schwierigkeiten. Durch die relative Neuheit der Methode fehlt oft das Interesse und die Bereitschaft der Industriebetriebe und der Chemiker, sich damit zu beschäftigen und mit ihren Problemen an die Arbeitsgruppe heranzutreten.

Internationale Anerkennung für die erzielten Ergebnisse

Die Arbeitsgruppe unter Leitung von Prof. Dr. Lösche hat international einen guten Ruf und hat bewiesen, daß sie in der Lage ist, ein wichtiges Wort mitzureden. Dies kam zum Ausdruck in der überaus starken internationalen Beteiligung an der gemeinsam mit dem Physikalischen Institut Jena vorbereiteten Arbeitstagung „Hochfrequenzspektroskopie“ Anfang April 1960 in Leipzig. Die internationale wissenschaftliche Gesellschaft Groupement Ampère (Atomes et molécules par études radio-electriques) hat ihre jährliche Tagung für das Jahr 1961 erstmalig in ein sozialistisches Land nach Leipzig vergeben. Weiterhin treten die Wissenschaftler der Gruppe, insbesondere Prof. Dr. Lösche und Prof. Dr. Pfeifer, seit mehreren Jahren mit Vorträgen auf internationalen Kongressen auf.

Viele Wissenschaftler aus der befreundeten Sowjetunion und den Volkdemokratien besuchen die Arbeitsgruppe und arbeiten teilweise längere Zeit in Leipzig. Auch die Wissenschaftler unseres Instituts führen zum Erfahrungsaustausch in die befreundeten Länder. Erst vor kurzem weilte Dr. Skripow von der Universität Leningrad zwei Wochen am Institut und hielt fünf Vorlesungen. Dies alles beweist, daß die Arbeitsgruppe ihren Beitrag zur Erhöhung des internationalen Ansehens der DDR leistet. Die guten Leistungen wurden von der Regierung der DDR durch die Verleihung des Nationalpreises II. Klasse an Prof. Dr. Lösche geehrt.

Schlüssel zum Erfolg: Gemeinschaftsarbeit

Die guten Leistungen könnten nur dadurch erreicht werden, daß erstens die Arbeit relativ lange Zeit auf ein Gebiet konzentriert wurde, so daß keine Zersplitterung der Arbeit auftrat, sondern kontinuierlich gearbeitet wurde. Zweitens war eine gute Zusammenarbeit der Mitglieder der Arbeitsgruppe dazu nötig. Es ist heute ganz allgemein auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Arbeit für den einzelnen nicht mehr möglich, ein Fragegebiet umfassend zu bearbeiten und solche guten Leistungen zu erzielen. Dies ist nur mit Hilfe der Gemeinschaftsarbeit möglich. So arbeiten an den einzelnen Problemen, die von der Arbeitsgruppe bearbeitet werden, jeweils Kollektive von mehreren Assistenten, Mechanikern, Laboranten und HF-Mechanikern. Durch diese gemeinsame Arbeit auf einem Gebiete, durch den dadurch möglichen ständigen Erfahrungsaustausch und die gegenseitige Hilfe wird auch die Weiterentwicklung eines jedes einzelnen stark gefördert und die Qualität der wissenschaftlichen Arbeit insgesamt gehoben.

Johannes Ranft

Roland Schlauch

Universitätszeitung, 13. 7. 1960, S. 3



Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Hochfrequenzspektroskopie am Spin-Echo-Spektrometer

Maximaler Zeitgewinn durch Gemeinschaftsarbeit

Erfahrungen sozialistischer Gemeinschaftsarbeit am Franz-Mehring-Institut

Anfang dieses Jahres hatten sich ein Oberassistent und vier Assistenten der Abteilung Geschichte der deutschen Arbeiterbewegung zusammengeschlossen, um in Gemeinschaftsarbeit eine Veröffentlichung anlässlich des 15. Jahrestages der Befreiung vom Hitlerfaschismus anzufertigen. Nach viereinhalbmonatiger Arbeit wurde diese Aufgabe beendet und eine Veröffentlichung „Zur Rolle der sowjetischen Besatzungsmacht bei der Herausbildung der politischen Grundlagen der antifaschistischen-demokratischen Ordnung (1945/46)“ druckfertig abgeschlossen.

Von der Vielzahl Erfahrungen, die wir dabei sammelten, möchten wir einige herausgreifen, von denen wir glauben, daß sie in dieser oder jener Form in jeder Arbeitsgemeinschaft eine Rolle spielen:

Die Einstellung eines jeden zur gemeinsamen Arbeit ist ausschlaggebend für den Erfolg der Arbeit. Gewinnen alle an ihr beteiligten früh ein gutes Verhältnis, eine innere Aufgeschlossenheit zur Thematik, dann ist ein guter Ausgangspunkt für das Gelingen der Arbeit gegeben. Jeder einzelne muß sich darüber im klaren sein, daß von seiner verantwortungsbewußten Arbeit das Ganze bestimmt wird. Die Verantwortung des einzelnen ist im Kollektiv viel

größer, als wenn er allein irgendeine Aufgabe zu bewältigen hätte. Von seiner Exaktheit, Gründlichkeit und vom Einhalten der Arbeitstermine hängt der Fortschritt der gesamten Arbeit ab. Gleichzeitig ist er nicht nur für seine Arbeit, sondern auch für die anderen Mitglieder der sozialistischen Gemeinschaft verantwortlich. Die Verantwortlichkeit im Kollektiv ist größer als die Summierung der Einzelverantwortlichkeiten, das Ganze ist eben nicht nur die Summe seiner Teile.

Das Bewußtsein dieser gestiegenen Verantwortung ist die beste Gewähr dafür, daß bei auftretenden Schwierigkeiten keine Kapitulanteneinstimmung entsteht.

Von großer Bedeutung ist die Arbeitsverteilung im Kollektiv, die nicht schematisch geschehen darf. Wir verfahren bei uns so, daß die Qualifikation jedes einzelnen, seine Belastung in der Lehre und in der gesellschaftlichen Arbeit berücksichtigt wurden. Auch eine zeitweilige Umverteilung der Arbeit — besonders in der Lehre — schuf uns freie Potenzen. Dadurch war eine schwerpunktmäßige Aufgliederung der Arbeit möglich. Das hat sich als sehr gut erwiesen.

Eine weitere gute Erfahrung sehen wir darin, daß wir bei der Durchsicht der einzelnen im Entwurf vorliegenden Teile der Arbeit die Kritik gleich mit konkreten, formulierten Änderungsvorschlägen verbanden. Das trug zur Steigerung des Arbeitstempes bei.

Überhaupt erscheint uns die helfende Kritik in der sozialistischen Gemeinschaft als äußerst wichtiger Faktor. Die kritische Beratung der Arbeit in ihren einzelnen Entwicklungsphasen führt dazu, daß Mängel und Schwächen sehr früh erkannt und dadurch rechtzeitig überwunden werden können. Gleichzeitig zeigten sich gerade in der Gemeinschaftsarbeit die Stärken und Schwächen des einzelnen sehr gut. Bei der weiteren Arbeitsverteilung kann dies dann berücksichtigt werden, so daß dann jeder in Zukunft die Arbeit erhält, für deren Bewältigung er die besten Voraussetzungen besitzt.

Die gegenseitige helfende Kritik ist ein wichtiges Mittel zur Qualifizierung. Auch in dieser Beziehung kommt deshalb der sozialistischen Gemeinschaftsarbeit eine so große Bedeutung zu.

Auch unsere Erfahrungen zeigen, daß in der kollektiven Arbeit die Leistung des einzelnen nicht unter-

geht. Nach wie vor ist die verantwortungsvolle Arbeit des einzelnen die Voraussetzung für das Gelingen und den Wert des Ganzen. Die gegenüber dem einzelnen gestiegene Verantwortlichkeit des Kollektivs ist ein unbestechlicher Gradmesser für den Wert der Arbeit jedes einzelnen. Andererseits fließt durch die gegenseitige helfende Kritik tatsächlich auch das Können und die Fähigkeit jedes Mitglieds der sozialistischen Gemeinschaft in die kollektive Arbeit ein, so daß dann das Ergebnis nicht nur die Summierung einzelner Teile ist, sondern ein in sich geschlossenes, von allen erarbeitetes Ganzes.

Wir haben aus unserer ersten größeren Gemeinschaftsarbeit eine Menge gelernt. Vieles muß in Zukunft noch besser werden. Eines ist aber gewiß: Mit der sozialistischen Gemeinschaftsarbeit kommen wir schneller voran, erreichen wir den maximalen Zeitgewinn im Kampf gegen den westdeutschen Militarismus.

Auch das Niveau unserer Ergebnisse wird durch die gemeinsame Arbeit steigen. Den Nutzen davon haben wir alle.

Roland Schlauch

Universitätszeitung, 13. 7. 1960, S. 3