

Hermann Minkowski – Mathematiklehrer Einsteins

Dr. Klaus Biener

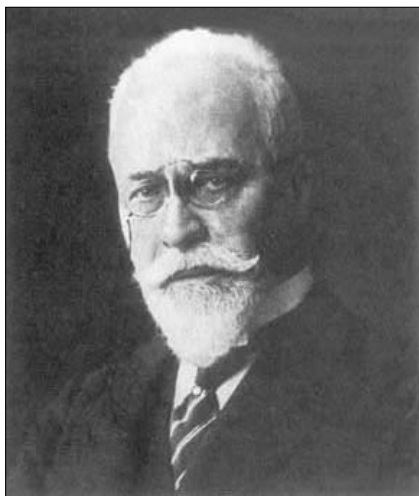


Abb.1: Hermann Minkowski 1864–1909.

»Ach, der Einstein? Der schwänzte doch immer die Vorlesungen – dem hätte ich das gar nicht zugetraut.« Diese Worte soll – ziemlich sicher verbürgt – Hermann Minkowski zu seinem Assistenten Max Born (1882–1970) geäußert haben, als er überraschenderweise von Einsteins spezieller Relativitätstheorie Kenntnis erhielt. Denn als Minkowski Mathematikprofessor am Züricher Polytechnikum war, studierte dort ab 1896 Albert Einstein (1879–1955) mit der Absicht, Physiklehrer zu werden; jedoch betrieb er sein Studium durchaus nicht in der üblichen Manier, insbesondere die mathematischen Vorlesungen vernachlässigte er in auffälliger Weise. Einstein hat in späteren Jahren sehr wohl eingesehen, dass die Vernachlässigung der höheren Mathematik in seiner Studienzeit ein großer Fehler war und er sah sich dann genötigt, seine mathematischen Kenntnisse nachträglich zu erweitern.

Minkowski war einer der herausragendsten Mathematiker seiner Zeit. Er wurde 1864 bei Kauen/Memel (Kaunas), der zeitweiligen Hauptstadt Litauens, geboren. Er besuchte das Altstädtische Gymnasium in Königsberg (Preußen) und befasste sich schon dort mit höherer Analysis und Zahlentheorie. Bereits mit

15 Jahren legte er das Abitur ab und studierte anschließend bis 1884 Mathematik und Physik an der Albertina in Königsberg und in Berlin einige Semester an der Friedrich-Wilhelms-Universität. Hier traf er mit führenden Gelehrten zusammen, so mit den Mathematikern Ernst E. Kummer (1810–1893) und Karl Weierstraß (1815–1897) sowie mit den Physikern Hermann v. Helmholtz (1821–1894) und Gustav R. Kirchhoff (1824–1887). In Königsberg studierte in der gleichen Zeit auch David Hilbert (1862–1943), mit dem sich Minkowski anfreundete, woraus sich eine fachlich bedeutsame und lebenslange Freundschaft entwickelte.

Es sei nebenbei angemerkt, dass Hilberts Eltern ihren Sohn von dieser Freundschaft wegen scheinbarer fachlicher Ungleichheit anfangs zurückhalten wollten, denn Minkowski hatte schon als Student bereits eine gewisse Berühmtheit unter den Mathematikern erlangt! Er hatte nämlich – noch 17-jährig – nach einjähriger Bearbeitungszeit 1882 eine Preisaufgabe der Pariser Akademie gelöst, die verlangte, die Anzahl der Zerlegungen einer natürlichen Zahl in eine Summe von 5 Quadraten zu bestimmen. Minkowski löste das Problem gleich in voller Allgemeinheit und leistete damit einen bedeutenden Beitrag zur Theorie der quadratischen Formen.

Was C. F. Gauß (1777–1855) für *binäre* quadratische Formen, d. h. für Ausdrücke der Form

$$F(x, y) = ax^2 + bxy + cy^2$$

mit ganzzahligen Koeffizienten a, b, c begonnen hatte, wurde von Minkowski auf quadratische Formen in *mehreren* Variablen ausgedehnt. Für diese seine Leistung erhielt er 1883 den »Grand Prix des Sciences Mathematiques« zugesprochen. Später urteilte einmal David Hilbert in einer Gedächtnisrede über diese Arbeit Minkowskis: »... Dieses Thema griff der siebzehnjährige Student mit aller Energie an und löste diese Aufgabe

aufs Glänzendste, indem er weit über das Preisthema hinaus die allgemeine Theorie der quadratischen Formen ... entwickelte«.

Im Jahre 1885 promovierte Minkowski in Königsberg und ging dann nach Bonn, wo er mehrere Jahre – übrigens zusammen mit dem Physiker und späteren Nobelpreisträger Philipp Lenard (1862–1947) – Assistent bei Heinrich Hertz (1857–1894) war. Nach seiner Habilitation wurde Minkowski 1892 zum außerordentlichen Professor an die Bonner Universität berufen. Kurz nach dem Tode von Heinrich Hertz wechselte er 1894 auf Hilberts Wunsch an die Albertina Königsberg, um dort dessen Nachfolge anzutreten. In den Jahren 1896–1902 war er dann Ordinarius am Polytechnikum Zürich, wo auch sein Freund Adolf Hurwitz (1859 – 1919) lehrte und Albert Einstein bei ihm *volens volens* studierte. In der Züricher Zeit befasste sich Minkowski für seine Vorlesungen intensiv auch mit theoretischer Physik, so u. a. mit *Thermodynamik* und mit der *Theorie der Kapillarität*. Neben rein-mathematischen Vorlesungen wie *Funktionentheorie*, *Geometrie der Zahlen* und *elliptischen Funktionen* hielt er auch solche über *Anwendungen der analytischen Mechanik*; Einstein urteilte dazu enthusiastisch: »Das ist die erste Vorlesung über mathematische Physik, die wir am Poly hören«.

David Hilbert hatte sich mit Erfolg dafür eingesetzt, an der Göttinger Universität, wo er und Felix Klein (1849–1925) ja bereits lehrten, eine zusätzliche Professur für Mathematik einzurichten, die Minkowski ab 1902 besetzte. So entstand in Göttingen – neben Berlin – ein weiteres bedeutendes mathematisches Lehr- und Forschungszentrum, das zu den Hochburgen der Mathematik in Deutschland gehörte.

Schon Jahre zuvor hatten Minkowski und Hilbert verschiedentlich fachlich kooperiert. So wurden beide 1893 von

der Deutschen Mathematiker-Vereinigung mit der Abfassung eines »Berichts über die neuere Entwicklung der Zahlentheorie« betraut. Im Ergebnis dessen lieferte Hilbert eine umfassende Abhandlung über den damaligen Stand der Zahlentheorie (»Zahlbericht«), und Minkowski schrieb die umfangreiche Arbeit (250 Seiten) »Geometrie der Zahlen« [11].

Nach eigenen Aussagen wählte Minkowski diesen Titel, weil er zu den Beweismethoden der darin abgeleiteten arithmetischen Sätze durch räumliche Anschauung geführt wurde. Das Werk enthält »neuartige Anwendungen der Analysis des Unendlichen auf die Zahlentheorie« sowie »Fragen über approximative Auflösung von Gleichungen durch rationale und durch ganze Zahlen« mittels kettenbruchähnlicher Algorithmen. Hilbert urteilte über dieses Buch begeistert: »...welche Fülle der verschiedenartigsten und tieflegendsten arithmetischen Wahrheiten werden in diesem Hauptwerk Minkowskis durch das geometrische Band verknüpft!«

Auf dem 2. Internationalen Mathematiker-Kongress 1900 in Paris hat ja Hilbert in seinem berühmt gewordenen Hauptvortrag zum Stand der Mathematik 23 damals ungelöste Probleme vorgestellt (z. B. Mächtigkeit des Kontinuums, Entscheidungsproblem, Primzahl-Häufigkeit, ...), die die nachfolgende mathematische Forschung besonders stimuliert haben. Weniger bekannt ist, dass sich auch Minkowski an der »Problemsammlung« beteiligt und bei der Ausarbeitung des Vortrages mitgewirkt hat. Er war übrigens auch einer der wissenschaftlichen Sekretäre dieses Kongresses!

Als Minkowski von Einsteins Arbeit »Zur Elektrodynamik bewegter Körper« erfuhr, besorgte er sich 1907 einen Sonderdruck; er fand die »Darstellung seiner tief sinnigen Theorie mathematisch umständlich und formal verbesserungswürdig.« Eine solche Verbesserung hat er selbst vorgenommen und bis 1908 eine neue mathematische Einkleidung der speziellen Relativitätstheorie erarbeitet. Dazu benutzte er einen bemerkenswerten Kunstgriff: Neben den drei Raumkoordinaten x_1, x_2, x_3 führt er als vierte,

völlig gleichberechtigte Raumkoordinate die Zeit ein, und zwar durch

$$x_4 = ict \quad \text{mit} \quad i = \sqrt{-1}$$

(t = Zeit, c = Lichtgeschwindigkeit) und erhält so eine vierdimensionale Raum-Zeit-Welt (sog. »Minkowski-Welt«) mit der »Metrik«

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 - c^2 dt^2$$

(ds = Länge eines Linienelements).

Minkowski hat darüber auf der 80. Versammlung Deutscher Naturforscher in Köln (Sept. 1908) selbst vorgetragen. Max Planck hat sich sofort für die neue Theorie eingesetzt: In einer Vorlesungsreihe (Frühjahr 1909) an der Columbia University in New York über den Stand der theoretischen Physik betonte er:

»...diese neue Auffassung des Zeitbegriffs stellt an die Abstraktionsfähigkeit des Physikers die allerhöchsten Anforderungen; sie übertrifft an Kühnheit wohl alles, was bisher in der spekulativen Naturforschung ... geleistet wurde; die nichteuklidische Geometrie ist Kinderspiel dagegen.«

Einstein war von Minkowskis neuen Ideen zunächst nicht beeindruckt und betrachtete die vierdimensionale Darstellung als »überflüssige Gelehrsamkeit«; er resümierte gar, seit sich die Mathematiker der Relativitätstheorie bemächtigt hätten, verstehe er sie selbst nicht mehr.

Doch vier Jahre später pries er Minkowskis »wichtige Gedanken, ohne die die allgemeine Relativitätstheorie vielleicht in den Windeln stecken geblieben wäre.« Diesen späten Dank Einsteins an seinen früheren Lehrer hat Minkowski leider nicht mehr entgegennehmen können – er ist, erst 44-jährig, im Jahre 1909 in Göttingen verstorben. Seine hinterlassenen wissenschaftlichen Notizen wurden von Max Born, dem späteren Nobelpreisträger für Physik, bearbeitet und herausgegeben.

Für wertvolle sachdienliche Anregungen bin ich Frau Marianne Elsner, Frankfurt/Main, zu besonderem Dank verbunden. Außerdem danke ich Frau Dipl.-Bibliothekarin Edeltraud Krüger in der Zentralbibliothek Naturwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin für die Bereitstellung themenbezogener Literatur. K. B.



Abb. 2: Sinnbildliche Darstellung eines gekrümmten Raumes auf einer Gedenkmünze (10 €) der Bundesrepublik Deutschland. Diesen Begriff führte der Göttinger Mathematiker Bernhard Riemann (1826–1866) in seiner deshalb berühmt gewordenen Habilitationsschrift erstmalig in die Mathematik ein (C. F. Gauß war begeistert!); Minkowski griff ihn wieder auf und Einstein benutzte ihn in seiner allgemeinen Relativitätstheorie.

Literatur

- [1] VON WEIZSÄCKER, C. F.: *Große Physiker*. Marix Verlag GmbH, Wiesbaden, 2004.
- [2] KRAFFT, F.: *Lexikon großer Naturwissenschaftler*. Fourier Verlag GmbH, Wiesbaden, 2003.
- [3] GOTTWALD, S., u. a. (Hg.): *Lexikon bedeutender Mathematiker*. Bibliographisches Institut Leipzig, 1990.
- [4] GELLERT, W., u. a. (Hg.): *Lexikon der Mathematik*. Bibliographisches Institut Leipzig, 1979.
- [5] *Kleine Enzyklopädie Mathematik*. Bibliographisches Institut Leipzig, 1967.
- [6] PLANCK, M.: *Wege zur physikalischen Erkenntnis*. Hirzel-Verlag, Leipzig, 1944.
- [7] HERNECK, F.: *Bahnbrecher des Atomzeitalters*. Buchverlag Der Morgen, Berlin, 1965.
- [8] FISCHER, K.: *Einstein*. Herder/Spektrum Meisterdenker, Freiburg/Basel/Wien, 2004.
- [9] FÖLSING, A.: *Albert Einstein – Eine Biographie*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1993.
- [10] MESCHKOWSKI, H.: *Von Humboldt bis Einstein*. Piper Verlag, München, 1989.
- [11] MINKOWSKI, H.: *Geometrie der Zahlen*. Teubner Verlag, Leipzig, 1910.
- [12] *Die Hilbertschen Probleme*. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Band 252, Leipzig, 1979.