Prof. Dr. Hans-Dietrich Gronau
Universität Rostock, FB Mathematik
18051 Rostock
Tel.: (0381) 4981539
e-mail: gronau@mathematik.uni-rostock.de

Delegationsleiter der deutschen Mannschaft

Rostock, den 26. Juli 2000

Bericht
über die
41. Internationale Mathematik-Olympiade (IMO) Taejon, Südkorea, 2000

Die 41. Internationale Mathematik-Olympiade fand vom 13.-25. Juli in Taejon, Südkorea statt. Mit 82 teilnehmenden Ländern stellte diese Olympiade den bisherigen Rekord aus Argentinien 1997 ein. Mit 461 Schülerinnen und Schülern wurde der bisherige Rekord bezüglich der Teilnehmer aus Argentinien um 1 überboten. Die deutsche Mannschaft bestand aus 6 Schülern, s. Tabelle 1, dem Berichterstatter als Delegationsleiter und Dr. Eric Müller (München) als stellvertretendem Delegationsleiter.

Thomas Jäger	Fulda Winfriedschule Fulda	Kl.-Stufe 11
Jan Christoph Kinne	Hamburg ehem. Sophie-Barat-Schule Hamburg	Kl.-Stufe 13
Hendrik Lönngren	Embsen Wilhelm-Raabe-Schule Lüneburg	Kl.-Stufe 12
Rudolf Polzer	Rodgau Einhard-Schule Seligenstedt	Kl.-Stufe 11
Christian Reiher	Scheyern Schyren-Gymnasium Pfaffenhofen	Kl.-Stufe 10
Philipp Schapotschnikov	Stuttgart ehem. Karls-Gymnasium Stuttgart	Kl.-Stufe 12

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. 117 Schüler qualifizierten sich durch die erfolgreiche Teilnahme an der 2. Runde des Bundeswettbewerbes Mathematik oder an der Deutschland-Olympiade, der 4. Stufe der Mathematik-Olympiaden, für 2 Auswahlklausuren, die

Anfang Dezember 1999 geschrieben wurden. 105 dieser Schüler nahmen hieran teil. Die 16 erfolgreichsten Klausurteilnehmer bildeten den Kandidatenkreis für die deutsche Mannschaft. Für diese gab es Seminare an einem verlängerten Wochenende in Rostock (4 Tage, unter Leitung des Berichterstatters), 3 Wochenenden in Bad Homburg (jeweils 2 Tage, unter Leitung von Prof. A. Engel) und die traditionelle Abschlusswoche in Oberwolfach (7 Tage, unter Leitung von Prof. A. Engel). Während dieser Zeit wurden insgesamt 6 Klausuren für alle Kandidaten und zwei weitere Stichklausuren für einige Schüler geschrieben. 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 (Bonn), Dr. Christian Bey (U Rostock), Prof. A. Engel (U Frankfurt), Prof. Dr. K. Engel (U Rostock), Prof. Dr. H.-D. Gronau (U Rostock), T. Kleinjung (MPI Bonn), Dr. R. Labahn (U Rostock), Dr. U. Leck (U Rostock), Dr. E. Müller (München), Prof. Dr. J. Prestin (MU Lübeck), Prof. Dr. E. Quaisser (U Potsdam), G. Vogel (Bonn).
Völlig neu in diesem Kreis ist Dr. Bey, der aber selbst früher IMO-Kandidat war und sich seit Jahren in der Olympiadebewegung engagiert.
Dr. Eric Müller, dreifacher Silbermedaillengewinner der IMOs 1986-1988, ist seit langem in die Vorbereitung involviert. Jetzt fungierte er erstmalig als stellvertretender Delegationsleiter.
Die gesamte organistorische Vorbereitung und Durchführung der Klausuren, der Seminare, der Reise etc. wurde wiederum vom IMO-Organisationsbüro unter Leitung von Herrn H.-H. Langmann in gewohnt perfekter Weise abgewickelt.

2 Der Ablauf der 41. IMO

Der Berichterstatter reiste am 12. Juli an. Die Unterbringung erfolgte zunächst in der Akademie für Information und Kommunikation in Chonan, etwa 150 km südlich von Seoul. Hier tagte in der ersten Woche die Jury.
Die Schüler und der stellvertretende Delegationsleiter reisten am 15. Juli an und waren im KAIST (Korean Advanced Institute of Science and Technology) in Taejon, etwa 250 km südlich von Seoul untergebracht. Der Delegationsleiter und sein Stellvertreter zogen am 20.7. in das Hotel Spapia nach Taejon, um dort gemeinsam die Koordination durchzuführen.
Unterkunft und Verpflegung waren sehr gut. Die Organisation war in jeder Beziehung hervorragend. Das Wetter war meist recht warm und schwül, aber zu ertragen.
Die Eröffnungszeremonie fand am 18. Juli im KAIST im Beisein des koreanischen Ministerpräsidenten statt. Dementsprechend war auch während der gesamten IMO das Medieninteresse recht groß.
Am 19. und 20.7. wurden vormittags die beiden $4\frac{1}{2}$-stündigen Klausuren geschrieben. Die Klausurbedingungen waren sehr gut. Am 21. und 22.7. wurden die Schülerlösungen nach der Durchsicht durch die Delegationsleitungen in der Koordination mit Experten des gastgebenden Landes, den Koordinatoren, bewertet. Auf der Abschlussjurysitzung am Vormittag des 23.7. wurde über die Vergabe der Preise entschieden.
Schließlich wurde am 24.7. die Olympiade mit der Abschlusszeremonie mit der Übergabe der Medaillen beendet. Das folgende Farewell-Dinner wurde sogar mit einem Feuerwerk abgeschlossen.
Am 25.7. erfolgte die Rückreise.
Für die Schüler gab es ein umfangreiches und abwechslungsreiches Besichtigungsprogramm. Die Teilnehmer wurden vom Präsidenten Koreas in Seoul empfangen (einige Teilnehmer, aber nicht mehr die deutschen, bekamen von ihm einen Händedruck). Ein Besuch im Everland (Freizeitpark mit Achterbahn u. Ä.), ein 2-tägiger Ausflug

zur Handong-Universität bei Kwungju im Süden Koreas, die Vorführung *Korean Culture Night* und ein Besuch der Mathematikausstellung im Wissenschaftsmuseum in Taejon waren einige Höhepunkte des Programms.

3 Der Wettbewerb

An der 41. IMO nahmen 82 Länder mit 461 Schülern teil.
Die Ergebnisübersicht befindet sich in Anlage B.
Von den Ländern, die an der IMO 1999 in Rumänien teilnahmen, fehlten Tunesien und Turkmenistan. Puerto Rico und Ekuador nahmen nach 2- bzw. 12-jähriger Abstinenz wieder teil. Erstmalig nahm Brunei teil.
Die internationale Jury, bestehend aus den 82 Delegationsleitern und einem Chairman des veranstaltenden Landes, begann am 13. Juli mit ihrer Arbeit. Jedes teilnehmende Land hat das Recht Aufgabenvorschläge einzureichen. In diesem Jahr wurden 136 Aufgaben aus 46 Ländern den Veranstaltern zugesandt. Eine Aufgabenkommission wählte hieraus im Vorfeld 27 Aufgaben aus, die die Grundlage für die Arbeit der Jury bildeten. Die Jury wählte nach langen Diskussionen schließlich 6 dieser Aufgaben für die beiden Klausuren aus, die einerseits eine gute Mischung nach Schwierigkeitsgrad und mathematischen Gebieten sein sollen, andererseits aber auch möglichst keine 'Standard'-Lösungen zulassen. Allgemein besonders schön (und schwer) wurde die 'Flöhe-Aufgabe' 3, s. Anlage A, angesehen. Wie sich später herausstellte, wurde die Aufgabe sogar zur schwersten der Olympiade.
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. Demgemäß erarbeiteten die entsprechenden Delegationsleiter die Übersetzungen in die restlichen 47 Sprachen. Auch alle diese Versionen wurden nach Prüfung durch die Jury bestätigt. Insgesamt standen die Aufgaben in 52 Sprachversionen zur Verfügung.
Die Arbeitsbedingungen der Jury waren sehr gut.
Die Aufgaben befinden sich in der Anlage A.
Die Olympiade wird als fünft schwerste, mit interessanten Aufgaben in die Geschichte eingehen. So wurden durchschnittlich 13.4 Punkte (von 42), d.h. 31.9 %, erreicht. Damit wurde fast genau das Ergebnis des Vorjahres von 31.7 % erreicht. Die schwersten Olympiaden nach den durchschnittlich erreichten Punktzahlen waren 1971 mit 28 %, 1996 mit 29.7 %, 1993 mit 30.0 % und 1999 mit 31.7 %. Der allgemeine Trend zu sehr schweren Olympiaden hält also an. In den letzten 7 Jahren waren nur die IMOs 1998 mit 35.2 %, 1997 mit 38.3 %, 1995 mit 45.1 % und schließlich 1994 mit 48.0 % leichter. Die Olympiade war vor allem auch für die Spitzenteams sehr schwer. Zwar gab es 4 Schüler mit voller Punktzahl, aber keinen mit 41 oder 40.
In den 'Club der IMO-Teilnehmer mit mindestens 3 Goldmedaillen' (s. unsere Webpage www.Mathematik-Olympiaden.de) wurden 3 neue Mitglieder 'aufgenommen'. Insgesamt gab es in der IMO-Geschichte 20 Teilnehmer mit mindestens 3 Goldmedaillen. Bisher gibt es keinen Teilnehmer mit mindestens 4 Goldmedaillen. Reid Barton (USA) könnte im nächsten Jahr der erste Teilnehmer in der Geschichte werden, der 4 Goldmedaillen gewinnen konnte.
Die beiden Siegerteams China und Russland erreichten mit 218 bzw. 215 Punkten deutlich mehr als vor einem Jahr, doch danach gibt es immerhin eine Lücke von 31 Punkten bis zum Drittplatzierten.
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. In diesem Jahr ergaben die

Punktverteilungen klare Punktgrenzen, sodass es keine Diskussionen in der Jury gab. Die Punktgrenzen werden in Tabelle 2 angegeben.

39	Goldmedaillen	für	$\geq$	30 Punkte (von 42)
71	Silbermedaillen	für	$\geq$	21 Punkte
119	Bronzemedaillen	für	$\geq$	11 Punkte
229	Medaillen	bei	461	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 gegeben. Obwohl die IMO ein Einzelwettbewerb ist und es keine offizielle Länderwertung gibt, wird immer wieder nach gerade dieser Rangfolge gefragt, s. Anlage B.
Der 20. Platz ist das schlechteste Abschneiden eines deutschen Teams. Vor einem Jahr belegten wir den 17. Platz. Das diesjährige Ergebnis entspricht im Wesentlichen dem des Vorjahres, denn uns trennten nur 4 Punkte vom 17. Platz. Der Abstand zu den Top-10-Mannschaften ist jedoch enorm: 47 zum 10., gar 110 zum 1.
Erfreulich ist, dass mit Christian Reiher erstmalig seit 1997 einer unserer Schüler wieder eine Goldmedaille gewinnen konnte. Auch war Thomas Jäger mit 28 Punkten dicht an den Goldmedaillen. Etwas Pech hatte Jan Christoph Kinne. Ihm fehlte ein Punkt zur Bronzemedaille.
Das diesjährige Team war relativ jung, sowohl bezüglich der IMO-Erfahrungen als auch dem Alter nach. 4 Schüler waren Neulinge. Nur Christian Reiher und Thomas Jäger hatten IMO-Erfahrung, beide gewannen vor einem Jahr je eine Bronzemedaille.

Christian Reiher	31	Punkte	Gold
Thomas Jäger	28	Punkte	Silber
Rudolf Polzer	18	Punkte	Bronze
Philipp Schapotschnikov	15	Punkte	Bronze
Jan Christoph Kinne	10	Punkte	
Hendrik Lönngren	6	Punkte	

Tabelle 3: Die Ergebnisse der deutschen Mannschaft

Jan Christoph Kinne erhielt für die vollständige Lösung einer Aufgabe eine Honorable-Mention-Urkunde.
Unsere Mannschaft enthielt zwei Abiturienten. Von den anderen Schülern könnten sich noch mehrfach für IMOs qualifizieren: Christian Reiher noch 3-mal, Thomas Jäger und Rudolf Polzer noch 2-mal, Hendrik Lönngren noch einmal. Damit ergibt sich die Hoffnung auf einen starken Kern für die IMO-Mannschaft in den nächsten Jahren und ein wieder besseres Abschneiden.
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.
In diesem Jahr fiel einmal mehr das vergleichsweise sehr schlechte Abschneiden unseres Teams bei den Geometrie-Aufgaben 1 und 6 auf.
Es ist erneut ein schwacher Trost, dass wir das erfolgreichste EU-Land sind. Viele Länder unternehmen ehrgeizige Anstrengungen, die sich zunehmend auszahlen. U.a. konnte uns wiederum die Türkei schlagen und erstmalig auch die Slowakei.

Aufgabe	Gebiet	alle	Top 10	deutsches Team
1	Geometrie	58.5%	98.6%	47.6%
2	Ungleichung	39.5%	83.1%	45.2%
3	Folgen	9.4%	35.0%	14.3%
4	Kombinatorik	45.5%	78.6%	85.7%
5	Zahlentheorie	23.3%	75.0%	61.9%
6	Geometrie	15.0%	50.5%	2.4%
alle		31.7%	66.6%	42.9%

Tabelle 4: Die Ergebnisse bezüglich der einzelnen Aufgaben

5 Ausblick

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

2001	USA	1.-14.7.2001
2002	Großbritannien	19.-31.7.2002
2003	Japan	1.-12.7.2003
2004	Griechenland	Austragung ist klar

Tabelle 5: Die nächsten IMOs

Für die Jahre ab 2005 haben Iran, Slowenien und Vietnam ein Interesse für die Austragung einer IMO angekündigt. Entscheidungen über die Austragung sind jedoch noch nicht gefallen.

6 IMO-Advisory-Board

Während der IMO fanden traditionell gemeinsame Sitzungen der Jury mit dem IMO-Advisory-Board statt. Auf dem Programm standen die Neuwahlen des Sekretärs und zweier Mitglieder, die Berichterstattung über die IMOs 1999 bis 2002 und der Vorschlag eines Landes die Zulassungskriterien (Alter und Status als Schüler) zu modifizieren. Nach längerer Diskussion wurde letzter Punkt an das IMO-Advisory-Board zur Behandlung übergeben.
Für die Funktion des Sekretärs gab es 3 Kandidaten, Prof. J. Webb setzte sich in der Wahl durch. Für die zwei weiteren Sitze als Mitglieder waren vor einem Jahr 10 Kandidaten nominiert worden. Prof. N. Agakhanov wurde neu gewählt, Dr. Pelikan wurde erneut wiedergewählt.
Die Zusammensetzung des IMO-Advisory-Board nach diesen Neuwahlen ist in Tabelle 6 angegeben.

Vorsitzender	Dr. C. Deschamps	Frankreich	bis 2002
Sekretär	Prof. J. Webb	Südafrika	bis 2004
Mitglied	Prof. N. Agakhanov	Russland	bis 2004
Mitglied	Prof. P. Fauring	Argentinien	bis 2002
Mitglied	Dr. J. Pelikan	Ungarn	bis 2004
ex officio IMO 1999	Prof. M. Becheanu	Rumänien	bis 2000
ex officio IMO 2000	Prof. S. Cho	Südkorea	bis 2001
ex officio IMO 2001	J. Kenelly	USA	bis 2002
ex officio IMO 2002	Prof. A. McBride	Großbritannien	bis 2003

Tabelle 6: Die Mitglieder des IMO-Advisory-Board

7 IMO-Informationen

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

http://www.Mathematik-Olympiaden.de

des Mathematik-Olympiaden e.V. hingewiesen.

A Aufgaben der 41. IMO

1. Tag

1. Zwei Kreise Γ_1 und Γ_2 schneiden sich in den Punkten M und N. Sei l die gemeinsame Tangente an Γ_1 und Γ_2, welche dichter an M als an N liegt. Es berühre l die Kreise Γ_1 im Punkt A und Γ_2 in B. Die Parallele zu l durch M schneide den Kreis Γ_1 ein zweites Mal in C und Γ_2 ein zweites Mal in D. Die Geraden CA und DB schneiden sich in E, die Geraden AN und CD schneiden sich in P und die Geraden BN und CD schneiden sich in Q. Man beweise:

$$\overline{EP} = \overline{EQ}.$$

(Russland)

2. Es seien a, b und c positive reelle Zahlen mit $abc = 1$. Man beweise:

$$\left(a - 1 + \frac{1}{b}\right)\left(b - 1 + \frac{1}{c}\right)\left(c - 1 + \frac{1}{a}\right) \leq 1.$$

(USA)

3. Es sei $n \geq 2$ eine positive ganze Zahl. Zu Beginn sitzen n Flöhe auf einer horizontalen Geraden, aber nicht alle im selben Punkt. Für eine positive reelle Zahl λ definieren wir einen *Zug* folgendermaßen:
Es werden zwei beliebige Flöhe ausgewählt, die sich in den Punkten A und B befinden, wobei A links von B liegt. Der Floh von A springt in den Punkt C auf der Geraden rechts von B mit $\overline{BC}/\overline{AB} = \lambda$.
Man bestimme alle Werte von λ, so dass für jeden Punkt M der Geraden und für jede Ausgangsposition der n Flöhe eine endliche Folge von Zügen existiert, die alle Flöhe in Positionen rechts von M bringt ! (Weißrussland)

2. Tag

4. Ein Zauberer hat hundert Karten, nummeriert von 1 bis 100. Er legt sie in drei Schachteln, eine rote, eine weiße und eine blaue, so dass jede Schachtel mindestens eine Karte enthält. Ein Zuschauer wählt zwei dieser drei Schachteln, nimmt aus jeder davon je eine Karte heraus und gibt die Summe der Nummern dieser Karten bekannt. Anhand dieser Summe kann der Zauberer die Schachtel bestimmen, aus der keine Karte gezogen wurde.
Auf wie viele Arten können die Karten in die Schachteln verteilt werden, so dass dieser Trick immer funktioniert ? (Ungarn)

5. Gibt es eine positive ganze Zahl n, so dass n durch genau 2000 paarweise verschiedene Primzahlen teilbar ist und $2^n + 1$ durch n teilbar ist ? (Russland)

6. Es seien AH_1, BH_2 und CH_3 die Höhen des spitzwinkligen Dreiecks ABC. Der Inkreis des Dreiecks ABC berührt die Seiten BC, CA bzw. AB in den Punkten T_1, T_2 bzw. T_3. Die Geraden l_1, l_2 bzw. l_3 seien die Bilder der Geraden H_2H_3, H_3H_1 bzw. H_1H_2 bei der Spiegelung an den Geraden T_2T_3, T_3T_1 bzw. T_1T_2.
Man beweise, dass l_1, l_2 und l_3 ein Dreieck erzeugen, dessen Eckpunkte auf dem Inkreis des Dreiecks ABC liegen ! (Russland)

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

B 41. IMO - Länderübersicht (inoffiziell)

N	Land	P	G	S	B	N	Land	P	G	S	B
1.	China	218	6	-	-	42.	Tschechien	65	-	1	3
2.	Russland	215	5	1	-	43.	Mazedonien	63	-	1	2
3.	USA	184	3	3	-	44.	Kolumbien	61	-	-	2
4.	Südkorea	172	3	3	-		Kuba	61	-	-	2
5.	Bulgarien	169	2	3	1	46.	Lettland	60	-	-	3
	Vietnam	169	3	2	1		Niederlande	60	-	-	2
7.	Weißrussland	165	2	2	2	48.	Brasilien	58	-	-	3
8.	Taiwan	164	3	2	1		Frankreich	58	-	-	3
9.	Ungarn	156	1	5	-	50.	Italien	57	-	-	3
10.	Iran	155	2	3	1	51.	Indonesien	54	-	-	2
11.	Israel	139	2	1	3	52.	Finnland	52	-	-	3
	Rumänien	139	1	3	2	53.	Belgien	51	-	-	2
13.	Ukraine	135	2	2	-		Luxemburg (4)	51	-	-	2
14.	Indien	132	-	5	1	55.	Marokko	48	-	-	1
15.	Japan	125	1	2	3	56.	Griechenland	46	-	-	1
16.	Australien	122	1	3	1	57.	Norwegen	45	-	-	1
17.	Kanada	112	1	2	1	58.	Estland	42	-	-	1
18.	Slowakei	111	-	2	3	59.	Trinidad & T.	40	-	-	-
	Türkei	111	-	3	1	60.	Island	37	-	-	-
20.	Deutschland	108	1	1	2	61.	Dänemark	36	-	-	1
	Armenien	108	-	2	3	62.	Litauen	34	-	-	1
22.	Großbritannien	96	-	2	4		Neuseeland	34	-	-	-
23.	Jugoslawien	93	-	1	3	64.	Aserbaidschan	32	-	-	-
24.	Kasachstan	91	-	1	4		Malaysia (3)	32	-	-	2
25.	Argentinien	88	-	1	4		Peru (4)	32	-	-	-
26.	Moldawien (5)	84	-	2	3		Zypern	32	-	-	-
27.	Südafrika	81	-	-	4	68.	Spanien	29	-	-	-
28.	Hong Kong	80	-	1	2	69.	Irland	28	-	-	-
29.	Bosnien & H.	78	-	-	4	70.	Philippinen (4)	23	-	-	-
	Thailand	78	-	1	3		Uruguay (3)	23	-	-	-
31.	Schweden	77	-	2	-	72.	Portugal	21	-	-	-
32.	Mexiko	75	-	1	3		Sri Lanka (3)	21	-	-	-
	Polen	75	-	1	2	74.	Ekuador	19	-	-	-
34.	Kroatien	73	-	-	4	75.	Albanien (5)	17	-	-	-
	Slowenien	73	-	1	1	76.	Kirgisien (4)	16	-	-	1
36.	Georgien	72	-	1	-		Macau	16	-	-	-
37.	Singapur	71	-	1	2	78.	Kuwait (4)	12	-	-	-
38.	Usbekistan	70	-	-	2	79.	Guatemala	11	-	-	-
39.	Österreich	68	-	2	1		Venezuela (2)	11	-	-	-
40.	Mongolei	67	-	-	4	81.	Brunei (2)	8	-	-	-
	Schweiz (4)	67	-	1	2		Puerto Rico	8	-	-	-

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.