

**Karl-Peter Dostal,**

## **Wunderkinder in der exakten Wissenschaft**

**- ausgewählte Beispiele -**



## **Inhalt**

### *Liste von Wunderkindern*

**Thomas Young (1773 - 1829), englischer Physiker**

**Carl Friedrich Gauß (1777 - 1855), deutscher Mathematiker und Physiker**

**Niels Henrik Abel (1802 - 1829), norwegischer Mathematiker**

**William Rowan Hamilton (1805 - 1865), irischer Mathematiker und Physiker**

**Marie Curie (1867 – 1934), polnisch-französische Physikerin**

**Srinivasa Ramanujan (1887 - 1920), indischer Mathematiker**

**Wolfgang Pauli (1900 - 1958), österreichischer Physiker**

*Exkurs: Zur Bedeutung des Pauliprinzips*

**John von Neumann (1903 - 1957), ungarischer Mathematiker**

**Paul Erdős (1913 - 1996), ungarischer Mathematiker**

**Wunderkinder,**  
**die später bedeutende Mathematiker, Physiker oder Astronomen wurden**

**Johann(es) Müller (Regiomontanus) (1436 - 1476), dt. Mathematiker und Astronom**

**Juan Caramuel y Lobkowitz (1606 - 1682), spanischer Astronom und Mathematiker**

**Blaise Pascal (1623 - 1662), französischer Mathematiker und Philosoph**

**Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 - 1716), Mathematiker, Philosoph, Universalgenie**

**Anders Celsius (1701 - 1744), schwedischer Astronom, Mathematiker und Physiker**

**Leonhard Euler (1707 - 1783), schweizerischer Mathematiker**

**Laura Bassi (1711 - 1778), italienische Physikerin**

**Alexis-Claude Clairaut (1713 - 1765), französ. Mathematiker, Geodät und Physiker**

**Maria Gaetana Agnesi (1718 - 1799), italienische Mathematikerin**

**Tobias Mayer (1723 - 1762), dt. Astronom, Geograph, Mathematiker und Physiker**

**Johann Heinrich Lambert (1728 - 1777), schweizer.-elsäss. Mathematiker u. Physiker**

**Thomas Young (1773 - 1829), englischer Physiker**

**Carl Friedrich Gauß (1777 - 1855), deutscher Mathematiker und Physiker**

## Wunderkinder ..., 1. Fortsetzung

**Niels Henrik Abel (1802 - 1829), norwegischer Mathematiker**

**William Rowan Hamilton (1805 - 1865), irischer Mathematiker und Physiker**

**Urbain Jean Joseph Leverrier (1811 - 1877), französ. Mathematiker und Astronom**

**Évariste Galois (1811 - 1832), französischer Mathematiker**

**John Couch Adams (1819 - 1892), englischer Mathematiker und Astronom**

**William Lord Kelvin of Largs (William Thomson) (1824 - 1907), englischer Physiker**

**Johann Martin Zacharias Dase (1824 - 1861), deutscher Wunderrechner**

**James Clerk Maxwell (1831 - 1879), schottischer Physiker**

**Charles Sanders Peirce (1839 - 1914), US-amerik. Mathematiker, Philosoph, Logiker**

**Heinrich Hertz (1857 - 1894), deutscher Physiker**

**Adolf Hurwitz (1859 - 1919), deutscher Mathematiker**

**Hermann Minkowski (1864 - 1909), deutscher Mathematiker und Physiker**

**Marie Curie (1867 - 1934), polnisch-französische Physikerin**

**Srinivasa Ramanujan (1887 - 1920), indischer Mathematiker**

**Norbert Wiener (1894 - 1964), US-amerikanischer Mathematiker**

**William James Sidis (1898 - 1944), jüdisch-US-amerikan. Universal-Wissenschaftler**

## Wunderkinder ..., 2. Fortsetzung

**Wolfgang Pauli (1900 - 1958), österreichischer Physiker**

**Werner Heisenberg (1901 - 1976), deutscher Physiker**

**John von Neumann (1903 - 1957), ungarischer Mathematiker**

**Manfred von Ardenne (1907 - 1997), deutscher technischer Physiker**

**Lew Dawidowitsch Landau (1908 - 1968), sowjetischer Physiker**

**Bengt Strömgren (1908 - 1987), dänischer Astronom**

**Nikolai Nikolajewitsch Bogoljubow (1909 - 1992), russ. theor. Physiker u. Mathematiker**

**Paul Erdős (1913 - 1996), ungarischer Mathematiker**

**Murray Gell-Mann (1929 - 2019 ), US-amerikanischer Physiker**

**Stephen William Hawking (1942 - 2018), englischer Astrophysiker**

**Stephen Wolfram (\* 1959), brit.-am. Phys., Mathemat. u. Informatiker dt. Herkunft**

**Kim Ung-Yong (\* 1962), südkorean. Kernphysiker (IQ zeitweise Höchstwert 210)**

**Grigori Jakowlewitsch Perelman (\* 1966), russischer Mathematiker**

**Terence Tao (geb. 1975), austral.-US-am. Math. (IQ als Zehnjähriger ca. 225)**

## Thomas Young

(\*1773, † 1829 London)

englischer Physiker, Augenarzt,  
Botaniker, Ägyptologe



*“A man alike eminent  
in  
almost every department  
of human learning”.*

(Auf seinem Grabstein)

*Einer jener  
„seltenen, phantasiebegabten Geister,  
bei welchen das Sitzfleisch  
dem Reichtum ihrer  
originellen Gedankenwelt  
nicht Genüge leisten kann.“*

Albert Einstein

## **Thomas Young (1773 - 1829), Fortsetzung**

- **Mit 2 Jahren lernte er lesen.**
- **Mit 4 Jahren Schulbesuch, trug auswendig gelernte lateinische Gedichte vor.**
- **Mit 6 Jahren: Bibel zweimal gelesen, mit Lateinlernen begonnen.**
- **Mit 14 Jahren las und schrieb er auch griechisch, lateinisch, französisch, italienisch, hebräisch; las naturwissenschaftliche Bücher u. a. von Lavoisier u. Newton.**
- **Mit 19 Jahren (als Medizinstudent im 1. Semester):  
Erklärung der Akkommodation des Auges  
durch Veränderung der Linsenkrümmung.**
- **Mit 21 Jahren von der Royal Society zu ihrem bis zu diesem Zeitpunkt  
jüngsten Mitglied ernannt.**

**1792 - 1799 Medizinstud. in London, Edinburgh, Göttingen (Promotion), Cambridge.**

**1799 ff. in London: ärztl. Tätigkeit, Heirat, Professur,  
durch Erbschaft finanziell unabhängig.**

**1827 Wahl zu einem der acht  
ausländischen Mitglieder der Pariser Akademie der Wissenschaften.**

**1829 mit nur 55 Jahren verstorben.**

## Thomas Young (1773 - 1829), 2. Fortsetzung

**1800 - 1804 Begründer der Wellenoptik:**

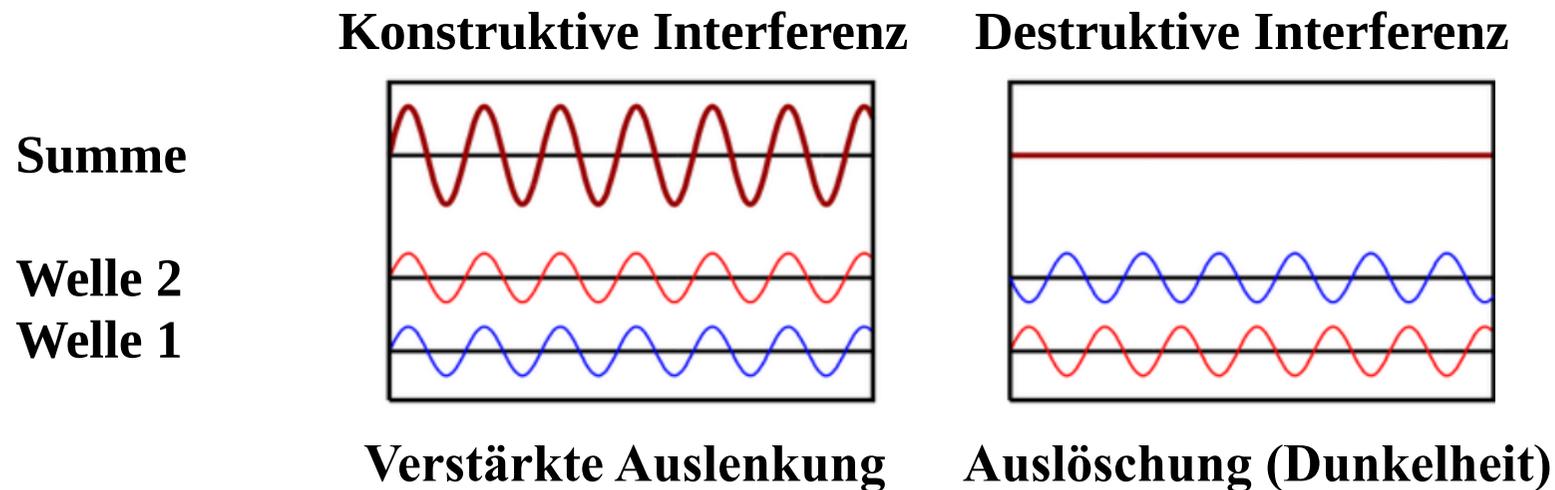
**Beginn des „heroischen“ Zeitalters der Wellentheorie des Lichts:**

**Interferenz:**

**1801 erstmals das Interferenzprinzip als Beleg für die Wellentheorie:**

**2 Wellen können sich bei Überlagerung auch schwächen,**

**Licht + Licht kann Dunkelheit sein: destruktive Interferenz.<sup>1</sup>**



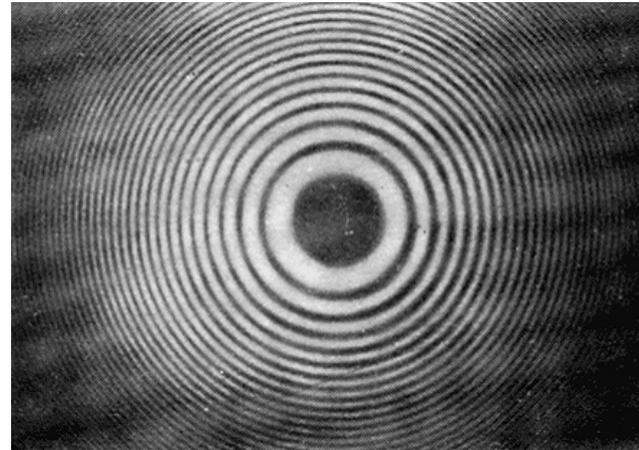
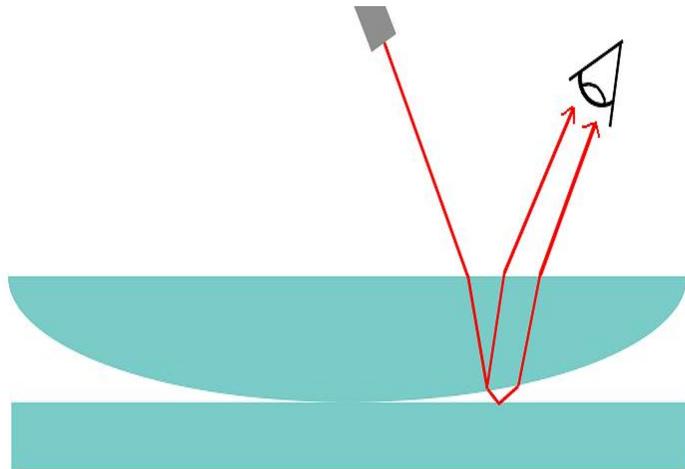
---

1 Freihandversuch

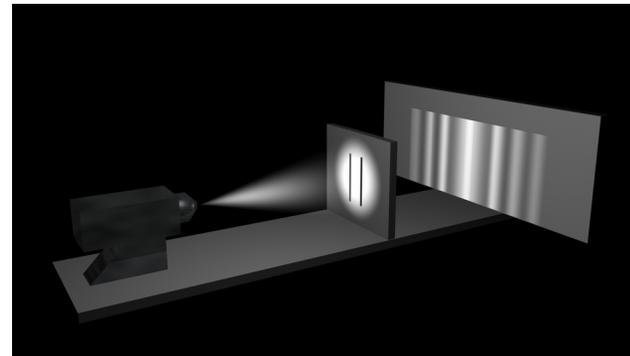
## Thomas Young (1773 - 1829), 3. Fortsetzung

**Erklärung der newtonschen Ringe, an ihnen erstmalig Licht-Wellenlängen bestimmt.**

**(Newtonsche Ringe: Robert Hooke 1665; Isaac Newton 1666 u. 1704).**



**Am wichtigsten:  
1808 Publikation des  
Doppelspalt-Experiments:**



## Thomas Young (1773 - 1829), 4. Fortsetzung

- **1801 Theorie des Farbsehens: Die Netzhaut besitzt drei verschiedene Rezeptoren.  
Im Rahmen dieser Theorie:  
Erklärung der Farbenblindheit,  
Erklärung der Ursachen des Astigmatismus: Hornhautverkrümmung.**
- **1805 Arbeit über die Kohäsion von Flüssigkeiten  
mit Abschätzung für den Durchmesser der Moleküle.**
- **1807 erster Kymograph (Wellenschreiber)**
- **1809 - 1818 Stein von Rosette:  
Vorarbeiten für Champollion 1822, aber nicht anerkannt von diesem.**

*Wie sehr mir auch der Name Newtons Achtung einflößt, es kann mich dies nicht dazu verpflichten anzunehmen, er sei unfehlbar gewesen. Ich muss sogar mit Bedauern feststellen, dass er irren konnte und dass sein Ansehen vielleicht manchmal sogar den Fortschritt der Wissenschaft gehemmt hat.*

**Thomas Young 1801**



## Carl Friedrich Gauß<sup>2</sup>

(1777 Braunschweig - 1855 Göttingen)  
 Mathematiker, Physiker, Astronom,  
 Statistiker, Geodät, Elektrotechniker.  
*„Princeps mathematicorum“*

- Selbstzeugnis: Erst habe er rechnen, dann sprechen gelernt.
- 3-jährig: Korrektur des Vaters bei der Lohnabrechnung.
- 9-jährig (ca.): Gaußsche Summenformel

|            |           |           |           |           |           |     |          |          |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|----------|----------|
| 1          | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | ... | 99       | 100      |
| <u>100</u> | <u>99</u> | <u>98</u> | <u>97</u> | <u>96</u> | <u>95</u> | ... | <u>2</u> | <u>1</u> |
| 101        | 101       | 101       | 101       | 101       | 101       | ... | 101      | 101      |

Pythagoreer (6. - 5. Jh. v. u. Z.):

```

*   o o o o
* *  o o o
* * *  o o
* * * * o
    
```

2 Dreiecke aus Steinchen wie in der Abb.  
 ergeben n Zeilen zu je n + 1 Steinchen.

Daraus folgt

die „gaußsche“ Summenformel  $\sum k = n(n + 1) / 2$ .

---

<sup>2</sup> Vgl. den als lesenswert ausgezeichneten Artikel bei Wikipedia.

## Carl Friedrich Gauß (1777 - 1855), Fortsetzung

- 11-jährig: Gymnasium (Vermittlung des Assistenten Martin Bartels)
- 14-jährig wurde er dem Herzog vorgestellt, der ihn sodann finanziell unterstützte.
- 15-jährig: Vermutung des Primzahlsatzes:  
 $\pi(x) = \text{Anzahl der Primzahlen} \leq x$   
(Zähler und Nenner „asymptotisch äquivalent“.)  
(Auch von Legendre 1798 vermutet, strenger Beweis erst 1896.)

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\pi(x)}{\frac{x}{\ln(x)}} = 1.$$

**1792 bis 1795: Vor-Studium in Braunschweig**

Dort erkannte Prof. E. A. W. von Zimmermann (Geograph u. Biologe) sein mathematisches Talent, förderte ihn und wurde ihm ein väterlicher Freund.

- 16-jährig ahnte Gauss, dass es eine nichteuklidische Geometrie geben müsse.  
(12-jährig schon der Beweisführung in der elementaren Geometrie misstraut.)

**Ab Oktober 1795 Göttingen:**

Studium u. a. bei Abraham Gotthelf Kästner (Mathematik)  
und Georg Christoph Lichtenberg (Physik).

Freundschaft mit Wolfgang Bolyai.

## Carl Friedrich Gauß (1777 - 1855) (2. Fortsetzung)

- **18-jährig: Konstruierbarkeit des regelmäßigen Siebzehnecks mit Zirkel und Lineal:**  
Sensation, denn seit 2000 Jahren gab es auf diesem Gebiet kaum Fortschritte.
- **18-jährig (1795): Methode der kleinsten Quadrate (1809 publiziert).**
- **19-jährig: Ankündigung der *Disquisitiones Arithmeticae*,**  
**21-jährig fertig, Leipzig 1801; > 500 S.**
- **19-jährig: Viele Eigenschaften der elliptischen Funktionen gefunden**  
**(nichts darüber publiziert).**
- **22-jährig: 1799 Doktorarbeit an der Universität Helmstedt**  
**mit dem Beweis des Fundamentalsatzes der Algebra:**  
*Jedes reelle Polynom lässt s. i. reelle Polynomfaktoren vom Grad 1 oder 2 zerlegen.*  
**Sein Doktorvater war Johann Friedrich Pfaff**
- **24-jährig (1801): Bahnberechnung der Ceres**  
**mit seiner Methode der kleinsten Quadrate, die man darauf wiederfand.**

### Carl Friedrich Gauß (1777 - 1855) (3. Fortsetzung)

- 1811 (spätestens): geometrische Darstellung der komplexen Zahlen mittels der gaußschen Zahlenebene.
- 1833 kirchhoffsche Regeln für Stromkreise (Gustav Robert Kirchhoff erst 1845).
- 1833 mit Wilhelm Eduard Weber erste elektromagn. Telegrafenerbindung d. Erde.

**Vieles andere mehr! Epochale Bedeutung.**

**Gauß hatte nur einen Bruchteil seiner Entdeckungen veröffentlicht:  
Tiefgründigkeit und Reichweite seines Werks erschlossen sich der Nachwelt in vollem Umfang erst, als 1898 sein Tagebuch entdeckt und der Nachlass bekannt wurde.**

*„Pauca sed matura (Weniges, aber Reifes)“*

*„Es ist nicht das Wissen, sondern das Lernen, nicht das Besitzen, sondern das Erwerben,  
nicht das Dasein, sondern das Hinkommen, was den größten Genuss gewährt.“*



**Niels Henrik Abel (1802 - 1829),**  
**norwegischer Mathematiker**

*„... dass er der größte Mathematiker der Welt werden kann,  
wenn er lange genug lebt.“*

**Abels Schullehrer Holmboe**

*„Abel ist einer jener seltenen Menschen, die die Natur kaum  
einmal im Jahrhundert hervorbringt.“*

**August Leopold Crelle, 1829**

**Einer der bedeutendsten Mathematiker des 19. Jahrh.**

**Geboren in einer Familie in sehr beschränkten materiellen Verhältnissen.**

**Sehr sensibel, körperlich schwächlich und anfällig. Erster Unterricht vom Vater.**

**13-jährig Domschule in Christiana (Oslo):**

**Sein Lehrer Holmboe erkannte Abels Begabung und förderte ihn in jeder Weise,  
gab ihm Newton, Euler, Lagrange, Laplace, d’Alembert u. a. zum Lesen.**

**Abel machte sich unglaublich schnell die mathematischen Ergebnisse seiner Zeit  
zu eigen und begann, eigene Untersuchungen anzustellen.**

**Niels Henrik Abel (1802 - 1829), Forts.**

**19-jährig Universität von Christiania.**

**22-jährig: Satz von Abel-Ruffini: (Paolo Ruffini 1799: unvollständiger Beweis)**

**Die Auflösung von Gleichungen ab 5. Grades in Wurzelausdrücken ist unmöglich.**

**Gleichungen 3. Grades:  $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$ :**

**3 Lösungen, i. Allg. 2 ineinandergeschachtelte Wurzeln.**

**Gleichungen 4. Grades:  $ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e = 0$ :**

**4 Lösungen, i. Allg. 3 ineinandergeschachtelte Wurzeln.**

**Gleichungen n-ten Grades mit  $n > 4$ :**

**n Lösungen, i. Allg. durch ineinandergeschachtelte Wurzeln nicht möglich.**

**Weiterer Markstein in der Geschichte der Mathematik:**

**„Über die binomische Reihe“: Konvergenz von (unendlichen) Reihen.**

**23-jährig: Pariser Aufenthalt Juli 1826 war unglücklich:**

**Er war arm, litt an Depressionen, Tbc diagnostiziert (damals ein Todesurteil).**

**Großangelegte Studie über elliptische Integrale (von Cauchy verschluckt).**

**26-jährig verstorben.**

## Niels Henrik Abel (1802 - 1829), 2. Forts.<sup>3</sup>

### Nach Abel sind folgende mathematische Strukturen benannt:

- **Abelsche Erweiterung, eine galoissche Körpererweiterung mit abelscher Galoisgruppe**
- **Abelsche Gruppe, eine Gruppe, für die das Kommutativgesetz gilt**
- **Abelsche Identität, ein Ausdruck für die Wronski-Determinante zweier linear unabhängiger homogener Lösungen einer linearen Dgl. zweiter Ordnung**
- **Abelsches Integral, ein Integral über eine rationale Funktion in der komplexen Ebene**
- **Abelsche Integralgleichung, eine spezielle volterrasche Integralgleichung 1. Art**
- **Abelsche Kategorie, eine Kategorie, die sich im Wesentlichen wie die Kategorie der abelschen Gruppen verhält**
- **Abelsche partielle Summation, eine bestimmte Umformung einer Summe von Produkten jeweils zweier Zahlen**
- **Abelsche Projektion, eine spezielle Projektion in einer Von-Neumann-Algebra**
- **Abelsche Varietät, eine vollständige, zusammenhängende Gruppenvarietät**

---

<sup>3</sup> Wörtlich nach Wikipedia.

## **Niels Henrik Abel (1802 - 1829), 3. Forts.<sup>4</sup>**

### **Zudem sind nach Abel folgende mathematische Sätze benannt:**

- **Abelscher Grenzwertsatz, ein Satz zur Konvergenz einer Potenzreihe im Randpunkt des Konvergenzintervalls.**
- **Kriterium von Abel, ein Konvergenzkriterium für unendliche Reihen.**
- **Abelsches Lemma, ein Satz zur absoluten und lokalgleichmäßigen Konvergenz von Potenzreihen.**

### **Weiter sind nach Abel benannt:**

- **Abel-Preis, ein hochdotierter Preis für Leistungen in der Mathematik, den die Norwegische Akademie der Wissenschaften jährlich seit 2003 vergibt.**
- **Abel (Mondkrater), ein Mondkrater im Nordwesten des Mare Australe auf der Mondvorderseite.**

---

4 Wörtlich nach Wikipedia.

## Sir William Rowan Hamilton

**\*1805 in Dublin; † 1865 bei Dublin,**

**irischer Mathematiker und Physiker.**

*„Ich sage nicht, dieser junge Mann  
wird der erste Mathematiker seiner Zeit sein,  
sondern er ist es.“*

**Prof. Brinkley, Royal Astronomer of Ireland,  
über den 18-jährigen Hamilton**



**W. R. Hamilton wurde von seinem Onkel (Priester und Linguist) erzogen,  
doch**

**seine mathematische Entwicklung scheint völlig ohne Beteiligung anderer  
zustande gekommen zu sein:**

## William Rowan Hamilton (1805 - 1865), Fortsetzung

**Mit 3 Jahren konnte er lesen und rechnen.**

**Mit 5 Jahren übersetzte er lateinische, griechische und hebräische Texte.**

**Sehr früh: intensive mathematische Studien; ausgezeichneter Kopfrechner.**

**Mit 10 Jahren verschlang er eine lateinische Ausgabe von Euklid.**

**Mit 12 Jahren griff er zu Newtons *Arithmetica universalis* als Einführung in die moderne Analysis.**

**Mit 12 Jahren konnte er 12 Sprachen, darunter außer den klassischen und modernen europäischen Sprachen auch Persisch, Arabisch, Hindi, Sanskrit, Marathi und Malaiisch.**

**Mit 12 Jahren forderte er Zerah Colburn, einen 13jährigen Jungen mit „Rechen-genie“ heraus, gegen den er allerdings unterlag.**

**Folgende Jahre: Er las Clairauts *Algebra*, Newtons *Principia* u. a.**

**Mit 16 Jahren: Beim Studium d. umfangr. *Himmelsmechanik* von Laplace entdeckte er einen Fehler, was die Aufmerksamkeit John Brinkleys auf ihn lenkte.**

**Mit 18 Jahren: „Hamiltonsches Prinzip der kleinsten Wirkung“**

**Studium in Dublin: 1823 u. 1826 Bestnoten, 2 wichtige Veröffentlichungen.**

**Mit 21 Jahren (noch vor Abschluss) Prof. f. Astronomie am Trinity College Dublin.**

## **Hamilton (1805 - 1865), 2. Fortsetzung**

### **Einige wichtige Leistungen Hamiltons:**

#### **1) Optik:**

**Aus der Wellenoptik folgt für kleine Wellenlängen die geometrische Optik.  
Er begründete die Theorie der Abbildungsfehler.**

#### **2) Mechanik:**

**Bereicherung (Verfeinerung) der analytischen Mechanik**

**(1. Newton, 2. Lagrange, 3. Hamilton): Prinzip der extremalen Wirkung**

**Grundlage der statistischen Mechanik (sehr große Teilchenzahlen)**

**Ähnlichkeiten zwischen den mechanischen Gesetzen**

**(die die Bewegung von Körpern beschreiben)**

**und den wellentheoretischen Gesetzen**

**(die die Fortpflanzung von Schwingungen beschreiben).**

**=> De Broglie: „Meine jugendliche Phantasie kam aber in Gang,**

**und ich stellte mir die Frage,**

**ob diese Ähnlichkeit nicht einen tieferliegenden Sinn hätte.“**

**-**

**Antwort: Quantenmechanik; Elektronenbeugung.**

#### **3) Quaternionen**

## Hamilton (3. Fortsetzung): Quaternionen

**Quaternionen: eine Erweiterung der komplexen Zahlen auf 4 Dimensionen, beschäftigten Hamilton die letzten 20 Jahre seines Lebens.**

**1840 Entdeckung der Quaternionen: Benjamin Olinde Rodrigues (1795 - 1851)  
1843 von William Rowan Hamilton wiederentdeckt.<sup>5 6</sup>**

$$x_0 + x_1i + x_2j + x_3k, \quad x_i \text{ reell}, \quad i^2 = j^2 = k^2 = i j k = -1.$$

**Es gelten Assoziativ- und Distributivgesetz sowie multiplikative Invertierbarkeit (d. h. zu jedem  $x \neq 0$  existiert das Inverse  $x^{-1}$ ), aber:**

**Kommutativgesetz gilt nicht, d. h. es gibt Quaternionen  $x$  und  $y$ , bei denen  $x y \neq y x$ .**

**Dennoch: Heutige Anwendungen:**

- interaktive Computergrafik, insbesondere bei Computerspielen,
- Steuerung von Satelliten,
- Programmierung von Industrierobotern.

---

5 [https://de.wikipedia.org/wiki/Olinde\\_Rodrigues](https://de.wikipedia.org/wiki/Olinde_Rodrigues)

6 <https://de.wikipedia.org/wiki/Quaternion>



als Studentin

## Marie Curie (1867 - 1934)<sup>7</sup>

geb. 7. November 1867

als **Marya Salomea Skłodowska**  
in **Warschau (Russisches Kaiserreich)**  
als **jüngstes von 5 Kindern,**

† **4. Juli 1934 bei Passy, Frankreich).**

**Nobelpreise 1903 (Ph.) u. 1911 (Ch.)**



Nobelpreisfoto 1911

- **Beide Eltern: vielseitig gebildete Pädagogen aus niederem polnischen Landadel,**
- **alle Geschwister sehr begabt.**
- **Marie konnte bereits mit vier Jahren lesen,**
- **überraschend gutes Gedächtnis, außergewöhnliche Konzentrationsfähigkeit**
  
- **begann frühzeitig Französisch, Deutsch, Russisch, später auch Englisch zu lernen.**
- **Mit 15 Jahren Abschluss des Gymnasiums (Klassenbeste, Goldmedaille).**

---

<sup>7</sup> Nach Karl-Peter Dostal, *Isotopenpraxis* 20 (1984) 7, S. 243 - 247, sowie [https://de.wikipedia.org/wiki/Marie\\_Curie](https://de.wikipedia.org/wiki/Marie_Curie) (exzellent ausgezeichnete Artikel).

## Marie Curie (1867 - 1934), Forts.

- 1884 (Anzeichen von Erschöpfung:) knappes Jahr Entspannung auf dem Lande.
- Danach einige Jahre Hauslehrerin, erst in der Provinz, später wieder in Warschau.-  
Freizeit: lehrt Dorfkindern Lesen und Schreiben, eigene Weiterbildung,  
legt sich auf Mathematik und Physik fest, trifft Vorbereitungen für Paris.  
(Die Hochschulen im damaligen Polen waren den Frauen verschlossen.)

- Anschluss an eine Gruppe bildungsbeflissener fortschrittl. gesinnter Jugendlicher.  
Die dortige Atmosphäre geistiger und sozialer Kameradschaft hat sie nachhaltig beeinflusst: Noch 40 Jahre später bekennt sie sich zu den damaligen Idealen:

*„Wir dürfen nicht hoffen, eine bessere Welt zu erbauen, ehe nicht die Individuen besser werden. In diesem Sinn soll jeder von uns an seiner eigenen Vervollkommnung arbeiten, indem er auf sich nimmt, was ihm ... an Verantwortlichkeit zukommt, und sich seiner Pflicht bewusst bleibt, denen zu helfen, denen er am ehesten nützlich sein kann.“*

In jenem Kreis nahm sie auch positivistisches Gedankengut in sich auf, was ihr später dazu verhalf, den atomaren Charakter der Radioaktivität zu verstehen.

## Marie Curie (1867 - 1934), 2. Forts.

**- Nov. 1891 Immatrikulation Sorbonne.**

**Lebt sehr bescheiden, nach anfängl. Geselligkeit m. jungen poln. Intellektuellen auch sehr zurückgezogen, um sich völlig auf das Studium zu konzentrieren.**

**1893 -1896 mehrere Prüfungen m. ausgezeichn. Leistungen, u. a. Professorentitel.**

**Juli 1895 Heirat mit Pierre Curie.**

**Dez. 1897 Auswahl ihres Dissertationsthemas: Uranstrahlung [Becquerel Feb. 1896]:**

**Messungen der Ionisationsströme mit Elektrometer**

**(von Pierre u. Jacques Curie entwickelt, Ströme  $< 10^{-11}$  A).**

**Nach einigen Wochen: Proportionalität von Strahlungsintensität und Urangehalt der untersuchten Substanzen.**

**1898: Bei Durchmusterung aller bekannten chemischen Elemente entdeckte sie ähnliche Wirkung beim Thorium (unabhängig von Gerhard Carl Schmidt) und prägte daraufhin den Begriff *Radioaktivität*.**

## Marie Curie (1867 - 1934), 3. Forts.

### 1898: Forts.:

- **Pechblende und Chalkolith strahlten viel intensiver, als dem U-Gehalt entspricht:  
Marie Curie: richtig gedeutet: unbek. sehr aktives Element, vermutete ca. 1%.\*)**
- **Ab Frühjahr aktive Mitarbeit v. Pierre Curie (vorher nur indirekt beteiligt).**
- **13. Juni: Entdeckung des Poloniums.**
- **Herbst: Bei ihr Fingerspitzen entzündet: erste Symptome ihrer Strahlenkrankheit.  
Entdeckung des Radiums (Mithilfe von Gustave Bémont (Trennung) und  
Demarçay (Spektrallinie des Radiums im UV))**
- \* **Später: In Pechblende ist Ra nur im (Massen-)Verhältnis 1: 7106 enthalten,  
Po ist noch 4500mal seltener.**

*„Ob wir in unserer Absicht durchgehalten hätten, wenn uns der wirkliche Gehalt ... bekannt gewesen wäre, ist sehr fraglich. Das eine nur kann gesagt werden, dass uns die Fortschritte unserer Arbeit in einer unerhörten Spannung hielten, obwohl immer größere Schwierigkeiten auftraten.“* Marie Curie in ihrer Autobiografie

## Marie Curie (1867 - 1934), 4. Forts.

**1898 Anfang einer Titanenarbeit: Konzentration der Curies auf das „häufigere“ Ra.  
Zusätzlich sehr zeitaufwendige Lehrtätigkeit von Pierre u. (später) Marie Curie.**

**- Jan. 1899: Marie Curie formuliert klar Radioaktivität als Atomumwandlung !**

**- Pierre: physikalische Wirkungen der Radioaktivität (mit Sagnac und Debierne),**

**- Marie: chemische Isolierung des Ra aus großen Mengen Pechblende-Abfällen:  
körperliche Schwerstarbeit in baufälligem, zügigem Schuppen.**

**1902 Marie hat endlich 10 g reines  $\text{RaCl}_2$  :**

**erstmal Atomgewicht des Ra: endgültige Sicherstellung der Entdeckung.**

**1903, Juni: Verteidigung ihrer Dissertation: gründl. Überblick über alle Fakten u.  
theoret. Vorstell. z. Radioaktivität. Viel kopiert: Ablenkung  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  im Magnetfeld.**

**Beide Curies lehnten Patentschutz ab =>**

**schon um 1900 stürmische Entwicklung der neuen Disziplin, öffentliches Interesse:  
Physiolog. Wirkg. (Walkhoff, Giesel 1900), Wärmewirkg. (P. Curie, Laborde 1902);  
aus den Rückständen der Uranverarbeitung isolierte man immer neue Nuklide;  
Fragen zur vermeintlichen Unveränderlichkeit der Atome.**

## Marie Curie (1867 - 1934), 5. Forts.

- Jules Henri Poincaré: „*großer Revolutionär Radium*“.
- Henry Solomon Lipson (The Great Experiments in Physics) 1968:  
„*Ohne die Entdeckung des Radiums wäre ein großer Teil der darauffolgenden Arbeiten unmöglich gewesen, und wir hätten vielleicht bis zum heutigen Tage noch keine Erklärung für die Radioaktivität gefunden.*“

**1903 Zunehmende Würdigungen für beide Curies:**

**Osirispreis, Nov. Davy-Medaille, Dez. (mit Becquerel) Physik-Nobelpreis.**

**1906, April: Unfalltod Pierre Curies.**

**Marie lehnt vorgeschlagene Pension ab, erhält den Lehrstuhl Pierres, dadurch erste Hochschullehrerin in Frankreich.**

**1910 erstmalig metallisches Ra (mit André-Louis Debierne):**

**Elektrolyse v.  $\text{RaCl}_2$ -Lösung., Zersetzung d. a. d. Hg-Katode gebild. Ra-Amalgams.**

**1911 Chemie-Nobelpreis.**

**1913 Warschau-Reise: Einweihung des polnischen Radiuminstituts.**

**1914 für sie auch in Frankreich ein Radiuminstitut fertiggestellt.**

## Marie Curie (1867 - 1934), 6. Forts.

### Erster Weltkrieg:

- **Kriegsanleihe aus den Preisen an den französischen Staat.**
- **Sie organisiert den in Frankreich kaum entwickelten Röntgendienst:  
Umbau von 20 Privatautos in Röntgenstationen zur Behandlung in Frontnähe,  
lernt Anatomie u. Autofahren, richtet in Frankr. 200 radiologische Zentren ein,  
untersucht persönlich über tausend Verwundete,  
Ausbildung (später mit Kollegin Klein u. Irène:) einer großen Zahl von Röntgen-  
assistenten (allein von 1916 bis 1918 150 Helferinnen),**
- **Woche für Woche eigenhändig Extraktion der Radium-Emanation  
für die Narben- und Hautbehandlung.**

**Materiell ruiniert, gesundheitlich (wiederum) erschüttert.**

### 2 USA-Reisen:

- **1921: anstrengend, aber Geschenk 1 g Ra (ca. 100 000 Dollar), 9 Ehrendoktorate.**
- **1929: 50 000 Dollar für den Ankauf von Ra für das Radium-Institut in Warschau.**

## Marie Curie (1867 - 1934), letzte Forts.

### Zurückgekehrt

- muss sie weiterhin um finanzielle Mittel kämpfen,
- wird gelegentlich mit der Frage konfrontiert, ob es nicht besser gewesen wäre, ihre breit genutzten Erfindungen patentieren zu lassen. Ihre Antwort:

*„Die Menschheit braucht ... auch Schwärmer, deren Drang, gesteckte Ziele zu erreichen, derartig groß ist, dass sie ihre persönlichen Interessen völlig außer acht lassen, dass sie gar nicht in der Lage sind, an eigene materielle Vorteile zu denken.“*

Es gelang Marie Curie, von Jahr zu Jahr ihr Laboratorium zu bereichern.

A. F. Joffe: *„Sie fühlte sich für jeden Versuch ihrer Mitarbeiter verantwortlich.“*

1919 bis 1934 fast 500 Publikationen, davon etwa 30 von ihr selbst.

Sie hatte die kernphysikalische Experimentiertechnik maßgebend mitgeprägt.

Seit 1922 besonders engagiert in der *Völkerbund-Kommission für geistige Zusammenarbeit* um Vereinheitlichungen in der Wissenschaft, Verbesserung des Hochschulunterrichts, Förderung des Nachwuchses, Koordinierung der wissenschaftlichen Arbeit in ganz Europa.

Marie Curie starb am 4. Juli 1934 im Alter von 67 Jahren.

**Srinivasa Ramanujan Aiyangar (1887 - 1920),**

**indischer Mathematiker (Autodidakt)**

**Godfrey Harold Hardy:**

*Einige Formeln „erschlugen mich regelrecht; ich hatte zuvor nichts auch nur im Entferntesten Ähnliches zu Gesicht bekommen.*

*Ein einziger Blick darauf genügte, um zu erkennen, dass nur ein Mathematiker allerhöchsten Ranges sie niedergeschrieben haben konnte. Sie mussten wahr sein, denn wären sie das nicht gewesen, so hätte kein Mensch die Phantasie besessen, sie zu erfinden.“*



**Srinivasa Ramanujan Aiyangar (1887 - 1920), Forts.**

- 9-jährig: bester Schüler des Distrikts.**
- 11-jährig: als „Mathematik-Wunderkind“ in seiner Schule bezeichnet, höheres mathematisches Wissen als College-Studenten.**
- 13-jährig: neuartige von ihm angegebene Formeln erstaunten die Lehrer.**
- 14-jährig: erste Zertifikate und Auszeichnungen für besondere mathematische Verdienste.**
- 16-jährig: Aneignung von über 5000 mathematischen Sätzen aus einem Mathematik-Kompendium.**
- 17-jährig: Berechnung der Euler-Mascheroni-Konstante auf 15 Nachkommastellen im Kopf, hat selbständig die Bernoulli-Zahlen gefunden.**
- 20-jährig: mehrere gescheiterte Schulabschlüsse, wurde nie Universitäts-Student.**
- 21-jährig (1909): Heirat eines 10-jährigen Mädchens (auf Wunsch seiner Mutter).**
- 26-jährig (1914 -1919): England-Aufenthalt bei Godfrey Harold Hardy, dem damals bedeutendsten engl. Mathematiker.**
- 32-jährig (1920) gest. in Indien. (Seine Witwe lebte bis 1994.)**

**Srinivasa Ramanujan Aiyangar (1887 - 1920), 2. Forts.**

$$\sqrt{1 + 2\sqrt{1 + 3\sqrt{1 + \dots}}} = 3$$

$$1 - 5 \left(\frac{1}{2}\right)^3 + 9 \left(\frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}\right)^3 - 13 \left(\frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6}\right)^3 + \dots = \frac{2}{\pi}$$

$$\frac{1}{1 + \frac{e^{-2\pi}}{1 + \frac{e^{-4\pi}}{1 + \frac{e^{-6\pi}}{\ddots}}}}} = \left( \sqrt{\frac{5 + \sqrt{5}}{2}} - \frac{\sqrt{5} + 1}{2} \right) \cdot e^{2\pi/5} = \left( \sqrt{2 + \Phi} - \Phi \right) \cdot e^{2\pi/5}$$

$$\frac{1}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{9801} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(4n)!}{(n!)^4} \cdot \frac{1103 + 26390n}{396^{4n}} \quad \text{(schnelle Konvergenz)}^8$$

---

8 Vieles Weitere bei Wikipedia.

## Wolfgang Ernst Pauli (1900 - 1958)

**österreichischer Physiker und Philosoph,  
einer der letzten Universalphysiker,  
Mitbegründer der Quantenmechanik.**

*„Ein Genie, nur vergleichbar mit Einstein,  
wissenschaftlich vielleicht noch größer.“* Max Born

*„Die enorme Schärfe seiner Kritik, seine  
außerordentliche Klarheit und vor allem die  
rücksichtslose Ehrlichkeit, mit der er stets den  
Nachdruck auf die ungelösten Schwierigkeiten legt,  
bewirkt, dass er als unschätzbare Triebkraft der  
neueren Forschung gelten muss.“*

**Paul Ehrenfest 1931**



**Er war „der kritischste u. logisch sowie mathematisch anspruchsvollste Fachgenosse“.**

**John von Neumann**

**Wolfgang Ernst Pauli (1900 - 1958), Forts.**

**Der Vater, Mediziner, erkannte und förderte die Genialität des Sohnes.  
Ernst Mach war W. E. Paulis Patenonkel.**

**13-jährig: Wolfgang E. Pauli las bereits die Werke von Mach und Euler,  
auch Einstein.**

**16-jährig: Sein Lehrer hielt ihn für eine „so phänomenale Begabung für Mathematik  
und Physik, dass da ein neuer Gauß oder Boltzmann heranzuwachsen verspricht.“  
Er galt schon auf dem Wiener Gymnasium als Wunderkind.**

**18-jährig: - Müheloses Abitur mit Auszeichnung.**

**- „...schon im vollen Besitz der math. u. math.-phys. Methoden.“ (Sommerfeld)**

**- 1. Publikation: über die allg. Relativitätstheorie: Bewunderung Einsteins.**

**19-jährig: - 2 weitere Arbeiten zur allg. Relativitätstheorie:**

**H. Weyl: „ ... nahezu unbegreiflich“.**

**- Großer Übersichtsartikel zur allg. Relativitätstheorie,**

**von Einstein hochgelobt.**

**21-jährig: Promotion summa cum laude:**

**Erstmals die Schwächen der Atomtheorie Sommerfelds erkannt.**

## Wolfgang Ernst Pauli (1900 - 1958), 2. Forts.

- 24-jährig: - Verurteilung des „Kopenhagener Putschs“  
(Bohr u. a.: Energieerhaltung aufgeweicht.)**
- **Entdeckung des Paulischen Ausschließungsprinzips (Nobelpreis 1945):**  
Alle Atomelektronen haben 4 Quantenzahlen  $n$ ,  $l$ ,  $m$  und  $s$ , unterscheiden sich i. mindestens einer: Elektronen sind „antisozial“. Erklärung des Periodensystems (nach 60 Jahren) u. v. a. m, s. unten.

### Anfang 1925 ff.: Mitbegründer der Quantenmechanik:

- Okt. 1925 „*Altes Testament*“ (fast 1-jährige Arbeit zur bisherigen Quantentheorie).
- Ende 1925: Wasserstoff-Spektrum mit der Matrizenmechanik berechnet:  
überzeugte die meisten Physiker, dass die Quantenmechanik korrekt ist.
- Beweis: Äquivalenz v. Matrizenmechanik (Juli 1925) u. Wellenmechanik (Jan. 1926)
- Okt. 1926: Unbestimmtheitsrelation (qualitativ).
- 1933: „*Neues Testament*“: umfangreiche Darstellung der neuen Quantenmechanik.

**Wolfgang Ernst Pauli (1900 - 1958), 3. Forts.**

**1930 (1933): Neutrino-Hypothese (Nachweis erst 1956: Cowan u. Reines).**

**1932 ff.: Freundschaft und Gedankenaustausch mit C. G. Jung.**

**1934 ff.: Mesonentheorie.**

**1955: Pauli-Lüders-Theorem (CPT-Theorem).**

**1958, März: Distanzierung v. Heisenbergs einheitl. Feldtheorie d. Elementarteilchen.**

**1958, 15.12. Tod durch enormen inoperablen Pankreastumor.**

**Victor F. Weisskopf (Trauerrede):**

*„Im Namen aller Akademien und wissenschaftlichen Institute der ganzen Welt:  
Wo immer Wissenschaft getrieben wird, ist der Name Paulis groß“.*

**Pauli:**

*„Die zukünftige Entwicklung muss eine solche Erweiterung der Physik,  
vielleicht zusammen mit der Biologie, mit sich bringen,  
dass die Psychologie des Unbewussten in ihr aufgenommen werden kann.“*

## Exkurs: Beispiele zur Bedeutung des Pauli-Prinzips<sup>9</sup>

**Das Pauli-Prinzip reicht weit über das Verhalten der Elektronen im Atom hinaus, u. a. deswegen, weil die Bestandteile der Materie (p, n, q, e) Fermionen sind.**

**1. Die Rydberg-Beziehung (Johannes Robert Rydberg 1906):**

**Die Perioden des Periodensystems sind 2, 8, 18, 32, 50 ... =  $2 \cdot n^2$  lang.**

**2. Antwort auf eine Kardinalfrage von Bohr schon aus der alten Quantentheorie:**

**„Warum befinden sich nicht alle Elektronen im energetischen Grundzustand?“**

**3. Periodensystem war nun grundsätzlich verstanden. (1862 - 1869 :**

**Béguyer de Chancourtois, Newlands, Meyer, Odling, G. D. Hinrichs, Mendelejew)<sup>10</sup>:  
Widerspiegelg. d. Periodizität im Schalenbau d. Atomhülle. (Permanenzprinzip).**

**4. Gesamtes empir. Material d. Spektroskopie: in Übereinstimmg. m. Pauli-Prinzip:**

**In keinem Atom, Molekül oder größerem innerlich verbundenen Komplex dürfen  
Elektronen vorhanden sein, die in allen Quantenzahlen übereinstimmen.**

---

<sup>9</sup> Gekürzt entnommen aus meinem Aufsatz in: „Wolfgang Pauli - Mittler zwischen Natur- und Geisteswissenschaften“, Leipziger Universitätsverlag GmbH 2009, ISBN 978-3-86583-380-8.

<sup>10</sup> Karl-Peter Dostal, Die Geschichte des Periodensystems der chemischen Elemente von den Anfängen bis zur Gegenwart, Teil 1, Isotopenpraxis 16 (1980), 11, S. 345 f.

## **Exkurs: Beispiele zur Bedeutung des Pauli-Prinzips, Forts.**

### **5. Chemie:**

**Dadurch, dass die Elektronen in einem Atom wegen d. Pauli-Prinzips schichtweise Energie-Ebenen aufbauen => Vielfalt der Stoffe, Reichhaltigkeit der Chemie.**

**Andernfalls wäre jedes Atom im wesentlichen derselbe Klumpen von Elektronen um e. Atomkern (z. B. Eigenschaften von  $^{79}\text{Au}$  kaum von  $^{80}\text{Hg}$  oder  $^{82}\text{Pb}$  unterscheidbar). Es sind gerade die Wellenfunktionen der angeregten Zustände, die die Atome in die Lage versetzen, sich zu Molekülen zusammenzuschließen: Wären alle Elektronen im kugelsymmetr. Grundzustd., gäbe es keine komplexeren Moleküle, u. das Universum wäre ziemlich eigenschaftslos; es gäbe auch kein Leben, wie wir es kennen.**

### **6. Atomkerne:**

- Weil deren Bausteine dem Pauli-Prinzip unterliegen, unerlässlich für d. Verständnis der Kerne. So können nur max. 4 Nukleonen (2 p und 2 n mit je 2 Spinrichtungen) ein Kern-Energieniveau besetzen. => Schalenmodell des Atomkerns 1948/1949.**
- Wenn sich der gegenseit. Abstand d. Nukleonen verkleinert, verkleinert sich nach dem Pauli-Prinzip die Bindungsenergie der Nukleonen. =>**
- Wäre die Nukleon-Nukleon-Kraft nur 30% schwächer, so würde die Wirkung des Pauli-Prinzips überwiegen, d. h. kein Atomkern wäre stabil!**

## Exkurs: Beispiele zur Bedeutung des Pauli-Prinzips, 2. Forts.

### **7. Das Pauli-Prinzip bestimmt wesentlich das Verhalten von Festkörpern:**

#### **a) Es erklärt die Raumausfüllung materieller Dinge:**

- **Richard Feynman:** *„Die Elektronen können nicht alle aufeinanderhocken - diese Tatsache ist es, die einen Tisch und alles andere zu einem harten Gegenstand macht.“*  
(Materie ist nicht beliebig komprimierbar, sie muss e. minimal. Raum ausfüllen.)
- **Paul Ehrenfest (Ansprache zur Verleihung der Lorentzmedaille an Pauli 1931):**  
*„Darum sind also die Atome so unnötig dick; darum der Stein, das Metallstück etc. so voluminös! Sie müssen zugeben, Herr Pauli: Durch eine partielle Aufhebung Ihres Verbotes könnten Sie uns von gar vielen Sorgen des Alltags befreien: z. B. vom Verkehrsproblem unserer Straßen.“*

#### **b) Es erklärt viele Tieftemperaturphänomene.**

- **Z. B., warum die Metallelektronen nur wenig zur spezifischen Wärme beitragen:**  
(Ihre Nullpunktsenergie ist schon so hoch, dass geringe Temperaturänderungen keine wesentliche Änderung ihrer Energieverteilung bewirken.)
- **Unterschiede von  $^3\text{He}$  und  $^4\text{He}$  bei tiefen Temperaturen.**

## **Exkurs: Beispiele zur Bedeutung des Pauli-Prinzips, letzte Forts.**

### **7 c) Elektrizität und Magnetismus**

**Ohne das Pauli-Prinzip gäbe es keinen elektrischen Strom, denn Elektrizitätsleitung setzt voraus, dass Elektronen leicht von Atomen abgetrennt werden können.  
Pauliprinzip erklärt auch Paramagnetismus u. Ferromagnetismus.**

### **8. Elementarteilchenphysik**

**$\Delta^{++}$ -Baryon aus 3 Up-Quarks m. parallelen Spins: => Quantenchromodynamik.**

### **9. Sterne**

- Weiße Zwerge (z. B. Sonne in ca. 8 Mrd. Jahren): durch Kräfte stabilisiert als Folge des Pauliprinzips: Gegendruck, der dem Gravitationsdruck standhalten kann.  
(Restmasse muss  $< 1,44$  Sonnenmassen: Chandrasekhar-Grenze.)**
- Neutronensterne: ähnlich bei  $< 2,16$  Sonnenmassen (20 % höher bei rotierenden):  
Tolman-Oppenheimer-Volkoff-Grenze [Daten vom Jan. 2018].**



**John von Neumann (1903 - 1957),**

*Neumann János Lajos*

**(1903, Budapest, - 1957, Washington, D. C.),  
jüdisch-österreichisch-ungarischer Herkunft,**

**Dipl.-Chemie-Ingenieur, theoretischer Physiker,  
einer der genialsten und vielseitigsten Mathematiker des 20. Jh.**

- 6-jährig konnte er mit hoher Geschwindigkeit 8-stellige Zahlen im Kopf dividieren.
- Außergewöhnliches Gedächtnis, z. B. konnte er  
den Inhalt einer Buchseite nach einem kurzen Blick darauf präzise wiedergeben.

**Der Gymnasiast**

- zeigte überdurchschnittliche Intelligenz (später von Nobelpreisträgern bestaunt),
- glänzte durch mathematische Leistungen,
- mit 17 Jahren erster mathemat. Artikel (mit seinem Lehrer Michael Fekete).
  
- Später konnte er ganze Bücher wie Goethes *Faust* auswendig;  
besaß detailliertes historisches Wissen.

## John von Neumann (1903 - 1957), Forts.

- Ab 1921 Studium zum Chemie-Ingenieur in Berlin und Zürich (Diplom 1926).  
Mathematik zunächst als „Hobby“.
- Besuch von Math.-Kursen von Hermann Weyl u. George Pólya an der ETH Zürich.
- 1923 (19-jährig): neue Definition der Ordinalzahlen<sup>11</sup> (Brief an Zermelo):  
Jede natürliche Zahl ist die Menge der Zahlen, die schon definiert sind:

$$[ 0 := \{ \emptyset \} ]$$

$$1 := \{ 0 \} = \{ \emptyset \} .$$

$$2 := \{ 0, 1 \} = \{ \emptyset, \{ \emptyset \} \} .$$

$$3 := \{ 0, 1, 2 \} = \{ \emptyset, \{ \emptyset \}, \{ \emptyset, \{ \emptyset \} \} \} .$$

$$4 := \{ 0, 1, 2, 3 \} = \{ \emptyset, \{ \emptyset \}, \{ \emptyset, \{ \emptyset \} \}, \{ \emptyset, \{ \emptyset \}, \{ \emptyset, \{ \emptyset \} \} \} \} .$$

...

$$n + 1 := n \cup \{ n \} = \{ 0, 1, \dots, n \} .$$

- 1926 Mathematische Dissertation in Budapest auf dem Gebiet der Mengenlehre.
- Von 1926 bis 1929: jüngster Privatdozent der Berliner Universität.

---

<sup>11</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/Ordinalzahl#Die\\_nat%C3%BCrlichen\\_Zahlen\\_als\\_geordnete\\_Mengen](https://de.wikipedia.org/wiki/Ordinalzahl#Die_nat%C3%BCrlichen_Zahlen_als_geordnete_Mengen)

**John von Neumann (1903 - 1957), 2. Forts.**

- 1926/1927 Zusammenarbeit mit David Hilbert in Göttingen.
  - 1927 mathematische Begründung der Quantenmechanik (Buch 1932).
  - Ab 1928 Spieltheorie  
(Buch mit Morgenstern 1944, Anwendungen auf Wirtschaft und Kriegsführung).
  - 1929/1930 Universität Hamburg.
  - Ab 1930 Prof. in Princeton,  
ab 1933 ständig in den USA (mit Einstein, Kurt Gödel und H. Weyl).
  - Während des Krieges Teilnahme am Atombombenprogramm,  
nach dem Krieg Mitarbeit an der Wasserstoffbombe.
  - 1953 Prinzipien des Halbleiterlasers (unveröffentlicht).
  - Seit dem Krieg und zentrales Arbeitsgebiet der letzten Lebensjahre:  
Konzept des modernen Computers.
- 1957 Tod nach qualvollem Krebsleiden,  
möglicherweise durch Teilnahme an den Nukleartests verursacht.

Unvollendetes Buch (noch auf dem Totenbett):

*„Die Rechenmaschine und das Gehirn“.*



## Paul Erdős

**(1913 Budapest - 1996 Warschau),**

**jüdisch-ungarischer Herkunft,**

**einer der bedeutendsten Mathematiker des 20. Jh.,  
galt schon zu Lebzeiten als Legende.**

*„Wenn Zahlen nicht schön sind, wüsste ich nicht, was dann schön sein soll.“*

*„Es genügt nicht, an der richtigen Stelle zur richtigen Zeit zu sein.  
Man muss auch einen offenen Geist zum richtigen Zeitpunkt haben.“*

*„You don't have to believe in God, but you should believe in The Book.“*

*Dieses „transfinite Buch enthält die besten Beweise aller mathematischen Sätze,  
Beweise, die elegant und perfekt sind.“<sup>12</sup>*

---

<sup>12</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/Das\\_Buch\\_der\\_Beweise](https://de.wikipedia.org/wiki/Das_Buch_der_Beweise)

## Paul Erdős (1913 - 1996), Forts.

**3-jährig konnte Paul Erdős schon rechnen.**

**4-jährig konnte er Freunden der Familie im Kopf ausrechnen,  
wie viele Sekunden sie schon lebten.**

**4-jährig konnte er bereits 3- u. 4-stellige Zahlen miteinander im Kopf multiplizieren  
[später konnte er das nicht mehr].**

**4-jährig zu seiner Mutter:**

*„Wenn du von 100 die Zahl 250 abziehst, erhältst du 150 unter Null.“*

**Negative Zahlen kannte er noch nicht.**

*„Das war eine unabhängige Entdeckung von mir.“*

**11-jährig lernte er, sich die Schnürsenkel zuzubinden [Selbstzeugnis].**

**17-jährig Student**

**(Juden, die Gewinner nationaler Wettbewerbe waren, durften wieder studieren).**

**19-jährig eleganter elementarer Beweis,**

**dass zwischen  $n$  und  $2n$  (für  $n > 2$ ) immer eine Primzahl liegt.**

**21-jährig Dokortitel in Mathematik (Budapest).**

**1934 (21-jährig) England (wegen zunehmendem Antisemitismus),  
begegnete Hardy und Ulam.**

## Paul Erdős (1913 - 1996), 2. Forts.

- **Ab Ende der 1930er Jahre bis zu seinem Tode: ständige Reisen mit halbvollem Koffer v. Konferenz zu Konferenz, von Univ. zu Universität, um mit Mathematikern zusammenzuarbeiten (Zahlentheorie, Kombinatorik, Graphentheorie).**
- **Keine Wohnung, keine Familie; materiell einfaches Leben, irdische Güter bedeuteten ihm wenig.**

**Er publizierte ca. 1500 Abhandlungen (so viele wie kein anderer Mathematiker).**

**Halb-scherzhafte Erdős-Zahl:**

**Erdős = 0, seine 509 Co-Autoren = 1, usw.,**

**z. B.: Antoine Zimmermann (französischer Mathematiker) hat die Erdős-Zahl 4:**

***“I published a paper with Pascal Hitzler, who published a paper with Guo-Qiang Zhang who published a paper with Earl Rodney Canfield who published a paper with Paul Erdős.”***

**Paul Erdős (1913 - 1996), 3. Forts.**

**Durch Unmengen von Kaffee und dem Amphetamin Benzedrin:**

**19-Stunden-Tage, die er hauptsächlich der Mathematik widmete.**

**1979 Wette um 500 Dollar: 30 Tage ohne Aufputzmittel: Er hielt durch, meinte aber, die Wette habe die Mathematik um 1 Monat zurückgeworfen.**

**Mit Preisgeldern, die er gewann, unterstützte er begabte Studenten, spendete sie oder setzte sie als Preisgelder für schwierige Aufgaben aus.**

**1976 *Paul-Erdős-Preis* von Ung. Ak. d. Wiss. ihm zu Ehren f. Mathem. jünger als 40 J.**

**1977 israelischer *Erdős-Preis*: von ihm selbst zu Ehren seiner Eltern gestiftet.**

**24 nach ihm benannte math. Lehrsätze (z. T. mit Co-Autoren).**

**Tod im Alter von 83 Jahren auf einer Konferenz in Warschau (2 Herzinfarkte).**

**2003: Martin Aigner, Günter Ziegler: *Das BUCH der Beweise* (Mitarbeit Paul Erdős).**

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*