

## Eduard Justi †

Am 16. Dezember 1986 verstarb im Alter von 82 Jahren Prof. Dr. Eduard Justi, langjähriger Direktor des Instituts für Technische Physik der Technischen Universität Braunschweig. Energiewissenschaft, Energietechnik und nicht zuletzt die Forschung, die sich der Nutzung regenerativer Energiequellen widmet, verdanken ihm wichtige Erkenntnisfortschritte und Entwürfe zu einer solaren Wasserstoffwirtschaft. In den letzten Jahrzehnten wurde sein Name vor allem in Verbindung mit der Entwicklung von Brennstoffzellen bekannt. Justi erfreute sich bei Freunden, Schülern und Kollegen stets großer Verehrung, die zuletzt aus Anlaß seines 80. Geburtstages am 30. Mai 1984 öffentlich deutlich wurde. Auch die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie würdigte damals die großen Verdienste dieses Hochschullehrers und Forschers. In „Sonnenenergie“ 4/84 druckten wir aus der Festschrift zu seinem Geburtstag einen Beitrag seiner Schüler Dr. P. Brennecke und Prof. Dr. H. Ewe ab, dem auch die nachfolgenden Passagen entstammen.

Eduard Wilhelm Leonhard Justi wurde am 30. Mai 1904 als Sohn des späteren Professors der Medizin, Dr. med. Carl Justi, und seiner Ehefrau Maria, geb. Külz, in Hongkong (China) geboren. Er entstammt einer Familie, die so bedeutende Gelehrte hervor gebracht hat wie seinen Großvater, den Iranisten und Sprachforscher Ferdinand Justi, seinen Großonkel, den Kunsthistoriker Carl Justi, und seinen Onkel Ludwig Justi, der die Nationalgalerie in Berlin aufgebaut hat.

Eduard Justi besuchte in Halle a/S. und Marburg das humanistische Gymnasium. Die Reifeprüfung legte er im Frühjahr 1923 ab. Anschließend studierte er Physik, Mathematik, Chemie, Mineralogie und Geologie an den Universitäten von Marburg, Kiel und Berlin. Zu seinen akademischen Lehrern zählten u.a. A. Einstein, E. Grüneisen, M. von Laue, M. Planck und Cl. Schaefer, von denen er für seine ganze Zukunft richtungweisende Impulse erhielt. Wissenschaftliche Begegnungen mit W. Nernst und E. Schrödinger beeinflussten den Studenten Eduard Justi sehr stark und prägten insbesondere seine Neigung zu interdisziplinär angelegten Forschungsarbeiten. 1929 promovierte Eduard Justi zum Dr. phil. bei E. Grüneisen in Marburg.

Den ersten Abschnitt seiner beruflichen Tätigkeit verbrachte Eduard Justi von 1929 bis 1944 in Berlin. Nach erfolgreich bestandener Promotion trat er in die Physikalisch-Technische

Reichsanstalt (PTR) ein. Als Schüler von M. Planck beschäftigte er sich zunächst mit den kalorischen Daten von Gasen und Dämpfen. Da exakte Angaben zur damaligen Zeit kaum zur Verfügung standen, wertete Eduard Justi die vorliegenden spektroskopischen Daten von Gasen und Dämpfen aus und berechnete die kalorischen Größen mit Hilfe der Planckschen Zustandssumme im Bereich von tiefen Temperaturen bis zu 5000 K. Aus dieser Arbeit entstand eine grundlegende Zusammenstellung von Angaben zur spezifischen Wärme, Enthalpie, Entropie und Dissoziation technischer Gase und Dämpfe. Damit wurde eine wesentliche Voraussetzung für die Verbesserung von Kolbenmaschinen und Turbinen sowie für die Entwicklung und Beherrschung der chemischen Reaktionskinetik geschaffen.

Von der theoretischen Thermodynamik gelangte Eduard Justi mit seinem Wechsel in das von W. Meissner gegründete Kältelaboratorium der PTR zur Physik und Technik tiefer und tiefster Temperaturen. Seine Arbeiten konzentrierten sich auf Untersuchungen des elektrischen Leitungsmechanismus von Metallen bei tiefen Temperaturen mit und ohne äußere Magnetfelder. Zu den wichtigsten Ergebnissen zählen die Entdeckung der kristallographischen Anisotropie des ohmschen Widerstandes regulärer Metalle, die aus gemeinsamen Arbeiten mit M. Kohler und J. Kramer entwickelte Typenlehre der Metalle und

das Auffinden universeller Abhängigkeiten zwischen Leitfähigkeit und Magnetfeld (Justi-Kohler-Diagramm).

In der Tieftemperaturphysik wies Eduard Justi erstmals die Supraleitung bei Elementen der 6. und 7. Spalte des Periodensystems nach.

Neben seinen Arbeiten im Kältelaboratorium der PTR, dem er zuletzt als Leiter vorstand, habilitierte sich Eduard Justi für das Lehrgebiet Physik an der Universität Berlin und hielt als Privatdozent ab 1935 Vorlesungen. 1942 wurde er zum außerplanmäßigen Professor ernannt. Während dieser Zeit wurde eine von ihm als Fortbildungsveranstaltung für Ingenieure konzipierte Experimental-Vorlesungsreihe sehr bekannt, die er auf Einladung des Vereins Deutscher Elektrotechniker (VDE) am Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin hielt. 1943 erhielt Eduard Justi einen Ruf von der Reichsuniversität Posen und lehrte 1944 dort als Ordinarius für Angewandte Physik. Das Ende des Zweiten Weltkrieges erlebte er als Gast des Physikalischen Instituts der Universität Marburg.

Den zweiten Abschnitt seiner beruflichen Tätigkeit verbrachte Eduard Justi seit 1946 in Braunschweig. Mit seiner Berufung nach Braunschweig 1946 wurde das Institut für Technische Physik gegründet, das unter seiner Leitung aus den Trümmern in den Kellerräumen des Altgebäudes der TH Braunschweig in langwieriger und mühevoller Arbeit aufgebaut wurde. Trotz unwirtlicher Arbeitsbedingungen und baulicher Unzulänglichkeiten wurden erfolgreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt. 1968 erfolgte die Übersiedlung des Instituts in einen unter Mitwirkung von Eduard Justi geplanten modernen Neubau, der einen Teil des für die physikalischen Institute errichteten Physikzentrums darstellt. Dieser Wechsel war mit einer weitgehenden Verbesserung der experimentellen Arbeitsbedingungen verbunden, insbesondere durch die Inbetriebnahme der Hochmagnetfeldanlage der Physikalischen Institute der Technischen Universität Braunschweig im Jahre 1972.

## China will verstärkt erneuerbare Energiequellen nutzen

Die Volksrepublik China kann ihren Primärenergiebedarf prinzipiell aus eigenen Ressourcen decken. Gegenwärtig geschieht das zu 72,8 Prozent aus Kohle, zu 20,9 Prozent aus Erdöl, Wasserkraft ist mit 4,3 und Erdgas mit 2,0 Prozent beteiligt. Bis Ende dieses Jahrhunderts sollen erneuerbare Energiequellen mindestens 4 Prozent der allgemeinen Nachfrage und in ländlichen Regionen über 10 Prozent des Bedarfs abdecken. Über diese Zielvorstellungen

berichteten die „Nachrichten für Außenhandel“ im Dezember 1986. Die Entwicklung alternativer Ressourcen nehme im energiewirtschaftlichen Konzept Chinas eine zunehmend größere Bedeutung ein.

Biogas könne vor allem im Süden des Landes, wo hohe Temperaturen den Verwertungsprozeß u.a. landwirtschaftlicher Abfälle erleichtern und beschleunigen, zur Energieversorgung beitragen. Ende 1985 gab es in China schätzungsweise 10 Millionen Biogasanlagen, zumeist allerdings kleine und kleinste Einheiten. Sie erzeugten lediglich ein Äquivalent von rund 3 Mill. t SKE. Solarenergie lasse sich vor allem in den nordwestlichen und nördlichen Landesteilen nutzen. Etwa 40 000 Solaranlagen sollen bereits in Betrieb sein. Im Norden und Nordwesten des Landes wird die Windkraftnutzung zunehmend bedeutender. Im ganzen Lande dürften gegenwärtig etwa 15 000 Windkraftan-

lagen, zumeist allerdings kleine und kleinste Einheiten. Sie erzeugten lediglich ein Äquivalent von rund 3 Mill. t SKE. Solarenergie lasse sich vor allem in den nordwestlichen und nördlichen Landesteilen nutzen. Etwa 40 000 Solaranlagen sollen bereits in Betrieb sein. Im Norden und Nordwesten des Landes wird die Windkraftnutzung zunehmend bedeutender. Im ganzen Lande dürften gegenwärtig etwa 15 000 Windkraftan-



Mit der Übernahme der Leitung des Instituts für Technische Physik wurden die bisher von Eduard Justi durchgeführten Arbeiten zum elektrischen Leitungsmechanismus auf Untersuchungen an Halbleitern ausgedehnt, und zwar sowohl in der Grundlagenforschung als auch bei der Umsetzung in technische Anwendungen.

Seit etwa 1953 arbeitete Eduard Justi in Verbindung mit der deutschen Industrie an der Realisierung des sog. Brennstoffelementes, das die chemische Energie von Brennstoffen ohne den verlustreichen Umweg über Wärme direkt in elektrische Energie umzuwandeln vermag. Insbesondere die auf der Grundlage von systematischen Untersuchungen und theoretischen Betrachtungen gemeinsam mit A. Winsel entwickelten Doppelskelett-Katalysator-Elektroden ermöglichten in Verbindung mit den in die Elektrochemie eingeführten hochaktiven Raney-Katalysatoren die „Kalte Verbrennung“ von Wasserstoff und Sauerstoff schon bei Umgebungstemperatur mit Wirkungsgraden bis zu 90 %. Diese Elektroden stellen einen Meilenstein für die Entwicklung von Niedertemperatur-Brennstoffzellen dar.

Der Thematik der Energiedirektumwandlung hat sich Eduard Justi immer stärker verschrieben. Neben den thermoelektrischen Generatoren und Brennstoffelementen wurden gemeinsam mit G. Schneider Probleme bei der Herstellung, den physikalisch-technischen Grundlagen und der Optimierung von Dünnschichtsolarzellen

auf der Basis von CdS und CdTe bearbeitet. Untersuchungen zur Dotierung mit Cu-Ionen, zur Filmdicke sowie Kontaktgittern führten zu verbesserten Kennlinien bei gleichzeitig deutlich verringerter Alterungsrate. Die Arbeiten zur Realisierung von Brennstoffelementen wurden durch Untersuchungen zur Speicherung von Energie ergänzt. Hierzu ist u.a. die Drei-Elektroden-Speicherzelle entwickelt worden, die sowohl als Strom liefernde Brennstoffzelle wie auch als Wasserstoff und Sauerstoff erzeugende Elektrolysezelle arbeiten kann.

In den letzten Jahren hat sich Eduard Justi weitgehend auf Fragen der zukünftigen Energieversorgung der Menschheit nach der absehbaren Erschöpfung fossiler Energieträger konzentriert. Im Rahmen dieser Arbeiten, die bis zur Mitte der fünfziger Jahre zurückreichen, befaßte er sich u. a. mit den Möglichkeiten zur Nutzung der Sonnenenergie. Zu den Ergebnissen diesbezüglicher Untersuchungen zählt die Optimierung von Flachkollektoren zur Warmwasserbereitung bzw. Raumheizung, die mit speziellen selektiv-transparenten Kunststoffolien abgedeckt sind. In der grundsätzlichen Verfolgung der Themenstellung entwickelte Eduard Justi das Konzept einer Sonnen-Wasserstoff-Wirtschaft.

Neben seiner Tätigkeit als Ordinarius für Technische Physik und Direktor des Instituts für Technische Physik stand Eduard Justi der Technischen Hochschule Braunschweig in den Jahren 1954/1955 als Rektor vor. In dieser Eigenschaft beeinflusste er deutlich den weiteren Ausbau der TH Braunschweig.

In Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistungen wurde Eduard Justi zum Mitglied mehrerer in- und ausländischer Akademien berufen, die er dann zeitweise auch als Präsident leitete. Hier konnte er u. a. interdisziplinären Arbeiten nachgehen und Beiträge aus aneinander grenzenden Wissenschaftsgebieten liefern. Eduard Justi zählt zu den Gründungsmitgliedern der Braunschweigischen Wissenschaftlichen

Gesellschaft und des Kuratoriums der Stiftung Volkswagenwerk. Im Laufe seiner wissenschaftlichen Karriere erfolgte schrittweise seine Aufnahme in wichtige Fachgesellschaften, die ihn in führende Ämter delegierten.

Neben seinen Tätigkeiten in Forschung und Lehre an der Hochschule war es Eduard Justi ein grundsätzliches Anliegen, die Erkenntnis und das Wissen über physikalische Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge in praktische wissenschaftlich-technische Anwendungen umzusetzen, die Ergebnisse der von ihm initiierten bzw. geleiteten Forschungsarbeiten zu konkretisierung und einer Realisierung zuzuführen sowie zum Auffinden von Lösungen für technische Probleme und aktuelle Fragestellungen aus dem industriellen Bereich beizutragen.

Auch im zweiten Abschnitt seiner beruflichen Tätigkeit blieb Eduard Justi der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt bzw. ihrer Nachfolgeinstitution, der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), eng verbunden. Von Anfang an war er maßgeblich am Auf- und Ausbau der PTB in Braunschweig beteiligt. In den ersten Nachkriegsjahren engagierte er sich bei der Übersiedlung nach Braunschweig und arbeitete im sog. vorläufigen Kuratorium der PTR mit. 1952 wurde Eduard Justi zum Mitglied des Kuratoriums berufen und stand der Bundesanstalt als Kurator mit seinem wissenschaftlich-technischen Sachverstand bis 1978 beratend zur Seite.

Unabhängig von den jeweiligen Themenstellungen, mit denen sich Eduard Justi beschäftigt hat, sind die besonderen Kennzeichen seiner Arbeitsweise immer wieder zu erkennen: Er fühlte sich einer engen Verbindung zwischen Physik und Technik und der daraus resultierenden Verantwortung in besonderem Maße verpflichtet. Eduard Justi hat es immer verstanden, die Forschung an der Hochschule mit den technischen Anforderungen der Industrie zu verbinden und hat damit im besten Sinne des Wortes „Technische Physik“ betrieben.

lagen betrieben werden. In der autonomen Region Xizang ist auf einer Fläche von 1200 m<sup>2</sup> die bisher größte Versuchsanlage für Windkraftwerke eingerichtet worden.

Geothermische Energiequellen sind an etwa 3000 Stellen nachgewiesen worden, 100 von ihnen werden bereits ausgebeutet und liefern Wärme für den Obst- und Gemüseanbau sowie zur Erzeugung von Meeresprodukten. Obwohl die Gewinnung von geothermaler Energie oft mit beträchtlichen Kosten verbunden ist, wird ihr eine herausragende Rolle zugedacht.

Ein für das Wasserkraftwerksprojekt Shuikou bestimmtes Darlehen der Weltbank wird China helfen, seinen akuten Energiemangel zu verringern und Lastspitzen im ostchinesischen Netz zu bewältigen, das gegenwärtig vor allem durch Wärmekraftwerke gespeist wird. China ist heute der fünfgrößte Elektrizitätserzeuger in der Welt.

Das Projekt dient der Versorgung der Provinzen Fujian, Zhejiang, Jiangsu und Anhui und der Stadtgemeinde Shanghai. Geschaffen wird ein großer Wasserkraftwerkskomplex. Durch den Transfer moderner Technologien soll

das Projekt rasch abgewickelt werden. Es umfaßt eine 101 m hohe Gewichtsstaumauer mit Überfall, das Kraftwerk und eine Schleuse sowie die Ausbildung von Managementkräften im staatlichen E-Werk der Provinz Fujian.

Ein Teil des Vorhabens erstreckt sich auf Siedlungs- und Umweltfragen, da 63 000 Menschen umgesiedelt werden müssen. Das Darlehen beläuft sich auf 140 Mill. Dollar. Die Volksrepublik China steht bei der Wasserkraftnutzung an erster Stelle in der Welt, nutzt ihr Potential aber bisher nur zu 4 Prozent.