

# 300 Jahre St. Petersburg : Leonhard Euler und die alte Sternwarte von St. Petersburg

Autor(en): **Verdun, Andreas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **61 (2003)**

Heft 319

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898448>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



## 300 Jahre St. Petersburg

# Leonhard Euler und die alte Sternwarte von St. Petersburg

ANDREAS VERDUN

Dieses Jahr feierte die russische Metropole St. Petersburg ihr dreihundert-jähriges Bestehen seit ihrer Gründung im Jahre 1703 durch Zar PETER DEM GROSSEN. Zu den Baumeistern der Stadt gehörten zahlreiche tessiner Architekten. Viele Schweizer Gelehrte, darunter JAKOB HERMANN, DANIEL BERNOULLI und LEONHARD EULER, führten die Petersburger Akademie zu weltweitem Ruhm und wissenschaftlicher Bedeutung. Zum Anlass dieses Jubiläums und zur Anerkennung der Leistungen dieser Schweizer Gelehrten wurde im Juli ein internationales wissenschafts-historisches Symposium in der Akademie der Wissenschaften von St. Petersburg durchgeführt. Der Kanton Basel-Stadt sandte eine offizielle Delegation, welche diese Konferenz organisierte und durchführte. Die Reise führte die Delegation zu den einst bedeutenden astronomischen Observatorien von St. Petersburg, insbesondere zu den Lebens- und Wirkungsstätten von LEONHARD EULER und FRIEDRICH GEORG WILHELM STRUVE. In vorliegendem ersten «Reisebericht» wird das Observatorium der Akademie der Wissenschaften von St. Petersburg vorgestellt sowie EULERS Tätigkeit an derselben geschildert. Der in einer späteren Orion-Nummer folgende Bericht wird von STRUVE und der russischen Haupt-Sternwarte Pulkovo handeln.

### Schweizer Mathematiker und Astronomen im «Venedig des Nordens»

St. Petersburg, das «Venedig des Nordens», wurde am 16./27. Mai 1703 mit der Grundsteinlegung der Festung Peter und Paul an der sumpfigen Mündung der Newa von Zar PETER I. (1672 – 1725) gegründet (cf. [2], [10], [14], [15]). Unter Mithilfe vieler ausländischer Architekten, Ingenieure und Techniker, darunter viele aus der Schweiz, liess PETER DER GROSSE die Stadt in einem Kraftakt sondergleichen nach streng geometrischem Muster erbauen (Fig. 1). Er war bestrebt, seine Stadt sogleich zu einer der bedeutendsten politischen und kulturellen Metropolen Europas gedeihen zu lassen. Dazu gehörte die Gründung einer Akademie nach den Plänen von GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ (1646 – 1716) und nach den etablierten Vorbild-Akademien von Paris und London. Am 2. Februar 1724 signierte Zar PETER I. einen Erlass zur Gründung einer Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg, die nach seinem Tod von seiner Wittve KATHARINA I. (1684 – 1727) vollzogen wurde. Der Zar beabsichtigte mit der Bildung eines wissenschaftlichen Zentrums in Russland allseitige Verbindungen mit Westeuropa. Dazu wurden die hervorragendsten Gelehrten Europas zur Mitarbeit an der neuen Akade-

mie eingeladen. Viele Schweizer, vor allem Basler Mathematiker und Astronomen, folgten diesem Ruf ins «Paradies der Gelehrten» (cf. [12], [16]). Unter den ersten figurierten JAKOB HERMANN (1678 – 1733), DANIEL BERNOULLI (1700 – 1782), NIKLAUS II BERNOULLI (1695 – 1726) und LEONHARD EULER (1707 – 1783), später folgten NIKOLAUS FUSS (1755 – 1826) sowie JAKOB II BERNOULLI (1759 – 1789). Im 19. Jahrhundert folgten unter anderen JOHANN KASPAR HORNER (1774 – 1834), KASPAR GOTTFRIED SCHWEIZER (1816 – 1873) sowie HEINRICH WILD (1833 – 1902), der bis 1868 die alte Sternwarte in Bern leitete [21].



Fig. 2: LEONHARD EULER. Pastellbild von Emanuel Handmann, 1753. (Bild: Öffentliche Kunstsammlung Basel, aus [3])

An der Petersburger Akademie der Wissenschaften hatte sich seit Beginn ihres Bestehens eine eigenständige astronomische Schule entwickelt. Als ihr Begründer gilt der von Zar PETER I. persönlich nach Petersburg berufene französische Astronom JOSEPH-NICOLAS DELISLE (1688 – 1768). Zu dieser Schule gehörten unter anderen DANIEL BERNOULLI, dessen Beiträge zur Astronomie in [18] bereits vorgestellt wurden, sowie der Mathematiker, Physiker und Astronom LEONHARD EULER (Fig. 2). EULERS Leistungen in den exakten Wissenschaften vollumfänglich darzustellen und würdigen zu wollen, würde den Rahmen dieses



Fig. 1: «Plan der Kayserl. Residentz Stadt St. Petersburg, wie solcher A. 1744 gezeichnet worden». (Altkolorierter Kupferstich von Seutter, Augsburg).



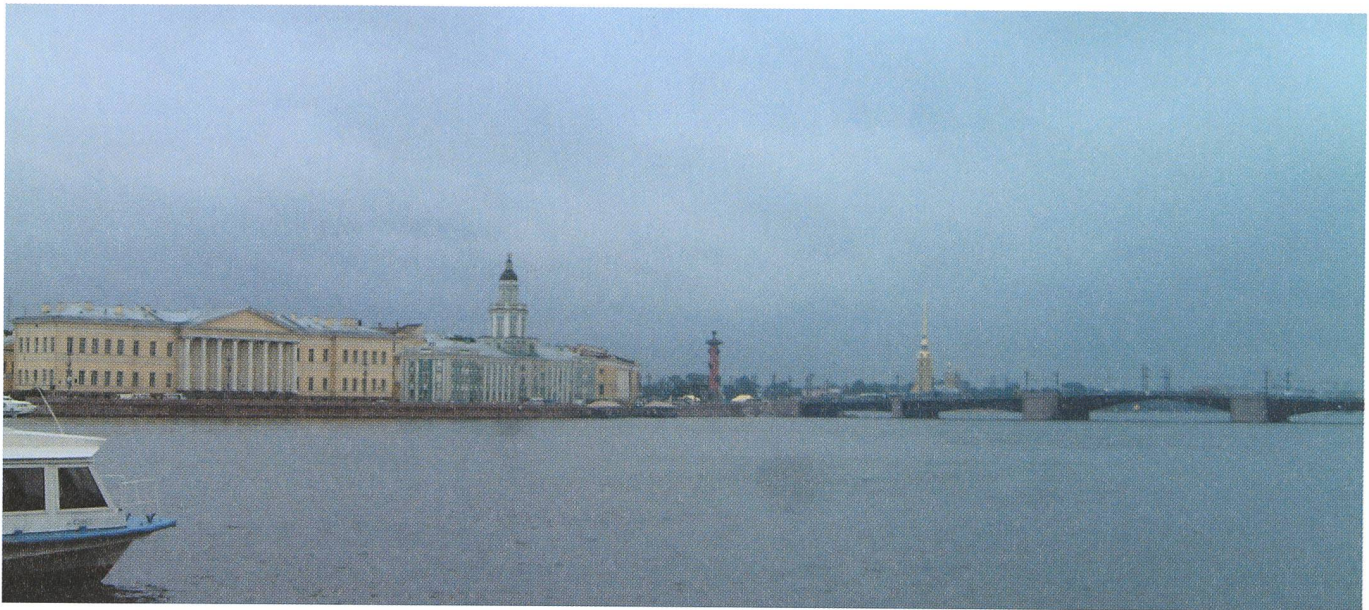


Fig. 3: Panorama des alten Stadtteils von St. Petersburg. Von links nach rechts: Akademie, Kunstkammer mit Observatorium, Strelka, Festung Peter und Paul, Brücke zur Wassilij-Insel. (Bild: A. VERDUN).

Berichtes sprengen. Wir beschränken uns hier auf seine (vermutlich weniger bekannte) Tätigkeit als theoretischer und beobachtender Astronom und verweisen des weitem auf die Artikel [22] und [24], in denen EULERS Leben und Werk summarisch dargestellt werden.

### EULERS Wirken am Petersburger Observatorium

EULER wurde am 15. April 1707 in Basel geboren und verbrachte seine Kindheit und Jugend im nahegelegenen Riehen, wo sein Vater seit 1708 eine Pfarrstelle hatte. Von ihm erhielt er auch seinen ersten Unterricht. Vermutlich im achten Lebensjahr wurde er in die Lateinschule in Basel geschickt. Dreizehnjährig immatrikulierte er sich an der Philosophischen Fakultät der Universität Basel und erlangte nach zwei Jahren die prima laurea. In dieser Zeit hörte er Grundvorlesungen bei JOHANN BERNOULLI (1667 – 1748). Im Herbst 1723 legte er

das Magisterexamen ab. Anschliessend immatrikulierte er sich an der Theologischen Fakultät. Sein Hauptinteresse galt aber den höheren Vorlesungen von J. BERNOULLI, die er auch in dessen Privatissima geniessen durfte und die seine weitere Entwicklung entscheidend förderten. EULER bewarb sich im Frühjahr 1727 vergeblich um die freigewordene Physikprofessur in Basel. Am 5. April



Fig. 4: Das alte Observatorium in der Mitte der Kunstkammer. (Bild: A. VERDUN)

Fig. 5: Die Akademie der Wissenschaften (links) und die Kunstkammer mit dem Observatorium. (Bild: A. VERDUN)



1727 verliess er seine Heimatstadt und folgte einem durch seinen Freund DANIEL BERNOULLI vermittelten Ruf an die kurz zuvor gegründete Petersburger Akademie (Figs. 3, 4, 5, 6). Zuerst mit Vorlesungen über Mathematik, Physik und Logik betraut, konnte EULER 1731 die freigewordene Physikprofessur übernehmen. Gleichzeitig wurde er zum Ordentlichen Mitglied der Akademie gewählt. 1733 heiratete er KATHARINA GSELL (1707 – 1773), die ihm dreizehn Kinder schenkte. Zu Beginn des Jahres 1735 erlitt EULER eine lebensgefährliche Erkrankung, in deren Folge er im Spätsommer 1738 sein rechtes Auge verlor. Die Zuspitzung der innenpolitischen Situation in Russland sowie andere Gründe bewogen ihn, Petersburg am 19. Juni 1741 zu verlassen und einem Ruf FRIEDRICHS II. (1712 – 1786) an die Berliner Akademie zu folgen. Dort wurde er Mitglied und Direktor der Mathematischen Klasse; 1747 wählte ihn auch die Londoner Royal Society und 1755 die Pariser Akademie zu ihrem auswärtigen Mitglied. Obwohl er seit 1753 praktisch die Akademiegeschäfte geführt hatte, ernannte ihn FRIEDRICH DER GROSSE nicht zum Akademiepräsidenten. Dies und andere, ebenso gewichtige Gründe veranlassten ihn im Februar 1766, wieder an die Petersburger Akademie zurückzukehren, der er wieder zu neuem Glanz verhelfen und als spiritus rector ihren wissenschaftlichen Betrieb lenken sollte [9]. EULERS Leben blieb auch in dieser Zeit nicht von persönlichen Schicksalsschlägen verschont. Komplikationen nach einer Staroperation im Jahre 1771 liessen ihm nur noch einen winzigen Sehrest. Im selben Jahr überlebte er nur knapp



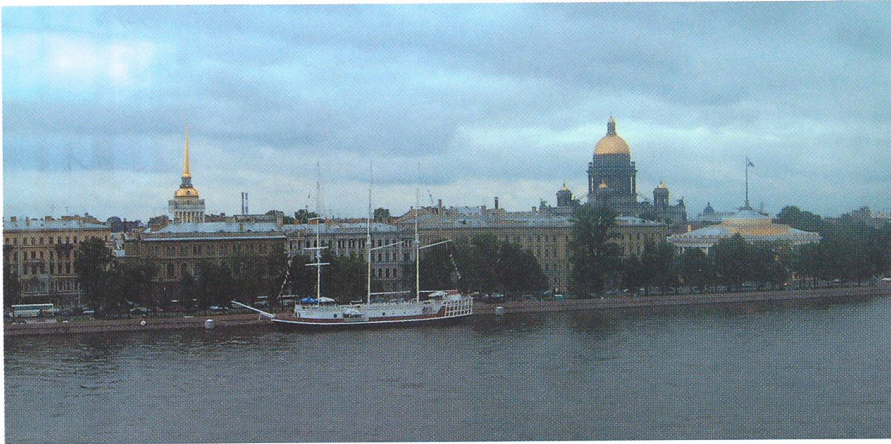


Fig. 6: Blick aus dem Beobachtungs-Turm des alten Observatoriums auf das gegenüberliegende Ufer der Newa mit Admiralität (links) und Isaak-Kathedrale (rechts). (Bild: A. VERDUN)

einen Brand seines Hauses (Figs. 7, 8). 1773 starben EULERS Frau KATHARINA und 1780 bzw. 1781 seine beiden Töchter. Dennoch war EULER in keiner Lebensphase derart produktiv wie in seiner zweiten Petersburger Periode: er gewann (zusammen mit seinen Söhnen) 20

Fig. 7: Das Haus LEONHARD EULERS am Leutnant-Smidt-Kai 15, das er zwischen 1766 und 1783 bewohnte. Das dritte Stockwerk wurde erst im 19. Jahrhundert gebaut. (Bild: A. VERDUN)



internationale Akademiepreise. EULER starb am 18. September 1783 in St. Petersburg (Fig. 9). Weitere Details zu EULERS Leben findet man in einer der besten zur Zeit erhältlichen Biographien von E. A. FELLMANN [5].

LEONHARD EULER (Fig. 10) war einer der produktivsten und kreativsten Naturwissenschaftler aller Zeiten. In den Disziplinen Mathematik, Physik und Astronomie vollbrachte er herausragende Leistungen, wodurch er die exakten Wissenschaften des 18. Jahrhunderts massgebend prägte. Es ist vor allem EULERS Verdienst, die mathematische Beschreibung der Natur vorangetrieben und in jene Form gebracht zu haben, die heute noch als «selbstverständliche» Grundlage vorausgesetzt und verwendet wird. Zahlreiche mathematische Methoden und physikalische Prinzipien gehen direkt auf EULER zurück oder wurden von ihm «formalisiert». Insbesondere schuf er fundamentale Be-

griffe und entdeckte mathematische Sätze sowie physikalische Gesetze von zentraler Bedeutung. Diese Leistungen wurden in [25] zusammengefasst und am Internationalen Symposium an der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg präsentiert (Fig. 11).

EULERS theoretische Arbeiten zur Astronomie betreffen vorwiegend die Himmelsmechanik, die sphärische Astronomie und astronomische Geodäsie sowie die Geo- und Astrophysik («Kosmische Physik»). Den durchschlagendsten Erfolg erzielte er in der mathematischen («mechanischen») Astronomie, der Himmelsmechanik also [26].

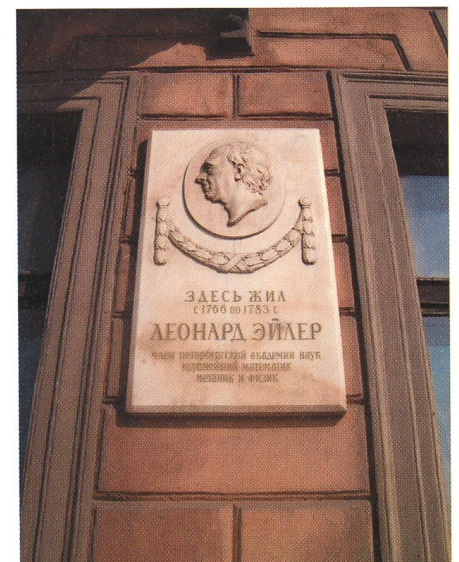
Spätestens seit NEWTONS Entdeckung der universellen Gültigkeit des Gravitationsgesetzes war klar, dass KEPLERS Gesetze nur im Spezialfall gültig sind, in welchem zwei Himmelskörper im sonst leeren Raum miteinander gravitativ in Wechselwirkung stehen (Zwei-Körper-Problem). Sobald drei (oder mehr) Himmelskörper untereinander gravitativ wechselwirken, müssen die gegenseitigen Störungen bei der Bestimmung ihrer Bewegungen berücksichtigt werden (Drei-Körper-Problem). Analytisch geschlossene Lösungen gibt es im allgemeinen Fall nicht, sondern nur Näherungslösungen.

EULER behandelte das Zwei-Körper-Problem von Punktmassen bereits in seiner *Mechanica* von 1736, die ursprünglich als Einführung in die Himmelsmechanik dienen sollte. In einigen weiteren Abhandlungen studierte er die Bewegung einer Partikel um einen Zentralkörper, sog. Zentralkraft- oder KEPLER-Bewegungen, und fand in diesem Zusammenhang die *Polargleichung der Ellipse* mit einem Fokus als Kraftzentrum. Eine wichtige Anwendung war die Bahnbestimmung, d.h. die Bestimmung genäherter Bahnelemente, der EULER mehrere Abhandlungen widmete. Vermutlich angeregt durch das Erscheinen zweier grosser Kometen in den Jahren

1742 und 1744, publizierte er 1744 seine *Theoria motuum planetarum et cometarum*, in der er neue analytische Methoden zur einfachen und schnellen Bestimmung elliptischer Bahnen von Planeten und parabolischer Bahnen von Kometen entwickelte. Für letztere entdeckte er bereits 1743 die *EULERSche Gleichung* (welche die Summe der Radienvektoren, die von ihnen aufgespannte Sehne und die zugehörige Zwischenzeit miteinander in Beziehung bringt), deren Wichtigkeit für die Bahnbestimmung später JOHANN HEINRICH LAMBERT (1728 – 1777) gezeigt hat.

Die analytische Behandlung der gegenseitigen Störungen von mehr als zwei Himmelskörpern, die sog. *Störungstheorie*, gehörte zu den schwierigsten Problemen der angewandten Mathematik im 18. Jahrhundert und stellte die grösste Herausforderung an die bedeutendsten Spezialisten auf diesem Gebiet dar. Neben JEAN LE ROND D'ALEMBERT (1717 – 1783), ALEXIS CLAUDE CLAIRAUT (1713 – 1765), JOSEPH-LOUIS LAGRANGE (1736 – 1813) und PIERRE SIMON DE LAPLACE (1749 – 1828) war es vor allem EULERS Verdienst, die Grundlagen der analytischen Störungstheorie geschaffen und wesentliche Ergebnisse gefunden zu haben. EULER schrieb zahlreiche Abhandlungen zu diesem Problem. Dabei nahm er gewöhnlich die Beschleunigungen oder Störkräfte als gegeben an und bestimmte daraus ihre

Fig. 8: Gedenktafel am Haus von EULER. (Bild: A. VERDUN)





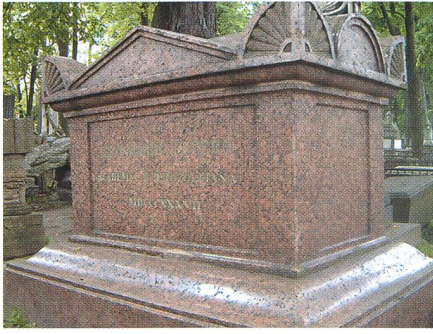


Fig. 9: Granit-Monument von 1837 auf dem Alexander-Nevskij-Friedhof. Die Inschrift lautet: «Leonhardo Eulero, Academia Petropolitana, MDCCCXXXVII». (Bild: A. VERDUN)

Wirkung auf die *Bahnelemente* der gestörten Körper. Er war damit der erste, der die Störungen direkt in den Bahnelementen studierte und somit die Formulierung der für die Himmelsmechanik zentralen *Störungsgleichungen* von LAGRANGE und CARL FRIEDRICH GAUSS (1777 – 1855) vorbereitete. Da im 18. Jahrhundert noch nicht bekannt war, dass das allgemeine Drei-Körper-Problem analytisch nicht geschlossen lösbar ist, misslangen zahlreiche Versuche. EULER fand jedoch Lösungen zu Spezialfällen, die er *ingeschränkte Drei-Körper-Probleme* nannte, deren Formalisierung gewöhnlich CARL GUSTAV JAKOB JACOBI (1804 – 1851) und HENRI POINCARÉ (1854 – 1912) zugeschrieben wird. So gehen z.B. die kollinearen Lösungen, als deren Entdecker fälschlicherweise auch LAGRANGE genannt wird, bereits auf EULER zurück. EULER ging vermutlich als erster an das Problem der *Regularisierung*. Zur allgemeinen Lösung dieses Problems führten KUSTAANHEIMO und STIEFEL im 20. Jahrhundert eine orthogonale Transformation (sog. KS-Transformation) ein, die als Spezialfall der *EULER-Identität* bereits in einem Brief vom 4. Mai 1748 von EULER an seinen Freund CHRISTIAN GOLDBACH (1690 – 1764) auftauchte.

Vor allem EULER, aber auch CLAIRAUT, D'ALEMBERT und später LAGRANGE und LAPLACE wandten die analytischen Methoden der Störungstheorie auf die aktuellsten Probleme an, wovon sie fünf teils vollständig, teils zumindest näherungsweise, lösen konnten: (1) die Theorie der Planetenbewegungen, insbesondere das Problem der Grossen Ungleichung zwischen Jupiter und Saturn, (2) die Bewegung des Baryzentrum Erde-Mond um die Sonne unter Berücksichtigung der Planetenstörungen, (3) die Bewegung des Mondes, und (4) die Bewegung der Erdaxe (Lunisolar-Präzession, Nutation) und die Bestimmung der Erdfigur.

Zur Lösung der zwei letztgenannten Probleme durften Erde und Mond nicht mehr als Massenpunkte (wie die weit entfernten Planeten) betrachtet, sondern mussten als ausgedehnte Körper behandelt werden. Es war wiederum EULER, der zur Lösung dieser Probleme entscheidend beitrug.

Hauptmerkmal von EULERS Beiträgen ist die systematische und fruchtbare Anwendung der Analysis auf die verschiedensten Probleme. Das Streben nach allgemeinen mechanischen Prinzipien für die Behandlung von Problemen der Punkt-, Starrkörper- und Kontinuumsmechanik trat bald nach GALILEO GALILEI (1564 – 1642) und schon vor ISAAC NEWTON (1643 – 1727) in den Vordergrund. Das von NEWTON nur in Worten formulierte zweite Gesetz war für eine analytische Behandlung mechanischer Probleme unzureichend. Es fehlten einerseits präzise Definitionen von Masse, Kraft, Geschwindigkeit, Beschleunigung, etc., andererseits fehlte der ausgereifte LEIBNIZ-BERNOULLISCHE Infinitesimal-Kalkül, der eine mathematisch adäquate Formulierung von Bewegungsgleichungen aller Art erlaubt hätte. Schon in seiner *Mechanica* gelang EULER eine brillante analytische Um- und Neuformulierung der entsprechenden Kapitel in NEWTONS *Principia* zur Bewegung eines Massenpunktes. Er führte die dazu notwendigen Begriffe ein und leitete das damals schon allgemein gebrauchte Bewegungsgesetz her. EULER gelangte 1750 zum fundamentalen Erkenntnis, dass dieses Gesetz für beliebige Massenelemente universell gültig ist und publizierte das heute als Impulssatz bekannte (oft auch als «NEWTONSche

Bewegungsgleichungen» bezeichnete) Prinzip in seiner Abhandlung *Découverte d'un nouveau principe de mécanique* in der heute gebräuchlichen Form. In derselben Arbeit glaubte EULER, ein weiteres Prinzip, nämlich den Drehimpulssatz für die Rotation starrer Körper, hergeleitet zu haben. Diese spezielle Form des Drehimpulssatzes, nämlich die sog. EULERSCHEN Gleichungen der Starrkörper-Rotation bezüglich eines Inertialsystems, fand er dank dem «Prinzip von D'ALEMBERT», dessen weitreichende Bedeutung er klar erkannte und das zum ersten Mal durch EULER korrekt formuliert wurde. Die Bewegungsgleichungen der Starrkörper-Rotation bezüglich eines Hauptträgheitsachsensystems fand EULER im Jahre 1758, nachdem er diese durch die physikalisch relevante Charakterisierung des starren Körpers wesentlich vereinfachen konnte. Er entdeckte jedoch erst 1775 die universelle Gültigkeit des Drehimpulssatzes als unabhängiges neues mechanisches Prinzip [23].

Fig. 10: Büste LEONHARD EULERS im alten Observatorium, nach D. RACHETTE, 1784. (Bild: A. VERDUN)

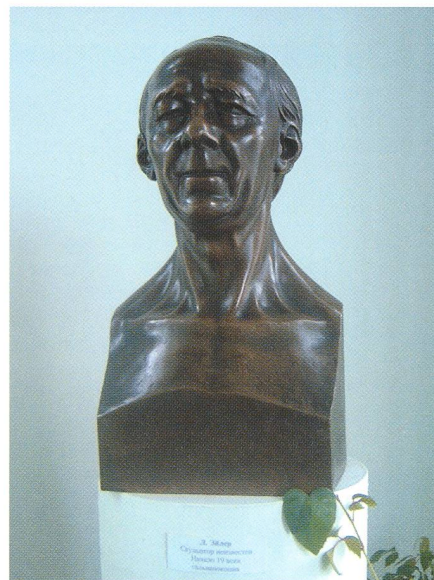


Fig. 11: Offizielle Eröffnung des internationalen wissenschafts-historischen Symposiums an der Petersburger Akademie der Wissenschaften vom 10. Juli 2003. Von rechts nach links: Dolmetscherin, Bundespräsident PASCAL COUCHEPIN, Prof. Dr. HANS-RUEDI STRIEBEL (Alt-Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt und Leiter der Basler Delegation), WALTER FETSCHERIN (Botschafter der Schweiz in Russland). (Bild: A. VERDUN)

EULER fand spezielle Lösungen der Gleichungen der Starrkörper-Rotation insbesondere für den Fall, in dem keine äusseren Kräfte vorhanden sind (sog. *EULERSCHE freie Nutation*). In seiner berühmten *Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum* von 1765 gab EULER die richtige Formel zur Bestimmung der Periode dieser Nutation (sog. *EULERSCHE Periode*), ohne eine Aussage über die Amplitude machen zu können. Der empirische Nachweis dieser als Polschwankung oder Breitenvariation beobachtbaren Bewegung gelang erst im 19. Jahrhundert [19]. Stimuliert durch seine Studien über die Starrkörper-Bewegung



erweiterte EULER 1759 die Theorie des Zwei- und Drei-Körper-Problems auf Starrkörper. Die Resultate erschienen posthum in seiner *Astronomia mechanica*, die als erste *Himmelsmechanik von Starrkörpern* betrachtet werden kann.

Die Theorien der Bewegungen von Sonne und Mond dienten zur Konstruktion von astronomischen Tafeln und Ephemeriden der Positionen der Himmelskörper. Besonderes Interesse galt genauen Mondtafeln, die damals für die Navigation auf hoher See benötigt wurden. Die Navigations-Genauigkeit hing stark von der Genauigkeit der verfügbaren Mond-Ephemeriden ab, und diese wiederum von der Qualität der zu Grunde gelegten Mond-Theorie. Die frühesten publizierten astronomischen Tafeln, die bereits auf störungstheoretischen Berechnungen beruhten, waren EULERS *Novae et correctae tabulae ad loca lunae computanda* sowie seine *Tabulae astronomicae solis & lunae* von 1745 und 1746. Die besten damals verfügbaren Mond-Tabellen von JOHANN TOBIAS MAYER (1723 – 1762) basierten auf EULERS erster Mondtheorie von 1753. Die Ideen (z.B. eines mitrotierenden Koordinatensystems) in EULERS zweiter Mondtheorie von 1772 bildeten den Ausgangspunkt zur Mondtheorie von ERNEST WILLIAM BROWN (1866 – 1938) und GEORGE WILLIAM HILL (1838 – 1914) Ende des 19. Jahrhunderts, mit der die Bewegung des Mondes noch bis weit ins 20. Jahrhundert hinein berechnet wurde.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass EULER die *physikalische Ursache der Gravitation* nicht mit einem Fernwirkungs-, sondern mit einem *Nahwirkungsprinzip* zu erklären suchte. Er

postulierte die Existenz einer allgegenwärtigen und extrem dünnen Materie, die unter permanentem Druck steht und die charakterisiert ist durch eine extrem hohe Elastizität und eine extrem niedrige Dichte. Dieses Medium stellte sich EULER vor als eine Art «hydrodynamischer Äther». Nach EULERS Theorie entsteht Gravitation durch Druckunterschiede (Potentialdifferenzen) in diesem Äther. Mit Hilfe dieses Modells versuchte EULER ebenfalls die scheinbaren *säkularen Beschleunigungen* von Mond und Planeten (Langzeitvariationen der Bahnelemente) auf einen möglichen Ätherwiderstand zurückzuführen, was ihm jedoch nicht zufriedenstellend gelang, insbesondere nicht für die Ungleichheiten in der Apsidendrehung des Mondes. In den 1740er Jahren stellten EULER und seine Zeitgenossen deshalb sogar die Gültigkeit des Gravitationsgesetzes in Frage. EULER benutzte in seinen Abhandlungen oft einen allgemeineren Ansatz für das Gravitationsgesetz. Erst als CLAIRAUT 1750 die Richtigkeit der NEWTONSchen Formulierung für den Fall der Apsidendrehung des Mondes bestätigten konnte, war die Sache erledigt. EULER hielt jedoch an seinem Ätherdruck-Modell der Gravitation fest [20].

EULERS Leistungen in der sphärischen Astronomie sowie der astronomischen Geodäsie sind geprägt durch seine Entwicklung des Formel-Systems der *sphärischen Trigonometrie*, das er auf sämtliche Koordinaten-Transformationen anwandte und womit er die *Reduktion astronomischer Beobachtungen* wesentlich vereinfachte. Er entwickelte neue Methoden zur Bestimmung und Berechnung der *Präzession, Nutation, Aberrationen, Parallaxen* so-



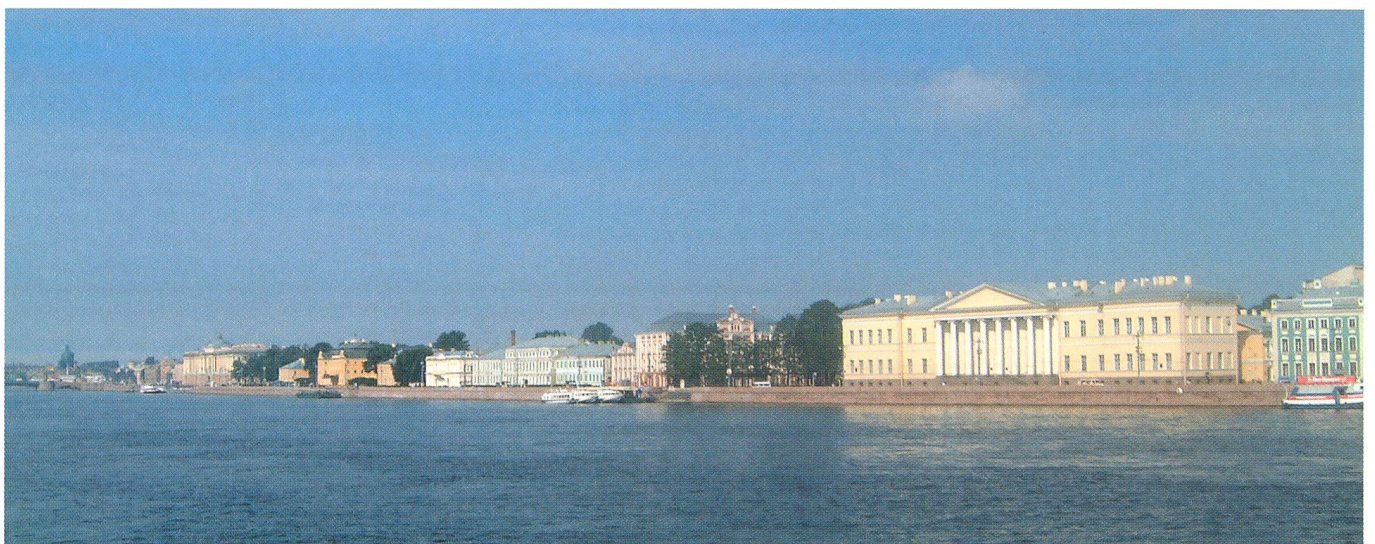
Fig. 13: Das Universitätsgebäude. Man beachte, dass die Fassade des rechten Flügels noch nicht restauriert werden konnte und daher mit einem bemalten Tuch verdeckt wurde. (Bild: A. VERDUN)



Fig. 14: Das Bibliotheksgebäude der Akademie der Wissenschaften. Obwohl das Äußere sehr schön restauriert wurde, sind die Verhältnisse im Innern des Gebäudes immer noch katastrophal. (Bild: A. VERDUN)

wie der *Refraktion* – Effekte, die bei der Auswertung astrometrischer Beobachtungen berücksichtigt werden müssen. Er war sich der Tatsache bewusst, dass die Bewegungen der Himmelskörper nur dann mit hoher Genauigkeit modelliert werden können, wenn die Beobachtungen korrekt reduziert werden. Einige seiner Abhandlungen widmete er

Fig. 12: Das Panorama der Südseite der Wassiliewski-Insel zeigt den Weg EULERS von seinem Wohnhaus bis zum Observatorium (Kunstkammer). Von links nach rechts: EULERS Haus (über weißem Boot), die Universität (über zwei weißen Booten), die Akademie sowie der linke Teil der Kunstkammer. (Bild: A. VERDUN)





deshalb der präzisen Bestimmung der *astronomischen Konstanten*, die mit den erwähnten Effekten verbunden sind. Seine Methode zur Bestimmung der *Sonnenparallaxe* mit Hilfe des Venus-Durchgangs von 1769 ist in diesem Zusammenhang besonders erwähnenswert. Seine Beobachtungsgleichungen berücksichtigen einerseits bereits die Fehler aus Prädiktion und Beobachtung, andererseits formulierte er sie derart allgemein, dass er eine grosse Anzahl von unabhängigen Beobachtungen auswerten konnte, was seine Methode gegenüber den damals gebräuchlichen weit überlegen machte. EULERS Resultat von  $8.8''$  für die Sonnenparallaxe kommt dem heute allgemein angenommenen Wert erstaunlich nahe.

In der Domäne der «Kosmischen Physik» schrieb EULER mehrere Abhandlungen zur physikalischen Konstitution der Himmelskörper (vorwiegend Kometen) sowie zu Phänomenen, die mit der Atmosphäre und dem Magnetfeld der Erde zusammenhängen. Am bekanntesten ist seine Theorie, mit der er den physikalischen Ursprung der Kometenschweife, des Polarlichtes und des Zodiakallichtes zu erklären versuchte. Mit EULER begannen die ersten Studien zur *photometrischen Astrophysik*. Seine Unterscheidung zwischen *Lichtstärke* und *Beleuchtungsstärke* nahm er der berühmten *Photometria* von LAMBERT vorweg. EULER versuchte bereits, Aufbau und Entfernung der Himmelskörper aus ihren *scheinbaren Helligkeiten* zu bestimmen. Er kam u.a. zum Befund, dass die Materie der Sonne völlig verschieden von der brennbaren irdischen Materie sein müsse, und dass der Wär-

mezustand der Sonne von keinem irdischen Körper erreicht werden könne. Ein bemerkenswertes Resultat, wenn man bedenkt, dass der Beginn der modernen Astrophysik üblicherweise in die Mitte des 19. Jahrhunderts gelegt wird.

Damit sind wir bei der praktischen Astronomie angelangt und fassen nun EULERS Tätigkeit als beobachtender Astronom an der Petersburger Sternwarte zusammen (Figs. 12, 13, 14, 15), wobei wir uns auf den Artikel [13] stützen. Sogleich nach seiner Berufung an die Petersburger Akademie begann sich EULER eifrig mit dem Themenkreis der Petersburger Astronomen vertraut zu machen. Nachdem er sich unter der Leitung von DELISLE gründliche Kenntnisse in der Methodik des Beobachtens und im Umgang mit den an der Petersburger Akademie zur Verfügung gestandenen Instrumenten angeeignet hatte, nahm er an allen von seinen Petersburger Kollegen durchgeführten Forschungsarbeiten teil. Aus den Beobachtungs-Journalen der Petersburger Sternwarte geht hervor, dass an den von DELISLE geleiteten astronomischen Beobachtungen unter vielen anderen EULER als aktivster beteiligt war. Seine Eintragungen in den Journalen der Sternwarte sind so ausführlich und zahlreich, dass daraus ersichtlich wird, wie er allmählich die astronomische Beobachtungstechnik beherrschen lernte. Seit dem 11. März 1733 stellte EULER regelmässig fast zehn Jahre lang zweimal täglich astronomische Beobachtungen an. Morgens und abends mass er mit einem 18-Zoll-Quadranten die korrespondierenden Höhen des oberen Sonnenrandes. Aufgrund



Fig. 16: Das Wappen des Zaren, hier als Supralibro auf einem Band der Petersburger Akademie-Schriften. (Bild: A. VERDUN)

dieser Messungen errechneten DELISLE und EULER den Moment des wahren Mittags und die Mittagsverbesserung. Die Methode der korrespondierenden (Sonnen-) Höhen ist seit dem Altertum bekannt und erfreute sich bis ins 18. Jahrhundert hinein besonderer Beliebtheit, da die Beobachtungsmethode nur einer genau gehenden Uhr bedarf und der Refraktion nur wenig unterliegt. Die Bestimmung des wahren Mittags aus korrespondierenden Höhen der Sonne hängt von der Polhöhe des Beobachtungsortes sowie der Deklination und des Stundenwinkels der Sonne ab. Zur Anwendung des einfachen Beobachtungsverfahrens haben DELISLE und seine Assistenten Tafeln zur Bestimmung der Mittagsverbesserung für St. Petersburg angefertigt, die jedoch mit einer «einfachen» Formel für beliebige Beobachtungs-Orte und -Zeiten direkt hätten berechnet werden können. EULER (und, unabhängig von ihm, auch DANIEL BERNOULLI) fand schliesslich eine einfache Methode, mit der er die von DELISLE gewünschte Tabelle der Meridiangleichung der Sonne berechnen konnte. Er präsentierte diese in der Abhandlung *Methodus computandi aequationem meridiei* der Petersburger Akademie zu Beginn des Jahres 1735. Die Abhandlung wurde 1741 im achten Band der Kommentare der Petersburger Akademie publiziert. EULER setzte die täglichen Beobachtungen der Sonne bis zu seiner Abreise nach Berlin 1741 fort.



Fig. 15: Die Kunstammer mit der alten Sternwarte von St. Petersburg im heutigen Zustand. (Bild: A. VERDUN)



Die Beobachtung der Sonnenflecken schienen EULER besonders interessiert und gefesselt zu haben. Die Sonnenflecken mussten damals (laut den Aufzeichnungen) sehr häufig aufgetreten sein. EULER beobachtete sie zusammen mit DELISLE vom sogenannten «Hoch-Observatorium» (im unteren Turmgeschoss der Kunstkammer) aus mit einem 5-Fuss-Mauersextanten sowie in der Dunkelkammer des «Tief-Observatoriums» mittels eines parallaktisch montierten 14-Fuss-Refraktors. Die Sonnenscheibe wurde dabei auf einen Schirm projiziert und die Positionen der Sonnenflecken mit einem grossen Mikrometer gemessen. Aus den täglichen Positionsmessungen der Sonnenflecken liess sich die Periode der Sonnenrotation bzw. die Rotationsgeschwindigkeit der Sonne um ihre Achse bestimmen. EULERS ältester Sohn, JOHANN ALBRECHT (1734 – 1800), widmete diesem Thema eine Abhandlung *De rotatione solis circa axum ex motu macularum apparente determinanda*, die er am 5. Oktober

1767 der Akademie vorlegte und die 1768 im zwölften Band der Neuen Kommentare der Petersburger Akademie publiziert wurde.

Eines der fundamentalen Probleme der Positions-Astronomie in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts war die genaue Bestimmung der atmosphärischen Refraktion. Die verschiedenen Modelle und Formeln, mit denen Refraktions-Tabellen errechnet und erstellt wurden, mussten durch Beobachtungen verifiziert werden. EULER hatte diesem Problem grosse Beachtung geschenkt und vier Abhandlungen über die Bestimmung der astronomischen Refraktion publiziert. Aus einer bisher unveröffentlichten Abhandlung EULERS mit dem Titel *De refractione radiorum lucis*, die er 1738/39 fertigstellte, geht hervor, dass er einerseits die darin enthaltenen Refraktions-Tabellen aus Beobachtungen bestimmte und andererseits mindestens einen in den Refraktions-Formeln benötigten Parameter auf experimentellem Weg ermittelte. Unter den auf dieses

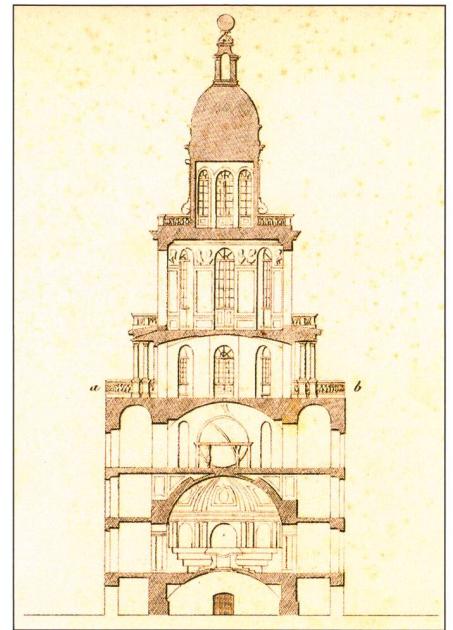


Fig. 19: Das alte Observatorium von St. Petersburg im zentralen Turm der Kunstkammer nach einem Kupferstich aus [17]. (Bild: A. VERDUN)

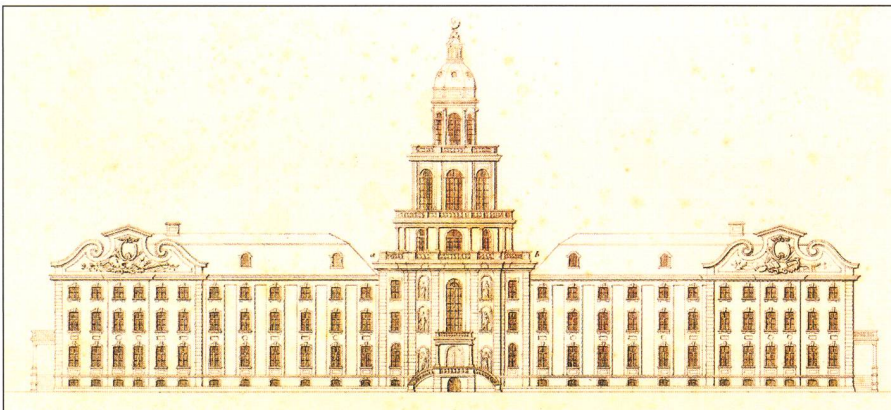
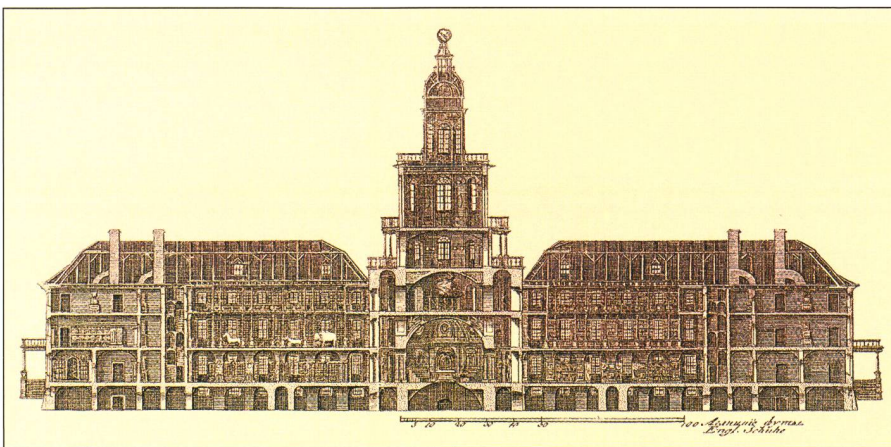


Fig. 17: Die Kunstkammer mit der alten Sternwarte von St. Petersburg nach einem Kupferstich aus [17]. (Bild: A. VERDUN)

Fig. 18: Querschnitt durch das «Gebäude der Kayserlichen Academie der Wissenschaften Nebst der Bibliothec und Kunst-Cammer in St. Petersburg nach ihrem Grundriß, Aufriß und Durchschnitt vorgestellt», St. Petersburg, Akademie der Wissenschaften 1741. (Bild: aus [6])



Manuskript Bezug nehmenden Dokumenten von EULER gibt es einen undatierten Brief von EULER an DELISLE, der vermutlich am 11. Mai 1739 geschrieben worden ist. Darin schreibt EULER: «Je Vous prie de me communiquer une Table de réfraction, qui est tirée des observations, car je n'ai qu'une copie de la table de Mr. Bouguer et je ne conviens, que ses réfractions pour les hauteurs très petites ne s'accordent pas avec l'expérience. Comme j'ai donc trouvé une formule pour calculer une table des réfractions, je la voudrois bien vérifier. Je suis très parfaitement Monsieur Votre très humble et très obéissant serviteur, L. Euler». Die Vermutung liegt daher Nahe, dass EULER in diesem Zusammenhang ebenfalls eigene Beobachtungen anstellte.

### Das alte Observatorium und seine Instrumente

Schon bevor die Pläne, eine «gelehrte Sozietät» zu institutionalisieren und für eine solche Einrichtung «kundige Leute zu berufen», ausgereift waren, hatte PETER DER GROSSE 1714 seine persönlichen Sammlungen, seine Bibliothek (Fig. 16) sowie die anatomischen Präparate aus Moskau nach Petersburg bringen lassen. Diese und weitere Sammlungen sollten in einem grossen Gebäude vereinigt und übersichtlich dargeboten werden. Die Bauarbeiten für ein solches Gebäude begannen 1718, die offizielle Eröffnung fand am 25. November 1728 statt (Fig. 17). Ein Längsschnitt durch das bis heute tie allgemein «Kunstkammer» genannte



Gebäude veranschaulicht die architektonische Gliederung in einen achteckigen mehrfachgestuften Turm, flankiert von zwei dreigeschossigen kubischen Baukörpern (Fig. 18). Im Ost- und Westflügel beherbergte es Bibliothek, naturkundliche und ethnographische Sammlungen, physikalisches Kabinett, Münzkabinett, Kuriositäten und Raritäten sowie das sogenannte kaiserliche Kabinett. Im Zentrum des Baukomplexes befanden sich in mehreren Stockwerken das anatomische Theater und das astronomische Observatorium (Fig. 19). Hier war die materielle Substanz des wissenschaftlichen Potentials behaust – und zwar in imperialen Dimensionen, wie sie sonst kaum eine der zeitgenössischen Akademien Europas aufzuweisen hatte. Die Kunst-kammer bot Beobachtungs-, Experimentier- und Präsentationsräume für einen Kreis von Gelehrten, denen die Welt zum Gegenstand systematischer Forschung geworden war. Hier wurde das zusammengetragene Material nach den aus der Natur erkannten Gesetzen geprüft, geordnet, verarbeitet und ausgewertet. Hier wurde beobachtet und aus den gewonnenen Daten verbesserte oder neue Theorien entwickelt. Kurzum: hier wurde Spitzenforschung betrieben. Die Petersburger Akademie bezeugte als ein junges Wissenschaftszentrum bereits fünfzehn Jahre nach ihrer Gründung, dass sie die europäische Entwicklung nicht nur mitvollzog, sondern auch mitbestimmte. Ausser ihren wissenschaftlichen Veröffentlichungen (Fig. 20) waren es vor allem ihre in der Kunst-kammer ausgestellten Sammlungen, die im übrigen Europa Beachtung und hohe Anerkennung fanden. Neben einer Bibliothek und umfangreichen Exponaten enthielt sie zahlreiche physikalische Instrumente. Das Observatorium war mit hervorragenden astronomischen Beobachtungs- und Mess-Instrumenten ausgerüstet (Figs. 21, 22, 23, 24, 25). Aus der räumlichen Anordnung sowie der sachlichen und funktionalen Gliederung wird die Zielsetzung der damaligen Forschung ersichtlich: eine säkularisierte «Kosmographie», die sich auf rationale Erkenntnis und Ordnung der messbaren Welt gründet. Diese Welt galt als berechenbar und konnte in ihrem mechanisch gedachten Funktionieren nachgebildet werden. Als weithin sichtbares Zeichen dafür diente eine Armillarsphäre, die den hoch aufragenden Observatoriums-Turm der Kunst-kammer krönte (siehe Titelbild).

Der «Kunstbau» an der Nawa (Fig. 26) als architektonischer und geistiger Raum barg bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts Gegenstände aus allen wichtigen Wissenschaftsbereichen. Die Forschungsprogramme der exakten Wis-

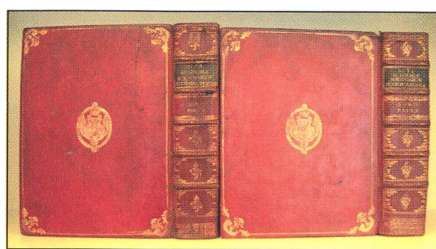


Fig. 20: Die Publikations-Reihen der Petersburger Akademie der Wissenschaften, in denen LEONHARD EULER einen Grossteil seiner wissenschaftlichen Abhandlungen veröffentlichte. Hier zwei Bände der «Acta Academiae Scientiarum Petropolitanae» aus der Zaren-Bibliothek, gedruckt auf besonders starkem Velin-Papier. (Bild: A. VERDUN)

senschaften sowie Teile der Humanwissenschaften waren geprägt sowohl durch die Mechanisierung und Mathematisierung als auch durch die aufkommende Experimentierkunst. «Damit aber diese wissensch. mit desto grösserem nutzen können vorgetragen werden, so hat der astronomus ein observatorium, der physicus einen vorrath nöthiger instrumentorum, der anatomicus ein theatrum anatomicum, cadavera u. gleichfalss sonderbahre instrumenten, der botanicus einen hortum medicum u. der chymicus ein laboratorium chymicum von nöthen», so erläuterten und rechtfertigten die Petersburger Professoren EULER und GEORG WOLFGANG KRAFFT (1701 – 1754) den Bedarf der Akademiker an Arbeitsausstattung für die «mathematischen und physischen wissenschaften» sowie für die «medizinischen». Für die «mathematischen, physicalischen und astronomischen instrumente» hielten die Gelehrten «künstler und handwerksleute» bei der Akademie für unentbehrlich. Während die wissenschaftlichen Instrumente im 17. Jahrhundert meist noch durch die Gelehrten selbst hergestellt wurden, liessen die Wissenschaftler des 18. Jahr-

hunderts im Zuge der Spezialisierung und Arbeitsteilung ihr Instrumentarium von Fachleuten anfertigen. Dies hatte eine nicht zu unterschätzende technische Verbesserung der Geräte durch erfahrene Instrumentenbauer zur Folge, die ihrerseits die steigenden Anforderungen der Wissenschaftler an ihre Instrumente umsetzen konnten. Dieser wechselseitige Prozess bewirkte, dass die Instrumente schnell veralteten und den (Genauigkeits-)Anforderungen nicht mehr genügten, was einen ständigen Bedarf an verbesserten und neuen Geräten bedingte. Die zahlreichen, heute noch im alten Petersburger Observatorium vorhandenen astronomischen Instrumente belegen diese Wechselwirkung zwischen theoretischer und beobachtender Astronomie.

Eine Sonderstellung unter den Instrumenten nahmen die Modelle ein, die Naturphänomene und wissenschaftliche Erkenntnisse körperhaft darstellten und für Schulungs- und Demonstrations-Zwecke verwendet wurden. Markantes Beispiel ist ein riesiger Erd- und Himmels-globus, der nach seiner Herkunft häufig Gottorfer Globus genannt wird und dem Zar 1713 geschenkt wurde (cf. [1], [11]). Er versinnbildlicht die mechanisch begriffene Welt und wurde zentral im Turm aufgestellt, der die Säule des gesamten Bauwerkes bildet. Damit sollte zweifellos seine besondere Bedeutung als Kosmosmodell unterstrichen werden. Seine Aussenseite ist ein Erdglobus und manifestiert die Verbindung mit der irdischen Welt, seine Innenseite ist ein Himmels-globus, der als astronomisches Modell die sinnreiche und räumliche Verbindung zum Observatorium und zum Universum darstellt. Diese Verbindung kam auch in den Forschungsprojekten zum Ausdruck. Seit Beginn bestand eine enge Beziehung zwischen astronomischer und geodätischer Forschung. Die Entwicklung dieser Bereiche an der alten Sternwarte

Fig. 21: Meridian-Saal mit Meridian-Kreis, flankiert von Erd- und Himmels-globus. (Bild: A. VERDUN)



Fig. 22: Drei Spiegel-Teleskope in einem der vier Eck-Säle des alten Observatoriums, im Hintergrund die Isaak-Kathedrale. (Bild: A. VERDUN)







Fig. 23: Zwei grosse Spiegel-Teleskope und ein kleiner Himmelsglobus. (Bild: A. VERDUN)



Fig. 24: Zwei Refraktoren und eine Armillar-Sphäre, im Hintergrund (ganz links) ein Teil des Winter-Palastes des Zaren. (Bild: A. VERDUN)

haben. Der propagandistische Effekt des schwierigen und zeitaufwendigen Transportes des Globus von der Gottorfer Residenz an die Newa (der Globus kam am 20. März 1717 in St. Petersburg an) erhöhte zweifellos den Raritätenwert und die Attraktion der «weltberühmten machina». Damit fiel auch die Aufmerksamkeit auf die neue europäische Metropole als wissenschaftliches und kulturelles Zentrum. Der hohe Bekanntheitsgrad des «berühmten gottorfer Globusses» ist für das ganze 18. Jahrhundert hindurch aus den Schilderungen in den Enzyklopädien, Reiseführern und Beschreibungen abzulesen.

Naturwissenschaftliche Kenntnisse und Einblicke in die Vorgänge der Natur sollten also am Gegenstand vermittelt werden. Zu diesem Zweck standen die wissenschaftlichen Einrichtungen der Akademie – Kunstkammer, Bibliothek, botanischer Garten – jedem kostenlos zur Verfügung. Zahlreiche populärwis-

von St. Petersburg wird in [17] ausführlich geschildert. Obwohl der Globus bereits in den 1650er Jahren entstand und die kartographischen Details 1741 nicht mehr dem aktuellen Kenntnisstand und den politischen Verhältnissen entsprach, wurde der illustrative Charakter und der Symbolwert dadurch kaum beeinträchtigt. Die Achse des Erd/Himmels-Globus ist entsprechend der geographischen Breite bzw. der Polhöhe von St. Petersburg geneigt. Der ganze Globus liess sich durch eine Zahnrad-Konstruktion mit Wasserkraft oder manuell einmal in 24 Stunden um seine Achse drehen (Fig. 27). Die Kugel ist mit fast drei Metern Durchmesser so dimensioniert, dass zehn bis zwölf Personen gleichzeitig im Innern Platz fanden und den Sternenhimmel um sich herum betrachten konnten. Ein runder Tisch mit Sitzbank ist fest mit der Achse verbunden, das Niveau der Tischplatte stellt den mathematischen Horizont dar (Fig. 28). Die Betrachter konnten Auf- und Untergang der Gestirne und der Sternbilder somit in «real-time» beobachten. Im Gegensatz zu herkömmlichen Himmelsgloben, die den Sternenhimmel «von aussen» zeigen, bot der Gottorfer Riesenglobus die Sicht von innen und vermittelte damit eine Vorstellung der wirklichen Verhältnisse. Eine kleine Kugel von 15 cm Durchmesser, in der Mitte der Achse und der Tischplatte befestigt, stellt die Erde dar. Die Betrachter sahen sich also – als Teil des Kosmos – zwischen Himmel und Erde versetzt. Dieses «Planetarium» musste als erstes seiner Art noch im 18. Jahrhundert eine grosse Faszination auf die Besucher ausgeübt



Fig. 25: Ensemble kleinerer mathematischer und astronomischer Instrumente. (Bild: A. VERDUN)

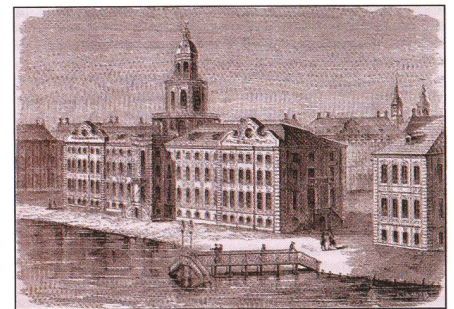
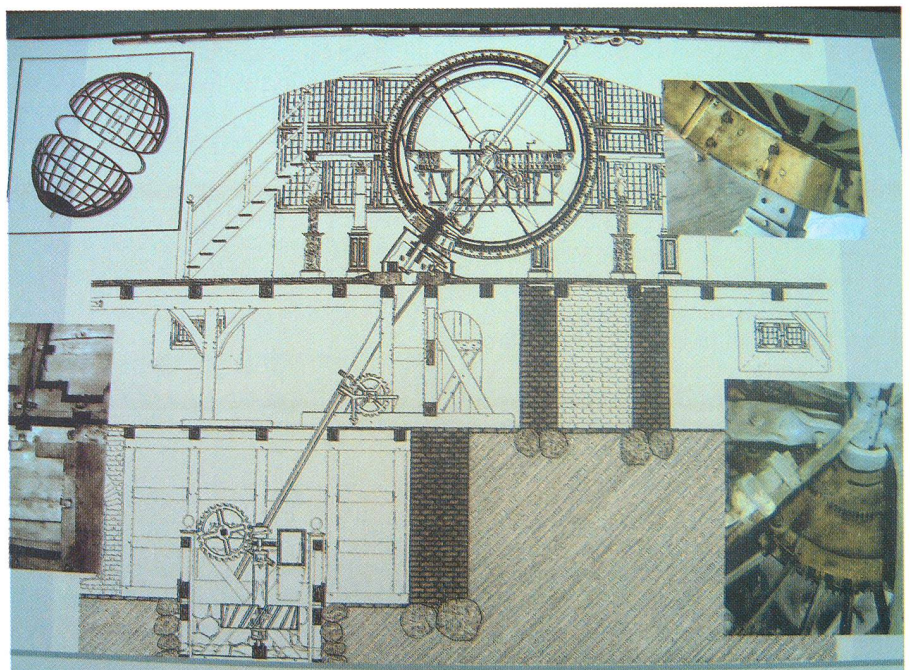


Fig. 26: Kunstkammer und Observatorium im 18. Jahrhundert. Kupferstich nach einer Zeichnung von S. PANOV 1878. (Bild: Aus [16], p. 245)

Fig. 27: Montierung und Getriebe des Gottorfer Riesenglobus im Querschnitt. (Bild: A. VERDUN)





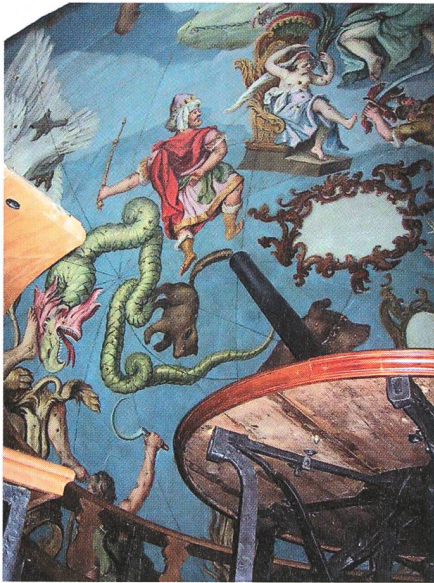


Fig. 28: Innenseite des Gottorfer Riesenglobus. Man erkennt den runden Sitzbank (links), den runden Tisch (rechts) sowie die Sternbilder. (Bild: R. MUMENTHALER)

senschaftliche Beiträge der an der Akademie tätigen Wissenschaftler sollten in Zeitungsbeilagen das Interesse der Leserschaft wecken und ein bildungsbeflisenes Publikum für die Veranstaltungen der Akademie und der Kunstammer gewinnen. Leider bestand die Petersburger Kunstammer als «theatrum mundi» nur wenige Jahre. Ein Brand am 5. Dezember 1747 beschädigte das Gebäude und vernichtete einen Teil der Sammlungen. Der hölzerne Turm mit dem Observatorium brannte völlig ab. Der Globus im darunterliegenden runden Saal wurde ebenfalls Opfer der Flammen. Es dauerte viele Jahre, um das Gebäude wieder herzustellen und die Sammlungen zu ergänzen. Mit der Restauration des Globus wurde auch die kartographische Darstellung aktualisiert und in russischer Sprache beschriftet. Der Globus befindet sich heute im zweitobersten (hohen) Saal des Observatorium-Turms und wird zur Zeit als Ausstellungsobjekt vorbereitet (Fig. 29). Dieser Turm wurde nach dem Brand vorerst vermutlich nicht wieder in seiner ganzen Höhe aufgebaut, sondern nur bis zur obersten Beobachtungs-Plattform. Verschiedene Abbildungen aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts (cf. Abb. von 1810 in [12], p. 260; Abb. von 1817 in [8]; Abb. von 1821/22 in [7]), auf denen die Kunstammer zu sehen ist, zeigen einen «verkürzten» Turm (Fig. 30).

### «Swiss Time» in St. Petersburg

In der Kunstammer befinden sich zwei Uhren, die von zwei Schweizern konstruiert wurden: nämlich von keinem geringeren als LEONHARD EULER und seinem Sohn JOHANN ALBRECHT. Die zwi-

schon 1756 und 1767 von N. G. CHICHOV angefertigte Universal-Sonnenuhr (Fig. 31) soll angeblich (laut Beschriftung) von LEONHARD EULER berechnet worden sein (wobei nicht ganz klar ist, was es da zu berechnen gab). Die äquatoriale Sonnenuhr kann auf jeder geographischen Breite nach dem Himmelspol ausgerichtet werden. Dies und der Umstand, dass der Schattenstab im Zentrum der runden Stundenskala steht, erlaubten eine äusserst einfache, äquidistante Unterteilung der Ablese-Skala. Die zweite Uhr stammt von JOHANN ALBRECHT EULER und ist eine «besondere magnetische Sonnenuhr» (Fig. 32). Er publizierte sie unter dem Titel «Nachricht von einer besonderen magnetischen Sonnenuhr» in den Abhandlungen der Churfürstlich-bayerischen Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1768. Ihre Funktionsweise wird in [4] kurz und treffend beschrieben: «...Auf dem nördlichen Teil einer rechteckigen, horizontal gelagerten und drehbaren Platte ist ein Zifferblatt von der Form einer halben Ellipse aufgetragen, deren kleine Achse verlängert die Mittellinie der Uhrplatte bildet und zur Zeit des wahren Mittags im magnetischen Meridian liegt. Die

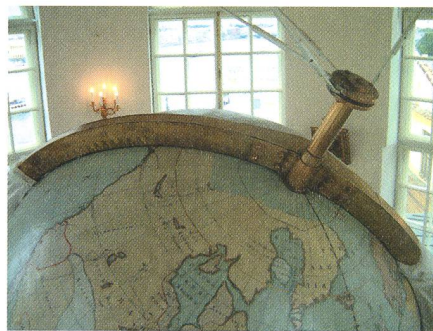


Fig. 29: Der Gottorfer Riesenglobus nach seiner Restaurierung an seinem neuen Standort. Teile der Montierung sind noch verpackt. (Bild: A. VERDUN)

Fig. 30: Petersburger Akademie der Wissenschaften und Kunstammer mit Observatorium um 1830. Kupferstich aus STRAHLHEIMS Wundermappe. Man beachte, dass der Turm zu dieser Zeit nur bis zur Beobachtungs-Plattform reichte. (Bild: A. VERDUN)



Fig. 31: Äquatoriale Universal-Sonnenuhr nach LEONHARD EULER. (Bild: A. VERDUN)

Drehachse der Magnetnadel, welche die Stunden wahrer Sonnenzeit am Zifferblatt anzeigt, befindet sich auf dieser Mittellinie und ist längs derselben verschiebbar, da ihre Lage mit der Sonnen-deklination verändert werden muss. Am Südende der Mittellinie steht ein schat-

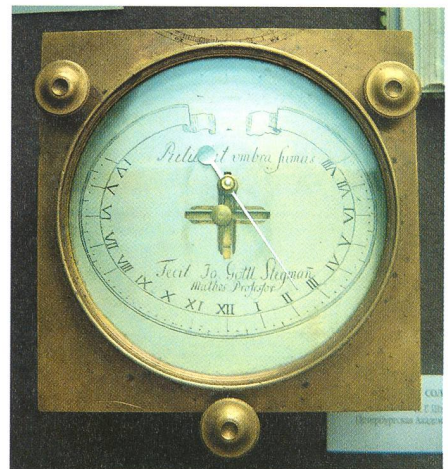


Fig. 32: Die «besondere magnetische Sonnenuhr» nach JOHANN ALBRECHT EULER. (Bild: A. VERDUN)

tenwerfender, senkrechter Stift, um den unten ein horizontaler Zeiger drehbar ist, der dabei an einem geteilten Kreisbogen entlang gleitet. Wird dieser Zeiger am Kreis so eingestellt, dass der Winkel zwischen ihm und der Mittellinie gleich der momentanen magnetischen Deklination am Beobachtungsort ist, und dreht man die Uhrplatte, bis der Schatten des Stifts in die Richtung des Zeigers fällt, so gibt die Magnetnadel bei richtiger Stellung ihrer Achse und genauer Form des Zifferblattes die gesuchte wahre Zeit an.» Vergleicht man diese



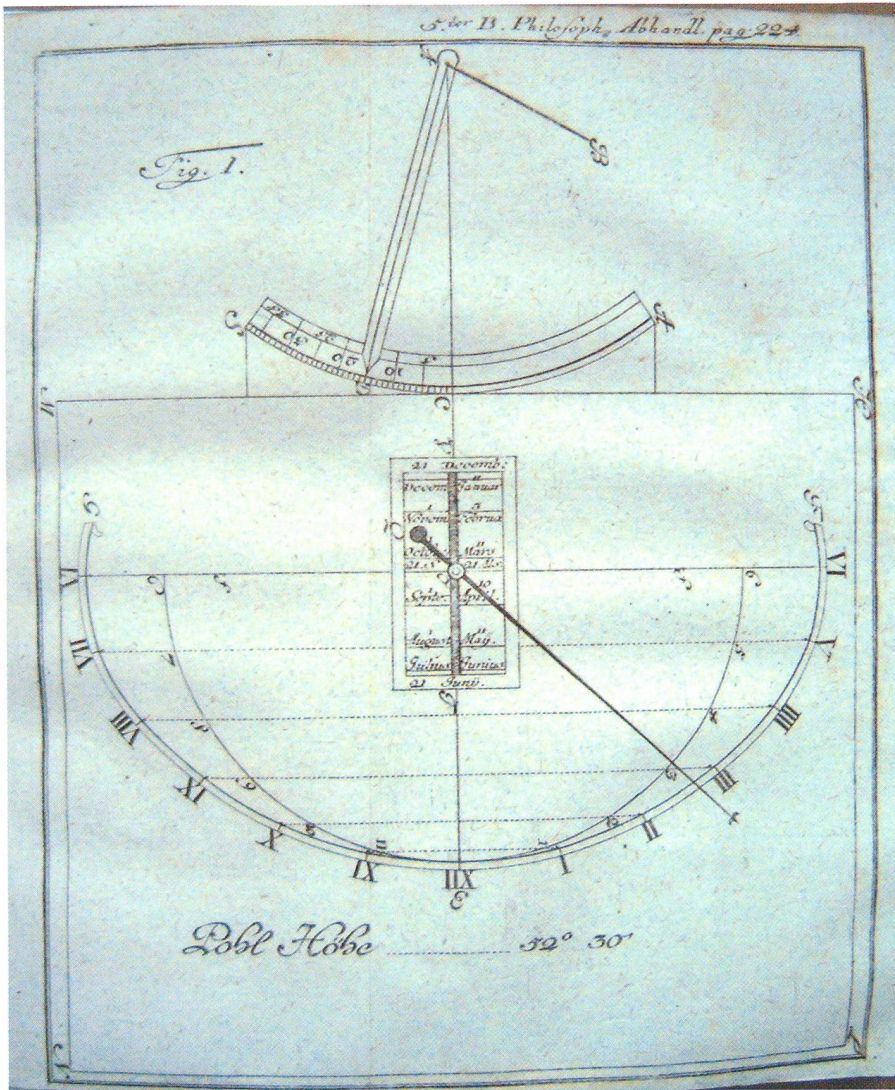


Fig. 33: Original-Kupferstich aus der Abhandlung von JOHANN ALBRECHT EULER über die «besondere magnetische Sonnenuhr», 1768. (Bild: A. VERDUN)

Beschreibung mit der der Original-Publikation beigelegten Kupfertafel (Fig. 33), stellt man fest, dass offenbar ein wesentlicher Teil der Uhr, nämlich das Südende mit dem schattenwerfenden Stif, leider nicht mehr vorhanden ist.

Die Schweizer Uhrmacher-Tradition hatte sich schon in früheren Jahrhunderten weit über die Landesgrenzen hinaus verbreitet (man denke z.B. an JOST BÜRGI). Schweizer Uhrmacher, die nach St. Petersburg ausgewandert sind, ha-

Fig. 34: Eine der 100 nostalgischen Bahnhofsfuhren, welche die Eidgenossenschaft der Stadt St. Petersburg schenkte, am ehemaligen Wohnhaus LEONHARD EULERS. (Bild: A. VERDUN)



Fig. 35: Die Blumenuhr, welche die Genfer Regierung als Geschenk zum 300. Geburtstag der Stadt Petersburg geschenkt hat. (Bild: A. VERDUN)

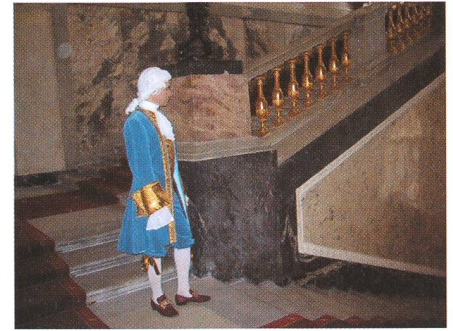


Fig. 37: Bankett im Michailow-Palast in St. Petersburg. Begrüssung, Betreuung und orchestrale Unterhaltung durch ein Personal in Bekleidung des 18. Jahrhunderts. (Bild: R. MUMENTHALER)

ben in der ehemaligen Zarenstadt ihre Spuren hinterlassen. Das offizielle Geschenk der Schweizerischen Eidgenossenschaft an St. Petersburg knüpfte daher an diese lange Tradition an: 100 Strassen- und Bahnhof-Uhren im nostalgischen Design (passend zum architektonischen Charakter von St. Petersburg) mit rotem Sekundenzeiger, ein Klassiker der Schweizer Uhrbaukunst. Die ersten dieser Uhren wurden bereits montiert, unter anderem am ehemaligen Wohnhaus von LEONHARD EULER (Fig. 34). Zusätzlich wird auf Schweizer Kosten die berühmte Mendelejew-Uhr im Torbogen des Generalstabes restauriert. Diese wird in frischem Glanz auf vielen Postkarten und Ansichten des Schlossplatzes und des Winterpalastes zu sehen sein. Ein originelles Geschenk kam von der Stadt Genf. Sie liess im Alexanderpark von St. Petersburg eine Blumenuhr (Fig. 35) montieren und anpflanzen, die erste ihrer Art in der Stadt an der Newa. Der zur Zeit «höchste» politische Vertreter der Schweiz, Bundespräsident PASCAL COUCHEPIN, weihte diese Uhr sowie 26 von den einzelnen Kantonen übergebenen Parkbänken (jede Bank mit Kantonswappen) höchst persönlich am 9. Juli dieses Jahres (kurz vor Mittag) zusammen mit offiziellen Delegationen aus Genf, Basel und St. Petersburg ein (Fig. 36). Am Abend desselben Tages wurden sämtliche Schweizer-Delegierte an ein imposantes Bankett in das Michailow-Schloss eingeladen, an dem mehrere hundert geladene Gäste teilnahmen, die von einem charmanten Personal und einem Orchester in zeitgenössischen Kostümen des 18. Jahrhunderts empfangen und unterhalten wurden (Fig. 37).

DR. ANDREAS VERDUN  
Astronomisches Institut, Universität Bern  
Sidlerstrasse 5, CH – 3012 Bern  
E-mail: verdun@aiub.unibe.ch





Fig. 36: Bundespräsident PASCAL COUCHEPIN und die offiziellen Regierungs-Vertreter von Genf und St. Petersburg bei der Einweihung der Blumenuhr und der Parkbänke. (Bild: A. VERDUN)

## Verdankung

■ Der Autor fühlt sich verpflichtet, folgenden Personen und Institutionen zu danken, ohne die dieser Beitrag nicht zustande gekommen wäre: Dr. EMIL A. FELLMANN (Euler-Archiv Basel), Regierung des Kantons Basel-Stadt, Prof. Dr. HANS-RUEDI STRIEBEL (Alt-Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt und Delegationsleiter), Prof. Dr. GLEB K. MIKHAILOV (Universität Moskau, Euler- und Bernoulli-Edition), Dr. RUDOLF MUMENTHALER (ETH-Bibliothek Zürich), Dr. FRITZ NAGEL (Universitäts-Bibliothek Basel, Bernoulli-Edition), Dr. TATIANA M. MOISSEVA (Lomonossov-Museum St. Petersburg), Frau MADELEINE ISABELLE LÜTHI (Honorar-Generalkonsulin St. Petersburg), Frau GABRIELA DÖMÖTÖR (EDA, Präsenz Schweiz), Schweizerischer Nationalfonds (SNF), Astronomisches Institut der Universität Bern (AIUB).

## Bibliographie

- [1] ALLMAYER-BECK, P. E. (Hrsg.): Modelle der Welt – Erd- und Himmelsgloben. (*Kulturerbe aus österreichischen Sammlungen*). Bibliophile Edition. Wien, Brandstätter Verlagsges. 1997. p. 78 – 79.
- [2] BECHTOLSHEIM, H. v.: Leningrad – Biographie einer Stadt. München, Prestel-Verlag 1980.
- [3] BURCKHARDT, J. J. / FELLMANN, E. A. / HABICHT, W. (Red.): Leonhard Euler, 1707 – 1783. Beiträge zu Leben und Werk. Gedenkband des Kantons Basel-Stadt. Basel, Birkhäuser Verlag 1983.
- [4] COURVOISIER, L.: Leonhardi Euleri commentationes astronomicae ad praecessionem et nutationem pertinentes. *Leonhardi Euleri Opera Omnia*, Series secunda, Volumen tricesimum. Turici, Orell Füssli 1964. p. XXIV – XXXV.
- [5] FELLMANN, E. A.: Leonhard Euler. rororo-Monographie im 387. Reinbek bei Hamburg, Rowohlt Taschenbuch Verlag 1995.
- [6] Gebäude der Kayserlichen Academie der Wissenschaften Nebst der Bibliothec und Kunst-Cammer in St. Petersburg nach ihrem Grundriß, Aufriß und Durchschnitt vorgestellt», St. Petersburg, Akademie der Wissenschaften 1741.
- [7] GRIGORJEW, M. / CHARITONOWA, I. (red.): Sankt Petersburg – Gegründet am 27. Mai 1703. St. Petersburg, Aurora Kunstverlag 1996. p. (10).
- [8] KAGANOWITSCH, A. L.: Die Kunstschatze Leningrads und seiner Umgebung. München / Genf / Paris, Nagel Verlag 1969. p. 21/22.
- [9] KOPELEVIČ, J. K.: Euler und die Petersburger Akademie der Wissenschaften. In [3], p. 373 – 383.
- [10] MASSIE, R.: Peter der Grosse und seine Zeit. Königstein i. T., Athenäum Verlag 1982.
- [11] MEYER-HARDER, H.: Theatrum mundi – Die Petersburger Kunstammer 1741. In: KESSLER, W. / RIETZ, H. / ROBEL, G. (Hrsg.): Kulturbeziehungen in Mittel- und Osteuropa im 18. und 19. Jahrhundert. Festschrift für Heinz Ischreyt zum 65. Geburtstag. Berlin, Verlag Ulrich Camen 1982. p. 27 – 40.
- [12] MUMENTHALER, R.: Im Paradies der Gelehrten – Schweizer Wissenschaftler im Zarenreich (1725 – 1917). Zürich, Verlag Hans Rohrer 1996.
- [13] NEVSKAJA, N. I.: Euler als Astronom. In [3], p. 363 – 371.
- [14] PIOTROVSKY, M. B. / FEDOROV, V. A. / TARASOVA, N. I.: Homage to the Founder of St. Petersburg. Dedicated to the 300<sup>th</sup> anniversary of St. Petersburg. St. Petersburg, The State Hermitage Museum 2003.
- [15] POPOWA, N. / FJODOROW, A.: Sankt Petersburg – Dem 300. Jahrestag der Gründung von St. Petersburg gewidmet. St. Petersburg, Kunstverlag «Iwo Fjodorow» 2003.
- [16] Schweizer in Sankt-Petersburg. Zum 300-jährigen Jubiläum der Stadt Sankt-Petersburg. Sankt Petersburg, Verlag «Petersburger Institut für Typographie» 2003. (Nicht im Buchhandel)
- [17] STRUVE, F. G. W.: Description de l'Observatoire Astronomique Central de Poulkova. St.-Petersbourg, Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences 1845. p. 6 – 22.
- [18] VERDUN, A.: Daniel Bernoullis Beiträge zur Astronomie. *Orion*, 300 (Oktober 2000), p. 25 – 37. (Auch als Sonderabdruck erschienen)
- [19] VERDUN, A. / BEUTLER, G.: Early Observational Evidence of Polar Motion. In: DICK, S. / MCCARTHY, D. / LUZUM, B. (eds.): *Polar Motion: Historical and Scientific Problems*. IAU Colloquium 178, Cagliari, Italy, 27 – 30 September 1999. *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Vol. 208. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2000. p. 67 – 81.
- [20] VERDUN, A.: Euler's Ether Pressure Model of Gravitation. In: NEUENSCHWANDER, E. (ed): *Scientific Models: Their Historical and Philosophical Relevance*. 13<sup>th</sup> DHS-DLMPS Joint Conference, 19-22 October 2000, Zürich, Switzerland. Zürich, Universität Zürich-Irchel 2000. p. 141-143.
- [21] VERDUN, A.: Zwei Jahrhunderte Astronomie und Geodäsie in Bern. *Orion*, 316 (Juni 2003), p. 4 – 12.
- [22] VERDUN, A.: Leonhard Euler. In: HOFFMANN, D. et al. (Hrsg.): Lexikon der bedeutenden Naturwissenschaftler. Band 1. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag 2003. p. 487-493.
- [23] VERDUN, A.: Leonhard Eulers Einführung und Anwendung von Bezugssystemen in Mechanik und Astronomie. (Beitrag zu Ehren des 100. Geburtstages von Johann Jakob Burckhardt.) *Elemente der Mathematik*, Vol. 58 (Herbst 2003). Basel, Birkhäuser 2003. p. 169 – 176.
- [24] VERDUN, A.: Leonhard Euler. In: HOCKEY, T. (ed.): *Biographical Encyclopedia of Astronomers*. Dordrecht, Kluwer Academic Publ. (im Druck)
- [25] VERDUN, A.: Mathematical and physical principles in Leonhard Euler's contributions to Astronomy: The Formation of Modern Scientific Methods. Proceedings of the International Symposium *Mathematicians and Physicists coming from Basel to the Academy of St. Petersburg in the 18<sup>th</sup> Century* on the occasion of the celebrations for the 300<sup>th</sup> anniversary of St. Petersburg, Academy of St. Petersburg, 6 – 13 July 2003. (In Vorbereitung)
- [26] VOLK, O.: Eulers Beiträge zur Theorie der Bewegungen der Himmelskörper. In [3], p. 345 – 361.