45. Internationale Mathematik-Olympiade Athen 2004

von Hans-Dietrich Gronau

Die 45. Internationale Mathematik-Olympiade (IMO) fand vom 6.–18. Juli in Athen, Griechenland, statt. Mit 85 Ländern und 486 Teilnehmern (455) und Teilnehmerinnen (31) wurden wieder neue Teilnahmerekorde aufgestellt. Der Rekord bezüglich der Teilnehmerzahl lag bisher bei 479 im Jahre 2002.

Die deutsche Mannschaft bestand aus einer Schülerin und fünf Schülern, dem Berichterstatter als Delegationsleiter und Dr. Eric Müller (München) als stellvertretendem Delegationsleiter.

Auswahl und Vorbereitung der deutschen Mannschaft

Die Auswahl und Vorbereitung der deutschen Mannschaft verlief nach dem Verfahren der Vorjahre. 143 Schülerinnen und Schüler qualifizierten sich durch die erfolgreiche Teilnahme an der zweiten Runde des Bundeswettbewerbs Mathematik oder an der Deutschland-Olympiade, der 4. Stufe der Mathematik-Olympiaden, für zwei Auswahlklausuren, die Anfang Dezember 2003 geschrieben wurden. 121 dieser Schülerinnen und Schüler nahmen hieran teil. Die 16 erfolgreichsten Klausurteilnehmer bildeten den Kandidatenkreis für die deutsche Mannschaft. Für die Kandidaten gab es Seminare an einem verlängerten Wochenende in Rostock, drei Wochenenden in Bad Homburg (jeweils zwei Tage) und die traditionelle Abschlusswoche in Oberwolfach, wobei die beiden längeren Kurse unter der Leitung des Berichterstatters standen. Während dieser Zeit wurden insgesamt sieben Klausuren von allen Kandidaten geschrieben. Danach ergab sich eine klare Rangfolge, so dass keine Stichklausuren notwendig waren. Die 6 Besten qualifizierten sich für die IMO-Mannschaft.

Die Eröffnungszeremonie fand am 11. Juli in der Athener Konzerthalle statt. Neben mehreren Reden, in denen immer wieder die Beziehungen zu den bevorstehenden Olympischen Spielen und der Gewinn der Fußball-Europameisterschaft durch die griechische Nationalmannschaft hervorgehoben wurden, standen vor allem die Teilnehmer im Mittelpunkt, die sich in einer nun schon traditionellen Parade vorstellten.

Am 12. und 13. 7. wurden vormittags die beiden 1/2-stündigen Klausuren geschrieben. Am 14. und 15. 7. wurden die Schülerlösungen nach der Durchsicht durch die Delegationsleitungen in der Koordination mit Experten des gastgebenden Landes, den Koordinatoren, bewertet. Am 16. 7. folgte ein Tagesausflug mit allen Teilnehmern nach Korinth, Mykene und Epidaurus.

Schließlich wurde am 17. 7. die Olympiade durch die Abschlusszeremonie mit der Übergabe der Medaillen ebenfalls in der Athener Konzerthalle und einem anschließenden Farewell Banquet beendet. Dem olympischen Geist folgend erhielten alle Teilnehmer (nicht nur die Preisträger) einen Lorbeerkranz.

Der Wettbewerb

An der 45. IMO nahmen 85 Länder mit 486 Schülern teil.

Die 82 Länder, die an der IMO 2003 in Japan teilgenommen hatten, waren wieder alle präsent. Zusätzlich nahmen erstmalig Mosambik und Saudi-Arabien teil. Beide Länder waren vor einem Jahr mit je einem Beobachter vertreten gewesen; dies ist die übliche Prozedur für ein neues Land. Schließlich beteiligte sich Tunesien nach einjähriger Pause wieder. Die drei Länder Bangladesh, Liechtenstein und Tadschikistan entsandten je einen Beobachter, im nächsten Jahr wollen diese Länder mit Teams teilnehmen.

Die Olympiade war die leichteste seit neun Jahren. So wurden durchschnittlich 16,2 Punkte (von 42), d. h. 38.6 %, erreicht. In den vergangenen 5 Jahren lag der Durchschnitt bei 31–33 %. Auch wenn der Gesamtdurchschnitt höher war, war es sehr schwierig, eine Punktzahl am Maximum 42 zu erzielen. Es erreichten nur vier Schüler die volle Punktzahl: einer aus Kanada, zwei aus Russland und einer aus Ungarn.

Wieder konnten Schüler in den exklusiven ‚Club der IMO-Teilnehmer mit mindestens drei Goldmedaillen' aufgenommen werden. Bisher gab es nur zwei Teilnehmer in der gesamten IMO-Geschichte, die mindestens vier Goldmedaillen erringen konnten: unser Christian Reiher, der es in den Jahren 1999–2003 auf vier Goldmedaillen und eine Bronzemedaille brachte und der Amerikaner Reid Barton, der in den Jahren 1998–2001 vier Goldmedaillen errang.

Die deutsche IMO-Mannschaft

Der 25. Platz ist das schlechteste Abschneiden einer deutschen Mannschaft in der Geschichte. Bisher war dieser „Rekord“ ein 20. Platz 2000. (Obwohl die IMO ein Einzelwettbewerb ist und es keine offizielle Länderwertung gibt, wird immer wieder gerade nach dieser Rangfolge gefragt.)

Die Ergebnisse der deutschen Mannschaft

Name	Punkte	Preis
Peter Scholze	31	Silber
Christian Sattler	29	Silber
Darij Grinberg	27	Silber
Annika Heckel	17	Bronze
Michail Shkolnikov	15	–
Matthias Ohst	11	–

Der Vergleich der erreichten Ergebnisse (in Prozent) aller IMO-Teilnehmer, der Schüler der Top-10-Mannschaften, sowie der deutschen Mannschaft gibt Aufschluss darüber, wie unsere Schüler die Aufgaben im Vergleich bewältigten.

Die Ergebnisse bezüglich der einzelnen Aufgaben

Gebiet	alle (%)	Top 10 (%)	dt. Team (%)
Geometrie (1)	65.8	92.9	90.5
Polynome (2)	39.4	84.8	50.0
Kombinatorik (3)	14.5	44.0	26.2
Ungleichungen (4)	58.3	100.0	83.3
Geometrie (5)	35.9	76.2	38.1
Zahlentheorie (6)	18.0	64.0	21.4
alle	38.6	77.0	51.6

Für weitere Informationen über IMOs und andere mathematische Schülerwettbewerbe sei auf die Homepage des Mathematik-Olympiaden e. V. hingewiesen: `http://www.Mathematik-Olympiaden.de`

Adresse des Autors
Prof. Dr. Hans-Dietrich Gronau
FB Mathematik der Universität Rostock
18051 Rostock
gronau@mathematik.uni-rostock.de

Aufgaben der 45. IMO, Athen 2004

1. Tag

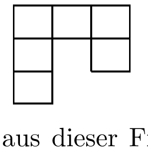
1. Es sei ABC ein spitzwinkliges Dreieck mit $\overline{AB} \neq \overline{AC}$. Der Kreis mit dem Durchmesser BC schneidet die Seiten AB und AC in M bzw. N. Der Mittelpunkt der Seite BC sei O. Die Winkelhalbierenden der Winkel $\sphericalangle BAC$ und $\sphericalangle MON$ schneiden sich in R. Man beweise, dass die Umkreise der Dreiecke BMR und CNR einen gemeinsamen Punkt haben, der auf der Seite BC liegt. (Rumänien)

2. Man bestimme alle Polynome $P(x)$ mit reellen Koeffizienten, die die Gleichung

$$P(a-b)+P(b-c)+P(c-a)=2\,P(a+b+c)$$

für alle reellen Zahlen a, b, c mit $ab+bc+ca=0$ erfüllen. (Südkorea)

3. Ein *Haken* sei eine Figur, die aus sechs Einheitsquadraten besteht, wie sie in der Abbildung



dargestellt ist oder aus dieser Figur durch Drehungen oder Spiegelungen erhalten werden kann. Man bestimme alle $m \times n$ - Rechtecke, die mit Haken überdeckt werden können, so dass ein solches Rechteck ohne Löcher und Überlappungen und keine Fläche außerhalb des Rechtecks überdeckt wird. (Estland)

2. Tag

4. Es sei n eine ganze Zahl mit $n \geq 3$. Ferner seien $t_1, t_2, \ldots, t_n$ positive reelle Zahlen mit

$$n^2+1 > (t_1+t_2+\ldots+t_n)\left(\frac{1}{t_1}+\frac{1}{t_2}+\ldots+\frac{1}{t_n}\right).$$

Man beweise, dass t_i, t_j, t_k die Seitenlängen eines Dreiecks sind für alle i, j, k mit $1 \leq i < j < k \leq n$. (Südkorea)

5. In einem konvexen Viereck $ABCD$ halbiere die Diagonale BD weder den Winkel $\sphericalangle ABC$ noch den Winkel $\sphericalangle CDA$. Es sei P ein Punkt im Innern des Vierecks $ABCD$, der die Gleichungen $\sphericalangle PBC = \sphericalangle DBA$ und $\sphericalangle PDC = \sphericalangle BDA$ erfüllt. Man beweise, dass das Viereck $ABCD$ dann und nur dann ein Sehnenviereck ist, wenn $\overline{AP} = \overline{CP}$. (Polen)

6. Wir nennen eine positive ganze Zahl *alternierend*, wenn in ihrer Dezimaldarstellung von je zwei aufeinanderfolgenden Ziffern eine gerade und eine ungerade ist. Man bestimme alle positiven ganzen Zahlen n, die ein Vielfaches haben, das alternierend ist. (Iran)

Arbeitszeit: $4^1/_2$ Stunden an jedem Tag. Bei jeder Aufgabe waren 7 Punkte erreichbar.