Die 61. Internationale Mathematik-Olympiade

Jürgen Prestin

Die 61. Internationale Mathematik-Olympiade (IMO) fand im Zeichen pandemiebedingter Restriktionen dezentral vom 19. bis 28. September 2020 statt.

Teilgenommen haben 105 Länder mit insgesamt 56 Schülerinnen und 560 Schülern. Damit bleibt die 60. IMO 2019 in Bath mit 65 Schülerinnen und 556 Schülern aus 112 Ländern die größte IMO in der Geschichte.

Die deutsche Mannschaft bestand aus sechs Schülern (Tabelle 1), Dr. Eric Müller als stellvertretendem Delegationsleiter, Christian Bernert als Observer A und dem Berichterstatter als Delegationsleiter.

Für alle sechs Schüler war es die erste Teilnahme an einer IMO, für fünf von ihnen sogar die erstmalige Teilnahme an der IMO-Vorbereitung. Nur Tobias Bauer gehörte schon 2019 zum Kreis der 16 Kandidaten. Zum Wintersemester begann er jetzt ein Mathematik-Studium in Bayreuth. Alle sechs Teilnehmer haben schon an vielen Mathematik-Wettbewerben teilgenommen und sind mehrfache Preisträger der Bundesrunde der Mathematik-Olympiade. Zusammen haben sie dort bisher neun erste, neun zweite und zwei dritte Preise gewonnen. Lennart Christian Grabbel und Maximilian Hauck sind auch mehrmalige Bundessieger beim Bundeswettbewerb Mathematik. Maximilian Hauck erkämpfte sich außerdem im Juli eine Bronze-Medaille auf der auch virtuell ausgetragenen Europäischen PhysikOlympiade. An dieser Stelle sei vermerkt, dass die Internationale PhysikOlympiade 2020 ersatzlos gestrichen werden musste. Christian Noaghiu ist sehr sprachinteressiert, er lernt an der Schule Französisch, Englisch, Latein und Altgriechisch und spricht neben Deutsch noch die Muttersprache Rumänisch. An seiner Schule kann er 2022 gleichzeitig das Abitur und das französische Baccalauréat ablegen.

Tabelle 1. Das deutsche Team

Name	Wohnort	Schule	Klasse
Bauer, Tobias	Bayreuth	Gymnasium Christian Ernestinum	12
Gholizadeh, Hossein	Magdeburg	Werner-von-Siemens-Gymnasium	11
Grabbel, Lennart Christian	Hamburg	Gymnasium Farmsen	11
Hauck, Maximilian	Alzey	Elisabeth-Langgässer-Gymnasium	12
Kaganskiy, Juri	Berlin	Dreilinden-Gymnasium	9
Noaghiu, Christian Robert	München	Oskar-von-Miller-Gymnasium	10

Auswahl und Vorbereitung des deutschen Teams

Die Auswahl der deutschen Mannschaft verlief nach dem Verfahren der Vorjahre. Es qualifizierten sich 134 Schülerinnen und Schüler durch die erfolgreiche Teilnahme an der 2. Runde des Bundeswettbewerbs Mathematik oder an der Bundesrunde der Mathematik-Olympiade für zwei Auswahlklausuren, die am 28. 11. und 4. 12. 2019 geschrieben wurden. Teilgenommen an den Auswahlklausuren haben 113 Schülerinnen und Schüler. OStD i. R. Dr. Horst Sewerin und Dr. Jens Reinhold stellten wieder die Klausuren und zeichneten auch für deren Korrektur verantwortlich. Bewährt hat sich die Erstkorrekturunterstützung durch 17 Bonner Studierende mit Wettbewerbserfahrung.

Erstkorrekturunterstützung: Manfred Paul, Sebastian Meyer, Lukas Gehring, Leo Gitin, Jan Holstermann, Elbrus Mayer, Paul Pfeiffer, Lars Becker, Patrick Bauermann, Linus Behn, Martin Drees, Silas Rathke, Nicholas Schwaab, Susanne Armbruster, Jörn Stöhler, Christian Nöbel, Florian Schweiger, Ferdinand Wagner (v. l. n. r.)

Die 16 erfolgreichsten Klausurteilnehmerinnen und Klausurteilnehmer bildeten den Kandidatenkreis für die deutsche Mannschaft. Für diese 14 Schüler und zwei Schülerinnen hatte die Geschäftsstelle wie üblich die einwöchigen Seminare in Warnemünde und Oberwolfach sowie die drei Wochenendseminare in Bad Homburg geplant. Das Auftaktseminar vom 7. bis 14. Februar in Warnemünde und das erste Seminar vom 6. bis 9. März in Bad Homburg konnten noch planmäßig durchgeführt werden. Danach wurde schnell klar, dass pandemiebedingt keine weiteren Präsenzveranstaltungen stattfinden können. Hier reagierte die Geschäftsstelle unter Leitung von Patrick Bauermann sofort und organisierte zoombasierte Online-Seminare. Zwischen dem 1. April

DOI 10.1515/dmvm-2021-0008

Foto: Bildarchiv des Mathematischen Forschungsinstituts Oberwolfach

Das deutsche IMO-Team 2020: Dr. Illia Karabash, Hossein Gholizadeh, Christian Bernert, Maximilian Hauck, Juri Kaganskiy, Tobias Bauer, Lennart Grabbel, Christian Noaghiu, Prof. Dr. Jürgen Prestin, Dr. Eric Müller (v. l. n. r.)

und dem 13. September fanden dann insgesamt 41 jeweils dreistündige Online-Meetings statt. Wir alle betraten mit dieser Seminarform Neuland, die Mentoren haben dabei untereinander viele wertvolle Erfahrungen ausgetauscht, und wir haben ein Medium für das Training entdeckt, das wir in Folgejahren sicher auch weiter ausprobieren werden. In der Summe gab es zwar ca. 20 % mehr Seminarzeit als in den Vorjahren, aber mehr Präsenzunterricht hätten sich alle sehr gewünscht. Geleitet wurden die Seminare von den Mentoren C. Bernert (U Göttingen), PD Dr. C. Bey (U Lübeck), Prof. Dr. M. Dreher (U Rostock), Dr. D. Grinberg (Drexel University), Prof. Dr. J. Jahnel (U Siegen), Prof. Dr. U. Leck (U Flensburg), Dr. E. Müller (Villingen-Schwenningen), Prof. Dr. J. Prestin (U Lübeck), Dr. C. Reiher (U Hamburg), Dr. J. Reinhold (U Münster), A. Riekert (U Bonn), Prof. Dr. J.-C. Schlage-Puchta (U Rostock), G. Schröter (U Osnabrück) und Dr. F. Schweiger (U Bonn).

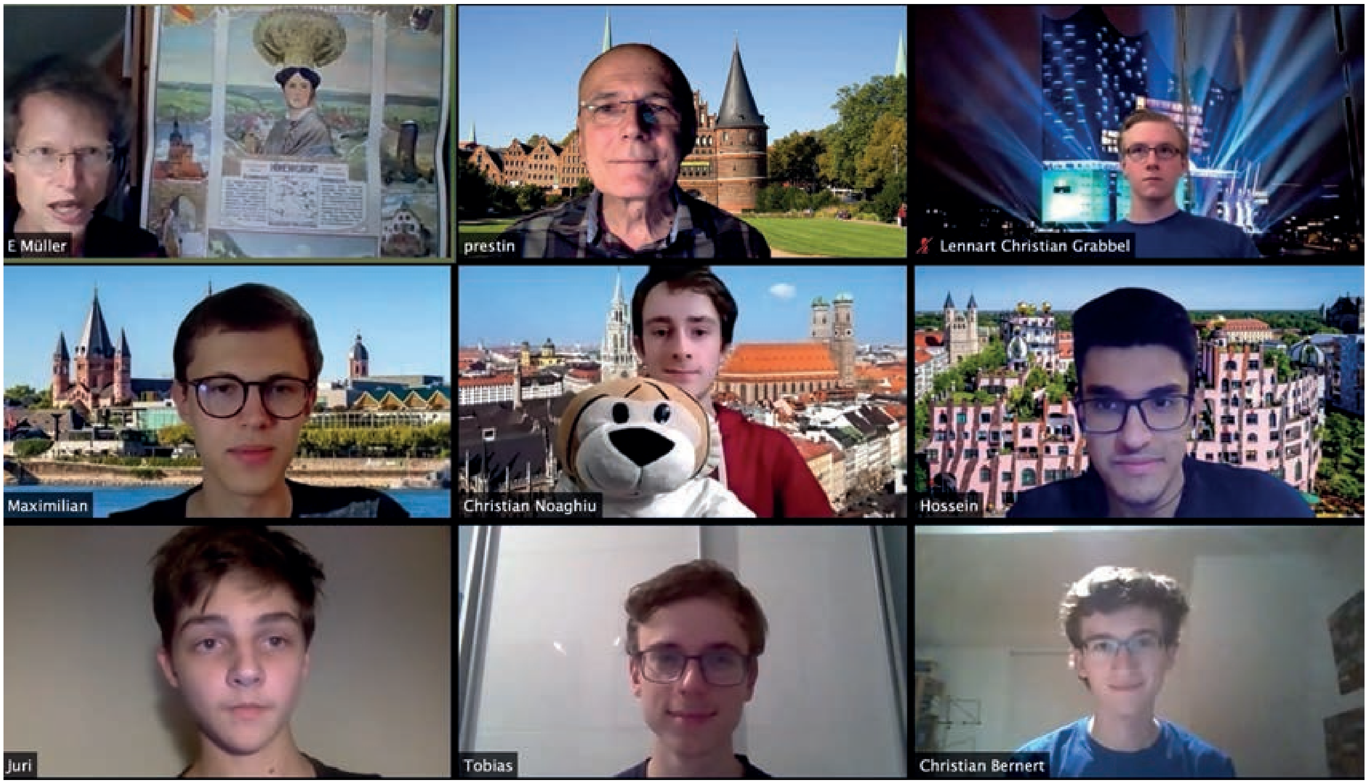
Eine besondere logistische Herausforderung für die Geschäftsstelle bildeten die nach den beiden Präsenzlehrgängen verbleibenden vier der traditionell sieben Trainingsklausuren, aus denen sich die sechs Besten für die IMO-Mannschaft qualifizierten (s. Tabelle 1). Alle 16 Schüler schrieben diese vier Klausuren gleichzeitig, aber dezentral, z. B. an ihrer Schule oder an einer benachbarten Hochschule. Den Lehrern an den Schulen und den Kollegen an den Hochschulen, die dies ermöglicht haben, gebührt großer Dank. Die Zusammensetzung der Mannschaft konnten wir dann online am 7. Juli verkünden.

Der Ablauf der 61. IMO

Wie bei so vielen Veranstaltungen in 2020 musste sich auch die Planung der IMO den Pandemiebedingungen anpassen, was hier an den E-Mails des IMO-Boards veranschaulicht werden kann:

- 13. März: IMO im Juli nicht sicher, auf jeden Fall wird eine Ersatzveranstaltung organisiert.
- 19. März: IMO wird verlegt auf 16.–26. September in St. Petersburg.
- 22. April: IMO-Board hofft auf reguläre IMO im September. Wenn unmöglich, soll ähnlich wie bei der EGMO ein „Online-Event“ stattfinden.
- 3. Juni: IMO-Board teilt offizielle Entscheidung mit, dass der Wettbewerb dezentral mit Klausuren am 21. und 22. September stattfinden wird.

Die Grundidee dieser dezentralen Ausrichtung bestand darin, die Teilnehmer eines Landes, wenn möglich, an ei-



Alle Mannschaften stellten sich auf der Online-Eröffnungsveranstaltung mit einem wenige Sekunden langen Video vor.

nem Ort zusammenzubringen und dort die beiden Klausuren zu schreiben, wobei ein „IMO-Commissioner“ mit anderer Staatsbürgerschaft anwesend sein sollte, der auf die Einhaltung der Wettbewerbsregeln achtet. Wir waren sehr froh, dass wir zu diesem Zweck an das MFO nach Oberwolfach reisen durften. Da wir im Mai dort nicht zum Abschlusslehrgang waren, haben sich zumindest die sechs IMO-Teilnehmer sehr gefreut, das MFO zu erleben. Als IMO-Commissioner wurde uns der zur Zeit an der TU Dortmund tätige ukrainische ehemalige IMO-Teilnehmer Dr. Illia Karabash zugeteilt, der vom 20. bis 23. 9. bei uns weilte und den gesamten Ablauf sehr akkurat überwachte. An der Stelle sei erwähnt, dass auch zwei Deutsche als IMO-Commissioner tätig waren. Dr. Christoph Bärligea, zur Zeit Postdoc am Beijing International Center of Mathematical Research an der Peking Universität, hat auf dem Campus der Peking Universität den Wettbewerb für die chinesische Mannschaft beaufsichtigt, und Prof. Dr. Ivan Izmestiev von der TU Wien hat an der dortigen Fakultät für Mathematik den Wettbewerb überwacht.

Die Mannschaft und die drei Betreuer trafen sich schon am Mittwoch, den 16. 9., in Oberwolfach zu einem Abschlusstraining. Die Tage bis zur ersten IMO-Klausur am Montag waren gut gefüllt mit intensivem Training, einer Testklausur, einem Besuch im Museum für Mineralien und Mathematik in Oberwolfach und dem gemeinsamen Anschauen der virtuellen Eröffnungsveranstaltung am Sonntag.

Die beiden 4½-stündigen Klausuren wurden am 21. und 22. September von 9.30–14.00 Uhr geschrieben. Wir hatten dabei den frühestmöglichen Zeitraum gewählt. Die IMO-Organisatoren haben Wert darauf gelegt, dass weltweit das früheste Klausurende nicht vor dem spätestmöglichen Beginn liegt, was trotzdem noch für einige Länder sehr frühe bzw. sehr späte Klausuren bedeutete.

Aus offensichtlichen Geheimhaltungsgründen konnte in diesem Jahr die Jury, bestehend aus den Delegationsleitern der einzelnen Länder, keine Aufgaben aus der Shortlist auswählen. Es wurde zwar wieder eine Shortlist produziert, aus der wir jetzt auch für das Training im Folgejahr Aufgabenmaterial benutzen können, aber die IMO-Aufgaben wurden direkt vom Problem Selection Committee (PSC) ausgewählt. Auch die Übersetzung in 51 verschiedene Sprachen verlief in diesem Jahr anders. Die finale Fassung der Aufgaben in den fünf offiziellen Sprachen wurde von vertrauenswürdigen Experten im „Official Language Committee“ vorgenommen. Die für die deutsche Übersetzung zuständigen Mitglieder waren Prof. Dr. Stephan Wagner (Universität Stellenbosch) und Prof. Dr. Martin Welk (UMIT, Hall in Tirol). Für die Übersetzung in die anderen 46 Sprachen erhielten die Delegationsleiter die offiziellen Sprachversionen genau drei Stunden vor Klausurbeginn. Die neuen Texte mussten noch einmal zur Kontrolle hochgeladen werden und konnten dann zur Klausur wieder als fertiges PDF heruntergeladen werden. Insgesamt stehen die Aufgaben jetzt in 51 Sprachversionen zur Verfügung und sind auf www.imo-official.org abrufbar. Alle Teilnehmer können für die Klausuren die Aufgabentexte (s. Seite 20) in zwei Sprachen erhalten. Unsere Schüler haben alle neben Deutsch die englische Version gewählt.

Der Klausurraum und der Raum zum Übersetzen, Drucken und Scannen mussten mit einer Kamera versehen sein und wurden von St. Petersburg an beiden Tagen per Zoom-Sitzung beobachtet: vom Zeitpunkt des Herunterladens der Aufgaben bis zum Einscannen und Hochladen der Lösungen, jeweils durch den IMO-Commissioner. In den Räumen durften sich nur die offiziell involvierten Personen aufhalten und man musste sich zu Beginn durch Zeigen des offiziellen, mit Foto versehenen Namensschildes in die Kamera ausweisen.

Eine besondere Herausforderung war in diesem Jahr das Beantworten von Fragen in der ersten halben Stunde der Klausur, da üblicherweise Antworten nur mit Genehmigung der Jury an die Teilnehmer gegeben werden dürfen. In diesem Jahr wurden einige Standardantworten festgelegt, die man nach Abstimmung mit dem IMO-Commissioner geben durfte. Kompliziertere Antworten hätte man erst mit den Kollegen in St. Petersburg abstimmen müssen. Glücklicherweise gab es nur eine Frage im deutschen Team, für die auch sofort die einzig mögliche Antwort, dass man den Aufgabentext bitte noch einmal genau lesen möge, gegeben werden konnte.

Für die Sicherstellung der IT-Infrastruktur hat sich als offizieller IT-Experte Helmut Kastenholz vom MFO bereit erklärt. Ihm und dem gesamten MFO-Team um Prof. Dr. Stephan Klaus gebührt ein herzlicher Dank für die Organisation der exzellenten Wettbewerbsbedingungen.

Am Tag nach der zweiten Klausur reisten die Schüler ab, und für die Betreuer begann mit der Durchsicht der Lösungen die Koordinationstätigkeit.

Bis zur virtuellen Abschlussveranstaltung am Montag, den 28. September, gab es für die Teilnehmer an jedem Tag noch ein Online-Programm. Einer der Höhepunkte war dabei ein Interview mit Lisa Sauermann. Die Veranstalter hatten wie üblich Guides für jedes Team organisiert. Unser Guide, Polina Krylova, konnte sich natürlich nur per Chat mit unserem Team austauschen.

Nach der Durchsicht der Schülerlösungen durch die Delegationsleitungen fand vom 24. bis 26. September mit den Koordinatoren die endgültige Festlegung der Bewertung statt. Auch dieser Prozess verlief auf dieser IMO ganz anders als gewohnt. Während man sich sonst zu jeder Aufgabe mit einem Koordinatorenteam traf, man einen Punktevorschlag gemacht hat, der dann entweder von den Koordinatoren angenommen wurde oder zu einer Diskussion über die jeweilige Lösung führte, gab es jetzt eine wunderbar funktionierende Online-Variante: Beide Seiten haben anonym ihren Punktevorschlag in die Datenbank eingetragen; gab es Übereinstimmung bei einer Bewertung, war mit dem dann erscheinenden grünen Häkchen die Koordination beendet; stimmten die Punktzahlen nicht überein, war man aufgefordert, seinen Punktevorschlag in einem Chat mit den Koordinatoren zu begründen. Wir hatten von 36 Schülerlösungen nur vier Diskrepanzen in den Punktevorschlägen, die effizient, schnell und fair zu einem Ergebnis gebracht werden konnten. Nur in einem Fall hatte das Chat-Protokoll zwischen Koordinatoren und uns zum Schluss neun Einträge. Den letzten grünen Haken gab es dann am 26. 9. um 12.07 Uhr, so dass wir noch am gleichen Tag aus Oberwolfach abreisen konnten.

Der Wettbewerb

An der 61. IMO nahmen 105 Länder mit 616 Schülern teil. Die Ergebnisübersicht befindet sich in Anlage B.

In diesem Jahr nicht dabei, aber 2019 in Bath teilgenommen hatten Angola, Kuba, die Dominikanische Republik, Ägypten, Guatemala, Indien, Kambodscha, die Demokratische Volksrepublik Korea und die Vereinigten Arabischen Emirate. Nach einjähriger Pause nahm Nigeria und erstmalig nahm Oman teil.

An dieser Stelle wäre jetzt über die Arbeit der internationalen Jury, bestehend aus den 105 Delegationsleitern und dem russischen Chairman Professor Nazar Agakhanov, zu berichten. Verständlicherweise wurde gar nicht erst versucht, Online-Sitzungen zu organisieren, auf denen dann über die Aufgaben und andere Fragen hätte diskutiert werden können. Es blieb bei der finalen Zoom-Sitzung, auf der aber auch nur Ergebnisse und Beschlüsse der Veranstalter verkündet wurden.

Jedes teilnehmende Land hat das Recht, Aufgabenvorschläge einzureichen. In diesem Jahr wurden den Veranstaltern 149 Aufgaben aus 39 Ländern zugesandt. Eine zehnköpfige Aufgabenkommission des Veranstalters unter Leitung von Ilya Bogdanov stellte daraus im Vorfeld der IMO 32 Aufgaben für eine Shortlist zusammen und wählte daraus gleichzeitig die sechs IMO-Aufgaben. Von den drei deutschen Vorschlägen schaffte es keiner in die Shortlist.

Leider konnte in diesem Jahr kein „Beauty-Contest“ der Jury-Mitglieder durchgeführt werden und als Ergebnis des Beauty-Contests der Aufgabenkommission kennen wir nur die sechs gewählten Aufgaben.

Auch das „Marking-Scheme“ konnte in diesem Jahr nicht mit der Jury diskutiert werden, sondern wurde nach den Klausuren fertig als PDF zur Verfügung gestellt.

Bei der Bewertung der Lösungen wurden 36,95 % der möglichen Punkte vergeben. Die beiden Extrema der letzten 10 Jahre lagen 2014 bei 38,2 % und 2015 bei 30,9 %. Die gewünschte Staffelung der Schwierigkeit der drei Aufgaben pro Tag lässt sich anhand der durchschnittlich erreichten Punktzahl sehr gut ablesen:

Tabelle 2. Durchschnittlich erreichte Punktzahl der sechs Aufgaben

1	2	3	4	5	6
5,313	2,248	0,940	3,938	2,797	0,282

In diesem Jahr war die Geometrie-Aufgabe 6 wieder besonders schwer (s. Tabelle 2), so dass sie es mit ihrer durchschnittlich erreichten Punktzahl in die Liste der zehn schwersten Aufgaben aller IMOs geschafft hat. Zu vermerken ist auch, dass erstmalig seit 2014 wieder bei einer Auf-

Tabelle 3. Die Punktgrenzen für die Preise

49	Goldmedaillen	für ≥ 31 Punkte (von 42)
112	Silbermedaillen	für ≥ 24 Punkte
155	Bronzemedaillen	für ≥ 15 Punkte
173	Ehrende Erwähnungen	für eine vollständige Lösung
316	Medaillen	bei 616 Teilnehmern

Tabelle 4. Die Ergebnisse des deutschen Teams

Name	Punkte	Preis
Lennart Christian Grabbel	29	Silber
Hossein Gholizadeh	27	Silber
Tobias Bauer	24	Silber
Christian Robert Noaghiu	23	Bronze
Juri Kaganskiy	22	Bronze
Maximilian Hauck	15	Bronze

Tabelle 5. Die Ergebnisse bezüglich der einzelnen Aufgaben

Aufgabe	Gebiet	Alle (%)	Top 10 (%)	Deutsches Team (%)
1	Geometrie	75,9	100,0	88,1
2	Algebra	32,1	76,7	59,5
3	Kombinatorik	13,4	40,5	0,0
4	Kombinatorik	56,3	97,6	97,6
5	Zahlentheorie	40,0	92,9	83,3
6	Geometrie	4,0	14,8	4,8
Alle		37,0	70,4	55,6

Tabelle 6. Die nächsten IMOs

Jahr	Land	Ort	Zeitraum
2021	Russland	St. Petersburg	14.–24.07.2021
2022	Norwegen	Oslo	06.–16.07.2022
2023	Japan	Chiba	02.–13.07.2023
2024			
2025	Australien	Melbourne	

Tabelle 7. Die Mitglieder des IMO-Boards

	Amtszeit
Vorsitzender: Geoff Smith (Vereinigtes Königreich)	bis 2022
Sekretär: Gregor Dolinar (Slowenien)	bis 2020
Mitglied: Nazar Agakhanov (Russland)	bis 2022
Mitglied: Dávid Kunszenti-Kovács (Norwegen)	bis 2020
Mitglied: Yongjin Song (Südkorea)	bis 2022
ex officio IMO 2019: Geoff Smith (Vereinigtes Königreich)	bis 2020
ex officio IMO 2020: Nazar Agakhanov (Russland)	bis 2021
ex officio IMO 2022: Dávid Kunszenti-Kovács (Norwegen)	bis 2023

gabe im Text erwähnt wurde, dass der Beweis geeigneter schwächerer Behauptungen auch honoriert wird.

In der „Hall of Fame“ aller IMO-Teilnehmer seit 1959 (siehe www.mathematik-olympiaden.de oder www.imo-official.org/hall.aspx) gab es an der Spitze keine Veränderungen. In dieser Liste gehören unverändert Lisa Sauermann, Christian Reiher, Wolfgang Burmeister, Martin Härterich und Peter Scholze zu den besten 16. Auch im exklusiven „Club der IMO-Teilnehmer mit mindestens drei Goldmedaillen“ gab es in diesem Jahr keine Neuaufnahmen.

Das Reglement, das seit vielen Jahren festgeschrieben ist, sieht vor, dass nicht mehr als die Hälfte der Teilnehmer einen Preis erhält und dass die Anzahlen der 1., 2. bzw. 3. Preise möglichst das Verhältnis 1 : 2 : 3 aufweisen sollten. In diesem Jahr wären also theoretisch 51 Gold, 103 Silber- und 154 Bronzemedaillen vergeben worden. Die genaue Verteilung (siehe Tabelle 3) wird dann normalerweise in der finalen Jury-Sitzung abgestimmt. Da diese Abstimmungen online nicht möglich waren, hat der Jury-Vorsitzende Nasar Agakhanov die Entscheidung gefällt. Es wurde aber betont, dass auch er diese Entscheidung anonym getroffen hat, also ohne zu wissen, bei welcher Punktzahl eine Medaillengrenze erreicht wird. Mit 316 Preisträgern wurde zwar nicht ganz dem Reglement entsprochen, die Alternative wären aber 293 Preisträger gewesen, so dass insgesamt doch eine gute Approximation entstanden ist.

Es gab in diesem Jahr wieder keinen Sonderpreis für die besonders elegante Lösung einer Aufgabe.

Die besten Teilnehmerinnen der verschiedenen Kontinente wurden wieder mit dem Mirzakhani-Preis ausgezeichnet. Dies waren Juka Machino aus dem Vereinigten Königreich, Binwei Yan aus China, Carla Fermin aus Peru, Ana Paula Jiménez Díaz aus Mexiko und Aya Aguerjout aus Marokko.

Das deutsche IMO-Team

Das Ergebnis des deutschen Teams ist Tabelle 4 zu entnehmen. Besonders gefreut haben wir uns, dass alle sechs Teilnehmer eine Medaille erringen konnten. Lennart Grabbel und Maximilian Hauck können sich noch einmal, Christian Noaghiu noch zweimal und Juri Kaganskiy sogar noch dreimal für eine IMO-Teilnahme qualifizieren. Dabei würde Maximilian Hauck, der im Frühjahr sein Abitur in Rheinland-Pfalz nach 12½ Jahren ablegen wird, von einer 2019 vorgenommenen Reglement-Änderung profitieren, nach der man noch für die IMO zugelassen ist, falls man am 1. Dezember des Vorjahres noch Schüler war.

Schon auf der Siegerehrung gaben die Veranstalter bekannt, dass alle Preisträger zwei Medaillen bekommen werden, wobei die zweite Medaille mit der Aufschrift „To my teacher from a grateful student“ an die Lehrkraft gehen soll, die den Schüler am prägendsten zur Mathematik geführt hat. Die Wahl unserer Teilnehmer fiel auf die Lehrerinnen Susanne Lüning in Alzey, Nicole Ober in München, Martina Schmidt-Kessel in Bayreuth, auf den Lehrer im Iran Navid Safaei, auf den Vater von Juri Kaganskiy und auf das Hamburger „PriMa-Projekt“ um Prof. Marianne Nolte und Kirsten Pamperien.

In der inoffiziellen Länderwertung liegt Deutschland zusammen mit der Türkei auf Rang 26, nach den Plätzen 32, 31, 33, 19, 27, 16, 27, 31, 11, 9, 9, 20, 15, 4 in den Jahren 2019 bis zurück in 2006.

Abschließend sei noch einmal ein Vergleich der Ergebnisse bei den einzelnen Aufgaben angefügt. Eine Gegenüberstellung der erreichten Resultate (in Prozent) aller IMO-Teilnehmer, der Schüler der besten 10 Mannschaften sowie der deutschen Mannschaft gibt Aufschluss darüber, wie unsere Schüler die Aufgaben relativ bewältigten, s. Tabelle 5. Leider erzielten wir bei den beiden schweren Aufgaben 3 und 6 nur zwei einzelne Punkte.

Ausblick

Auf der IMO 2016 in Hongkong bekam die USA den Zuschlag für die Olympiade 2021. Im April erfuhren wir, dass die USA ihre Bewerbung zurückgezogen haben, da die Finanzierung durch private Geldgeber pandemiebedingt nicht mehr zur Verfügung steht. Der neue Austragungsort wurde dann auf der virtuellen Siegerehrung am 28. September verkündet. Russland lädt nach St. Petersburg ein und hofft, dass im Sommer 2021 die Mannschaften anreisen können.

Für die Jahre danach sind gegenüber dem Planungsstand im Vorjahr keine Änderungen bekannt geworden, siehe Tabelle 6.

IMO Board

Aufgrund der außergewöhnlichen Situation wurden die anstehenden Wahlen auf 2021 verschoben, so dass im Web weiterhin die Zusammensetzung des Gremiums wie in Tabelle 7 angegeben ist.

IMO-Informationen

Für weitere Informationen zu mathematischen Schülerwettbewerben sei auf die Webseite www.mathematik-olympiaden.de verwiesen. Speziell zu den IMOs sind folgende Webseiten empfehlenswert:
www.imo-official.org
www.mathematik-olympiaden.de/moev/index.php/olympiaden/imo

Prof. Dr. Jürgen Prestin, Universität zu Lübeck, Institut für Mathematik,
Ratzeburger Allee 160, 23562 Lübeck
prestin@math.uni-luebeck.de

Jürgen Prestin ist seit 2000 Inhaber einer Professur für Mathematik an der Universität zu Lübeck.
Seine Forschungsschwerpunkte liegen in Approximationstheorie und Fourier-Analysis. Seit 2010 ist er
1. Vorsitzender des Mathematik-Olympiaden e. V. und seit 2015 Delegationsleiter der deutschen IMO-Mannschaft.

Die Aufgaben der 61. IMO 2020

1. Tag

1. Man betrachte ein konvexes Viereck $ABCD$. Der Punkt P liegt im Inneren von $ABCD$. Es gelten die folgenden Verhältnisgleichungen:

$$\sphericalangle PAD : \sphericalangle PBA : \sphericalangle DPA = 1:2:3 = \sphericalangle CBP : \sphericalangle BAP : \sphericalangle BPC.$$

Man beweise, dass sich die folgenden drei Geraden in einem Punkt treffen: die inneren Winkelhalbierenden der Winkel $\sphericalangle ADP$ und $\sphericalangle PCB$ sowie die Mittelsenkrechte der Strecke AB.

(Polen)

2. Die reellen Zahlen a, b, c, d erfüllen $a \geq b \geq c \geq d > 0$ und $a + b + c + d = 1$. Man beweise, dass

$$(a + 2b + 3c + 4d)\, a^a\, b^b\, c^c\, d^d < 1.$$

(Belgien)

3. Gegeben seien $4n$ Steine mit den Gewichten $1, 2, 3, \ldots, 4n$. Jeder Stein hat eine von n Farben, und es gibt vier Steine in jeder Farbe. Man zeige, dass die Steine so auf zwei Haufen verteilt werden können, dass die folgenden beiden Bedingungen erfüllt sind:

- Die beiden Haufen haben gleiches Gesamtgewicht.
- Jeder Haufen enthält zwei Steine jeder Farbe.

(Ungarn)

2. Tag

4. Es sei $n > 1$ eine ganze Zahl. An einem Berghang befinden sich n^2 Stationen, alle auf unterschiedlichen Höhen. Zwei Seilbahngesellschaften A und B betreiben jeweils k Seilbahnen; jede Seilbahn führt von einer der Stationen zu einer höhergelegenen (ohne Zwischenhalt). Die k Seilbahnen von A beginnen an k verschiedenen Punkten und enden an k verschiedenen Punkten, und wenn eine Seilbahn an einem höheren Punkt beginnt als eine andere, dann endet sie auch an einem höheren Punkt. Dieselben Bedingungen gelten auch für B. Wir sagen, dass zwei Stationen von einer Gesellschaft *verbunden* werden, wenn man von der niedrigeren Station ausgehend die höhere Station durch Fahrten mit einer oder mehreren Seilbahnen dieser Gesellschaft erreichen kann (keine anderen Bewegungen zwischen Stationen sind erlaubt).

Man bestimme die kleinste positive ganze Zahl k, für die man garantieren kann, dass es zwei Stationen gibt, die von beiden Gesellschaften verbunden werden.

(Indien)

5. Gegeben sei ein Satz von $n > 1$ Karten. Auf jeder Karte steht eine positive ganze Zahl. Der Kartensatz hat die Eigenschaft, dass für jedes Paar von Karten das arithmetische Mittel der Zahlen auf diesen Karten zugleich das geometrische Mittel der Zahlen auf einer Auswahl von einer oder mehreren Karten ist.

Für welche n folgt daraus, dass die Zahlen auf den Karten alle gleich sind?

(Estland)

6. Man zeige, dass es eine positive Konstante c gibt, für die die folgende Aussage zutrifft:

Es sei $n > 1$ eine ganze Zahl und $\mathcal{S}$ eine Menge von n Punkten in der Ebene, für die der Abstand zwischen je zwei verschiedenen Punkten aus $\mathcal{S}$ mindestens 1 beträgt. Dann gibt es eine Gerade ℓ, die $\mathcal{S}$ spaltet und für die jeder Punkt aus $\mathcal{S}$ mindestens den Abstand $cn^{-1/3}$ zu ℓ hat.

(Eine Gerade ℓ *spaltet* eine Punktmenge $\mathcal{S}$, wenn es eine Strecke zwischen zwei Punkten aus $\mathcal{S}$ gibt, die ℓ schneidet.)

Hinweis. Falls eine schwächere Aussage mit $cn^{-\alpha}$ anstelle von $cn^{-1/3}$ bewiesen wird, können abhängig vom Wert der Konstanten $\alpha > 1/3$ Punkte vergeben werden.

(Taiwan)

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

61. IMO 2020 – Länderübersicht (inoffiziell)

N	Land	P	G	S	B
1	Volksrepublik China	215	5	1	–
2	Russland	185	2	4	–
3	USA	183	3	3	–
4	Republik Korea	175	2	3	1
5	Thailand	174	2	3	1
6	Italien	171	2	3	1
	Polen	171	2	3	1
8	Australien	168	2	3	1
9	Vereinigtes Königreich	167	1	4	1
10	Brasilien	165	1	5	–
11	Ukraine	164	–	6	–
12	Kanada	161	3	1	2
13	Ungarn	160	3	–	3
14	Frankreich	154	1	3	1
15	Rumänien	152	1	2	3
16	Singapur	151	–	4	2
17	Vietnam	150	2	1	2
18	Georgien	149	1	2	2
	Islamische Republik Iran	149	1	3	2
	Japan	149	–	5	1
21	Israel	146	1	2	3
	Kasachstan	146	–	3	2
23	Taiwan	145	–	3	3
	Tschechische Republik	145	1	2	3
25	Serbien	144	1	2	2
26	Deutschland	140	–	3	3
	Türkei	140	–	2	4
28	Hongkong	139	–	3	3
29	Mongolei	135	1	2	1
	Niederlande	135	2	1	3
31	Spanien	133	–	2	4
32	Indonesien	130	2	–	2
	Kroatien	130	–	2	3
	Malaysia	130	1	2	2
35	Kolumbien	129	–	2	3
36	Peru	127	–	3	2
37	Armenien	126	–	2	3
38	Bangladesch	118	–	1	5
	Bulgarien	118	–	1	3
40	Schweden	117	–	1	4
	Slowakei	117	–	2	4
	Slowenien	117	1	1	1
43	Philippinen	113	1	–	2
44	Portugal	112	–	1	3
45	Mexiko	111	1	–	4
	Weißrussland	111	–	–	6
47	Neuseeland	102	1	–	2
	Syrien	102	–	2	1
49	Schweiz	100	–	–	4
50	Argentinien	99	1	–	2
	Belgien	99	–	1	3
52	Moldawien	97	–	2	2
53	Dänemark	95	–	–	3

N	Land	P	G	S	B
54	Litauen	94	–	–	3
55	Griechenland	86	–	–	4
56	Bosnien und Herzegowina	85	–	–	5
57	Estland	84	–	1	2
58	Norwegen	83	1	–	1
59	Saudi–Arabien	82	–	–	2
60	Finnland	81	–	1	1
61	Sri Lanka	77	–	–	3
	Südafrika	77	–	–	3
63	Macao	76	–	–	2
64	Ecuador	71	–	–	1
65	Aserbaidschan	66	–	–	1
	Österreich	66	–	1	1
67	Lettland	64	–	–	–
68	El Salvador (5)	61	–	–	1
69	Usbekistan	60	–	–	–
70	Irland	53	–	–	–
71	Tunesien	52	–	1	–
72	Nordmazedonien	51	–	–	–
73	Montenegro	50	–	1	–
74	Tadschikistan	47	–	–	–
75	Paraguay	44	–	–	1
76	Kirgisistan	42	–	–	1
77	Albanien	40	–	–	1
78	Kosovo	38	–	–	–
	Puerto Rico	38	–	–	1
80	Republik Zypern	36	–	–	–
	Uruguay	36	–	–	–
82	Pakistan	34	–	–	–
83	Venezuela (4)	33	–	–	–
84	Panama	32	–	–	1
85	Turkmenistan	31	–	–	–
86	Nigeria (5)	30	–	–	–
87	Uganda	29	–	–	–
88	Costa Rica	28	–	–	–
	Honduras (5)	28	–	–	–
90	Marokko	26	–	–	–
91	Myanmar	23	–	–	–
92	Island	22	–	–	–
93	Bolivien	21	–	–	–
	Ghana (5)	21	–	–	1
95	Chile	19	–	–	–
	Nicaragua	19	–	–	–
97	Irak	15	–	–	–
98	Tansania (4)	14	–	–	–
99	Trinidad und Tobago	13	–	–	–
100	Algerien (5)	5	–	–	–
	Botswana	5	–	–	–
102	Nepal	4	–	–	–
103	Luxemburg (2)	3	–	–	–
104	Kenia (5)	2	–	–	–
	Oman	2	–	–	–

Legende: N – Platzierung, P – Punktzahl, G – Anzahl der Goldmedaillen, S – Anzahl der Silbermedaillen, B – Anzahl der Bronzemedaillen. Jede Mannschaft bestand aus sechs bzw. der in Klammern angegebenen Anzahl von Schülerinnen und Schülern. Eine vollständige Mannschaft (sechs Personen) konnte maximal 252 Punkte erreichen.