Prof. Dr. Hans-Dietrich Gronau
Universität Rostock, FB Mathematik
18051 Rostock
Tel.: (0381) 4986600
e-mail: gronau@mathematik.uni-rostock.de
Delegationsleiter der deutschen Mannschaft

Rostock, den 23. Juli 2004

Bericht
über die
45. Internationale Mathematik-Olympiade (IMO) Athen, Griechenland, 2004

Die 45. Internationale Mathematik-Olympiade fand vom 6.-18. Juli in Athen, Griechenland, statt. Mit 85 Ländern und 486 Teilnehmern (455) und Teilnehmerinnen (31) wurden wieder neue Teilnahmerekorde aufgestellt. Bisher gab es 6 IMOs mit mindestens 80 Teilnehmerländern: 84 in Großbritannien 2002, 83 in den USA 2001, 82 in Argentinien 1997, Südkorea 2000 und Japan 2003 sowie 81 in Rumänien 1999. Der Rekord bezüglich der Teilnehmerzahl lag bisher bei 479 aus dem Jahre 2002.
Die deutsche Mannschaft bestand aus einer Schülerin und fünf Schülern, s. Tabelle 1, dem Berichterstatter als Delegationsleiter und Dr. Eric Müller (München) als stellvertretendem Delegationsleiter.

Name	Wohnort	Schule	Klasse
Grinberg, Darij	Karlsruhe	Kant-Gymnasium Karlsruhe	11
Heckel, Annika	Immenstadt	Gymnasium Sonthofen	12
Ohst, Matthias	Burg	Gymnasium Burg	10
Sattler, Christian	Hamburg	Gym. Oberalster Hamburg	10
Scholze, Peter	Berlin	H.-Hertz-Oberschule Berlin	10
Shkolnikov, Michail	München	Gisela-Gymnasium München	13

Tabelle 1: Die deutsche Mannschaft

1 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 2. Runde des Bundeswettbewerbs Mathematik oder an der Deutschland-Olympiade, der 4. Stufe der Mathematik-Olympiaden,

für 2 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, 3 Wochenenden in Bad Homburg (jeweils 2 Tage) und die traditionelle Abschlusswoche in Oberwolfach, wobei die beiden längeren Kurse unter der Leitung des Berichterstatters standen. Während dieser Zeit wurden insgesamt 7 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, s. Tabelle 1.
Die Seminare wurden von folgenden Mentoren geleitet: Dr. W. Bannuscher (U Rostock), A. Bayer (U Bonn), Prof. A. Engel (U Frankfurt), Prof. Dr. K. Engel (U Rostock), Prof. Dr. H.-D. Gronau (U Rostock), Dr. T. Kleinjung (MPI Bonn), Dr. R. Labahn (U Rostock), Dr. U. Leck (U Rostock), Dr. E. Müller (München), Prof. Dr. J. Prestin (U Lübeck), Prof. Dr. E. Quaisser (U Potsdam), G. Vogel (U Bonn).
Die gesamte organisatorische Vorbereitung und Durchführung der Klausuren, der Seminare, der Reise etc. wurden wiederum vom IMO-Organisationsbüro unter Leitung von Herrn H.-H. Langmann in gewohnt perfekter Weise abgewickelt. Ihm sei herzlich gedankt.

2 Der Ablauf der 45. IMO

Der Berichterstatter reiste am 6. Juli an. Die Jungendlichen und der stellvertretende Delegationsleiter folgten am 9. Juli. Die Mannschaft war im "President-Hotel" untergebracht, die Delegationsleitung im Hotel "Ledra Marriott" in Athen. Die Delegationsleiter, die die internationale Jury bilden, sind bis zum Ende der Klausuren von den Mannschaften getrennt. Die Jury tagte vom 6.-13.7. im European Culture Center in Delphi und wohnte in mehreren kleineren Hotels in der Nähe.
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 $4\frac{1}{2}$-stündigen Klausuren geschrieben. Die Klausurbedingungen waren sehr gut. Auch ein Stromausfall in Athen beeinflusste die Arbeitsbedingungen nur unwesentlich. 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. Auf der Abschlussjurysitzung am Abend des 15.7. wurde über die Vergabe der Preise entschieden. 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, einen wie sie auch die Teilnehmer an den Olympischen Spielen erhalten werden.

Für die Schüler wurde ein abwechslungsreiches Freizeit- und Besichtigungsprogramm geboten. Für die Delegationsleitungen gab es eine kurze Exkursion zu einem Kloster in der Nähe von Delphi.
Der Guide für das deutsche Team war ein griechischer Physik-Student, der sehr gut deutsch sprach, u.a. durch ein Teilstudium in Bonn, und sich sehr um unser Team kümmerte. Auch ihm sei herzlich dafür gedankt.
Am 18.7. erfolgte die Rückreise.

3 Der Wettbewerb

An der 45. IMO nahmen 85 Länder mit 486 Schülern teil.
Die Ergebnisübersicht befindet sich in Anlage B.
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; 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 internationale Jury, bestehend aus den 85 Delegationsleitern und einem Chairman des veranstaltenden Landes, begann am 7. Juli mit ihrer Arbeit. Als Chairman fungierte Prof. Georgios Dassios. Der Chairman des IMO–2004–Organisationskomitees war Prof. Nikolaos Alexandris, Präsident der Griechischen Mathematischen Gesellschaft.
Jedes teilnehmende Land hat das Recht, Aufgabenvorschläge einzureichen. In diesem Jahr wurden 115 Aufgaben aus 34 Ländern den Veranstaltern zugesandt. Eine Aufgabenkommission wählte hieraus im Vorfeld 30 Aufgaben aus, die die Grundlage für die Arbeit der Jury bildeten. Die Jury bestimmte nach Diskussionen schließlich 6 dieser Aufgaben für die beiden Klausuren, die einerseits eine gute Mischung nach Schwierigkeitsgrad und mathematischen Gebieten sein sollen, andererseits aber auch möglichst keine 'Standard'-Lösungen zulassen.
Die Aufgabenkommission und die Gruppe der rund 60 Koordinatoren waren durch mehrere Experten aus anderen Ländern verstärkt worden.
Anschließend wurden die Aufgaben in die offiziellen Sprachen Englisch, Deutsch, Französisch, Russisch und Spanisch übersetzt und von der Jury bestätigt. Jeder Schüler erhält die Aufgaben in der Muttersprache und einer zweiten Sprache seiner Wahl. Demgemäß erarbeiteten die entsprechenden Delegationsleiter die Übersetzungen in die restlichen 50 Sprachen. Auch alle diese Versionen wurden nach Prüfung durch die Jury bestätigt. Insgesamt standen die Aufgaben in 55 Sprachversionen zur Verfügung.
Die Arbeitsbedingungen der Jury waren sehr gut.
Die Aufgaben befinden sich in der Anlage A.
Die Olympiade war die leichteste seit 9 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, so war es trotzdem sehr schwierig, eine Punktzahl am Maximum 42 zu erzielen. Es erreichten nur 4 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 3 Goldmedaillen' (s. unsere Webpage www.Mathematik-Olympiaden.de) aufgenommen werden. Bisher gab es nur zwei Teilnehmer in der gesamten IMO-Geschichte, die mindestens 4 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.
Das Reglement, das seit vielen Jahren festgeschrieben ist, sieht vor, dass nicht mehr als die Hälfte der Teilnehmer einen Preis erhält und dass die Anzahl der 1., 2. und 3. Preise möglichst das Verhältnis 1:2:3 aufweisen sollte. Die diesjährigen Punktgrenzen werden in Tabelle 2 angegeben.
In diesem Jahr gab es eine perfekte Situation. Durch die Festlegung der Preisgrenze für Bronze bei 16 Punkten erhielten genau 50 % der Teilnehmer einen Preis. Auch die anderen Grenzen ergaben sich eindeutig.

45	Goldmedaillen	für	$\geq$	32 Punkte (von 42)
78	Silbermedaillen	für	$\geq$	24 Punkte
120	Bronzemedaillen	für	$\geq$	16 Punkte
243	Medaillen	bei	486	Teilnehmern

Tabelle 2: Die Punktgrenzen für die Preise

Es gab keine Sonderpreise.

4 Die deutsche IMO-Mannschaft

Das Ergebnis der deutschen Mannschaft wird in Tabelle 3 mitgeteilt. Obwohl die IMO ein Einzelwettbewerb ist und es keine offizielle Länderwertung gibt, wird immer wieder gerade nach dieser Rangfolge gefragt, s. Anlage B. Auf den ersten Plätzen kamen wieder die Länder ein, die meistens in den vergangenen Jahren hier zu finden waren: China, USA, Russland, Vietnam und Bulgarien.

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	-

Tabelle 3: Die Ergebnisse der deutschen Mannschaft

Der 25. Platz ist das schlechteste Abschneiden einer deutschen Mannschaft in der Geschichte. Bisher war dieser "Rekord" ein 20. Platz 2000. In den drei Vorjahren erreichten wir einen 14. Platz 2001, einen 10. Platz 2002 und einen 17. Platz 2003.
Allerdings ist zu bemerken, dass unsere Mannschaft aus 6 Neulingen bestand. Mit etwas mehr Glück hätte das Ergebnis besser aussehen können. Nur 2 Punkte mehr hätte uns auf den Platz 21 gebracht, Peter Scholze verpasste eine Goldmedaille um einen Punkt und Michail Shkolnikov eine Bronzemedaille ebenfalls

um einen Punkt. Natürlich kann das nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Punkteabstand zu den Mannschaften um den 10. Platz ganz beträchtlich ist.
Michail Shkolnikov und Matthias Ohst erhielten für die vollständige Lösung einer Aufgabe (7 Punkte) eine "Honourable Mention".
Fünf Mitglieder unserer Mannschaft können sich für eine oder auch mehrere IMOs qualifizieren. Zusammen mit Friedrich Feuerstein, der vor einem Jahren teilnahm, stehen 6 IMO-erfahrene Kandidaten für die nächste IMO zur Verfügung, was für das nächste Jahr ein besseres Abschneiden erhoffen lässt.
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, s. Tabelle 4.

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

Tabelle 4: Die Ergebnisse bezüglich der einzelnen Aufgaben

5 Ausblick

Die gegenwärtige Situation über die Ausrichtung der nächsten IMOs ist in Tabelle 5 angegeben.

Jahr	Land	Ort	Zeitraum
2005	Mexiko	Cancun	1.-12.7.2005
2006	Slowenien	Ljubljana	6.-18.7.2006
2007	Vietnam	Hanoi	
2008	Spanien		
2009	Deutschland	Bremen	

Tabelle 5: Die nächsten IMOs

Es sei daran erinnert, dass der Berichterstatter 2001 die Absicht der Bundesrepublik Deutschland für die Ausrichtung der IMO 2009, also 20 Jahre nach Braunschweig, offiziell bekunden konnte. Inzwischen hatte sich die Kultusministerkonferenz für Bremen entschieden, so dass die Bundesministerin für Bildung und Forschung einen Brief mit einer offiziellen Einladung schrieb. Nach Behandlung dieser Einladung im IMO Advisory Board entschied die Jury, die Einladung anzunehmen.
Auch für die Jahre nach 2009 gibt es Interessenten.

6 IMO-Advisory-Board

Während der IMO fanden traditionell gemeinsame Sitzungen der Jury mit dem IMO-Advisory-Board statt. Auf dem Programm standen u.a. Neuwahlen des Sekretärs und eines Mitgliedes des Boards. J. Webb und N. Agakhanov wurden in ihren Ämtern bestätigt. Außerdem wurde über die Austragung der IMO 2008 in Spanien und der IMO 2009 in Deutschland entschieden.
Die Zusammensetzung des IMO-Advisory-Boards nach der Wahl ist in Tabelle 6 angegeben.

Funktion	Name	Land	Amtszeit
Vorsitzender	Dr. J. Pelikan	Ungarn	bis 2006
Sekretär	Prof. J. Webb	Südafrika	bis 2008
Mitglied	Prof. N. Agakhanov	Russland	bis 2008
Mitglied	Dr. T. Andreescu	USA	bis 2006
Mitglied	Dr. F. Ardila	Kolumbien	bis 2006
ex officio IMO 2004	Prof. N. Alexandris	Griechenland	bis 2005
ex officio IMO 2005	Dr. Radmila Bulajich	Mexiko	bis 2006
ex officio IMO 2006	Dr. G. Dolinar	Slowenien	bis 2007
ex officio IMO 2007	Prof. Nguyen Van Mau	Vietnam	bis 2008

Tabelle 6: Die Mitglieder des IMO-Advisory-Board

7 IMO-Informationen

Für weitere Informationen über IMOs und andere mathematische Schülerwettbewerbe sei auf die Webpage

http://www.Mathematik-Olympiaden.de

des Mathematik-Olympiaden e.V. hingewiesen.

A Aufgaben der 45. IMO

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.

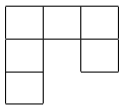
(Rumänien)

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: $4\frac{1}{2}$ Stunden an jedem Tag.
Bei jeder Aufgabe waren 7 Punkte erreichbar.

B 45. IMO - Länderübersicht (inoffiziell)

N	Land	P	G	S	B	N	Land	P	G	S	B
1	China	220	6	-	-	44	Estland	85	-	-	2
2	USA	212	5	1	-	45	Usbekistan	79	-	-	3
3	Russland	205	4	1	1	46	Schweden	75	-	-	3
4	Vietnam	196	4	2	-	47	Aserbaidschan	72	-	1	-
5	Bulgarien	194	3	3	-	48	Mazedonien	71	-	-	1
6	Taiwan	190	3	3	-	49	Italien	69	-	-	2
7	Ungarn	187	2	3	1		Slowenien	69	-	-	2
8	Japan	182	2	4	-	51	Litauen	65	-	-	-
9	Iran	178	1	5	-	52	Kirgisien	63	-	-	1
10	Rumänien	176	1	4	1		Lettland	63	-	-	1
11	Ukraine	174	1	5	-	54	Indonesien	61	-	-	1
12	Korea	166	2	2	2	55	Albanien	57	-	-	1
13	Weißrussland	154	-	4	2		Schweiz	57	-	-	2
14	Indien	151	-	4	2		Spanien	57	-	-	1
15	Israel	147	1	1	4	58	Neuseeland	56	-	-	2
16	Polen	142	2	1	1	59	Österreich	55	-	-	1
17	Moldawien	140	2	-	4		Norwegen	55	-	-	-
18	Singapur	139	-	3	3	61	Niederlande	53	-	-	-
19	Mongolei	135	-	3	2	62	Turkmenistan	52	-	-	2
20	Großbritannien	134	1	1	4	63	Finnland	49	-	-	1
21	Brasilien	132	-	2	4		Peru (3)	49	-	-	2
	Kanada	132	1	-	3		Zypern	49	-	-	1
	Kasachstan	132	2	-	2	66	Irland	48	-	-	1
	Serbien & M.	132	-	2	3	67	Uruguay	47	-	-	-
25	Deutschland	130	-	3	1	68	Dänemark	46	-	-	1
26	Griechenland	126	-	2	3	69	Puerto Rico (5)	43	-	1	-
27	Australien	125	1	1	2	70	Bosnien & H.	40	-	-	-
28	Georgien	123	-	-	5	71	Luxemburg (3)	36	-	1	-
29	Kolumbien	122	-	2	2	72	Island	35	-	-	-
30	Hongkong	120	-	2	2	73	Malaysia	34	-	-	1
31	Slowakei	119	-	3	-	74	Sri Lanka	33	-	-	-
32	Türkei	118	-	2	3	75	Tunesien	31	-	-	-
33	Südafrika	110	-	3	1	76	Trinidad & T. (5)	29	-	-	-
34	Tschechien	109	-	2	2	77	Portugal	26	-	-	-
35	Thailand	99	-	-	4	78	Kuba (1)	17	-	-	1
36	Armenien	98	-	-	4	79	Philippinen (5)	16	-	-	-
37	Mexiko	96	-	-	3	80	Venezuela (2)	15	-	-	-
38	Frankreich	94	-	-	4	81	Ekuador	14	-	-	-
39	Argentinien	92	1	-	2	82	Mozambik (3)	13	-	-	-
40	Kroatien	89	-	-	3		Paraguay (3)	13	-	-	-
41	Marokko	88	-	-	3	84	Kuwait	5	-	-	-
42	Belgien	86	-	1	2	85	Saudi Arabien	4	-	-	-
	Macau	86	-	-	2						

Legende: N - Platzierung, P - Punktzahl,
G - Anzahl der Goldmedaillen, S - Anzahl der Silbermedaillen, B - Anzahl der Bronzemedaillen

Jede Mannschaft bestand aus 6 bzw. der in Klammern angegebenen Anzahl von Schülern. Eine vollständige Mannschaft (6 Schüler) konnte maximal 252 Punkte erreichen.