Internationale Mathematische Nachrichten

International Mathematical News

Nouvelles Mathématiques Internationales

Die IMN wurden 1947 von R. Inzinger als „Nachrichten der Mathematischen Gesellschaft in Wien“ gegründet. 1952 wurde die Zeitschrift in „Internationale Mathematische Nachrichten“ umbenannt und war bis 1971 offizielles Publikationsorgan der „Internationalen Mathematischen Union“.

Von 1953 bis 1977 betreute W. Wunderlich, der bereits seit der Gründung als Redakteur mitwirkte, als Herausgeber die IMN. Die weiteren Herausgeber waren H. Vogler (1978–79), U. Dieter (1980–81, 1984–85), L. Reich (1982–83), P. Flor (1986–99) und M. Drmota (2000–2007).

Herausgeber:

Österreichische Mathematische Gesellschaft, Wiedner Hauptstraße 8–10/104, A-1040 Wien. email *imn@tuwien.ac.at*, *http://www.oemg.ac.at/*

Bezug:

Die IMN erscheinen dreimal jährlich und werden von den Mitgliedern der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft bezogen.
Jahresbeitrag: € 20,–

Bankverbindung: Konto Nr. 229-103-892-00 der Bank Austria–Creditanstalt (IBAN AT83-1200-0229-1038-9200, BLZ 12000, BIC/SWIFT-Code BKAUATWW).

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Österr. Math. Gesellschaft. Satz: Österr. Math. Gesellschaft. Druck: Grafisches Zentrum, Wiedner Hauptstraße 8–10, 1040 Wien.

ISSN 0020-7926

Österreichische Mathematische Gesellschaft

Gegründet 1903

http://www.oemg.ac.at/
email: *oemg@oemg.ac.at*

Sekretariat:

TU Wien, Institut 104,
Wiedner Hauptstr. 8–10, A 1040 Wien.
Tel. +43-1-58801-11823
email: *sekr@oemg.ac.at*

Vorstand des Vereinsjahres 2011:

M. Drmota (TU Wien): Vorsitzender
M. Oberguggenberger (Univ. Innsbruck): Stellvertretender Vorsitzender
J. Wallner (TU Graz): Herausgeber der IMN
B. Lamel (Univ. Wien): Schriftführer
A. Ostermann (Univ. Unnsbruck): Stellvertretender Schriftführer
G. Larcher (Univ Linz): Kassier
P. Kirschenhofer (MU Leoben): Stellvertretender Kassier
G. Schranz-Kirlinger (TU Wien): Beauftragte für Frauenförderung
G. Teschl (Univ. Wien): Beauftragter f. Öffentlichkeitsarbeit

Beirat:

A. Binder (Linz)
U. Dieter (TU Graz)
H. Engl (Univ. Wien)
P. M. Gruber (TU Wien)
G. Helmberg (Univ. Innsbruck)
H. Heugl (Wien)
W. Imrich (MU Leoben)
M. Koth (Univ. Wien)
C. Krattenthaler (Univ. Wien)
W. Kuich (TU Wien)
W. Müller (Univ. Klagenfurt)
W. G. Nowak (Univ. Bodenkult. Wien)
L. Reich (Univ. Graz)
N. Rozsenich (Wien)
W. Schachermayer (Univ Wien)
K. Sigmund (Univ. Wien)
H. Sorger (Wien)
H. Strasser (WU Wien)
R. Tichy (TU Graz)
W. Wurm (Wien)

Vorstand, Sektions- und Kommissionsvorsitzende gehören statutengemäß dem Beirat an.

Vorsitzende der Sektionen und Kommissionen:

W. Woess (Graz)
G. Kirchner (Innsbruck)
C. Nowak (Klagenfurt)
F. Pillichshammer (Linz)
P. Hellekalek (Salzburg)
C. Krattenthaler (Wien)
H. Humenberger (Didaktikkommission)

Mitgliedsbeitrag:

Jahresbeitrag: € 20,–

Bankverbindung: Konto Nr. 229-103-892-00 der Bank Austria–Creditanstalt (IBAN AT83-1200-0229-1038-9200, BLZ 12000, BIC BKAUATWW).

Internationale Mathematische Nachrichten

International Mathematical News

Nouvelles Mathématiques Internationales

Nr. 218 (65. Jahrgang) **Dezember 2011**

Inhalt

Die Figur auf der Titelseite illustriert eine der berühmtesten Entdeckungen des heurigen Abelpreisträgers John Milnor. Ein S^3-Bündel über S^4 entstehe durch Verkleben von zwei Exemplaren des trivialen S^3-Bündels $\mathbb{R}^4 \times S^3$ mittels

$$(a,b) \in (\mathbb{R}^4 \setminus 0) \times S^3 \mapsto \left(\frac{a}{|a|^2}, \frac{a^2 b a^{-1}}{|a|} \right) \in (\mathbb{R}^4 \setminus 0) \times S^3,$$

wobei a, b als Quaternionen betrachtet werden. Das Resultat ist eine *exotische Sphäre* homöomorph zu S^7, welche jedoch nicht diffeomorph zur Einheitskugel des $\mathbb{R}^8$ ist.

Internat. Math. Nachrichten
Nr. 218 (2011), 1–10

Franz Alt 1910–2011

Karl Sigmund, Josef Teichmann* und Walter Schachermayer
Universität Wien und *ETH Zürich

Franz Alt passed away peacefully on July 21, 2011, in New York.

Alt was born in Vienna, on November 30, 1910, and had to escape from the Third Reich in 1938. He participated in two particularly rich and seminal episodes in the history of science. In the Thirties, in Vienna, he was a member of the Mathematical Colloquium, which was an immediate off-shoot of the famous Vienna Circle, and included luminaries such as Kurt Gödel, Karl Menger, Abraham Wald, Oskar Morgenstern and Karl Popper. In the United States, during the post-war years, Franz Alt became instrumental in the development of the first modern computers. He was a founder, and one of the first presidents, of the Association for Computing Machinery.

Franz Alt came from a secular Jewish family which had moved from Moravia to Vienna. He went to school in the Stubenbastei Gymnasium. His father was a lawyer and wanted Franz to study law and to eventually take over his law-firm. But the young man was determined to study mathematics, in spite of the job prospects which were poor, at the time, and would soon turn worse. In due time, Franz' younger brother Friedrich (Fred) would step into their father's shoes.

When Franz enrolled at the University of Vienna, in 1928, the Institute of Mathematics was dominated by three great figures, Wilhelm Wirtinger, Philipp Furtwängler and Hans Hahn. But many of the young students rallied around the newly-appointed associate professor of geometry, Karl Menger. Karl Menger was only eight years older than Franz Alt. As a student, Menger had been the favourite student of Hahn, and he became one of the co-founders of topological dimension theory. Menger spent postdoc years with Brouwer in Amsterdam. Returning to Vienna as a twenty-five-year old professor, he quickly started to establish a mathematical circle, or Colloquium, along the lines of the Vienna Circle, but differing from the role model in several important points. In particular, the proceedings of the seminar talks and discussions were published in a yearly volume, the *Ergebnisse eines Mathematischen Kolloquiums*. The young student Franz Alt, who had first distinguished himself in Hahn's seminar, became a mainstay of the Colloquium from the spring of 1930 on.

ISSN 0020-7926

Franz Alt. Photo at right © Peter Weinberger.

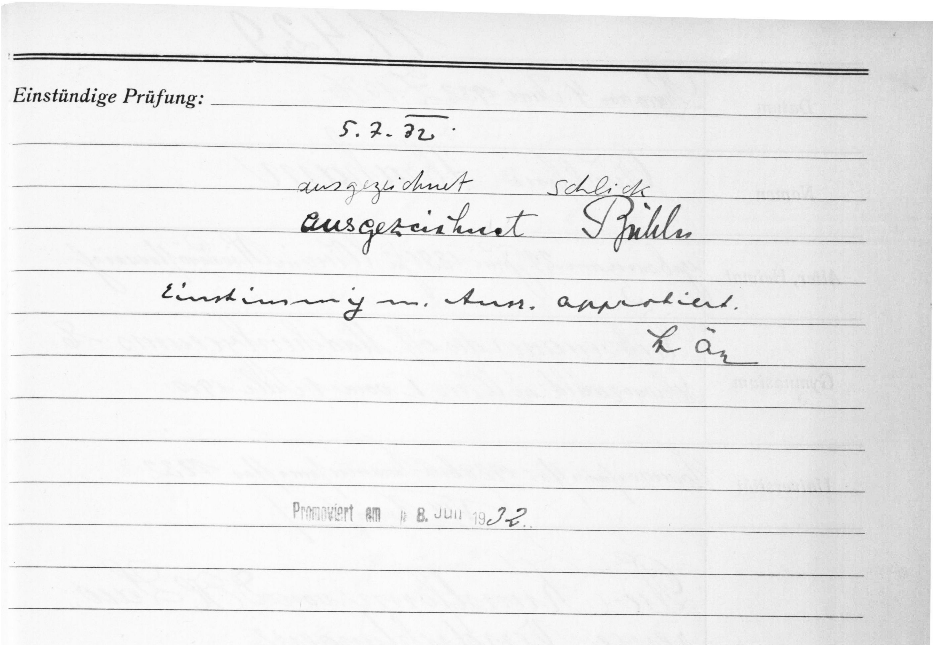
The first disciple of Karl Menger was Georg Nöbeling, a student from Germany, who worked with Menger on embedding theorems. After his PhD, Nöbeling became assistant professor. The second of Menger's students, Hans Hornich, obtained a job as librarian at the Institute of Mathematics. But after that, there were no vacancies left to be filled. The economic crisis hit Austria with full force.

Franz Alt wrote a PhD thesis on the concept of curvature in metric spaces, an important contribution to the logical foundations of geometry. After obtaining his doctorate on July 8, 1932, he joined the ranks of the jobless. He also obtained the diploma qualifying him to work as a high school teacher, but he did not find a position. For years, he made ends meet by giving private lessons in mathematics. Only in 1935 did he obtain a modest actuarial job at the Generali life insurance (which once had Franz Kafka on the payroll). Franz Alt was not the only mathematician in Vienna working for the insurance industry: Eduard Helly, Alfred Tauber and several others earned their living with actuarial mathematics.

Franz Alt remained attached to the Institute of Mathematics, however, and in particular to the Colloquium. A major part of the Colloquium was devoted to the foundations of geometry, Menger's main field of interest. This is where Franz Alt published his first three papers on curvature, the first one jointly with Otto Haupt. (It may be noted that Nöbeling, Haupt and Alt all lived to see their hundredth birthday). Another regular contributor to the Colloquium was Kurt Gödel, who in 1930 discovered his incompleteness theorem and who soon became recognized as a genius. He published much of his early work on mathematical logic in the *Ergebnisse*. Gödel was barely four years older than Alt, a *Privatdozent* who lived on his own private means. Both Gödel and Alt became co-editors of the *Ergebnisse*. Another close colleague of Franz Alt was Abraham Wald, who had come from Romania. Although he was eight years older than Alt, he started his studies

11.428.

Datum	Praes. am 3. Juni 1932, Z. 1369.
Namen	Franz Leopold Alt
Alter, Heimat	geboren am 30. November 1910 zu Wien in Niederösterreich
Gymnasium	Reifezeugnis des Bundes-Realgymnasiums in Wien, I. vom 11. Juni 1928.
Universität	Vom Wintersemester 1928/29 bis Sommersemester 1932. (: VIII Semester :)
Abhandlung	Metrische Definition der Krümmung einer Kurve. Approbiert am 4. Juni 32. [illegible]
Referenten	Professor Dr Menger " " Hahn
Zweistündige Prüfung	15. 6. 32. ausgezeichnet Thirring ausgezeichnet Hahn ausgezeichnet Menger Einstimmig mit Ausz. approbiert. [illegible]


Einstündige Prüfung:
5. 7. 32.
ausgezeichnet Schlick
ausgezeichnet Bühler
Einstimmig m. Ausz. approbiert.
Promoviert am 8. Juli 1932.

The minutes of Franz Alt's PhD defense are signed by Hans Thirring, Hans Hahn, Karl Menger, Moritz Schlick, and Karl Bühler (Archiv Univ. Wien)

at about the same time, working on geometric generalizations of the concept of between-ness. For a few years, Olga Taussky also took part in the Colloquium, before moving to the US in 1934.

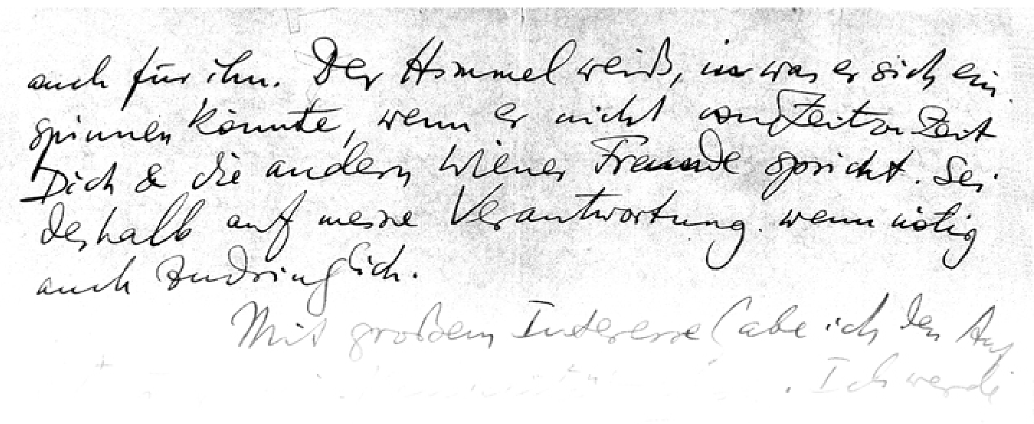
Menger did his best to help his young disciples, encouraging them to publish and to travel. Thus Alt attended the ICM in Zürich in 1932, right after his PhD. Furthermore, Menger arranged for Alt to give mathematical tutoring to economists. Karl Menger's father Carl had been the founder of the so-called Austrian School of Economics. At nineteen, Karl had published the second (posthumous) edition of the main treatise of his father, and he kept a lifelong interest in economic problems. In particular, Karl Menger befriended the young director of the *Institut für Konjunkturforschung*, Oskar Morgenstern. Gradually, mathematical economics acquired a larger and larger place in the Colloquium. This led to several momentous consequences. In particular, Abraham Wald published the first modern equilibrium theorem in economics in the *Ergebnisse*, inspired by Karl Schlesinger. Soon after, John von Neumann, a regular visitor to Vienna in the Thirties, would publish his own equilibrium theory in the same journal. Another economics paper submitted by Wald got lost in the turmoil of 1938. (Wald had also been inspired through a Colloquium lecture by Karl Popper, a totally unknown philosopher at the time, to develop foundations of probability theory based on the concept of collectives.)

As Franz Alt said in a 1997 interview, Karl Menger felt guilty that he could not provide him with some employment and recommended him to Morgenstern, who hired him as private tutor in mathematics at 20 Schillings an afternoon: "Morgenstern ... very interesting, very intelligent ... He was convinced that mathematics was important ... He told me once that he had wanted to study physics, but right after World War I all the interest was in the social sciences, and so he felt he should go into that ... He had me help him read books on mathematical economics. It helped that I knew languages. We read English mostly. There was a man named Bowley who wrote a book here on mathematical economics. It was just as interesting for me as for Morgenstern. I had to prepare each meeting, read a chapter in the book, and then we discussed it. He knew as much about it as I did, but perhaps once in a while I could explain something" (page 10 of [F]). So Franz Alt also became attracted by economic questions.

Almost effortlessly, he proved a theorem on the measurability of utility, based on simple and convincing axioms, which turned out to be of seminal importance. This paper clarified the conditions under which preference relations can be expressed by means of a numerical utility function. Alt presented it at the International Congress of Mathematicians in Oslo, 1936. The short paper became a citation classic and greatly influenced later work by Morgenstern, von Neumann, Debreu, Arrow, and others.

While great work was done in Austria on economic theory, the economic prospects of the country became increasingly hopeless, and darkened by a desperate political situation. Disgusted by the spread of reactionary and anti-Semitic currents in his country, Karl Menger moved with his young family to the US in 1937. Hahn had died in 1934, and Wirtinger and Furtwängler retired. The Institute of Mathematics was struggling to survive. The decimated Vienna Circle had to meet, almost clandestinely, in private apartments. Karl Menger tried to run his Colloquium from abroad. In a touching letter which he wrote to Franz Alt on New Year's Eve, Dec 31, 1937, he enjoined him to meet with the others, from time to time, "and especially see that Gödel takes part in the Colloquium. It would be of the greatest benefit not only to all the other participants but also to Gödel himself, though he might not realize it. Heaven knows what he could become entangled in, if he does not talk to you and his other friends in Vienna from time to time. If necessary, be pushy, on my say-so." But within a few months, Hitler's troops would invade Austria, welcomed by frenetic crowds. A wave of racist and political persecution swept the country. Franz Alt understood that he had to make haste to leave. His fiancée Alice Modern had relatives in New York. Franz and Alice were hurriedly married by a rabbi friend of the family, and thus were able to obtain immigration visas to the US. The young couple left Vienna in early May, 1938.

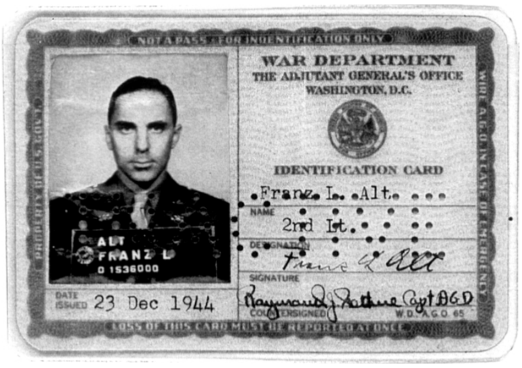
In the United States, Franz Alt was able, after three months of frantic efforts, to obtain a position at the newly founded Econometric Institute in New York, thanks (in part) to his paper on utility functions, and to the recommendation of Harold



auch für ihn. Der Himmel weiß, in was er sich ein-
spinnen könnte, wenn er nicht [illegible]
Dich & die anderen Wiener Freunde spricht. Sei
deshalb auf meine Verantwortung wenn nötig
auch zudringlich.
Mit großem Interesse habe ich den [illegible]
[illegible]

Karl Menger's letter to Franz Alt of December 31, 1937.

Hotelling, to whom he was introduced by Oskar Morgenstern. Alt worked at the Econometric Institute from 1938 to 1946, with a significant interruption: two years of military service in the US Army. His first application to join the army had been rejected, because he counted as an enemy alien. He was to obtain US citizenship only in 1944. But in 1943, he was drafted into the 10th Mountain Division, and after officer's training, eventually promoted to Second Lieutenant. His specialized training did not only involve skiing and rock climbing, at which he excelled. The Army became aware that Alt had other skills, too, and thus he was assigned, towards the end of the war, to Aberdeen Proving Ground, and became involved in the development of electronic computation. This was the time when the first modern computers saw the light of day, electric monsters filling entire rooms. Franz Alt, by a stroke of serendipity, belonged to the select few who participated in the early pioneering developments, becoming one of the first to write computer programs. When he returned to civilian life, he first resumed his job as Assistant Director of Research at the Econometric Institute, but already in 1946, he returned to Aberdeen, this time as a civilian. He collaborated, among others, in the first test problems for the newly-built ENIAC, most famously in proving primality of large numbers. Franz Alt also took a leading role in developing the first stored-program computer in the US, the SEAC (the Standard Eastern Automatic Computer, which still used acoustic delay lines). At the National Bureau of Standards, Franz Alt became Deputy Chief, first of the Computing Laboratory (1948–1952), which was headed by John Todd, Olga Taussky's husband, and later of the Applied Mathematics Division (1952–1967). There, Alt played an instrumental role in promoting the use of computers at the Bureau and elsewhere in the government, collaborating with George Dantzig, who developed linear programming at the time and later would obtain a Nobel Prize in Economics. From 1962 to 1963, Alt was Chief of its Office of International Relations, and subsequently Area Manager for Information Systems. He worked on the development



Franz Alt's army identity card.

of programs for machine translation.

It was during his first years at the National Bureau of Standards that Franz Alt became one of the founders, and the third president (1950–1952), of the Association for Computing Machinery, ACM. This association established a link between the multiple interdisciplinary efforts at the National Bureau of Standards, Bell Telephone Laboratories, the Aberdeen Proving Ground, Oakridge and the Electronic Controls Company (IBM happened to play a minor role at the time). Alt became the first editor-in-chief of its Journal. Later, he became the first recipient of its Distinguished Service Award, and he was among its first Fellows. In 1972, on the occasion of the 25th anniversary of the ACM, Franz Alt published in its Communications a historical reminiscence of the momentous years 1945–47 entitled 'Archeology of the Computer'. In particular, he liked to apply, as a thought experiment, his econometric skills to the growth of the computer industry. The orthodox econometric model predicted, in 1962, a saturation level of a few thousand computers, nationwide. Alt wrote, tongue in cheek, that "there are obvious reasons why the model should not be valid for computers". When ACM was founded in 1947, it had some 300 members. The number now exceeds 100.000.

Franz Alt also played an active role in the peace movement. In 1967, when the war in Vietnam escalated, Alt left government service to become deputy Director of the Information Division at the American Institute of Physics, in New York. He introduced bibliometric systems on the physics literature and pioneered the establishment of a citation index. In 1973, Franz Alt retired, but continued with his involvement in peace and anti-nuclear movements. In 1969, his wife Alice died. They had one son and one daughter. Franz Alt married Annice in 1985, and she survives him. For many years, she helped him to live an active and fulfilled old age. In particular, she was an indispensable companion on the journeys which he undertook as an octo- and nonagenarian.

After his arrival in New York, in 1938, Franz Alt had been able to procure immigration visa for his parents. Alice and Franz made it their highest priority to find Americans to sponsor other emigrés, and they helped a total of 30 men, women and children to come to America. But this involved hard choices about whom to help, giving preference to young scientists over elderly aunts; two of Alt's aunts died in concentration camps. It is poignant to read, in Franz Alt's reminiscences, that on his first return to Vienna, in 1958, he felt familiar only in the Zentralfriedhof, Vienna's central cemetery. But his upbringing had indelibly stamped him as the epitome of what cultured Viennese would like to be. His melodious German reminded one of Hofmannsthal and Schnitzler, his literary and artistic interests were wide-ranging, and his two major hobbies were hiking and music (he played violin and viola in several chamber music groups, well into his nineties). Gradually, the rift that had been caused by the *Anschluss* narrowed. Franz Alt greatly appreciated his invitations to the Berlin ICM in 1998, by the German Mathematical Association, and to the Congress of Austrian Mathematicians in 2001. His former school, the Stubenbastei Gymnasium, named a prize after him. In 2007, Franz Alt received, from the hands of Austria's chancellor Gusenbauer, the *Ehrenkreuz für Wissenschaft und Kunst I. Klasse*, the highest distinction for science and art in Austria.

List of Publications by Franz L. Alt

(a) Pure Mathematics

[1] Zum Krümmungsbegriff (with O. Haupt). *Ergebnisse eines Math. Koll.* 3, 1930/31.
[2] Zur Theorie der Krümmung. *Ergebnisse eines Math. Koll.* 3, 1930/31.
[3] Zur Theorie der Krümmung. *Ergebnisse eines Math. Koll.* 4, 1931/32.
[4] Der n-Gittersatz in Bogen (with G. Beer). *Ergebnisse eines Math. Koll.* 6, 1933/34.
[5] Axiomatik der affinen Verknüpfungsbeziehungen. *Ergebnisse eines Math. Koll.* 7, 1934/35.
[6] Dreiecksungleichung und Eichkörper in verallgemeinerten Minkowski'schen Räumen. *Ergebnisse eines Math. Koll.* 8, 1935/36.
[7] Ein Streckenbild für welches $\gamma\phi$ nicht existiert obwohl ϕ stetig, beschränkt und quasi-regulär ist. *Ergebnisse eines Math. Koll.* 8, 1935/36.
[8] New Foundations of Projective and Affine Geometry (with K. Menger and O. Schreiber). *Annals of Math.* 37/2, Apr. 1936.
[9] Note on a Previous Paper "New Foundations ..." (with K. Menger). *Annals of Math.* 38/2, Apr. 1937.

(b) Applied Mathematics

[10] Eine Ausgleichung der $\mathrm{AH}_{\mathrm{G}}^{\mathrm{M}}$ Selekt-Tafeln. *Versicherungsarchiv* 7/10, Apr. 1937.
[11] Distributed Lags. *Econometrica* 10/2, Apr. 1942.
[12] Multiplication of Matrices. *Math. Tables & Aids to Comp.* II/13, Jän. 1946.
[13] Steady State Solutions of the Equation of Burning. Ballistic Research Lab. Report No. 682, Aberdeen Proving Ground, Md., Nov. 1948.

(c) Mathematical Economics

[14] Industrielle Standortfragen. *Zeitschrift für Nat. Ökonomie* VI/1, 1935.

[15] Über die Messbarkeit des Nutzens. *Zeitschrift für Nat.Ökonomie* VII/2, 1936. English Translation in: Preference, Utility and Demand, 1971. Harcourt Brace Jovanovic, New York, pp. 424
[16] On the Measurability of Utility. *Internat. Congr. of Math.*, Oslo, 1936.
[17] Effects of Temperature, Precipitation etc. on Consumers' Demand (with F. Weiszmandel). *Econometrica* 11/I, Jän. 1943 (Abstr.)
[18] Corporate Earnings. *Econometrica* 15/2, Apr. 1947 (Abstr.)

(d) Computing Machinery

[19] New High-Speed Computing Devices. *Amer. Statistician* I/1, Aug. 1947
[20] A Bell Telephone Laboratories Computing Machine. *Math. Tables & Aids to Comp.* III/21–22, Jan.–Apr. 1948.
[21] Machine Methods for Finding Characteristic Roots of a Matrix. Proc. Comput. Seminar, IBM Company, Dec. 1949.
[22] Almost-Triangular Matrices. *Internat. Congr. of Math.*, Cambridge, Mass. 1950.
[23] Boundary Value Problems for Multiply Connected Domains. *Proceedings ACM*, Pittsburgh Meeting, 1952.
[24] Recent Result on the Equations of Burning. *Internat. Congr. of Math.*, Amsterdam, 1954.
[25] Development of Automatic Computers. *Electronics in Management*, Univ. Press of Washington, D.C., 1956.
[26] *Electronic Digital Computers. Acad.* Press, New York, 1958.
[27] Arithmetic. *Handbook of Physics* (E.U. Condon and H. Odishaw, eds.) McGraw-Hill, New York, 1958.
[28] Computers, *Encyclopedia of Chemistry*, Supplement (G.L. Clark, G.G. Hawley, eds.) Reinhold, New York, 1958.
[29] Heat Transfer in the Presence of Moisture, *International Congress of Mathematicians*, Edinburgh, Scotland, Aug. 14, 1958.
[30] The Outlook for Machine Translation. *Proceedings of the Western Joint Computer Conference*, Vol. 17, San Francisco, Calif., May 1960.
[31] Recognition of Clauses and Phrases in M/T of Languages (jointly with Ida Rhodes), *Proceedings Int. Conf. Machine Translation of Languages and Applied Language Analysis*, Teddington, England, 1961.
[32] Digital Pattern Recognition by Moments, *ACM Journal*, April 1962.
[33] Fifteen Years ACM, *Communications ACM*, June 1962.
[34] The Hindsight Technique in Machine Translation of Natural Languages (jointly with Ida Rhodes), *NBS J. of Research*, April–June 1962.
[35] Safety Levels in Military Inventory Management, *Operations Res.*, Nov.–Dec. 1962.
[36] The Standardization of Programming Languages, *Proceedings ACM*, August 1964.
[37] Some Unorthodox Predictions, *Computers and Automations* XIV, Jan. 1965.
[38] Mechanical Translation: U.S. Japan Joint Conference, *Science*, March 26, 1965.
[39] Information Handling in The National Standard Reference Data System, Technical Note 290, Nat. Bur. Standards, July 1966.
[40] Citation Searching and Bibliographic Coupling With Remote On-Line Computer Access, *NBS Journal of Research*, 72 B/1, Jan.–Feb. 1968.

[41] Plans for a National Physics Information System, Report ID 68-6, Amer. Inst. of Physics, March 1968.
[42] Fundamentals, Chapter 1 of *Handbook of Physics*, Part I — Mathematics (E.U. Condon and Hugh Odishaw, eds), 2d Ed., Mac Graw-Hill, New York 1967.
[43] Computers – Past and Future, *Computers and Automation* 18, Jan. 1969.
[44] Archaeology of Computers, *Communications ACM* 15, July 1972.
[45] Reflections, Messages, Remarks, *Communications ACM 15*, July 1972.
[46] Computer Photocomposition of Technical Text (with Judith Y. Kirk), Communications ACM 16, June 1973.
[47] End-Running Human Intelligence. in *Beyond Calculation – The Next Fifty Years of Computing* (eds. P.J. Denning and R.M. Metcalfe, 1997 Springer Verlag New York, pp. 127–134.

(e) Reminiscences

[48] Afterword to Ergebnisse eines Mathematischen Kolloquiums, eds. Dierker, E. and Sigmund, K., Springer Verlag Wien New York (1998), pp. 469–470.
[49] Persönliche Erinnerungen an 1938, Internat. Math. Nachrichten 188 (2001) 1–7.

(f) Editorial Work

[50] Editor, Journal of the ACM, Volume 1–6 (1954–59).
[51] Editor, Advances in Computers, Volumes 1–9 (Academic Press, 1960–69).

References

[A] Sigmund, K. (1998), Menger's *Ergebnisse* — a biographical introduction, in Ergebnisse eines Mathematischen Kolloquiums, Springer Verlag, Wien New York, pp. 5–31
[B] Franz Alt's obituary in the *New York Times* (*http://www.legacy.com/obituaries/nytimes/obituary.aspx?n=franz-l-alt&pid=152715888*)
[C] Oral History interview transcript with Franz Alt, February and March 1969, American Inst. Physics, Niels Bohr Library and Archives (*http://www.aip.org/history/ohilist/24187_1.html*)
[D] Pinl, M. and Dick, A., Kollegen in einer dunklen Zeit, Jahresber. DMV 75 (1974) p. 183.
[E] Goldstine, H., The computer from Pascal to von Neumann, Princeton UP (1972).
[F] "A Conversation with Franz Alt", May 19, 1997, with Annice Alt, Seymour Kass, Berthold Schweizer, Abe Sklar [recollections of Karl Menger, the Menger Colloquium, Kurt Gödel, Abraham Wald and the University of Vienna prior to 1938]. Archives of Scientific Philosophy, document number ASP MC 01-02.
[G] "Franz Alt interview", January 23 and February 2, 2006. Atsushi Akera, Franz Alt. ACM digital library, DOI 10.1145/1141880,1141881.

Authors' address:

Karl Sigmund, Walter Schachermayer: Fakultät für Mathematik der Universität Wien. Nordbergstr. 15, A 1090 Wien. email {*karl.sigmund,walter.schachermayer*} @*univie.ac.at*.

Josef Teichmann: Institut für Mathematik, ETH Zürich. Rämistrasse 101, CH-8092 Zürich. email *josef.teichmann@math.ethz.ch*.

Internat. Math. Nachrichten
Nr. 218 (2011), 11–14

The Lairds of Learning

George Montbiot

This article was published in the Guardian *on 30th August 2011, unter the title "Academic publishers make Murdoch look like a socialist", subtitled "Academic publishers charge vast fees to access research paid for by us. Down with the knowledge monopoly racketeers." This fully referenced version can be found at the author's web page (http://www.montbiot.com) and is reprinted here with friendly permission.*

Who are the most ruthless capitalists in the Western world? Whose monopolistic practices makes WalMart look like a corner shop and Rupert Murdoch look like a socialist? You won't guess the answer in a month of Sundays. While there are plenty of candidates, my vote goes not to the banks, the oil companies or the health insurers, but – wait for it – to academic publishers. Theirs might sound like a fusty and insignificant sector. It is anything but. Of all corporate scams, the racket they run is most urgently in need of referral to the competition authorities.

Everyone claims to agree that people should be encouraged to understand science and other academic research. Without current knowledge, we cannot make coherent democratic decisions. But the publishers have slapped a padlock and a Keep Out sign on the gates.

You might resent Murdoch's paywall policy, in which he charges £ 1 for 24 hours of access to the *Times* and *Sunday Times*. But at least in that period you can read and download as many articles as you like. Reading a single article published by one of Elsevier's journals will cost you $ 31.50.[1] Springer charges € 34.95,[2] Wiley-Blackwell, $ 42.[3] Read ten and you pay ten times. And the journals retain perpetual copyright. You want to read a letter printed in 1981? That'll be $ 31.50.[4]

[1]I sampled costs in these Elsevier journals: Journal of Clinical Epidemiology; Radiation Physics and Chemistry and Crop Protection, all of which charge US$ 31.50. Papers in a fourth publication I checked, the Journal of Applied Developmental Psychology, cost US$ 35.95.

[2]I sampled costs in these Springer journals: Journal of Applied Spectroscopy, Kinematics and Physics of Celestial Bodies and Ecotoxicology, all of which charge € 34.95.

[3]I sampled costs in these Wiley-Blackwell journals: Plant Biology; Respirology and Journal of Applied Social Psychology, all of which charge US$ 42.00.

[4]I went into the archive of Elsevier's Applied Catalysis, and checked the costs of the material

ISSN 0020-7926 — Österr. Math. Gesellschaft

Of course, you could go into the library (if it still exists). But they too have been hit by cosmic fees. The average cost of an annual subscription to a chemistry journal is $ 3,792.[5] Some journals cost $ 10,000 a year or more to stock. The most expensive I've seen, Elsevier's *Biochimica et Biophysica Acta*, is $ 20,930.[6] Though academic libraries have been frantically cutting subscriptions to make ends meet, journals now consume 65% of their budgets,[7] which means they have had to reduce the number of books they buy. Journal fees account for a significant component of universities' costs, which are being passed to their students.

Murdoch pays his journalists and editors, and his companies generate much of the content they use. But the academic publishers get their articles, their peer reviewing (vetting by other researchers) and even much of their editing for free. The material they publish was commissioned and funded not by them but by us, through government research grants and academic stipends. But to see it, we must pay again, and through the nose.

The returns are astronomical: in the past financial year, for example, Elsevier's operating-profit margin was 36% (£ 724m on revenues of £ 2 billion).[8] They result from a stranglehold on the market. Elsevier, Springer and Wiley, who have bought up many of their competitors, now publish 42% of journal articles.[9]

More importantly, universities are locked into buying their products. Academic papers are published in only one place, and they have to be read by researchers trying to keep up with their subject. Demand is inelastic and competition non-existent, because different journals can't publish the same material. In many cases the publishers oblige the libraries to buy a large package of journals, whether or not they want them all. Perhaps it's not surprising that one of the biggest crooks ever to have preyed upon the people of this country – Roberts Maxwell – made much of his money through academic publishing.

The publishers claim that they have to charge these fees as a result of the costs of production and distribution, and that they add value (in Springer's words) because they "develop journal brands and maintain and improve the digital infrastructure which has revolutionized scientific communication in the past 15 years".[10] But

published in its first issue: April 1981.

[5] Bjorn Brembs, 2011. What's Wrong with Scholarly Publishing Today? II. *http://www.slideshare.net/brembs/whats-wrong-with-scholarly-publishing-today-ii*

[6] *http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/506062/bibliographic*

[7] The Economist, 26th May 2011. Of goats and headaches. *http://www.economist.com/node/18744177*

[8] The Economist, as above.

[9] Glenn S. McGuigan and Robert D. Russell, 2008. The Business of Academic Publishing: A Strategic Analysis of the Academic Journal Publishing Industry and its Impact on the Future of Scholarly Publishing. Electronic Journal of Academic and Special Librarianship, volume 9, number 3. *http://southernlibrarianship.icaap.org/content/v09n03/mcguigan_g01.html*

[10] Springer Corporate Communications, 29th August 2011. By email. I spoke to Elsevier and asked them for a comment, but I have not received one.

an analysis by Deutsche Bank reaches different conclusions. “We believe the publisher adds relatively little value to the publishing process … if the process really were as complex, costly and value-added as the publishers protest that it is, 40% margins wouldn’t be available.”[11] Far from assisting the dissemination of research, the big publishers impede it, as their long turnaround times can delay the release of findings by a year or more.[12]

What we see here is pure rentier capitalism: monopolising a public resource then charging exorbitant fees to use it. Another term for it is economic parasitism. To obtain the knowledge for which we have already paid, we must surrender our feu to the lairds of learning.

It’s bad enough for academics, it’s worse for the laity. I refer readers to peer-reviewed papers, on the principle that claims should be followed to their sources. The readers tell me that they can’t afford to judge for themselves whether or not I have represented the research fairly. Independent researchers who try to inform themselves about important scientific issues have to fork out thousands.[12] This is a tax on education, a stifling of the public mind. It appears to contravene the Universal Declaration of Human Rights, which says that “everyone has the right freely to … share in scientific advancement and its benefits”.[13]

Open-access publishing, despite its promise, and some excellent resources such as the Public Library of Science and the physics database arxiv.org, has failed to displace the monopolists. In 1998 the *Economist*, surveying the opportunities offered by electronic publishing, predicted that “the days of 40% profit margins may soon be as dead as Robert Maxwell”.[14] But in 2010 Elsevier’s operating profit margins were the same (36%) as they were in 1998.[15]

The reason is that the big publishers have rounded up the journals with the highest academic impact factors, in which publication is essential for researchers trying to secure grants and advance their careers.[16] You can start reading open-access journals, but you can’t stop reading the closed ones.

Government bodies, with a few exceptions, have failed to confront them. The National Institutes of Health in the US oblige anyone taking their grants to put their papers in an open-access archive.[17] But Research Councils UK, whose statement

[11] Deutsche Bank AG, 11th January 2005. Reed Elsevier: Moving the Supertanker. Global Equity Research Report. Quoted by Glenn S. McGuigan and Robert D. Russell, as above.

[12] John P. Conley and Myrna Wooders, March 2009. But what have you done for me lately? Commercial Publishing, Scholarly Communication, and Open-Access. Economic Analysis & Policy, Vol. 39, No. 1. *http://www.eap-journal.com/download.php?file=692*

[13] Article 27. *http://www.un.org/en/documents/udhr/index.shtml#a27*

[14] The Economist, 22nd January 1998. Publishing, perishing, and peer review. *http://www.economist.com/node/603719*

[15] Glenn S. McGuigan and Robert D. Russell, as above.

[16] See Glenn S. McGuigan and Robert D. Russell, as above.

[17] *http://publicaccess.nih.gov/*

on public access is a masterpiece of meaningless waffle, relies on “the assumption that publishers will maintain the spirit of their current policies”.[18] You bet they will.

In the short-term, governments should refer the academic publishers to their competition watchdogs, and insist that all papers arising from publicly-funded research are placed in a free public database.[19] In the longer term, they should work with researchers to cut out the middleman altogether, creating, along the lines proposed by Bjorn Brembs, a single global archive of academic literature and data.[20] Peer-review would be overseen by an independent body. It could be funded by the library budgets which are currently being diverted into the hands of privateers.

The knowledge monopoly is as unwarranted and anachronistic as the Corn Laws. Let’s throw off these parasitic overlords and liberate the research which belongs to us.

[18] *http://www.rcuk.ac.uk/documents/documents/2006statement.pdf*

[19] Danny Kingsley shows how a small change could make a big difference: “Currently all universities collect information about, and a copy of, every research article written by their academics each year. … But the version of the papers collected is the Publisher’s PDF. And in most cases this is the version we cannot make open access through digital repositories. … the infrastructure is there and the processes are already in place. But there is one small change that has to happen before we can enjoy substantive access to Australian research. The Government must specify that they require the Accepted Version (the final peer reviewed, corrected version) of the papers rather than the Publisher’s PDF for reporting.” *http://theconversation.edu.au/how-one-small-fix-could-open-access-to-research-2637*

[20] Bjorn Brembs, as above.

Internat. Math. Nachrichten
Nr. 218 (2011), 15–28

What do Hilbert's 10th Problem and the Tacoma Bridge disaster have in common?

Elena Kartashova
Universität Linz

1 Exposition

1.1 Problem setting

David Hilbert is generally regarded to have been the most influential and universal mathematician of the end 19th and early 20th century. He made substantial contributions to the modern disciplines of invariant theory, the axiomatization of geometry, Hilbert spaces and operators, integral equations proof theory and mathematical logic among others.

A famous example of his leadership in mathematics was his 1900 presentation [5] of a collection of 23 fundamental problems. These have profoundly influenced the development of the mathematical research in the 20th century. 111 years later the general consensus is that only ten of these problems have been completely solved. Several others are regarded as partially solved, still open or too vaguely formulated to allow a decisive conclusion. For a discussion of the present status of Hilbert problems, see [4]. One of the most famous of the problems is the tenth one:

> *Given a Diophantine equation in several variables with rational integral coefficients, to devise a process to determine in a finite number of operations whether the equation is solvable in rational integers.*

Important preliminary results on this problem were obtained by Robinson, Davis and Putnam in 1950–1960 and was finally solved by Matiyasevich who showed in 1969 that *there cannot be any such algorithm* [17].

ISSN 0020-7926

However, due to the importance of Diophantine equations in a large variety of applications, it is still an important task to search for algorithms which produce solutions for special classes of equations. Probably the best known applications of Diophantine equations is the phenomenon of resonance in dynamical systems (that is, systems which are generated by ordinary differential equations) with coefficients which depend of the solutions of some Diophantine equation.

Resonance was first discovered and described by Galileo Galilei in 1638 (in *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, Intorno a‘ due Nuove Scienze*) while studying the motion of a pendulum. In fact, it is a common thread which runs through almost every branch of physics – without it there would be no radio, television, music, etc. A well known example – the bridge over the Tacoma Straits – shows how disastrous the effects of resonances can be: a modern 2800 ft long bridge was torn apart in less than 40 minutes, under a moderate wind of 42 knots. A film version of this disaster is on permanent display in the Vienna Technisches Museum (also online, see [1]).

Another famous example are the experiments of Tesla on vibrations of an iron column ran downward into the foundation of one of the first skyscrapers in Manhattan, thus causing a small earthquake in 1898 [3].

Nowadays it is well known that resonances are ubiquitous in our life. For instance, Euler equations, regarded with various boundary conditions and specific values of some parameters, describe an enormous number of nonlinear dispersive wave systems in ocean, atmosphere, plasmas, etc., all possessing nonlinear resonances [21]. Another examples can be found in mechanical systems [15], astronomy [14], superconductors [13], biology [2], medicine [19] etc.

1.2 Ordinary differential equations

Though various examples of resonances have been observed and investigated experimentally since 1638, it took more than 250 years to give a strict mathematical definition of resonance. As on the occasion of his 60th birthday the Swedish King Oscar II announced in 1889 a prize for the solution of four important mathematical problems, the great French mathematician Henry Poincaré wrote a manuscript dealing with n-body problem [18] where in particular he gave mathematical definition of resonance.

The n-body problem is the problem of predicting the motion of a group of celestial objects that interact with each other gravitationally. Solving this problem has been motivated by the need to investigate stability of the motion of the solar system. Its first complete mathematical formulation appeared in Isaac Newton's *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* in 1687, who expressed gravitational interactions in terms of differential equations.

Informally, the n-body problem can be formulated in a very simple way: given only the present positions and velocities of a group of celestial bodies, predict their motions for all future time and deduce them for all past time. In mathematical terms this means that we are looking for a global solution to the system of ordinary differential equations with given initial conditions.

Poincaré, though he did not provide a complete solution to the problem, proved that

> *For a given system of n mutually attracting particles that 1) follow the Newtonian laws of motion, and 2) have no collisions, a general solution can be found in the form of a power series in time and space coordinates, for all values of time and space coordinates; this series converges uniformly.*

Condition of a collision (a resonance) has been then first presented in terms of incommensurability of some eigenfrequencies and can be reformulated as the *Theorem on vector field linearization*: a nonlinear ordinary differential equation can be linearized if it does not possess resonant solutions.

We illustrate this below with a simple example. Consider

$$\dot{\psi} = \lambda\psi + \psi^2 \tag{1}$$

and try to transform it into linear form

$$\dot{\varphi} = \lambda\varphi \tag{2}$$

by the change of variables $\psi = \varphi + a\varphi^2$. Here a is an unknown parameter and should be chosen in such a way that the term ψ^2 in (1) disappears. It is easy to see that

$$\dot{\varphi} = \lambda\varphi + \frac{1-\lambda a}{1+2a\varphi}\varphi^2 + \frac{1}{1+2a\varphi}p(\varphi) \tag{3}$$

and the use of series presentation of $(1+2a\varphi)^{-1}$ over the powers of φ allows to conclude that $(1+2a\varphi)^{-1}p(\varphi)$ contains only the terms with $\varphi^3,\ \varphi^4,\ldots$. If $\lambda \neq 0$, then the choice $a = 1/\lambda$ gives

$$\dot{\varphi} = \lambda\varphi + \frac{1}{1+2a\varphi}p(\varphi). \tag{4}$$

Similarly, the change of variables $\varphi = \zeta + \zeta^3$ will annihilate the term with φ^3 and so on.

Moreover, a similar procedure can be applied for systems of nonlinear ODEs

$$\dot{\psi}_j = \lambda_j\psi_j + \sum a_j(m)\psi^m, \quad j = 1,2,\ldots,N \tag{5}$$

with multiple indexes, i.e. $m \equiv (m_1, \dots, m_N)$, $a_j \equiv a_j(m_1, \dots, m_N)$, $\psi^m \equiv \psi^{m_1} \cdots \psi^{m_N}$ and a minimal term in this sum is of the order ≥ 2, i.e. $m_1 + \cdots + m_N = |m| \geq 2$. The change of variables

$$\psi_j = \varphi_j + \sum_{|m|\geq 2} b_j(m)\varphi_j^m \tag{6}$$

with some (not known yet) coefficients b_j, yields a new system

$$\dot{\varphi}_j = \lambda_j \varphi_j + \sum_{|m|\geq 2} c_j(m)\varphi_j^m. \tag{7}$$

Let us try to choose the coefficients b_j in such a way that $c_j(m) = 0\ \forall j,\ m$. If this is possible, the change of variables (7) will linearize the system of nonlinear ODEs (5). Direct substitution of (7) into (5) allows to determine b_i only if the corresponding coefficient $-\lambda_i + \sum_{j=1}^{N}(m_j\lambda_j) \neq 0$. Otherwise, (7) remains nonlinear.

If there exist N positive integers $m_1, m_2, \dots, m_N$, such that

$$\sum_{j=1}^{N} m_j \geq 2 \quad \text{and} \quad \sum_{j=1}^{N} m_j\lambda_j - \lambda_i = 0, \tag{8}$$

then (8) is called in mathematics resonance conditions for the system (5). The number N is the order of resonance while the change of variables (6) is called Poincaré transformation.

Combination of the *Theorem on vector field linearization* with the Poincaré transformation yields the fact of the utmost importance which is indeed the sound ground for the entire nonlinear resonance analysis:

> *A system of nonlinear ODEs, if not linearizable, can be transformed into normal form, with the resonance term having the smallest order.*

To see the significance of this issue, let us suppose that φ in (3) is small, $0 < \varphi \sim \varepsilon \ll 1$, and the term with $\varphi^2 \sim \varepsilon^2$ is resonant. Then all other terms, being of order $\varepsilon^3,\ \varepsilon^4, \dots$, can be neglected and a solution of

$$\dot{\varphi} = \lambda\varphi + \frac{1 - \lambda a}{1 + 2a\varphi}\varphi^2 \tag{9}$$

will give an approximate solution of (7), with terms of the next order of smallness omitted.

The importance of studying resonances theoretically has been pointed out by Poincaré who regarded this as “the fundamental problem of dynamics” [18].

1.3 Partial differential equations

The notion of resonance turned out to be so important that physical classifications of PDEs [20] has been developed basing on the fact whether or not a PDE might possess some resonances. In difference from mathematical classification into elliptic, hyperbolic and parabolic PDE, based on *the form of equations*, physical classification is based on the *form of solutions*. Equations are divided into two classes – dispersive and non-dispersive – in the following way.

Regard a PDE in a general form, without any restrictions on the number of variables or on the order of equation:

$$\mathcal{L}(\psi) = -\mathcal{N}(\psi), \tag{10}$$

where $\mathcal{L}$ and $\mathcal{N}$ are linear and nonlinear parts of the equation correspondingly. Let us assume that linear part has solutions ϕ in the form of Fourier harmonics (also called *linear waves*)

$$\phi = A \exp i[\boldsymbol{k}\mathbf{x} - \omega t], \qquad \text{and} \quad \mathcal{L}(\phi) = 0, \tag{11}$$

with frequency ω being a real function of wave vector, $\omega = \omega(\boldsymbol{k})$, and $A = \text{const}$. Then equation (10) is called dispersive PDE and $\omega = \omega(\boldsymbol{k})$ is called dispersion function.

For instance, substituting solutions of the form (11) into linear Korteweg-de Vries equation with one space variable

$$\phi_t + a\phi_x + b\phi_{xxx} = 0, \tag{12}$$

we get dispersion function of the form $\omega(k) = ak - bk^3$.

Physical classification can be generalized for arbitrary number of spatial variables. Notice that the necessary prerequisite for the physical classification is division of variables into time and space variables (t and $\mathbf{x}$ accordingly). A dispersive PDE can be hyperbolic or elliptic or have a more complicated form, i.e. mathematical and physical classifications are not complimentary; detailed explanation and numerous examples on the subject can be found in [20].

The notion of resonance for a dispersive nonlinear PDE can be now introduced e.g. using analogy with a simple pendulum, driven by a small force

$$x_{tt} + p^2 x = \varepsilon e^{i\Omega t}. \tag{13}$$

Here p is eigenfrequency of the system, Ω is frequency of the driving force and $0 < \varepsilon \ll 1$ is a small parameter. Deviation of this system from equilibrium is small (of order ε), if there is no resonance between the frequency of the driving force $\varepsilon e^{i\Omega t}$ and the eigenfrequency of the system. If these frequencies coincide, then the amplitude of oscillator grows linearly with the time and this situation is called *resonance* in physics.

Let us now regard an arbitrary weakly nonlinear PDE of the form

$$\mathcal{L}(\psi) = -\varepsilon\mathcal{N}(\psi), \tag{14}$$

then any two solutions of $\mathcal{L}(\psi) = 0$ can be written out as

$$A_1 \exp i[\mathbf{k}_1\vec{x} - \omega(\mathbf{k}_1)t] \quad \text{and} \quad A_2 \exp i[\mathbf{k}_2\vec{x} - \omega(\mathbf{k}_2)t] \tag{15}$$

with constant amplitudes A_1, A_2. Intuitively natural expectation is that solutions of weakly nonlinear PDE will have the same form as linear waves, that is, Fourier harmonics, but with the amplitudes depending on time. Taking into account that nonlinearity is small, each amplitude is regarded as a *slow-varying function of time*, that is $A_j(T) = A_j(t/\varepsilon)$.

Substitution of two linear waves into the operator $\varepsilon\mathcal{N}(\psi)$ generates terms of the form

$$\exp i\{(\boldsymbol{k}_1 + \boldsymbol{k}_2)\mathbf{x} - [\omega(\boldsymbol{k}_1) + \omega(\boldsymbol{k}_2)]t\} \tag{16}$$

which play the role of a small driving force for the linear wave system similar to the case of linear oscillator above. This driving force produces a small effect on the wave system till resonance occurs, i.e. till the wavenumber and the wave frequency of the driving force does not coincide with some wavenumber and some frequency of eigenfunction, i.e.:

$$\omega_1 + \omega_2 = \omega_3, \quad \boldsymbol{k}_1 + \boldsymbol{k}_2 = \boldsymbol{k}_3 \tag{17}$$

where notation $\omega_i = \omega(\boldsymbol{k}_i)$ is used. The Eqs.(17) are called in physics *resonance conditions* for three-wave processes. A dynamical system describing time evolution of three amplitudes $A_j(T)$ can easily be written out explicitly in a Hamiltonian form (see e.g. [21, 10]) as

$$i\dot{A}_1 = Z^* A_2^* A_3, \quad i\dot{A}_2 = Z^* A_1^* A_3, \quad i\dot{A}_3 = Z A_1 A_2, \tag{18}$$

where we use the notation * for complex conjugate. Here Z is called interaction coefficient; it is a function of wave vectors satisfying (17), $Z = Z(\boldsymbol{k}_1, \boldsymbol{k}_2, \boldsymbol{k}_3)$.

If the interaction coefficient Z is identically equal to zero, 4-wave resonances are regarded and so on, according with the representation of the nonlinearity $\varepsilon\mathcal{N}(\psi)$ (in Hamiltonian formulation) as a series expansion of the Hamiltonian in powers of $A_{\boldsymbol{k}}$ and $A_{\boldsymbol{k}}^*$, i.e. amplitudes are supposed to be of the order of small parameter $0 < \varepsilon \ll 1$:

$$\mathcal{H} = \mathcal{H}_2 + \mathcal{H}_{int}, \tag{19}$$

$$\mathcal{H}_{int} = \mathcal{H}_3 + \mathcal{H}_4 + \mathcal{H}_5 + \dots. \tag{20}$$

Here $\mathcal{H}_j$ is a term proportional to the product of j amplitudes $A_{\boldsymbol{k}}$ and the interaction Hamiltonian $\mathcal{H}_{int}$ describes nonlinear dynamics, while the quadratic Hamiltonian

$$\mathcal{H}_2 = \sum_{n=1}^{\infty} \omega_{\boldsymbol{k}} |A_{\boldsymbol{k}}|^2 \tag{21}$$

produces a linear equation of motion,

$$i\,\frac{dA_{\boldsymbol{k}}}{dt} = \omega_{\boldsymbol{k}} A_{\boldsymbol{k}}\,, \tag{22}$$

and thus describes linear waves with the dispersion function $\omega_{\boldsymbol{k}} \equiv \omega(\boldsymbol{k})$. Accordingly, the term $\mathcal{H}_s$ in (19) has the order ε^s and corresponding resonance conditions in its most general form read

$$\omega_1 \pm \cdots \pm \omega_s = 0,, \tag{23}$$

$$\boldsymbol{k}_1 \pm \cdots \pm \boldsymbol{k}_s = 0, \tag{24}$$

which are time and space synchronization conditions and can be interpreted as the conservation laws for energy and momentum.

The problem of persistence, under perturbation, of quasi-periodic motions in Hamiltonian dynamical systems is studied in the framework of the renowned KAM theory, named after its creators Kolmogorov, Arnold and Moser in 1960th (for a comprehensive contemporary review see [16]).

An important example is given by the dynamics of nearly-integrable Hamiltonian systems. In general, the phase space of a completely integrable Hamiltonian system of n degrees of freedom is foliated by invariant n-dimensional tori. KAM theory shows that, under suitable regularity and non-degeneracy assumptions, most (in measure theoretic sense) of such tori persist (slightly deformed) under small Hamiltonian perturbations.

This means that if the system is subjected to a weak nonlinear perturbation, some of the invariant tori are deformed and survive, while others are destroyed. The ones that survive are those that have ‘sufficiently irrational’ frequencies, i.e. *do not satisfy resonance condition* (23). An important consequence of this is that *for a large set of initial conditions the motion remains perpetually quasiperiodic* (cf. to *the Theorem on vector-field linearization* discussed above).

In KAM theory all results are formulated in terms of resonant and non-resonant tori but no indication is given about how to compute explicitly solutions of resonance conditions. Accordingly, *the major technical problem* arising in this context is due to the appearance of resonances and, consequently, of small divisors in the associated formal perturbation series.

Another important issue which is not paid much attention in mathematical studies is, that for a physical system to be resonant both conditions (23), (24) should hold while in KAM theory only (24) is considered. This yields additional open questions first formulated in [10]; they will not be discussed in the present paper.

In the next sections we present briefly the only known method – q-class decomposition – allowing to compute solutions of resonance conditions (23) for a big class of dispersion functions arising in real life problems.

2 q-class decomposition

The method of q-class decomposition is presented in [10] in 2010 in many details and generalizations while its theoretical background and some examples have been first given about twenty years earlier in [7, 8].

We will illustrate the method with one example of resonance conditions which arises in geophysics. The system of equations

$$\begin{cases} (m_1^2+n_1^2)^{1/4}+(m_2^2+n_2^2)^{1/4}=(m_3^2+n_3^2)^{1/4}+(m_4^2+n_4^2)^{1/4}, \\ m_1+m_2=m_3+m_4, \quad m_j,n_j\in\mathbb{N},\ \forall j=1,2,3,4, \\ n_1+n_2=n_3+n_4, \end{cases} \tag{25}$$

describes 4-wave resonance conditions for surface water waves. Here the unknowns m_j,n_j are indexes of Fourier modes $A_j(T)\exp[i(m_jx+n_jy)-\omega(m_j,n_j)t]$, x,y are space variables, $T=t/\varepsilon$ is a time variable, $\omega(m_j,n_j)=(m_j^2+n_j^2)^{1/4}$ is the corresponding dispersion function and $A_j(T)$ is the time-dependent mode amplitude. Accordingly, the dynamical system (in a somewhat simplified Hamiltonian form)

$$\begin{cases} i\dot{A}_1=ZA_2^*A_3A_4\,, \quad i\dot{A}_2=ZA_1^*A_3A_4\,, \\ i\dot{A}_3=Z^*A_4^*A_1A_2\,, \quad i\dot{A}_4=Z^*A_3^*A_1A_2\,, \end{cases} \tag{26}$$

describes the time evolution of resonant modes. The most important fact is that the coefficients $Z=Z(m_1,n_1,\dots,m_4,n_4)$ are explicit functions of the solutions of (25). In other words, in order, say, to predict the appearance of freak waves in the ocean, we must first solve the system of Diophantine equations (25) and than proceed to solve the system of nonlinear differential equations (26).

In the absence of any methods for simplifying and/or solving analytically the system (25), our only hope is the trivial but very general problem-solving technique of brute-force or exhaustive numerical search. In the physically relevant computational domain $|m|,|n|\le D=1000$, this direct approach forces us to perform extensive computations with integers of the order of 10^{12} (computational complexity D^8). Such computations for (25) in the substantially smaller domain $|m|,|n|\le 128$ were performed in 2005 at Warwick University by S. Nazarenko's group. This took 3 days using a Pentium 4. The reason why this sort of problem is extremely time-consuming is the fact that a full search for multivariate problems in integers consumes exponentially more time with each variable and size of the domain to be explored.

The first breakthrough at this bottleneck is provided by a generic algorithm – *q-class decomposition* – which allows the computation of resonance solutions for arbitrary irrational dispersion functions. The algorithm is based on number-theoretical results most important of them being a linear independence of algebraic numbers from different expansions of the field of rational numbers. Compared to the brute-force approach, q-class decomposition gives enormous computational advantages. For instance, all the solutions of the (25) in the computation domain $|m|,|n| \leq 128$ were found within 2.5 sec, while for $|m|,|n| \leq 1000$ it takes about 12 minutes [10].

The main idea of the q-class decomposition is to divide an integer lattice $\{(m,n)\}$ into a set of sublattices, according to *the necessary condition* for existence of the solutions for a Diophantine equation with irrationalities. This condition will, of course, depend on the form of equation and the form of the irrationalities. However, the general scheme is the same. To illustrate this, we define below q-classes and formulate corresponding necessary conditions for the (25).

Definition. *Let (m,n) be a node of an integer lattice, $m,n \in \mathbb{Z}$, the index q of the node (m,n) is an integer which is not divisible by the fourth power of any prime, i.e.*

$$q = p_1^{\alpha_1} \cdots p_s^{\alpha_s},\ \alpha_j \in [1,2,3] \tag{27}$$

with distinct primes p_j. The set of all nodes with the same index q is called the q-class and denoted by Cl_q.

Necessary conditions. *If four nodes $(m_i,n_i),\ i = 1,\dots,4$ form a solution of the (25), one of two conditions has to be satisfied:*

- $\exists q : (m_i,n_i) \in Cl_q,\ \forall i = 1,\dots,4;$ *or*
- $\exists q_1,q_2 : (m_1,n_1),(m_3,n_3) \in Cl_{q_1}\ \&\ (m_2,n_2),(m_4,n_4) \in Cl_{q_2}.$

This means that the search for solutions on the integer lattice $\{(m,n)\}$ is now reduced to the search for solutions in sublattices generated by only one or two q-classes; this reduces drastically the computational time. Another substantial improvement is due to the theorem of Gauss on the decomposition of an integer into a sum of two squares – some of the q-classes turn out to be empty.

3 Nonlinear resonance analysis

The development of the general method for computing resonances opened up a variety of new avenues for further theoretical investigations. In the course of the last twenty years, several new concepts and methods have been introduced and developed, some of which we now list:

- q-class decomposition; this method allows us to compute solutions of those Diophantine equations (1) which appear in applications for irrational dispersion function depending on the length of a wave vector k.
- Resonance clusters; a notion necessary for describing the structure of solutions of corresponding Diophantine equations.
- Connection types within a cluster; AA-, AP- and PP-connections in a 3-wave system; E-, D-, V-connections in a 4-wave system; these are important for understanding energy transport within a cluster.
- Clusters reductions; PP-reduction in a 3-wave system; V-reduction in a 4-wave system; these allow one to reduce the size of a resonance cluster for specific initial conditions.
- NR-diagram; graphical representation of a cluster in k-space; this allows us to reconstruct uniquely its dynamical system.
- NR-reduced numerical models; a novel type of numerical model for numerical simulations with weakly nonlinear evolutionary dispersive PDE.
- Discrete wave turbulence model; an application of the theory of nonlinear resonances for describing energy transport in wave turbulent systems based on the structure of resonance clustering.

These general theoretical results are described in detail in the monograph [10] – the first book in the area. This lays the foundation for a new subject in nonlinear science – nonlinear resonance analysis. It can be regarded as a further development of linear Fourier analysis, and has applications ranging from physics through biology to financial mathematics etc.

The theory has been originally developed aiming to study important geophysical phenomena. The three most important achievements in this application area are:

I. Intra-seasonal oscillations in the Earth's atmosphere. Intra-seasonal oscillations with periods of between 30 to 100 days were first detected in 1972 in the study of rawindsonde time series of zonal wind in the tropics. Similar processes have been also discovered in the atmospheric angular momentum, atmospheric pressure, etc. Most of the research papers on the subject are devoted to the detection of these processes in some data sets and then reproducing in computer simulations with comprehensive numerical models of the atmosphere. Nevertheless, many aspects of intra-seasonal oscillations remain unexplained: their origin in the North Hemisphere is supposed to be the Earth's topography, and no reason has been given for their appearance in the South Hemisphere; there is no known way to predict their appearance and to explain their nature. If we construct corresponding resonance clustering, we can regard intra-seasonal oscillations as an intrinsic atmospheric phenomenon which is related to a set of resonant triads and independent (to the first order) of the topography of the Earth. This model allows us to reproduce to the correct order the periods of oscillations and also to interpret the main features which are observed in measured data [11].

II. Energy cascades of surface water waves. Based on the structure of resonance clustering in this specific wave system with resonance conditions (25), it is possible to demonstrate the existence of two generic types of energy transport, via angle- and scale-resonances. Angle-resonances do not transfer energy over scales, they just redistribute the initial energy over angles; no new k-scales appear due to this type of energy transport. Angle-resonances are formed by two pairs of wave vectors with pairwise equal lengths $k_1 = k_2$ and $k_3 = k_4$ with $k_j = (m_j^2 + n_j^2)^{1/2}$; the overwhelming part of resonances among surface water waves consists of angle-resonances. Scale-resonances are formed by quartets in which at least three wave vectors have different lengths; they realize energy transport over scales. Scale-resonances are very rare (in spectral domain $k_j \leq 1000$ there are about 6 hundred million resonance quartets, among them only 3945 scale-resonances). Mixed cascades are also possible and are described by clusters consisting of angle- and scale-resonances simultaneously [9].

III. General form of energy cascade in wave turbulent systems. The classical theory of wave turbulence (WT) [21] is based on the statistical description of wave systems. This yields stationary energy spectra which *do not depend* on the initial energy of a system. The assumptions used are in general similar to those for the case of strong wave turbulence, only the players in the game are different: waves instead of vortexes. The list of the most important assumptions includes (but is not restricted to) the following: 1) smallness of nonlinearity; 2) infinite-box limit ($L/\lambda \to \infty$, where L is the size of the box and λ is the characteristic wavelength); 3) existence of inertial interval (k_1, k_2); 4) locality of interactions in k-space; etc.

However the results of various attempts to experimentally validate this theory are rather controversial. In some cases, no cascade is generated; instead, regular patterns are observed. Most experiments in which a cascade has been generated show that it consists of two distinct parts – discrete and continuous; discrete and sometimes also the continuous part are not described by classical spectra. An interesting scenario has been observed in experiments with surface water waves in a laboratory flume where discrete energy cascade developed a strongly nonlinear regime, while no continuous spectrum has been observed. Moreover, it has been reported more often than not that the form of the energy spectra depends on the parameters of the initial excitation, etc. etc.

A great deal of effort has been spent on improving the classical WT theory – mostly concentrated on explaining the form of observed energy cascades based on *the statistical approach*. As a result, a number of new types of WT has introduced in last decade, e.g. frozen WT, sandpile WT, mesoscopic WT, finite-dimensional WT, etc. However, neither finite-size effects nor the effect of initial excitation can be taken into account in these models.

A novel model (D-model) of wave turbulence is introduced based on the nonlinear resonance analysis. It allows one to reproduce in a single frame various nonlinear wave phenomena such as intermittency, formation and direction of energy cascades, possible growth of nonlinearity due to direct energy cascades, etc. depending on the initial state. No statistical assumptions are used in this D-model – all effects are due to the behavior of distinct modes taking part in resonant interactions. Classical energy spectra are obtained as a particular case of a more general form of energy spectra. This generic model can be applied to the experimental and theoretical study of numerous wave turbulent systems appearing in hydrodynamics, nonlinear optics, electrodynamics, convection theory, etc. The D-model is sketched in the monograph [10]; a detailed investigation of dynamical cascades in specific wave systems has been given in a number of further papers, e.g. [6, 12].

4 Didactic potential of the subject

Since 2005 the author has taught a one-semester advanced course "Nonlinear Resonance Analysis" for undergraduates in pure and applied mathematics, and computer science at the Johannes Kepler University, Linz. The material of the course is dynamical and takes account of the new scientific results in the area. Some results which were obtained in the framework of students' projects have been later developed and published as joint papers with the course attendees.

Some results from the theory of nonlinear resonances have also been incorporated into the one-semester course "Algebraic and discrete methods in biology", at Linz. The general theory of nonlinear resonances and its application for specific wave turbulent systems have been presented by the author in the form of an intensive lecture course (organized by Prof. I. Procaccia, 2008) at the Weizmann Institute for Sciences, Israel.

An important addendum for these courses has been the development of the interactive web portal CENREC (Center for Nonlinear Resonance Computation, *http://www.dynamics-approx.jku.at/portal*). Modern computer technologies are available for transforming theoretical results into efficiently executable services that may be easily accessed by users via the world wide web. Our ultimate goal in the developing of this portal is to provide a "virtual laboratory" for the areas where nonlinear resonances occur in order to demonstrate the practical applicability of the theoretical results to students, researchers, and engineers. Such a laboratory serves educational purposes by providing online-training facilities in graduate and in post-graduate education. Furthermore, it may provide a framework for researchers by allowing the performance online virtual experiments without the necessity of having access to actual physical equipment.

The portal, which is based on the free content management system *Drupal*, will ultimately provide the following major functionality:

- a Drupal-based hypertext encyclopedia which surveys the main subjects of the domain,
- a bibliographic database which presents the state of the art in corresponding research areas,
- a collection of services that allow via Web interfaces the easy and location-independent use of programs for solving problems in the field; some programs can also be downloaded for offline use.

The encyclopedia is based on the free software package Drupal which allows us to write hypertext articles (including multimedia objects such as images or animations) and contains links to other articles and resources of the portal. Via a LaTeX-like input language, it is possible to write mathematical formulas which are rendered as corresponding images.

The bibliographic database is based on Drupal's "Bibliography" module; it collects literature in a structured form for browsing and querying with respect to various search criteria. Every entry is equipped with the usual bibliographic information (author, title, publication data, URL in case of electronic availability, abstract, list of keywords). Every item can be electronically referenced via a URL, in particular by articles of the encyclopedia.

Acknowledgements. The development of the web portal CENREC is a long-running project headed by the author and partly supported by Research Grants P20164, P22943, FWF, Austria; Cooperation Research Grant Nr. UA 04/2009, OeAD, Austria; and SCIEnce, Integrated Infrastructures Initiatives Grant, 6 EU Programme. CENREC is the result of enthusiastic work of students and researchers from Austria, Ireland, Israel and Ukraine.

The author acknowledges J. Cooper for valuable discussions. This research has been supported by the Austrian Science Foundation (FWF) under project P22943-N18 (Nonlinear resonances of water waves).

References

[1] Tacoma video. *http://www.youtube.com/watch?v=3mclp9QmCGs*.
[2] F. Almonte, V. K. Jirsa, E. W. Large, and B. Tuller. Integration and segregation in auditory streaming. *Physica D*, 212(1-2):137–59, 2005.
[3] M. Cheney. *Tesla Man Out Of Time*. Dorset Press, 1989.
[4] J. J. Gray. *The Hilbert challenge*. Oxford University Press, 2000.
[5] D. Hilbert. Mathematical problems. *Bulletin Amer. Math. Soc.*, 8:437–479, 1902.

[6] E. Kartashova. Energy spectra of 2D gravity and capillary waves with narrow initial excitation. Submitted to EPL, available from *http://arxiv.org/abs/1107.2468*.

[7] E. Kartashova. Partitioning of ensembles of weakly interacting dispersing waves in resonators into disjoint classes. *Physica D*, 46:43–56, 1990.

[8] E. Kartashova. On properties of weakly nonlinear wave interactions in resonators. *Physica D*, 54:125–34, 1991.

[9] E. Kartashova. Exact and quasi-resonances in discrete water-wave turbulence. *Phys. Rev. Lett.*, 98:214502–1–4, 2007.

[10] E. Kartashova. *Nonlinear Resonance Analysis: Theory, Computation, Applications*. Cambridge University Press, 2010.

[11] E. Kartashova and V. S. L'vov. A model of intra-seasonal oscillations in the earth atmosphere. *Phys. Rev. Lett.*, 98:198501–1–4, 2007. This paper is featured in *Nature Physics*, 3 (6): 368, 2007.

[12] E. Kartashova and I. V. Shugan. Dynamical cascade generation as basic mechanism of Benjamin-Feir instability. *EPL*, 95: 30003-1–6, 2011.

[13] A. L. Karuzskii, A. N. Lykov, A. V. Perestoronin, and A. I. Golovashkin. Microwave nonlinear resonance incorporating the helium heating effect in superconducting microstrip resonators. *Phys. C: Supercond.*, 408-410:739–40, 2004.

[14] W. Kluzniak. Quasi periodic oscillations and the possibility of an observational distinction between neutron and quark stars. *Acta Phys. Polon. B*, 37 (4):1361–65, 2011.

[15] D. A. Kovriguine, G. A. Maugin, and A. I. Potapov. Multiwave nonlinear couplings in elastic structures. *Math. Probl. Eng.*, (Nonlinear dynamics and their applications to engineering sciences): Art. ID 76041, 11, 2006.

[16] S. B. Kuksin. Fifteen years of KAM for PDE. geometry, topology, and mathematical physics. *Amer. Math. Soc. Transl. Ser. 2*, 212:237–58, 2004.

[17] Yu. V. Matiyasevich. *Hilbert's Tenth Problem*. MIT Press, 1993.

[18] H. Poincaré. *Oeuvres*. Paris. Gauthier-Villars, 1951.

[19] C. Vedruccio, E. Mascia, and V. Martines. Ultra high frequency and microwave nonlinear interaction device for cancer detection and tissue characterization, a military research approach to prevent health diseases. *Int. Rev. Armed Forces Med. Serv.*, 78(2):121–26, 2005.

[20] G. B. Whitham. *Linear and Nonlinear Waves*. Wiley, 1999.

[21] V. E. Zakharov, V. S. L'vov, and G. Falkovich. *Kolmogorov Spectra of Turbulence*. Series in Nonlinear Dynamics. Springer-Verlag, New York, 1992.

Author's address:

Elena Kartashova
Institut für Analysis, Johannes Kepler Universität Linz
Altenberger Straße 69
A 4040 Linz

Internat. Math. Nachrichten
Nr. 218 (2011), 29–42

Form und Stil mathematischer Texte

Bernhard Krön
Universität Wien

Dies ist ein Ratgeber für das Schreiben mathematischer Texte, der sich an höhersemestrige Studierende und junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler richtet. Es werden häufige stilistische und formale Fehler besprochen und Verbesserungsvorschläge gemacht.

Nach dem Erlernen der mathematischen Sprache im ersten Semester stehen Studierende bald vor der Aufgabe, Bakkalaureats- oder Seminararbeiten eigenständig zu verfassen. In dieser Phase muss das Schreiben von längeren mathematischen Texten erlernt werden. Nachdem ich als Betreuer festgestellt hatte, dass dabei bestimmte Punkte wiederholt besprochen wurden, begann ich, diese aufzuschreiben, um sie als Handout für Studierende bereitstellen zu können. So ist die vorliegende Arbeit als Sammlung von Ratschlägen entstanden. Sie ist jedoch kein umfassender Ratgeber, der alle eventuellen Probleme beim Schreiben solcher Arbeiten behandelt. Für allgemeinere Überlegungen zu inhaltlichem Aufbau oder verständlichem Argumentieren verweise ich auf die nachfolgende Literatur.

Es ist nicht möglich, ein vollständiges Regelwerk für Form und Stil mathematischer Texte zu schreiben, denn die allgemeinen Vorstellungen dazu sind nicht einheitlich und ändern sich immer wieder. Autorinnen und Autoren sollten sich nicht scheuen, neue, innovative Formen zu wählen, wenn dies sinnvoll erscheint.

Ästhetik ist in der Mathematik zwar kein Ziel an sich, allerdings können Texte Inhalte besser vermitteln, wenn sie als schön empfunden werden, sei es in Layout oder sprachlichem Stil.

Einige Punkte in der vorliegenden Arbeit wurden schon von anderen Autorinnen und Autoren besprochen und sind allgemeiner Konsens. Manche der Standpunkte wie in 1, 4.5, 5.3, 5.10 oder 5.11 sind wohl (noch?) weniger verbreitet.

Der Aufsatz „How to write mathematics“ [3] von P.R. Halmos ist unterhaltsam geschrieben und gilt als Klassiker auf diesem Gebiet. Darin werden sowohl allgemeine Probleme diskutiert, die auch für das Verfassen beliebiger Fachartikel relevant sind, als auch spezielle mathematische Fragen wie Symbolismus und Terminologie. Eine deutsche Übersetzung findet sich in [4]. Der Artikel ist auch in der Sammlung [10] veröffentlicht worden, gemeinsam mit Aufsätzen zu diesem

ISSN 0020-7926

Thema von N.E. Steenrod und M.M. Schiffer sowie einer darauf bezogenen kurzen Stellungnahme von J.A. Diedonne.

U. Daepp und P. Gorkin behandeln in [2] unter anderem mathematische Beweistechniken sowie verschiedene konkrete mathematische Themen. Dieses Buch enthält viele Beispiele und ist für Studienanfänger geeignet, die auf beweisorientierte höhere Mathematik vorbereitet werden sollen.

Neben dem Stoff der Studieneingangsphase werden im Buch [9] von H. Schichl und R. Steinbauer auch einige Grundlagen der Sprache der Mathematik diskutiert.

A. Beutelspacher wendet sich in [1] ebenfalls an Studienanfänger. Er erklärt Grundlegendes für das Schreiben mathematischer Texte sowie elementare mathematische Semantik.

S.G. Krantz diskutiert verschiedene Aspekte im Zusammenhang mit dem Publizieren von mathematischen Artikeln in Fachjournalen in [6]. Eine interessante Besprechung dieses Buchs durch P.R. Halmos findet sich in [5].

T. Tao gibt zahlreiche Ratschläge für das Verfassen und Publizieren von wissenschaftlichen Artikeln in Journalen im online-Blog [11].

Für Autorinnen und Autoren mit nicht-englischer Muttersprache ist J. Trzeciaks Auflistung [12] zahlreicher beispielhafter mathematischer Phrasen zu empfehlen.

In [7] widmet sich P.R. Halmos ausführlich der Diskussion von Schriftsatz und Layout mathematischer Texte in LaTeX.

Halmos schließt seinen oben erwähnten Aufsatz [3] mit Worten, die wohl für die meisten Texte passen, in welchen vermeintlich kluge Ratschläge erteilt werden; so auch für den vorliegenden Artikel: *"You may criticize what I've said on many grounds, but I ask that a comparison of my present advice with my past action not be one of them. Do, please, as I say, and not as I do, and you'll do better. Then rewrite this essay and tell the next generation how to do better still."*

1 Sinnhaftigkeit universitärer Abschlussarbeiten

Ziel einer Abschlussarbeit ist es nicht nur, dass Studierende beim Schreiben etwas lernen; die Arbeit selbst soll einen Nutzen haben, denn der Sinn eines Textes liegt darin, gelesen zu werden und den Lesenden nützlich zu sein.

Es ist Tradition, dass die meisten Studien mit schriftlichen Arbeiten abgeschlossen werden. Ein umfangreicher geschlossener Text, der für Lesende einen Wert hat, kann von Studierenden erst verfasst werden, wenn sie wissenschaftsnahes Arbeiten erlernt haben. Voraussetzung dafür ist nicht nur ein fundiertes Fachwissen, sondern auch Erfahrung im Umgang mit wissenschaftlicher Literatur in Fachjournalen. Für kurze Studien oder Ausbildungen, die nicht genügend Zeit bieten, sich diese Kompetenzen anzueignen, kann die Sinnhaftigkeit von Abschlussarbeiten infrage gestellt werden.

Wenn das Produzieren von beschriebenem Papier nur den Zweck hat, formale Kriterien für einen Studienabschluss zu erfüllen, ist es verlockend, Texte (insbesondere aus dem Internet) abzuschreiben oder sich darauf zu beschränken, vorhandene Publikationen umzuformulieren. Dieses Problem wird dadurch verstärkt, dass sich bei einer großen Anzahl von Abschlussarbeiten, von denen nicht erwartet wird, inhaltlich sinnvoll und neu zu sein, die vergebenen Themen wiederholen.

K.P. Liessmann hat in „Akademische Bildung – ein Leitfaden für Eliten" [8] nicht nur interessante Überlegungen zur akademischen Bildung im Allgemeinen angestellt, sondern auch speziell zu universitären Abschlussarbeiten und Plagiaten.

Bei der Wahl des Themas sollte gefragt werden, was die zu schreibende Arbeit gegenüber bisherigen Veröffentlichungen leistet; oder anders gefragt: *Warum soll diese Arbeit geschrieben werden?* Auf diese Frage gibt es viele mögliche Antworten: Ziel könnte ein kleines Forschungsergebnis oder ein neuer Aspekt eines alten Themas sein. Zu manchen mathematischen Bereichen gibt es nur kurze, voneinander unabhängige Artikel. In solchen Fällen sind Übersichtsarbeiten lohnend. Für andere Teilgebiete existieren keine guten Einführungen. Diese zu verfassen, kann auch eine sinnvolle Aufgabe für eine Abschlussarbeit sein.

2 Aufbau

2.1. Publikationsformen. Die Struktur einer Arbeit ist von der Publikationsform mitbestimmt. Im Folgenden unterscheiden wir Artikel und Monographien. Monographien sind Fachbücher oder universitäre Abschlussarbeiten. Mathematische Forschung wird hauptsächlich in Artikeln veröffentlicht, die in Fachjournalen oder gelegentlich in Sammlungen wie Konferenzbänden erscheinen.

Wenn eine Abschlussarbeit eine reine Forschungsarbeit ist, empfiehlt es sich, anstelle einer monographischen Arbeit die veröffentlichten Artikel aneinanderzureihen. Solche akkumulativen Abschlussarbeiten sind in der Mathematik bei Habilitationsschriften Standard, bei Doktorarbeiten häufig und mittlerweile auch bei Master- und Diplomarbeiten durchaus erwünscht.

2.2. Titel und Abstract. Der Titel sollte kurz und dennoch vielsagend sein. Ihm folgen bei Artikeln in der Regel die Namen der Autorinnen und Autoren und der Abstract. Die Bezeichnung „Abstract" ist nicht nur die englische Übersetzung von „Kurzfassung", sondern meint im Deutschen (nach DIN 1463) eine spezielle, kurze Zusammenfassung von wissenschaftlichen Texten. Darin werden entweder die Kernaussagen konkret angeführt oder es wird nur grob umrissen, worum es in der Arbeit geht. Letzteres macht beispielsweise dann Sinn, wenn die genauen Aussagen zu technisch sind oder wenn es sich um viele verschiedene Aussagen handelt. Der Abstract hilft potentiellen Leserinnen und Lesern, zu entscheiden, ob sich die Lektüre der Arbeit für sie lohnt oder nicht. In Monographien sind Abstracts unüblich.

2.3. Widmungen und Danksagungen. Private Widmungen and allgemeine Danksagungen finden sich bei Monographien auf einer der ersten Seiten. Spezielle fachliche Danksagungen werden im Englischen als *acknowledgment* am Ende eines Artikels angefürt. Krantz empfiehlt in [6] (siehe auch [5]), eine Person zuerst zu fragen, bevor man sich bei ihr öffentlich bedankt.

2.4. Inhaltsangabe. Eine tabellarische Auflistung der Kapitel und Unterkapitel ist für Monographien verpflichtend, für Artikel optional.

2.5. Vorwort. In Monographien gibt es im Gegensatz zu Artikeln ein Vorwort. Darin werden Änderungen im Vergleich zu älteren Ausgaben eines Buchs diskutiert. In einem Vorwort können auch persönliche oder anekdotische Anmerkungen im Zusammenhang mit der Entstehungsgeschichte der Arbeit gemacht werden.

2.6. Einleitung. Dem Abstract eines Artikels folgt gewöhnlich eine Einleitung. Diese ist entweder das erste Kapitel des Hauptteils oder eine unabhängige Texteinheit. Abstract und Einleitung sollten besonders gut durchdacht und formuliert sein, da dies die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass Leserinnen und Leser sich dem Hauptteil widmen.

Wenn die Einleitung eine unabhängige Texteinheit ist, hat dies den Vorteil, dass in ihr mathematische Details und genaue Definitionen ausgespart werden können. Sie bietet in diesem Fall Platz für eine Diskussion der historischen Entwicklung des Forschungsgebiets und der aktuellen Literatur. Oft folgt eine Kurzfassung der Arbeit, in der Kapitel für Kapitel die wichtigsten Inhalte dargestellt werden. Der Hauptteil der Arbeit beginnt in dem Kapitel nach der Einleitung und ist ebenfalls eine in sich geschlossene Texteinheit, die insbesondere die Details der Begriffsbildung enthält.

Bei kurzen Artikeln kann die Einleitung zum Hauptteil gehören und in diesem Fall die genaue Formulierung des Hauptresultats enthalten sowie Definitionen, auf die später Bezug genommen wird.

Akkumulative Arbeiten werden oft mit einer zusätzlichen längeren Einleitung versehen, in welcher der Zusammenhang der angefügten Arbeiten diskutiert wird. Für universitäre Abschlussarbeiten empfiehlt sich eine Übersicht des aktuellen Standes der Forschung im gewählten Teilgebiet sowie eine Diskussion der historischen Entwicklung, sei es in einer separaten Einleitung oder, bei akkumulativen Arbeiten, in zumindest einer Einleitung der aneinandergereihten Artikel.

2.7. Hauptteil. Unabhängig davon, ob die Einleitung im Hauptteil inkludiert ist oder nicht, bildet dieser einen inhaltlich und formal eigenständigen Text, für den die üblichen Regeln einer mathematischen Argumentation gelten. Er muss also auch ohne die Einleitung verständlich sein, falls sie nicht zu ihm gehört.

2.8. Bibliographie. Literaturangaben werden in der Mathematik nicht in Fußnoten angegeben, sondern nur im Literaturverzeichnis am Ende der Arbeit. Es gibt unterschiedliche Formen der Literaturangaben; sie sollten jedoch einheitlich sein.

Vornamen werden oft, aber nicht immer abgekürzt. Hat ein Werk mehrere Verfasser, werden die Namen alphabetisch gereiht. Erst- und Zweitautoren gibt es in der Mathematik nicht.

Oft ist der Titel eines Artikels in Normalschrift angeführt, der eines Buches bzw. der Name eines Journals schräg gestellt. Die Abkürzungen der Journaltitel sind standardisiert. Die Nummer des Bandes des Journals wird meistens fett geschrieben. Erscheinungsjahre können wahlweise durch ein Komma abgetrennt oder in Klammern angeführt werden.

Es ist Tradition, bei Monographien den Erscheinungsort anzugeben, was jedoch als antiquiert angesehen werden kann, da diese Angabe bei neueren Publikationen weder für die Literatursuche noch die Beschaffung hilfreich ist. Auch wenn die Nennung des Verlags bei der Suche im Internet überflüssig ist, erleichtert sie immerhin das Auffinden im Bibliotheksregal, da die Buchrücken oft verlagstypische Farben und Formate haben. Nützlich sind auch der Publikationscode der *Math. Reviews* der AMS sowie bei Journalen die ISSN (International Standard Serial Number) und bei Büchern, insbesondere bei Bestellungen im Buchhandel, die ISBN (International Standard Book Number).

2.9. Stichwortindex und andere Verzeichnisse. Ein Stichwortverzeichnis bzw. Index ist bei Monographien üblich und wird von manchen Verlagen gefordert. Hilfreich für die Leserinnen und Leser ist auch ein Symbolverzeichnis. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis sind optional.

2.10. Sonstige Angaben. Anschriften, Webseiten oder auch nur Emailadressen werden gelegentlich in einer Fußnote auf der Titelseite angegeben. Diese Angaben am Ende der Arbeit zu machen, scheint immer mehr zum Standard zu werden. Gleiches gilt für das Erwähnen von Förderprogrammen, die das Zustandekommen der Arbeit ermöglicht haben. Welchen mathematischen Teilgebieten eine Arbeit zuzuordnen ist, kann der *Mathematics Subject Classification* der AMS entnommen werden. Die entsprechenden Nummern werden in der Regel auf der Titelseite des Artikels angeführt.

2.11. Spezielle Angaben bei Diplom-, Master- und Doktorarbeiten. An manchen Universitäten bzw. in manchen Ländern sind bei Diplom-, Master- und Doktorarbeiten spezielle Angaben erforderlich oder üblich. Diese können Formeln wie „Zur Erlangung des Grades. . . “, Lebensläufe oder eidesstattliche Erklärungen sein, dass die Arbeit eigenständig verfasst wurde und zitierte Texte als solche angegeben sind. In der Praxis werden solche Formalia gelegentlich übernommen, weil sich Studierende alte Arbeiten als Vorlage nehmen. Es empfiehlt sich, im Zweifel bei den zentralen Universitätsverwaltungen nachzufragen, welche dieser Angaben tatsächlich erforderlich sind.

2.12. Konklusion. In vielen Natur- und Geisteswissenschaften ist es üblich, nach dem Hauptteil eine Konklusion oder Kurzfassung anzugeben oder eine separate Konklusion an den Beginn der Arbeit zu stellen. In der reinen Mathematik hingegen finden sich die relevanten Informationen in Abstract und Einleitung.

3 Form

3.1. Textsatzsystem. Mathematische Texte werden in LaTeX geschrieben. Es ist empfehlenswert, mit pdf-LaTeX direkt ein pdf-File zu produzieren, anstatt wie früher zuerst ein dvi-File zu generieren. Für das Layout ist es hilfreich, sich LaTeX-Files anderer Arbeiten als Vorlage zu nehmen. *Word* und andere Textverarbeitungsprogramme werden nicht verwendet. Auch für Lehrerinnen und Lehrer an Schulen ist LaTeX zu empfehlen. Dieses kostenlose Programm auf einem Computer zu installieren und zu erlernen, ist kein großer Aufwand. Übungsblätter und Schularbeitsangaben können dadurch in perfektem mathematischen Layout gestaltet werden.

Nummerierungen und Zitate im Text sowie Tabellen wie Inhaltsverzeichnisse, Bibliographien oder Stichwortverzeichnisse werden nicht von Hand, sondern mit den entsprechenden LaTeX-Befehlen und -Hilfsprogrammen angelegt.

3.2. Schriftarten. Unterschiedliche Schriftgrößen und -arten sollten möglichst sparsam eingesetzt werden. Neu definierte Begriffe werden eher durch Schrägschrift als durch fette Schrift gekennzeichnet. Der Text in Theoremen kann, muss aber nicht schräg gestellt werden. Der Typewriterstil (`\tt`) kann für Email- und Internetadressen verwendet werden. Unterstrichenen Text gibt es keinen.

3.3. Schwarze Flecken. Das gesamte Erscheinungsbild des Textes sollte harmonisch sein und unnötig große, fettgedruckte Schrift vermieden werden. Selten werden Graphiken zu blass und schlecht erkennbar abgebildet. Öfter ist das Gegenteil der Fall. Knoten eines Graphen in einer Abbildung sollten zum Beispiel nicht fetter als notwendig dargestellt werden. Das Symbol $\blacksquare$ am Ende eines Beweises wirkt aus der Distanz wie ein störender Fleck, besser ist daher $\square$.

3.4. Bindestriche. Bei Zusammensetzungen wie „σ-algebra“ wird ein einfacher Bindestrich verwendet. Für eine Von-bis-Angabe wird in LaTeX ein doppelter Bindestrich verwendet, also „pages 23 to 46“ zum Beispiel ist im Literaturverzeichnis als `23--46` anzuführen. Im pdf-File erscheint das als „23–46“ und nicht als „23-46“. Bei erklärenden Einschüben oder längeren Pausen wird der Gedankenstrich als dreifacher Bindestrich `---` geschrieben, der im pdf-File als „—“ erscheint.

3.5. Anführungszeichen. Im Deutschen werden die sogenannten Gänsefüßchen „...“ (in LaTeX `"` `...` `"`) verwendet. Dazu muss das LaTeX-Paket *german* aufgerufen werden. Die englischen Anführungszeichen sind “...” (in LaTeX ``` `` ... '' ```).

3.6. Umbrüche. Um zum Beispiel bei „Theorem 2.3“ einen Zeilenumbruch zwischen „Theorem“ und „2.3“ zu verhindern, wird das Leerzeichen durch eine Tilde ersetzt, welche im pdf-File als gewöhnliches Leerzeichen erscheint. Man schreibt also „`Theorem~\ref{...}`“. Ziehen sich Gleichungen (oder Ungleichungen) im zentriert abgesetzten mathematischen Text über mehrere Zeilen, steht das Gleichheitszeichen am Anfang der neuen Zeile und nicht am Ende der alten.

3.7. Nummerierungen. Für Nummerierungen und Zitate werden die entsprechenden Hilfsbefehle und LaTeX-Umgebungen verwendet. Auf keinen Fall wird von Hand durchnummeriert. Die Nummerierung von Kapiteln, Unterkapiteln, Sätzen, usw. ist in der Regel fortlaufend und verwendet nur arabische Ziffern, zum Beispiel: Kapitel 1, Unterkapitel 1.1, Definition 1.1.1, Satz 1.1.2, Definition 1.1.3, usw. In neueren Texten ist es weniger gebräuchlich, Kapitel mit Buchstaben oder römischen Ziffern zu bezeichnen. Sätze mit 1, 2, 3, usw. und Definitionen mit 1, 2, 3, usw. zu nummerieren, ist nicht zu empfehlen, weil das die Suche nach einer bestimmten Nummer erschwert.

3.8. Zitate. Im Text wird mit dem `\cite`-Befehl zitiert. Zum Beispiel steht [9] für die neunte Arbeit der Bibliographie. Ein alternativer Zitierstil ist [Le01] beispielsweise für eine Arbeit von Lehnert aus dem Jahr 2001. Wenn möglich, sollte auch die Nummer des zitierten Satzes angegeben werden, zum Beispiel „Lemma 2.3 in [9]“ oder [Lemma 2.3, 9]. Beim erstmaligen Zitieren einer Arbeit werden in der Regel die Autorinnen und Autoren im Text namentlich genannt. Es ist üblich, dass die Verfasser ihren Namen nicht erwähnen, wenn sie sich selbst zitieren. Statt des eigenen Namens ist in diesem Fall von “the author” die Rede oder von “the second author”, wenn der oder die Zweitgereihte gemeint ist.

Ein in vielen Wissenschaften verbreiteter Zitierstil ist der sogenannte Harvard-Stil. In Klammern werden Nachname und Jahreszahl angeführt, gefolgt von einem Komma und der Seiten- oder Kapitelangabe, also zum Beispiel (Lehnert 2001, p. 21). Die genauen Angaben finden sich in der Bibliographie. In der reinen Mathematik ist dieser Stil unüblich, jedoch ist er in der Fachdidaktik verbreitet. Alternativ dazu werden in manchen Wissenschaften Literaturangaben auch in Fußnoten gemacht. Diese Zitierweise findet sich in alten mathematischen Arbeiten, sie wird aber heute in der Mathematik nicht mehr verwendet.

3.9. Fußnoten. Mathematische Argumentationen sollten in einem linearen Gedankengang formuliert werden. Daher empfiehlt es sich, Fußnoten in mathematischen Texten zu vermeiden.[1] Wenn dennoch Fußnoten gesetzt werden, sollten sie zumindest nicht Teil einer mathematischen Argumentation sein, sondern andere Anmerkungen enthalten.

3.10. Satzanfang und Überschriften. Ein Satz sollte nicht mit einem mathematischen Zeichen beginnen. Anderenfalls kann der Satzanfang nicht bestimmt wer-

[1] Dies ist eine erlaubte Fußnote, da die vorliegende Arbeit kein mathematischer Text ist.

den, wenn zusätzlich Formeln mit Punkten verwendet werden. Mathematische Zeichen lassen sich nicht eindeutig alphabetisch ordnen, was in Überschriften zu Problemen führen kann. Symbole und Zitate sollten in Überschriften und Abstracts generell vermieden werden.

3.11. Beweise. Für Beweise wird die proof-Umgebung verwendet. Diese beginnt einen Beweis mit „*Proof.*“ bzw. „*Beweis.*“. Am Ende des Beweises steht das Kästchen-Symbol $\square$, siehe auch Kapitel 3.3. Es ist antiquiert, das Ende eines Beweises durch „Q.E.D.“ (quod erat demonstrandum) oder „w.z.z.w.“ (was zu zeigen war) zu kennzeichnen.

Wenn ein Beweis nicht unmittelbar nach einem Satz steht, muss zu Beginn des Beweises die entsprechende Referenz angeführt weden. Falls zum Beispiel nach Theorem 2.4 erst ein Beispiel diskutiert wird und der Beweis des Satzes später folgt, beginnt der Beweis nicht mit “*Proof*”, sondern mit “*Proof of Theorem 2.4*”.

3.12. Summenschreibweise. Wird über mehrere Indices summiert, werden sie oft unter dem Summenzeichen aufgelistet und darunter eventuelle Summationsbedingungen genannt. Zum Beispiel

$$\sum_{x,y:1\le x\le y} xy.$$

Einfacher und eleganter ist die Konvention, dass jene Variablen die Summationsvariablen sind, die im Text vor der Formel oder in der Formel außerhalb des Summenzeichens nicht vorkommen. Also ist

$$\sum_{1\le x\le y} xy = \sum_{x,y:1\le x\le y} xy \quad \text{und} \quad y\sum_{1\le x\le y} xy = y\sum_{x:1\le x\le y} xy.$$

3.13. Verkettung von transitiven Relationen. Bestimmte Aneinanderreihungen transitiver Relationen wie auf- oder absteigende Inklusionen, $A_1 \subset A_2 \subsetneq A_3$, $A_3 \supsetneq A_2 \supset A_1$, Ungleichungen, $x_1 \le x_2 < x_3$, $x_3 > x_2 \ge x_1$, oder Funktionspfeile, $G_1 \hookrightarrow G_2 \to G_3$, sind gebräuchlich. Es ist Konvention, diese bei anderen transitiven Relationen wie beispielsweise bei der Teilerrelation zu vermeiden. Statt $2 \mid 4 \mid 12$ wird $2 \mid 4,\ 4 \mid 12$ geschrieben. Stilistisch schlecht sind

$$A \subset \mathbb{R} \supsetneq \mathbb{Z} \quad \text{und} \quad 2xy \le x^2 + 2xy + y^2 = (x+y)^2 \ge 0,$$

weil diese Ketten nicht monoton auf- oder absteigend sind. Ebenfalls eher ungünstig sind $8 \in A \subset \mathbb{Z}$ und $0 \le 2 \mid 8 \in \mathbb{N}$, weil hier binäre Relationen unterschiedlicher Art aneinandergereiht werden.

4 Englische Sprache

4.1. Deutsch oder Englisch? Noch vor wenigen Jahrzehnten wurden viele wissenschaftliche Arbeiten auf Deutsch, Französisch oder Russisch veröffentlicht. Heute muss in englischer Sprache publiziert werden, um ein internationales Publikum zu erreichen. Fachdidaktische Arbeiten können jedoch auf Deutsch verfasst werden, insbesondere dann, wenn es einen Bezug zum heimischen Schulsystem gibt. Universitäre Lehrbehelfe und mathematische Texte, die nicht für eine wissenschaftliche Publikation gedacht sind, dürfen ebenfalls auf Deutsch geschrieben werden. Konkret heißt das, dass mathematische Doktorarbeiten auf Englisch geschrieben werden müssen. Masterarbeiten sollten dann auf Englisch geschrieben werden, wenn die Studierenden wissenschaftlich ambitioniert sind. Auch für Bachelor- und Seminararbeiten empfiehlt sich die englische Sprache zu Übungszwecken.

4.2. Groß- und Kleinschreibung im Englischen. In Titeln von Monographien (zum Beispiel im Titel einer Doktorarbeit) werden im Englischen alle Wörter groß geschrieben, ausgenommen Wörter wie *of*, *the* oder *in*. Dies gilt jedoch nicht für Überschriften von Kapiteln oder für Titel von Publikationen in Journalen. Wenn ein Theorem oder Lemma einen Namen oder eine Nummer hat, wird es groß geschrieben, zum Beispiel "in Theorem 2.3" oder "by Zorn's Lemma". Ansonsten wird es klein geschrieben, zum Beispiel "we obtain the following theorem".

4.3. Such that, so that. Während *such that* eine Eigenschaft von etwas zuvor Genanntem spezifiziert bzw. auf eine nachfolgende Bedingung abzielt, bezieht sich *so that* auf eine nachfolgende Absicht. Als Beispiel: "Let n be an integer such that n is greater than 10" und "We split the proof up into several parts so that it becomes clearer".

4.4. Abkürzungen. Abkürzungen wie *don't* oder *let's* gelten im Englischen als umgangssprachlich und sind zumindest in der höheren Schriftsprache unzulässig. Krantz spricht sich in [6] gegen solche Abkürzungen aus. Halmos, der diese selbst verwendet, widerspricht Krantz in seiner darauf bezogenen Buchbesprechung [5] und stellt die Frage nach dem Grund eines solchen Verbots.

Ich halte beide Ansichten für vertretbar, sofern ein gewählter Stil (mit bzw. ohne Abkürzungen) in einer Arbeit durchgehend verwendet wird. Grundsätzlich macht ein sprachlicher Stil, mit dem die Leserinnen und Leser gut vertraut sind, den Text leichter lesbar. Da obige Abkürzungen in gedruckten Texten eher unüblich sind, verwende ich sie derzeit nicht.

4.5. Sei Epsilon größer Null. Die Formulierung „Sei $\varepsilon > 0$“ ist zwar in der Mathematik verbreitet, im allgemeinen Sprachgebrauch außerhalb der Mathematik ist die Verwendung des Konjunktivs in dieser Weise jedoch unüblich. Vermutlich ist die Formulierung „Sei $\varepsilon > 0$“ kein antiquiertes Relikt, sondern aus dem Englischen übernommen.

Ich empfehle, entweder ein „Es“ voranzustellen („Es sei $\varepsilon > 0$“) oder besser noch, eine Umschreibung zu verwenden, wie zum Beispiel: „Wenn ε eine positive reelle Zahl ist, dann...“ oder „Für alle positiven reellen Zahlen ε ist...“. Autorinnen und Autoren von mathematischen Facharbeiten sollten sich bemühen, eine allgemein gebräuchliche Sprache zu etablieren; wenn sich im Laufe der Zeit eine mathematische Kunstsprache entwickelt, erschwert dies sowohl den Einstieg für Studierende als auch die Kommunikation mit der nicht-mathematischen Außenwelt.

5 Stil als Frage der Vermittlung von Inhalten

5.1. Zwischen Formalismus und reinem Text. Der Zweck des mathematischen Formalismus liegt darin, Sachverhalte einfacher zu vermitteln. Es wäre unsinnig, Ausdrücke wie $\sum_{k=1}^{n} k^4$ mit Worten zu umschreiben. Mathematischer Formalismus muss jedoch stets kritisch hinterfragt werden. Auf keinen Fall sollten Formalisierungen akzeptiert werden, „weil sich das in der Mathematik so gehört“. Gerade geometrische Zusammenhänge lassen sich oft einfacher in Worten als in Formalismen erklären.

Eine mathematische Arbeit sollte eine in sich geschlossene Einheit darstellen, die aus syntaktisch vollständigen Sätzen besteht. Formeln im Fließtext werden als Teile des Satzes behandelt. Dies ist nicht primär eine Frage der Ästhetik, sondern der Verständlichkeit, denn das Gehirn ist daran gewöhnt, in ganzen Sätzen zu lesen, und vollständige Sätze erleichtern die Lektüre.

Da auch zentriert abgesetzte Formeln Teil des Gesamttexts sind, muss an ihrem Ende das jeweils richtige Satzzeichen stehen (kein Satzzeichen, Punkt, Komma).

5.2. Kurzer Text, ausführliches Argumentieren. Überflüssige Füllwörter, sprachlich ausschweifende Darstellungen und unnötig komplizierte Schachtelsätze sind nicht hilfreich. In der Mathematik kann durch eine Verkomplizierung der Sprache nicht der Eindruck von Wissenschaftlichkeit erweckt werden.

Argumente und Zwischenrechnungen sollten jedoch eher ausführlich angegeben werden. Im Zweifelsfall haben die Leserinnen und Leser lieber eine Erklärung zu viel als eine zu wenig, denn sie wollen den Text ohne lange Nachdenkpausen oder Nebenrechnungen verstehen.

5.3. „Das ist trivial“. Halmos spricht sich zwar nicht grundsätzlich gegen Formulierungen dieser Art aus, er warnt jedoch in [3, Section 9]: *“There is another rule, the major rule, and everybody knows it, the one whose violation is the most frequent source of mathematical error: make sure the word ‘obvious’ is used correctly.”*

Ich gehe noch einen Schritt weiter und meine, dass Formulierungen wie “It is easy to see that” oder „das ist trivial“ aus zwei Gründen generell vermieden werden sollten: Erstens gibt es praktisch keine mathematische Aussage, die für alle Studierenden offensichtlich ist. Verbreitet und oft berechtigt sind Beschwerden über Vortragende, die in Vorlesungen Sachverhalte als trivial bezeichenen, die für sie nicht sofort verständlich sind. Das von Halmos beschriebene Problem kennen wir vom Schulunterricht bis hin zur Lektüre wissenschaftlicher Arbeiten. Zweitens gibt es, wenn eine Aussage tatsächlich für alle unmittelbar verständlich ist, keinen Grund, dies zu kommentieren, siehe Beispiel 6.1.

5.4. Unnötige Füllwörter. Ob in mathematischen oder anderen Texten, überflüssige Wörter sollten vermieden werden. Ein Wort ist wegzulassen, wenn durch das Weglassen die Aussage des Satzes nicht verändert wird, siehe Beispiel 6.1.

5.5. Mathematischer Formalismus im Text. Logische Quantoren und Implikationspfeile ($\forall$, $\exists$, $\Rightarrow$, $\Leftrightarrow$) werden im Fließtext nicht verwendet. Zeichen für „Element aus" ($\in$) oder „Teilmenge von" ($\subset$) sind zwar im Fließtext nicht verboten, es empfiehlt sich aber, zu überlegen, in welchen Fällen es besser ist, diese Zeichen mit „in", „aus", „Teilmenge von" oder Ähnlichem zu umschreiben.

Mathematische Bezeichnungen oder Zahlen sollten im Fließtext durch mindestens ein Wort voneinander getrennt sein, da ansonsten Missverständnisse entstehen können. Besser als „Für beliebige k n-Tupel aus..." ist beispielsweise „Für k beliebige n-Tupel aus...", denn sonst könnte man glauben, es sei von „(kn)-Tupeln" die Rede. Langer Formalismus im Fließtext ist unübersichtlich. Mit abgesetzten Formeln sollte nicht aus Platzgründen gespart werden.

5.6. Das „Wir" in wissenschaftlichen Texten. In der Regel werden mathematische Texte in der dritten Person verfasst. Eine Ausnahme bildet das in wissenschaftlichen Texten verbreitete „Wir". Dabei handelt es sich weder um einen Pluralis majestatis noch meinen mehrere Autorinnen oder Autoren sich selbst, sondern es werden die Leser angesprochen. Sie sollen eingeladen werden, sich aktiv an der Argumentation zu beteiligen. Eine Ausnahme ist die Danksagung (Acknowledgement). Hier kann sogar in der Ich-Form geschrieben werden. Allerdings ist es verbreitet, auch dort in der dritten Person zu bleiben. Zum Beispiel: "The author wishes to thank..."

5.7. Neue Begriffe. Es kann hilfreich sein, neu definierten mathematischen Objekten einen Namen zu geben. Bevor neue Namen erfunden werden, sollte man allerdings gut recherchieren, ob ähnliche Bezeichnungen nicht schon in der Literatur existieren. Wenn der definierte Begriff neu ist, es aber ähnliche oder verwandte Konzepte in der Literatur gibt, sollte sich die neue Terminologie an der alten orientieren. Neue Terminologie kann die Lektüre erschweren. Daher sollten neue Begriffe nur eingeführt werden, wenn es notwendig ist.

5.8. Variablenbezeichnung. Es ist wichtig, sich gut zu überlegen, welche mathematischen Objekte mit welchen Buchstaben bezeichnet werden, vergleiche auch [3, 4, Section 5]. Gleichartige Objekte werden wenn möglich mit alphabetisch aufeinanderfolgenden Buchstaben des gleichen Alphabets bezeichnet. Universelle Regeln gibt es dazu keine, jedoch sollte die Wahl der Variablen innerhalb einer Arbeit einheitlich sein und sich an der Literatur orientieren. Oft stehen zum Beispiel G, H für Gruppen, x, y für Knoten eines Graphen, ϕ, ψ für Morphismen, usw.

In der klassischen Graphentheorie werden Graphen in der Regel mit G bezeichnet. In der Gruppentheorie werden Gruppen ebenfalls mit G bezeichnet. Wenn mit Graphen und Gruppen gleichzeitig gearbeitet wird, kann sich dadurch ein notationelles Problem ergeben. Eine sorgfältige Planung der gesamten Notation ist vor allem bei umfangreicheren Arbeiten notwendig.

Generell sollten Objekte nur bezeichnet werden, wenn dies erforderlich ist. Im folgenden Satz ist das zum Beispiel nicht notwendig: „Ein zusammenhängender Graph X hat genau dann einen geschlossenen Euler-Weg π, wenn alle Ecken x geraden Grad $\deg(x)$ haben.“ Besser ist: „Ein zusammenhängender Graph hat genau dann einen geschlossenen Euler-Weg, wenn alle Ecken geraden Grad haben.“

5.9. Mehrdeutigkeiten. Manche Begriffe werden nicht einheitlich verwendet. Kompakte Mengen sind gelegentlich als hausdorffsch vorausgesetzt, oft jedoch nicht. Zu empfehlen ist, sich an der Literatur zu orientieren, die dem eigenen Arbeitsgebiet nahe steht, und klarzustellen, welche Definitionen verwendet werden.

Auch mathematische Symbole werden gelegentlich nicht einheitlich verwendet. Zum Beispiel bezeichnet entweder $\subset$ eine echte Teilmenge und $\subseteq$ eine beliebige Teilmenge oder es bezeichnet $\subsetneq$ (bzw. $\subsetneqq$) eine echte und $\subset$ eine beliebige Teilmenge. Da meistens beliebige und nicht echte Teilmengen verwendet werden und $\subset$ das einfachste dieser Symbole ist, findet sich häufiger letztere Schreibweise.

5.10. Allgemeine Abkürzungen. Manche Abkürzungen wie „z.B.“ oder „etc.“ sind sehr gebräuchlich. Andere wie „o.B.d.A.“ (ohne Beschränkung der Allgemeinheit), „w.z.z.w.“ (was zu zeigen war) oder „s.t.“ (such that) sollten vermieden werden, wenn sich der Text an ein breiteres Publikum richtet. Jedes Mal, wenn wir beim Lesen eines Textes auf eine Abkürzung stoßen, die nicht oft vorkommt, muss das Gehirn diese in das eigentliche Wort übersetzen und kann sie erst in einem zweiten Schritt in den Satz einordnen, was den Lesefluss behindert. Daher sollten Abkürzungen im Zweifel ausgeschrieben werden.

5.11. Lateinische Abkürzungen. Latein hatte bis ins 19. Jahrhundert als Wissenschaftssprache die Funktion, weltweite Kommunikation unabhängig von den Landessprachen zu ermöglichen. Auch heute sollten wissenschaftliche Publikationen für möglichst viele Menschen verständlich sein, daran hat sich nichts geändert; geändert hat sich jedoch die Weltsprache der Wissenschaft.

Es gibt lateinische Abkürzungen, die insbesondere in englischsprachigen Texten verwendet werden, deren tatsächliche Bedeutung aber langsam in Vergessenheit gerät, wie zum Beispiel *e.g.* als Abkürzungen für „exempli gratia“ oder *i.e.* für „id est“. Interessanterweise werden sie beim Lesen oft sofort ins Englische übertragen und *e.g.* als “for example” beziehungsweise *i.e.* als “that is” gelesen.

Abkürzungen wie *s.t.* und *c.t.* können verwendet werden, da sie entweder tatsächlich als „s.t.“ bzw. „c.t.“ ausgesprochen werden oder unabgekürzt als „sine tempore“ und „cum tempore“. Wenn lateinische Ausdrücke nicht mehr gebräuchlich sind, sollten auch deren Abkürzungen nicht verwendet werden, denn leichte Verständlichkeit ist wichtiger als das Aufrechterhalten einer Tradition der Tradition zuliebe.

5.12. Abbildungen. Graphiken sind erwünscht und oft eine Hilfe bei der Lektüre. Sie werden in LaTeX auf unterschiedliche Weise generiert oder als externe Files importiert. Mit dem Graphikpaket *Tikz* können Koordinaten innerhalb des LaTeX-Files flexibel programmiert werden. Solange es sich nicht um Artikel für Journale handelt, die von einem Verlag vervielfacht werden, können beliebige Bilder als Files integriert werden, auch von Hand gezeichnete und eingescannte Abbildungen. Farbliche Darstellungen in Texten, die gedruckt werden, sollten nur verwendet werden, wenn es notwendig ist.

6 Gemischte Beispiele

6.1. Beispiel: Überflüssiger Text. “We will now call a maximal connected set of vertices a *component* of the graph. It is easy to see that the set of all vertices is a disjoint union of components.” Besser ist die kompakte Formulierung “A maximal connected set of vertices is called a *component* of the graph. The set of all vertices is a disjoint union of components.” Vergleiche dazu 5.2 und 5.3.

6.2. Beispiel: Formalismus im Text. Im Fließtext wäre „Sei nun $x \in \mathbb{R}$. $x > 1 \Rightarrow x^2 > x$“ aus folgenden Gründen ungünstig:

(i) Die Formulierung „Sei ...“ ist im allgemeinene Sprachgebrauch außerhalb der Mathematik unüblich.
(ii) Das Wort *nun* ist hier ein überflüssiges Füllwort.
(iii) Ein Satz sollte nicht mit einem mathematischen Symbol („$x > 1$“) beginnen.
(iv) Implikationspfeile sollten im Fließtext vermieden werden.

Besser ist: „Für reelle Zahlen x, $x > 1$, ist $x^2 > x$.“ (sprich: „Für reelle Zahlen x, die größer als 1 sind, ist x^2 größer als x.“) Wenn aus dem Textzusammenhang hervorgeht, dass x eine reelle Zahl ist, dann passt auch: „Wenn $x > 1$, dann ist $x^2 > x$.“ (sprich: „Wenn x größer als Null ist, dann ist x^2 größer als x.“). Reiner Text ist auch guter Stil: „Reelle Zahlen, die größer als 1 sind, sind kleiner als ihr Quadrat.“ Als abgesetzte Formel ist

$$\forall x \in \mathbb{R} : \ x > 1 \Rightarrow x^2 > x$$

akzeptabel.

6.3. Beispiel: Formeln und Bezeichnungen. Der Satz „Die Spezies $E_{n \geq 1}$ der Mengen mit $n \geq 1$ Elementen hat die erzeugende formale Potenzreihe $\sum_{k=1}^{\infty} z^k/k!$“ ist schlechter Stil.

(i) Sofern die Bezeichnung $E_{n\geq 1}$ nicht definiert wird, um sie im späteren Text zu verwenden, muss sie hier nicht genannt werden.
(ii) Die Beschreibung der nicht-leeren Mengen ist zu kompliziert.
(iii) Der Satz wird als „...Mengen mit n größer gleich eins Elementen...“ gelesen, was eine unnatürliche technische Formulierung ist.
(iv) Abgesetzte Formeln sollten nicht aus Platzgründen vermieden werden.

Besser ist daher: *Die Spezies der nicht-leeren Mengen hat die erzeugende formale Potenzreihe*

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{z^k}{k!}.$$

Danksagung. Für die sprachliche Unterstützung möchte ich mich bei meiner Freundin, Germanistin und Altphilologin Maria Kreutzer, bedanken.

Literatur

[1] A. Beutelspacher. *Das ist o.B.d.A. trivial! Eine Gebrauchsanweisung zum Schreiben mathematischer Texte für Studenten der Mathematik und Informatik.* Vieweg, 1991.
[2] U. Daepp, P. Gorkin. *Reading, writing and proving. A closer look at mathematics.* Undergraduate Texts in Mathematics. Springer, 2003.
[3] P.R. Halmos. How to write mathematics. *L'Enseignement Math.* **16**, 123–152, 1970.
[4] P.R. Halmos. *Wie schreibt man mathematische Texte*. Teubner, 1977.
[5] P.R. Halmos. Bookreview on „S.G. Krantz. 'A Primer of Mathematical Writing: Being a Disquisition on Having Your Ideas Recorded, Typeset, Published, Read, and Appreciated'. AMS, 1998“ in *Notices Amer. Math. Soc.* **44** (1997), Issue 5, 571–573.
[6] S.G. Krantz. *A Primer of Mathematical Writing: Being a Disquisition on Having Your Ideas Recorded, Typeset, Published, Read, and Appreciated*. AMS, 1997.
[7] S.G. Krantz. *Handbook of typography for the mathematical sciences.* Chapman & Hall/CRC, 2001.
[8] K.P. Liessmann. Akademische Bildung. Ein Leitfaden für neue Eliten. *Recherche. Zeitung für Wissenschaft.* 2/2011.
http://www.recherche-online.net/liessmann-akademische-bildung.html [18.07.2011].
[9] H. Schichl, R. Steinbauer. *Einführung in das mathematische Arbeiten*. Springer, 2009.
[10] N.E. Steenrod, P.R. Halmos, M.M. Schiffer, J.A. Diedonne. *How to Write Mathematics*. AMS, 2000.
[11] T. Tao. *On writing*. Online Blog.
http://terrytao.wordpress.com/advice-on-writing-papers/ [30.10.2011]
[12] J. Trzeciak. *Writing Mathematical Papers in English. A Practical Guide.* Second revised edition, EMS, 2005.

Adresse des Autors: Bernhard Krön. Fakultät für Mathematik der Universität Wien, Nordbergstraße 15, 1090 Wien. email bernhard.kroen@univie.ac.at.

Internat. Math. Nachrichten
Nr. 218 (2011), 43–46

12 reasons to attend 6ECM

Stefan Jackowski

President of the Polish Mathematical Society

A Dozen reasons to participate in the 6th European Congress of Mathematicians in Kraków, 2–7 July 2012

Mathematicians travel a lot as there are many conferences and workshops that take place all around the world. What is special about the European Congresses of Mathematicians is that five of them have already taken place, in Paris (1992), Budapest (1996), Barcelona (2000), Stockholm (2004) and Amsterdam (2008). What makes ECM's events so special? Why should you consider attending the next meeting?

1. To be a mathematician means to be more than an analyst, a probabilist or a topologist. It also means having a broad picture of the entire field. The European Congress of Mathematicians provides an excellent opportunity to obtain information about the current state of mathematics from experts. Such an overview of contemporary mathematics is particularly important for young researchers looking for new research horizons. (There will be grants to support the participation of young mathematicians at the 6ECM.[1])

2. The plenary and invited speakers have been carefully selected by the Programme Committee, which was appointed by the Executive Committee of the European Mathematical Society. Among the plenary and invited speakers are stars of 20th century mathematics, as well as new leaders taking our field into the 21st century. The lectures will cover a broad spectrum of mathematical disciplines.

3. A special lecture commemorating the late Professor Andrzej Pelczar, former Vice-President of the EMS and former Rector of the Jagiellonian University in Kraków (and the initiator for holding the 6ECM in Kraków) will be delivered during the congress. The speaker will be nominated by a committee appointed by the Polish Mathematical Society.

4. EMS prizes for young mathematicians (up to 35 years old), which will be awarded at the opening of the 6ECM, honour mathematicians who are likely to play

[1] Grants are sponsored by the Foundation for Polish Science and the European Mathematical Society.

ISSN 0020-7926

a crucial role in the development of our field in the coming decades. Among past EMS prize winners are several Fields Medallists, including three of the last four winners. Try to guess who will receive prizes in 2012 and come to Kraków to see whether you are right. You can listen to the winners' lectures and personally congratulate them. You may also submit your own candidates for EMS prizes!

5. The 6ECM will cover a broad spectrum of mathematical sciences. The Felix Klein Prize in the application of mathematics, established by the EMS and the Institute for Industrial Mathematics in Kaiserslautern, will be awarded. In addition, there is a new prize, the Otto Neugebauer Prize in the History of Mathematics, established by the EMS and Springer-Verlag. Again, everybody is welcome to submit candidates for these prizes!

6. At the 6ECM all participants have the opportunity to create part of the scientific program of the congress by organising mini-symposia. There is a special session that consists of four coordinated presentations on a selected topic proposed by the organiser. A mini-symposium will be two hours long, with 25 minutes for each presentation and an additional five minutes allowed for discussion. Get together with your mathematical friends and submit a proposal for a mini-symposium!

7. Everyone will have the opportunity to present a research poster, which will receive the attention and comments of experts. There will be a poster competition, the results of which will be announced at the closing ceremony. Submit your poster!

8. Besides the strictly scientific program, we expect several round table discussions that will cover a wide range of topics of general interest, such as the financing of mathematical research in Europe, the strategy of the European Mathematical Society, mathematical education, and mathematics and emerging economies. Everyone is invited to submit a proposal for a round table discussion.

9. Combine your participation at the 6ECM with attendance at more specialised satellite meetings, which will be organised close in time to the 6ECM. We have already announced six satellite meetings devoted to various aspects of pure and applied mathematics, and we expect to have more soon. Traditionally, a meeting of Women in Mathematics is held the day before the 6ECM begins. We invite you to participate in the satellite meetings and to propose new satellite meetings.

10. The European Congresses help to form a community of mathematicians from European institutions. We have many topics to discuss. There are a growing number of exchange students taking mathematics courses at various institutions. Research projects are financed by diverse international sources and various ways of evaluating research results are used. University system reforms are spreading throughout Europe. These are some examples of the important issues that can be discussed during the 6ECM both formally and informally.

11. Enjoy Kraków, a city with a great past and a very interesting present. Kraków, the capital of Poland from the 14th to the 16th century, played an important role in European history as a political, religious, scientific and cultural centre. It was home to Pope John Paul II, who contributed to the recent great political change in Europe. Krakow was also home to a large Jewish community, one of the very few places in Poland where buildings in the old Jewish quarter remained intact after the Holocaust. In recent years it has been a place for the revival of Jewish cultural and religious life. Many museums in Krakow contain priceless objects of art; the best known is *Lady with an Ermine*, a painting by Leonardo da Vinci. The newest museum is the Museum of Contemporary Art in Kraków (MOCAK), which was designed by an Italian architect. It is built in a post-industrial zone close to Schindler's famous factory, which has also been converted into a museum. Every Summer Kraków hosts many exciting artistic events.

12. Last but not least, the European Congresses of Mathematics aim to be a showcase to present the unity of mathematics. Large meetings are important to foster public awareness of mathematics. If we want mathematics to be perceived as an important, well-defined field, not just an addendum or a tool in science and technology, we need to show the strength of the mathematical community to the public and to politicians who make decisions about financing research. So come to Kraków and take part in this important event!

And before coming, we invite you to visit the 6ECM at its website *www.6ecm.pl* for more information about the 6ECM, the prizes to be awarded during the 6ECM, satellite meetings, tourist attractions and practical information. At the website you can also submit proposals for the various activities mentioned above. You are additionally invited to join us on *Facebook*.

On behalf of the European Mathematical Society and the local organisers of this congress, the Polish Mathematical Society and the Jagiellonian University in Kraków, I cordially invite you to participate in the 6ECM.

See you in Krakow!

Buchbesprechungen

A. F. Beardon: Creative Mathematics. A Gateway to Research. (AIMS Library Series.) Cambridge University Press, 2009, x+110 S. ISBN 978-0-521-13059-2 P/b £ 14,99.

Der bekannte Analytiker Alan Beardon engagiert sich seit einigen Jahren stark für das African Institute of Mathematical Sciences, welches in der Nähe von Kapstadt von dem Zahlentheoretiker Barry Greene geleitet wird. In diesem werden Studenten aus allen afrikanischen Ländern an die Forschung herangeführt. Freilich ist das nicht leicht, da auch die Vorbildung sehr unterschiedlich ist. Der vorliegende Text entstammt einer Textbuchreihe, die solchen Kursen am AIMS gewidmet ist.

Beardon beginnt mit Hinweisen, wie Texte und Vorträge organisiert sein sollen und präsentiert hernach einige recht simple Probleme. In einem weiteren Abschnitt diskutiert er dann, wie man in natürlicher Weise zur Lösung kommt. Danach geht es noch weiter, nämlich, wie man nicht bei der Lösung stehen bleiben sollte, sondern selbstständig versuchen sollte, hinter die Kulissen zu blicken, indem man die Probleme in einem größeren Umfeld sieht.

Der Text ist sehr geschickt und professionell gemacht, aber doch sehr spezifisch für die Kurse am AIMS. Es ist nicht ganz einfach, sich vorzustellen, welche weitere Leserschicht davon angesprochen werden könnte. Die Probleme sind ziemlich einfach. Der Text ist aber auch sehr preisgünstig, sodass man beim Ankauf eigentlich nichts falsch machen kann.

H. Prodinger (Stellenbosch)

J. L. Berggren: Mathematik im mittelalterlichen Islam. Übersetzung aus dem Englischen von P. G. Schmidl in Zusammenarbeit mit H. K. Strick. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011, xvi+219 S. ISBN 978-3-540-76687-2 H/b € 29,95.

Es ist erfreulich, dass ein prominenter Verlag die Übersetzung von Berggrens *Episodes in the Mathematics of Medieval Islam* in Auftrag gegeben hat. Die Vielfältigkeit und Reichtümer dieser Kultur verdienen es, durch zahlreiche Publikationen bekannt zu werden. In dieser Ausgabe wurden einige Fehler beseitigt und schöne Farbbilder hinzugefügt. Der Inhalt ist nach Themen geordnet: Nach der Einleitung folgen Islamische Arithmetik, Geometrische Konstruktionen in der islamischen Welt, Algebra im Islam, Trigonometrie in der islamischen Welt und Sphärik in der islamischen Welt. Zu jedem Kapitel gibt es neben Literaturhinweisen auch Übungen, sodass die Verwendung in der Lehre besonders nahegelegt wird.

F. Schweiger (Salzburg)

J. Berstel, D. Perrin, C. Reutenauer: Codes and Automata. (Encyclopedia of Mathematics and Its Applications 129.) Cambridge University Press, 2010, xiii+619 S. ISBN 978-0-521-88831-8 H/b £ 75,–.

This is a strongly rewritten and considerably expanded version of the monograph "Theory of codes" written by the first two authors in the mid 1980's. It gives an extensive presentation of the theory of codes. The term *code* here is meant to be simply a subset X of a free monoid that freely generates a free submonoid; in other words, X is a set of words such that each finite product of members of X has a unique factorization into members of X. The theory of codes essentially goes back to and is based on fundamental results by M.-P. Schützenberger and his collaborators, and is nowadays an important part of theoretical computer science, with strong connections to the fields of combinatorics of words, automata theory, formal language theory and the theory of semigroups.

The principal problem in connection with codes treated in the book is to give constructive descriptions of all of them. However, this problem can be solved only for special classes; for example, it is easy for prefix codes and still possible, but already quite difficult for bifix codes. In contrast, no general method is known up to now to construct all finite codes. The types of methods treated in the book are essentially twofold: direct ones (which are based on combinatorics of words) and indirect ones (which are based on semigroups and automata). The novelty in the present book compared to its predecessor is that much more material is included concerning (i) connections to other fields of mathematics (symbolic dynamics, probability theory, algebra) and (ii) algorithmic problems on graphs and words (for example, a proof of the recently solved *road coloring problem* is included).

The book is very carefully written and requires as prerequisites only "basic mathematical culture". Every chapter contains carefully selected exercises (altogether arond 200, including solutions), therefore the book is well suited for self-study; various chapters of it my well serve as a basis for various courses, such as discrete mathematics, algorithms, etc.

K. Auinger (Wien)

T. Ceccherini-Silberstein, F. Scarabotti, F. Tolli: Representation Theory of the Symmetric Groups. The Okounkov-Vershik Approach, Character Formulas, and Partition Algebras. (Cambridge Studies in Advanced Mathematics 121.) Cambridge University Press, 2010, xv+412 S. ISBN 978-0-521-11817-0 H/b £ 45,–.

This well written book provides an almost self-contained presentation of the representation theory over $\mathbb{C}$ of the symmetric groups $\mathfrak{S}_n$ and the related combinatorics – from the classical theory to the forefront of recent research. It is suitable for (mature) readers, but requires as prerequisite only basic knowledge in group theory and linear algebra. The general concepts of representation theory of finite groups and finite dimensional associative algebras are developed in Chapter

1 (Representation theory of finite groups, including Schur's lemma, characters, permutation representations, induced representations), Chapter 2 (Gelfand-Tetslin bases) and Chapter 7 (Finite dimensional $*$-algebras). The first two chapters are sufficient to present in Chapter 3 the approach to the representation theory of the symmetric groups $\mathfrak{S}_n$ as it has been developed by Okounkov and Vershik only since the 1990's (including Young-Jucys-Murphy elements, Young theory, Frobenius-Young correspondence, etc.). This chapter is in a sense the heart of the book and treats the material in much more detail than the original papers. The remaining four chapters deal with classic themes like symmetric functions (Chapter 4), character theory (Chapter 5), Radon transform, Specht modules and the Littlewood-Richardson rule (Chapter 6), and finally Schur-Weil dualities and the partition algebra (Chapter 8). The book contains several exercises which support the study of the book, as well as a list of references containing more than 120 items.

K. Auinger (Wien)

B. Colbois, C. Riedtmann, V. Schroeder (eds.): Schweizerische Mathematische Gesellschaft 1910–2010. EMS, Zürich, 2010, ix+517 S. ISBN 978-3-03719-089-0 H/b € 68,–.

Der vorliegende Sammelband enthält 23 Artikel über die Schweizer Mathematik der vergangen 100 Jahre, ihre führenden Persönlichkeiten und bemerkenswerte Ereignisse. Das Buch wurde als Festschrift zum Anlass des 100-jährigen Bestehens der Schweizer Mathematischen Gesellschaft konzipiert und stellt an seinen Anfang einen Aufsatz, den Plancherel zum 50-jährigen Bestehen der Gesellschaft im Jahre 1960 verfasst hat. Dem schließt sich ein ausführlicher geschichtlicher Abriss der Schweizer Mathematischen Gesellschaft an, ergänzt durch eine Chronik der letzten 100 Jahre. Die nachfolgenden Essays gehen auf herausragende Schweizer (und in der Schweiz tätig gewesene) Mathematiker ein und vermitteln so ein lebendiges Bild der Mathematik unseres Nachbarn. Das Buch lädt zum längeren Verweilen und Schmökern ein.

A. Ostermann (Innsbruck)

J. Friedlander, H. Iwaniec: Opera de Cribro. (AMS Colloquium Publications, Vol. 57.) American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, 2010, xx+527 S. ISBN 978-0-8218-4970-5 H/b $ 82,40.

"Opera de Cribro", ein Opus mit musikalischen Untertiteln, ist ein Buch über Siebmethoden in der analytischen Zahlentheorie. Iwaniec und Friedlander sind führende Experten in diesem Bereich und haben in ihrer über 30jährigen Zusammenarbeit zentrale Beiträge geliefert. Eines ihrer bekanntesten Siebresultate ist der Satz von Friedlander-Iwaniec (1998), der besagt, dass es unendlich viele Primzahlen der Form X^2+Y^4 gibt ($X,Y \in \mathbb{N}$). Dieser wird in Kapitel 21 vorgestellt.

Der vorliegende Band enthält eine Fülle von Resultaten (neue und alte), Anwendungen, Erklärungen und Einsichten in die Wirkungsweise von Sieben; er ist hervorragend zum Selbststudium geeignet. Es ist von Vorteil, als Zusatz zur Lektüre ein Buch über analytische Zahlentheorie bei der Hand zu haben (z.B. Davenport, Montgomery/Vaughan, Iwaniec/Kowalski).

In Kapitel 1–5 werden schrittweise die grundlegenden Definitionen der Siebtheorie eingeführt (Sieb von Bombieri, Dimension eines Siebes, Komposition von Sieben, etc.). Kapitel 6 ("The Big Bang") stellt das kombinatorische Sieb von Brun vor und stellt es in den Kontext der Iterationen von Buchstab. Kapitel 7 und 8 erklären das Λ^2-Sieb von Selberg und geben ausgewählte Anwendungen. Insbesondere wird das Resultat von Goldston-Pintz-Yıldırım über kleine Abstände zwischen Primzahlen präsentiert. Kapitel 9 ("Intermezzo") beschreibt das große Sieb und zeigt eine Verbindung zum Selberg-Sieb auf. Kapitel 10–13 umfassen eine detaillierte Diskussion des Rosser-Iwaniec-Siebes, und Kapitel 14 beschreibt des halbdimensionale Sieb. In Kapitel 16 wird das Problem der Parität ("Les Barricades Mystérieuses") beschrieben: Siebtheorie ist zu einem großen Teil unfähig, zwischen Zahlen zu unterscheiden, die eine gerade Anzahl bzw. eine ungerade Anzahl von Primteilern besitzen. In Kapitel 17 und 18 lernt man, wie man aus kombinatorischen Identitäten asymptotische Resultate für Primzahlen gewinnt (z.B. Vaughan-Identität). In Kapitel 23 erfährt man, wie man Abschätzungen für Primzahlen in kurzen Intervallen erhält. Das Hauptaugenmerk wird dabei vor allem auf die Methodik gerichtet. In Kapitel 24 ("Phantom of the Opera") wird der Satz von Linnik über die Größe der kleinsten Primzahl in einer arithmetischen Progression mithilfe der Siebtheorie bewiesen.

Dem Mathematiker, der sich mit Sieben auseinandersetzt und diese in seiner Arbeit verwendet, sei dieses umfassende Buch wärmstens empfohlen.

T. Stoll (Marseille)

S. Helgason: Integral Geometry and Radon Transforms. Springer, New York 2010, xiii+310 S. ISBN 978-1-4419-6054-2 H/b EUR 65,95.

Helgasons Buch *The Radon Transform* von 1980 kann man inzwischen getrost als einen Klassiker bezeichnen. Hier kommt nun eine erweiterte Version, die sich im Gegensatz zum Klassiker vor allem an fortgeschrittene Studierende und jene Mathematiker wendet, die nicht allzuviel Vorwissen über Integralgeometrische Transformationen mitbringen.

Dementsprechend beginnt das erste Kapitel eher anschaulich und beschreibt die Radon-Transformation im $\mathbb{R}^3$ und $\mathbb{R}^n$. Gegeben sei eine Funktion $f:\ \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}$ und ein $d \in \{1,\dots,n\}$. Für jede d-Ebene ξ im $\mathbb{R}^n$, also für jedes Element der affinen Grassmann-Mannigfaltigkeit $G(d,n)$, wird die Radon-Transformation $\hat{f}$ definiert durch

$$\hat{f}(\xi) = \int_\xi f(x)\,dx,$$

wobei hier in Bezug auf das Lebesgue-Maß auf ξ integriert wird. Die entscheidende Frage ist, ob und unter welchen Voraussetzungen man aus der Radon-Transformierten $\hat{f}(\cdot)$ nun wieder $f(\cdot)$ rekonstruieren kann. Der Fall $n = 2$, $d = 1$ geht auf eine zunächst eher unbeachtete Arbeit von Radon aus dem Jahr 1917 zurück und gab der Transformation ihren Namen. Der Satz von Schwartz und der Satz von Paley-Wiener besagen nun, dass auf den „richtigen" Funktionenklassen die Abbildung $f \to \hat{f}$ eineindeutig und eine Rekonstruktion daher prinzipiell möglich ist. Die praktische Rekonstruktion gelingt schließlich unter Verwendung des Laplace-Operators $\sum_i \partial_i^2$.

Die Radon-Transformation besitzt eine natürliche duale Transformation, die jeder Funktion $\phi : G(d,n) \to \mathbb{R}$ auf der affinen Grassmann-Mannigfaltigkeit das Integral

$$\check{\phi} = \int \phi(\xi)\, d\xi$$

zuweist, wobei hier in Bezug auf das Haarsche Maß integriert wird. Auch diese Transformation lässt sich auf geeigneten Funktionenklassen invertieren. Von Interesse ist in beiden Fällen die Bestimmung der maximalen Funktionenklassen, auf denen eine Rekonstruktion möglich ist.

In der Praxis am bedeutendsten ist der Fall der Radon-Transformation im $\mathbb{R}^3$ mit $d = 1$, der Röntgen-Transformation. Der Nutzen dieser Transformation für die Tomographie hat die Medizin revolutioniert, Cormack und Hounsfield haben für ihre grundlegenden Arbeiten dazu den Nobelpreis erhalten. Die Arbeit von Radon ist ein Musterbeispiel dafür, dass anscheinend obskure und unbeachtete mathematische Arbeiten sich nach Jahrzehnten als in der Praxis hochbedeutend herausstellen können; dies könnte manchen Ranking-Fans bei Forschungsförderungsinstitutionen als Warnbeispiel dienen.

In den Kapiteln II bis VI wird die Untersuchung der „anschaulichen" Radon-Transformation des $\mathbb{R}^n$ und der ihr zugeordneten dualen Transformation auf allgemeinere homogene Räume erweitert, z.B. Räumen konstanter Krümmung, geeignete Riemannsche Mannigfaltigkeiten, etc. Kapitel IV ist der Röntgen-Transformation auf symmetrischen Räumen gewidmet. Angestrebt wird stets die Bestimmung der maximalen Funktionenklassen, auf denen eine Rekonstruktion möglich ist, und explizite Umkehrformeln.

Noch ein paar praktische Bemerkungen: Jedes Kapitel endet mit zahlreichen Bemerkungen wissenschaftlicher und bibliographischer Art und mehreren sorfältig ausgewählten Beispielen. Die nötigen Grundlagen (Fouriertransformation, Distributionen, Lie Gruppen, symmetrische Räume, ...) werden in den Kapiteln VII bis IX zur Verfügung gestellt, sodass dem Leser tatsächlich eine in sich geschlossene Abhandlung der Radon-Transformation vorliegt.

Dieses sehr gut geschriebene Buch über eine der vielleicht wichtigsten Transformationen in der angewandten Mathematik kann interessierten Studenten und

Wissenschaftlern daher nur ans Herz gelegt werden und sollte in keiner Bibliothek fehlen.

M. Reitzner (Osnabrück)

R. Hersh, V. John-Steiner: Loving and Hating Mathematics. Challenging the Myths of Mathematical Life. Princeton University Press, Princeton, Oxford, 2011, x+416 S. ISBN 978-0-691-14247-0 H/b £ 20,95.

Es gibt viele Gründe für Mathematiker und Mathematikerinnen, ihr Fach zu lieben, und im Großteil dieses Buchs geht es um die Hintergründe von Leuten, die dieses Fach zu ihrem Lebensmittelpunkt gemacht haben. Die ersten Abschnitte behandeln die fachlichen Hintergründe verschiedener mehr oder weniger berühmter Fachleute unter dem Aspekt ihrer Anfänge, ihrer Arbeitskultur oder ihrer Mitarbeiter. Dabei werden auch die Gefahren für die geistige Gesundheit durchleuchtet, die das Fach für einzelne birgt, und auch die Nachteile, die sich in der Fachwelt, historisch abhängig vom Geschlecht oder dem Alter, ergeben haben. Nur in den letzten beiden Kapiteln geht es auch um das "hating" der Mathematik. In diesen Kapiteln wird etwas über den Mathematikunterricht an der Hochschule und in der Schule sinniert.

Die Lektüre dieses Buchs liefert einige Anekdoten aus dem Leben vieler Mathematikerinnen und Mathematiker sowie ein paar Denkanstöße über das Fach. Wer allerdings tiefere Erkenntnisse oder originelle Ideen zum Mathematikunterricht sucht, wird dergleichen hier kaum finden.

R. Geretschläger (Graz)

H. Holden, K. H. Karlsen, K.-A. Lie, N. H. Risebro: Splitting Methods for Partial Differential Equations with Rough Solutions. Analysis and MATLAB programs. (EMS Series of Lectures in Mathematics.) EMS, Zürich, 2010, viii+226 S. ISBN 978-3-03719-078-4 P/b € 36,–.

Splitting methods constitute a large family of competitive time integration schemes for time-dependent partial differential equations. The basic idea behind these methods is to split up the right hand side of the (first-order) differential equation into two (or more) parts, to integrate these parts separately and to combine the resulting partial (semi)flows in an appropriate way in order to approximate the true solution. Such a *divide et impera* strategy can have various computational advantages.

The present book studies splitting methods for nonlinear evolution equations with possibly non-smooth solutions. The considered problem class comprises hyperbolic conservation laws and degenerate convection-diffusion problems. A rigorous convergence analysis for splitting methods applied to weakly coupled systems of strongly degenerate convection-diffusion equations is established and applied to various problems. The book further provides a great number of interesting numerical examples. It is highly recommended for people working in the field of evolution equations.

A. Ostermann (Innsbruck)

R. J. Lang (ed.): Origami[4]. Fourth International Meeting of Origami, Science, Mathematics, and Education. A. K. Peters, Natick, Massachusetts, 2009, xi+560 S. ISBN 978-1-56881-346-2 P/b $ 79,00.

The book contains a collection of papers presented at the 4th International Meeting of Origami Science held at Pasadena, California, in 2006. The papers are devoted to different interesting results on origami techniques and cover a wide range of presentations. The topics of the sections of the book are: Origami in Art and Design, Origami and Technology, Computational Origami, Origami Mathematics and Origami in Education.

The papers demonstrate the vast range of research in this field of origami in the last few years. The topics reach from folding techniques to more abstract topics such as connections with mathematics and questions of teaching at different education levels.

The book can be recommended to people with interest in origami techniques or in the theoretical background.

O. Röschel (Graz)

G. Leoni: A First Course in Sobolev Spaces. (Graduate Studies in Mathematics, Vol. 105.) American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, 2009, xvi+607 S. ISBN 978-0-8218-4768-8 H/b $ 85,00.

This is a somewhat unusual introduction to Sobolev spaces. As explained in the introduction, the aim was to provide such an introduction without assuming prior knowledge in measure theory or functional analysis (which is however eventually assumed and collected in three appendices). To this end the author begins with Sobolev spaces in one dimension, and the first half of the book is devoted to this and deals with monotone functions, functions of bounded variation, absolutely continuous functions as well as with curves, Lebesgue-Stieltjes measures, and decreasing rearrangements. While most of these topics can be found in classical textbooks on real analysis, the author collects an impressive amount of results which are otherwise hard to find. Finally, in the last chapter of the first part, the integrable functions of bounded variation are established as those which have a weak derivative which is a finite signed measure; and the Sobolev spaces $W^{1,p}(\Omega)$ in one variable are introduced and identified as the space of absolutely continuous function which are together with their derivative in $L^p(\Omega)$.

The second part now turns to several variables. After discussing absolutely continuous functions in this case and collecting some background material from distribution theory, the Sobolev spaces $W^{1,p}(\Omega)$ in several variables are eventually introduced and several classical results like embeddings (including the critical case and Orlicz spaces), extensions, Poincaré inequalities, functions of bounded variation, Besov spaces, traces and symmetrization are dealt with in depth.

In summary, the present textbook is very well written and much emphasis has been put into providing a very detailed exposition of the material. On the other hand, due to the intentionally chosen approach, there was no space left to cover important topics like the connections with the Fourier transform or higher order Sobolev spaces. So while it makes a valuable source for both graduate students and researchers working in related fields, it might not be sufficient as the sole basis for an introductory course on this topic.

G. Teschl (Wien)

H. Lüneburg: Von Zahlen und Größen. Dritthalbtausend Jahre Theorie und Praxis. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, 2008, xxii+655 S. ISBN 3-7643-8776-1 H/b € 99,–.

Die sechs Kapitel des vorliegenden Buchs haben folgende Überschriften: I. Größen, II. Zahlen, III. Das zehnte Buch, IIII. (nicht IV.!) Gleichungen 2., 3. und 4. Grades, V. Negative und komplexe Zahlen, VI. Nullstellen von Polynomen.

In jedem Kapitel wird ein Streifzug durch die Geschichte angeboten, wobei die Chronologie des Öfteren durchbrochen wird. So kommt etwa im ersten Kapitel nach dem ersten Abschnitt über Inkommensurabilität sofort einer über den Dedekindschen Schnitt. Danach werden u.a. die Proportionenlehre (incl. Größenbereiche), Napers Logarithmen und Sinustafeln behandelt. Im zweiten Kapitel („Zahlen") geht der Autor besonders auf Euklids Bücher VII, VIII und IX ein, schlägt aber den Bogen bis Peano, Induktion und Rekursion. Das dritte Kapitel wendet sich – wie der Titel „Das zehnte Buch" schon besagt – wieder Euklid zu, aber nicht nur: Am Ende des Kapitels geht der Autor ausführlich auf Fibonacci ein, der sich bei seinen Studien über Gleichungen dritten Grades auch mit Euklids zehntem Buch beschäftigte. In Kapitel V wird insbesondere auf Pedro Nunẽz eingegangen, dem (außerhalb Portugals) viel zu wenig Beachtung geschenkt wird.

An vielen Stellen ermöglicht der Autor einen tiefen Einblick in seine Forschungstätigkeit, wenn er verschiedene Übersetzungen untereinander und mit dem Originaltext vergleicht; ein sehr anschauliches Beispiel von Quellenkritik. Bei solchen Gelegenheiten werden auch die Ursprünge von Wörtern und Begriffen erklärt (z.B. S. 97: „Ziffer", S. 111: „Minute", „Sekunde", S. 331: „Algorithmus" bzw. „Algorismus").Der Autor bringt auch Anekdoten, sogar über sich selbst (mit einer gehörigen Portion Selbstironie; z.B. S. 522). Damit empfindet man die Lektüre dieses Buchs als kurzweilig, wenngleich man aufgrund des Umfangs und der hohen Informationsdichte einige Zeit damit beschäftigt ist.

M. Kronfellner (Wien)

A. Pinkus: Totally Positive Matrices. (Cambridge Tracts Mathematics 181.) Cambridge University Press, 2010, xi+182 S. ISBN 978-0-521-19408-2 H/b £ 40,–.

The book under review is the first one dealing exclusively with the theory of totally positive matrices. An $m \times n$ matrix is called totally positive (TP) resp. strictly totally positive (STP) if all its minors are nonnegative resp. positive. An oscillation matrix A is a TP matrix such that some power A^p is STP. The theory developed from various problems in (applied) analysis. First contributions are by I. J. Schoenberg from the early 1930s who estimated the number of real zeros of a polynomial. The major classical texts blending analysis and matrix theory are *Oscillation Matrices and Kernels and Small Vibrations of Mechanical Systems* by F. R. Gantmacher and M. G. Krein (1950) and *Total Positivity I* by A. S. Karlin (1968). A first comprehensive account of the state of the art was given in a survey article by T. Ando (1987). The main intention of this monograph by Pinkus is to cover the research progress done since the appearance of that paper and to give a self-contained presentation of the whole topic.

There are six chapters. Chapter 1 presents basic properties of TP and STP matrices, discusses nonsingularity and rank, and several determinantal inequalities (e.g., generalized Hadamard inequalities). Chapter 2 deals with criteria for the (scrict) total positivity (including Fekete's lemma), density properties of STP matrices, triangular total positivity, and *LDU* factorizations. Chapter 3 gives an introduction to variation diminishing properties of TP matrices (introduced by Schoenberg). Chapter 4 presents various examples of TP (STP) matrices, particularly a series of subclasses that are closed with respect to the Hadamard product (Cauchy, Green, Jacobi, Hankel, Toeplitz, Hurwitz matrices). Eigenvalues and eigenvectors are dealt with in Chapter 5. There, the Gantmacher-Krein theorem on oscillation matrices is proved and eigenvalues of principal submatrices (including interlacing properties) are investigated. Chapter 6 is devoted to factorizations of TP (STP) matrices.

At the end of each chapter there is a remark section presenting numerous useful historical remarks to the genesis of the topic and references to the literature. An afterword gives tribute to the founders of the theory, Schoenberg, Krein, Gantmacher, and Karlin. The monograph closes with an extensive bibliography and with short author and subject indexes, as well.

The exposition is very clear and a pleasure to read. All the proofs are given in full details. As the author points out explicitly, he deliberately focused on the theory only. So, one or the other reader might regret the lack of applications in this book. Yet *Totally Positive Matrices* serves as an excellent source to get acquainted with the theory of total positivity and can be recommended to any matrix theorist but also to analysts working in the field of total positivity.

[Addendum: An even more comprehensive monograph on the same topic, *Totally*

Nonnegative Matrices by S. M. Fallat and C. R. Johnson (2011), appeared just a couple of months after the book under review, thus giving evidence of the current lively interest in TP matrices.]

A. R. Kräuter (Leoben)

J. Stillwell: Roads to Infinity. The Mathematics of Truth and Proof. A. K. Peters, Natick, Massachusetts, 2010, xi+203 S. ISBN 978-1-56881-466-7 H/b $ 39,–.

This is a most amazing book about the interaction of set theory with logic and their impact on mainstream mathematics. The author explores the surprising consequences of infinity and presents results that show that all levels of infinity, even those that defy belief, have effects on the level of finite objects. (For an example consider the insert "From infinite Ramsey to finite Ramsey.") He muses that infinity may be more down to earth than theoretical physics.

Of course Cantor and Gödel play a central role, but the author also makes a point in telling the story of two neglected logicians, namely Emil Post and Gerhard Gentzen. Post had discovered incompleteness before Gödel, although he published later. His proof makes the origin of incompleteness in Cantor's set theory more transparent than that of Gödel, and also the connections with the theory of computation. Gentzen, on the other hand, extended the theorem of Gödel that the consistency of number theory depends on an assumption from outside number theory, by providing the minimum such assumption. Thus he paved the way into new insights into unprovability in number theory and combinatorics.

The book is astonishingly easy reading. It assumes little background, every chapter beginning with a natural mathematical question, following a sequence of historical responses. Every response leads to new questions and a fortiori to new concepts and theorems. Finally, every chapter ends with a "Historical Background".

One can read the theorems and skip the background, or one can profitably read the background and then fill in the details, depending on one's interests and previous familiarity with the topic.

W. Imrich (Leoben)

G. G. Szpiro: Die verflixte Mathematik der Demokratie. Aus dem Englischen von M. Junker. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011, vii+212 S. ISBN 978-3-642-12890-5 H/b € 29,95.

Der Autor beschreibt in 13 Kapiteln einige Fragestellungen und Ergebnisse der mathematischen Wahltheorie. Es werden u.a. Platon, Plinius der Jüngere, Ramon Llull, Nikolaus Cusanus, Jean Charles de Borda, der Marquis de Condorcet, Pierre Simon de Laplace, Charles Lutwidge Dodgson, Walter Willcox und Kenneth Arrow erwähnt.

Bemerkenswert ist hierbei auch die Berücksichtigung sehr früher, Abstimmungsfragen betreffende Beispiele. Spätere Kapitel diskutieren u.a. die gerechte Sitzverteilung bei Wahlen. Die Themen werden anhand einfacher Beispiele anschaulich und für jedermann verständlich erläutert. Darüber hinaus berichtet der Autor kenntnisreich über das geschichtliche Umfeld und fügt zahlreiche Kurzbiographien der Hauptakteure bei.

Der Buchrücken beschreibt das Buch als „Erläuterung und historische Einführung“. Dem stimmt der Rezensent gerne zu. Es hat doch tatsächlich nur auf zwei Seiten, jeweils in einem als mathematisch gekennzeichnetem Anhang, einige einfache Formeln. Für den mathematischen Laien ist es eine flüssig zu lesende Einführung, die auf das Thema und weiterführende Fragen neugierig macht.

Allerdings hätte sich der Rezensent gewünscht, ein passenderes Adjektiv im Buchtitel vorzufinden.

Christian Elsholtz (Graz)

Nachrichten der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft

EMS e-news

I am writing to you as the editor of "EMS e-news" of the European Mathematical Society. The first issue of the e-news has been sent to EMS members in October 2011. If you have recent news from the work of your Society suitable for the e-news, please send me a short informative notice to the mail address *mcm@math.jussieu.fr*.

(Mireille Chaleyat-Maurel, Editor of EMS e-news)

Hervorragendes Abschneiden des österreichischen Teams bei der Internationalen Mathematik-Olympiade

Bei der 52. Internationalen Mathematik-Olympiade in Amsterdam konnte das österreichische Team das beste Ergebnis seit 1999 erreichen:

Bester Österreicher war der jüngste Teilnehmer (24 Punkte, Silber): Bernd Prach (BRG Keplerstrasse Graz, 6. Klasse), knapp dahinter (23 Punkte, Silber) der „Routinier“ Adrian Fuchs bei seiner fünften Teilnahme für Österreich bei einem Internationalen Wettbewerb (BRG Schloss Wagrain, Vöcklabruck, 8. Klasse). Mit 21 Punkten (Bronze) nur ein Punkt zu wenig für Silber erreichte Georg Anegg (BG/BRG Reitmannstraßee Innsbruck, 8. Klasse). Mit 17 Punkten ebenfalls Bronze erreichte Martin Nägele (BG Schillerstraße Feldkirch, 8. Klasse). Eine *Honorable Mention* und 14 Punkte erreichte Lucas Kletzander (Stiftsgymnasium Melk, 8. Klasse). Ebenfalls eine *Honorable Mention* und 11 Punkte erreichte Roland Prohaska (BG Astgasse Wien, 8. Klasse).

Mit dieser tollen Mannschaftsleistung konnte sich das Team im inoffiziellen Länder-Ranking heuer wieder verbessern: Vom 47. Platz im Vorjahr rückte das Team auf den 36. Platz nach vorne – 101 Länder entsandten heuer Teams.

(H. J. Gstöttner, Bundeskoordinator der Ö.M.O.)

Das österreichische Team bei der internationalen Mathematik-Olympiade 2011 in Amsterdam (v.l. n.r): Walther Janous (Deputy Leader), Roland Prohaska, Adrian Fuchs, Lucas Kletzander, Martin Nägele, Robert Geret- schläger (Leader), Georg Anegg, Bernd Prach.

Krein-Preis an H. Langer

Herrn Prof. Heinz Langer (TU Wien) wurde der M.G. Krein-Preis 2011 in Mathematik von der Ukrainischen Nationalen Akademie der Wissenschaften verliehen.

(Christiane Tretter, Fachausschuss „Angewandte Operatortheorie“ der GAMM)

Blaise Pascal-Medaille 2011 für K. Sigmund

Prof. Karl Sigmund (Univ. Wien) hat die Blaise Pascal-Medaille 2011 für Mathematik der Europäischen Akademie der Wissenschaften erhalten. Österreich war heuer dabei sogar gleich zweimal erfolgreich: Peter Zoller erhält die Medaille für Physik.

(Harald Rindler, Univ. Wien)

Protokoll der Generalversammlung der ÖMG

Ort: Donau-Universität Krems, *Zeit:* Montag, 26. September 2011, 18:30 Uhr.

TOP 1: Begrüßung und Feststellung von Anwesenheit und Beschlussfähigkeit. Der Vorsitzende begrüßt die Anwesenden. Die Beschlussfähigkeit ist gegeben.

TOP 2: Berichte des Vorsitzenden und weiterer Vorstandsmitglieder, insbesondere des Kassiers

— Der Vorsitzende berichtet kurz von der jetzigen Tagung und der geplanten Tagung in Innsbruck.
— Adrian Constantin ist ab 1.1.2012 Editor-in-Chief der *Monatshefte*.
— Das Gespräch mit Gruber wurde gedreht und wird auf der Homepage (gemeinsam mit den früheren Gesprächen) verfügbar gemacht.
— Das *Jahr der Mathematik* wird wegen fehlender Unterstützung durch offizielle Stellen nicht stattfinden können, die Teilnahme an *Mathematics of Planet Earth 2013* ist geplant.
— Mitgliederentwicklung 2011: 546 Inlandsmitglieder, 110 Auslandsmitglieder, 13 Zugänge, 2 Abgänge, keine Todesfälle.

Kassier: Larcher berichtet von Einnahmen von einem Einnahmenüberschuss von 7.600 €. Das Vereinsvermögen entwickelt sich damit positiv (vor allem wegen der Tagung in Graz).

IMN: M. Drmota berichtet in Vertretung von J. Wallner von keinen Änderungen bei den IMN.

Landessektion Linz: F. Pillichshammer berichtet von der Projektwoche Mitte Februar (Angewandte Mathematik für Schülerinnen und Schüler) wird auch nächstes Jahr stattfinden. Juli Tagung CO, von der Landessektion mit 500 Euro unterstützt. Umzug der Mathematikinstitute in den Science Park. Professuren: neue Stochastikprofessur Evelyn Buckwar, Ausschreibung Professur Industriemathematik.

Landessektion Graz: W. Woess berichtet von der Besetzung von folgenden Professuren: Karin Baur, KFU, Algebra, ab September 2011; Mihyun Kang, TU, Diskrete Mathematik, ab Jänner 2012; Klemens Fellner, KFU, Analysis, ab Juni 2011; Jussi Behrndt, TU, Differentialgleichungen, ab März 2011; Erika Hausenblas, MU Leoben, Angewandte Mathematik, Mai 2010; Anton Gfrerrer, MU Leoben, Angewandte Geometrie. Das Doktoratskolleg läuft erfolgreich.

Landessektion Wien: C. Krattenthaler berichtet vom Besetzungsverfahren für die letztjährig ausgeschriebenen 5 Professuren. Annahmen Biomathematik (Hermisson), Cerny (Stochastik). TU Wien: Besetzung Differentialgeometrie, Ausschreibung stochastische Methoden in den Wirtschaftswissenschaften.

Landessektion Innsbruck: A. Ostermann berichtet vom *Tag der Mathematik* für Schülerinnen und Schüler (300 Schülerinnen und Schüler nahmen teil). 2 Ausschreibungen sind nun in Begutachtung, mit Ergebnissen zu Weihnachten wird gerechnet.

Landessektion Salzburg: M. Drmota verliest den Bericht. Aus der *Landessektion Klagenfurt* liegen keine Berichte vor.

TOP 4: Bericht der Rechnungsprüfer und gegebenenfalls Entlastung des Vorstands Die Prüfung wurde am 30.5. durchgeführt und alles wurde in bester Ordnung vorgefunden. Die stichprobenartige Überprüfung findet keine Unregelmäßigkeiten. Der schriftliche Bericht liegt vor. Der Vorstand wird auf Antrag des Rechnungsprüfers einstimmig entlastet.

TOP 5: Neuwahl des Vorstandes Der Vorsitzende verlässt den Saal. In geheimer Wahl wird er mit 22 Stimmen ohne Gegenstimmen wiedergewählt. Er dankt für das ausgesprochene Vertrauen und den Vorstandsmitgliedern für die erbrachte Arbeit. Der Wahlvorschlag für den Vorstand wird durch Akklamation angenommen.

TOP 6: Verleihung des Förderungspreises und der Studienpreise W. Woess hält eine kurze Laudatio für die Studienpreisträgerin und den Studienpreisträger.

Bei den Diplomarbeiten gab es 7 Einreichungen, und die Entscheidung war nicht leicht. Nach eingehender Diskussion und Würdigung der eingereichten Arbeiten ging der Preis an Oliver Ebner für seine Diplomarbeit *Harmonic cohomology and Poisson manifolds* unter Betreuung von Stefan Haller. Neben der Veröffentlichung in *Proc. AMS* würdigt die Kommission vor allem die fachliche Durchdringung eines schwierigen Gebiets.

Bei den Dissertationen fiel die Wahl auf die Arbeit von Katrin Grunert, eine der jüngsten Kandidatinnen, betreut von Gerald Teschl, mit dem Titel *Scattering Theory and Cauchy Problems*. Das sehr hohe Niveau der Veröffentlichungen fällt auf. Der Vorsitzende übergibt nun die Preise.

Der Förderungspreis wird an Christoph Sparber verliehen, M. Oberguggenberger verliest die im folgenden abgedruckte Laudatio von A. Arnold nach einem kurzen Bericht aus der Vergabekommission. Hohe Qualität der Leistungen und Mobilität sind besonders herauszustreichen. Der Vorsitzende übergibt den Preis und erinnert an die Plenarvorträge der Preisträger der letzten 2 Jahre am Dienstagnachmittag.

TOP 7: Allfälliges: Die Sitzung schließt um 19:26. Die nächste Generalversammlung wird im Herbst 2012 stattfinden.

(Vorsitzender: M. Drmota, Schriftführung: B. Lamel)

Laudatio auf Christof Sparber, Förderungspreisträger der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft 2011

Lieber Christof,

zu allererst herzlichen Glückwunsch zum diesjährigen ÖMG-Förderpreis! Es tut mir sehr Leid, dass ich bei dieser Preisverleihung nicht persönlich anwesend sein kann und damit auch deinen Hauptvortrag verpasse.

Zuerst ein paar Worte zum Lebenslauf von Dr. Christof Sparber: Nach dem Studium der theoretischen Physik und der Mathematik in Innsbruck und Wien machte er bei Peter Markowich in 2004 sein Mathematik-Doktorat an der Universität Wien. Nach Post-Doc-Stellen in Wien und auch in meiner Arbeitsgruppe in Münster wurde er ab 2009 *University Research Fellow of the Royal Society* in Cambridge. Seit letztem Jahr ist er nun Assistant Professor für Mathematik an der University of Illinois in Chicago.

Wir haben uns vor ca. 9 Jahren kennengelernt, sind seither in regelmäßigem wissenschaftlichen Kontakt und haben 2 gemeinsame Arbeiten geschrieben.

Sein mathematischer Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich der Analysis von linearen und nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen sowie deren Anwendungen in der mathematischen Physik, insbesondere in der Quantenmechanik und der nichtlinearen Laser-Optik. Mathematisch gesehen, werden dabei hauptsächlich dispersive Gleichungen, wie zum Beispiel die nichtlineare Schrödingergleichung und ihr verwandte Modelle, betrachtet. Die behandelten mathematischen Fragestellungen erstrecken sich von klassischen Problemen der Existenz und Eindeutig von Lösungen und deren Stabilität über die asymptotische Beschreibung mithilfe approximativer Modelle bis hin zur Entwicklung von effizienten numerischen Verfahren. Vor allem die rigorose asymptotische Analyse in unterschiedlichen, meist singulären, Skalierungs-Limiten und die Behandlung von Systemen mit multiplen Skalen ist ein Spezialgebiet seiner Arbeit. Anwendungen dazu finden sich unter anderem, in der semi-klassischen Analyse von quantenmechanischen Systemen und in der Homogenisierungstheorie für nichtlineare Differentialoperatoren mit hochoszillierenden, periodischen Koeffizienten. Ein weiterer Schwerpunkt seiner Arbeit in den letzten Jahren umfasst die Analyse von Erweiterungen der nichtlinearen Schrödingergleichung, welche neueste Experimente mit sogenannten Bose-Einstein-Kondensaten, d.h. Quantengasen nahe dem absoluten Nullpunkt, modellieren. Hierbei werden vor allem nichtlinear-dissipative Erweiterungen und die Existenz von neuartigen Soliton-Lösungen studiert sowie die Möglichkeit des sogenannten blow up von Lösungen.

Als Höhepunkte seiner bisherigen Forschungsarbeit möchte ich hier nur kurz folgenden Resultate nennen: Die mathematische Beschreibung des Piezoelektrischen Effekts als adiabatischer Limes eines approximativen linearen Schrödinger-Modells, die rigorose Herleitung der sogenannten Effektiven Massen-Näherung für nichtlineare Schrödinger-Gleichungen in periodischen Potentialen, das Etablieren einer Querverbindung zwischen der klassischen WKB-Methode für dispersive Gleichungen und deren Analyse mittels Wigner-Funktionen, und die Entwicklung eines effizienten numerischen Verfahrens zur Behandlung von hochoszillierenden Gleichungen mit periodischen Koeffizienten.

Schon diese Beispiele zeigen die erstaunliche Bandbreite der Forschungsinteressen von Christof Sparber. Und diese spiegelt sich auch in seinen hochkarätigen

Kooperationspartnern wie dem Analytiker Alexander Mielke aus Berlin bzw. dem Numeriker Shi Jin aus Madison, Wisconsin, wider. Nicht weniger prominent sind die Journale, in denen er in den letzten Jahren publiziert hat: vom *Archive for Rational Mechanics and Analysis* über das *Journal of Statistical Physics* bis zu *Acta Numerica*. Obwohl er erst vor 7 Jahren promovierte, hat Christof schon 32 referierte Papers publiziert, vier weitere sind eingereicht.

Diese Erfolgsliste von Christof Sparber wurde auch durch prestigeträchtige Forschungsstipendien belohnt: z.B. in 2005 das APART-Stipendium der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und 2009 mit der *University Research Fellowship der Royal Society* in England.

Mit dieser beeindruckenden wissenschaftlichen Erfolgsbilanz bin ich schon neugierig, wie deine nächsten Karriereschritte aussehen werden. Ich wünsche dir dabei jedenfalls viel Glück und Erfolg. Für den Wissenschaftsstandort Österreich hoffe ich natürlich, dass es dich nach einigen Wanderjahren auch wieder in die Heimat zurückführen wird. Das würde es auch uns beiden erleichtern, weitere Papers gemeinsam zu schreiben.

Nochmals herzlichen Glückwunsch!

(Anton Arnold)

Neue Mitglieder

Marie-Louise Bruner, Dipl.-Ing – TU Wien, Wiedner Hauptstr. 8–10/104, 1040 Wien. geb. 1987. Studium der technischen Mathematik an der TU Wien, seit 2011 Projektassistentin am Institut für diskrete Mathematik und Geometrie der TU Wien. email *marie-louise.bruner@tuwien.ac.at*.

Oliver Ebner, Mag. – Institut für Geometrie der TU Graz, Kopernikusgasse 24, 8010 Graz. geb. 1984. 2004–2009 Studium der Mathematik an der Karl Franzens-Universität Graz, anschließend Universitätsassistent an der TU Graz. Studienpreisträger der ÖMG 2011. email *o.ebner@tugraz.at*.

Katrin Grunert, Mag. Dr. – Institutt for matematiske fag, NTNU Trondheim. Alfred Getz vei 1, N-7491 Trondheim. geb. 1986. Diplom-und Doktoratsstudium an der Univ. Wien, derzeit Schrödingerstipendiatin an der NTNU Trondheim. Studienpreisträgerin der ÖMG 2011. email *katring@math.ntnu.no*.

Florian Pausinger, MSc. – IST Austria, Am Campus 1, 3400 Klosterneuburg. geb. 1985. Studium der Mathematik in Salzburg 2005–2011, seit 2011 Dissertant am IST Austria. email *florian.pausinger@gmx.at*.

Klaus Schiefermayr, Priv.-Doz. Dipl-Ing Dr. – Stelzhammerstr. 23, 4600 Wels. geb. 1968. Professor an der Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels. email *klaus.schiefermayr@fh-wels.at*, *http://research.fh-ooe.at/de/staff/920*.

Christof Sparber, Dr. – Dept. of Mathematics, Statistics & Computer Science, Univ. Illinois at Chicago, 851 South Morgan Street, Chicago IL 60607. geb. 1977. 2004 Doktorat in Mathematik an der Univ. Wien, 2005 Apart-Stipendium der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2007–2009 Postdoc in Cambridge, UK, seit 2010 Assistant Professor an der Univ. Illinois in Chicago. Förderpreisträger der ÖMG 2011. email *sparber@uic.edu*.

Martin Zeiner, Dr. – TU Wien, Wiedner Hauptstr. 8–10/104, 1040 Wien. geb. 1984. 2002–2007 Studium der Technischen Mathematik an der TU Wien, bis 2010 Doktoratsstudium an der TU Graz, seit 2011 Projektassistent an der TU Wien. email *martin.zeiner@tuwien.ac.at*.

Ausschreibung des ÖMG-Förderungspreises 2012

Die Österreichische Mathematische Gesellschaft vergibt auch 2012 wieder ihren jährlichen Förderungspreis. Infrage kommen junge Mathematiker oder Mathematikerinnen, die in überdurchschnittlichem Maße durch ihre mathematische Forschung hervorgetreten sind und welche einen wesentlichen Teil ihrer Arbeiten in Österreich erbracht haben. Dabei soll die Promotion mindestens zwei bis maximal zehn Jahre zurückliegen (Überschreitungen sind möglich bei Kindererziehungszeiten und bei nachweislichen Präsenz- oder Zivildienstzeiten).

Die Nominierung muss durch einen zum Zeitpunkt der Nominierung in Österreich an einer Universität oder Forschungseinrichtung beschäftigten habilitierten Mathematiker bzw. eine Mathematikerin erfolgen.

Der Vorschlag muss bis spätestens 15. März 2012 beim Vorsitzenden der ÖMG einlangen und folgende Unterlagen enthalten:

1. Beschreibung und Wertung der wissenschaftlichen Leistung;
2. Publikationsliste;
3. wissenschaftlicher Lebenslauf.

Aus den eingereichten Vorschlägen wählt eine Begutachtungskommission den Preisträger oder die Preisträgerin aus. Der Preis ist mit 1.000 € und einer Ehrenmedaille dotiert. Außerdem wird der Preisträger oder die Preisträgerin eingeladen, beim nächsten ÖMG-Kongress in einem Vortrag über die erzielten Forschungsergebnisse zu berichten.

Sollte der Preisträger oder die Preisträgerin noch nicht Mitglied der ÖMG sein, so wird er oder sie auf Wunsch in die ÖMG aufgenommen und vom Mitgliedsbeitrag für das erste Jahr befreit.

(Michael Drmota, Vorsitzender der ÖMG)

Adresse für Einsendungen:
Univ.Prof. Dr. Michael Drmota
Technische Universität Wien
Wiedner Hauptstraße 8–10/104
1040 Wien

Ausschreibung der ÖMG-Studienpreise 2012

Die Österreichische Mathematische Gesellschaft vergibt auch 2012 wieder zwei Studienpreise. Die Preisträger sollen junge Mathematikerinnen und Mathematiker sein, die in den Jahren 2010 oder 2011 eine Diplomarbeit bzw. eine Dissertation eingereicht haben.

Voraussetzung für den Studienpreis für Diplomarbeiten ist ein Abschluss eines Magister- oder Diplomstudiums an einer österreichischen Universität. Voraussetzung für den Studienpreis für Dissertationen ist entweder der Abschluss des Doktoratsstudiums an einer österreichischen Universität oder, im Falle eines Doktoratsstudiums an einer ausländischen Universität, das Vorliegen eines abgeschlossenen Magister- oder Diplomstudiums an einer österreichischen Universität. Die Nominierung muss durch einen zum Zeitpunkt der Nominierung in Österreich an einer Universität oder Forschungseinrichtung beschäftigten Mathematiker bzw. eine Mathematikerin erfolgen.

Der Vorschlag muss bis spätestens 15. März 2012 beim Vorsitzenden der ÖMG einlangen und folgende Unterlagen enthalten:

1. Ein Exemplar der als besonders hoch qualifiziert bewerteten mathematischen Diplomarbeit bzw. Dissertation;
2. zwei begründete Bewertungen dieser Diplomarbeit bzw. Dissertation;
3. einen Lebenslauf des Kandidaten bzw. der Kandidatin einschließlich kurzer Beschreibung des Studienablaufs.

Aus den eingereichten Vorschlägen werden durch eine vom Vorstand der ÖMG eingesetzte Begutachtungskommission die Preisträger ermittelt. Jeder ÖMG-Studienpreis ist mit 500 € dotiert. Jeder Preisträger erhält eine Urkunde.

Sollte der Preisträger oder die Preisträgerin noch nicht Mitglied der ÖMG sein, so wird er bzw. sie auf Wunsch in die ÖMG aufgenommen und vom Mitgliedsbeitrag für das erste Jahr befreit.

(Michael Drmota, Vorsitzender der ÖMG)

Adresse für Einsendungen:
Univ.Prof. Dr. Michael Drmota
Technische Universität Wien
Wiedner Hauptstraße 8–10/104
1040 Wien

Ausschreibung der Schülerinnen- und Schülerpreise der ÖMG

Die Österreichische Mathematische Gesellschaft zeichnet herausragende Fachbereichsarbeiten in Mathematik oder Darstellender Geometrie an österreichischen Schulen mit Preisen aus.

Diese Arbeiten müssen bis 15. März 2012 in der ÖMG (Univ. Prof. Dr. Michael Drmota, Technische Universität Wien, Wiedner Hauptstraße 8–10/104, 1040 Wien) einlangen und werden von einer Jury begutachtet.

Die Verfasserinnen und Verfasser jener Arbeiten, die im Zuge dieser Begutachtung in die engere Wahl kommen, werden zu einem Kurzvortrag eingeladen, in dem sie ihre Arbeit präsentieren. Diese Präsentation, zu der auch die betreuenden Lehrerinnen und Lehrer eingeladen sind, wird voraussichtlich Ende April 2012 oder im September 2012 stattfinden. Ort und Termin werden noch bekannt gegeben. Anschließend erfolgt im Rahmen einer Feier die Preisverleihung.

Die ÖMG bittet alle ihre Mitglieder und die Leserinnen und Leser der IMN, potentielle Interessenten von dieser Einladung zu informieren und Schulen zur Teilnahme zu ermuntern.

(Michael Drmota, Vorsitzender der ÖMG)

Adresse für Einsendungen:
Univ.Prof. Dr. Michael Drmota
Technische Universität Wien
Wiedner Hauptstraße 8–10/104
1040 Wien