

### Ludwig Prandtl

Am 15. August 1953 verstarb in Göttingen nach längerer Krankheit im 79. Lebensjahre LUDWIG PRANDTL. Sein Name wird unvergänglich in die Geschichte der technischen Wissenschaften eingehen; es gibt fast kein Gebiet der angewandten Mechanik, in das PRANDTL nicht fundamentale Fortschritte gebracht hätte. Von Hause aus Ingenieur, hat er nie verleugnet, dass das wirklichkeitsnahe, anschauliche Denken ihm wesentlich näherlag als formale Rechnungen. Das ging so weit, dass er sich zum Beispiel nur wenig für Minimalprinzipien, wie etwa das Hamiltonsche, erwärmen konnte; er wollte die wirkenden Kräfte vor sich sehen, und wie Lord KELVIN erblickte er in  $dx/dt$  nicht einen Differentialquotienten, sondern eine Geschwindigkeit. Wenn immer möglich machte er kleine Tintenskizzen etwa der zu erwartenden Stromlinien und versuchte dann, die Beschleunigungen und Kräfte daraus näherungsweise zu entnehmen. Diese Skizzen (oft auf alten Briefumschlägen) haben heute bereits eine Art Sammelwert erhalten, findet man doch mehrfach darin Anfänge wichtiger neuer Entdeckungen. Mit solch minutiöser Detailbetrachtung, die immer wieder durch Berücksichtigung von Versuchsergebnissen korrigiert und erweitert wurde, ging eine aussergewöhnliche Kunst im Herausfinden der wesentlichen Züge parallel. PRANDTL verstand es, von den komplizierten Vorgängen gerade so viel wegzulassen, dass der Rest mit verhältnismässig einfachen mathematischen Mitteln noch behandelbar war und trotzdem das entscheidende Merkmal erhalten blieb.

Da ist die berühmte *Grenzschichttheorie*, die aus der Beobachtung von Strömungen in einem sehr bescheidenen Apparat hervorging. (Freilich: dieser Apparat enthielt schon die Eckenumlenkschaufeln, die man heute in Windkanälen, Ventilatoren, Gasturbinen usw. so viel sieht.) Während die gleichzeitige Berücksichtigung von Trägheits- und Reibungskräften im allgemeinen sehr grosse rechnerische Schwierigkeiten bietet, erkannte PRANDTL, dass bei grösseren Reynoldsschen Zahlen und guten Formen das Problem aufgespalten werden kann: die Aussenströmung hat Potentialcharakter, und sie prägt der Reibungs- oder Grenzschicht den Druckverlauf auf, so dass deren Verhalten für sich allein bestimmt werden kann. Damit war es unter anderem auch möglich, die Ablösungen zu erklären und teilweise vorauszuberechnen. Im Lauf der Zeit entwickelte sich die Grenzschichttheorie ausserordentlich; laminare und turbulente Grenzschichten wurden unterschieden und das Stabilitätsproblem gerade auch von PRANDTL gefördert, einer befriedigenden Lösung entgegengeführt.

Die *Tragflügeltheorie* ist aus einer ähnlichen Vereinfachung entstanden. Genau betrachtet, ist die Umströmung eines endlich breiten Tragflügels ausserordentlich kompliziert. Dadurch, dass man das Problem linearisiert, das heisst das Geschwindigkeitsfeld der abgehenden Wirbel als kleine Störung der Hauptbewegung betrachtet, gelangt man zu einer linearen Integralgleichung, die heute nach sehr praktisch gestalteten Lösungsmethoden in den Flugzeugfabriken routinemässig behandelt wird und eine sehr nützliche Vorausberechnung der Lastverteilungen gestattet. Mit dem früh verstorbenen W. BIRNBAUM zusammen hat PRANDTL auch den nichtstationären Fall behandelt und damit die Grundlage für die heute so wichtige *Flutterrechnung* geschaffen. Auch gelang die Übertragung auf Propeller (BETZ).

Zu den Arbeiten der jüngeren Jahre gehören Untersuchungen und Berechnungen über *Gasströmungen* durch Düsen und in freien Strahlen. Eine bei PRANDTL etwas später ausgeführte Dissertation (STEICHEN) blieb lange Jahre wenig beachtet. Sie enthält aber die heute so wichtig gewordene Charakteristikentheorie der ebenen *Überschallströmungen*, die (zusammen mit BUSEMANN) später zu einem sehr praktischen Rechenverfahren gestaltet worden ist.

Die *Turbulenz* hat PRANDTL zeitlebens beschäftigt. Nicht nur wurden in Göttingen fundamentale experimentelle Untersuchungen über Rohrströmungen angestellt (NIKURADSE, SCHILLER), sondern auch wesentliche theoretische Fortschritte erzielt. Es wurde die Austauschlänge eingeführt und die freie Turbulenz behandelt (mit TOLLMIEH und andern), die Stabilität der laminaren Schichten (TIETJENS, TOLLMIEH, SCHLICHTING) untersucht und zum ersten Male eine rationelle Erklärung des Umschlages gefunden.

Schon früh hatte sich PRANDTL für die *dynamische Meteorologie* interessiert. Obwohl etwas weniger bekannt, sind seine Arbeiten auf diesem Gebiet von hoher Bedeutung geworden. Einer seiner letzten Aufsätze gibt eine sehr interessante Erklärung der heute im Vordergrund stehenden Erscheinungen der *Jet-streams*.

Man könnte noch vom Prandtlschen *Staurohr*, von den *Windkanälen* seiner Bauart, von *Lagertheorie*, von *Wärmeübergang* in Rohren berichten und hätte doch nicht das ganze Wirkungsgebiet PRANDTLs in der Strömungslehre umfasst. Mit vollem Recht hat man ihn als den Vater der neueren Strömungslehre bezeichnet, doch darf man darob seine weitere Wirksamkeit nicht vergessen. Da ist vor allem die *Elastizität* und *Plastizität*, die ihn oft beschäftigte. Schon seine Dissertation über Biegeknickung von Balken bezog sich darauf. Bekannt sind die Versuche über plastische Deformation von Marmor (mit VON KÁRMÁN) und das Torsions-Seifenhaut-Gleichnis. Die Plastizität trat in sehr wichtigen Arbeiten in den zwanziger Jahren in den Vordergrund (mit NÁDAI). Damals trug er auch eine Betrachtung über das Kriechen vor, die die Keime des heute so fundamentalen Begriffes der *Dislokation* enthielt.

Obwohl er sich grosse Mühe für die Vorbereitung seiner Vorlesungen gab, war deren unmittelbarer Erfolg, wie er manchmal mit etwas Wehmut zugab, nicht sehr gross; PRANDTL fehlte nun einmal das rhetorische Element. Ganz anders in Seminarien und bei Diskussionen in kleinem Kreis, da war sein Urteil bis ins hohe Alter von unerhörter Klarheit und Treffsicherheit. In persönlichen und auch in politischen Fragen war er rührend hilflos. Er konnte sich gar nicht vorstellen, dass jemand hinterhältig oder gar bösartig sein konnte.

Mit PRANDTL ist ein Gelehrter von säkularer Bedeutung von uns gegangen. Fast alle seine Arbeiten tragen den Charakter des Definitiven. Man kann sie erweitern und ausbauen, aber man braucht sie nicht zu korrigieren. Es dürfte eine Ehrenpflicht der deutschen Forschung sein, sie in gesammelter Form herauszugeben – enthalten sie doch noch zahlreiche Keime zu weiteren Fortschritten.

J. ACKERET