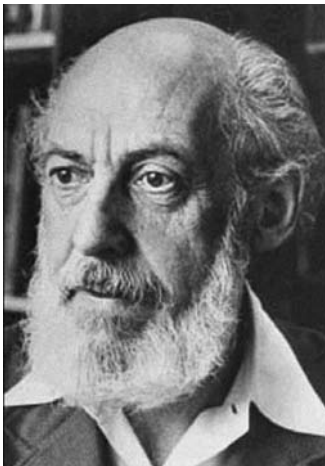


Ein Mathematikerleben im 20. Jahrhundert

Zum 10. Todestag von Samuel Eilenberg

Ralf Krömer



Samuel Eilenberg

Samuel Eilenberg (1913–1998) zählt zwar nicht zu den Mathematikern des zwanzigsten Jahrhunderts, die allen mathematisch Interessierten bekannt sind, hat aber doch in mehreren Spezialgebieten (algebraische Topologie, Homologische Algebra, Kategorientheorie, Automatentheorie) bleibende Spuren hinterlassen. Gleichzeitig ist die Auseinandersetzung mit seiner markanten Persönlichkeit und seiner bewegten Biographie auch dann lohnend, wenn man nicht primär an diesen Spezialgebieten und ihrer Geschichte interessiert ist. Die Stationen seines Lebens spiegeln viele der wissenschaftlichen, aber auch der weltgeschichtlichen Umwälzungen wieder, denen die MathematikerInnen im 20. Jahrhundert ausgesetzt waren.

Die Darstellung schöpft – neben der Sekundärliteratur¹ – aus unveröffentlichtem Material der Bourbaki-Archive in Paris und Nancy² sowie aus dem erst kürzlich in New York wiederentdeckten Nachlass Eilenbergs mit zahlreichen wissenschaftlichen und privaten Dokumenten.³ Insbesondere sind zahlreiche Briefe an Eilenberg aus der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg erhalten, unter anderem von Karol Borsuk, Eduard Čech, David van Dantzig, Hans Freudenthal, G. H. Hardy, Heinz Hopf, Witold Hurewicz, Shizuo Kakutani, Bronisław Knaster, Kazimierz Kuratowski, Solomon Lefschetz, Marston Morse, Leopold Vietoris, J. H. C. Whitehead und Oskar Zariski. Der im Folgenden enthaltene knappe Bericht über sein mathematisches Schaffen ist für einen breiteren Leserkreis bestimmt; detaillierte Analysen wichtiger

Teile seines Werks (insbesondere seiner Zusammenarbeit mit Saunders Mac Lane, Norman Steenrod und Henri Cartan) sowie weiterführende Literaturangaben sind in meinem kürzlich erschienenen Buch [13] enthalten.

Die Jahre bis zum zweiten Weltkrieg

Eilenberg wurde am 30.9.1913 in Warschau geboren. Über seine Familie ist bisher noch recht wenig bekannt. Die Anekdote erzählt, dass Eilenbergs Vater zunächst die Jeshiva besuchte, um sich auf den Beruf des Rabbiners vorzubereiten; doch wandte sich ein Brauereibesitzer an den Leiter dieser Schule mit dem Wunsch, den besten Studenten zum Bräutigam seiner Tochter zu machen. So kam es, dass Eilenberg nicht als Sohn eines Rabbiners, sondern eines Braumeisters aufwuchs.

Eilenberg begann sein Mathematikstudium 1930 in seiner Heimatstadt, von Anfang an in engem Kontakt mit den Hauptfiguren der damals gerade neu entstehenden polnischen Schule der Topologie, Kasimierz Kuratowski und Karol Borsuk. Bereits 1932 erschien Eilenbergs erste Publikation, eine kurze Note zur Theorie der messbaren Funktionen⁴. Mehr als sechzig Jahre später erinnert sich Eilenberg in seiner wahrscheinlich letzten Publikation (wieder einer kurzen Note, diesmal zu Ehren von Karol Borsuk) an diese Anfangsjahre; eine Anekdote, die den zunächst mühsamen

⁰ Dieser Beitrag ist die Ausarbeitung zweier Vorträge, gehalten im Rahmen der Ringvorlesung 2003 zur Geschichte der Mathematik an der Fachrichtung Mathematik der Universität des Saarlandes sowie auf der Jahrestagung 2007 der Fachsektion Geschichte der Mathematik der DMV in Lambrecht/Pfalz. Den Zuhörern sei für ihre Kommentare herzlich gedankt.

¹ [1, 2, 7, 14, 17] sowie verschiedene im Internet verfügbare Informationen. Im Folgenden werden die verwendeten Quellen nicht einzeln gekennzeichnet.

² Große Teile dieses Materials sind seit kurzem online verfügbar unter <http://math-doc.ujf-grenoble.fr/archives-bourbaki/>.

³ Ich danke den Archivaren der Columbia University, insbesondere Marilyn Pettit, für ihre Hilfe beim Erschließen des noch völlig ungeordneten Materials und die Erlaubnis, es für Forschungszwecke zu verwerten. Eine Katalognotiz ist online einsehbar unter <http://clio.cul.columbia.edu/> („Samuel Eilenberg“ als Suchbegriff eingeben).

⁴ Eine Bibliographie Eilenbergs bis einschließlich 1976 ist in der Festschrift [10] enthalten.

Übergang von der mengentheoretischen zur algebraischen Topologie in der polnischen Schule verdeutlicht, sei hier zitiert:

I remember a curious incident. In the fall of 1931 I was browsing through the Mathematics Library and I came across a book entitled *Topology* by Solomon Lefschetz. I looked at the bibliography to see to what extent the "Polish School" was quoted. I found only one reference. It was a paper of Knaster, Kuratowski and Mazurkiewicz [...]. I was very surprised to find no other references and I conveyed my concern to Dr. Adolf Lindenbaum (an excellent logician) who was then the assistant in charge of the library. He told me that it was a terminological misunderstanding, that the book was not about *Topology* but about some sort of *algebra*. [7]

Im Laufe der dreißiger Jahre wandte sich dann Borsuk und mit ihm Eilenberg mehr und mehr der algebraischen Topologie zu, genauer dem Studium von Abbildungen in Sphären mit homologischen Methoden, das insbesondere von L. E. J. Brouwer und Heinz Hopf initiiert worden war. Eilenberg promovierte 1936 über eine verwandte Frage, das Studium von Abbildungen in den Kreis. Anschließend hielt er sich ein Jahr lang in Paris am *Institut Henri Poincaré* auf; seine Immatrikulationsbescheinigung für die *année universitaire 1936/37* ist noch erhalten und notiert *présenté par Maurice Fréchet*. Ansonsten ist über seine Aktivitäten und Kontakte während dieses ersten Parisaufenthalts leider noch nicht viel bekannt; insbesondere ist unklar, ob er bereits zu diesem Zeitpunkt mit der Bourbaki-Gruppe in Kontakt war.⁵

Überhaupt unternahm Eilenberg in der zweiten Hälfte der dreißiger Jahre viele Reisen; er nahm am internationalen Mathematiker-Kongress in Oslo 1936 teil und besuchte einige Topologen in verschiedenen europäischen Städten. In Brno traf er Eduard Čech, den Schöpfer der gleichnamigen Homologietheorie⁶ für allgemeine topologische Räume, in Amsterdam Hans Freudenthal, in Zürich den schon erwähnten Heinz Hopf und schließlich in Oxford John Henry Constantine Whitehead, der heute vor allem als einer der Mitbegründer der Theorie der CW-Komplexe bekannt ist.

Bei Whitehead traf er 1938 auch mit dem Holländer David van Dantzig zusammen, der, obgleich weitgehend mathematischer Autodidakt,

mit seinen „Solenoiden“ einen wichtigen Beitrag zur Theorie der topologischen Mannigfaltigkeiten geleistet hatte (neben anderen interessanten Beiträgen, unter anderem zur Komplettierungstheorie in der topologischen Algebra). Van Dantzig sandte später Fotografien an Eilenberg, die bei diesem Anlass aufgenommen worden waren.

Hans Freudenthals Briefen an Eilenberg aus den letzten Tagen des Jahres 1938 entnimmt man, dass sich Freudenthal von Amsterdam aus bemühte, jüdischen Mathematikern eine Einreiseerlaubnis für die Niederlande zu beschaffen – was ihm offenbar namentlich bei Ernst Hellinger, Robert Remak und möglicherweise auch A. Rosenthal gelang. Hellinger hat davon wohl keinen Gebrauch gemacht; wie Wilhelm Magnus und ausführlicher Carl Ludwig Siegel⁷ berichten, war er nach den Pogromen des 9. November für sechs Wochen im Konzentrationslager Dachau inhaftiert und wurde gegen Jahresende entlassen mit der Auflage, sofort das Land zu verlassen – was er Ende Februar 1939 tat: er reiste zu seiner Schwester in die USA. Remak hingegen ging im April 1939 tatsächlich nach Amsterdam, wurde allerdings 1942 doch noch in Auschwitz ermordet.⁸

Die Freudenthal-Korrespondenz ist auch begriffsgeschichtlich interessant; sie dokumentiert, dass Eilenberg seine Theorie der Hindernisse für die Erweiterung stetiger Abbildungen im Austausch mit Freudenthal entwickelt hat. Den allgemeinen Umbruch weg von traditionellen Methoden bei der Untersuchung von Zykeln hin zu abstrakteren Methoden in der algebraischen Topologie, insbesondere zur kategorientheoretischen Terminologie, kann man gut an folgender Passage aus einem Brief Freudenthals an Eilenberg vom 12. Januar 1939 ablesen: „das Wort *Kozyklus* sollte man verbieten; warum werden Zyklen, die sich *kontravariant* transformieren, *Kozyklen* genannt? vielleicht kriegen wir noch für die gewöhnlichen, *kovarianten* Zyklen den Namen *Kontrazyklus*! Ist es wirklich nötig, die Topologie durch eine blödsinnige Terminologie zu erschweren?“

Kurz vor dem deutschen Überfall auf Polen emigrierte Eilenberg in die USA. Über das Schicksal von Eilenbergs Familie in Warschau nach 1939 ist bisher nichts bekannt.⁹ In den vereinigten Staaten angekommen, machte sich Eilenberg sogleich daran, das Land als *hitchhiker*

⁵ Vgl. hierzu [12, 127ff].

⁶ Heute ist zumeist Čech-Cohomologie in Gebrauch; der Begriff der Cohomologie wurde allerdings erst einige Jahre nach Čechs ursprünglichen Beiträgen eingeführt.

⁷ Vgl. [18], [21].

⁸ Vgl. [19], [20].

⁹ Da der Nachruf in der *New York Times* zu berichten weiß, dass Eilenberg keine eigenen Kinder, aber Cousins hinterlässt, sind wohl noch andere Mitglieder der Familie in die USA emigriert.

auf eigene Faust zu erkunden. Schon bald gelang es ihm, seine Universitätskarriere wieder aufzunehmen: dank der Unterstützung durch Solomon Lefschetz und Raymond L. Wilder bekam Eilenberg 1940 eine Stelle an der Universität von Michigan als *instructor of mathematics*. In Amerika wurde ihm auch sein Spitzname „Sammy“ beigelegt, unter dem er später z. B. auch in den Bourbaki-Protokollen firmiert.

Eilenbergs wissenschaftliche Produktivität wurde durch seine Emigration eher noch beflügelt als in irgend einer Weise beeinträchtigt. Aus den ersten Jahren in den vereinigten Staaten stammen seine Neufassung der singulären Homologietheorie, durch die ein wichtiges konzeptuelles Problem der ursprünglichen Fassung von Lefschetz behoben wird (vgl. hierzu auch [3, 68f]) sowie ein eleganter Beweis des Fundamentalsatzes der Algebra mit Hilfe des Brouwerschen Begriffs des Grades einer Abbildung.

Das Treffen mit Saunders Mac Lane und die Kategorientheorie

In Michigan traf Eilenberg 1942 erstmals mit Saunders Mac Lane zusammen. Mac Lane sollte sein wichtigster Koautor werden; die beiden verfassten insgesamt 23 Arbeiten gemeinsam.¹⁰

Die wichtigste Frucht dieser Zusammenarbeit ist wohl die Kategorientheorie, eine sehr allgemeine Theorie mathematischer Strukturen, die beide von da an durch die meisten ihrer Forschungen begleiten sollte. Der ursprüngliche Anlass für diese begriffliche Innovation war ein recht spezieller. Ausgangspunkt für Eilenberg war wieder ein Problem im Studium von Abbildungen von Sphären:

given a solenoid Σ in S^3 how big is the set S of homotopy classes of maps $f : S^3 \setminus \Sigma \rightarrow S^2$? [7, 2].

Dies führt auf die Untersuchung der Homologiegruppen des betrachteten Raumes bezüglich bestimmter Typen von Zyklen und Koeffizienten, deren Berechnung sich allerdings als schwierig erwies.

Mac Lane seinerseits hatte an einem Problem aus der algebraischen Zahlentheorie gearbeitet und dort gewissermaßen zufällig das Werkzeug für die Lösung von Eilenbergs Problem gefunden. Genauer hatte er, im Anschluss an Arbeiten von Otto Schreier und Reinhold Baer, für bestimmte abelsche Gruppen G, H die

Gruppe $\text{Ext}(H, G)$ aller Gruppenerweiterungen von G durch H ausgerechnet; sein Interesse daran kam von der Klassenkörpertheorie her [15, 30]. Überraschenderweise stellte sich heraus, dass eine dieser Gruppen genau die von Eilenberg gesuchte war (Eilenberg bemerkte dies in einer Vorlesung, in der Mac Lane seine Ergebnisse vorstellte.) Dank bestimmter Eigenschaften der Konstruktion $\text{Ext}(H, G)$ (nämlich ihrer funktoriellen Eigenschaften, wie man dann später sagen würde) hielt dieses neue Verfahren zur Berechnung von Homologiegruppen dem „Grenzübergang“ auf den Fall allgemeiner topologischer Räume („Čech-Theorie“) stand. Das systematische Studium solcher Stabilitätseigenschaften von Konstruktionen bildete den Gegenstand der ersten Beiträge zur Kategorientheorie.

In den beiden letzten Kriegsjahren gehörten Eilenberg und Mac Lane gemeinsam einer *Applied Mathematics Group* an der Columbia University an, die sich mit mathematischen (z. B. ballistischen) Problemen der Kriegsführung zu beschäftigen hatte; sie trieben aber nach Dienstschluss ihre eigenen gemeinsamen Forschungen weiter.

Eilenberg setzte die Kategorientheorie bald ein, um gemeinsam mit Norman Steenrod ein sehr viel allgemeineres begriffliches Problem der algebraischen Topologie zu lösen, nämlich: „was ist überhaupt eine Homologietheorie?“. Im Laufe der zwanziger und dreißiger Jahre waren zahlreiche solche Theorien entwickelt worden, jeweils bestimmten Zwecken angepasst; neben der Čech-Theorie und der klassischen simplizialen Theorie ist besonders die singuläre Theorie zu nennen (zu deren Vervollkommenung Eilenberg, wie oben bereits erwähnt, einen wichtigen Beitrag geleistet hatte). Es stellte sich nun die Frage, welche Resultate für all diese Theorien gemeinsam gelten und insbesondere inwieweit man auf die verschiedenartigen, im Einzelnen oft sehr komplizierten Berechnungsmethoden ganz verzichten kann.

Die Antwort, die Eilenberg und Steenrod gaben, bestand in der Aufstellung einer Axiomatik des Begriffs „Homologietheorie“ (einer Axiomatik, die wiederum wesentlichen Gebrauch von den Begriffen Kategorie und Funktor macht). Diese Sichtweise ist besonders charakteristisch für die Ausrichtung der algebraischen Topologie der vierziger und frühen fünfziger Jahre mehr auf systematische Behandlung der Theorie als auf konkrete topologische Räume betreffende Probleme; vgl. [23, 283 ff]. Eilenbergs und Steenrods Ergebnisse wurden 1945 angekündigt und erschienen dann erst

¹⁰ Auch in Mac Lanes Biographie spielt die nationalsozialistische Rassenpolitik eine Rolle: Als Mac Lane 1933 in Göttingen seine Dissertation vorlegte, hatte man seinem eigentlichen Doktorvater Paul Bernays bereits die Lehrbefugnis entzogen, so dass Hermann Weyl *pro forma* als Doktorvater auftreten musste. Vgl. [16].

1952 in ihren großangelegten *Foundations of algebraic topology*.

Von Michigan aus kam Eilenberg über Indiana schließlich 1947 an die renommierte New Yorker *Columbia University*. Er war in jenen Jahren bereits einer der führenden Forscher auf seinem Gebiet; so kann es nicht verwundern, dass er – im Grunde ähnlich wie David Hilbert in seinem berühmten Vortrag auf dem Internationalen Mathematikerkongress in Paris im Jahre 1900, aber natürlich in kleinerem Rahmen – im Jahre 1949 eine Liste offener Probleme der Topologie publizierte.¹¹

Bourbaki

Nach dem Krieg machte die französische Bourbaki-Gruppe Eilenberg zu ihrem Mitglied. Die Gruppe beschloss bei einem ihrer regelmäßig (in diesem Fall vom 8. bis 19. Juni 1946 in Straßburg) stattfindenden Treffen (oder „Kongresse“), Eilenberg diese Mitgliedschaft anzutragen, und hielt den Beschluss in dem zugehörigen Protokoll („*La Tribu*“) fest. Ein „offizielles“ Einladungsschreiben erging dann jedoch erst 1948 an ihn. Dieses Schreiben findet sich noch in seinem Nachlass und gibt beredtes Zeugnis vom typischen Humor der Gruppe: es ist mit Nicolas Bourbaki gezeichnet und lässt diese fiktive Person als Mischung aus (mathematischem) Guru und im Untergrund agierendem Spionagechef, zwei für die Nachkriegszeit typischen Verkörperungen des Geheimnisumwitterten, auftreten. Hier eine Übertragung (die eher versucht, den skurrilen Stil des Briefs wiederzugeben als den genauen Wortlaut):

Nancy, den 21. Juni 1948

Werter Herr,

Wir haben, durch einen Bericht unseres „Geheimdienstes“, erfahren, dass Sie sich mit der Absicht tragen, in naher Zukunft einen Aufenthalt in Europa zu machen, und wir hoffen sehr, dass Sie die Güte haben mögen, sich während dieses Aufenthalts unseren Versammlungen und Diskussionen anzuschließen.

Diese Teilnahme wird, dessen sind wir gewiss, der Ausgangspunkt einer dauerhaften Zusammenarbeit sein.

Von nun an werden wir Ihnen unsere Redaktionen zukommen lassen, darauf zählend, dass Sie uns an Ihren Beobachtun-

gen werden teilhaben lassen. Wir schlagen Ihnen ferner vor, wenn Ihnen dies genehm ist, sich in Zusammenarbeit mit unserem geliebten Schüler André WEIL eines Berichtes betreffend die elementaren Eigenschaften der Homotopie und der Faserräume anzunehmen. WEIL, der darauf zählt, Sie am 26. Juni in New York zu sehen, wird Ihnen alle diesbezüglichen Informationen geben.

Gruß und Segen.

Nicolas Bourbaki

Wieso hat Bourbaki zwei Jahre mit dem Brief gewartet? Mehrere Gründe sind denkbar. Vielleicht wollte man abwarten, bis sowohl Eilenberg selbst als auch Weil erst einmal ihre dauerhaften Stellungen angetreten haben würden (Weil kam in der zweiten Jahreshälfte 1947 nach Chicago). Zum anderen mag es sein, dass es erst einen vernünftigen Anlass geben musste – wie z. B. den in dem Brief erbetenen Bericht über Homotopie und Faserräume. (Dieser Bericht ist übrigens tatsächlich entstanden und firmiert in der Numerierung der *rédactions Bourbaki* als n° 103. Zu einer Publikation Bourbakis zu dem Thema kam es allerdings nicht.)¹²

Insgesamt ist unklar, wie Bourbaki eigentlich genau auf den Gedanken kam, Eilenberg aufzunehmen. Wie oben schon erwähnt, steht nicht mit Sicherheit fest, ob er bereits bei seinem ersten Parisaufenthalt mit Bourbaki-Mitgliedern in Kontakt gekommen war oder nicht. Jedenfalls traf Eilenberg in den USA offenbar mit Claude Chevalley zusammen, der seit 1938 in Princeton war. (Zweifelloos war Eilenberg auch nicht unbeteiligt daran, dass Chevalley dann von 1949 bis 1957 an der Columbia University lehren konnte.)

Zur Jahreswende 1947/1948 kam es ferner zu einem ersten Treffen Eilenbergs mit Henri Cartan. Cartan reiste in die USA, um André Weil in Chicago zu besuchen, wo dieser gerade frisch seine Professur angetreten hatte (dies und näheres geht aus der unveröffentlichten, im Bourbaki-Archiv vorhandenen Cartan-Weil-Korrespondenz zu dieser Zeit hervor). Möglicherweise verlieh Cartan nach diesem Treffen den Plänen, Eilenberg in die Gruppe aufzunehmen, neuen Antrieb.

Eilenberg nahm über Jahre an den Bourbaki-Kongressen im Sommer teil und war zweimal für ein Jahr Gastprofessor in Paris (1950/51

¹¹ Zu den seither erzielten Fortschritten in der Behandlung eines die sogenannten Linsenräume betreffenden Problems vgl. [23, 272].

¹² Im französischen Original des Briefs ist nicht von Faserräumen (*espaces fibrés*), sondern von „filtrierten Räumen“ (*espaces filtrés*) die Rede; möglicherweise liegt hier aber ein Tippfehler vor, da es sich in n° 103 ganz klar um Faserräume handelt.

NANCY, LE 21 Juin 1948

Cher Monsieur,

Ayant été informé, par un rapport de notre "Intelligence", que vous vous proposez de faire un séjour en Europe, dans un avenir prochain, nous espérons vivement que vous voudrez bien, pendant la durée de ce séjour, vous associer à nos réunions et discussions.

Cette participation sera, nous en sommes certain, le point de départ d'une collaboration durable.

Dès maintenant, nous vous adresserons nos rédactions, en comptant que vous nous ferez part de vos observations. Nous vous proposons aussi, si cela vous convient, de vous charger, en collaboration avec notre bien-aimé disciple André WEIL, d'un rapport concernant les propriétés élémentaires de l'homotopie et des espaces filtrés. WEIL, qui compte vous voir le 26 Juin à NEW-YORK, vous donnera toutes informations à ce sujet.

Salut et bénédiction.


Nicolas BOURBAKI

Prof. S. EILENBERG

Bourbakis Schreiben an Eilenberg vom 21. Juni 1948 (Samuel Eilenberg Papers, Box and Folder; University Archives, Rare Book and Manuscript Library, Columbia University Library. Mit freundlicher Genehmigung der Columbia University Archives.)

und 1966/67). Im Rahmen des *Séminaire Cartan* 1950/51 sprach Eilenberg ausführlich über seine mit Steenrod entwickelte Axiomatik der Homologietheorien. Dieser axiomatische Zugang wurde von Serre und Cartan in die Bereiche der Gruppencohomologie und der Garbentheorie weitergeführt und hatte später wichtige Auswirkungen auf die begriffliche Ausprägung der algebraischen Geometrie durch Grothendieck.

Aus der Zusammenarbeit mit Henri Cartan ging ferner die sogenannte homologische Algebra hervor (in Einzelaspekten freilich bereits im allerersten Eilenberg-Mac Lane-Aufsatz, einer gemeinsam von Eilenberg und Chevalley verfassten Arbeit und Arbeiten anderer Autoren angelegt). Dieser Ansatz wurde von Grothendieck auf die Garbentheorie ausgedehnt und ist noch heute für zahlreiche mathematische Gebiete eine wichtige Hilfsdisziplin. Grob gesprochen geht es darum, ähnlich wie für topolo-

gische Räume auch für algebraische Objekttypen (wie Moduln für Gruppen, Lie-Algebren, assoziative Algebren, oder später eben auch Garben von abelschen Gruppen etc.) eine Cohomologietheorie zu entwickeln, wobei an die Stelle der im topologischen Kontext verfügbaren Komplexe die rein algebraisch definierten Kettenkomplexe treten. Man erhält die gesuchten Cohomologiefunktoren durch „Derivation“ bestimmter für solche Objekttypen verfügbarer Funktoren (insbesondere desjenigen, der zwei Objekten A, B die Menge $\text{Hom}(A, B)$ der Homomorphismen $A \rightarrow B$, versehen mit der zugehörigen Struktur, zuordnet).

Die späten Jahre: Neue Felder

Innerhalb der amerikanischen *community* nahm Eilenberg bald eine Schlüsselposition ein. Er war Mitherausgeber der *Transactions* und des

Bulletin der American Mathematical Society. Er hatte im Laufe der Jahre 18 Doktoranden und zahlreiche internationale Besucher, darunter auch Albrecht Dold aus Deutschland.

In den sechziger Jahren wechselte Eilenberg, bereits über fünfzig Jahre alt, noch einmal von Grund auf die mathematische Disziplin und leistete Beiträge zur damals noch jungen Automatentheorie; auch dort setzte er die Kategorientheorie fruchtbringend ein.

Während zweier Forschungsaufenthalte am *Tata Institute* in Bombay begann Eilenberg nebenbei, eine der bedeutendsten Sammlungen antiker indischer und südostasiatischer Kunst aufzubauen. War dies zunächst ein Hobby des hauptberuflichen Mathematikers (er soll sogar ein Axiomensystem für das Erkennen von Fälschungen aufgestellt haben, das er aber verworfen habe, als er doch einmal auf eine Fälschung hereingefallen war), so war er irgendwann in beiden Bereichen eine einflussreiche Persönlichkeit, auf deren wissenschaftliches Urteil man Wert legte. Die Kunstsammlung vermachte Eilenberg 1987 an das *Metropolitan Museum* von New York, welches als Gegenleistung die Finanzierung der *Samuel Eilenberg visiting professorship* an der *Columbia University* übernahm.

Über seine Sammleraktivitäten lernte Eilenberg seine Frau, Natacha Chterenzon, kennen. Mit ihr entspann sich ein fast mozartisch zu nennender Briefwechsel, der übrigens auch nach der Scheidung der Ehe im Jahre 1969 fortgesetzt wurde und im Nachlass noch erhalten ist. Natasha führt nunmehr den Namen Eilenberg und hat sich insbesondere für den Erhalt der antiken Kunst Kambodschas eingesetzt.

Eilenberg erlitt 1996 einen Schlaganfall und hat sich davon nicht mehr erholt; er starb am 30. I. 1998.

Eilenbergs Nachlass umfasst, neben den schon genannten Dingen von historischer Bedeutung, ein mathematisches Vermächtnis besonderer Art. Während seines letzten Lebensjahrs arbeitete Eilenberg, gemeinsam mit Eldon Dyer, an einem monumentalen Werk zur allgemeinen und kategoriellen Topologie¹³. Leider verstarben beide Autoren vor der Fertigstellung des Buches (Dyer bereits 1993). Allerdings: in Eilenbergs Nachlass sind weite Teile eines recht vollendet wirkenden Manuskripts erhalten. Zwar sind diese nun wohl schon gut fünfzehn Jahre alt, aber dennoch scheint mir der Versuch einer posthumen Publikation, wenn er in nicht allzuferner Zukunft unternommen wird, nicht allein aus historischer, sondern



Shiva sitzend mit Uma (Uma-Maheshvaramurti), Nepal, 11. Jahrhundert. Kupferlegierung. Samuel Eilenberg Collection, Metropolitan Museum of Art, New York City.

auch aus fachlicher Sicht lohnend. Es wäre zu wünschen, dass sich hierfür Unterstützung findet, durchaus auch in Deutschland, wo ja die kategorielle Topologie seit jeher gut vertreten ist.

Eilenberg als exemplarischer Mathematiker des 20. Jahrhunderts

Im Folgenden soll etwas eingehender diskutiert werden, inwiefern, wie bereits eingangs hervorgehoben, Eilenbergs Lebensgeschichte bestimmten wissenschaftlichen, aber auch weltgeschichtlichen Umwälzungen unterworfen war, denen auf verschiedenen Ebenen fast alle MathematikerInnen im 20. Jahrhundert ausgesetzt waren. Einige dieser Umwälzungen waren für die geschichtliche Entwicklung des Faches Mathematik in Deutschland in besonderem Maße von Bedeutung; insofern ist diese Biographie gerade auch für die Erforschung der Mathematikgeschichte in Deutschland von Interesse (obgleich die direkten Bezüge zugegeben sporadisch waren).

¹³ Vgl. [1, 1346f].

Die nationalsozialistische Diktatur und der zweite Weltkrieg bewirkten die Flucht insbesondere jüdischer Mathematiker aus Deutschland und Europa.¹⁴ Die erhaltenen Briefe an Eilenberg dokumentieren eindringlich die Gefahren, denen Mathematiker jüdischen Glaubens (oder jüdischer „Abstammung“ aus der Sicht der nationalsozialistischen Rassenideologie) in Deutschland und den von Deutschland besetzten Staaten ausgesetzt waren, und die Anstrengungen, die zu ihrer Rettung unternommen wurden.

Der Krieg unterband den wissenschaftlichen Austausch zwischen miteinander Krieg führenden Staaten; die Infrastrukturen dieses Austausches mussten später mühsam wieder aufgebaut werden. So ruhte aufgrund des Krieges Japans mit den USA der Briefwechsel Eilenbergs mit Shizuo Kakutani zwischen 1942 und 1946. Mac Lane berichtet, dass der Begriff der Gruppencohomologie und verwandte Begriffe, die er mit Eilenberg während ihrer gemeinsamen Tätigkeit in der militärischen Forschung nebenbei erarbeitet hatte, gleichzeitig, aber unabhängig von Eckmann, Hopf und Freudenthal eingeführt wurde.

Die Tatsache, dass viele der Emigranten in den USA Aufnahme fanden und dort eine zweite wissenschaftliche Karriere beginnen konnten, war zweifellos eine wichtige Voraussetzung für den Aufschwung der mathematischen Forschung in Amerika seit dem zweiten Weltkrieg.

Von der Strukturmathematik zur theoretischen Informatik

Inhaltlich sah die Mathematik im 20. Jahrhundert zunächst den Trend zur Konzentration auf abstrakte Begriffe und Strukturen und sodann ein Aufleben algorithmischer und kalkulatorischer Fragestellungen im Zusammenhang mit der Entwicklung von elektronischen Rechnern und aufgrund der Interaktion der Mathematik mit Technologie und Wirtschaft. In Eilenbergs Forschen sind beide Komponenten präsent.

Es ist hier sicher nicht der Raum, ausführlich mögliche interne oder externe Gründe für diese Entwicklungen zu besprechen. So viel sei immerhin gesagt: die Einbindung Eilenbergs und Mac Lanes in „kriegswichtige“ Forschung auf amerikanischer Seite hat beide nicht daran gehindert, ihre strukturmathematischen Forschungsziele weiterzuverfolgen. Bekanntlich wurden die moderne Algebra Emmy Noethers und ähnliche Entwicklungen von nicht wenigen Mathematikern verschiedenster Provenienz als zu „abstrakt“ zurückgewiesen, von den

Nationalsozialisten gar als „jüdisch“ diffamiert. Letzteres könnte durchaus auch damit zu tun haben, dass solche Mathematik für die „Praxis“, insbesondere das Kriegswesen, ohne jede Bedeutung ist. Insofern könnte es umgekehrt durchaus sein, dass anwendungsferne Strukturmathematik auch aus pazifistischen Gründen betrieben wurde. Könnte dies nicht ein Stück weit die Vorliebe für solche Mathematik erklären, die in weiten Kreisen zweifellos bis in die siebziger Jahre hinein bestand? (Mit dieser These möchte ich natürlich keineswegs meinerseits anwendungsorientierte Mathematik diffamieren.)

Wissenschaftliche Kooperation

Eilenberg hatte besonderen Geschmack an wissenschaftlicher Kooperation. Wurden im Vorangehenden nur die wichtigsten Forscherkollegen genannt, mit denen er gemeinsame Ergebnisse publiziert hat, so ist festzuhalten, dass von seinen 121 Publikationen (116 Artikel und fünf Bücher) 62 gemeinsam mit insgesamt 27 Koautoren entstanden sind.

Dies entspricht einem allgemeinen Trend der Zeit; man denke an die „Erdős number“. Eine lapidare, aber durchaus ernstzunehmende Erklärung hat eine ZuhörerIn nach einem meiner Vorträge gegeben: es gibt immer mehr Wissenschaftler. Eine weitere mögliche Erklärung zieht auch eine Veränderung in der Landschaft der mathematischen Teildisziplinen in Betracht und ergibt sich aus folgender Passage bei Klaus Jänich:

Es heißt zuweilen, ein Kennzeichen der modernen Wissenschaft sei die große und immer noch zunehmende Spezialisierung [...]. Eher [...] kann man [...] die große und immer noch zunehmende *Verflechtung* früher getrennter Disziplinen ein Merkmal der modernen Wissenschaft nennen. Was heute, sagen wir ein Zahlentheoretiker und ein Differentialgeometer gemeinsam wissen müssen, ist viel mehr, auch verhältnismäßig, als vor fünfzig oder hundert Jahren. Diese Verflechtung wird dadurch bewirkt, dass die wissenschaftliche Entwicklung immer wieder verborgene Analogien ans Licht bringt, deren weitere Ausnutzung einen solchen Denkvorteil bedeutet, dass die darauf gegründete Theorie bald in alle betroffenen Gebiete einwandert und sie verbindet. [11, 1]

Dies beschreibt sehr genau Eilenbergs Situation: die Zusammenarbeit mit einem anders ausgerichteten Forscher (Mac Lane), die Ausnutzung einer verborgenen Analogie war der entscheidende Denkvorteil – zunächst der Schlüs-

¹⁴ Dieses Thema hat Reinhard Siegmund-Schultze [22] umfassend dargestellt.

sel zur Lösung seines Problems, sodann der Keim eines Lebenswerks voller weitreichender begrifflicher Innovationen, die aus der Mathematik des zwanzigsten Jahrhunderts nicht mehr wegzudenken sind. Damit hat sich Eilenberg einen bleibenden Platz in der Mathematikgeschichte erworben.

Literatur

- [1] H. Bass, H. Cartan, P. Freyd, A. Heller, and S. MacLane. Samuel Eilenberg (1913–1998). *Notices Amer. Math. Soc.*, 45(10):1344–1352, 1998.
- [2] Henri Cartan. Samuel Eilenberg (1913–1998). *Gaz. Math.*, 77:72–75, 1998.
- [3] Jean Dieudonné. *A history of algebraic and differential topology 1900–1960*. Birkhäuser, Basel, 1989.
- [4] Samuel Eilenberg. Singular homology theory. *Ann. of Math. (2)*, 45:407–447, 1944.
- [5] Samuel Eilenberg. Topological methods in abstract algebra. Cohomology theory of groups. *Bull. Amer. Math. Soc.*, 55:3–37, 1949.
- [6] Samuel Eilenberg. *Automata, languages, and machines*. Vol. A, volume 58 of *Pure and Applied Mathematics*. Academic Press, New York, 1974.
- [7] Samuel Eilenberg. Karol Borsuk – personal reminiscences. *Topol. Methods Nonlinear Anal.*, 1(1):1–2, 1993.
- [8] Samuel Eilenberg and Ivan Niven. The “fundamental theorem of algebra” for quaternions. *Bull. Amer. Math. Soc.*, 50:246–248, 1944.
- [9] Samuel Eilenberg and Norman E. Steenrod. *Foundations of algebraic topology*. Princeton University Press, 1952.
- [10] Alex Heller and Miles Tierney, editors. *Algebra, topology, and category theory (a collection of papers in honor of Samuel Eilenberg)*. Academic Press, New York, 1976.
- [11] Klaus Jänich. *Topologie*. Springer, 3. Auflage, 1990.
- [12] Ralf Krömer. La « machine de Grothendieck », se fonde-t-elle seulement sur des vocables métamathématiques? Bourbaki et les catégories au cours des années cinquante. *Revue d'Histoire des Mathématiques*, 12:111–154, 2006.
- [13] Ralf Krömer. *Tool and object. A history and philosophy of category theory*, volume 32 of *Science Network Historical Studies*. Birkhäuser, Basel, 2007.
- [14] Saunders Mac Lane. The work of Samuel Eilenberg in topology. In [10], pages 133–144, 1976.
- [15] Saunders Mac Lane. Group extensions for 45 years. *Math. Intell.*, 10(2):29–35, 1988.
- [16] Saunders Mac Lane. Math at göttingen under the nazis. *Not. Amer. Math. Soc.*, 42:1134–1138, 1995.
- [17] Saunders Mac Lane. Samuel Eilenberg’s work in category theory. In René Darné, editor, *The European Colloquium of Category Theory (Tours, 1994)*, volume 4 of *Applied Categorical Structures*, pages 137–138, 1996.
- [18] Wilhelm Magnus. Ernst Hellinger. *Dictionary of scientific biography*, 6:235–236, o.j.
- [19] U. Merzbach. Robert Remak and the estimation of units and regulators. In S. Demidov, M. Folkerts, D. Rowe, and Chr. Scriba, editors, *Amphora: Festschrift für Hans Wussing zu seinem 65. Geburtstag*, pages 481–522. Basel, 1992.
- [20] Norbert Schappacher. The Nazi era : the Berlin way of politicising mathematics. In *Mathematics in Berlin*, pages 127–136. Berlin, 1998.
- [21] Carl Ludwig Siegel. Zur geschichte des frankfurter mathematischen seminars. *Frankfurter Universitätsreden*, 36, 1964. *Gesammelte Abh. III (1966)*, hg. K. Chandrasekhar, H. Maass, p. 462–474.
- [22] Reinhard Siegmund-Schultze. *Mathematicians fleeing from Hitler’s Germany*. Princeton University Press, Princeton, 2007.
- [23] Klaus Thomas Volkert. *Das Homöomorphismusproblem, insbesondere der 3-Mannigfaltigkeiten, in der Topologie 1892–1935*. Philosophia Scientiae, Cahier spécial 4. Kimé éditions, Paris, 2002.

Adresse des Autoren

Dr. Ralf Krömer
LHSP-Archives Poincaré UMR7117 CNRS
Université Nancy 2
23, bd Albert 1er
54015 Nancy Cedex
Frankreich
Ralf.Kromer@univ-nancy2.fr

Ralf Krömer (Jahrgang 1972) studierte an der Universität des Saarlandes Mathematik. 2004 promovierte er bei Ernst-Ulrich Gekeler in Saarbrücken und Gerhard Heinzmann vom Poincaré-Archiv in Nancy mit einer Dissertation zur Geschichte der Kategorientheorie. Danach beteiligte er sich an zwei renommierten Editionsprojekten: am Leibniz-Archiv Hannover arbeitete er an der Akademieausgabe von Leibniz’ sämtlichen Schriften und Briefen mit, und wieder in Nancy an der Ausgabe des Poincaré-Briefwechsels. Derzeit ist er im Schuldienst tätig.