

# Der Mann, mit dem die Kälte kam

Walther Meißner (1882 – 1974) und die Tieftemperaturphysik in Deutschland

Wolfgang Buck, Dietrich Einzel und Rudolf Gross

Die Tieftemperaturphysik ist ein faszinierendes und sehr erfolgreiches Forschungsgebiet der modernen Physik. In Deutschland begann die bis heute anhaltende fulminante Entwicklung der Tieftemperaturphysik und -technik mit dem Bau eines Wasserstoffverflüssigers vor genau 100 Jahren durch Walther Meißner. Der Bau der ersten Helium-Verflüssigungsanlage in Deutschland, die Charakterisierung vieler neuer Supraleiter und vor allem die Entdeckung des Meißner-Ochsenfeld-Effekts vor 80 Jahren sind weitere wichtige Meilensteine dieses Pioniers.

Vor hundert Jahren bestimmten die noch neuen Ideen und Entdeckungen nach der Jahrhundertwende die Physik [1]: Max Plancks Quantentheorie der Strahlung schwarzer Körper, Albert Einsteins damit einhergehende Quanteninterpretation des lichtelektrischen Effekts sowie seine spezielle Relativitätstheorie, Max von Laues Entdeckung der Röntgenbeugung an Kristallen, der Zeeman-Effekt, die Radioaktivität und – nicht zuletzt – die Tieftemperaturphysik. Emil Warburg, damals der dritte Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (PTR) in Berlin-Charlottenburg, sah insbesondere in den beiden letztgenannten Bereichen eine besondere experimentelle Stärke seiner Forschungseinrichtung. Es gelang ihm, zwei junge, einsatzfreudige und außerordentlich fähige Kollegen für die PTR zu gewinnen: Hans Geiger für das Arbeitsgebiet „Radioaktivität“ kam von Ernest Rutherford aus Manchester und Walther Meißner für die „Tieftemperaturphysik“ von



Walther Meißner in den 1930er-Jahren

Max Planck, bei dem er 1907 promovierte. Emil Warburg beauftragte vor genau 100 Jahren Walther Meißner mit dem Bau eines Wasserstoffverflüssigers (Abb. 1), des ersten in Deutschland.<sup>1)</sup>

Meißner gelang es zunächst nur, die lächerlich kleine Menge von einem halben Liter flüssigen Wasserstoff pro Stunde zu produzieren. Das ermöglichte aber bereits Messungen des elektrischen Widerstands und der Wärmeleitfähigkeit in Metallen bis hinab zu etwa 15 K. Für Werner Buckel [2] markieren diese Pionierarbeiten den „Start des Kältelaboratoriums der PTR“ – und damit den Beginn der Tieftemperaturphysik in Deutschland. Warburg löste ein weiteres, nämlich ein finanzielles Problem der neuen Forschungsrichtungen durch die

Gründung der privat finanzierten Stiftungen Helmholtz-Fonds und Emil-Rathenau-Stiftung, wofür er den Anlass des 25-jährigen Bestehens der PTR im Jahre 1912 zu nutzen wusste [3].

Interessant am wissenschaftlichen Werdegang von Walther Meißner ist, dass er ab 1901 zunächst Maschinenbau an der TH Charlottenburg studierte und erst 1904 zum Studium der Physik und Mathematik an die Berliner Friedrich-Wilhelms-Universität wechselte. Da die Tieftemperaturphysik eine Forschungsrichtung ist, bei der sich technische und physikalische Entwicklungen stark befruchten und gegenseitig bedingen, war ihm dieser Umstand in seiner späteren Karriere vielfältig nützlich. Nach dem Studium wurde er einer der wenigen Doktoranden von Max Planck und beschäftigte sich in seiner Doktorarbeit mit der Theorie des Strahlungsdrucks. Während seiner Doktorarbeit lernte er Max von Laue kennen, der dort vier Jahre zuvor promoviert hatte und eine Assistentenstelle innehatte. Seit dieser Zeit waren sie nicht nur gute Kollegen, sondern es sollte sie eine lebenslange enge Freundschaft verbinden.

Nach dem Eintritt von Walther Meißner in die PTR (Laboratorium für Pyrometrie) im Jahre 1908 beschäftigte er sich mit Prüfungs- und Forschungstätigkeiten auf allen Gebieten der Thermometrie sowie auf den Gebieten der Druck-, Zähigkeits- und Flammpunktmesung. Im selben Jahr gelang Heike Kamerlingh Onnes in Leiden zum ersten Mal die Verflüssigung von Helium. Dieser Zeitpunkt markiert in gewisser Weise global den Beginn der Tieftemperaturphysik, da jetzt Experimente bei Tempera-

1) Das erste kommerziellen Verfahren zur Luftverflüssigung hatte Carl von Linde 1895 entwickelt, die erste erfolgreiche Verflüssigung von Helium war 1908 Heike Kamerlingh Onnes in den Niederlanden gelungen.

Dr. Wolfgang Buck, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Abbestr. 2–12, 10587 Berlin; Dr. Dietrich Einzel, Prof. Dr. Rudolf Gross, Fakultät für Physik, TU München, James-Franck-Str. 1, 85748 Garching

turen um 1 K möglich waren. In der Folge war es wiederum Heike Kamerlingh Onnes, der 1911 in Leiden die Supraleitfähigkeit von Quecksilber entdeckte. 1913, im Jahr der Verleihung des Physik-Nobelpreises an Heike Kamerlingh Onnes, wurde Meißner in das Laboratorium für Elektrizität umgesetzt – wie erwähnt „unter der von Präsident Warburg gestellten Bedingung, eine Wasserstoffverflüssigungsanlage einzurichten“ [4]. Das Ziel der PTR war, „Forschungsarbeiten bei tiefen Temperaturen und auf elektrischem Gebiet“ im eigenen Hause durchführen zu können. Zu diesem Zeitpunkt war Walther Meißner nicht der erste, der sich mit Experimenten bei tiefen Temperaturen befasste. Bereits seit 1896 bauten Ludwig Holborn, der spätere Leiter des Wärmelaboratoriums, und Wilhelm Wien, der sich in dieser Zeit mit der Hohlraumstrahlung beschäftigte, den Bereich der thermometrischen Untersuchungen der PTR bis  $-190\text{ °C}$  aus. Da die PTR zu dieser Zeit aber keine eigene Tieftemperaturausrüstung besaß, wurden die Messungen bei der „Gesellschaft für Lindes Eismaschinen AG“ in München durchgeführt. Deren Gründer Carl von Linde unterstützte die Arbeiten zur Etablierung einer zuverlässigen Temperaturmessung von Anfang an mit großem Nachdruck. Man kann sagen, dass er – Kurator der PTR von 1895 bis 1921 – eine

vergleichbar fundamentale Rolle für die Entwicklung des Bereichs Tieftemperaturphysik in der PTR gespielt hat, wie Werner von Siemens für den Aufbau der elektrischen Messtechnik.

Zwischen 1913 und 1914 konnten etwa 50 Liter flüssiger Wasserstoff an der PTR hergestellt und verschiedenen PTR-Laboratorien für Experimente zur Verfügung gestellt werden. Mit diesem großen Sprung war eine „Temperatur von  $-253\text{ °C}$  oder  $20^\circ$  abs. erreicht“ [5]. Die Arbeiten von Meißner begannen also viel versprechend, doch der Ausbruch des Ersten Weltkriegs änderte die Situation vollständig. Zwar konnte er 1915 noch als Regierungsrat den Beamtenstatus erreichen, rückte dann aber als kriegsfreiwilliger Fliegerfunker zur Armee ein.

Nach seiner Rückkehr aus dem Krieg als Offizier konnte Walther Meißner seine Arbeiten nach dreijähriger Unterbrechung durch eine Vergrößerung des Wasserstoffverflüssigers (Verflüssigungsrate 5 l/h) wieder aufnehmen, die finanzielle Lage des Deutschen Reiches hatte sich aber durch die auferlegten Reparationen dramatisch verschlechtert. Doch PTR-Präsident Warburg war nach wie vor von der Aktualität und Wichtigkeit der Tieftemperaturforschung überzeugt. Die Linde AG unterstützte die Anstrengungen der PTR wie zuvor durch Konstruk-

tion und Fertigung von Spezialteilen, meist zum Selbstkostenpreis. Auch Warburgs Nachfolger Walther Nernst (1922 – 1924) und Friedrich Paschen (1924 – 1933) brachten der Tieftemperaturforschung dieselbe Begeisterung entgegen. Erklärtes Ziel war, mit den Forschungsmöglichkeiten von Kamerlingh Onnes in Leiden gleich zu ziehen, der sich bereits seit 1911 der Erforschung des Phänomens der Supraleitung widmen konnte. Zwei wissenschaftliche Fragestellungen standen für Walther Meißner im Vordergrund ([6], S. 148): „Das eine Problem ist, ob alle Metalle supraleitend werden können, wenn sie nur in genügend reinem Zustand oder bei genügend tiefer Temperatur untersucht werden, oder ob es, wie es bis jetzt den Anschein hat, nur eine bestimmte Gruppe von supraleitenden Metallen gibt. Das zweite Problem ist das tiefere Verständnis des Wesens der Supraleitfähigkeit, d. h. welchen Gesetzen die Ströme in supraleitenden Metallen gehorchen.“

Voraussetzung für die Bearbeitung dieser Forschungsthemen war die Verfügbarkeit des entsprechenden Temperaturbereichs. Deshalb wurde 1922 der Aufbau einer Helium-Verflüssigungsanlage in Angriff genommen. Mit technischer Unterstützung der Linde AG konnte eine Anlage mit Wasserstoff-Vorkühlung und einem Joule-Thomson-Ventil schon 1924 fertig gestellt werden (Abb. 2), aber der PTR fehlte aufgrund militärischer Restriktionen das Helium, das die USA zwar nach Leiden, nicht aber nach Berlin lieferten. So blieb Meißner nichts anderes übrig, als das Helium aus der Luft, wo es mit nur  $5 \cdot 10^{-6}$  Volumenanteilen vorhanden ist, zu isolieren. Auch hier war eine enge Kooperation mit Linde die Voraussetzung für den Erfolg. Meißner erhielt das bei der Luftverflüssigung anfallende Neon-Helium-Gemisch und extrahierte daraus das reine Helium durch Ausfrieren des Neons mit flüssigem Wasserstoff. Für 50 Liter Heliumgas benötigte man 8 Liter flüssigen Wasserstoff. Nachdem ein Vorrat von 700 Liter Helium angesammelt war, begann

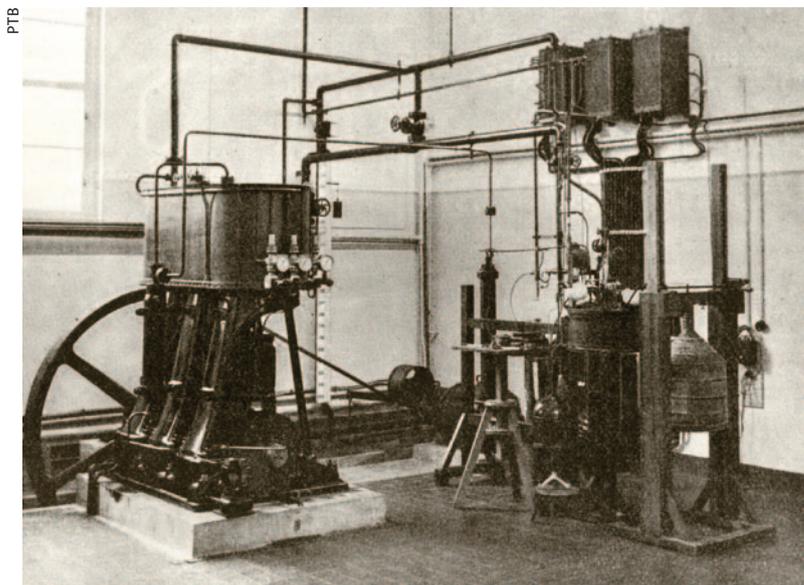


Abb. 1 Diese von Walther Meißner aufgebaute Anlage zur Wasserstoffverflüssigung an der PTR markiert den Beginn der Tieftemperaturphysik in Deutschland.

Meißner am 7. März 1925 mit der Verflüssigung und erhielt mit einer Kaskadenanordnung von Stickstoff-, Wasserstoff- und Helium-Stufe im ersten Anlauf 200 cm<sup>3</sup> flüssiges Helium. Meißners Schüler Peter Grassmann [7] schildert sehr plastisch die Anforderungen an den damaligen Experimentator: „Der Physiker musste seine Aufmerksamkeit zwischen der Verflüssigung selbst und dem eigentlichen Experiment teilen, musste zur Hälfte Maschinenbauer sein, um mit allen Tücken einer umfangreichen und meist störanfälligen Maschinenanlage fertig zu werden, und zur anderen Hälfte Physiker, um die lohnenden Forschungsgebiete in dem neu eroberten Temperaturbereich zu erkennen und zu lösen.“ Meißner genügte durch seine breite Ausbildung beiden Ansprüchen in hervorragender Weise. So gelang es nach Leiden 1908 (Kamerlingh Onnes) und Toronto 1923 (McLennan) in Berlin als dem dritten Ort weltweit, Helium zu verflüssigen und in den Temperaturbereich bis 1 K vorzustoßen. Berlin wurde somit zu einem der frühen Zentren für Tieftemperaturforschung weltweit und erlebte in den 1920er- und 1930er-Jahren eine Blütezeit durch die Anwesenheit vieler namhafter Wissenschaftler u. a. auch an der Berliner Universität: Franz Simon (später Sir Francis Simon), Peter Debye, Kurt Mendelssohn und Nicholas Kurti.

Nach seinem gegen viele Widrigkeiten erreichten großen technischen Erfolg begann Meißner umgehend mit zwei Aktivitäten gleichzeitig: Er startete einerseits in der Forschung endlich seine lange geplante Untersuchung der Frage, ob alle Metalle bei genügender Reinheit supraleitend werden würden, und plante andererseits ein neues Gebäude für seine Forschungen, das Kältelaboratorium, das ihn von Störungen durch andere Experimente abschirmen sollte. Um die Zukunft seines Arbeitsgebiets zu sichern, muss man sowohl exzellente Erfolge vorweisen, als auch die Arbeitsmöglichkeiten gelegentlich „in Beton gießen“. Meißner gelang es, dass schon 1926 im Haushalt der

PTR 200 000 Reichsmark für sein Kältelaboratorium eingestellt wurden. Bereits ein Jahr später konnte er das Gebäude einweihen (Abb. 3). Die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft gewährte weitere 100 000 Reichsmark zur Anschaffung von besonderen Geräten und Ausrüstung für tiefe Temperaturen. Im Gegenzug sollte die PTR externen Gastwissenschaftlern die Nutzung ihrer Einrichtungen für deren Forschung gewähren. In einer Maschinenhalle wurden ein Stickstoffverflüssiger mit einer Verflüssigungsleistung von 20 l/h und ein Wasserstoffverflüssiger mit 6 l/h (später 30 l/h) installiert. Der erwähnte selbst gebaute Helium-Verflüssiger wurde ohne große Änderung auch dorthin umgesetzt. Ab 1930 konnte das flüssige Helium in Transportkannen umgefüllt und in getrennten Kryostaten genutzt werden. Natürlich wurde das abdampfende Helium-Gas wegen seines hohen finanziellen Wertes zurück gewonnen. Die Produktion von flüssigem Helium versiebenfachte sich in den ersten zehn Jahren auf ein Volumen von insgesamt 60 Liter im Jahre 1936. Wegen seiner hervorragenden technischen Voraussetzungen entwickelte sich das Kältelaboratorium der PTR unter Walther Meißner zu einer Art nationalem Tieftemperaturlaboratorium. Mit den Kollegen an der Universität Leiden befand man sich im sportlichen Wettbewerb um die erreichten Tieftemperaturrekorde, die man per Telegramm austauschte. Im Kältelaboratorium der PTR wurde das betrieben, was wir heute „big science“ nennen ([6], S. 126).

Der ersten seiner beiden Grundfragen folgend untersuchte Meißner zunächst weitere Metalle auf ihre Supraleitfähigkeit. Nach Quecksilber waren zwischenzeitlich vier weitere Supraleiter gefunden worden: Blei, Zinn, Thallium und Indium. Meißner entdeckte 1928 die Supraleitfähigkeit von Tantal, 1929 von Thorium und Kupfersulfid und 1930 von Titan, Vanadium und Niob, das mit einer Übergangstemperatur von 9 K bis heute für Anwendungen enorm wichtig ist. Er führte ferner systematische

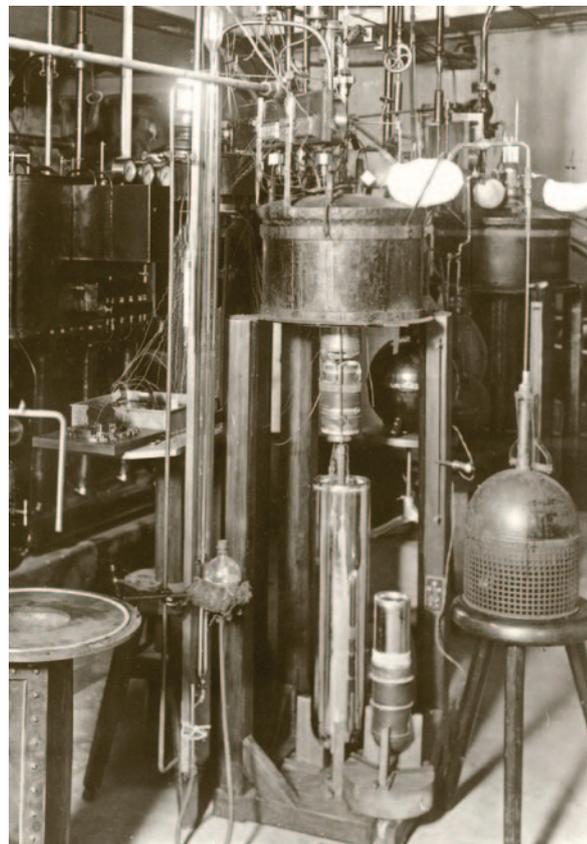


Abb. 2 Nach zwei Jahren Aufbauzeit war 1924 der Heliumverflüssiger an der PTR betriebsbereit.

Untersuchungen an Metallverbindungen wie Carbiden, Nitriden und Boriden durch und studierte die Kontaktwiderstände zwischen Normalmetallen und Supraleitern.

Walther Meißners zweite Grundfrage galt der physikalischen Ursache der Supraleitung, für die es bisher noch keine theoretische Erklärung gab. Hier bekam er Unterstützung von seinem Freund Max von Laue, der 1925 (auf Antrag von Walther Nernst) neben seiner Lehrtätigkeit an der Berliner Universität für einen Tag in der Woche als Berater für Fragen der theoretischen Physik bei der PTR angestellt worden war. Er schlug Meißner vor, das Magnetfeld im Außenraum um einen supraleitenden Draht extrem empfindlich zu messen und dabei auf die Veränderungen zu achten, die sich beim Übergang des Drahtes in den supraleitenden Zustand nachweisen ließen. Da von Laue gleichzeitig Fachgutachter war, bewilligte er Meißner für diese Versuche eine Stelle im Rahmen eines Förderprogramms für junge arbeitslose Akademiker. So wurde Robert Ochsenfeld eingestellt und unter-



Abb. 3 1927 konnte das Gebäude für Meißners Kältelaboratorium (Mitte im Vordergrund) in Berlin-Charlottenburg eingeweiht werden, das der einzige nennenswerte Neubau der PTR während der Weimarer Zeit blieb.

suchte haarnadelförmig gebogene Zinn-Einkristalle. Obwohl er am Rande der Nachweisgrenze arbeiten musste, gelang es ihm dennoch, eindeutig zu zeigen, dass das Magnetfeld zwischen den Drähten bei Eintritt der Supraleitung zunahm, ein Resultat, das im Widerspruch zur gängigen Theorie des eingefrorenen Feldes stand. Dieses Phänomen ließ sich aber zwanglos verstehen, wenn man annahm, dass der supraleitende Draht das Magnetfeld vollständig aus seinem Inneren verdrängt und zwar unabhängig von der Reihenfolge von Abkühlung unter die kritische Temperatur und Anlegen des Feldes. Das Ergebnis der Experimente erschien am 16. Oktober 1933 unter dem vorsichtig formulierten Titel „Ein neuer Effekt beim Eintritt der Supraleitung“ [8]. Die heute mit „Meißner-Ochsenfeld-Effekt“ bezeichnete Eigenschaft von Supraleitern, Magnetfelder aus ihrem Inneren zu verdrängen, ist fundamentaler als das bereits 1911 entdeckte Verschwinden des elektrischen Widerstandes. Das Auftreten des Meißner-Ochsenfeld-Effekts erfordert nämlich implizit das Verschwinden des elektrischen Widerstands, aber nicht umgekehrt. Ein Supraleiter ist also mehr als ein perfekter Leiter. Nach den Worten Max von Laues stellt die Entdeckung des Meißner-Ochsenfeld-Effekts einen Wendepunkt in der Geschichte der Supraleitung und den Ausgangspunkt für neue Theorien dar [9].

1933 war nicht nur das Jahr dieser großartigen Entdeckung, sondern auch das Jahr der Macht ergreifung durch die Nationalsozialisten und damit einer dramatischen Veränderung der politischen Verhältnisse. Friedrich Paschen wurde am 1. Mai durch das NSDAP-Mitglied (seit 1930) Johannes Stark, Nobelpreisträger des Jahres 1919, als Präsident der PTR ersetzt, und zwar gegen den einhelligen Rat aller Fachkräfte. Viele gestandene Wissenschaftler wollten daraufhin die PTR verlassen. Max von Laue hatte für Meißner eine Honorarprofessur an der Berliner Universität, an der er sich 1930 habilitiert hatte, beantragt, deren Annahme Stark ihm aber verbot, weil Meißner nicht bereit war, in die NSDAP einzutreten. So sah die Technische

Hochschule München ihre Chance und berief ihn 1934 auf den Lehrstuhl für Technische Physik und zum Direktor des gleichnamigen Laboratoriums als Nachfolger von Oskar Knoblauch. Zwar wurden die Forschungsarbeiten an der PTR noch einige Zeit mit Unterstützung Meißners, wie der Bericht in der Festschrift zum 50-jährigen Bestehen der PTR 1937 [5] vermerkt, fortgesetzt, aber die „Seele“ des Kältelaboratoriums war ausgewandert. Schließlich wurde das Laboratorium bei den ab 1942 zunehmenden alliierten Luftangriffen auf die Hauptstadt völlig zerstört und nach dem Kriege auch nicht wieder aufgebaut. Es dauerte bis Ende der 1970er-Jahre, bis die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) als Nachfolgeinstitution der PTR wieder ein großes Tieftemperaturlaboratorium einrichten konnte.

Walther Meißner nutzte ab 1934 in München seine durch die politischen Umstände erzwungene „zweite Chance“ für den Aufbau eines neuen Tieftemperaturlaboratoriums, diesmal mit seiner umfangreichen Berliner Erfahrung und wieder in Zusammenarbeit mit der nun nahe gelegenen Linde AG. So entwickelte er neben der notwendigen Infrastruktur als Herzstück einen neuen Helium-Verflüssiger ohne Wasserstoffvorkühlung. Als die alliierten Luftschläge auch in München das Labor gefährdeten, wurde es nach Herrsching am Ammersee (Abb. 4) ausgelagert. Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges übernahm Walther Meißner als politisch un-



Abb. 4 Das Laboratorium der Kommission für Tieftemperaturforschung befand sich nach Ende des Zweiten Weltkrieges in diesem provisorischen Bau in Herrsching.



Abb. 5 Walther Meißner, hier mit 80 Jahren, engagierte sich auch noch nach seiner Emeritierung in der Forschung.

belastete Forscherpersönlichkeit zahlreiche wissenschaftspolitische Aufgaben. Für die Entwicklung der Tieftemperaturforschung in Deutschland ist vor allem die Gründung der Kommission für Tieftemperaturforschung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften im Jahr 1946 zusammen mit Klaus Clusius wichtig. Erst nach seiner Emeritierung 1952 [10] konnte er seine ganze Schaffenskraft wieder für die Tieftemperaturforschung in Herrsching einsetzen (Abb. 5). Neben vielen Untersuchungen zu paramagnetischen und elektrostatistischen Eigenschaften von Supraleitern blieb die Neuentwicklung von Helium-Verflüssigern eines seiner Hauptinteressen, so 1957 zusammen mit Fritz Schmeißner und Werner Wiedemann und 1962 mit Franz Xaver Eder und Robert Doll. Einer der Höhepunkte während der Herrschinger Periode war 1961 der Nachweis der Fluss-Quantisierung in einem supraleitenden Hohlzylinder durch Robert Doll und Martin Näbauer [11]. Dieser Entdeckung kommt eine besonders wichtige Bedeutung zu, unterstützt doch das Auftreten der doppelten Elementarladung im experimentell bestimmten Flussquant die von Bardeen, Cooper und Schrieffer im Jahr 1957 formulierte Paarhypothese zur erfolgreichen theoretischen Deutung des Phänomens der Supraleitung. 1967 zog die Kommission für Tieftemperaturforschung aus

den Herrschinger Baracken in ein neues Gebäude auf dem rasch wachsenden Forschungscampus in Garching um, das 1982 aus Anlass seines 100. Geburtstags in Walther-Meißner-Institut der Bayerischen Akademie der Wissenschaften umbenannt wurde. Wo immer Meißner (Abb. 5) tätig war, schuf er extrem erfolgreiche Institutionen, wie in diesem Fall ein weltweit führendes Tieftemperaturinstitut mit hoher nationaler und internationaler Reputation.

Wollte man seine Lebensleistung auf eine kurze Formel bringen, so kann man sich ohne jeden Vorbehalt den Worten von Franz Xaver Eder und Robert Doll in ihrer Würdigung zum 100. Geburtstag anschließen [12]: „Walther Meißner war ein herausragender Vertreter des Forschertyps, der auf der Basis eines soliden Grundlagenwissens durch Ideenreichtum, Ausdauer und Überzeugungskraft in einem jungen Gebiet der Physik Außerordentliches geleistet hat.“ Er hatte in Max Planck einen hervorragenden Lehrer und genoss eine breite Ausbildung, die vom Maschinenbau bis zur Theoretischen Physik reichte. In seinen Vorgesetzten, den PTR-Präsidenten Warburg, Nernst und

Paschen, besaß er kongeniale und weitsichtige Förderer. Was Meißner in seiner Gedenkrede auf den 1960 verstorbenen Freund Max von Laue formulierte, gilt auch für ihn selbst [13]: „Die Wissenschaft ist ihm nicht eine Arbeit oder Beschäftigung, sondern ein Teil seines Lebens.“

#### Literatur

- [1] D. Cahan, Meister der Messung – Die PTR im Deutschen Kaiserreich, VCH, Weinheim (1992), S. 252
- [2] W. Buckel, Berlinische Lebensbilder – Naturwissenschaftler, Colloquium Verlag, Berlin (1987), S. 277
- [3] W. Buck, PTR/PTB: 125 Jahre metrologische Forschung; PTB-Mitteilungen 2/2012, S. 20
- [4] Persönl. und wissenschaftl. Lebenslauf von Walther Meißner, II. 8.1962
- [5] J. Stark (Hrsg.), Forschung und Prüfung – 50 Jahre PTR, Hirzel, Leipzig (1937), S. 111
- [6] U. Kern, Forschung und Präzisionsmessung – Die PTR zwischen 1918 und 1948, VCH, Weinheim (1994)
- [7] P. Grassmann, Phys. Bl. 18, 572 (1962)
- [8] W. Meißner, R. Ochsenfeld, Die Naturwissenschaften 21, 787 (1933)
- [9] R. Huebener und H. Lübbig, Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Vieweg+Teubner, Wiesbaden (2011), S. 55
- [10] G. Joos, Phys. Bl. 9, 37 (1953)
- [11] D. Einzel und R. Gross, Physik Journal, Juni 2011, S. 45
- [12] F. X. Eder und R. Doll, Phys. Bl. 39, S. 105 (1983)
- [13] F. X. Eder, Z. Angew. Phys. 14, 48 (1962)

#### DIE AUTOREN

**Wolfgang Buck** (FV Tiefe Temperaturen) studierte Physik an der Universität Tübingen und promovierte dort 1976. Nach einer Assistentenzeit trat er 1979 in das Berliner Institut der PTB ein, baute dort Anlagen für Milli- und Mikrokelnexperimente auf und war an den Beiträgen der PTB für die Internationale Provisorische Tieftemperaturskala der Meterkonvention PLTS-2000 beteiligt. Von 2002 bis 2009 war er Leiter des Berliner Instituts der PTB und der Abteilung „Temperatur und Synchrotronstrahlung“. Zur Zeit ist er stellvertretender Vorsitzender der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.



**Dietrich Einzel** (FV Tiefe Temperaturen) studierte Mathematik und Physik in Frankfurt und Hamburg und promovierte 1980 in München. Nach diversen Auslandsaufenthalten wurde er 1984 fester wissenschaftlicher Mitarbeiter am Walther-Meißner-Institut, wo er sich mit der Theorie der Supraleitung und der Suprafluidität beschäftigt. Seit seiner Habilitation 1996 ist er Privatdozent an der TU in München. Seit 2001 gehört er dem Sprecherkollegium der Bayerischen Akademie der Wissenschaften an.



**Rudolf Gross** (FV Tiefe Temperaturen) studierte Physik an der Universität Tübingen, wo er 1987 promovierte. Nach Forschungsaufenthalten im japanischen Tsukuba und bei IBM in Yorktown Heights kehrte er nach Tübingen zurück, wo er sich 1993 habilitierte. Von 1996 bis 2000 war er Ordinarius am II. Physikalischen Institut der Universität zu Köln, von wo er an die TU München wechselte. Dort ist er sowohl als Ordinarius am Lehrstuhl für Technische Physik E23 als auch als Direktor des Walther-Meißner-Instituts tätig. Sein Arbeitsgebiet ist die Tieftemperatur-Festkörperphysik.

