TECHNISCHE MECHANIK 5 (1984) Heft 4
Manuskripteingang: 1. 2. 1984

Leonhard Euler - seine Beiträge zur Festkörpermechanik und sein Wirken an der Berliner Akademie

Hans Göldner

Euler gilt als der produktivste Mathematiker aller Zeiten. Doch nicht nur auf dem Gebiet der Mathematik hat Euler große Verdienste. 40 % seiner zu Lebzeiten erschienenen etwa 600 Arbeiten beschäftigen sich zwar mit Algebra, Zahlentheorie und Analysis, aber 28 % mit Mechanik, 18 % mit Geometrie, 11 % mit astronomischen Fragestellungen und der Rest mit Musiktheorie, Theologie, Philosophie und Kartographie.

Euler verfaßte 40 Bücher, schrieb etwa 760 Artikel für Zeitschriften und verschickte einige Tausend Briefe. 270 Arbeiten stammen aus den letzten 8 Jahren seines Lebens. Etwa ein Drittel aller Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Mathematik bzw. mathematischen Physik zwischen 1725 und 1800 stammen von Euler. Über 50 Begriffe sind noch heute mit seinem Namen verbunden [1], [2], [3].

Sein Lebenslauf im Stenogramm

Am 15. 4. 1707 als Sohn des Pfarrers Paul Euler und seiner Frau Margarethe in Basel geboren.

Ab 1713 Besuch der Lateinschule, 1720 Besuch der Universität Basel an der philosophischen Fakultät, 1723 Magisterwürde und anschließend Immatrikulation an der Theologischen Fakultät. Nebenbei Vorlesungen bei Johann I Bernoulli – gemeinsame Studien mit dessen Söhnen Daniel, Nikolaus und Johann II – dann Mathematikstudium.

1726 Bewerbung um eine Physikprofessur in Basel wurde nicht berücksichtigt

1727 – 1741 Erster Aufenthalt in Petersburg

1741 – 1766 Mitglied der preußischen Akademie in Berlin

1766 – 1783 Zweiter Aufenthalt in Petersburg

Einige Arbeiten Eulers

Seine erste Abhandlung schrieb Euler mit 18 Jahren. Sie knüpft an die von Johann Bernoulli 1696 gestellte Aufgabe an, mit der er sich an die „scharfsinnigsten Mathematiker des ganzen Erdkreises" wandte: „Auf welcher Bahn bewegt sich in einer vertikalen Ebene ein Massenpunkt von einem gegebenen Punkt A zu einem gegebenen Punkt B vermöge der Schwerkraft in kürzester Zeit?"

Mit seinem Beitrag „Constructio linearum isochronarum in medio quocunque resistente", 1726 in den in Leipzig erscheinenden „Acta eruditorum", erweiterte Euler die Problemstellung beträchtlich und gibt Antwort auf viele Varianten.

Diese neuartigen Probleme gaben Anstoß für die vor allem von Euler und Lagrange ausgebaute Variationsrechnung (der Name stammt von Euler).

1780 greift Euler das Problem erneut auf, seine Arbeiten dazu werden erst 1822 veröffentlicht.

Im Jahre 1726 stellte die Pariser Akademie die Aufgabe: Gesucht wird nach den Stellen, an denen am zweckmäßigsten die Masten in einem Schiff einzusetzen sind sowie nach deren Anzahl und Höhe. Euler beteiligte sich an der Ausschreibung. Er erhielt zwar nicht den ersten Preis, aber eine lobende Anerkennung. Der neunzehnjährige Euler hatte noch nie ein Schiff gesehen, und er fügte seiner Abhandlung die Bemerkung hinzu:

„Ich habe es nicht für erforderlich erachtet, diese meine Theorie durch ein Experiment zu bestätigen, weil sie ganz und gar aus den gesichertesten und unangreifbarsten Prinzipien der Mechanik hergeleitet ist. Ein Zweifel, ob sie wahr und in der Praxis anwendbar ist, kann daher überhaupt nicht auftauchen".

In einem 130 Jahre später in Leningrad aufgefundenen Konzept bekennt allerdings Euler, daß er mit einem selbstgefertigten Modell Versuche in ruhigem Wasser durchgeführt habe!

Euler beteiligte sich oft an den Preisausschreiben der Pariser Akademie, und er soll allein dadurch etwa 30 000 Livres erhalten haben!

Das Hauptwerk jener Zeit ist jedoch sein zweibändiges Lehrbuch der Mechanik

„Mechanica sive motus scientia analytice exposita" aus dem Jahre 1736

„Mechanik oder die Wissenschaft von der Bewegung analytisch dargestellt".

1848 wurde dieses Werk von Wolfers noch ins Deutsche übersetzt. Es gilt als das erste wirkliche Lehrbuch. Im Vorwort schreibt Euler: „Wer in der Analysis genügend Übung hat, wird mit wunderbarer Leichtigkeit alles einsehen und ohne Hilfe das ganze Werk durchlesen können".

Eine möglicherweise von Johann I Bernoulli stammende Rezension in den „Nova acta eruditorum" lautet:

„Bis jetzt ist noch nie ein Buch erschienen, das mit einem solchen Reichtum hoher und verborgener Dinge, dem innersten Herzen der Mathematik entnommen, ausgestattet war ... Das ganze Buch ist analytisch, so daß kein synthetischer Ballast den Leser mehr anödet".

Aus dieser „Mechanik" einige Paragraphen als Leseprobe:

Von den äußeren Ursachen der Bewegung oder den Kräften

§ 117

Dasjenige, was den absoluten Zustand des Körpers zu verändern vermag, wird eine Kraft genannt, und man hat diese für eine äußere Ursache zu halten, weil der Körper wegen der inneren Ursache in seinem Zustand verharren würde.

§ 118
Die Ursache also, durch welche ein absolut vorhandener Körper zur Bewegung angetrieben oder in einem mit absoluter Bewegung fortschreitender Körper die Geschwindigkeit oder Richtung geändert wird, nennen wir Kraft.

§ 119
Die Kraft ist daher eine äußere Ursache, welche den absoluten Zustand eines Körpers zu verändern vermag, und solange eine solche äußere Ursache nicht hinzu tritt, verharrt ein Körper in demselben absoluten Zustand entweder der Ruhe oder der gleichförmigen geradlinigen Bewegung.
Im Körper selbst befindet sich nichts, was seinen Zustand zu verändern strebt.

§ 179
Die Schwere ist diejenige Kraft, durch welche alle Körper in der Nähe der Oberfläche der Erde abwärts getrieben werden, die Kraft, welche einen beliebigen Körper infolge der Schwere nach unten zu antreibt, wird sein Gewicht genannt.

§ 181
Ein in der Nähe der Erdoberfläche losgelassener Körper wird daher, wenn er sich auch in Ruhe befindet, zur Bewegung nach unten angetrieben und so lange sinken, bis er auf Gegenstände trifft, welche das weitere Sinken verhindern.

Von dem Momente der Trägheit

§ 422
Das Moment der Trägheit eines Körpers in Beziehung auf eine beliebige Axe ist die Summe aller Produkte, welche entstehen, indem man die einzelnen Elemente des Körpers durch die Quadrate ihrer Abstände von der Axe multipliziert.

§ 423
Da sowohl die Elemente des Körpers, als auch die Quadrate ihrer Abstände immer positiv sind, müssen es notwendig auch alle die Produkte sein, dennoch wird durch die Vermehrung der Masse eines Körpers notwendig auch sein Moment der Trägheit vergrößert.

§ 427
Da man denselben Körper auf unzählige Axen beziehen kann, wird er in bezug auf jede Axe ein besonderes Moment der Trägheit haben, weshalb man dasselbe absolut nur dann bezeichnen kann, wenn man es auf eine bestimmte Axe bezieht. Inzwischen ist es nicht immer nötig, wenn man das Moment der Trägheit desselben Körpers nach und nach in bezug auf mehrere Axen beziehen soll, die Rechnung von neuem nach der Formel $\int r^2 \, dM$ anzustellen, sondern es trifft sich oft, daß, wenn man das Moment der Trägheit in bezug auf eine Axe gefunden hat, man hieraus leicht auf die Momente der Trägheit desselben Körpers in bezug auf andere unzähligen Axen schließen kann. Diese Bequemlichkeit findet besonders als dann statt, wenn die Axen einander parallel sind, so daß, wenn das Moment der Trägheit für die eine Axe bekannt ist, man hierdurch leicht das Moment der Trägheit für jede andere ihr parallele Axe angeben kann, dies wollen wir in der folgenden Aufgabe zeigen.

Aufgabe 25

§ 428
Gegeben ist das Moment der Trägheit eines gewissen Körpers in bezug auf die Axe OA, man soll ein Moment der Trägheit in bezug auf eine andere ihm parallele Axe finden.
Hier wird der sogen. Satz von Steiner (1798 – 1863) sauber hergeleitet!
Es folgt dann später auch die Transformation auf gedrehte Achsen und es werden die Hauptachsen angegeben.

Neue Methoden, die Bewegung starrer Körper zu bestimmen

§ 989
Obgleich ich in meiner Abhandlung über die Bewegung starrer Körper diese Theorie mit hinreichend glücklichem Erfolg behandelt habe, muß ich doch gestehen, daß die von mir gegebenen Auflösungen nicht nur zu verwickelt sind, sondern daß auch ihre Anwendung auf beliebige besondere Fälle im höchsten Grade lästig und mit sehr viel Schwierigkeiten verknüpft sind.
Diese Mängel scheint auch der sehr scharfsinnige Geometer La Grange wahrgenommen zu haben, indem er diesen Gegenstand in den Abhandlungen der preußischen Akademie nach einer anderen Methode zu behandeln übernommen hat, deren sehr tiefe Gedanken ich zwar mit der größten Begierde zu durchschauen versucht habe, wobei ich es aber doch nicht von mir habe erlangen können, alle seine Rechnungen zu durchschauen. Es schreckt mich nämlich zugleich der erste Lehrsatz so ab, daß ich wegen meiner mangelhaften Augen auf keine Weise hoffen kann, alle analytischen Kunstgriffe, derer er sich bedient hat zu durchforschen.

Zu den Veröffentlichungen Eulers äußert sich Moritz Cantor in seinen Vorlesungen über Geschichte der Mathematik aus dem Jahre 1898 folgendermaßen:
„Der Gesamtcharakter der Eulerschen Schreibweise besitzt als wesentliches Merkmal die Neigung, auch noch nicht vollständig geglückte Versuche der Öffentlichkeit nicht vorzuenthalten. Redseligkeit wird der Eine sie schelten, während der Andere von der liebenswürdigen Offenheit entzückt sein wird, welche den Einblick in die geistige Werkstätte ohne jede Heimlichtuerei gestattete.
Wir persönlich gehören zu diesen Letzteren, und wir lieben Euler wegen seiner neidlosen, fremdes Eingreifen herausfordernden Enthüllungen fast eben so sehr, als wir seine allseitige Erfindungsgabe oder seine unübertroffen klare Darstellungsweise bewundern."

Von den elastischen Kurven (1744) [4]
Wenn man einem Maschinenbau- oder Bauingenieur die Frage nach Eulers Leistungen stellt, so wird an vorderster Stelle sicherlich „Eulersche Knickformel" oder „Eulerfälle" als Antwort kommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen, die Euler zum Thema elastische Kurven im Jahre 1744 der Öffentlichkeit vorstellte, waren jedoch viel umfassender.
Jakob Bernoulli hatte in den Acta eruditorum, Leipzig, Juni 1694 „Von der Krümmung des elastischen Bandes"

berichtet. Er informiert eingangs über einen Hinweis, den er von Leibniz dazu erhalten hat und verweist auch auf Rechnungen, die Leibniz angestellt hat.
Drei Jahre vorher hatte er dazu eine Aufgabe gestellt. Seine Lösung wird auf konstruktionsgeometrischem Wege angegeben; denn Jakob Bernoulli wendet die erst kürzlich erfundene Infinitesimalrechnung in ihren Grundbegriffen nur geometrisch an. Euler leitet seine Veröffentlichung wie folgt ein:
„Schon längst haben einige hervorragende Mathematiker eingesehen, daß die von Jakob Bernoulli vorgetragene Methode nicht nur in der Analysis, sondern auch bei der Lösung physikalischer Probleme von Nutzen sei. Da nämlich der Plan des gesamten Universums der vollkommenste ist und von dem weisesten Schöpfer festgelegt worden ist, so geschieht nichts auf der Welt, dem nicht irgendein Verhältnis des Maximums oder Minimums zugrunde liegt.
Deshalb kann kein Zweifel bestehen, daß alle Wirkungen in der Welt aus den Endursachen mit Hilfe der Methode der Maxima und Minima gleich gut bestimmt werden können wie aus den bewirkenden Ursachen. Wenn nämlich die bewirkenden Ursachen zu verborgen liegen, die Endursachen aber klarer liegen, so ist die Aufgabe durch die indirekte Methode zu lösen. Im Gegenteil wird die direkte Methode angewandt werden, jedesmal wenn aus den bewirkenden Ursachen die Wirkung definiert werden kann. Besonders aber soll man darauf sehen, auf beiden Wegen die Lösung zugänglich zu machen. Dann wird nicht nur die eine zur Bestätigung der anderen, sondern die Übereinstimmung beider erfüllt uns mit höchster Befriedigung. Die Krümmung eines Seiles ist so auf doppeltem Wege ermittelt worden – zuerst a priori aus den Wirkungen der Schwere, dann durch die Methode der Maxima und Minima, weil klar ist, daß ein solches Seil eine derartige Krümmung annehmen muß, daß der Schwerpunkt möglichst tief liegt. So ist die Gestalt, die ein gekrümmtes elastisches Band annimmt, schon längst bekannt, jedoch ist bis jetzt von niemand bemerkt worden, wie diese Kurve durch die Methode der Maxima und Minima, d. h. also durch die Endursachen, erforscht werden könne.
Nun hat mir der hochverehrte und in dieser Art die Natur zu erforschen, sehr scharfsinnige Herr Daniel Bernoulli mitgeteilt, daß die gesamte Kraft, die ein gekrümmtes elastisches Band enthält, in einer Formel, die er die Potentialkraft nennt, zusammengefaßt werden könne, und daß dieser Ausdruck bei der elastischen Kurve ein Minimum werden muß". (Es handelt sich hierbei um einen Brief Daniel Bernoullis an Euler vom 20. Oktober 1742, in dem es zum Schluß heißt: „Da niemand die isoperimetrische Methode so vollkommen beherrscht wie Sie, werden Sie dieses Problem, bei dem gefordert wird, daß $\int \frac{ds}{R^2}$ ein Minimum werde, gar leicht solvieren".)
Euler formuliert daraufhin folgende Aufgabe:
„Unter allen Kurven derselben Länge, die durch die Punkte A und B gehen und in diesen Punkten von der Lage nach gegebenen Geraden berührt werden, die zu bestimmen, bei welcher der Wert des Ausdrucks $\int \frac{ds}{R^2}$ ein Minimum sei".

Euler entwickelte eine Theorie der Kurven, indem er den Ausdruck

$$\int \frac{ds}{R^2} = \int \frac{y''^2\,dx}{(1+y'^2)^{\frac{5}{2}}}$$

setzt und mit Reihenentwicklung die elliptischen Integrale löst. Je nach Lage der Tangente zur Kraftrichtung unterscheidet er 9 verschiedene Typen, wovon einige im Bild 1 angegeben sind.

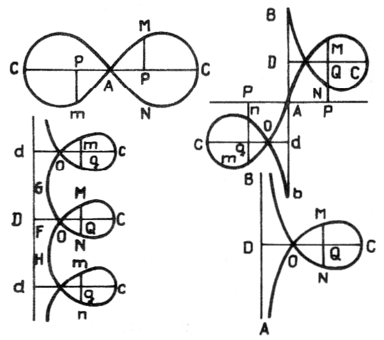

Bild 1
Typen von möglichen Trägerverformungen

Für einen einseitig eingespannten Träger der Länge l mit Einzellast hat Euler die Lösung aus den Ansätzen von Jakob Bernoulli bestimmt. Aus der Beziehung

$$Ek^2 \int \frac{y''}{(1+y'^2)^{\frac{3}{2}}} = Px$$

findet Euler nach Reihenentwicklung für kleine Enddurchbiegungen die Größe Ek^2 zu

$$Ek^2 = \frac{Pl^2\,(2l-3f)}{6f}$$

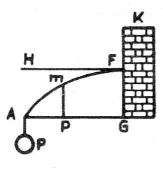

Bild 2
Einseitig eingespannter Träger

Ek^2 ist die Biegesteifigkeit des Balkens, wobei aber zur Zeit Eulers eine Trennung in die physikalische (E) und geometrische (I) Steife noch nicht möglich war. Euler nennt die Größe „absolute Elastizität". Vernachlässigt man f gegenüber l, so erhält man die bekannte Formel

$$f = \frac{Pl^3}{3\,Ek^2}$$

Euler schreibt über Ek^2:
„Die absolute Elastizität Ek^2 hängt zuerst von der Natur des Materials ab, aus dem das Band verfertigt ist. Zweitens hängt sie von der Breite des Bandes ab. Drittens

spielt die Dicke des Bandes bei der Bestimmung des Wertes von Ek^2 eine große Rolle. Ek^2 scheint dem Quadrat der Dicke proportional zu sein. (!)
Folglich können durch Versuche, bei denen Länge und Dicke zu messen sind, die Elastizitäten aller Materialien unter sich verglichen und bestimmt werden".
Im Abschnitt „Von der Tragkraft der Säulen" formuliert Euler: „AB sei eine vertikal über der Basis A stehende Säule, sie trage das Gewicht P (Bild 3). Die Säule sei so beschaffen, daß sie nicht gleiten kann. Ist das Gewicht P nicht zu groß, so ist höchstens eine Verbiegung der Säule zu befürchten. In diesem Falle kann die Säule gleichsam als mit Elastizität begabt angesehen werden.

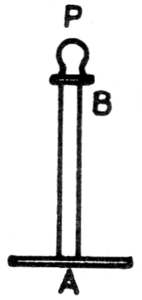

Bild 3
Gedrückte Säule

Es sei die absolute Elastizität der Säule = Ek^2, ihre Höhe = AB = a. Wenn das zu tragende Gewicht nicht größer ist als

$$P = \frac{E\,\pi^2\,k^2}{a^2}$$

ist überhaupt keine Verbiegung zu erwarten. Ist P jedoch größer, so kann die Säule der Verbiegung nicht widerstehen. Bleibt aber die Elastizität der Säule und also auch ihre Dicke ungeändert, so wird die Last P, die sie ohne Gefahr zu tragen vermag, sich umgekehrt wie das Quadrat der Höhe verhalten. Eine doppelt so hohe Säule wird nur den vierten Teil der Last tragen können. Dies kann man sich besonders bei hölzernen Säulen zu nutze machen, die der Verbiegung sehr unterworfen sind".
(Eine knappe Seite von 80 im Beitrag „Von den elastischen Kurven" ist der Entwicklung der berühmten „Knickformel" gewidmet!)

Auch „Von der Krümmung der elastischen Bänder, die in natürlichem Zustande nicht geradlinig sind" mit der Ausgangsbeziehung

$Px = Ek^2\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)$ wird berichtet.

Im Anschluß an die Abschnitte „Von der Krümmung eines elastischen Bandes, an dessen einzelnen Punkten beliebige Kräfte angreifen" und „Von der durch das eigene Gewicht verursachten Krümmung des elastischen Bandes" hat Euler dann den Schritt zur Kinetik vollzogen. Seinen Abschnitt „Von der Schwingungsbewegung elastischer Bänder" leitet er folgendermaßen ein:
„Aus dem Vorigen kann die schwingende Bewegung der elastischen Bänder und solcher, die in beliebiger Weise zur Bewegung sich anschicken, abgeleitet werden. Dieses in Wahrheit interessante Thema hat zuerst der sehr berühmte Herr Daniel Bernoulli bearbeitet und hat nun schon vor mehreren Jahren das Problem der Bestimmung der Schwingungen elastischer, mit einem Ende in einer festen Wand befestigten Bänder vorgeschlagen. Die Lösung habe ich in der Commentarii Petropolitan 1740 gegeben. Seit dieser Zeit ist es mir aber gelungen, dieses Problem einfach zu behandeln, und durch den Verkehr mit dem hochgeehrten Herrn Bernoulli sind mehrere Fragen und Gesichtspunkte hinzugekommen, deren Klarlegung ich wegen der Verwandtschaft des Stoffes hier anschließe".

An dieser Stelle ist sein Bestreben zu spüren, sich auch akustischen Fragen und der Entstehung der Töne zuzuwenden; denn er schreibt weiter:

„Wenn die schwingende Bewegung hinreichend schnell, wird von dem schwingenden Band ein Ton hervorgebracht, dessen Höhe und Beziehung zu anderen Tönen aus diesen Prinzipien bestimmt werden kann. Da die Natur der Töne dem Experiment leicht zugänglich ist, so kann auf diese Weise die Übereinstimmung der Rechnung mit der Wahrheit erforscht und so die Theorie bestätigt werden. Dadurch wird unsere Kenntnis von dem Wesen der elastischen Körper erheblich erweitert". Entschuldigend in bezug auf die getroffenen Einschränkungen fährt er fort:
„Es ist jedoch zuerst der Einwand zu erledigen, daß hier das Problem nur für sehr kleine Schwingungen behandelt wird, so daß das Intervall, das das Band beim Schwingen durchläuft, gleichsam unendlich klein ist. Aber durch diese Beschränkung werden Nutzen und Anwendung keineswegs herabgesetzt. Nicht allein nämlich würden die Schwingungen, wenn sie größere Wege zurücklegten, des Isochronismus entbehren, sondern es erfordert auch die Bildung von verschiedenen Tönen, auf die wir es hier hauptsächlich abgesehen haben, sehr kleine Schwingungen". Euler behandelt dann das „Problem eines geradlinigen elastischen Bandes" und kommt zu der Zahl der in einer Sekunde ausgeführten Schwingungen.
Euler weist dabei auf den Unterschied hin zwischen den Körpern, die durch Spannung elastisch sind – corda elastica (gespannte Saite) und denen, welche durch Steifigkeit elastisch sind – lamina elastica (elastisches Band). Von der gespannten Saite leitet er die Membranschwingungen her und stellt die partielle Differentialgleichung auf.

$$\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = q^2\,\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + b^2\,\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$$

Plattenschwingungen behandelt er nicht, aber in seinem Beitrag Tentamen de sono campanarum (1764) versucht er sich am Problem der Schalenschwingungen.
Euler geht dabei von der Biegung gekrümmter Balken aus und zerlegt die drehsymmetrische Glocke in Kreisringe. Wegen der falschen Annahmen über die Deformationsrichtung und auch wegen des noch nicht bekannten „Querverhaltens" liefert seine Theorie falsche Ergebnisse. Euler sagte dazu in aller Bescheidenheit, daß sein Versuch, auf dieser Basis das Tönen von Glocken zu erklären oder gar Glocken zu konstruieren bloße Hypothese ist, die ebenso durch eine ganz andere ersetzt werden könnte.
Erst nach über 20 Jahren wird die Problematik „Flächentragwerke" von Ernst Florens Friedrich Chladni wieder aufgegriffen.

Einige Bemerkungen zu Eulers Impulsgesetz sowie zum Schwerpunkt- und Momentesatz [5].

Die Beziehungen in Newtons „Prinzipia" sind sämtlich für einen sog. Massenpunkt formuliert, so daß sich praktische Probleme damit nur stark idealisiert lösen lassen und die allgemeine Starrkörper bewegung überhaupt nicht behandelt werden kann. Georg Hamel nannte übrigens die Punktmechanik „eine intellektuelle Unsauberkeit" und sagte weiter, „was man praktisch unter Punktmechanik versteht, ist nichts weiter als der Schwerpunktsatz".

1752, also 65 Jahre nach dem Erscheinen der Prinzipia veröffentlichte Euler in Berlin eine Abhandlung unter dem Titel „Decouverte d'un nouveau principe de mecanique", in der die Beziehung $\vec{dF} = dm\ \vec{a}$ erstmals auftritt.

Mit diesem Herausschneiden eines Körperelementes wird der Zugang zur Starrkörperbewegung und zur Kontinuumsmechanik frei! Möglicherweise ist hier auch der Einstieg von Cauchy zu suchen, der den Spannungsbegriff einführte.

Aus diesem Eulerschen Impulsgesetz, zu dem Truesdell formuliert: „Es ist für uns heute vielleicht schwer, uns die Größe dieser Eulerschen Leistung vorzustellen. Das Ergebnis ist einfach, von göttlicher Einfachheit. Deshalb ist es leicht zu verstehen, deshalb scheint es fast trivial!", läßt sich der Schwerpunktsatz herleiten, der aber zur Beschreibung einer allgemeinen mit Drehung verbundenen Bewegung nicht ausreicht.

Den Drehimpuls- oder Momentensatz als zweiten zentralen Satz der Mechanik hat Euler erst im Jahre 1775, d. h. 23 Jahre nach seinem Impulsgesetz in allgemeiner Form verkündet.

Ernst Mach (1838 – 1916) war wohl der Auffassung, daß mit den „Principia" die Entwicklung der Mechanik abgeschlossen sei und er tat Eulers Erkenntnis ab als „Mathematisierung des Newtonschen Kraftgesetzes".

C. Truesdell würdigte die Leistungen Eulers sehr gekonnt in seinem Beitrag „Die Entwicklung des Drallsatzes" [6].

Aus dieser Abhandlung folgende Bemerkung:

„Die Physiker behaupten, daß Newton sich bereits zum Drallsatz geäußert habe.

Bei Newton stehen aber weder

– eine Theorie der allgemeinen dynamischen Systeme
– noch der starre Körper
– noch der Spannungen in einem Kontinuum.

Sein System war nicht allgemein genug, um solche Theorien zu liefern."

Zu Lagrange und seinem Beitrag schreibt Truesdell:

„Obwohl das Buch von Lagrange einen guten Ausgangspunkt bietet, bin ich damit aus eigener Erfahrung zu folgenden **Arbeitshypothesen** geführt worden:

1. In der Mechanique Analitique war wenig Neues; sein Inhalt stammt meistens von früheren Abhandlungen von Lagrange selber, oder von den Arbeiten **Eulers** oder anderer Vorgänger
2. Allgemeine Prinzipien und Begriffe der Mechanik werden von Lagrange mißverstanden oder vernachlässigt
3. Lagranges historische Angaben beziehen sich gewöhnlich auf die richtigen Quellen, verdrehen oder verringern jedoch ihren Inhalt
4. Die besten Ideen von Lagrange in der Mechanik stammen aus seiner frühesten Periode, in der er Abhandlungen **Eulers** studierte und noch nicht unter den persönlichen Einfluß **d'Alemberts** geraten war".

Truesdell kommt zu den folgenden Vermutungen:

1. „Den Drallsatz, als unabhängiges Gesetz der Mechanik und als kinematische Verallgemeinerung des statischen Gleichgewichtsprinzipes der Drehmomente, verdanken wir Jakob Bernoulli (1686).
   Es geht den Newtonschen Gesetzen (1687) voraus.
2. Die Idee, daß das Drehimpulsgesetz eine Folgerung aus dem linearen Impulsgesetz sei, in dem Sinne, daß die gegenseitigen Wirkungen eines Systems von Körpern kein resultierendes Drehmoment ausüben, verdanken wir Daniel Bernoulli (1744).
3. In seinem Werk von 1744 benutzte **Euler** als erster die Prinzipe des Impulses **und** des Drehimpulses als unabhängige Gesetze der Mechanik, um die Bewegungsgleichungen eines Systems aufzustellen.
4. Das allgemeine Drehimpulsgesetz als unabhängig vom Prinzip des linearen Impulses und als auf jeden Teil jedes Körpers anzuwendendes Prinzip wurde von **Euler** als erstem im Jahre 1775 vorgeschlagen. Er ist dazu durch seine Studien über elastische Linien geführt worden, die 1771 in seiner allgemeinen Theorie des ebenen linearen Kontinuums gipfelt".

Euler in Berlin

Der Weggang Eulers aus Petersburg hat sicher mehrere Gründe. Einer davon könnte sein, daß Euler im Innersten stets Mathematiker blieb. Er wurde aber in Rußland sehr stark zur Lösung praktischer Fragen herangezogen. Vor allem belastete ihn das geografische Departement der Akademie, und wenn Euler einmal etwas übernommen hatte, so setzte er sich dafür auch mit ganzer Energie ein. Das zeigt auch sein großes Werk über Schiffbau und Schiffahrt „Scientia navalis", welches er Ende der dreißiger Jahre schrieb und das in mehrere Sprachen übersetzt wurde. Als am 31. Mai 1740 Friedrich II. den Thron bestieg, meinten alle Anhänger der Aufklärung: „Die Wissenschaft und die Künste sind auf den Thron gestiegen" und Friedrich II. selbst sagt: „Nichts gibt einem Herrscher mehr Glanz als wenn die Künste unter seinem Schutze gedeihen."

Bei C. Truesdell [7] liest sich das so:

„In 1740 Frederick II ascended the throne of Prussia. This eccentric and semi-educated general, flute player, and homosexual lay under the spell of France and French men. He wished to create in Berlin a combined French Academic des Sciences and Academie Francaise. Voltaire was his Apollo . . ."

Dieser Voltaire jedoch stellte sehr bald fest: „Der Fürst wirft seinen Philosophenmantel ab und greift zum Degen, sobald er eine Provinz erblickt, die ihm gefällt."

Friedrich II. bemühte sich sehr, Euler für die zu organisierende Akademie der Wissenschaften zu gewinnen.

Euler schreibt darüber aus Petersburg:

„Ungeachtet auch anjetzo der König mit der Conquete von Schlesien beschäftigt, so hat er dennoch die höchste Gnad gehabt, schon etliche Male eigenhändig meinetwegen hierher zu schreiben." Auch nach seiner Ankunft in Berlin am **25. Juli 1741** schreibt ihm der König direkt aus dem Feldlager.

Euler hatte den Kopf voller Pläne und Ideen, die die Wissenschaft umwälzen sollten – die Berliner Akademie sollte zum Zentrum wissenschaftlichen Forschens werden.

Als erste Aufgabe übernahm Euler die Herausgabe des 7. Bandes der Miscellania – 5 Aufsätze darin stammen von ihm selbst. Erst am **6. September 1742** kommt es zu einer Sitzung der Klasse Mathematik und Euler wird als neues Mitglied vorgestellt.

Über ein Jahr war seit Eulers Ankunft in Berlin vergangen, und er drängte auf die Reorganisation der Akademie und unterbreitete Friedrich II. Vorschläge. Der König aber suchte zunächst nach einem geeigneten Präsidenten. Euler schreibt: „Jedoch aber haben Ihro Majestät beschlossen, auf künftigen Winter diese Sach vorzunehmen. Inzwischen lebe ich hier völlig independent, bekomme meine Pension richtig und depentiere von Niemand als immediate von Ihro Majestät."

Zur Reform der Akademie schreibt er am 23. April 1743: „Es ist auch meiner Meinung nach besser, bei einer Academie des sciences nur etliche wenige genies superieurs zu haben, die den wahren nexum der Wissenschaft einsehen."

In der Societe litteraire konnte nach Meinung Eulers Wissenschaft nicht gepflegt werden, dennoch tritt Euler in den 27 Sitzungen, deren Protokolle erhalten sind, mit 10 Vorträgen bzw. Vorlagen auf. So z. B. am 4. Juli 1744 mit einer Abhandlung „Vergleiche zwischen lebenden und toten Kräften".

Weltanschauliche Kämpfe der unterschiedlichen Gruppen von Aufklärern lassen kommende Auseinandersetzungen bereits ahnen. Auf diese Seite soll hier jedoch nicht direkt eingegangen werden (Kosmologie Christian Wolffs, Monadenlehre von Leibniz/Wolf). Wo Euler steht, kann man den Briefen an eine Deutsche Prinzessin entnehmen.

Euler hat große Verdienste um den Ausbau des Observatoriums. 1745 setzt er eine Kommission zur Neuordnung dieser wichtigen Akademieeinrichtung ein.

Weiterhin begutachtet er die Landgewinnung in Ostfriesland. Auch schaltet er sich in die Fragen des Kalenderprivilegs ein, eine von Leibniz bereits eingeführte Einrichtung, die sehr wesentlich zur Finanzierung der Akademie beiträgt. Durch die Gewinnung Schlesiens verspricht sich Euler einen erhöhten Absatz. Seine Vorschläge dem König gegenüber bringen ihm aber nur eine spöttische Abweisung ein.

Euler ließ sich aber auch dadurch nicht entmutigen. Erneut wurde er beim König um die „Etablierung der neuen Akademie" vorstellig. Friedrich II. wollte Euler aber nicht zu viel Macht geben. Er suchte zunächst einen würdigen Präsidenten, der Euler aber keinesfalls werden sollte. Der biedere Schweizer paßte gar nicht in das im französischen Stile geführte Hofleben des Königs. Über Euler schreibt Friedrich II. an seinen Bruder am 31. Oktober 1746: „Ich dachte mir schon, daß Deine Unterhaltung mit Herrn Euler Dich nicht erbauen würde. Seine Epigramme bestehen aus Berechnungen neuer Kurven oder irgendwelcher Kegelschnitte.

Unter den Gelehrten gibt es solche gewaltige Rechner, die in der Republik der Wissenschaft nützlich, aber sonst alles andere als glänzend sind. Man verwendet sie wie die dorischen Säulen in der Baukunst. Sie gehören in den Unterstock als Träger des ganzen Bauwerkes und der korinthischen Säulen, die seine Zierde bilden."

Und 1762:

„Diese Barbaren messen alles mit der gleichen Elle, den Lehrsatz und das Epigramm. Mögen sie ihren durch das Opium der Integral- und Differentialrechnung betäubten Sinnen mißtrauen." Mit großer Energie betrieb Euler trotzdem die Pflege der französischen Sprache, eine wichtige Voraussetzung für das Amt des Präsidenten. Denn auch alle Artikel, die in den „Historie e Memoires del' Academic Royal des Sciences" veröffentlicht wurden, erschienen in französischer Sprache! Friedrich II. wollte Pierre Louis Moreau Maupertuis als Präsidenten gewinnen, dieser konnte sich offenbar der unsicheren Lage in Preußen wegen, noch nicht für eine Übersiedlung nach Berlin entschließen.

Im November 1743 berief der König eine Kommission zur Gründung einer neuen Vereinigung, in die die Societe litteraire einbezogen werden soll – Euler ist nicht Mitglied dieser Kommission. Erst nach dem Siege von Hohenfriedberg im 2. Schlesischen Krieg (1745) entschließt sich Maupertuis nach Berlin zu kommen, um die Leitung der Akademie zu übernehmen, und am 22. September 1745 wird in einer Sitzung der neue Präsident eingeführt. Am 3. Februar 1746, fast 5 Jahre nach seiner Ankunft in Berlin, wird Euler endlich zum Direktor der mathematischen Klassen berufen! Über Euler und sein Verhältnis zu Maupertuis ließe sich sehr viel ausführen, doch ist dazu hier nicht der Platz. So viel sei nur gesagt: Euler hat Maupertuis als Präsident akzeptiert, Euler war geistig führend in der Verbindung, und er suchte seinen Einfluß auf den Präsidenten mit Erfolg auf den Ausbau der neuen Akademie geltend zu machen – es entwickelte sich eine heimliche Präsidentschaft Eulers.

Maupertuis konnte 1748 dem König melden: „Es geht mit der Akademie gut voran. Unsere Chemiker übertreffen alle Chemiker Europas und unsere Mathematiker können es mit denen aller Akademien aufnehmen." Treffender wäre gewesen: „Unser Euler kann es mit allen Mathematikern aufnehmen."

Neben seinen wissenschaftlichen Aktivitäten ist Euler auch bemüht, die Wünsche seines Königs zu erfüllen.

Euler arbeitet mit beim Bau des Finow-Kanals. Ein anderer Auftrag lautete, die „exactiteude des calcules algebraiques für die Lotterie nach Beispielen der Lotterien in italienischen Städten zu überprüfen."

Im September 1749 wünscht Friedrich II. die Berechnung einer Maschine, die die Wasserkünste in Sanssouci betreibt.

Wie sehr Euler um die Gunst seines Königs warb, zeigt die starke Hinwendung zu technischen Fragestellungen und auch zu Dingen, die Friedrich II. besonders interessieren mußten.

1745 übersetzte Euler das Werk des Engländers Benjamin Robins „New principles of gunnery" mit dem deutschen Titel:

„Neue Grundsätze der Artillerie enthaltend die Bestimmung der Gewalt des Pulvers nebst einer Untersuchung

über den Unterscheid des Widerstands der Luft in schnellen und langsamen Bewegungen" aus dem Englischen des Herrn Benjamin Robins übersetzt und mit den nötigen Erläuterungen und vielen Anmerkungen versehen.
Die Eulersche Bearbeitung machte aus dem Robins'schen Buche etwas ganz Neues, nämlich das erste Lehrbuch der Ballistik. Es wurde 1777 wieder ins Englische und 1783 ins Französische übersetzt und in Frankreich als offizielles Lehrbuch in den Militärschulen eingeführt, so daß es sogar Napoleon I. als Leutnant studieren mußte.
Aus heutiger Sicht kann Eulers Ballistik als Beispiel einer angewandten Naturwissenschaft mit technikwissenschaftlichen Ansätzen angesehen werden [8].
Erste Ansätze der Geschoßbewegung stammen von Philoponos aus dem 6. Jh. Nach dieser Theorie erhält das Geschoß einen Impetus, wodurch es für eine gewisse Zeit auf gerader Bahn der Erdanziehung widerstehen kann. Dann „ermüdet" der Körper und es setzt der gekrümmte Übergang zur freien Fallbewegung mit dann vertikalem Abstieg ein. Eine zunächst erzwungene Bewegung geht dann in eine natürliche über. Nicollo Tartaglia hat diese Flugbahnen im 16. Jh. untersucht und recht gute Ergebnisse vorausgesagt. Allerdings waren diese Berechnungen mehr geometrisch-kinematischer als dynamischer Art.
Erst Galilei stellt physikalisch begründete Beziehungen für den schiefen Wurf im luftleeren Raum auf, unterschätzt dabei allerdings den Einfluß des Luftwiderstandes auf die Flugbahn. Da sich im 17. Jh. das Geschützwesen insgesamt verbesserte, wuchsen auch die Bestrebungen der quantitativen Erfassung des Luftwiderstandes, woran auch Newton und Johann Bernoulli arbeiteten, allerdings ohne nennswerten Erfolg.
Euler unterscheidet zwischen einer inneren und einer äußeren Ballistik. Ziel der inneren Ballistik ist die Bestimmung der Geschoßanfangsgeschwindigkeit aus Pulvermenge, Geschützkaliber und Kugelmasse. Es war notwendig, den Druckverlauf im Rohr zu bestimmen. Er nahm ein „fluidum elastikum" an, dessen Dichte und Elastizität er experimentell ermittelte.
Auch der Temperaturverlauf wurde von ihm berücksichtigt. Er versuchte dabei weiter zu erfassen: Gegendruck der Luft, Luftwiderstand im Lauf, Reibung an der Rohrwand, Undichtigkeiten zwischen Kugel und Lauf sowie am Zündloch, zeitliche Verzögerung der Pulverentzündung sowie unvollständige Verbrennung. Da er nicht in der Lage war, das Wesentliche von weniger Wichtigem zu trennen, sondern alle Phänome gleichermaßen einbeziehen wollte, konstatierte er zunächst die Unlösbarkeit des Problems. Er ging deshalb dazu über, die Geschoßgeschwindigkeit nach dem bereits von Robins ersonnenen Pendelprinzip zu messen. Er korrigiert zunächst die bisher verwendete Meßanlage und dann mit dem erhaltenen Ergebnis seine Rechnungen zur inneren Ballistik.
Er schlägt auch vor, wie das Geschützrohr zu dimensionieren ist! (Gußeigenschaft, Materialökonomie, Sicherheitsfaktor). Unter Anwendung des Schnittprinzipes bestimmt er den Ort der größten Beanspruchung. Er liefert damit einen fruchtbaren Ansatz für eine qualitative Festigkeitsanalyse (1745).
Die äußere Ballistik sucht nach Antworten auf die Frage der Schußweite, der Endgeschwindigkeit, des Aufprallwinkels bei gegebener Rohrneigung und bekannter Anfangsgeschwindigkeit. Dabei führt Euler das Luftwiderstandsgesetz auf hydrodynamische Vorstellungen zurück. Er trennt den Stoß der Teilchen mit dem Geschoß vom ungleichen Druck vor und hinter diesem. Er betrachtete Kugel-, Zylinder- und Kegelform des Geschosses. Den Luftwiderstand nimmt er dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional an, zeigt aber, daß dies für große Geschwindigkeiten nicht mehr gilt. Die dabei auftretenden komplizierten Funktionen entwickelt er in Reihen. Im Vordergrund steht bei ihm stets die Anwendung der Mathematik und nicht so sehr die praktische Lösung des Problems, denn sein Formelapparat ist von einem Durchschnittsingenieur nicht handhabbar.

Leider läßt sich aber Euler auch zu wenig maßvollen Angriffen gegen Christian Wolff und dessen Philosophie hinreißen, so daß Wolff schreibt: „Herr Euler, der seinen wohlverdienten Ruhm in der höheren Mathematik genießen könnte, will nun mit Macht in allen Wissenschaften dominieren, wodurch er sowohl seinen eigenen Ruhm sehr schadet als auch die Academie der Wissenschaften zu Berlin in viele Schande bringet."
Auch Daniel Bernoulli schreibt an Euler: „Ich fürchte, Sie werden sich noch vielen Verdruß auf den Hals laden, welches sich der Mühe gewiß nicht lohnet."
Euler war in diesem Punkt aber wohl sehr eigensinnig.
Auch Friedrich II. goß bei diesem Streit noch Öl in das Feuer, indem er forderte, daß der radikalste französische Aufklärer de Lamettrie zum ordentlichen Mitglied gewählt werden sollte. De Lamettrie hatte sich vor allem mit seinem Buch „L'homme machine" zum Todfeind aller Gemäßigten, zu denen auch Maupertuis und Euler zählten, gemacht. Wie diese Machtkämpfe dann noch in dem Fall Samuel König gipfelten, sei hier nur kurz erwähnt. Samuel König wirkte als Mathematiker in Holland.

Euler schätzte ihn und hatte ihn als seinen Nachfolger bei seinem Weggang aus Petersburg vorgeschlagen. König, auswärtiges Mitglied der Berliner Akademie, hatte 1751 in einer Arbeit in den Leipziger Acta eruditorum aufgrund eines Briefes von Leibniz nachzuweisen versucht, daß die von Maupertuis als eigene Auffassung vorgetragene Behauptung von der geringsten Aktion in der Natur bereits von Leibniz vertreten worden sei.
Maupertuis fühlte sich brüskiert und ließ König auffordern, das Orignial von Leibniz' Brief beizubringen, wozu dieser nicht in der Lage war.
Euler stellt sich in diesem peinlichen Streit hinter seinen Präsidenten. Er durchschaut zwar die Schwächen der Beweisführung der Theorie, die Maupertuis für die Grundlagen der Mechanik hielt, wollte aber in seiner Abneigung gegen Leibniz diesem auch nicht die Priorität des richtigen Kerns an diesem Prinzip überlassen. Außerdem galt Samuel König als Anhänger der Leibniz-Wolffschen Philosophie!
Euler verfaßt sogar ein Schreiben, welches den von Samuel König erwähnten Leibniz-Brief als Fälschung darstellte.
In diesen Streit griff dann schließlich noch Voltaire mit seinem Pamphlet „Docteur Akadia" ein, und ganz Europa lachte über Maupertuis und die Berliner Akademie.
Samuel König hatte sich in allen Punkten sachlich ver-

halten, sein Ernennungsdiplom reichte er zurück – die öffentliche Meinung stand hinter ihm. Euler gab in dieser Kontroverse leider keine gute Figur ab, er erlitt dadurch eine Niederlage. Sein Sohn Johann Albert aber – kaum zwanzigjährig – wurde auf Wunsch des Präsidenten zum ordentlichen Mitglied der Akademie gewählt! Das Vertrauensverhältnis Maupertuis – Euler war weiter gefestigt und auch Friedrich II. stand bis zum Tode Maupertuis im Sommer 1759 hinter seinem Präsidenten.
Erneut machte sich nun Euler Hoffnung, Präsident der Akademie zu werden, war er es doch, der während Maupertuis Krankheit die Präsidentschaft sehr gut wahrgenommen hatte. Doch erstens hatte der König andere Sorgen, es war Siebenjähriger Krieg, und außerdem dachte er auch diesmal nicht an Euler. Die Akademie war nun dem König direkt unterstellt. Sie tagte regelmäßig donnerstags, wie es Leibniz eingeführt hatte und wie es auch heute noch gepflegt wird, und in den Registres, die gewissenhaft zu führen Euler angewiesen hatte, wird nur vermerkt: „Am 9. Oktober 1760 fand aus öffentlichen Umständen keine Sitzung statt."
Es handelte sich dabei um die Besetzung Berlins durch russische und sächsische Truppen!
Obwohl Euler sich um das Ansehen der Akademie wie kein anderer verdient gemacht hatte, hielt Friedrich II. wieder nach einem Franzosen als Präsident Ausschau – diesmal d'Alembert. 12000 Taler, freie Wohnung und freien Tisch bot er dem französischen Gelehrten! (Euler hatte er 1600 Taler geboten, Voltaire bot er gar 20000 Taler).
d'Alembert lehnte ab, obwohl ihm in Frankreich nur 1700 Franken Jahresrente zur Verfügung stand. Friedrich wollte ihn mit 1200 Franken trotzdem an Berlin fesseln.
Zu d'Alembert hatten Euler und auch Daniel Bernoulli kein gutes Verhältnis. Schon 1742 hatte Daniel Bernoulli ihn einen „eingebildeten Laffen" genannt.
1763 kommt d'Alembert nach Berlin und auch Euler glaubt, daß nun der neue Präsident sein Amt antritt.
Sehr verwundert schreibt er aber am 28. Juni 1763: „Mousieur d'Alembert ist nun schon seit 10 Tagen in Potsdam, soll sich aber rund heraus erklärt haben, nimmermehr in hiesige Dienste zu treten und sogar mich zur Präsidentenstelle der hiesigen Academie vorgeschlagen haben."
Und Eulers Sohn Johann Albert berichtet am 26. Juli 1763, „daß er das Glück gehabt habe, mit d'Alembert zuzammenzukommen, der seinen Vater und die Akademie besuchte. Der König quält ihn beständig, daß er bei ihm bleiben und die Präsidentenstelle annehmen solle. Er will sich aber gar nicht erbitten lassen und soll dem König meinem Vater etliche Male zu dieser Stelle vorgeschlagen haben, mit den Worten, daß mein Vater nur allein diese verdiene und es ihm insonderheit gar nicht zukomme, über einem Gelehrten von seinem Rang zu sitzen" und mit Bitterkeit fährt er fort: „. . . da mein Vater aber das Unglück hat, ein redlicher Teutscher zu sein, so hat der König nichts davon hören wollen, wenn gleich ein gelehrter Franzose sich scheut, meinem Vater vorgezogen zu werden."

Euler in Berlin und seine Verbindung zu Petersburg

Auch während seines Aufenthaltes in Berlin unterhielt Euler Verbindungen zur Petersburger Akademie. Ständig wurden auch während dieser Jahre in den Comentarii der Petersburger Akademie Beiträge Eulers gedruckt. Seine „Theoria lunae" und die „Institutiones calculi differentialis" wurden zwar in Berlin, aber auf Kosten der Petersburger Akademie gedruckt.
Aus dem ständigen Briefwechsel, den Euler mit der Petersburger Akademie geführt hat, geht auch hervor, daß er sich sehr darum bemüht hat, hervorragende Gelehrte für diese Akademie zu gewinnen. Wie ernst von ihm diese Tätigkeit genommen wurde, sei mit einigen Zitaten belegt.
Er schreibt: „Bey solchen Umständen halte ich mich verbunden, alles auf das schärfste zu prüfen, damit daher der kaiserlichen Akademie ja keine Nachteile erwachsen mögen."
Er lehnt Leute ab, von denen er „noch gar nichts gesehen, welches den Commentariis der Academie Ehre machen könnte."
Über einen Kandidaten, der für die höhere Mathematik berufen worden war, schrieb Euler: „Es wäre mir nie in den Sinn gekommen, denselben vorzuschlagen, weil ich dazu mit gleichem Recht einen jeglichen Anfänger vorschlagen könnte."
Auch seinen vortrefflichen Schüler Kotelnikow beurteilt er zurückhaltend und schreibt: „Noch eine kurze Zeit wird nötig seyn, um ihn völlig in Stand zu setzen, daß er ohne weitere Anleitung selbst immer weiter kommen kann. Es ist ja nicht genug, die Sache zu wissen, man muß sich darin auch einen habitum erwerben und eine Fertigkeit erlangen, nicht nur dergleichen Untersuchungen geschickt anzustellen, sondern auch deutlich vorzutragen." Allerdings hintertrieb er auch die Berufung d'Alemberts mit der Bemerkung: „Er sei der zankfertigste Mensch von der Welt, welches eben die Ursache ist, daß er in Paris von jedermann gehaßt wird."
Sein ökonomisches Denken gegenüber der Petersburger Akademie soll an folgendem belegt werden. Euler schreibt nach einer geglückten Verhandlung: „Derselbe mag wohl ein geschickter Mann seyn, ich habe aber nur nicht Gelegenheit gehabt, Proben von seiner Geschicklichkeit zu sehen. Daher habe ich meiner Pflicht gegen die kaiserliche Akademie gemäß erachtet, demselben um 660 Rubel jährliche Besoldung anzubieten." (Euler hatte aber Vollmacht für 800 Rubel). Er rückversicherte sich aber in diesem Brief noch wie folgt: „Inzwischen ersuche ich Eure Hochedelgeborenen gehorsamst, sich gegen diesen auf keinerley Art jemals merken zu lassen, daß mir auf besser Bedingungen Vollmacht gegeben worden."
Euler schreibt in einem anderen Zusammenhang: „Man kann sich bißweilen auf einer deutschen Universität leicht einen Nahmen erwerben und doch noch weit von den Absichten der kaiserlichen Academie entfernt seyn."

Eulers Weggang aus Berlin

Es zeigte sich in den Jahren nach Maupertuis Tod recht deutlich, wie sehr dieser Euler durch seine Autorität gedeckt hat. Erneut ist das Kalenderprivileg Anlaß zu Meinungsverschiedenheiten in der Akademie und wieder steht Euler offenbar nicht auf der richtigen Seite. Er versucht, den Verwalter des Wirtschaftsvermögens der Akademie Köhler, dem persönliche Bereicherungen nachgewiesen wurden, zu decken und überwirft sich mit der zur Prüfung eingesetzten Kommission, in der auch einige Schweizer mitwirken. Sulzer äußert sich dazu: „Es ist ganz unglaublich, von was für kindischer Besorgnis und Vorurteilen dieser in seinem Fach große Mann eingenommen war."

Bereits seit 1763 war Euler entschlossen, Berlin zu verlassen, denn er schrieb am 21. Juni 1763 an den russischen Staatsrat Taubert: „Nun bin ich im Begriffe, meint Gut in Charlottenburg mit noch ziemlichem Vorteil zu verkaufen und ich suche mich nach und nach von allem loszumachen, was mich fesseln könnte. (Euler hatte außerdem noch eine Wohnung in der heutigen Berensstraße gegenüber der Komischen Oper).

Trotzdem sind beide Euler noch aktiv an der Berliner Akademie tätig. Sie berichten über Möglichkeiten, Schiffe ohne Wind vorwärtszubewegen, über die Prüfung der Bahnen von Geschützkugeln und über die Konstruktion von Brücken und unterstützen den Vortrag von Johann III Bernoulli über Zerreißproben an Fäden.

Und auch der König wendet sich erneut an Euler mit technischen und ökonomischen Fragen. So muß Euler die Lotterien in Holland analysieren, das Porzellan von Tourneau begutachten und eine Meßmaschine aus Augsburg beurteilen.

Am 2. Februar 1766 bat Euler Friedrich II. erstmals um seine Entpflichtung von der Berliner Akademie der Wissenschaften. Der König reagiert nicht und Euler wird weiter als Direktor der mathematischen Klasse und als geschäftsführender Direktor in den Protokollen genannt.

Am 6., 13. und 20. März bleibt Euler den Sitzungen fern. Daraufhin bestätigt ihm der König den Erhalt seines Schreibens und bittet ihn, nicht mehr auf seine Entpflichtung bei der Berliner Akademie zurückzukommen. Auch d'Alembert bat Euler in Berlin zu bleiben!

Friedrich II. wußte, daß Euler der leuchtendste Stern in seiner Akademie war, den er der Kaiserin Katherina II. nicht gönnte. Möglicherweise wegen des guten Einvernehmens mit Rußland, an dem Friedrich sehr viel lag, stimmte er in einem Schreiben vom 2. Mai 1766 ohne jeglichen Dank für die 25 Jahre geleistete Arbeit dem Weggang Eulers zu.

Am 29. Mai 1766 nahm Euler zum letzten Male an einer Sitzung teil, um sich von der Akademie zu verabschieden und bereits am 1. Juni 1766 verläßt er mit seiner Familie und seinen Bediensteten Berlin.

Bezeichnend allerdings ist, daß in der ersten Sitzung nach dem Weggang Eulers die Preisfrage für das Jahr 1768 festgelegt wurde. „L'elage der Leibniz" – das bedeutete den Sieg der Leibniz – Wolffschen Popularphilosophie an der Berliner Akademie!

Die Berliner Akademie hat durch den Weggang ihres großen Mathematikers einen schweren Verlust erlitten. Euler hat seine besten Jahre der Berliner Akademie geschenkt, und diese Jahre waren unzweifelhaft der Höhepunkt seines Wirkens.

„Lest Euler, er ist unser aller Meister" pflegte Laplace zu sagen und Gauß stellt fest: „Das Studium der Werke Eulers bleibt die beste Schule in den verschiedenen Gebieten der Mathematik und kann durch nichts ersetzt werden."

Johann I Bernoulli, der von seiner eigenen Größe sehr überzeugt war und sich wegen wissenschaftlicher Prioritäten sogar mit seinem Bruder Jakob und seinem Sohn Daniel überwarf, erkennt die Leistungen des um 40 Jahre jüngeren Eulers neidlos an und formuliert in Briefanreden

1728 Dem hochgelehrten und ingeniosen jungen Mann

1731 Dem hochgerühmten und weitaus scharfsinnigsten Mathematiker

1745 Dem unvergleichlichen Euler, dem Fürsten unter den Mathematikern

LITERATUR

[1] Thiele, R.: Leonhard Euler, Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Bd. 56. BG Teubner VG, 1982.

[2] Winter, E.: Die Registres der Berliner Akademie der Wissenschaften 1746 – 1766. Akademie-Verlag, Berlin 1957.

[3] Fueter, R.: Leonhard Euler. Verlag Birkhäuser, Basel, 1948.

[4] Euler, L.: Das Gleichgewicht und die Schwingungen der ebenen elastischen Kurven. Ostwalds Klassiker Nr. 175, Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1910.

[5] Szabo, I. Humanismus und Technik 1967, Bd. 11, Heft 2.

[6] Truesdell, C.: ZAMM 44 (1964), Heft 4/5, S. 149 – 158.

[7] Truesdell, C.: Leonhard Euler, Supreme Geometer.

[8] Mauersberger, K.: Vorlesungsmanuskript (unveröffentlicht).

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr.-Ing. habil. H. Göldner
Technische Universität Dresden
Sektion Grundlagen des Maschinenwesens

8027 Dresden
Mommsenstraße 13