

# Constantin Carathéodory

## Bauingenieur und Mathematiker

### Griechenland in München

von Roland Bulirsch

Berlin, Sonntag.

Lieber Herr Kollege!

Ihre Ableitung finde ich wundervoll. Zuerst hatte mir ein auf der zweiten Seite befindlicher kleiner Schreibfehler Schwierigkeiten verursacht. Nun aber verstehe ich alles. Sie sollten die Theorie in dieser Form in den Annalen der Physik publizieren; denn die Physiker wissen gewöhnlich nichts von diesem Gegenstand, wie dies auch bei mir der Fall war. Ich muss Ihnen mit meinem Briefe erschienen sein, wie ein Berliner, der soeben den Grunewald entdeckt hat und fragt, ob darin schon Menschen gewesen sind.

Wenn Sie sich die Mühe geben wollen, mir auch noch die kanonischen Transformationen darzulegen, werden Sie einen dankbaren und gewissenhaften Zuhörer finden. Wenn Sie aber die Frage nach den geschlossenen Zeitlinien lösen, werde ich mich mit gefalteten Händen vor Sie hinstellen [...]. Hier steht etwas dahinter, des Schweisses der besten würdig.

Beste Grüsse

Ihr Albert Einstein

Mit gefalteten Händen vor Carathéodory, ein treffendes Bild! Einsteins Brief an Carathéodory drückt aus, was über Carathéodory zu sagen ist. Sie haben sich gut gekannt, waren Mitglieder der Preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin. Bei der Aufnahme Carathéodorys in die Akademie 1919 hatte kein geringerer als Max Planck die Laudatio gesprochen. Im Jahr zuvor war Carathéodory wieder nach Berlin zurückgekehrt, in seine Geburtsstadt. Von Berlin nach Berlin, aber auf welchen Wegen.

Am 13. September 1873 kommt er dort als Sohn des türkischen Gesandtschaftsattachés auf die Welt. Schon ein Jahr später kehren die Eltern auf die Hohe Pforte nach Konstantinopel zurück. 1875 wird der Vater türkischer Gesandter in Brüssel. Das war nicht ungewöhnlich. Carathéodorys Vorfahren standen in hohen Diensten der türkischen Sultane, die den Griechen ihr Vertrauen schenkten. Ein Großonkel, Alexander Carathéodory Pascha, war türkischer Botschafter in Rom, später Außenminister und

Rede zum 125. Geburtstag in Anwesenheit der Tochter Frau Despina Rodopoulou-Carathéodory. Ludwig Maximilians-Universität München, Fakultät für Mathematik und Informatik, 26. November 1998.

hat als türkischer Delegierter 1878 die Türkei auf dem Berliner Kongreß glänzend vertreten. Constantin Carathéodory wächst in Brüssel auf, Griechisch und Französisch sind seine Sprachen. Deutsch lernt er später von einer deutschen Erzieherin. Seine Mutter verliert er früh, erzogen wird er von seiner Großmutter Petrocchino. Manchmal fährt die Familie nach Marseille zu den Urgroßeltern, dort trifft Carathéodory viele der väterlichen und mütterlichen Verwandten, die über den ganzen europäischen Kontinent verstreut sind. In Brüssel geht er zur Schule. 1886, da ist er 13 Jahre alt, schickt man ihn aufs französische Gymnasium *Athénée Royal d'Ixelles*. Im Geometrieunterricht entdeckt er seine Liebe zur Mathematik, gewinnt bei den im französischen Schulsystem üblichen Wettbewerben, den *Concours généraux*, zweimal den ersten Preis für Mathematik.

1891 legt er das Abitur ab und tritt als *élève étranger*, als ausländischer Schüler in die *École Militaire de Belgique*, die belgische Militärschule, ein. Vier Jahre bleibt er dort. Die Schüler sind kaserniert, der Tag beginnt um 5 Uhr morgens, und zum Unterrichtsprogramm gehören Exzerzieren, Reiten, Leibesübungen. Der rein technische Unterricht wird von Offizieren des Pionierwesens, die große Erfahrung im Bauen hatten, erteilt. Carathéodory lobt die Schule: in Darstellender Geometrie lernt er die geometrische Anschauung schätzen, als eine Art Spiel zu betätigen, mit dessen Hilfe er die verschiedensten Probleme lösen kann. Er rühmt die Vorlesungen über Mechanik und Thermodynamik. Vier Jahre später, 1895, verläßt er die Anstalt als Ingenieuroffizier. Er hatte viele Freundschaften geschlossen; 40 Jahre später, da wird er schon Geheimrat in München sein, sollte er seine alten Freunde in Belgien wieder treffen, inzwischen zu Armeekorpskommandanten, Generalinspektoren der Artillerie, des Pionierwesens avanciert, und er trifft auch seinen guten alten Freund Neefs, der als General inzwischen die Schule kommandiert.

Mit seinem Offizierspatent geht Carathéodory in die Türkei nach Mytilene (Lesbos), sein Vetter Jakob Aristarchi ist der Ingenieur der Provinz und hat dort das gesamte Straßennetz gebaut. Carathéodory hilft ihm bei der Planung der Straßen von Samos, das Projekt wird aber nicht ausgeführt, der Griechisch-Türkische Krieg 1896/97 kam dazwischen. Carathéodory begibt sich nach London und kurz darauf, 1898, nach Ägypten, nach Assuan und Assiout zum Bau der Staudämme für die Nil-Regulierung. In Assiout arbeitet er 2 Jahre als Assistant-Engineer, Tag und Nacht wurde dort ununterbrochen gegraben und gebaut, und Carathéodory verbringt viele Nächte auf dem durch die Pumpenanlagen trockengelegten Boden des Nils. In seinen Mußestunden liest er mathematische Bücher, den *Cours d'Analyse* von

Camille Jordan liebt er besonders. Er verfaßt auch eine Arbeit über die Cheopspyramide.

Dann, im Jahre 1900, entschließt er sich nach Europa zurückzukehren, um sich ganz der Mathematik zu widmen. Seine Familie, seine alten griechischen Freunde, fanden den Plan, die gesicherte Position, die ihm alle Möglichkeiten gab, zu verlassen um, wie Carathéodory es nennt, einen romantischen Trieb zu befriedigen, mehr als komisch, waren entsetzt, und Carathéodory selbst war nicht überzeugt, daß es gelingen würde. Aber er stand unter der Zwangsvorstellung, daß erst die Beschäftigung mit Mathematik seinem Leben Inhalt geben würde. Sollte er in Paris studieren, schließlich war er im französischen Kulturkreis aufgewachsen, oder sollte er lieber nach Berlin gehen? In seiner Antrittsrede vor der Preußischen Akademie der Wissenschaften sagte er:

[...] In unserem Hause befand sich ein vor mehr als 60 Jahren eigenhändig gewidmetes Bild Alexander von Humboldts, das ich immer noch mit Stolz in meinem Arbeitszimmer aufbewahre [...] für mich [blieb] eine Tradition lebendig, die mich fast unbewußt [...] nach der Stätte führte, in der dieser greise Fürst im europäischen Geistesleben, die Summe seiner Lebensarbeit gezogen hat [...]

Im Jahre 1900, Carathéodory ist 27 Jahre alt, beginnt er das Studium der Mathematik in Berlin. Den Vorlesungen von Frobenius folgt er mit Enthusiasmus, aber er schließt sich lieber Herrmann Amandus Schwarz an und lernt bei ihm und von ihm Funktionentheorie. Er erfährt an sich, und er sagt es auch, daß man allgemeine Theorie am besten verstehen kann, wenn man spezielle Beispiele von Grund auf beherrscht. Er freundet sich mit Erhard Schmidt und Fejér an, trifft Hartogs, Koebe, Hill. 1902 übersiedelt er nach Göttingen in die Hochburg der Mathematik, die vom Licht der Doppelsonne Felix Klein, David Hilbert übergossen ist. Seinen Vater in Brüssel besucht er in den Ferien, fährt manchmal zu seinem Bruder Telemachos, der Direktor des Kanals von Korinth ist. Dort, am Saronischen Meer, schreibt Carathéodory seine erste mathematische Arbeit über die Charakteristikentheorie der partiellen Differentialgleichung 1. Ordnung. Ein Göttinger Vortrag von Hans Hahn aus Wien über die 2. Variation regte ihn an, sich mit einem Problem der Variationsrechnung zu beschäftigen. Carathéodory: Eine Lampe, umgeben von einem halbkugelförmigen Globus, projiziert Punkte des Globus auf den Fußboden. Gesucht eine Kurve vorgegebener Länge auf dem Globus so, daß ihr Schatten auf dem Fußboden möglichst lang oder kurz ist. Er findet die Lösung: Zwei Strecken, die eine Ecke bilden, und nur wenig später hat er seine Doktorarbeit über die *Diskontinuierlichen Lösungen*

der *Variationsrechnung* fertig. Er überreicht sie Herrmann Minkowski als Dissertation, besteht nur wenig später das Rigorosum, wird in angewandter Mathematik von Felix Klein, in Astronomie von dem nicht minder berühmten Schwarzschild geprüft.



C. Carathéodory

Carathéodory in Göttingen, um 1904

1903, Carathéodory will sich nicht mehr länger in Deutschland aufhalten und das Land verlassen. Da macht ihm Felix Klein den Vorschlag, sich in Göttingen zu habilitieren, und das Gespräch mit Klein entscheidet über das Schicksal seines ganzen Lebens. David Hilbert drängt ihn, sofort seine Habilitationsschrift zu schreiben, und die philosophische Fakultät erlaubt ihm, auf Vorschlag Hilberts, die

Habilitationsschrift gleich nach Erwerbung des Doktorgrades einzureichen. In Göttingen bleibt er als Privatdozent bis 1908. Er trifft dort Ludwig Prandtl, Herglotz, Toeplitz und auch Koebe wieder. Der Mathematiker Runge imponiert ihm besonders. Carathéodory:

Die Art, wie Runge die Mechanik handhabte, war staunenswert. Als die Brüder Wright ihre ersten Flugversuche unternahmen, konnte Runge mit Hilfe von Modellen, die er aus Papierschnitzeln anfertigte und die er mit einer Stecknadel belastete und im Gleitflug herunterfallen ließ, die Leistung des Motors, über welche die Angaben geheim waren, ziemlich genau abschätzen. Diese Fähigkeit hat mich am meisten beeindruckt. Daneben war er [...] auch ein erstklassiger reiner Mathematiker.



Carathéodorys Brief an Einstein und Einsteins Einzahlungsquittung

Aber inzwischen war ein weiterer Stern am Himmel der Mathematik aufgegangen: Carathéodory.

1908 geht er als Privatdozent nach Bonn, aber schon 1909 wird er ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule Hannover und ein Jahr später an die neugegründete Technische Hochschule Breslau berufen. 1913 wird er Nachfolger von Felix Klein in Göttingen. Aus der Göttinger Zeit stammt der Brief Einsteins an Carathéodory, aufbewahrt im Einstein-Zentrum in Jerusalem. Carathéodorys Antwort ist nicht überliefert. Nur ein späterer Brief Carathéodorys ist erhalten, in dem er dem *lieben Herrn Einstein* mitteilt, daß sich Blumenthal außerordentlich über das Geschenk zu seinem 50. Geburtstag gefreut hat. Trauer weht uns heute daraus an: Einstein vertrieben, Blumenthal im Konzentrationslager Theresienstadt umgekommen.

1918 wird Carathéodory nach Berlin berufen. Er verläßt Berlin 1920, folgt einem Ruf der griechischen Regierung, die in Smyrna (heute nur noch Izmir genannt) eine Universität errichten will, die Carathéodory gestalten soll. Es war wie fast hundert Jahre zuvor, als Alexander von Humboldt in Paris dem Ruf des preußischen Königs Friedrich Wilhelms III. nach Berlin folgte. Carathéodory bleibt 2 Jahre in Smyrna. Aber anders als Humboldt war ihm kein Erfolg beschieden: 1922 wird Smyrna wieder von den Türken erobert, bis heute für Griechen die „kleinasiatische Katastrophe“. Carathéodory harrt in den Kriegswirren aus, bringt kaltblütig Inventar und kostbares Schrifttum auf Booten nach Griechenland in Sicherheit, gerät in Lebensgefahr und rettet sich in letzter Sekunde aus dem brennenden Smyrna. Der ehemalige Militär und Offizier Carathéodory rettet den Mathematiker Carathéodory. Er findet Zuflucht an der Universität Athen. In Griechenland hält er Vorträge in der mathematischen Gesellschaft, so über den Mathematikunterricht an den Höheren Schulen, verfaßt Rezensionen über griechische Mathematikbücher. Er arbeitet an einer Axiomatik für Einsteins Relativitätstheorie.

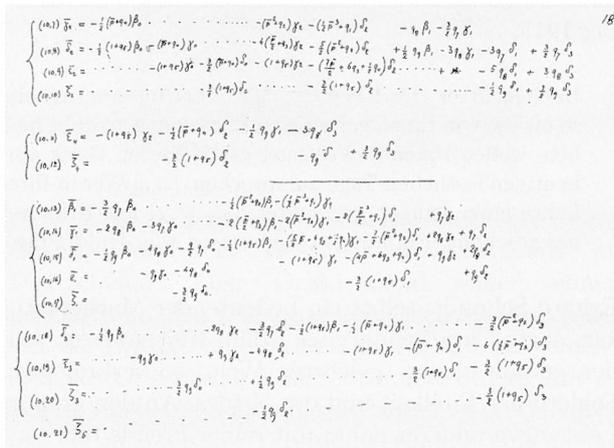
1924 kann Deutschland Carathéodory wieder zurückgewinnen, er wird Nachfolger von Ferdinand Lindemann an der Universität München.

1930 begibt er sich auf Einladung der griechischen Regierung für einige Monate wieder nach Athen und befaßt sich mit der Neuorganisation der Universitäten Athen und Saloniki, er legt seine Gedanken in einer 30-seitigen Denkschrift nieder. Für die große griechische Enzyklopädie verfaßt er den Beitrag über Mathematik.

Auf der Akropolis untersucht er die Kurven am Sockel des Parthenon und die Abstände seiner

Säulen: Die Kurven der östlichen und westlichen Seite des Tempels werden mit großer Genauigkeit durch Kreise von 1850 m Radius dargestellt, die Kurven der nördlichen und südlichen Seite durch Kreise deren Radius dreimal so groß ist, über 5550 m.

Carathéodory hat in der Mathematik überragende Leistungen vollbracht. Er arbeitet über Variationsrechnung, reelle Funktionen, Funktionentheorie, Maßtheorie und der Algebraisierung des Integralbegriffs. Ihm gelingen Durchbrüche, die in der ganzen mathematischen Fachwelt Aufsehen erregen. In seinen Arbeiten verbinden sich *phantasiereichste Raumanschauung mit tiefster Abstraktionskraft*, sie sind meisterhaft geschrieben. Er arbeitet auch über Thermodynamik, geometrische Optik, das Schmidtsche Spiegelteleskop, führt selbst umfangreiche numerische Rechnungen aus, berechnet die Diffraktionskurven aus dem Eikonal. Die Arbeiten finden große Anerkennung bei den Kollegen der Physik.



Rechnungen zum Eikonal

Seine besondere Liebe gehört der Variationsrechnung. Der große Max Planck 1919 in der Preußischen Akademie der Wissenschaften:

[...] Sie, Herr Carathéodory haben auf den doppelten Reiz hingewiesen, der der Variationsrechnung innewohnt [...] sie lenkt den Blick von den schwer entwirrbaren Einzelnen auf das leichte überschaubare Ganze [...] faßt eine Fülle von Einzelaussagen in einem einzigen einfachen Satz zusammen [...] und noch merkwürdiger [...] nicht nur der Mensch auch die Natur begünstigt diese besondere Art der Betrachtungsweise [...] noch manche Frucht Ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit möge unsere akademischen Schriften schmücken [...]

<sup>2</sup>Aus den Carathéodoryschen Beziehungen der Variationsrechnung hat Pesch das *Maximumprinzip der optimalen Steuerungen* abgeleitet, JOTA 80 (1994) 199–225.

<sup>3</sup>Amerikanische Gewährsleute berichteten, daß auf Bellmans Schreibtisch in der Rand Corporation in Los Angeles Carathéodorys Arbeiten über Variationsrechnung griffbereit lagen.

Carathéodorys notwendige Bedingung:

$$S_t = \min_{x'_1, \dots, x'_n} \{L(t, x, x') - S_x x'\}$$

Nebenbedingungen

$$x'_i - h_i(t, x_1, \dots, x_m, x'_{m+1}, \dots, x'_n) = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

Carathéodorys Bedingung (1935), ab 1954 „Bellmansche Gleichung“ genannt

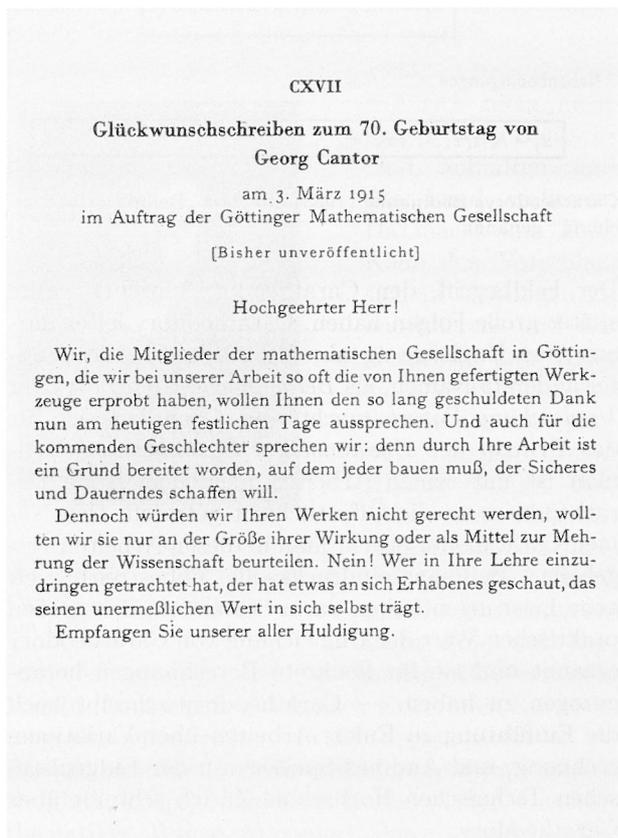
Der Feldbegriff, den Carathéodory einführt, sollte später große Folgen haben. Carathéodory leitet daraus eine Ungleichung ab, die 20 Jahre später unter anderem Namen, als *Bellmansche Gleichung* oder *Ungleichung* Furore macht und Grundlage ist für das Prinzip der *Dynamischen Optimierung*.<sup>2</sup> Bellman ist mit seinen Arbeiten nach dem Tode Carathéodorys an die Öffentlichkeit getreten. Den Namen Carathéodory sucht man in diesen Arbeiten vergebens.<sup>3</sup> Bellmans eindrucksvolle, unbestreitbar eigene Leistungen haben darin bestanden, den großen praktischen Wert der Ungleichung von Carathéodory erkannt und sie für konkrete Berechnungen herangezogen zu haben. — Carathéodory schreibt auch die Einführung zu Eulers Arbeiten über Variationsrechnung, und Andreas Speiser von der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich schreibt über Carathéodory:

Der Geist dieses großen Menschen und Gelehrten lebt in dieser historischen und sachlichen Einführung weiter und gereicht unserer Euler-Ausgabe zur besonderen Zierde.

Als Alfred Pringsheim (Schwiegervater Thomas Manns) 1939 Deutschland verlassen muß, noch verlassen darf, schenkt er Carathéodory ein Kleinod, einen seltenen Druck aus dem Jahre 1700, der einen lateinischen Brief Jacob Bernoullis an Bruder Johann mit einer Lösung des Isoperimetrischen Problems enthält. Pringsheim widmet seinem treuen Freund Carathéodory den Band mit dem französischen Wortspiel *Isopérimètre incomparable*. Es ist wahr: *Carathéodory, der unvergleichliche Meister*.

Carathéodorys gesammelte Werke sind von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften herausgegeben worden. Sie umfassen 5 Bände. Federführend waren seine Münchner Kollegen, die Geheimräte Tietze, Perron und Sommerfeld. Mathematikdozenten der beiden Münchner Hochschulen haben die Korrekturen gelesen. Doktor Stephanos Carathéodory, der

Sohn, hatte für die Bände mehrere griechisch geschriebene Arbeiten seines Vaters ins Deutsche übertragen.



Carathéodorys Schreiben an Georg Cantor



Letzte Aufzeichnungen vom Dezember 1949

Carathéodory war ein in seiner Familie über Generationen vererbtes Sprachtalent mitgegeben. Er sprach Englisch, Italienisch, Türkisch, die antiken Sprachen las er mühelos. Griechisch und Französisch

waren seine Muttersprachen und das Deutsche beherrscht er mit solcher Vollkommenheit, daß seine in deutscher Sprache verfaßten Schriften stilistische Meisterwerke sind. Seinen Nachruf auf Felix Klein druckt die München-Augsburger Abendzeitung ab; Carathéodory in der Erinnerung an Felix Klein:

Die Mathematik vervielfacht, wie der Riese Antaeus, jedesmal ihre Kraft, wo sie mit der Wirklichkeit, mit dem Erdboden, auf dem sie gewachsen ist, in Berührung kommt.

Die Glückwünsche zum 80. Geburtstag seines Freundes Alfred Pringsheim stehen in den Münchener Neuesten Nachrichten. Des Griechen Carathéodory Aufsatz aus der Deutschen Allgemeinen Zeitung vom April 1929 über *Deutsches Wissen und seine Geltung* erweckt heute Wehmut.

Carathéodorys Sprache ist die Sprache eines Vornehmen, eines vornehmen Mannes. Aus dem Schreiben an den unglücklichen Georg Cantor zum 70. Geburtstag 1915:

Hochgeehrter Herr! Wir, [...], die bei unserer Arbeit so oft die von Ihnen gefertigten Werkzeuge erprobt haben, wollen Ihnen den so lang geschuldeten Dank am heutigen festlichen Tage aussprechen. [...] Wer in Ihre Lehre einzudringen getrachtet hat, [...] hat Erhabenes geschaut. Empfangen Sie unserer aller Huldigung.

Erhard Schmidt, selbst ein bedeutender Mathematiker, sagt, Carathéodory sei völlig frei gewesen von den gerade in der „gelehrten Welt“ so verbreiteten Fehlern der Eitelkeit und des Neides. An den großen Leistungen anderer nahm mit reiner Freude teil.

Die finstere Zeit in Deutschland verbringt Carathéodory zurückgezogen — er ist Kirchenvorstand der Griechischen Kirche zum Erlöser am Münchner Salvatorplatz, ist inzwischen weit über 60 Jahre alt und von Krankheit gezeichnet — freilich ohne Kompromisse zu machen, aber auch ohne sich über die Maßen zu exponieren. Durch seine vielfältigen Beziehungen in alle Teile der Welt gelingt es ihm, einigen „nichtarischen“ Kollegen eine Existenzmöglichkeit in der Emigration zu vermitteln. Seine Kollegen Tietze, Perron und Sommerfeld haben damals vielleicht auch manches Böse von ihm ferngehalten. Ihr mannhaftes Verhalten in unserer schlimmsten Zeit ist ein Ruhmesblatt für das Mathematische Institut und auch für die Bayerische Akademie der Wissenschaften, der Carathéodory seit 1925 angehört.

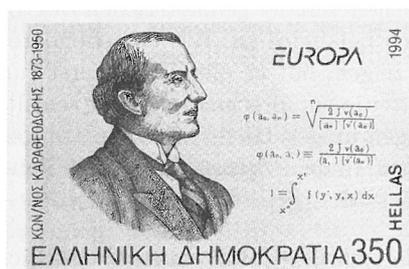
Albert Einstein 1946:

Lieber Sommerfeld, es war eine wirkliche Freude für mich, Ihre leibhaftigen Zeilen nach all den finsternen Jahren zu empfangen. So Furchtbares, wie wir erlebt

haben, hätten wir uns wohl beide nicht träumen lassen [...] Ich habe mit Freude gehört, daß Sie zu den [paar Einzelnen] gehört haben, die standhaft geblieben sind [...].

Im Dezember 1949 hält Carathéodory seinen letzten Vortrag im Münchner Mathematischen Colloquium über *Länge und Oberfläche*. Kurz danach erkrankt er schwer. Er stirbt am 2. Februar 1950. Begraben wird er auf dem Münchner Waldfriedhof im Feld 303.

Zu Ehren Carathéodorys erschien vor wenigen Jahren in den USA eine zweibändige Festschrift mit Beiträgen namhafter Mathematiker aus allen Teilen der Welt. Die Arbeiten zeigten den großen Einfluß Carathéodoryscher Gedanken und Ideen auf die heutige Mathematik.



Briefmarke 1994

Carathéodory, ein Geschenk Griechenlands an Deutschland. Aber Griechenland schien seinen großen Sohn, den größten griechischen Mathematiker seit der Antike, vergessen zu haben; endlich erinnert sich die Griechische Post seiner und bringt ihm zu Ehren 1994 eine Sondermarke heraus: Carathéodory mit Formeln aus der Variationsrechnung; eine andere Marke zeigt Thales von Milet. Das Auditorium der neuen Universität in Xanthe, Thrakien, ist nach Carathéodory benannt.

Geheimrat Oskar Perron über Carathéodory:

[...] einer der glänzendsten Mathematiker, [...] [er hat] die Wissenschaft um Wesentliches bereichert und entscheidend beeinflusst [...] ein Mann von ungewöhnlich umfassender Bildung, [...] als Angehöriger der griechischen Nation [hat er] mit dem Höhenflug seines Geistes und rastlosem Streben nach Erkenntnis Tradition und Erbe des klassischen Hellenentums fortgeführt.



Grabstätte auf dem Münchner Waldfriedhof

## Quellen

- [1] Constantin Carathéodory: *Gesammelte Mathematische Schriften I–V*. München, Beck 1957.
- [2] Erhard Schmidt: *Constantin Carathéodory*, Band V, siehe oben.
- [3] Oskar Perron: Constantin Carathéodory. *Jahresberichte der DMV* **55**, 39–51, 1952.
- [4] Briefe: Einstein-Center, Jerusalem.

## Adresse des Autors

Prof. Dr. Roland Bulirsch  
Zentrum Mathematik  
Technische Universität München  
80290 München  
bulirsch@mathematik.tu-muenchen.de