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

*Delegationsleiter der deutschen Mannschaft
zur 40. Internationalen Mathematik-Olympiade
1999 in Bukarest, Rumnien*

Rostock, den 24. Juli 1999

Bericht
ber die
40. Internationale Mathematik-Olympiade (IMO) Bukarest, Rumnien, 1999

Die 40. Internationale Mathematik-Olympiade fand vom 10.-22. Juli in Bukarest in Rumnien statt. Mit 81 teilnehmenden Lndern war diese Olympiade die bisher zweitgrte. Der Rekord mit 82 Lndern im Jahr 1997 in Argentinien wurde nicht ganz erreicht. Ein neuer Rekord wurde ganz knapp verpat, da zwei angemeldete Lnder nicht anreisten. Die deutsche Mannschaft bestand aus 6 Schlern, s. Tabelle 1, dem Berichterstatter als Delegationsleiter und Thorsten Kleinjung (Bonn) als stellvertreter Delegationsleiter.

Julian Arndts	Berlin	Kl.-Stufe 13
Daniel Herden	Essen Luisenschule Essen	Kl.-Stufe 13
Thomas Jger		Kl.-Stufe 10
Martin Langer	Marburg Martin-Luther-Schule Marburg	Kl.-Stufe 13
Martin Olbermann		Kl.-Stufe 13
Christian Reiher	Scheiern	Kl.-Stufe 9

Tabelle 1: Die deutsche Mannschaft

1 Auswahl und Vorbereitung der deutschen Mannschaft

Die Auswahl und Vorbereitung der deutschen Mannschaft verlief nach Verfahren der Vorjahre. 120 Schler qualifizierten sich durch die erfolgreiche Teilnahme an der 2. Runde des Bundeswettbewerbes Mathematik oder an der Deutschland-Olympiade,

der 4. Stufe der Mathematik-Olympiaden, fr 2 Auswahlklausuren, die Anfang Dezember 1998 geschrieben wurden. Die 16 erfolgreichsten Klausurteilnehmer bildeten den Kandidatenkreis fr die deutsche Mannschaft. Fr diese gab es Seminare an einem verlngerten Wochenende in Rostock (4 Tage, unter Leitung des Berichterstatters), 3 Wochenenden in Frankfurt / Main (jeweils 2 Tage, unter Leitung von Dr. Sewerin) und die traditionelle Abschluwoche in Oberwolfach (7 Tage, unter Leitung von Prof. A. Engel). Whrend dieser Zeit wurden insgesamt 6 Klausuren fr alle Kandidaten und eine weitere Stichklausur fr einige Schler geschrieben. Die 6 Besten qualifizierten sich fr die IMO-Mannschaft, s. Tabelle 1.
Die Seminare wurden von folgenden Mentoren geleitet: Dr. W. Bannuscher (U Rostock), Prof. A. Engel (U Frankfurt), Prof. Dr. K. Engel (U Rostock), Prof. Dr. H.-D. Gronau (U Rostock), Prof. Dr. N. Grnwald (FH Wismar), M. Hrterich (U Freiburg), T. Kleinjung (MPI Bonn), Dr. R. Labahn (U Rostock), Dr. U. Leck (U Rostock), Dr. J. Prestin (GSF Mnchen), Prof. Dr. E. Quaisser (U Potsdam), Dr. H. Sewerin (Hofheim a. Ts.),
Die gesamte organistorische Vorbereitung und Durchfhrung der Klausuren, der Seminare, der Reise etc. wurde wiederum vom IMO-Organisationsbro unter Leitung von Herrn H.-H. Langmann in gewohnt perfekter Weise abgewickelt.

2 Der Ablauf der 40. IMO

Der Berichterstatter reiste am 10. Juli an. Die Unterbringung erfolgte zunchst Hotels in Poiana Brasov, einem bekannten Wintersportgebiet 200 km nrdlich von Bukarest in den Kaparten. Zur Erffnung der Olympiade am 15.7. zog die Jury nach Bukarest ins Hotel 'Bucuresti' um. Die Schler und der stellvertretende Delegationsleiter reisten am 13. Juli an und waren in den Studentenwohnheimen der 'Politechnica' Universtitt in Bukarest untergebracht. Dort fanden auch die beiden Klausuren statt. Die stellvertretenden Delegationsleiter wechselten traditionell nach den Klausuren zu den Delegationsleitern um dort gemeinsam die Koordination durchzufhren.
Die Unterkunft und die Verpflegung waren recht gut. Die Organisatoren gaben sich viel Mhe, diese Jubilums-Olympiade durch zustzliche Empfnge zu wrdigen. So erhielten z.B. alle Jurymitglieder eine Jubilumsmedaille. Das Wetter war durchweg warm und angenehm.
Die Erffnungszeremonie fand am 15. Juli statt. Die Erffnungsrede wurde vom Minister fr Bildung gehalten. Dementsprechend war auch whrend der gesamten IMO das Medieninteresse recht gro.
Am 16. und 17.7. wurden vormittags die beiden $4\frac{1}{2}$-stndigen Klausuren geschrieben. Die Klausurbedingungen waren sehr gut. Am 18. und 19.7. wurden die Schlerlsungen nach der Durchsicht durch den Delegationsleitungen in der Koordination mit Koordinatoren bewertet. Auf der Abschlujurysitzung am Abend des 19.7. wurde ber die Vergabe der Preise entschieden.
Am 20.7. gab es einen ganztgigen gemeinsamen Ausflug mit den Schlern und Betreuer nach Sinaia und Bran.
Schlielich wurde am 21.7. die Olympiade mit der Abschluzeremonie, die als Hhepunkt die bergabe der Medaillen enthielt, beendet. Der Prsident Rumniens hielt auf dieser Veranstaltung persnlich eine Rede und bergab die ersten Goldmedaillen. Am 22.7. erfolgte die Rckreise.
Fr die Schler gab es ein umfangreiches Freizeitangebot. Wiederum gab es auch eine IMO-Zeitung, die insgesamt 5-mal erschien und sehr umfangreich war.

3 Der Wettbewerb

Die internationale Jury, bestehend aus den 81 Delegationsleitern und einem Chairman des veranstaltenden Landes, begann am 11. Juli mit ihrer Arbeit. Jedes teilnehmende Land hat das Recht, Aufgabenvorschlge einzureichen. In diesem Jahr wurden nur 80 Aufgaben den Veranstaltern zugesandt. Eine Aufgabenkommission whlte hieraus im Vorfeld 27 Aufgaben aus, die die Grundlage fr die Arbeit der Jury bildeten. Die Jury entschied nach langen Diskussionen schlielich 6 dieser Aufgaben fr die beiden Klausuren aus, die einerseits eine gute Mischung nach Schwierigkeitsgrad und mathematischen Gebieten sein sollen, andererseits aber auch mglichst keine 'Standard'-Lsungen zulassen. Anschlieend wurden die Aufgaben in die offiziellen Sprachen Englisch, Deutsch, Franzsisch und Russisch bersetzt und von der Jury besttigt. Jeder Schler erhlt die Aufgaben in der Muttersprache. Demgem erarbeiteten die entsprechenden Delegationsleiter die bersetzungen in die restlichen Sprachen. Auch alle diese Versionen wurden nach Prfung durch die Jury besttigt.
Die Koordination, fr die nur 2 Tage angesetzt waren, wurde zum dritten Mal in Folge in der Weise durchgefhrt, da Kopien aller Schlerarbeiten von den Koordinatoren bereits vor der Koordination durchgesehen wurden. In vielen Fllen, bei gleichen Einschtzungen der Delegationsleitungen und der Koordinatoren, konnte sehr schnell entschieden werden.
Die Arbeitsbedingungen der Jury waren sehr gut. In die Organisation (Problem-Kommission, Koordinatoren, etc.) waren fast ausschlielich frhere IMO-Preistrger eingesetzt, die sich mit den IMOs bestens auskannten, so da die gesamte Veranstaltung auf einem hohen mathematischen Niveau und reibungslos verlief.
Die Aufgaben befinden sich in der Anlage A.
Die Olympiade wird als eine schwere mit interessanten Aufgaben in die Geschichte eingehen. So wurden durchschnittlich 13.3 Punkte (von 42), d.h. 31.7 %, erreicht. In den letzten 6 Jahren waren die IMOs 1996 mit 29.7 % und 1993 mit 30.0 % etwas schwerer und 1998 mit 35.2 %, 1997 mit 38.3 %, 1995 mit 45.1 % und schlielich 1994 mit 48.0 % leichter. Die Olympiade war vor allem auch fr die Spitzenteams sehr schwer. Seit vielen Jahren ist es erstmals wieder vorgekommen, da es keinen Schler mit voller Punktzahl 42 gab, ja nicht einmal mit 41 oder 40. Nur 3 Schler aus Ungarn, Rumnien (beide hatten bereits 2 Goldmedaillen in den beiden Vorjahren erreicht) und der Ukraine erzielten 39 Punkte, zwei weitere erreichten 38 Punkte. Auch gab es keinen Schler mit 37 Punkten.
Die beiden Siegerteams China und Ruland erreichten mit je 182 Punkten nur 72.2 % der mglichen Punkte. Das ist das schlechteste Ergebnis des Topteams seit 6 Jahren: 1998: 83.7 % 1997: 88.5 %, 1996: 74.2 %, 1995: 94.0 %, 1994: 100 %, 1993: 85.0 %.
Das Reglement, das seit vielen Jahren festgeschrieben ist, sieht vor, da auer im Falle einer sehr auergewhnlichen Punktverteilung die Punktgrenzen fr 1., 2. bzw. 3. Preise so gewhlt werden, da mglichst viele, jedoch nicht mehr als $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{6}$ bzw. $\frac{1}{4}$ der Teilnehmer einen entsprechenden Preis erhalten.
In diesem Jahr ergaben die Punktverteilungen klare Punktgrenzen, so da es keine Diskussionen in der Jury gab.
Die Punktgrenzen werden in Tabelle 2 angegeben.

38	Goldmedaillen	fr	$\geq$	28 Punkte (von 42)
70	Silbermedaillen	fr	$\geq$	19 Punkte
118	Bronzemedaillen	fr	$\geq$	12 Punkte
226	Medaillen	bei	450	Teilnehmern

Tabelle 2: Die Punktgrenzen fr die Preise

Die Jury mute sich mit keinen Versten gegen das Reglement befassen.

Es gab keine Sonderpreise.

4 Gesamtberblick

An der 40. IMO nahmen 81 Lnder aktiv mit 450 Schlern teil.
Die Ergebnisbersicht befindet sich in Anlage B.
Von den Lndern, die an der IMO 1998 in Taiwan teilnahmen, fehlte nur Paraguay. Paraguay und Chile waren erwartet worden. Albanien, Chile, Guatemala, Tunesien, Turkmenistan und Usbekistan nahmen nach ein- oder mehrjhriger Abstinenz wieder teil.

5 Die deutsche IMO-Mannschaft

Das Ergebnis der deutschen Mannschaft wird in Tabelle 3 gegeben. Obwohl die IMO ein Einzelwettbewerb ist und es keine offizielle Lnderwertung gibt, wird immer wieder nach gerade dieser Rangfolge gefragt, s. Anlage B.
Der 17. Platz ist das schlechteste Abschneiden eines deutschen Teams. Vor einem Jahr belegte wir den 16. Platz, was dem diesjhrigen Abschneiden entspricht, da der Mitfavorit China damals nicht teilnahm.
Erfreulich ist, da alle unsere Schler eine Medaille gewinnen konnten. Mit etwas mehr Glck htte die Bilanz besser ausfallen knnen, Daniel Herden fehlten nur 2 Punkte zu Gold, Julian Arndts gar nur einen zu Silber.
In diesem Jahr hatten wir mit Daniel Herden und Martin Langer zwei Schler mit IMO-Erfahrung, Daniel sogar mit zweifacher. Kurioserweise erzielte er bei seinen 3 Teilnahmen jeweils 26 Punkte und erhielt jeweils eine Silbermedaille.

Daniel Herden	26	Punkte	Silber
Martin Olbermann	20	Punkte	Silber
Julian Arndts	18	Punkte	Bronze
Thomas Jger	16	Punkte	Bronze
Christian Reiher	15	Punkte	Bronze
Martin Langer	13	Punkte	Bronze

Tabelle 3: Die Ergebnisse der deutschen Mannschaft

Unsere Mannschaft enthielt 4 Abiturienten. Die beiden anderen Schlern knnten sich noch allerdings nuch mehrfach fr IMOs qualifizieren: Christian Reiher noch 4-mal und Thomas Jger noch 3-mal. Auch sei erwhnt, da der diesjhrige Ersatzmann Rudolf Polzer ebenfalls noch 3 weitere Chancen hat. Damit ergibt sich die Hoffnung auf einen starken Kern fr die IMO-Mannschaft in den nchsten Jahren und ein wieder besseres Abschneiden.
Der Vergleich der erreichten Ergebnisse (in Prozent) aller IMO-Teilnehmer, der Schler der *Top 10* - Mannschaften sowie der deutschen Mannschaft gibt Aufschlu darber, wie unsere Schler die Aufgaben im Vergleich bewltigten, s. Tabelle 4.
In diesem Jahr fiel das vergleichsweise schlechte Abschneiden unseres Teams bei den Aufgaben 5 und 6 auf.
Es ist sicher ein schwacher Trost, da wir das erfolgreichste EU-Land sind. Bemerkenswert ist, da uns die Trkei erstmalig schlagen konnte. Viele Lnder haben in den vergangenen Jahren groe Anstrengungen unternommen, was sich jetzt auszahlt.

Aufgabe	Gebiet	alle	Top 10	deutsches Team
1	Geometrie	61.4%	94.5%	83.3%
2	Ungleichung	23.9%	80.2%	54.8%
3	Kombinatorik	23.0%	33.3%	31.0%
4	Zahlentheorie	40.1%	86.7%	57.1%
5	Geometrie	25.9%	67.9%	16.7%
6	Funktionalgleichung	16.4%	36.7%	14.3%
alle		31.7%	66.6%	42.9%

Tabelle 4: Die Ergebnisse bzgl. der einzelnen Aufgaben

6 Ausblick

Die gegenwrtige Situation ber die Ausrichtung der nchsten IMOs ist in Tabelle 5 angegeben.

2000	Sdkorea	13.-25.7.2000
2001	USA	Austragung ist klar
2002	Grobritannien	Austragung ist wahrscheinlich
2003	Japan	Austragung ist klar
2004	Griechenland	Austragung ist klar

Tabelle 5: Die Gastgeber der nchsten IMOs

Im Jahre 2002 sollte die IMO auf den Philippinen stattfinden. Doch in diesem Frhjahr wurde die Bewerbung zurckgezogen. Kurzfristig zeigten zwei Lnder ernsthaftes Interesse einzuspringen. Grobritannien erhielt den Zuschlag unter der Voraussetzung, da die Absicherung der gesamten IMO bis zum Jahresende geklrt werden kann.
Fr die Jahre ab 2005 haben Iran, Slowenien und Vietnam ein Interesse fr die Austragung einer IMO angekndigt.

7 IMO-Advisory-Board

Whrend der IMO fanden traditionell gemeinsame Sitzungen der Jury mit dem IMO-Advisory-Board statt. Das IMO-Advisory-Board erstattete den Bericht ber die geleistete Arbeit und einige Diskussionen wurden mit Beschlssen abgeschlossen, insbesondere hinsichtlich knftiger IMOs, Wahlmodalitten und zu verschiedenen Antrgen. Die gegenwrtige Zusammensetzung des IMO-Advisory-Board ist in Tabelle 6 angegeben.

Vorsitzender	Dr. C. Deschamps	Frankreich	bis 2002
Sekretr	Prof. W. Mientka	USA	bis 2000
Mitglied	Dr. S. Koray	Trkei	bis 2000
Mitglied	Prof. P. Fauring	Argentinien	bis 2002
Mitglied	Dr. J. Pelikan	Ungarn	bis 2000
ex officio IMO 1998	Dr. J.-D. Chen	Taiwan	bis 1999
ex officio IMO 1999	Prof. M. Becheanu	Rumnien	bis 2000
ex officio IMO 2000	Prof. Cho	Sdkorea	bis 2001
ex officio IMO 2001		USA	bis 2002

Tabelle 6: Die Mitglieder des IMO-Advisory-Board

8 IMO-Informationen

Fr weitere Informationen ber IMOs und andere mathematische Schlerwettbewerbe sei auf die Homepage

http://www.math.uni-rostock.de/MO

des Mathematik-Olympiaden e.V. hingewiesen.
Rechtzeitig zur 40. IMO erschien die Dokumentation

W. Engel, H.-D. Gronau, H.-H. Langmann, H. Sewerin
The German Teams at the International Mathematical Olympiads 1959-1998
herausgegeben von Bildung und Begabung e.V.
Verlag Karl Heinrich Bock, 1999.

Sie wurde whrend der IMO an alle Delegationsleiter, Stellvertreter, Organisatoren und Koordinatoren verteilt und sehr interessiert aufgenommen.

A Aufgaben der 40. IMO

1. Tag

1. Man bestimme alle endlichen Mengen S von mindestens 3 Punkten in der Ebene, die die folgende Bedingung erfüllen: Für je zwei verschiedene Punkte A und B aus S ist die Mittelsenkrechte der Strecke AB eine Symmetrieachse von S. (Estland)

2. Es sei n eine ganze Zahl mit $n \geq 2$.

(a) Man bestimme die kleinste Konstante C, so da die Ungleichung

$$\sum_{1 \leq i < j \leq n} x_i x_j (x_i^2 + x_j^2) \leq C \Big(\sum_{1 \leq i \leq n} x_i \Big)^4$$

für alle $x_1, x_2, \ldots, x_n \geq 0$ gilt !

(b) Wann gilt für diese Konstante C Gleichheit ? (Polen)

3. Man betrachte eine quadratische $n \times n$-Tafel, wobei n eine gerade positive ganze Zahl ist. Die Tafel besteht aus n^2 Einheitsquadraten. Wir nennen zwei verschiedene Einheitsquadrate der Tafel benachbart, wenn sie eine gemeinsame Seite haben. N Einheitsquadrate werden in der Weise markiert, da jedes Quadrat der Tafel (markiert oder nicht markiert) zu mindestens einem markierten Quadrat benachbart ist. Man bestimme den kleinst möglichen Wert von N ! (Weiruland)

2. Tag

4. Man bestimme alle Paare (n, p) positiver ganzer Zahlen, so da p eine Primzahl ist, $n \leq 2p$ und $(p-1)^n + 1$ durch n^{p-1} teilbar ist! (Taiwan)

5. Zwei Kreise Γ_1 und Γ_2 liegen innerhalb des Kreises Γ und berühren Γ in den verschiedenen Punkten M bzw. N. Γ_1 geht durch den Mittelpunkt von Γ_2. Die Gerade durch die zwei Schnittpunkte von Γ_1 mit Γ_2 schneidet Γ in A und B. Die Geraden MA und MB schneiden Γ_1 in C bzw. D.
Man beweise, da CD Tangente an Γ_2 ist! (Ruland)

6. Man bestimme alle Funktionen $f : \boldsymbol{R} \to \boldsymbol{R}$, so da

$$f(x - f(y)) = f(f(y)) + x\,f(y) + f(x) - 1$$

für alle $x, y \in \boldsymbol{R}$ gilt ! (Japan)

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

B 40. IMO - Lnderbersicht (inoffiziell)

N	Land	P	G	S	B	N	Land	P	G	S	B
1.	China	182	4	2	-		Schweden	66	-	-	3
	Ruland	182	4	2	-	43.	Bosnien	65	-	-	3
3.	Vietman	177	3	3	-	44.	Finnland	65	-	1	-
4.	Rumnien	173	3	3	-	45.	Argentinien	63	-	-	3
5.	Bulgarien	170	3	3	-	46.	Spanien	60	-	-	1
6.	Weiruland	167	3	3	-	47.	Griechenland	57	-	2	-
7.	Sdkorea	164	3	3	-		Thailand	57	-	-	3
8.	Iran	159	2	4	-	49.	Kolumbien	55	-	1	1
9.	Taiwan	153	1	5	-		Tschechien	55	-	-	1
10.	USA	150	2	3	1	51.	Litauen	54	-	-	2
11.	Ungarn	147	1	4	1	52.	Mexiko	53	-	-	1
12.	Ukraine	136	2	2	1		Neuseeland	53	-	-	1
13.	Japan	135	2	4	-	54.	Belgien	51	-	-	2
14.	Jugoslawien	130	1	2	3		Dnemark (5)	51	-	-	2
15.	Australien	116	1	1	3	56.	Moldawien	50	-	-	1
16.	Trkei	109	1	1	4	57.	Marokko	48	-	-	1
17.	Deutschland	108	-	2	4	58.	Slowenien	46	-	-	2
18.	Indien	107	-	3	3	59.	Usbekistan	42	-	-	-
19.	Polen	104	1	-	5	60.	Island	41	-	-	1
20.	Grobritannien	100	-	3	2		Macau	41	-	-	-
21.	Slovakei	88	-	2	3	62.	Irland	38	-	-	1
22.	Lettland	86	1	1	-	63.	Malaysia	37	-	-	-
23.	Italien	82	-	1	2	64.	Indonesien	35	-	-	-
24.	Schweiz	79	-	1	3		Zypern	35	-	-	-
25.	Israel	78	-	-	5	66.	Albanien (5)	34	-	-	-
	Mongolei	78	-	2	1		Aserbaidschan	34	-	-	1
27.	Kuba	77	-	1	4	68.	Trinidad & Tobago	33	-	-	-
	Sdafrika	77	-	1	1	69.	Estland (4)	30	-	-	1
29.	Brasilien	75	-	-	4	70.	Portugal	29	-	-	-
	sterreich	75	-	1	2	71.	Luxemburg (2)	26	-	-	1
31.	Kanada	74	-	-	3	72.	Uruguay (4)	25	-	-	-
	Niederlande	74	-	-	4	73.	Philippinen (4)	24	-	-	-
33.	Frankreich	73	-	1	2	74.	Tunesien (4)	22	-	-	-
	Hong Kong	73	-	-	4	75.	Guatemala	19	-	-	-
35.	Kasachstan	72	-	-	4	76.	Kirgisien (3)	15	-	-	-
36.	Mazedonien	71	-	-	5	77.	Turkmenistan (2)	13	-	-	-
	Singapur	71	-	-	4	78.	Kuwait (4)	10	-	-	-
38.	Georgien	68	-	1	1		Peru (2)	10	-	-	-
39.	Armenien	67	-	-	3	80.	Venezuela (2)	8	-	-	-
	Norwegen	67	-	1	2	81.	Sri Lanka (1)	6	-	-	-
41.	Kroatien	66	-	-	2						

Legende: N - Plazierung, 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 Schlern. Eine vollstndige Mannschaft (6 Schler) konnte maximal 252 Punkte erreichen.