

# Im Schatten von Riesen

Félix Tisserand führte einst die klassische Himmelsmechanik zu neuen Höhen. Doch der französische Astronom stand niemals im Licht der Öffentlichkeit – seine Leistungen wurden vom Ruhm seines Landsmanns Pierre-Simon Laplace überdeckt.

Von William I. McLaughlin  
und Sylvia L. Miller

Der amerikanische Essayist, Dichter und Philosoph Ralph Waldo Emerson (1803–1882) erklärte einst, eine Institution sei der »verlängerte Schatten eines Menschen«, und die gesamte Geschichte ließe sich in die »Biografie einiger standhafter und ernsthafter Personen auflösen«. Historiker mögen das vielleicht anders sehen. Aber wenn die Nachwelt einen großen Geist in Form eines Adjektivs institutionalisiert hat – wie etwa in kopernikanisch, newtonsch oder darwisch –, dann wirft die derart ausgezeichnete Person zweifellos einen langen Schatten in der Geschichte.

Doch auch wenn unsere Kultur diesen Berühmtheiten tatsächlich viel verdankt, so müssen wir uns fragen, ob wir nicht einige wenige Personen zu Lasten anderer in ein zu helles Licht rücken. Schauen wir in die Geschichte der Wissenschaften zurück, so lassen sich zahlreiche Fälle entdecken, in denen der lange Schatten der Riesen die Reputation und Leistungen ihrer Kollegen aus der zweiten Reihe allzu sehr verdunkelt.

Eines der bekanntesten Beispiele dafür ist Alfred Russel Wallace (1823–1913), der unabhängig von Charles Darwin (1809–1882) die Grundzüge der Evolutionstheorie erkannte, dem aber nie eine vergleichbare Anerkennung zuteil wurde. Der Logiker Kurt Gödel (1906–1978) ist – spätestens seit Douglas R. Hofstadters preisgekröntem Buch »Gödel, Escher, Bach« – auch vielen Nichtmathematikern ein Begriff; doch

wer erinnert sich an seinen polnischen Kollegen Alfred Tarski (1901–1983), der mit Gödel eng zusammenarbeitete und Ähnliches vollbrachte?

Auch in den schönen Künsten lässt sich das gleiche Phänomen beobachten. So überragt Mozart seinen Zeitgenossen Salieri – in der Realität ebenso wie in der fiktiven Geschichte, die der bekannte Film »Amadeus« erzählt. Ein weiteres Beispiel ist William Shakespeare, in dessen Schatten andere elisabethanische Dramatiker verschwanden. Der Dichter war sich dieses Phänomens sogar selbst bewusst. In seinem Schauspiel »Julius Cäsar« lässt er Cassius über den römischen Herrscher sagen:

*Ja, er beschreitet, Freund, die enge Welt  
Wie ein Kolossus, und wir kleinen Leute,  
Wir wandeln unter seinen Riesenbeinen  
Und schau'n umher nach einem  
schönen Grab.*

Die Schatten der Bedeutenden verbergen nicht nur einen Teil der Geschichte, sie beeinflussen sogar die tägliche Arbeit der Wissenschaftler. In einem 1968 im Fachmagazin »Science« erschienenen Artikel analysierte der Soziologe Robert K. Merton (1910–2003) das Problem und stieß dabei auf zwei Phänomene, welche die Anerkennung von Wissenschaftlern und ihrer Arbeit verzerren: den »41. Sitz« und den »Matthäus-Effekt«.

Die Bezeichnung »41. Sitz« bezieht sich auf die Praxis der Französischen Akademie, die Zahl ihrer Mitglieder auf 40 zu beschränken. Dadurch blieb manch angesehene Persönlichkeit außen vor. Einige der Ausgeschlossenen waren

trotzdem erfolgreich – wie René Descartes (1596–1650), Jean-Jacques Rousseau (1712–1778), Émile Zola (1840–1902) und Marcel Proust (1871–1922). Doch gerade der Erfolg dieser Geistesgrößen macht das Problem umso deutlicher. Merton zeigte auch, dass der Nobelpreis eine kleine Gruppe von Forschern über andere erhebt – die gleichwohl ebenso talentiert sein können. Diese Auszeichnung führt beispielsweise dazu, dass wissenschaftliche Publikationen, an denen ein Nobelpreisträger als Koautor beteiligt ist, häufiger gelesen und zitiert werden als andere.

Es ist offensichtlich, dass eine solche Form der Bevorzugung Schaden anrichten kann. Merton zitierte einen Nobelpreisträger mit den Worten, die Welt neige dazu, bereits berühmten Personen mehr Anerkennung zu zollen als anderen, weniger berühmten. Merton bezeichnet dies als »Matthäus-Effekt«, nach Kapitel 25, Vers 29 des Matthäusevangeliums:

*Denn wer da hat,  
dem wird gegeben werden,  
und er wird die Fülle haben;  
wer aber nicht hat,  
dem wird auch, was er hat,  
genommen werden.*

Wir wollen hier versuchen, auf Mertons Einsichten aufzubauen, uns dabei jedoch auf die Wissenschaftsgeschichte beschränken. Wir definieren deshalb den »Schatteneffekt« als Verdunkelung der historischen Bedeutung eines Wissenschaftlers durch diejenige eines anderen, der auf einem ähnlichen Gebiet forschete.



MIT FRIEDL. GEN. DES OBSERVATOIRE DE PARIS

Dieser Schatteneffekt unterscheidet sich also logisch vom Matthäus-Effekt, weil einem vom Schatteneffekt betroffenen Forscher keineswegs schon zu Lebzeiten die Anerkennung versagt worden sein muss. Wallace, Tarski, Salieri und die Konkurrenten Shakespeares waren in ihrer Zeit durchaus hoch angesehen. Außerdem war der den Schatten werfende Wissenschaftler zumeist tatsächlich fähiger als jener, den der Schatten traf.

### Ein Klassiker der Himmelsmechanik

Es geht uns also nicht um Wiedergutmachung von Ungerechtigkeiten. Vielmehr möchten wir verhindern, dass die Wissenschaftschronisten Forscher in übertrieben ungleicher Manier bewerten. So wenig, wie im Radio immer nur die 40 größten Pophits gespielt oder als Lesetipps stets dieselben Literaturklassiker genannt werden sollten, so sollten wir nicht immer die Biografien einiger Ausgewählter endlos wiederholen. Wenigstens ab und an sollte auch einmal einer

der im Schatten stehenden Wissenschaftler ins Rampenlicht gerückt werden.

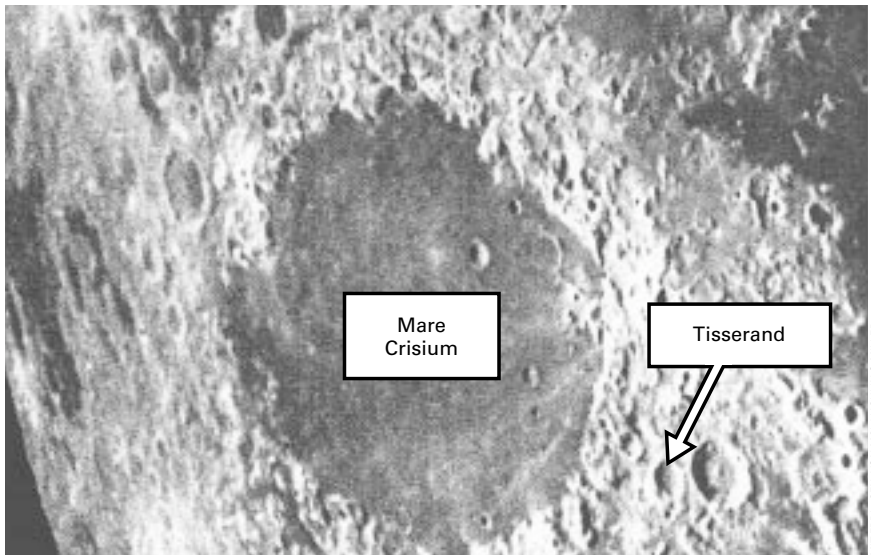
Wir wollen unseren Scheinwerfer auf François Félix Tisserand (1845–1896) richten, einen der hervorragendsten Astronomen des 19. Jahrhunderts. Ihm wurden zu Lebzeiten viele Ehrungen zuteil, und er ist gewiss nicht zu den Opfern des Matthäus-Effekts zu rechnen. Gleichwohl steht er aus heutiger Perspektive völlig im Schatten seines großen Landsmanns Pierre-Simon Laplace (1749–1827). Nicht ganz unschuldig daran ist freilich die ihm eigene Bescheidenheit. Zudem ist Tisserand ein Opfer historischer Umstände: Er wirkte in einer Zeit, in der sich die Astronomie mehr und mehr in eine physikalische Disziplin, die Astrophysik, wandelte und die Ära der klassischen Himmelsmechanik zu Ende ging. Es überrascht darum nicht, wenn dieser vorzügliche Astronom heute kaum bekannt ist.

Sowohl Laplace als auch Tisserand veröffentlichten unter dem Titel »Traité

▲ Der Astronom François Félix Tisserand (1845–1896) war einer der letzten Vertreter der klassischen Himmelsmechanik. Als Direktor der Pariser Sternwarte beeinflusste er die astronomische Forschung in ganz Frankreich.

de mécanique céleste« eine mehrbändige Abhandlung über Himmelsmechanik, in der sie den Stand der Forschung am Anfang beziehungsweise am Ende des 19. Jahrhunderts darlegten. Tisserand hatte seine Abhandlung bewusst genauso betitelt wie das Werk seines Vorgängers. »Die Himmelsmechanik wartete auf einen neuen Laplace«, wie der Mathematiker Henri Poincaré (1854–1912) es ausdrückte. »Tisserand glaubte sicherlich nicht, dass er seinem Vorbild gleichkam; und doch war seine Zurückhaltung vielleicht unangebracht.«

Der »Traité de mécanique céleste« ist zweifellos Tisserands Meisterwerk, doch ▶



Der »Atlas photographique de la lune« galt bis Mitte des 20. Jahrhunderts als der beste fotografische Mondatlas. Das Werk entstand an der Sternwarte Paris und wurde begonnen, als Tisserand die Leitung des Observatoriums übernahm. Diese Fotoplatte, aufgenommen am 25. Februar 1909, zeigt unter anderem den später »Tisserand« benannten Krater.

keit – sie ermöglichte nicht nur, Folgerungen aus der Gravitationstheorie zu überprüfen, sondern sie hatte auch Konsequenzen für zivile, militärische und religiöse Belange. Band 3 von Tisserands »Traité« ist zur Gänze dieser Mondtheorie gewidmet. Der Astronom präsentiert darin nicht nur eigene Theorien, sondern fasst auch die wichtigsten Beiträge anderer Forscher zusammen. Tisserand beschreibt die Stärken und Schwächen des damals aktuellen Forschungsstands und skizziert die Richtungen der zukünftigen Forschung.

**Ist das Sonnensystem stabil?**

Tisserand untersuchte auch die Stabilität unseres Sonnensystems. Die Frage, ob eine gegebene Anordnung von Himmelskörpern stabil ist – also als mehr oder weniger kompakte Gruppe gravitativ gebunden bleibt –, ist von großem Interesse für die Astronomen. Offene Sternhaufen wie die Plejaden beispielsweise lösen sich nach wenigen hundert Millionen Jahren auf; ihre Mitglieder vermischen sich danach mit den anderen Sternen der Galaxis. Im Gegensatz dazu zählen Kugelsternhaufen wie M13 im Sternbild Herkules zu den ältesten Objekten des Milchstraßensystems und überdauern viele Milliarden Jahre.

Die Antwort auf die Frage nach der Stabilität des Sonnensystems ist ein entschiedenes »Vielleicht«. Gewiss könnte ein nahe vorbeiziehender Stern das Sonnensystem destabilisieren. Betrachtet man Sonne und Planeten jedoch als abgeschlossenes System, so gibt es sowohl eine theoretische als auch eine numerische Möglichkeit, die Stabilität zu untersuchen. Der numerischen Herangehensweise sind allerdings (noch) Grenzen gesteckt, da selbst die heutigen Computer nicht in der Lage sind, die Bewegungen im Sonnensystem über einen ausreichend langen Zeitraum – mehrere Milli-

▷ übte er in mehreren Bereichen großen Einfluss aus. Sein Geschick in der öffentlichen Verwaltung übertraf sicherlich jenes von Laplace – den Napoléon Bonaparte nach nur sechs Wochen wieder aus dem Amt des Innenministers entließ. Tisserands Zeitgenossen hoben seine fachliche Kompetenz und Beharrlichkeit, seinen Sinn für Humor, sein gutes Urteilsvermögen und seine Führungsqualitäten hervor.

Im Jahr 1873 wurde Tisserand zum Direktor der Sternwarte in Toulouse ernannt. Seine wichtigste Position jedoch war die des Direktors des Pariser Observatoriums, die er 1892 nach dem Tod von Admiral Ernest Mouchez einnahm. Es heißt, Tisserand habe in dieser Rolle die gesamte französische Astronomie di-

rigiert. Hervorzuheben ist seine Leitung des Projekts »Carte du ciel«, einer noch von Mouchez initiierten fotografischen Durchmusterung des gesamten Himmels (Bild rechts). Weniger bekannt, aber gleichwohl bis in die ersten Jahre des Raumfahrtzeitalters hinein von Bedeutung, ist ein prachtvoller fotografischer Atlas des Mondes. Tisserand gelang es als Direktor, die Finanzierung dieses von Maurice Loewy und Pierre Henri Pui-seux mit einem 60-Zentimeter-Teleskop aufgenommenen »Atlas photographique de la lune« zu sichern. Viele halten diesen Mondatlas für den besten, der vor den 1960er Jahren erschienen ist.

Mit seinem analytischen Talent konzentrierte sich Tisserand auf eine Reihe von wichtigen Fragen, mit denen sich die Astronomie während des Großteils ihrer Geschichte konfrontiert sah. Eines dieser Probleme betraf die Mondtheorie, die akkurate Beschreibung der Mondbewegung. Generationen von Astronomen hatten ihre Fertigkeiten an einer solchen Theorie erprobt, um bis dahin rätselhafte Aspekte der Bewegung des Erdtrabanten am Himmel zu erklären. Die Mondbewegung war damals von großer Wichtig-

Der »Traité de mécanique céleste«, Tisserands größter wissenschaftlicher Beitrag, gibt einen Überblick über das gesamte Feld der Himmelsmechanik. Das vierbändige Werk ersetzte eine ähnliche Abhandlung, die Laplace hundert Jahre früher geschrieben hatte. Band 3 des »Traité« behandelt die Theorie der Mondbewegung.



arden Jahre – zu verfolgen. Der theoretische Ansatz folgt zwei Wegen: Einerseits sucht man Modelle, deren Stabilität sich beweisen lässt, andererseits versucht man alle möglichen Quellen der Instabilität Stück für Stück zu eliminieren. Tisserand folgte dem zweiten Weg.

Er untersuchte den Einfluss bestimmter Planetenbewegungen, um zu prüfen, ob periodisch gravitative Störungen auftreten, die das Sonnensystem zerreißern könnten. Diese Prozesse erwiesen sich aber als nicht stark genug, um eine solche Katastrophe herbeizuführen.

### Vermittler der Wissenschaft

Tisserands dritte analytische Domäne war das Dreikörperproblem. Darunter verstehen die Astronomen die Aufgabe, die Bewegungsabläufe von drei Himmelskörpern unter ihrer gegenseitigen Gravitationsanziehung zu bestimmen – zum Beispiel im System Sonne-Erde-Mond. Im Gegensatz zum Zweikörperproblem, das vollständig in Form von Kegelschnittbahnen lösbar ist, lassen sich die Bahnen beim Dreikörperproblem – bis auf einige spezielle Ausnahmen – nicht geschlossen beschreiben. Tisserand gelang es, fortschrittliche analytische Methoden auf dieses schwierige Problem anzuwenden und so das Forschungsfeld voranzubringen.

Neben diesen Fragen der Himmelsmechanik beschäftigte sich Tisserand mit der Theorie natürlicher Satelliten, der Abplattung Neptuns durch seine Eigendrehung (bevor dieses Phänomen überhaupt beobachtet wurde) und mehreren Dutzend anderen Problemen. 1878 wurde er Mitglied der Académie des Sciences, im darauf folgenden Jahr wählte man ihn in das Bureau des Longitudes, dem er viele Jahre als Schriftführer diente.

▶ Während seiner Tätigkeit an der Sternwarte Paris leitete Tisserand das Projekt »Carte du ciel«, ein ehrgeiziges Vorhaben zur fotografischen Kartierung des gesamten Himmels. Die Karten enthalten rund zehn Millionen Sterne bis zur 14. Größenklasse. Noch heute ist der Atlas nützlich zur Bestimmung der Eigenbewegung von Sternen, wobei die Astronomen die damaligen Sternpositionen mit denen von heute vergleichen. Die abgebildete Karte zeigt einen Teil des offenen Sternhaufens der Plejaden.

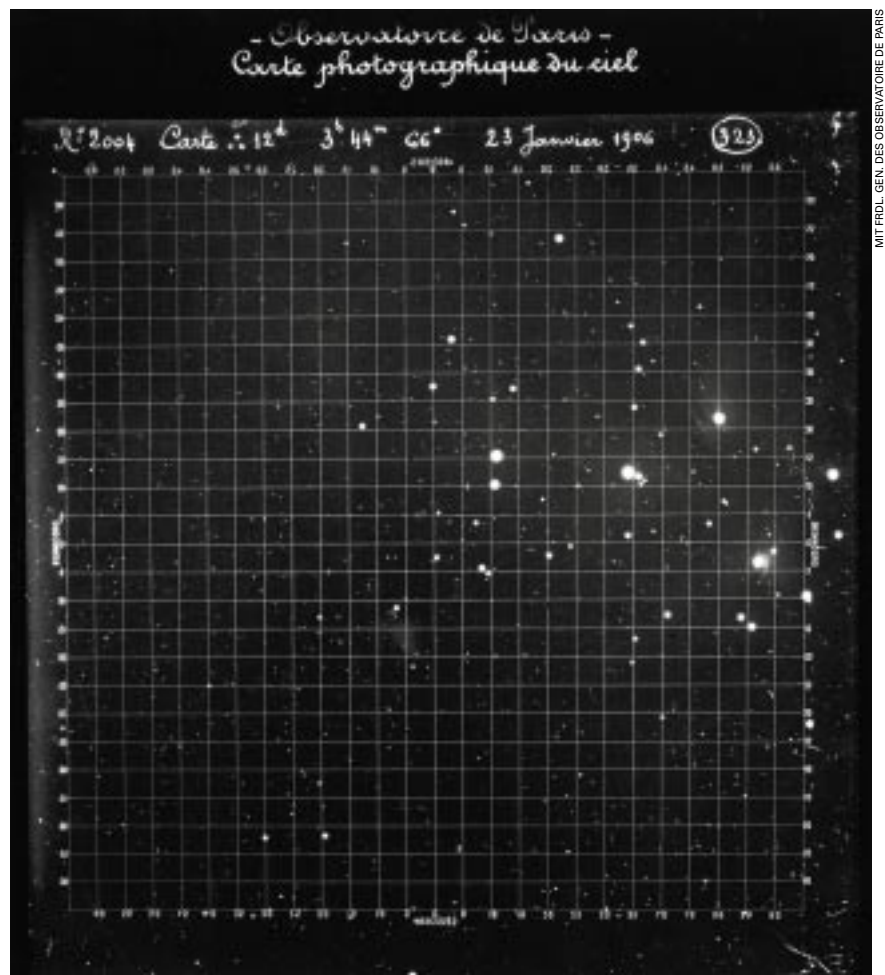
Zu Tisserands Berufsverständnis gehörte auch die Vermittlung der Himmelsmechanik, und er widmete sich auf verschiedenen Ebenen der Lehre. All jene, die dieses Fach studierten, schätzten an seinem »Traité« die klare Art der Darstellung, die Genauigkeit des Ausdrucks und den logischen Aufbau. Sein Vorgänger Laplace war in diesen Dingen weniger geschickt. So beklagt der schottisch-amerikanische Mathematiker Eric T. Bell (1883–1960) in seinem Buch »Men of Mathematics« die fehlende Klarheit in Laplace' »Traité«: »Laplace war an Ergebnissen interessiert, nicht daran, wie er diese erhielt. Er vermeidet es, ein verwickeltes mathematisches Argument in eine kurze, verständliche Form zu bringen, und lässt häufig alles bis auf die Schlussfolgerung weg ...«

Wie sehr diese Bewertung zutrifft, zeigt sich auch in den englischen und deutschen Übersetzungen von Laplace' »Traité«. Etwa die Hälfte der englischen Ausgabe besteht aus erläuternden Anmerkungen, die der Übersetzer Nathaniel Bowditch zum besseren Verständnis beigefügt hat; in der deutschen Übersetzung von J. C. Burckhardt nehmen dessen Erläuterungen zu den »Gedanken des Herrn Verfassers« immerhin ein Viertel des Textes ein.

Tisserand verstand es auch, sein Fachgebiet populär darzustellen. Laien und Fachkollegen bewunderten seine Vorträge gleichermaßen, weil sie so einfach zu verstehen waren – egal, ob es um fachliche Inhalte oder um Aspekte der Astronomiegeschichte ging. Am Anfang seiner Laufbahn lehrte Tisserand Analytische Mechanik und Himmelsmechanik an der Pariser Fakultät der Wissenschaften. 1884 gründete er das »Bulletin Astronomique«, für das er sowohl als Redakteur als auch als Autor tätig war.

Was erinnert heute noch an Félix Tisserand? Von seinem Ansehen zeugen ein Mondkrater, der seinen Namen trägt, sowie der zwischen Mars und Jupiter kreisende Asteroid »3663 Tisserand«. Außerdem gibt es in Paris eine »rue Tisserand«. In Tisserands Geburtsort Nuits-Saint-Georges (Burgund) wurde ebenfalls eine Straße nach ihm benannt, vor dem Rathaus steht eine Büste des Astronomen, und eine Schule, die der Forscher als Kind besuchte, heißt heute »Collège Félix Tisserand«.

Sein Name ist all jenen geläufig, die Asteroiden und Kometen erforschen: In Fragen ihrer Bahndynamik kommt »Tisserands Invariante« – auch »Tisserand-Kriterium« genannt – zur Anwendung. Dabei handelt es sich um einen einfa-



▷ chen algebraischen Ausdruck, herausdestilliert aus der komplexeren Formulierung des so genannten Jacobi-Integrals, das in einer vereinfachten Version des Dreikörperproblems die Rolle der Energie spielt. Mit dem Kriterium lässt sich prüfen, ob die Bahnen von zwei Kometen, die nacheinander in der Nähe des Jupiters beobachtet wurden, tatsächlich zu zwei Kometen gehören oder aber auf ein und denselben Himmelskörper zurückzuführen sind.

Der Riesenplanet verändert zwar die Bahnelemente von Kometen, die nahe an ihm vorüberziehen, doch Tisserands Invariante bleibt davon unbeeinflusst. Wenn also der numerische Wert dieser Größe bei zwei Bahnsegmenten vor und nach der Begegnung mit Jupiter in etwa übereinstimmt, dann gehören diese Bahnsegmente wahrscheinlich zur Umlaufbahn eines einzigen Kometen.

**Tisserands Vermächtnis**

Trotz der Nützlichkeit dieser Größe glauben wir, dass der »Traité« Tisserands eigentliches Vermächtnis darstellt. Dieses Werk ist wundervoll aufgebaut und so breit angelegt, dass sich seine Lektüre auch heute noch lohnt, obwohl die moderne Forschung inzwischen anderen Fragen bezüglich der Dynamik von Himmelskörpern nachgeht.

Wie groß die Bedeutung des »Traité« ist, zeigt sich beispielsweise in der Würdigung, die ihr in dem modernen Standardwerk »The general history of astronomy« widerfährt, das René Taton vom Centre Alexandre Koyré in Paris und

Curtis Wilson vom St. John's College in Annapolis (Maryland) im Auftrag der Internationalen Astronomischen Union herausgegeben haben: Das Register verweist elfmal auf das Stichwort »Tisserand«, siebenmal auf »Traité de mécanique céleste« und einmal auf »Tisserand-Kriterium«. Und der US-Astronom Forest Ray Moulton (1872–1952) schrieb im letzten Absatz seiner »Einführung in die Himmelsmechanik« folgende anerkennenden Worte über den »Traité«: »Betreffend die Himmelsmechanik als Ganzes gibt es kein besseres Werk als das von Tisserand, das sich im Besitz eines jeden befinden sollte, der sich speziell mit diesem Thema befasst.«

Doch trotz seiner Leistungen und der Anerkennung, die er dafür fand, steht Tisserand ohne Zweifel im Schatten von Laplace. Die wissenschaftliche Biografie jenes Gelehrten weist eine Breite und Tiefe auf, wie man sie sonst nur noch bei Isaac Newton findet. Neben seinen Arbeiten zur Himmelsmechanik betätigte sich Laplace als Pionier der Wahrscheinlichkeitstheorie, er erforschte Differenzialgleichungen, befasste sich mit den Grundlagen der Optik, der Akustik und den Kräften zwischen Molekülen, und er beteiligte sich an der Formulierung des metrischen Einheitensystems. Darüber hinaus kann man ihn mit Fug und Recht als einen der Begründer der mathematischen Physik bezeichnen.

In einer Biografie über Alfred Russel Wallace nennt der Autor Michael Shermer als Grund, warum der Biologe weit weniger bekannt ist als Darwin: »Der

Mann war zu bescheiden, ein Charakterzug, der zu seiner eigenen Unbekanntheit beitrug.« Für Tisserand verhält es sich ähnlich. Der Astronom Jacques Lévy schreibt im »Dictionary of Scientific Biography« über Tisserands »Traité«:

»Tisserand ... präsentiert die Arbeit jedes Autors, vereinfacht ihre Darstellung und integriert die Früchte seiner eigenen Forschungen, ohne immer klar herauszustellen, welches sein eigener Anteil an dieser Präsentation ist. Dreißig Veröffentlichungen werden in dem Traité auf diese Weise abgehandelt. Da die Autoren neuerer Bücher über Himmelsmechanik ihre Informationen häufig eher aus dieser Abhandlung als aus den Originalarbeiten haben, werden Tisserands Beiträge nun zwar verbreitet, ohne dass er jedoch als Urheber genannt wird. Bescheiden wie er war, hätte Tisserand diesen Sachverhalt vermutlich sogar gutgeheißen.«

Über den Stil von Laplace schreibt Lévy: »Laplace ließ die Arbeit seiner Vorgänger in seinen Text einfließen, deshalb wird er oft als Urheber von Ergebnissen zitiert, die gar nicht die seinen sind.« Das ist der Matthäus-Effekt par excellence!

Neben der Reputation von Laplace und seiner eigenen Bescheidenheit führten die Umstände der damaligen Zeit dazu, dass Tisserand in eine Außenseiterposition gedrängt wurde: Er war der führende Kopf einer Disziplin, die zwar wichtig war, von neueren Entwicklungen aber überholt wurde. Die Astronomie des 19. Jahrhunderts war dabei, sich neu aus-

**Das Tisserand-Kriterium**

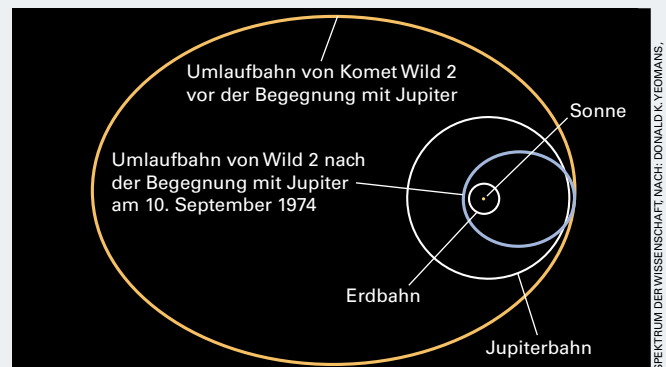
**Zieht ein Komet oder Planetoid** dicht an einem Planeten vorbei, kann sich die Umlaufbahn des kleinen Himmelskörpers erheblich ändern. Wäre beispielsweise der Vorübergang des Kometen Wild 2 am Jupiter im September 1974 nicht beobachtet worden, so hätte man die ursprüngliche und die veränderte Bahn leicht zwei verschiedenen Kometen zugeordnet und nicht erkannt, dass es sich um ein und dasselbe Objekt handelt (Grafik).

Tisserand definierte eine Größe, die von den Bahnelementen eines Kometen abhängt, ihren Wert bei solchen Vorübergängen aber kaum ändert. Mit diesem Tisserand-Parameter lassen sich die Bahnelemente eines Kometen vor und nach einem nahen Vorübergang an einem Planeten in Beziehung setzen. Auf diese Weise können die Astronomen die Identität eines Himmelskörpers zu verschiedenen Zeiten überprüfen. Für eine Ablenkung am Planeten Jupiter berechnet sich der Tisserand-Parameter zu:

$$T_j = \frac{a_j}{a} + 2 \sqrt{1 - e^2} \frac{a}{a_j} \cdot \cos i.$$

Hierbei sind  $a$ ,  $e$  und  $i$  die große Halbachse, die Exzentrizität und die Bahnneigung der Kometenbahn (die Bahnneigung ist hierbei nicht zur Ekliptik, sondern zur Jupiterbahn gemessen),  $a_j$  ist die große Halbachse der Jupiterbahn.

Uwe Reichert



SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT NACH DONALD K. YEOMANS, DAVID A. SEAR & RONALD C. BAALKE, JPL

zurichten, um von den jüngsten Entdeckungen in der Physik zu profitieren. Noch zu Beginn jenes Säkulums hatte die Himmelsmechanik – speziell durch das Wirken von Laplace – zu einer Flut neuer Erkenntnisse über die Bewegung der Planeten und ihrer Trabanten geführt.

Die Himmelsmechanik befand sich damals noch an vorderster Front der Forschung. Doch im Verlauf des 19. Jahrhunderts formulierten die Physiker das Prinzip der Energieerhaltung, die Thermodynamik erblühte, die Spektroskopie entwickelte sich zu einem wirkungsvollen Handwerkszeug, und James Clerk Maxwell begründete die Theorie des Elektromagnetismus. War bislang lediglich die Gravitation für die Astronomen von Interesse gewesen, so gewannen nun zusehends die anderen Bereiche der Physik in der Astronomie an Bedeutung. Die Astronomen reagierten darauf unter anderem mit der Gründung des Fachblatts »Astrophysical Journal«, das ab 1895 das bereits 1849 gegründete »Astronomical Journal« ergänzte.

### Renaissance der Himmelsmechanik

Auch die Himmelsmechanik selbst änderte ihren Charakter. In den Jahren 1892 bis 1899 erschienen »Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste« von Henri Poincaré und veränderte – getreu seinem Titel – die Disziplin. Das Werk führte zu einer Verzweigung im Entwicklungsweg der Himmelsmechanik, indem es die Grundlagen der Topologie (die von Poincaré mitbegründet wurde) und die Maßtheorie miteinbezog.

Mathematiker hatten die Maßtheorie entwickelt, um Strukturen zu behandeln, die sich mit den Methoden von Newton und Leibniz als unlösbar erwiesen hatten. Neben der klassischen Himmelsmechanik von Newton, Laplace und Tisserand entstand also eine neue Strömung, die im 20. Jahrhundert zu voller Blüte gelangte. Ihren Höhepunkt erreichte sie in den 1950er Jahren mit den Entdeckungen des russischen Mathematikers Andrej N. Kolmogorow (1903–1987). Nach Kolmogorow führte der Poincarésche Weg zum Verständnis chaotischer Bewegungen und zu neuen Einsichten darüber, warum bestimmte Anstrengungen der klassischen Himmelsmechanik zum Scheitern verurteilt gewesen waren.

Die Ideen Poincarés ließen im 20. Jahrhundert eine Allianz zwischen der neuen Himmelsmechanik und der mo-



deren mathematischen Forschung entstehen – so wie sich im Jahrhundert davor Himmelsmechanik und Physik verbündet hatten. Doch die klassische Himmelsmechanik endete keineswegs mit Tisserand. Auch im 20. Jahrhundert gab es noch interessante Untersuchungen über die Bewegungen im Sonnensystem und in stellaren Systemen – allerdings abseits der Brennpunkte der astronomischen Forschung, die nun eher in den Bereichen Sternentwicklung und Kosmologie lagen.

Nach dem Start der ersten künstlichen Satelliten Ende der 1950er Jahre spaltete sich die klassische Himmelsmechanik erneut auf und ging eine Partnerschaft mit der Raumfahrt ein. Die Himmelsmechanik spielt nämlich eine entscheidende Rolle für die Planung von Weltraummissionen und für die Navigation von Raumfahrzeugen. Ein Beispiel sind die *gravity-assist*-Manöver, mit denen Raumsonden im Schwerfeld eines Planeten Schwung für ihre weitere Reise holen. Als die ersten Satelliten um die Erde kreisten, stellte sich aber heraus, dass viele Wissenschaftler und Studenten nur kümmerliche Kenntnisse über klassische Himmelsmechanik hatten – und man beeilte sich, dieses Defizit durch Änderungen der Lehrpläne zu beheben. Zu den Maßnahmen gehörte auch ein Nachdruck von Tisserands »Traité«, solange es keine neueren Lehrbücher gab.

Obwohl man sagen könnte, dass Poincaré einen zweiten Schatten über Tisserand warf, ziehen wir es vor, den großen Mathematiker als Auslöser für die Wandlung der Himmelsmechanik anzusehen. Obwohl er zu den Riesen zählt, ist er doch in den populären Darstellungen der Wissenschaftsgeschichte, zumindest im englisch- und deutschsprachigen Raum, unterrepräsentiert: Er wirft keinen Schatten. Doch das ist eine

andere Geschichte. Der Wandel der wissenschaftlichen Prioritäten ließ Tisserand scheinbar gestrandet in einer Sackgasse der Forschung zurück. Wir halten es jedoch für angemessener, Tisserand als Schlusspunkt einer großen Tradition zu würdigen.

Es kommt nicht darauf an, Tisserand mit seinem Vorgänger Laplace zu vergleichen. Entscheidend ist, bei all seinen herausragenden Leistungen, sein »Traité«: Diese Abhandlung macht ihn zu einem der Riesen. Das brachte auch Poincaré zum Ausdruck, als er an Tisserands Begräbnis folgende Worte sprach: »Wenn wir seinen Namen lesen, erscheint es uns, als sei er noch unter uns. Und ich sage: Er wird es immer sein, denn die Erinnerung an den Mann, den treuen Freund, wird nicht sterben, bevor der Letzte, der ihn kannte, verschwunden ist. Die Erinnerung an den Wissenschaftler wird ewig leben.« ◀



**William I. McLaughlin** war bis zu seiner Pensionierung 1999 am Jet Propulsion Laboratory (JPL) in Pasadena (Kalifornien) tätig. Dort leitete er die Missionsplanung für den Infrarotsatelliten Iras und war an der Voyager-Mission beteiligt.



**Sylvia L. Miller** ist seit 1968 am JPL; seit 1995 wirkt sie an der Planung von künftigen Marsmissionen mit. Gegenwärtig ist sie Programm-Managerin des Projekts »Mars Advanced SubSurface Access«.

© American Scientist Magazine  
([www.americanscientist.org](http://www.americanscientist.org))

Traité de mécanique céleste. Von François Félix Tisserand. Editions Jacques Gabay (Nachdruck 1990)

Himmelsmechanik. Von Manfred Schneider (4 Bände). Spektrum Akademischer Verlag, 1995

Weblinks zu diesem Thema finden Sie bei [www.spektrum.de](http://www.spektrum.de) unter »Inhaltsverzeichnis«.