

Arthur Moritz Schoenflies 2003

150. Geburtstag und 75. Todestag^[1]

Das Jahr 2003 erinnerte uns an eine Reihe von Jubiläen von bedeutenden Wissenschaftlern, die sich um Mineralogie und Kristallographie verdient gemacht haben und die Raumgruppenforschung mitbegründet oder maßgeblich weiterentwickelt haben. Darunter waren die Jubiläen eines Deutschen, eines Russen, eines Franzosen, einer Engländerin und eines Schweizer. Hier wird hauptsächlich der Deutsche und sein Beitrag gewürdigt.

Im Jahre 2003 jährte sich der Geburtstag des Mathematikers und theoretischen Kristallographen Arthur Moritz Schoenflies zum 150. Mal, sein Todestag zum 75. Mal. Dies gilt auch für den 150. Geburtstag des Kristallographen, Mineralogen und Geologen Evgraf Stepanovic von Fedorow (1853 – 1919). Aus diesem Anlass wurde in St. Petersburg im Dezember vorigen Jahres ein internationales Symposium^[2] durchgeführt. Weiter sind hier zu erwähnen der 125. Geburtstag von Charles Mauguin (1878 – 1958), Chemiker und Kristallograph, der 100. Geburtstag von Kathleen Lonsdale, geborene Yardley (1903 – 1971), Physikerin, Kristallographin und Chemikerin, und der 50. Todestag des Mineralogen Paul Niggli (1888-1953).

Schoenflies ist in Mineralogie und Kristallographie noch heute in deutschsprachigen Ländern bekannt durch seine 1891 publizierte gruppentheoretische Ableitung der 230 Raumgruppen und die Einführung der nach ihm benannten Symbolik für die Raumgruppen und Punktgruppen (Kristallklassen). 1891 kam sein Hauptwerk „Krystallsysteme und Krystallstruktur“ bei Teubner in Leipzig heraus, ein Klassiker der Kristallographie^[3]. Ein Reprint erschien 1984 im Wissenschaftsverlag Springer. Unabhängig von ihm hatte E. S. Fedorow die 230 möglichen Symmetrien von Kristallstrukturen mittels algebraischer Gleichungen abgeleitet und ebenfalls 1891 publiziert^[4]. Nach der bahnbrechenden Entdeckung der Röntgenbeugung an Kristallgittern 1912 durch Max Laue (1879 – 1960) und seine Mitarbeiter^[5] gewannen diese Ergebnisse von Schoenflies und Fedorow bald praktische Bedeutung und wurden stetig weiterentwickelt (siehe z. B. Scholz^[6]).

Schoenflies in Göttingen und Fedorow in St. Petersburg knüpften an gruppentheoretische Vorarbeiten von Camille Jordan (1868/1869) und Leonhard Sohncke (1874, 1879) an. Sohncke (1842 – 1897) hatte einzelne Mängel von Jordan (1838 – 1922) behoben und 65 mögliche Symmetrien (Bewegungsgruppen) abgeleitet, jedoch nur die Symmetrieelemente mit Bewegungen (Translation, Drehung, Schraubung) berücksichtigt. Schoenflies und Fedorow bezogen auch Spiegelung, Drehspiegelung und Gleitspiegelung ein. Schoenflies^[7] publizierte (1889) ein Ergebnis mit 227 Raumgruppen, darin waren die Bewegungsgruppen von Sohncke enthalten. Fedorow veröffentlichte 1890/91 seine Arbeit mit 228 („229“) „regelmäßigen Systemen der Figuren“ und der bildlichen Darstellung der Symmetrien. Im letzten Stadium ihrer Arbeiten standen die Forscher miteinander in brieflicher Verbindung^[8]. Ihre endgültigen Ergebnisse mit den 230 Raumgruppen (Symmetriearten von Kristallstrukturen) publizierten sie unabhängig voneinander 1891. Dabei gesteht Schoenflies

Fedorow eine Priorität zu. Die Bezeichnung „Raumgruppe“ und eine erste Definition dieses Begriffes sowie andere diesbezügliche Bezeichnungen verdanken wir Schoenflies. Auch mathematische Modelle von Kristallstrukturen hatte Schoenflies im Zusammenhang mit seinen Arbeiten über Raumteilungen und Bewegungsgruppen konstruiert. Von diesen haben sich einige in Göttingen erhalten.

Im englischen Sprachraum wurden die Arbeiten von Fedorow und Schoenflies durch W. Barlow^[9] und H. Hilton^[10] bekannt.

Die von Schoenflies geschaffene Symbolik für Punktgruppen (Kristallklassen) und Raumgruppen setzte sich international in einer von Niggli^[11] gestrafften Form durch und wurde bis Anfang der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts bevorzugt in Mineralogie und Kristallographie verwendet. Dann verschaffte sich die sogenannte Internationale Symbolik (Hermann-Mauguin-Symbolik) Geltung, da sie für die Bezeichnung von Raumgruppen und deren Ermittlung aus Röntgenaufnahmen geeigneter war. Sie wird heute in kristallographisch-mineralogischer Lehre und Forschung fast ausschließlich gebraucht^[12]. In der Physik und Chemie wird die Schoenfliessymbolik weiterhin bei der Beschreibung von Molekülsymmetrien (Punktgruppen) verwandt, wobei auch die dabei anzutreffenden nichtkristallographischen Symmetrien entsprechend bezeichnet werden. Bei der Schaffung der Nomenklatur und der Symbolik knüpfte Schoenflies an die Arbeit von Felix Klein (1849 – 1925) über Ikosaeder (1884)^[13] an. Dies gilt z. B. für die Bezeichnung „Cyclische Gruppen“. Klein, damals maßgebender Mathematiker in Deutschland, bekannt durch sein „Erlanger Programm“, war 1886 nach Göttingen gekommen und hatte dort u. a. den vier Jahre jüngeren Schoenflies kollegial angeregt und gefördert.

Schoenflies verfasste 1906 in Königsberg einen Teil des Abschnitts „Krystallographie“ in der Enzyklopädie Mathematischer Wissenschaften^[14]. In Königsberg begegneten sich Schoenflies und Arrien Johnsen. Letzterer förderte später in Berlin kristallstrukturelle Arbeiten (Menzer) maßgeblich.

Schoenflies holte den Mathematiker Ludwig Bieberbach (1886 – 1982) nach Königsberg und später nach Frankfurt. Dieser konnte 1911 Schoenfliessche Ergebnisse für kristallographische Gruppen vom 3-dimensionalen Fall auf den n -dimensionalen Fall verallgemeinern^[15].

W. L. Bragg (1862 – 1942) und W. H. Bragg (1890 – 1971) ermittelten 1913 und 1914 die ersten Kristallstrukturen^[16]. An manchen versuchte Schoenflies in Frankfurt am Main 1914 und 1915 erste Raumgruppenbestimmungen vorzunehmen^[17]. Dies gelang ihm für Diamant und Pyrit, für die er jeweils zwei Möglichkeiten vorschlug, von denen jeweils eine richtig war. Die älteste Ableitung der Raumgruppe für eine Kristallart stammt wohl von Sohncke. Auf Grund physikalischer Eigenschaften von Quarz hatte er bereits 1879^[18] dessen Raumgruppen richtig angegeben, der Enantiomorphie wegen zwei.

Ein bedeutender Teil des Gewichts der Leistungen von Schoenflies liegt auf dem Gebiet der Mathematik, speziell der Topologie und Geometrie. Er wurde 1892 der erste außerordentliche Professor für Angewandte Mathematik in Deutschland (Göttingen). Er war einer der Gründungsväter der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (Heidelberger Aufruf 1889). In weiten Kreisen wurde er bekannt durch den „Nernst-Schoenflies“^[19], ein gefragtes Lehr-

buch zur „Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften“, das von 1895 bis 1931 elf Auflagen erlebte. Noch in Göttingen wandte er sich der Reinen Mathematik zu, besonders der sich entwickelnden Mengenlehre Cantors (1845 – 1918). 1899 wurde er auf den 2. Lehrstuhl für Mathematik an der Universität Königsberg berufen. Er berichtete für die Deutsche Mathematiker-Vereinigung über „Die Entwicklung der Punktmannigfaltigkeiten“ (1900, 1908)^[20] und formulierte dabei einen Satz über die Umkehrung der Jordankurve, der später „Satz von Schoenflies“ genannt wurde^[21]. 1911 ging Schoenflies an die Akademie für Sozial- und Handelswissenschaften in Frankfurt am Main. 1914 wurde diese in die neugegründete Stiftungsuniversität Frankfurt am Main überführt. Schoenflies wurde Gründungsdekan der Naturwissenschaftlichen Fakultät. Auf seine Initiative hin konnten Max von Laue für Theoretische Physik und Hendrik Enno Boeke für Mineralogie an die Universität berufen werden. 1920/21 wurde er Rektor der Universität, wohl der erste Rektor mosaischen Glaubens an einer deutschen Universität.

Arthur Moritz Schoenflies wurde am 17. April 1853 in Landsberg an der Warthe (heute Gorzow Wielkopolski) geboren als Sohn des Tabakfabrikanten Moritz Schoenflies und seiner Frau Johanna, geborene Hirschfeld. Aus dieser Familie sind auch der Philosoph Walter Benjamin, die Dichterin Gertrud Kolmar und der Pathologe Ludwig Pick hervorgegangen.

Schoenflies studierte und promovierte in Berlin. Sein Doktorvater war der Zahlentheoretiker Ernst Eduard Kummer (1810 – 1993). Seine Berufstätigkeit begann er als Lehrer in Berlin und dann in Colmar im Elsass. Er habilitierte sich mit einer Arbeit „Über die Bewegung eines starren räumlichen Systems“ in Göttingen. Dort begann seine Laufbahn als Hochschullehrer, die ihn dann nach Königsberg und schließlich nach Frankfurt führte.

Am 27. Mai 1928 ist Arthur Moritz Schoenflies mit 75 Jahren im Jüdischen Krankenhaus in Frankfurt gestorben. Sein Grab befindet sich auf dem Hauptfriedhof. Hier ruhen auch seine Frau Emma und Eva, eine seiner Töchter. Auf dem Grabstein ist ein Polyeder abgebildet, das eine tetragonale Bipyramide mit tetragonalem Prisma erkennen lässt und dem „verlängerten Rhombendodekaeder“, einem der fünf raumfüllenden Polyeder Fedorows, gleicht^[22].

Die Verfolgung nach der Machtübernahme Hitlers 1933 blieb ihm erspart. Sein Sohn und drei seiner Enkel kamen in Auschwitz um, eine Tochter „wählte“ den Freitod. Den enormen Schaden, den die Nationalsozialisten der deutschen Wissenschaft, nicht zuletzt der Mathematik, der Kristallographie und Mineralogie zufügten, erfuhr er nicht mehr, so auch nicht den engagierten Übergang des von ihm geförderten Bieberbach auf die Positionen des Nationalsozialismus (Mehrtens 1987^[23], Siegmund-Schultze 1993¹).

Schoenflies war Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina und korrespondierendes Mitglied der Bayrischen Akademie der Wissenschaften. Die Mineralogen G. T. Faust und W. T. Schaller vom Geologischen Dienst der USA gaben zu seinen Ehren einer von ihnen neu entdeckten Mineralart, einem Magnesiumhydroxostannat mit der Symmetrie $Pn\bar{3}$ bzw. T_h^2 , den Namen Schoenfliesit.^[25]

- [¹] Erweiterte Kurzfassung des Posterbeitrages auf der 81. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft 2003 in Bochum: Arthur Schoenflies (1853 – 1928). – Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, Beih. z. Eur. J. Mineral. Vol. 15, 2003, No.1, 94 (in englisch).
- [²] Am 9. und 10. Dezember 2003 fand ein Fedorow-Symposium in St. Petersburg statt, gesponsert wurde es durch die IUCr.
- [³] Arthur Schoenflies: Krystallsysteme und Krystallstructur. – B. G. Teubner, Leipzig, 1891, 636 S. [Reprint: Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo 1984].
- [⁴] Fedorow, E. S.: Symmetrie der regelmäßigen Systeme der Figuren. – Preprint, 1 – 147 S. mit 7 Tafeln (in russisch).
Fedorow, E., S.: Symmetrie der regelmäßigen Systeme der Figuren. – Verhandlungen (Zapiski) der Russisch-Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg 28 (1891), 1 –146 (in russisch). Hier sind „229“ Systeme aufgeführt. Eine Korrektur dazu erschien dort S. 557 f. mit der vollständigen Liste der 230 Systeme (Raumgruppen). In deutsch ist diese Publikation in Fedorows Veröffentlichungsserie „Theorie der Krystallstructur“ (Z. Krystallogr. 1895 – 1905) eingearbeitet, insbesondere in : Einleitung. Regelmäßige Punktsysteme. – Z. Krystallogr. 24 (1895), 209 – 252. Englische Übersetzung von D. & K. Harker: Symmetry of crystals. – American Crystallogr. Assoc., ACA Monograph No. 7, New York 1971.
- [⁵] Friedrich, W., Knipping, P. und Laue, M.: Interferenz-Erscheinungen bei Röntgenstrahlen. – Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der K. B. akademie der Wissenschaften zu München, Jahrgang 1912, Heft II, S. 303 – 322.
- [⁶] Scholz, E.: Ausblick auf spätere Entwicklungen. In J. J. Burckhardt: Die Symmetrie der Kristalle. Birkhäuser, Basel (1988), S. 94 – 98.
- [⁷] Schoenflies, A.: Über Gruppen von Transformationen des Raumes in sich. Math. Ann. 34 (1889) 172-203.
- [⁸] Burckhardt, J., J.: Der Briefwechsel von E. S. von Fedorow und A. Schoenflies 1889 – 1908. – Archive for the History of Exact Sciences 7 (1971), 91-141 (eingereicht 1970).
- [⁹] Barlow, W.: Über geometrische Eigenschaften homogener starrer Structures und ihre Anwendung auf die Krystalle. – Z. Krystallogr. 23 (1894), 1-93.
Barlow, W.: Nachtrag zu den Tabellen homogener Structures und Bemerkungen zu E. von Fedorow's Abhandlung über regelmäßige Punktsysteme. – Z. Krystallogr. 25 (1896), 86-91.
- [¹⁰] Hilton, H.: Mathematical Crystallography. Oxford, 1903.
An introduction to the theory of groups of finite order. Clarendon Press, Oxford 1908, XII, 236 S.
- [¹¹] Niggli, P.: Geometrische Kristallographie des Diskontinuums. – VII, Bornträger, Leipzig, 1919, 576 S. [Reprint: Sändig, Wiesbaden 1973]
- [¹²] Hahn, Th. (Ed.): International Tables for Crystallography, Vol. A: Space-Group Symmetry, 5. Auflage Kluwer, Dordrecht, 2002, 911 S.
- [¹³] Klein, F.: Vorlesungen über das Isokosaeder und die Auflösung der Gleichungen vom fünften Grade. – IV, B. G. Teubner, Leipzig 1884, 260 S. [Reprint: Teubner, Leipzig 1993].
- [¹⁴] Schoenflies, A. (mit Liebisch, Th. und Mügge, O.): Krystallographie. – Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften, VI (1906), 391 – 492.
- [¹⁵] Bieberbach, L.: Über die Bewegungsgruppen der Euklidischen Räume, Teil I. – Math. Annalen 70 (1911), 297-336.
- [¹⁶] Bragg, W. H., Bragg, W. L.: X-Rays and Crystal Structure – VII, 225 S. Bell, London 1915.
- [¹⁷] Schoenflies, A: Über Kristallstruktur – Z. Kristallogr. 54 (1915), 4 (geschlossen 10.12.1914), 545 – 569, betr. u. a. Diamant. Schoenflies, A.: Über Kristallstruktur II. – Z. Kristallogr. 55 (1915 – 1920), 6 (geschlossen 21.07 1915), 321 – 352, betr. u. a. Pyrit.
- [¹⁸] Sohncke, L.: Entwicklung einer Theorie der Kristallstruktur, Leipzig 1879.
- [¹⁹] „Nernst-Schoenflies“: Nernst, W. und Schoenflies, A.: Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften. Dieses Lehrbuch erschien von 1895 bis 1931 in 11 Auflagen, seit der 4. Auflage bei Oldenbourg, München.
- [²⁰] Schoenflies, A: Die Entwicklung der Lehre von den Punktmannigfaltigkeiten. – Jahresbericht der

Deutschen Mathematiker-Vereinigung 8 (1900), 2, 1 – 250, B. G. Teubner, Leipzig.

Schoenflies, A.: Die Entwicklung der Lehre von den Punktmannigfaltigkeiten Teil II. – Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, Ergänzungsband II (1908), VI, 1 – 331, B.G. Teubner, Leipzig.

[21] Über die speziell mathematischen Seiten der Leistungen von Arthur Schoenflies und seine Vita berichteten R. und G. Fritsch (Mathematisches Institut der Ludwig-Maximilians-Universität, München): Der Verkünder und Verbreiter der Mengenlehre. Zum 150. Geburtstag von Arthur Schoenflies (1853 – 1928) – Rektor der Universität Frankfurt in der 2. Gründungsphase. – Forschung Frankfurt 2 /2003, 65 – 68.

[22] Freundliche Mitteilung von Theo Hahn, Aachen, vom 13. 10. 2003.

[23] Mehrtens, H.: Ludwig Bieberbach und „Deutsche Mathematik“, in Phillips, E. R. (Hrg.): Studies in the History of Mathematics. Washington, 1987, S. 195 – 241.

[24] Siegmundt-Schultze, R.: Mathematische Berichterstattung in Hitlerdeutschland – Der Niedergang des Jahrbuchs der Fortschritte der Mathematik. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1993.

[25] Faust G. F., Schaller, W. T: Schoenfliesite, $MgSn(OH)_6$. – Z. Kristallogr. 134 (1971), 116-134.

Thomas Kaemmel, Berlin

Kaemmel-Berlin@t-online.de



Grab auf dem Frankfurter Hauptfriedhof (Foto Th. Kaemmel)

(Anm. d. Redaktion: Vgl. auch Zimmermann, H.: A coffee break for two – oder: Der 150. Geburtstag. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie (DGK), Heft 27, Januar 2004, S. 15 – 21. Dort werden Sie zu einer Kaffee- und Lesepause mit den beiden Kristallographie-Heroen eingeladen. Natürlich in der unverwechselbaren Zimmermannschen Art: „Macht Dir 'ne space group Schmerz am Zahn – dann schau doch nach bei THEO HAHN.“

Merke: Eine Lesepause ist keine Pause vom Lesen, in strenger Analogie zu einer Kaffee-pause.)