

Albert W. Overhauser (1925–2011).

Albert W. Overhauser, einer der bekanntesten und beliebtesten Pioniere auf dem Gebiet der magnetischen Resonanz, ist am 10. Dezember 2011 verstorben.

Er wurde am 17. August 1925 in San Diego, Kalifornien, geboren, besuchte die High School in San Francisco und studierte ab 1942 an der University of California in Berkeley mit den Hauptfächern Physik und Mathematik. Für die Zeit von 1942 bis 1944 unterbrach er das Studium und diente in der United States Naval Reserve, wo er zum Spezialisten für die Reparatur von Radaranlagen ausgebildet wurde. Nach dem Krieg kehrte er an das College zurück, graduierte 1948 und wechselte direkt zur Berkeley Graduate School, ebenfalls im Fach Physik. Sein Doktorvater Charles Kittel, der gerade dabei war, mit seinem Labor von den Bell Laboratories nach Berkeley umzuziehen, schlug als Thema für die Doktorarbeit vor, die Theorie der Spin-Gitter-Relaxationszeit der Leitungselektronen in Metallen zu entwickeln. Als Kittel 1951 schließlich endgültig nach Berkeley gewechselt war, präsentierte ihm Overhauser seine fertige Doktorarbeit. Kittel rief sofort Frederick Seitz an der University of Illinois an, der Overhauser anbot, bei ihm als Postdoktorand gemeinsam mit James Koehler experimentelle Studien über Strahlungsschäden in Festkörpern zu betreiben. Daraufhin fragte Overhauser seine Verlobte Margaret Mary Casey, ob sie sich vorstellen könne, Berkeley zu verlassen, um nach Illinois zu ziehen – ein subtiler, aber erfolgreicher Weg, ihr einen Heiratsantrag zu machen.

Damals war Illinois eine Keimzelle der NMR-Forschung. Erwin Hahn hatte 1949 in Illinois promoviert und blieb nach seiner Entdeckung der Spinechos für ein Jahr als Postdoktorand. Herbert Gutowsky war 1948 in die Chemiefakultät eingetreten, frisch promoviert aus Harvard, wo er mit Purcells Student George Pake mit der NMR-Forschung begonnen hatte. Ich hatte 1949 bei Purcell promoviert und wurde in jenem Jahr Mitglied der Physikfakultät. Bei Overhausers Ankunft war mein erster Student, Dick Norberg, gerade dabei, seine Doktorarbeit über das ^1H -NMR-Spektrum von Pd-adsorbiertem Wasserstoff abzuschließen. Overhauser lernte die beteiligten Arbeitsgruppen kennen und erfuhr mehr über ihre Untersuchungen von Relaxationszeiten in den Alkalimetallen. Im Januar 1952 hörte er einen Vortrag von Norberg über dessen Doktorarbeit. Später erzählte er mir darüber: „*what Norberg said in his seminar was: the free induction decay contains information. I believed that, during the decay, the system is out of equilibrium (of course). So what I did in the next two days was to find out what happens when the system*

is held (steadily) out of equilibrium. (The discovery followed quickly)“.

Seine Entdeckung – heute als Overhauser-Effekt oder dynamische Kernpolarisation bekannt – war, dass man die Kernpolarisation in einem Metall tausendfach erhöhen kann, wenn man die Resonanz der Spins der Leitungselektronen ausreichend stark anregt. Ich und meine Studenten waren erstaunt von dieser Vorhersage und wollten sie unbedingt testen. Bis dahin hatte niemand die magnetische Resonanz von Leitungselektronen in Metallen beobachtet. In seiner Doktorarbeit sagte Overhauser ein sehr enges (0.1 G breites), intensives Elektronenspinresonanz(ESR)-Signal vorher. Wir begannen also sofort mit der Überprüfung verschiedener Metalle, wobei wir mithilfe eines 10-MHz-NMR-Geräts und entsprechend niedrigen Magnetfeldes nach einem engen ESR-Signal suchten. Ende 1952 entdeckten Griswold, Kip und Kittel die Resonanz, viel breiter als vorausgesagt, in metallischem Natrium unter Verwendung von 3-cm-Mikrowellen. Direkt danach fanden Carver und ich das ESR-Signal (5 G breit) in pulverförmigem Lithiummetall und machten uns schnell daran, Overhausers vorhergesagten Effekt zu verifizieren.

Overhauser wies darauf hin, dass bei niedrigen Temperaturen und in starken Magnetfeldern große Kernpolarisationen die Frequenz des ESR-Signals verschieben würden. Er schlug vor, zur Verifikation seiner Voraussage nach dieser Frequenzverschiebung zu suchen. Meiner Gruppe fehlte allerdings die entsprechende Mikrowellen- und Niedertemperaturausstattung zur Ausführung solcher Experimente. Stattdessen machten wir ein Doppelresonanzexperiment, bei dem wir den Effekt für die magnetische ^7Li -Kernresonanz von pulverförmigem Lithiummetall nach Anregung der ESR der Leitungselektronen beobachteten. Dieses Experiment ließ sich bei Raumtemperatur und ohne Mikrowellen ausführen. Dabei musste der Durchmesser der Metallpartikel kleiner als die elektromagnetische Eindringtiefe für sowohl Elektronen als auch Kerne sein, was die maximale ESR-Frequenz auf ca. 100 MHz beschränkte, sodass das statische Magnetfeld ungefähr 30 G und die NMR-Frequenz etwa 50 kHz betragen mussten.

Overhauser stellte seine Theorie im April 1953 in einem zehnminütigen Vortrag auf einer Tagung der American Physical Society einem Auditorium vor, dem unter anderem Bloch, Purcell, Bloembergen, Rabi, Ramsey und Abragam angehörten. Diese waren äußerst skeptisch, möglicherweise weil sie vermuteten, dass seine Theorie den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik verletzen könnte. Im Juni verließ Overhauser Illinois und wurde Assistant Professor für Physik an der Cornell University. Ende Juni reichte er ein Manuskript bei *Physical Review* ein. Am 12. August beobachteten Carver und ich erstmals die (100-fache) Verstär-



A. W. Overhauser

kung des ^7Li -NMR-Signals, schickten Overhauser die gute Nachricht per Telegramm und reichten rasch einen Artikel ein. *Physical Review* erhielt ihn am 17. August, Overhausers 27. Geburtstag.

Carver und ich erkannten, dass für den Overhauser-Effekt zwei Voraussetzungen erfüllt sein müssen: zum einen, dass zur Relaxationszeit Matrixelemente der Spin-Spin-Wechselwirkung zwischen Kernen und Elektronen beitragen müssen, in denen beide Spins simultan beim Wechsel von ihren Anfangs- zu ihren Endspinzuständen umklappen; zum anderen, dass es Freiheitsgrade gibt, die die Differenz in der Zeeman-Energie zwischen den Anfangs- und Endspinzuständen absorbieren können. Dies bedeutete, dass der Overhauser-Effekt in einer nichtmetallischen Flüssigkeit möglich sein könnte. 1954 demonstrierten wir dies, indem wir eine 100-fache Verstärkung der Polarisation von Protonen in flüssigem Ammoniak erzielten, der aufgrund von gelösten Natriumatomen Spins ungepaarter Elektronen aufwies. Die heutigen Methoden der dynamischen Polarisation beruhen noch immer in großen Teilen auf diesen Prinzipien. 1955 zeigte Solomon einen Overhauser-Effekt für ein System, dessen Spins allein aus Kernspins bestehen (^{19}F und ^1H im HF-Molekül). Der Kern-Overhauser-Effekt wurde enorm wichtig für die Bestimmung der Struktur großer Biomoleküle, wie sich im Nobelpreisvortrag von Kurt Wüthrich nachlesen lässt.^[1]

An der Cornell University wurde Overhauser 1956 zum Associate Professor befördert, allerdings lockte ihn 1958 der Physiker Jack Goldman in das Forschungslaboratorium der Ford Motor Company. Nachdem Goldman 1969 Ford verlassen hatte und zu Xerox gegangen war (wo er das Xerox Palo Alto Research Laboratory gründete), blieb Overhauser noch bis 1973 bei Ford und wurde dann Physikprofessor an der Purdue University. Diese Position hatte er bis zu seinem Tod inne.

Overhausers viele wichtige Beiträge wurden durch seine Wahl in die American Academy of Arts and Sciences sowie die National Academy of Sciences gewürdigt. Er erhielt den Oliver E. Buckley Solid State Physics Prize (1975), den Alexander von Humboldt Senior Scientist Award (1979–1980) sowie die Ehrendoktorwürden der University of Chicago (1979) und der Simon Fraser University (1998). 2009 erhielt er den Russell-Varian-Preis. 1994 wurde ihm von Präsident Clinton die United States National Medal of Science verliehen.

Charles P. Slichter
University of Illinois at Urbana-Champaign

[1] K. Wüthrich, *Angew. Chem.*, **2003**, *115*, 3462–3486; *Angew. Chem. Int. Ed.*, *42*, 3340–3363.

DOI: 10.1002/ange.201201885