Bericht über die 50. IMO

Hans-Dietrich Gronau

Die 50. Internationale Mathematik-Olympiade fand vom 10. bis zum 22. Juli 2009 in Bremen statt. Insgesamt 565 Nachwuchsmathematiker (506 männlich, 59 weiblich) aus 104 Ländern nahmen teil, womit erstmals in der Geschichte der IMO die Grenze von 100 Ländern überschritten wurde. Die deutsche Mannschaft bestand aus fünf Schülern, einer Schülerin (Bertram Arnold, Christoph Kröner, Malte Lackmann, Martin Merker, Jens Reinhold und Lisa Sauermann), dem Delegationsleiter Dr. Eric Müller sowie dem stellvertretenden Delegationsleiter Dr. Thomas Kalinowski.

Organisation der IMO

Die Olympiade wurde vom BMBF und der Senatorin für Bildung und Wissenschaft gefördert, von dem Verein *Bildung und Begabung e. V.* in Kooperation mit der Jacobs University Bremen organisiert und durch Sponsoren unterstützt. Ein Komitee aus fünf Personen[1] übernahm die Vorbereitung und Durchführung der IMO; dabei wurden sie unterstützt von über 150 Menschen, die z. B. als Team Guides, lokale Organisatoren der Klausuren sowie des Freizeitprogramms fungierten. Außerdem wurden in der Koordination 70 Experten eingesetzt – alle ehemalige IMO-Teilnehmer. Im Mittelpunkt des mathematischen Teils stand der 12-köpfige Aufgabenausschuss, der über drei Monate die Shortlist erarbeitete hatte und für diese Arbeit großes Lob von den Delegationsleitern erfuhr.

Allen Mitwirkenden an der Organisation der 50. IMO ein herzlicher Dank für die hervorragende Arbeit, die sie geleistet haben!

Auswahl und Vorbereitung der deutschen Mannschaft

Durch die erfolgreiche Teilnahme an der Bundesrunde der Mathematik-Olympiaden, des Bundeswettbewerbs Mathematik oder einen Landessieg im Wettbewerb *Jugend forscht*, Fachgebiet Mathematik, qualifizierten sich 142 Schülerinnen und Schüler für die zwei Auswahlklausuren, die Ende 2008 geschrieben wurden. Aus den 120 Teilnehmern an diesen Klausuren wurden die erfolgreichsten 16 ermittelt und zu Seminaren in Rostock, drei Wochenenden in Bad Homburg sowie der traditionellen Abschlusswoche in Oberwolfach eingeladen. Die sechs Besten qualifizierten sich für die diesjährige deutsche IMO-Mannschaft. Vor Beginn der IMO fand noch ein Wochenendeseminar an der Jacobs University in Bremen statt, und außerdem veranstaltete die Mannschaft in Eigenregie ein Aufgabenseminar in Jena – ein Novum!

Das deutsche Team (Foto: Bildung und Begabung e. V./ Mac Fotoservice Bremen)

Die Klausuren-Seminare wurden von Mentoren geleitet, die zum Teil Mitglieder des Aufgabenausschusses waren und deshalb nur an den beiden ersten Seminaren teilnehmen durften. Dieser Umstand erforderte ein großes Maß an zusätzlicher Organisation, die vom IMO-Organisationsbüro unter Leitung von Herrn Langmann in gewohnt perfekter Weise geleistet wurde. Ihm und seinen Kollegen sei herzlich gedankt!

Der Ablauf der IMO

Zwischen dem 9. und 13. Juli fand die Anreise der Teams statt. Das Programm der Eröffnungsveranstaltung am 14. Juli im Bremer *Pier 2* war äußerst vielfältig: mehrere Grußworte – allen voran eine Videobotschaft von Kanzlerin Angela Merkel – Tricks zur einfachen Multiplikation von Zahlen im Kopf, präsentiert vom Moderator Prof. Dr. Beutelspacher, eine Breakdance-Gruppe sowie das Defilee aller Teilnehmer über die Bühne – nicht wie üblich in alphabetischer Reihenfolge der Ländernamen, sondern in zeitlicher Reihenfolge der ersten IMO-Teilnahme des jeweiligen Landes.

Die beiden $4\frac{1}{2}$-stündigen Klausuren am Mittwoch und Donnerstag wurden unter guten Bedingungen in einer riesigen Halle geschrieben. Die beiden folgenden Tage waren der Durchsicht und Bewertung der Arbeiten vorbehalten. In der abschließenden Jurysitzung am 19. 7. wurde über die Vergabe der Preise entschieden.

Währenddessen genossen die Schüler und Guides bei kostenloser Benutzung des ÖPNVs Exkursionen zu den verschiedensten Zielen; Meyerwerft (Papenburg), Bremer Innenstadt, Flohmarkt Schlachte, Transrapidstrecke (Lathen), Klimahaus und Hafen Eurogate (Bremerhaven). Auch die Sporteinrichtungen der Universität wurden rege genutzt. Die Delegationsleiter nahmen im Alten Rathaus Bremens an einem Empfang mit anschließender Führung teil.

Anlässlich der 50. IMO fand im Bremer Musicaltheater eine Jubiläumsveranstaltung [vgl. S. 146] mit Vorträgen z. B. über die Beziehungen zwischen IMO-Aufgaben und mathematischer Forschung statt, bei der u. a. drei Fields-Medaillenträger anwesend waren. Diese Referenten verliehen zwei Tage später auch die Medaillen.

Medaillensegen. Das Deutsche Team holte bei der 50. Internationalen Mathematik-Olympiade, die im Juli in Bremen stattfand, eine Gold-, vier Silber- und eine Bronze-Medaille. Das bedeutet, dass alle sechs deutschen Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine Olympia-Medaille gewonnen haben. Die erfolgreichste deutsche Teilnehmerin ist gleichzeitig die jüngste Olympionikin im deutschen Team: Lisa Sauermann aus Dresden löste alle sechs Aufgaben vollständig – so auch die „Grashüpfer-Aufgabe", die als eine der bisher schwierigsten IMO-Aufgaben gilt. Für ihre Meisterleistung erhält die 16-jährige die Gold-Medaille. Je eine Silber-Medaille holten Bertram Arnold aus Halle an der Saale, Malte Lackmann aus Neumünster in Schleswig-Holstein, Martin Merker aus Jena und Jens Reinhold aus Bielefeld. Bronze ging an Christoph Kröner aus Stein bei Nürnberg. International erreicht Deutschland mit diesem Ergebnis Rang 9. Die ersten acht Plätze in der Gesamtwertung erzielten (von oben nach unten) China, Japan, Russland, Südkorea, Nordkorea, USA, Thailand und die Türkei.

Einen weiteren Höhepunkt bildete der gemeinsame Ausflug – etwa 1000 Personen! – auf die Insel Wangerooge, wo es neben einem Sudoku-Wettbewerb auch viele Möglichkeiten zum Wandern und Baden gab.

Die Preisverleihung erfolgte am Vormittag des 21. Juli im Theater Glocke, wo die drei besten Teilnehmer ihre Medaillen von Bundesbildungsministerin Annette Schavan überreicht bekamen. Einige Teilnehmer ließen ihre Medaillen stellvertretend der *MathemaTigerin*, einem Stofftier, verleihen, die sogar als *Special Guest* geführt wurde.

Anschließend wurde die IMO-Flagge an die Delegation aus Kasachstan überreicht, wo 2010 in Astana die nächste IMO stattfinden wird. Zum Ausklang wurde beim Abschlussfest nicht nur für das leibliche Wohl, sondern mit viel Musik, spektakulären physikalischen Experimenten und der Wahl von Mr. und Miss IMO auch für gute Unterhaltung gesorgt.

Aufgaben und Auswertungen

Bei dieser IMO wurden 35,9 % der möglichen Punkte erreicht. Damit ist der Schwierigkeitsgrad vergleichbar mit den Veranstaltungen der vergangenen Jahre (seit 1999 durchschnittlich 31–33 %). Dass nur drei Teilnehmer die Aufgabe 6 lösen konnten, macht diese Frage zur zweitschwierigsten der gesamten IMO-Geschichte.

Die volle Punktzahl wurde zwei Mal erreicht; von einem Schüler aus China und einem aus Japan. Wieder konnte ein Schüler in den exklusiven *Club der IMO-Teilnehmer mit mindestens 3 Goldmedaillen* aufgenommen werden – Makoto Soejima aus Japan. Von den insgesamt 12 911 Teilnehmern aller 50 IMOs gelang es bisher 30 Schülern, drei Goldmedaillen zu gewinnen, und lediglich zwei Schüler errangen vier Goldmedaillen: Christian Reiher (Deutschland) und Reid Barton (USA).

Obwohl die IMO ein Einzelwettbewerb ohne offizielle Länderwertung ist, ist immer wieder gerade diese Rangfolge von großem allgemeinem Interesse. Die ersten drei Plätze belegten China, Japan und Russland. Deutschland kam auf einen hervorragenden 9. Platz (www.imo-official.org).

Alle deutschen Teilnehmer gewannen einen Preis. Ganz hervorragend schnitt Lisa Sauermann, die Jüngste der Gruppe, ab – der dritte Platz der Gesamtwertung und damit eine Goldmedaille. Dazu kommt, dass sie eine der drei Teilnehmenden war, die die schwierigste Aufgabe (Nr. 6) vollständig lösen konnten, womit sie in der absoluten Spitzengruppe liegt.

Weitere Informationen über IMOs und andere mathematische Schülerwettbewerbe finden Sie unter www.Mathematik-Olympiaden.de und www.imo2009.de.

Anmerkung

1. Dr. Wagner (Geschäftsführer von B&B), Prof. Dr. Gronau (mathematischer Teil der IMO und Chairman der Jury), H.-H. Langmann (internationale Kontakte), Prof. Dr. Schleicher (Lokales in Bremen) und Dr. Allner (Vertreter des Präsidenten der Jacobs University)

Prof. Dr. Hans-Dietrich Gronau (Mitglied des IMO-Advisory-Boards), Institut für Mathematik, Universität Rostock, 18051 Rostock/ gronau@uni-rostock.de

Foto: Stephanie Schiemann

Die Aufgaben der 50. IMO 2009

1. Tag

1. Es seien n und k positive ganze Zahlen mit $k \geq 2$. Ferner seien $a_1, \ldots, a_k$ paarweise verschiedene ganze Zahlen aus der Menge $\{1, \ldots, n\}$ derart, dass n die Zahl $a_i(a_{i+1} - 1)$ für jedes $i = 1, \ldots, k-1$ teilt. Man zeige, dass dann n die Zahl $a_k(a_1 - 1)$ nicht teilt. (Australien)

2. Es sei ABC ein Dreieck mit Umkreismittelpunkt O. Es seien P und Q innere Punkte der Seiten CA und AB. Ferner seien K, L und M die Mittelpunkte der Strecken BP, CQ bzw. PQ. Der Kreis Γ gehe durch K, L und M. Die Gerade PQ sei Tangente an den Kreis Γ. Man zeige, dass $|OP| = |OQ|$ gilt. (Russland)

3. Es sei $s_1, s_2, s_3, \ldots$ eine streng monoton wachsende Folge positiver ganzer Zahlen derart, dass die beiden Teilfolgen

$$s_{s_1},\ s_{s_2},\ s_{s_3},\ \ldots \quad \text{und} \quad s_{s_1+1},\ s_{s_2+1},\ s_{s_3+1},\ \ldots$$

jeweils arithmetische Folgen sind. Man zeige, dass $s_1, s_2, s_3, \ldots$ ebenfalls eine arithmetische Folge ist. (USA)

2. Tag

4. Es sei ABC ein Dreieck mit $|AB| = |AC|$. Die Innenwinkelhalbierenden der Winkel BAC und CBA schneiden die Seiten BC und AC in den Punkten D bzw. E. Es sei K der Inkreismittelpunkt des Dreiecks ADC. Ferner sei $\sphericalangle BEK = 45°$. Man bestimme alle möglichen Werte von $\sphericalangle BAC$. (Belgien)

5. Man bestimme alle Funktionen f, die auf der Menge der positiven ganzen Zahlen definiert sind und nur positive ganze Zahlen als Werte annehmen, so dass es für alle positiven ganzen Zahlen a und b ein nicht entartetes Dreieck mit Seitenlängen

$$a,\ f(b) \ \text{ und } \ f(b + f(a) - 1)$$

gibt.
(Ein Dreieck heißt *nicht entartet*, wenn seine Eckpunkte nicht kollinear sind.) (Frankreich)

6. Es seien n eine positive ganze Zahl, $a_1, a_2, \ldots, a_n$ paarweise verschiedene positive ganze Zahlen und M eine Menge von $n-1$ positiven ganzen Zahlen, die nicht die Summe $s = a_1 + a_2 + \cdots + a_n$ als Element enthält. Ein Grashüpfer springt längs der reellen Zahlengerade. Er startet im Nullpunkt und vollführt n Sprünge nach rechts mit Längen $a_1, a_2, \ldots, a_n$ in beliebiger Reihenfolge. Man zeige, dass der Grashüpfer seine Sprünge so anordnen kann, dass er nie auf einem Punkt aus M landet. (Russland)

Arbeitszeit: 4½ Stunden an jedem Tag. Bei jeder Aufgabe waren 7 Punkte erreichbar.