

Alexander Khintchine (1894-1959) - ein fast vergessener Vater der Stochastik*

Hans-Joachim Girlich, Leipzig

Der zweite Band von Springers *Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete* von 1933 enthält zwei Hefte zur Stochastik: *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung* von A. Kolmogoroff und *Asymptotische Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung* von A. Khintchine. Diese resümierenden Beiträge der Moskauer Schule der Stochastik waren richtungsweisend und etablierten ein neues mathematisches Forschungsgebiet, sie werden heute meist auf die Leistung von Kolmogoroff reduziert (vgl. etwa J.Jacod, P.Protter: *Probability Essentials*. Springer, Berlin 2000).

Unser Anliegen ist es, Khintchine als Begründer und Ideengeber dieser Schule, als einen weiteren Vater der Stochastik – ähnlich Paul Lévy – ins Bewusstsein der mathematischen Gemeinschaft zurückzurufen und zu würdigen.

Europäische Lehrjahre

Alexander wurde am 19. Juli 1894 in Kondrowo unweit Kaluga als Sohn des Chemie-Ingenieurs Jakow Grigorjewitsch Chintschin geboren, der als Technischer Direktor seit 1896 die Kondrower Papierfabrik leitete. Da „jeder gebildete Osteuropäer eine gewisse deutsche Schulbildung genossen hatte“¹, schickte er 1906 seinen Sohn nach erstem Unterricht an einer Realschule in Kaluga für zwei Jahre auf eine Privatschule nach Zürich in die Schweiz.² Danach ging Alexander an das Woskressenski'sche Realgymnasium nach Moskau, wo ihn die Mathematik-Lehrer M.F.Berg und K.N.Raschewski für ihr Fach gewinnen konnten.

Im Herbst 1911 ließ er sich an der Physikalisch-mathematischen Fakultät der Moskauer Universität (MGU) immatrikulieren. Hier führte ihn D.F.Jegorow (1869-1931) in die Analysis ein bis hin zur metrischen Theorie der reellen Funktionen, die 1914 N.N.Lusin (1883-1950) vertiefte, der gerade von einem dreijährigen Auslandsstudium in Göttingen und Paris zurückgekehrt war, wo er, zuletzt im Seminar von J.Hadamard aktiv, Kontakte zu E.Borel, H.Lebesgue und A. Denjoy gepflegt hatte. Schon im November 1914 berichtete der junge Alexander auf einer Zusammenkunft eines mathematischen Studentenzirkels über den von ihm selbst eingeführten Begriff einer asymptotischen Ableitung in Verbindung mit dem Integral von Denjoy. Damit fand er nicht nur bei Lusin, sondern auch bei Hadamard Gefallen. Letzterer stellte eine entsprechende Note von A. Khintchine zur Sitzung der französischen Akademie der Wissenschaften vom 21.2.1916 vor³. Die hier erstmals offiziell bemühte französische Umschrift des Familiennamens hat A.K. ausnahmslos bei allen seinen mathematischen Veröffentlichungen in nichtrussischer Sprache verwendet, von denen mehr als 45 eigens in Deutsch geschrieben sind. So autorisiert werden wir uns dieser französischen Transkription anschließen. - Eine derartig hohe ausländische Anerkennung der ersten mathematischen Arbeit des Studenten A.K. brachte diesem, durch Jegorows Bemühen, ein staatliches Stipendium in Moskau ein, damit er sein 1916 abgeschlossenes Studium zur Vorbereitung auf eine Hochschullehrertätigkeit fortsetzen konnte.

* Erweiterte Fassung eines Vortrages, gehalten auf der 12. Tagung der Fachsektion Geschichte der Mathematik der Deutschen Mathematiker-Vereinigung in Freising (Bayern) am 2.6.2011.

¹ Das schrieb Norbert Wiener (1894-1964) in seiner Autobiographie *Mathematik – Mein Leben*, Fischer-Bücherei 668 (1965), S.43.

² H. Bernhardt: *Alexander Jakowlewitsch Chintschin (1894 bis 1959)*. Mathematik in der Schule 7(1969), S.882.

³ A. Khintchine: Sur une extension de l'intégrale de M.Denjoy. Comptes rendus Acad.Sci. (Paris) 162 (1916), 287-290.

Mathematik-Professor in Umbruchzeiten

M.W. Frunse (1885-1925), ein Student des Petersburger Polytechnischen Instituts, leitete 1905 den großen Textilarbeiterstreik und beteiligte sich 1917 aktiv an der Oktoberrevolution in der zentralrussischen Stadt Iwanowo-Wosnessensk und danach in Moskau. Er wurde bekannt als erfolgreicher Feldherr im Bürgerkrieg, weniger für sein Wirken für das Polytechnische Institut von Iwanowo. Immerhin ist es ihm gelungen, bedeutende Moskauer Mathematiker an dieses Institut zu holen, so 1918 Lusin und Menschow⁴ sowie 1919 Khintchine. Letzterer arbeitete gleichzeitig als Professor und Dekan der Physikalisch-mathematischen Fakultät des Pädagogischen Instituts dieser Stadt.

In Moskau bemühte sich Jegorow seit 1921 um die Gründung eines Instituts der mathematischen Wissenschaften, Lusin und Menschow kamen 1922 an die Moskauer Universität zurück. Khintchine sagte seine Mitarbeit am wissenschaftlichen Forschungsinstitut der Mathematik und Mechanik (IIMM) zu, das 1923 an der Universität eröffnet wurde, blieb aber hauptamtlich bis 1926 in Iwanowo. Regelmäßig kam er seit Ende 1922 nach Moskau an die Universität und später auch an die Akademie der Gesellschaftswissenschaften, wo er das Methodologie-Seminar der mathematischen Abteilung der naturwissenschaftlichen Sektion leitete. Juschkewitsch⁵ berichtete von vielen hundert Teilnehmern an Khintchines Seminar, unter ihnen der Student A. Kolmogoroff, dessen Vortrag zur intuitionistischen Mathematik (auch Jahre später in Göttingen bei D. Hilbert) viel Beifall fand. Das Pendeln zwischen Moskau und Iwanowo wurde 1926 beendet, als Khintchine den Lehrstuhl für Mathematik am Moskauer pädagogischen Institut „Karl Liebknecht“ übernahm. Ein Jahr danach wurde er auch an der Universität ordentlicher Professor.

Start der modernen Wahrscheinlichkeitsrechnung in Moskau

Die Notwendigkeit, die klassische Wahrscheinlichkeitsrechnung mit der Maßtheorie zu verbinden, illustrierte Emile Borel (1871-1956) in einer bahnbrechenden Arbeit⁶ mit dem Problem der Verteilung der Ziffern der dyadischen Entwicklung von irrationalen Zahlen zwischen 0 und 1. Er modelliert die Ziffernfolge durch eine Bernoullische Versuchsfolge mit $p=1/2$ und zeigte die Konvergenz der arithmetischen Mittel (der relativen Häufigkeiten der Ziffern in den Teilfolgen) gegen $1/2$ bis auf eine Menge vom Maße 0. Den entsprechenden zahlentheoretischen Satz bewies 1913 Felix Hausdorff (1868-1943) in einer verschärften Form.⁷ Die Konvergenzgeschwindigkeit der arithmetischen Mittel der Bernoullischen Versuchsfolge konnte bereits im Jahre 1922 abschließend behandelt werden durch den Khintchine'schen Satz vom iterierten Logarithmus:⁸

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \frac{\mu(n)}{\chi(n)} = 1 \quad \text{fast sicher}$$

$$\text{mit } \chi(n) \sim \sqrt{2p(1-p)n \log(\log n)},$$

für die Abweichung $\mu(n) = m(n) - pn$, wobei unter den n ersten Versuchen das Ereignis A , das mit der Wahrscheinlichkeit p auftritt, genau $m(n)$ mal aufgetreten ist.

⁴ D.J. Menschow: Beziehungen zwischen den Integralen von Borel und Denjoy (russ.) Recueil mathématique 30(1916), 288-295.

⁵ A.P. Yushkevich: Encounters with Mathematicians. In: Zdravkovska, Duren (Eds) Golden Years of Moscow Mathematics. AMS 1993, S.18

⁶ E. Borel: *Les probabilités dénombrables et leurs applications arithmétiques*. Rend.Circ.math. Palermo 27 (1909), 247-271.

⁷ H.-J. Girlich: *Hausdorffs Beiträge zur Wahrscheinlichkeitstheorie*. In: E. Brieskorn (Hrsg) *Felix Hausdorff zum Gedächtnis*. Braunschweig, Wiesbaden 1996, S.31-70.

⁸ A. Khintchine: *Über einen Satz der Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Fundamenta Mathematicae 6(1924), 9-20. Am Ende der Arbeit wird vom Autor erklärt: Moskau, December 1922.

Mit diesem schönen Resultat eröffnete Khintchine an der Moskauer Universität eine neue Forschungsrichtung, zu deren Aufbauphase auch eine Spezialvorlesung gehört, die er 1926 gehalten hat und die anschließend publiziert worden ist.⁹ Darin werden sowohl Ergebnisse der St. Petersburger Schule über den zentralen Grenzwertsatz¹⁰ aufgearbeitet als auch eigene Resultate über das Gesetz der großen Zahlen und das Gesetz vom iterierten Logarithmus dargestellt. Das Ansehen, das er alsbald gewann, wird in einem Text von Mark Kac über die Schwierigkeiten beim Verständnis der Mathematisierung der Brownschen Bewegung¹¹ durch Norbert Wiener ausgedrückt:

Only Paul Lévy in France was able to digest them because of his own active interest in the subject, and so perhaps was A. Khinchine in the Soviet Union.¹²

Kac war in Lemberg Student bei Hugo Steinhaus (1887-1972), der im Juni 1922 den bei Borel noch fehlenden Schritt zur axiomatischen Strenge durch Konstruktion eines Wahrscheinlichkeitsraumes für die Bernoulli'sche Versuchsfolge vollzogen hatte.¹³

Khintchine konnte 1924 Kolmogoroff (damals noch Student im vierten Studienjahr) auch für die Anwendung der metrischen Theorie der reellen Funktionen auf die zu erschließende Wahrscheinlichkeitsrechnung gewinnen und zu gemeinsamer Forschungsarbeit anregen, die sich von einer ersten Publikation¹⁴ bis zu den beiden eingangs erwähnten Arbeiten von 1933 mit dem Axiomensystem und dem wichtigen Hauptsatz über Wahrscheinlichkeiten in unendlichdimensionalen Räumen erstreckte.

Stochastische Prozesse und Grenzverteilungen

Klassische Grenzwertsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung sind Aussagen über das Verhalten von abzählbar vielen Zufallsgrößen. Wie gelingt aber eine mathematisch strenge Beschreibung von einer überabzählbaren Schar von Zufallsgrößen, wie sie bei physikalischen Phänomenen – etwa der Brownschen Bewegung – zu beobachten ist? Hierbei hatte Khintchine wohl die Aufgabe gestellt, die von Wiener am MIT in Boston seit 1921 entwickelte Methodik zu vereinfachen und in eine allgemeine Wahrscheinlichkeitstheorie einzubetten.

A. Kolmogoroff, der nach Abschluss seiner Aspirantur 1929 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am IIMM an der Universität bleiben konnte, beendete 1930 eine große Arbeit¹⁵, in der er für die Klasse der nachwirkungsfreien Prozesse, die Khintchine später nach A.A. Markoff (1856-1922) benannte (der den diskreten Fall der Ketten untersucht hatte) insbesondere eine Methode vorschlug, wie das Übergangsverhalten derartiger Prozesse über partielle Differentialgleichungen zu erfassen war.

Eine Theorie der stationären stochastischen Prozesse¹⁶, das sind zeitlich homogene Prozesse, bei denen die Vergangenheit auf die Zukunft nachwirken kann, hat Khintchine im Jahre 1933 ausgearbeitet. Über die Motivation dazu aus der Physik und Technik wird in den folgenden Abschnitten berichtet.

⁹ A.J. Khintchine: *Grundgesetze der Wahrscheinlichkeitstheorie* (russisch) IIMM, Moskau 1927.

¹⁰ Vgl. dazu H. Fischer: *A History of the Central Limit Theorem*. Springer, New York 2011.

¹¹ N. Wiener: *Differential-Space*. Journal of Mathematics and Physics, MIT, 2(1923), 131-174.

¹² P. Masani: *Norbert Wiener*. Vita Mathematica, 5(1990), S.86.

¹³ H. Steinhaus: *Les probabilités dénombrables et leur rapport à la théorie de la mesure*. Fundamenta Mathematicae 4(1923), 286-310.

¹⁴ A. Khintchine und A. Kolmogoroff: *Über Konvergenz von Reihen, deren Glieder durch den Zufall bestimmt werden*. Math. Sbornik 32(1925), 668-677. Vgl. dazu W. Więślaw (Ed.): *European Mathematics in the Last Centuries*. Wrocław 2005, S.47-56.

¹⁵ A. Kolmogoroff: *Über die analytischen Methoden in der Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Math. Annalen 104(1931), 415-458. Vgl. hierzu H.-J. Girlich: *A.N. Kolmogoroff (1903-1987) und die Ursprünge der Theorie stochastischer Prozesse*. Algorismus 44(2004), S.407-421.

¹⁶ A. Khintchine: *Korrelationstheorie der stationären stochastischen Prozesse*. Math. Annalen 109(1934), 604-615.

In den Dreißigerjahren wurde von P. Lévy (1886-1971) die Klasse der Prozesse mit unabhängigen Zuwächsen bis hin zum Martingalkonzept untersucht.¹⁷ Diese Zuwächse sind unbeschränkt teilbar. Ihre charakteristische Funktion ϕ besitzt die von Khintchine angegebene Darstellung

$$\log \phi(t) = i\gamma t + \int_{-\infty}^{+\infty} (e^{itu} - 1 - \frac{itu}{1+u^2}) \frac{1+u^2}{u^2} dG(u)$$

und wird deshalb heute Lévy-Khintchine-Formel¹⁸ genannt. Lévy und Khintchine standen in regem Briefwechsel¹⁹. Sie schufen eine neue Forschungsrichtung, die Arithmetik der Verteilungsgesetze. Über die unbeschränkt teilbaren und die stabilen Verteilungen als Grenzverteilungen von normierten Summen unabhängiger identisch verteilter Zufallsgrößen schrieb Khintchine eine Monographie²⁰ und hielt dazu Spezialvorlesungen an der MGU, wodurch er insbesondere B.W. Gnedenko für die Summationsproblematik begeisterte, der viele der noch offenen Fragen in den 40er Jahren erledigen konnte.

Institutionelle Konsolidierung der Stochastik in Moskau

Das unter der Direktion von Jegorow stehende IIMM diente an der MGU in erster Linie der Qualifizierung von Aspiranten. Es wurde 1925 in drei Sektionen strukturiert: Mathematik, Mechanik und mathematische Physik, sowie mathematische Statistik.²¹ In der dritten Sektion waren Seminare zur Wahrscheinlichkeitstheorie üblich, die Khintchine leitete. Als er selbst 1931 Direktor des IIMM geworden war und Kolmogoroff Professor, führten sie gemeinsam solche Seminare durch, die auch von Absolventen anderer Universitäten der Sowjetunion besucht werden konnten.²² Auf der Basis der eingangs erwähnten Schriften wurden hier ständig neue Forschungsergebnisse der Stochastik erörtert und neue Graduierungsmöglichkeiten geschaffen. Ein Lehrstuhl für Wahrscheinlichkeitstheorie wurde erst 1935 an der MGU eingerichtet, diesen übernahm Kolmogoroff (Khintchine hatte seit 1932 den Lehrstuhl für mathematische Analysis inne). Das geschah im Rahmen der Aufwertung der Mechanisch-mathematischen Fakultät. Erst Anfang der 70er Jahre kam ein Lehrstuhl für mathematische Statistik dazu.

Statistische Physik

Khintchine war als Sohn eines Ingenieurs stets an physikalischen Phänomenen und speziell an statistischen Gesetzmäßigkeiten in der Physik interessiert und versuchte diese mit den Hilfsmitteln der modernen Wahrscheinlichkeitsrechnung zu erfassen. So konnte er 1930 die Maxwell-Boltzmannsche Energieverteilung als Grenzverteilung erzeugen. Bei Problemen der statistischen Mechanik spielt die Vorgeschichte für die künftige Bewegung eine wichtige Rolle. Damit entfällt hier die Markoff-Eigenschaft. Diesen Hinweis erhielt Khintchine bereits 1928 auf dem Internationalen Mathematiker-Kongress in Bologna von Hadamard in dessen richtungsweisenden Vortrag.²³

¹⁷ P. Lévy: *Théorie de l'addition des variables aléatoires*. Paris 1937.

¹⁸ A. Khintchine: *Déduction nouvelle d'une formule de M. Paul Lévy. Contribution à l'arithmétique des lois de distribution*. Bulletin de l'Université d'état à Moscou, Section A, Vol. I, Fasc. I. Moscou 1937.

¹⁹ P. Lévy et A. Khintchine : *Sur les lois stables*. Comptes Rendus Acad.Sci. Paris 202 (1936), 374-376. P. Lévy : *Processus stochastiques et mouvement brownien*. Paris 1965, vgl. Vorwort des Autors zur russ. Ausgabe Moskau 1972.

²⁰ A. Khintchine : *Grenzesetze für Summen unabhängiger Zufallsgrößen* (russ.), Moskau – Leningrad 1938.

²¹ D.F. Jegorow : *Die Arbeit des IIMM während der fünf Jahre 1923 bis 1928* (russ.), Bulletin de l'Association Univ. de Moscou 2(1928), 3-4, 301-303.

²² Vgl. den detaillierten Bericht von Gnedenko in Anm. 49, S.3/4.

²³ J. Hadamard: *Sur le battage des cartes et ses relations avec la mécanique statistique* (Sezione III-B).

Von zentraler Bedeutung ist das Ergodenproblem, das von G.Birkhoff, unterstützt von E. Hopf, 1931 für spezielle konservative dynamische Systeme gelöst wurde. Es lässt sich allgemeiner durch den *Birkhoff-Khintchine'schen Ergodensatz*.²⁴

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \int_0^t f(T_\lambda x) d\lambda = \int_V f(u) du \quad \text{für fast alle } x \in V$$

als starkes Gesetz der großen Zahlen für eine stark transitive stationäre Bewegung (T_λ) beschreiben, deren Eigenschaften Khintchine zum Begriff des stationären stochastischen Prozesses führte.

Die Mathematisierung der statistischen Mechanik, durch Fowlers Werk von 1929 begonnen, wurde nach dem E. Hopf'schen Ergebnis-Band *Ergodentheorie* von 1937 erst durch Khintchines Bücher *Mathematische Grundlagen der statistischen Mechanik*²⁵ sowie *Mathematische Grundlagen der Quantenstatistik*²⁶ zu einem befriedigenden Abschluss gebracht.

Bedienungstheorie

Der Einsatz der Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Lösung von Problemen bei automatischen Vermittlungsstellen im Telefonverkehr war aus der Literatur bekannt.²⁷ Als Khintchine 1930 Deputierter des Moskauer Stadtrates wurde, arbeitete er in der Sektion Fernmeldewesen mit und begann, sich mit derartigen Aufgaben der „Massenbedienung“ praktisch (gerätetechnisch) und mathematisch auseinanderzusetzen, wobei er im Gegensatz zu den klassischen Untersuchungen die Einflussgrößen durch stochastische Prozesse beschrieb und damit bessere Ergebnisse erzielte. Khintchines Beiträge zur Bedienungstheorie wurde von ihm selbst zu einer Monographie²⁸ zusammengefasst, die Einzelarbeiten von einem seiner Schüler posthum in einem Sammelband veröffentlicht.²⁹ Gnedenko hat danach ein Lehrbuch³⁰ publiziert, das im Osten Deutschlands diese Forschungsrichtung etablierte und zu einem *Handbuch der Bedienungstheorie*³¹ führte, geschrieben von einem Stab von 15 deutschen und 14 russischen Autoren.

Informationstheorie

Claude E. Shannon (1916-2001) hatte sich in den USA bei der Firma Bell insbesondere mit Selbstwähl-Fernsprechzentralen befasst. Dafür entwickelte er nicht nur Schaltungen, sondern versuchte auch die zu übertragene Information zu messen und sachgemäß zu kodieren, um derartige Zentralen geeignet dimensionieren zu können. Seine Arbeiten von 1948 eröffneten eine neue Forschungsrichtung, zu deren mathematischer Grundlegung Khintchine durch zwei bedeutsame Veröffentlichungen beitragen konnte. Dabei klärte er zunächst den

²⁴ A. Khintchine: *Zu Birkhoffs Lösung des Ergodenproblems*. Mathematische Annalen 107(1932), 485-488.

²⁵ Moskau-Leningrad 1943 (russ.), New York 1949 (engl.), Mannheim 1964 (deutsch).

²⁶ Moskau-Leningrad 1951 (russ.), Berlin 1956 (deutsch), Albany N.Y. 1960 (engl.).

²⁷ T.Fry: *Probability and its Engineering Uses*. New York 1928; F. Pollaczek: *Über eine Aufgabe der Wahrscheinlichkeitstheorie*. Mathematische Zeitschrift 32(1930) I: 64-100, II: 729-750.

²⁸ A.J. Khintchine: *Mathematische Methoden der Theorie der Massenbedienung* (russ.). Arbeiten des Steklow-Institutes der Mathematik, Bd. 49, Moskau 1955, Peking 1958 (chin.), London 1960 (engl.).

²⁹ A.J. Khintchine: *Arbeiten zur mathematischen Theorie der Massenbedienung* (russ.) Redaktion: .W.Gnedenko, Moskau 1963.

³⁰ B.W.Gnedenko, I.N.Kowalenko: *Einführung in die Bedienungstheorie*. Berlin 1971, russ. Original: Moskau 1966.

³¹ B.W.Gnedenko, D.König (Hrsg.): *Handbuch der Bedienungstheorie*.

I: Grundlagen und Methoden, Berlin 1983; II: Formeln und andere Ergebnisse, Berlin 1984.

Entropiebegriff, danach verschärfte er die Shannon'schen Kodierungssätze im Falle diskreter stationärer Quellen und Kanäle.³²

Khintchines Werk zur Informationstheorie, auch in Bedienungstheorie und statistischer Physik, knüpfte stets an Vorarbeiten der Physiker an und bildete eine Initialzündung für weiterführende mathematische Arbeiten.

So wurde die Informationstheorie (allein während seines dreijährigen zum Tode führenden Krankenlagers) in Moskau insbesondere durch Gelfand, Jaglom, Kolmogoroff und Dobruschin ausgebaut³³

Sprache und Pädagogik

Khintchine war Zeit seines Lebens ein Liebhaber von Theater und Literatur. Schon in seiner Jugend schrieb er Gedichte, die noch während seines Studiums veröffentlicht wurden, und führte in Kondrowo Lustspiele an einem Amateurtheater auf. Dieses enge Verhältnis zu seiner Muttersprache zeigte sich auch in seinen Vorlesungen:

Khinchin was an excellent lecturer. He always spoke very clearly and beautifully.³⁴

Von seinen gedruckten Werken kann ebenso berichtet werden. Die pädagogische Sprachgestaltung in der Stochastik ist besonders wichtig, wenn der Leserkreis aus Jugendlichen oder Nichtmathematikern besteht. Dazu hat Khintchine mit jungen Mitarbeitern zwei Vorbilder geschaffen, und zwar für die Kinder-Enzyklopädie „Zahlen und Figuren“ den Artikel *Erste Bekanntschaft mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung*³⁵ sowie das Buch *Elementare Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung*³⁶.

Khintchines Tätigkeit an pädagogischen Instituten in Iwanowo-Wosnessensk und Moskau, seine Bemühungen um ein modernes Programm für den Mathematik-Unterricht an den Schulen (das unbedingt auch Wahrscheinlichkeitsrechnung enthalten sollte) prädestinierten ihn zum Gründungsmitglied der Akademie der pädagogischen Wissenschaften der Russischen Föderation im Jahre 1943.

Der Sprachbezug mathematischer Forschungsarbeiten in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts richtete sich in erster Linie nach dem Adressatenkreis und dessen Zeitschriften. So schrieb Khintchine seine ersten Arbeiten zur metrischen Theorie reeller Funktionen, wie anfangs erwähnt, in Französisch, so auch später seine Arbeiten in Verbindung zu Paul Lévy.

Im Anschluss an die italienische Schule um Cantelli, Castelnuovo und Bruno de Finetti publizierte er in Italien auf Italienisch.³⁷ Eine einzige Arbeit veröffentlichte er im Zusammenhang mit G. Birkhoff in Englisch.³⁸

Bis zum Beginn des 2. Weltkrieges sind die meisten seiner Arbeiten in deutscher Sprache verfasst, unabhängig ob sie in Deutschland, Polen oder in der Sowjetunion gedruckt worden sind. Über Khintchines diesbezügliche Verhalten nach dem Krieg berichtet Nikiforowski entsprechend den Erinnerungen von G.A. Ososkow (Professor und Chef-Technologie am Kernforschungszentrum Dubna) aus den 50er Jahren:

³² A.Khinchin: *Mathematical Foundations of Information Theory*, New York 1957. Arbeiten zur Informationstheorie I, Berlin 1957, 7-85. Russische Originale: *Uspechi Mat. Nauk* 8(1953), 3, 3-20, 11 (1956) I, 17-75.

³³ Vgl. dt. Übersetzungen: *Arbeiten zur Informationstheorie*, Berlin: I 1957, II 1958, III 1959.

³⁴ A.P.Yushkevich: *Encounters with Mathematicians* (Anm.5), S.18.

³⁵ in russischer Sprache, *Detskaja Enciklopedia*, Bd.3, Moskau 1959, S.211-220 (mit A.M.Jaglom).

³⁶ Berlin 1955, russ. Original: Moskau-Leningrad 1946 (mit B.W. Gnedenko).

³⁷ *Sulle succassioni stazionarie di eventi*. *Giorn. Ist. Ital. d. Attuari* 3(1932), 3, 267-272.

³⁸ *The method of spectral reduction in classical dynamics*. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 1 Vgl. dt. Übersetzungen: *Arbeiten zur Informationstheorie* I 1957, II 1958, III 1959.

Randnotizen zu den Arbeiten seines Aspiranten Ososkow machte Alexander Jakowlewitsch in deutscher Sprache, und im allgemeinen behauptete er, dass einer, der sich auf Deutsch mit Mathematik beschäftigt, diese kürzer, logischer und genauer erfassen wird. (deutsch: H.-J. G.).³⁹

Leider wird selbst eine derartige Meinung den sprachlichen Verdrängungsprozess an deutschen Universitäten nicht aufhalten, der gerade bei Dissertationen in der Mathematik zu beobachten ist.

Khintchines Nachruhm

In den vorangehenden Abschnitten wurde versucht, Khintchines Werk auf dem Gebiet der Stochastik zu skizzieren. Weitere Details dazu, aber auch zu seinen Leistungen in der Zahlentheorie und der mathematischen Analysis, deren Lehrstuhl Khintchine seit 1932 an der Moskauer Staatlichen Universität leitete, sowie zur Mathematik-Pädagogik an Mittelschulen sind in Nachrufen und Sammelbänden zu finden. Die biografisch-bibliografischen Beiträge und das bis heute anhaltende Bemühen, Khintchines Arbeiten auch für Leser außerhalb des russischen Sprachgebiets zugänglich zu machen, sind Zeichen der Weltgeltung eines bedeutenden Mathematikers und sollen im Folgenden kurz aufgeführt werden.

B.W. Gnedenko (1912-1995) hat den größten Anteil an der Bewahrung des wissenschaftlichen Erbes von Khintchine. Die gesammelten Werke aus den Gebieten Bedienungstheorie⁴⁰ und Pädagogik⁴¹ begann er 1963 zu veröffentlichen. Kurz vor seinem Tode gelang es ihm noch, *Ausgewählte Arbeiten aus der Wahrscheinlichkeitstheorie*⁴² durchweg in russischer Sprache zu publizieren. Es blieb von den großen Arbeiten nur eine, die den Landsleuten kaum zugänglich war. Die eingangs erwähnte Monographie *Asymptotische Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung von 1933*, in der die Ermittlung von Grenzverteilungen für Summen unabhängiger Zufallsgrößen mit Irrfahrten und Markow'schen Prozessen verbunden wird, erschien 2005 in Moskau in russischer Übersetzung.

Gnedenko würdigte Khintchines Lebenswerk schon zu dessen 60. Geburtstag⁴³ sowie in einem ersten⁴⁴ und einem offiziellen Nachruf (mit A. Kolmogoroff).⁴⁵ Er und Joseph L. Doob sprachen zum bedeutendsten Stochastiker-Kongress 1960 in den USA auf einer speziell anberaumten Gedenkveranstaltung, dazu legte er eine Publikationsliste der Khintchine'schen Arbeiten mit 151 Titeln vor.⁴⁶ Die Standardnachschlagewerke von Poggendorff und Gillispie liefern zusätzliche Information⁴⁷.

Von den Nachrufen in verschiedenen Zeitschriften sei insbesondere auf den von Harald Cramér⁴⁸ sowie auf das sehr persönliche Gedenken von Gnedenko⁴⁹ anlässlich des 100. Geburtstags von Khintchine hingewiesen.

³⁹ W.A.Nikiforowski: *Mathematiker, Pädagoge, Organisator* (russ.) Zum 100. Geburtstag des korrespondierenden Mitglieds A.J.Khintchine. Vestnik Russ.Akad. Nauk 64(1994), 12, 1133.

⁴⁰ Vgl. Anm. 29.

⁴¹ B.V. Gnedenko (Editor): *The Teaching of Mathematics*. Essays by A.Ya. Khintchine. London 1968. Russ. Original: Moskau 1963.

⁴² (russ.) Moskau 1995. Nachdruck in der russ. Serie: Klassiker der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Bd. I, Moskau 2004.

⁴³ Uspechi Mat. Nauk 10(1955),3, 197-207.

⁴⁴ Teor.Werojatn. i Primenen. 5(1960), 1, 3-6.

⁴⁵ Uspechi Mat. Nauk 15(1960), 4, 96-110.

⁴⁶ Proc.4th Berkeley Symposium Math. Statistics Prob., Vol. II, Berkeley 1961. B.V.Gnedenko 1-9. Bibliography 10-15. J.L. Doob 17-20. Die Liste enthält wohl nicht durchweg die Originaltitel z.B. [81], [82] wurden 1937 in französischer Sprache veröffentlicht.

⁴⁷ J.C. Poggendorffs biographisch-literarisches Handwörterbuch, Band 6(1936), 437 (Eig.Mitt.), Band 7b (1968), 807-809. C.C.Gillispie (Editor in chief) Dictionary of Scientific Biography, Vol. VII (1973), 351-352.

⁴⁸ H.Cramér: *A.J.Khinchin's work in mathematical probability*. Annals of Mathematical Statistics 32(1962), 1227- 1231.

⁴⁹ Kwant: naučno-populjarnyj fiziko-matematicheskij zurnal, 1994, No.6, 2-6.

Erst beim Abfassen dieser Note erhielt ich Kenntnis vom Erscheinen eines brandneuen Buches: *The Legacy of A.Ya.Khintchine's Work in Probability Theory*⁵⁰.

Khintchine ist also nicht vergessen, er bleibt auch heute noch ein lebendiger Vater der Stochastik.

ERGEBNISSE DER MATHEMATIK UND IHRER GRENZGEBIETE

HERAUSGEGEBEN VON DER SCHRIFTFLEITUNG
DES
„ZENTRALBLATT FÜR MATHEMATIK“
ZWEITER BAND

4

ASYMPTOTISCHE GESETZE DER WAHRSCHEINLICHKEITS- RECHNUNG

VON

A. KHINTCHINE



BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1933

⁵⁰ Cambridge Scientific Publishers 2010, S.V.Rogosin und F.Mainardi übersetzten einige von Khintchines wichtigsten Arbeiten zur Stochastik aus Gnedenkos Sammelband (Anm.42) unter Berücksichtigung der Originale ins Englische, dankenswerterweise ergänzt durch die schwer zugängliche Monographie von 1938, und kommentierten sie.