

41. Internationale Mathematik-Olympiade (IMO)

Taejon, Südkorea, 2000

von Hans-Dietrich Gronau

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 den sechs Schülern Thomas Jäger (Fulda), Jan Christoph Kinne (Hamburg), Hendrik Lönngren (Embsen), Rudolf Polzer (Rodgau), Christian Reiher (Scheyern) und Philipp Schapotschnikov (Stuttgart), dem Berichterstatter als Delegationsleiter und Dr. Eric Müller (München) als stellvertretendem Delegationsleiter.

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. 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.

Der Wettbewerb

An der 41. IMO nahmen 82 Länder mit 461 Schülern teil. Die Aufgaben werden im Folgenden angegeben – und können vielleicht zum „Ausprobieren“ reizen. Als besonders schön wurde die ‘Flöhe-Aufgabe’ 3, angesehen – die schwerste Aufgabe dieser Olympiade.

Die Olympiade wird als fünft-schwerste, mit interessanten Aufgaben in die Geschichte eingehen. Es wurden durchschnittlich 13,4 Punkte (von 42), d.h. 31,9%, erreicht. 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. 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.

Die deutsche IMO-Mannschaft

Das Ergebnis der deutschen Mannschaft ist unten wiedergegeben. Obwohl die IMO ein Einzelwettbewerb

ist und es keine offizielle Länderwertung gibt, wird immer wieder nach gerade dieser Rangfolge gefragt...

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. 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.

Die Ergebnisse der deutschen Mannschaft

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	

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. Vier Schüler waren Neulinge. Nur Christian Reiher und Thomas Jäger hatten IMO-Erfahrung, beide gewannen vor einem Jahr je eine Bronzemedaille.

Die Ergebnisse bezüglich der einzelnen Aufgaben

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

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

Homepage des Mathematik-Olympiaden e.V. hingewiesen: <http://www.Mathematik-Olympiaden.de>

Anschrift des Autors

Prof. Dr. Hans-Dietrich Gronau

(Delegationsleiter der deutschen Mannschaft)

FB Mathematik

Universität Rostock

18051 Rostock

gronau@mathematik.uni-rostock.de

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.

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.	Aserbaidshjan	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	–	–	–

N – Platzierung, P – Punktzahl, G – Anzahl der Goldmedaillen, S – Anzahl der Silbermedaillen, B – Anzahl der Bronzemedailles

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