



Drachen, Frisbees, Regentropfen

Ein Erfahrungsbericht vom International Young Physicists' Tournament

Natalie Müller



Wie aus Physik ein spannender und höchst anspruchsvoller Wettkampf werden kann, zeigt das International Young Physicists' Tournament (IYPT),¹⁾ das zuletzt im Juli 2003 im schwedischen Uppsala stattfand. Das deutsche Team gewann dort knapp vor Korea und Polen und erhält als Anerkennung bei der Physikertagung im März den Schüler-Preis der DPG.²⁾ Über die Vorbereitungen im „Trainingslager“ und den Verlauf des Turniers berichtet aus diesem Anlass Natalie Müller, die bereits zum zweiten Mal mit von der Partie war (Red.).

Wie muss man eine Frisbee-Scheibe werfen, damit sie möglichst weit fliegt? Wie bewegen sich Regentropfen auf einer Fensterscheibe? Wie misst man auf optischem Weg den Fettgehalt von Milch? Das sind nur einige Beispiele aus den insgesamt siebzehn Aufgaben, die beim IYPT 2003 zu lösen waren (s. Kasten). Mit normalen Klausuraufgaben haben diese Fragen wenig zu tun und durch bloßes Nachschlagen lassen sie sich ohnehin nicht lösen.

Mit der Auswahl der Aufgaben durch das IYPT-Komitee fällt im Oktober auch der Startschuss für die Vorbereitung der deutschen Mannschaft, die sich über mehr als ein halbes Jahr erstreckt. Daran beteiligt sind viele Schüler, die meisten kommen aus dem Kepler-Seminar in Stuttgart, der Physik-AG am Hans-Thoma-Gymnasium Lörrach und nicht zuletzt aus dem Schülerforschungszentrum (SFZ) in Bad Saulgau.

Jeder stürzt sich dabei auf seine Weise auf die Aufgaben: Anita lässt mit ihrem Team in Bad Saulgau kleine Stahlkugeln in unterschiedlichen Kammersternen springen und beobachtet die Clusterbildung, während Matthias Literatur durcharbeitet und entscheidende Theorieansätze findet. Damit werde ich später die Simulation zu dem Problem entwickeln, die so lange optimiert wird, bis sie mit Anitas Beobachtungen übereinstimmt. Hannah, Leonie,

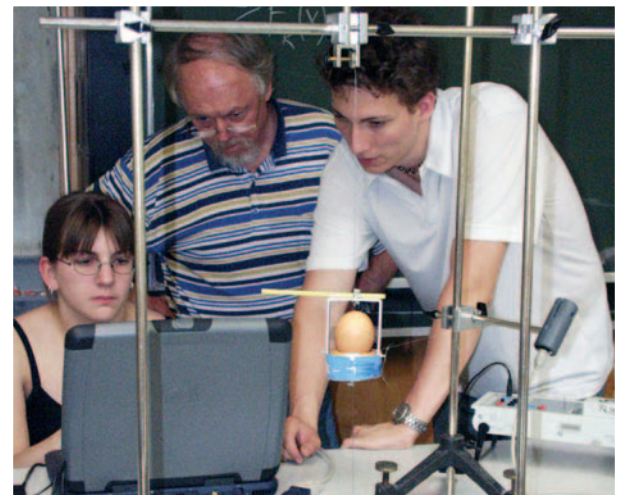
Kerstin und viele andere beobachten derweil genau, wie Wassertropfen auf Fensterscheiben fallen. Wie wirkt sich der Auftreffwinkel auf die Mäanderbildung aus? Und welchen Einfluss hat eine Verschmutzung der Scheibe? Diese Untersuchungen werden später ebenfalls entscheidend für die Simulation sein. In der Zwischenzeit hat Lars seine Theorie für die Frisbee-Scheibe schon fast fertig. Nur ob sie in der Praxis auch stimmt, weiß er noch nicht. Aber wir werden noch viel Gelegenheit haben, das zusammen auszuprobieren.

Alle Schüler, die an den IYPT-Aufgaben arbeiten, treffen sich ab Januar zu vier Wochenendseminaren in Stuttgart. Dort präsentieren die einzelnen Gruppen begeistert ihre Ergebnisse, es ist Zeit, die Probleme weiter zu diskutieren, Ideen auszutauschen und weitere Vorgehensweisen zu planen. Es gibt viel zu tun: Die Programmier-Experten überlegen sich, wie sie die Streuung in einer Polyethylen-Folie berechnen können oder die Konvektion in einem mit Wasser gefüllten Topf, der von oben oder unten mit Eis gekühlt wird. In einer anderen Ecke versuchen die Theoretiker einen ominösen Knick in einer Temperaturkurve von flüssiger Cola zu erklären, die sich bereits seit Stunden im Tiefkühlschrank befindet. Darüber vergessen viele ganz die Zeit, von der sowieso nie genug vorhanden ist. Oft haben wir deshalb die Nacht im Wohnheim auf der Couch verbracht. Das mag Außenstehende manchmal wundern, uns fällt das jedoch gar nicht mehr auf.

Die heiße Phase beginnt

Ungefähr zwei Monate vor dem Turnier ist es dann so weit: Die Teamleader Rudolf Lehn (SFZ) und Bernd Kretschmer (Lörrach) bestimmen die fünf Mitglieder der Mannschaft: Lars, der über die Internationale Physik-Olympiade vom SFZ und dem IYPT erfahren hat, Dominik und Benny vom SFZ, sowie Alex und ich von der Physik-AG Lörrach gehören dazu. Eifrig werden die insgesamt siebzehn Aufgaben verteilt, die jeder von uns übernehmen

wird. Trotzdem werden wir eng zusammenarbeiten und uns gegenseitig helfen. Denn schließlich kann nicht jeder alles, und so sucht z. B. Lars, der Zugang zur Uni-Bibliothek Stuttgart hat, Literaturstellen für alle, Alex macht die Messungen für mein „Pot and Ice“-Projekt, während ich mit dem Video-Schnitt für



Dominiks fallenden Schornstein beschäftigt bin. Vieles machen wir gemeinsam, wie die Experimente oder wenn es darum geht, die „Reports“, also die Präsentationen der Ergebnisse, zu entwickeln und zu üben. Aber auch das ganze SFZ hilft mit: Die jüngeren Schüler bearbeiten die Projekte weiter für Jugend forscht oder Facharbeiten, so dass wir hier auf vieles zurückgreifen oder auch Experimente abgeben können.

Patrick steht schon bereit als wir eintreffen – er will endlich für das Prometheus-Problem mit dem Bohrer Feuer machen. Und auch von der anderen Seite kommt Hilfe: Bernd hat unter anderem in seinem Urlaub eine Menge Papier für die Mathematik zum „Drachen-Problem“ verbraucht. Mit ihm, Rolf, Patrick und Bastian haben wir starke Verbündete: von den „Ehemaligen“ kann man nicht nur fachlich viel lernen, sondern sie haben auch viel Erfahrung was das Turnier selbst angeht.

Im Abstand von ein oder zwei Wochen trifft sich die Mannschaft meistens im Schülerforschungszentrum in Bad Saulgau zur Bespre-

1) Die beiden Reiter im Titel zeigen das offizielle Logo des IYPT, s. auch www.iypt.org.

2) s. auch S. 62/63 in diesem Heft

Wie ändert sich eigentlich die Viskosität von Eiern in Abhängigkeit von der Kochzeit? Dieser Frage gehen Natalie und Lars zusammen mit Bernd Kretschmer, einem der beiden Teamleiter, mithilfe eines selbstgebauten Torsionsviskosimeters nach. (Foto: R. Lehn)

Natalie Müller studiert inzwischen Physik in Heidelberg.

chung der Probleme und der noch ausstehenden Experimente. Die Tage im SFZ genießen einen legendären Ruf: überall in den Physik- und Chemieräumen werden verschiedenste Experimente aufgebaut, es wird gemessen und gefilmt, Bücher und Computer ausgebreitet, die Tafeln vollgerechnet. Die Sammlungen stehen uns zur freien Verfügung, teurere Geräte, wie zum Beispiel eine Infrarot-Kamera oder einen besonderen Drucksensor bekamen wir von der Universität Ulm oder der Firma Leybold geliehen, was sonst noch fehlte, wurde gekauft. Die finanzielle Unterstützung spielt also durchaus eine große Rolle, denn neben der wunderbaren Ausstattung die uns zum Beispiel mit Laptops und dem Messsystem Cassy zur Verfügung

steht, müssen wir auch für die Fahrtkosten nicht selbst aufkommen. Die Voraussetzungen sind also optimal.

Ein paar Räume weiter werden mittlerweile im Abstand von ein paar Sekunden die Eier, deren viskose Eigenschaften wir in Abhängigkeit von ihrer Kochzeit untersuchen sollen, gekocht. Anschließend kühlen wir diese im Eisbad ab, damit die Eier wieder Zimmertemperatur bekommen und wir in einem selbstkonstruierten Torsionsviskosimeter ihre Frequenz und Dämpfung messen können. Dabei haben die Eier alle dieselbe Größe. Kein Wunder, haben wir doch Herrn Lehn kurzerhand mit der Schieblehre in den Supermarkt geschickt. Die dortigen Verkäufer hielten ihn wohl eher für einen Vertreter des Wirtschaftskon-

trollidienstes als für einen Physiklehrer und zeigten sich besonders zuvorkommend. Den Spiritus, der uns beim Versuch mit Blasen, die durch eine Grenzschicht aufsteigen, ausgegangen ist, hat er auch gleich mitgebracht. In der Zwischenzeit haben wir in der Chemiesammlung auch die geeignete Farbe entdeckt, um die eine Phase optimal anzufärben. Nun können wir wunderbar sehen, was genau mit der beim Blasenauftieg transportierten Flüssigkeit geschieht. Neben dem Abzug steht ein riesiges wassergefülltes Aquarium, in dem wir Wirbelringe mit kleinen selbstgebauten Wirbelkanonen und mit Tinte angefärbtem Wasser erzeugen und gleich auf Videokamera festhalten. Plötzlich lässt uns ein Schrei aus dem Nebenraum

Aufgaben des IYPT 2003

► 1. Motion of a kite

On windy days one can see kites flying in the wind. Often, one-string kites move on a stable track, which looks like a number 8. Why does a kite move in such a way? Are there other stable tracks?

► 2. Water drops

Investigate and explain the movement of raindrops on a window pane.

► 3. Transparent film

If you cover printed text with a piece of transparent polyethylene film you can still easily read it. As you gradually lift up the film, the text becomes increasingly blurred and may even disappear. Study the properties of the film. On what parameters of the film is the phenomenon based?

► 4. Bright spots

Blow a soap bubble and allow it to rest on a liquid surface or a glass plate. When illuminated by sunlight, bright spots can be observed on the bubble. Investigate and explain the phenomenon.

► 5. Bubbles at an interface

Certain liquids can be layered one above the other with a sharp interface between them. If the surface tensions of the liquids are different, then an interesting phenomenon can be observed. Blow bubbles of different sizes into the lower liquid and observe their behaviour near the interface. Investigate and explain the phenomenon.

► 6. Freezing soft drinks

On opening a container of cold

soft (carbonated) drink the liquid inside sometimes freezes. Study the relevant parameters and explain the phenomenon.

► 7. Oscillating box

Take a box and divide it into a number of small cells with low walls. Distribute some small steel balls between the cells. When the box is made to oscillate vertically, the balls occasionally jump from one cell to another. Depending on the frequency and the amplitude of the oscillation, the distribution of the balls can become stable or unstable. Study this effect and use a model to explain it.

► 8. Heat engine

Construct a heat engine from a U-tube partially filled with water (or another liquid), where one arm of the tube is connected to a heated gas reservoir by a length of tubing, and the other arm is left open. Subsequently bringing the liquid out of the equilibrium may cause it to oscillate. On what does the frequency of the oscillation depend? Determine the pV diagram of the working gas.

► 9. Falling Chimney

When a tall chimney falls it sometimes breaks into two parts before it hits the ground. Investigate and explain this.

► 10. Tungsten lamp

The resistance of the tungsten filament in a light bulb shows a strong temperature dependence. Build and demonstrate a device based on this characteristic.

► 11. Light scattering

Construct an optical device for measuring the concentration of non-soluble material in aqueous colloid systems. Use your device to measure the fat content of milk.

► 12. Boiled egg

Construct a torsion viscometer. Use it to investigate and explain the differences in the „viscous“ properties of hens' eggs that have been boiled to different extents.

► 13. Electro-osmosis

Develop a device that will drain wet sand, with the aid of an electrical voltage but without significant heating.

► 14. Rotating disk

Find the optimum way of throwing a „frisbee“ as far as possible. Explain your findings.

► 15. Vortices

Make a box that has a hole in its front wall and a membrane as its back wall. Hitting the membrane creates a vortex that propagates out from the hole. Investigate the phenomenon and explain what happens when two vortices interact.

► 16. Pot and ice

It is sometimes argued that to cool a pot effectively one should put ice above it. Estimate to what extent this is more effective than if the ice is put under the pot.

► 17. Prometheus problem

Describe and demonstrate the physical mechanism, based on friction, which allowed our ancestors to make fire. Estimate the time needed to make fire in this way.

beim Experimentieren aufschrecken: Die „magische Glühlampe“ in der selbstgebauten Schaltung hat zum ersten Mal geleuchtet – von einem Feuerzeug angezündet. In einem anderen Raum wird nach Art unserer steinzeitlichen Vorfahren mit einem Holzstab, der in einen Bogen eingespannt ist und wie ein Bohrer hin- und hergedreht wird, Feuer gemacht – es raucht und riecht schon ziemlich verbrannt.

Wie so oft sehen wir am Morgen die Sonne aufgehen, bevor wir es uns für drei Stunden Schlaf im Physik-Saal unter der Tafel bequem

das eigentlich funktioniert. Dafür waren die Besuche beim Milchwerk der Allgäu-Käsereien sehr informativ. Hier wollten wir wissen, wie der Fettgehalt der Milch in der Industrie bestimmt wird und einige Standardlösungen zum Kalibrieren messen lassen.

Professor Herminghaus von der Universität Ulm ging mit uns kurzerhand in den Wald, um Spinnen zu fangen und der Frage nachzugehen, wie die Perlen auf Spinnfäden entstehen. Oft ergeben sich aus solchen Begegnungen längere Kontakte. Herrn Herminghaus ließ



Das deutsche Schülerteam bespricht die Taktik für die nächste Runde: Lars Boyde, Natalie Müller, Alexander Zöllner, Benjamin Obert und Dominik Schmid-Lorch. (Foto: R. Lehn)

Ein überzeugender Vortrag ist beim IYPT besonders wichtig, dafür besuchten die deutschen Teilnehmer sogar ein Rhetorikseminar. Hier präsentieren Alexander und Lars dem kritischen Opponenten ihre Ergebnisse. (Foto: Teddy Törnlund)



machen. Ein fröhlicher Herr Lehn weckt uns, mit der Kaffeemaschine unter dem einem und dem Inhalt seines Kühlschranks samt Brötchen unter dem anderen Arm. Und so können wir uns frisch gestärkt wieder an die Arbeit machen.

Spinnen in der Uni

Weiter geht es zu Terminen mit Professoren an Universitäten oder Experten aus der Wirtschaft. Stets begegnet man unserer Arbeit mit großem Interesse und hilft uns bereitwillig weiter. Es ist kein Problem, mit der Wirbelkanone Rauchringe durch den Hörsaal der Uni Ulm zu schießen oder einfach mal mit einer Gruppe von Elektrotechnikern zu reden, weil wir feuchten Sand ohne Hitzeentwicklung trocknen sollen und noch entscheidende Tipps brauchen. Denn selbst die Firmen, die Geräte zur Trockenlegung von Mauerwerk verkaufen, konnten uns nicht lückenlos erklären, wie

jedenfalls das Spinnfädenproblem vom IYPT 2002 nicht mehr los; er wollte es genauer wissen. Und so wurde die Frage nach den Spinnfäden in intensiver Zusammenarbeit mit der Uni Ulm zu einem Jugend forscht-Projekt.

Teamwork mit Taktik

Doch das Turnier rückt schon in greifbare Nähe, schnell werden die letzten Overhead-Folien gedruckt und dann ist es auch schon soweit. Den Flug von Frankfurt nach Stockholm können wir nicht so recht genießen, denn aufgeregt müssen wir doch noch rasch ein paar Diagramme der Intensitätsverteilung bei der Lichtstreuung an den Fettmolekülen der Milch verschönern. Endlich in unserer Unterkunft im wunderschönen Park des Schlosses Wik etwas außerhalb der Universitätsstadt Uppsala angekommen, wird sofort eines unserer Zimmer als Arbeitszimmer hergerichtet:

Bücher und Ordner werden ausgepackt, Beamer aufgestellt und der erste darf anfangen, einen Vortrag zu halten. Die halbe Nacht wird an noch nicht ganz ausgereiften Präsentationen gefeilt, werden Reports geübt, Details besprochen und spezielle Folien als Antwort auf Fragen vorbereitet, die von einem anderen Team oder einem Juror gestellt werden könnten.



Die kritische IYPT-Jury bei der Abstimmung im Final-Fight zwischen den Teams aus Polen, Südkorea und Deutschland. (Foto: Teddy Törnlund)

Bei der Eröffnungsfeier war die Konstellation für den ersten Fight per Los gezogen worden: Wir werden zunächst auf das österreichische, das mexikanische und das ungarische Team stoßen. Welches Problem sollen wir vom ungarischen Team fordern, wenn wir an der Reihe sind? Und was sollen wir machen, wenn die mexikanische Mannschaft möchte, dass wir das Drachen-Problem vortragen? Denn die Frage, warum ein „Einleiner“-Drachen manchmal eine Acht fliegt, konnten wir nicht richtig beantworten. Zwar haben wir wunderschöne Videos von dieser Acht und können die Form qualitativ beschreiben, aber die Kräfte und Drehmomente aufzustellen und damit eine Simulation zu programmieren, welche die Experimente bestätigt, ist uns in diesem Fall nicht gelungen. Wir beschließen, dieses Problem abzulehnen, sollte es gefordert werden. Drei Probleme darf man im ganzen Turnier ohne Strafpunkte sowieso ablehnen und manchmal kann es besser sein, auf einen guten Report zu warten statt einen schlechten vorzutragen.

Gute Fragen, schlechte Fragen

Am nächsten Morgen, als die Mannschaften in Uppsala auf den ersten Fight warten, ist die Atmosphäre deutlich gespannt. Jedes Team hat Angst, nicht genügend vorbereitet zu sein und versucht in letzter Sekunde, eine Formel herzuleiten

oder der Präsentation noch eine Folie hinzuzufügen. Für viele, die neu dabei sind, ist der erste Fight besonders spannend und auch etwas beängstigend: Man ist den etwas komplizierteren Ablauf nicht gewöhnt, alles muss klappen, und jeder hofft, dass die Konkurrenten keine böse Frage stellen, auf die man im Eifer des Gefechts keine Antwort weiß.

In jedem Fight treffen drei Teams aufeinander, die wechselnde Rollen einnehmen. Der so genannte „Opponent“ fordert das Team des „Reporters“ zu einem Problem heraus. Wir haben nur eine Minute, um zu entscheiden, ob wir den Vortrag zu diesem Problem halten wollen oder doch eher ablehnen. Darüber haben wir natürlich schon im Vorfeld nachgedacht.

Die erste Forderung im Turnier traf prompt voll ins Schwarze: Eines unserer „Löcher“ ist gefunden und wir lehnen ab. Glücklicherweise möchten wir nur zwei Reports nicht vortragen, und sind damit nicht gefährdet. Doch sogleich haben wir umso mehr Glück: Die Mexikaner fordern Aufgabe Nr. 8 „Heat Engine“ – dies wird später sogar unser „final report“ in der Abschlussrunde werden.

Der Laptop wird schnell hochgehoben und an den Beamer gehängt, die Overhead-Folien werden schon für den Notfall bereitgelegt, die Präsentation ebenso wie das englische Fachwörterbuch werden geladen, so dass wir schnell ein Wort nachschlagen können, sollte später eine Frage kommen, die wir nicht verstehen. Alles ist bereit, der Vortrag kann beginnen. Lange geübt läuft alles reibungslos, die zwölf Minuten Vortragszeit können wir genau einhalten. Neben uns läuft eine große Uhr, deren Farben anzeigen, wie viel Zeit wir noch haben. Auf deren Einhaltung achtet der Chairman of the Board sehr genau. Der Opponent hat nun zwei Minuten Gelegenheit, Fragen zum Report zu stellen. In seinem fünfminütigen Opponent-Vortrag versucht er dann, unseren Report zu bewerten, indem er Vor- und Nachteile herausstellt. Wir sind froh, denn der Opponent hat viele positive Punkte gefunden. Auf die negativen Anmerkungen können wir dann in der anschließenden zehnminütigen Diskussion genau eingehen, wo wir die eigene Vorgehensweise erklären und verteidigen, wobei wir auch die Vorschläge des Opponenten diskutieren. Anschließend kommt das

dritte Team, die „Reviewer“, zum Zug. Seine Aufgabe ist es, den Fight zu bewerten, also die Leistung der Reporter und der Opponenten sowie ihr Zusammenspiel. Er ist etwas kritischer mit uns, aber in den „Concluding Remarks“ haben wir noch einmal Gelegenheit, uns ins rechte Licht zu rücken. Die Fragen der Jury meistern wir auch, und eine Minute später halten die Jurymitglieder wie im Eiskunstlauf Noten von Null bis Zehn nach oben – wir haben die Runde gewonnen. Ein Aufatmen am Tisch, wir sind etwas entspannter. Doch bereits nach fünf Minuten geht es weiter in die zweite Runde. Diesmal sind wir Opponent.

Insgesamt gibt es fünf solche Physics Fights. Jeden Abend sieht man Gruppen von Schülern durch den Schlosspark laufen, hinunter zur Kantine. Denn hier ist das Ranking ausgehängt, das sich während der Turniertage oft ändert. Zu guter letzt haben wir nach fünf ebenso anstrengenden wie spannenden Tagen das Finale erreicht. Drei Teams treffen im letzten großen Fight zusammen, dessen Ausgang erwartungsgemäß sehr knapp ausfällt.

Sehr interessant im Verlauf des Turniers ist es, die Lösungen der anderen Teams zu sehen. Schließlich haben wir lange Zeit an den Problemen gearbeitet und andere Teams sind möglicherweise ganz anders an das Problem herangegangen, haben andere Aspekte berücksichtigt oder auch ähnliche Erfahrungen gemacht. Leider kann man sich erst nach dem Finale über Inhaltliches unterhalten, da zuvor möglichst nichts von der eigenen Lösung zu den gegnerischen Teams durchdringen sollte. Nichtsdestotrotz hatten wir viel Kontakt zu den anderen Teilnehmern, vor allem durch das Kulturprogramm, das bei jedem IYPT begleitend vom gastgebenden Land angeboten wird. In jedem Fall gibt es genug Gelegenheit, sich mit Schülern und Lehrern über alles Mögliche zu unterhalten und Freundschaften zu schließen. Nicht selten trifft man dann Bekanntschaften das nächste Jahr wieder. Denn das ist nicht nur bei der deutschen Mannschaft ein verbreitetes Phänomen: wer einmal dabei war, kommt auch gerne wieder.

*

Ich danke Lars Boyde und Rolf Kappl für die Verbesserungsvorschläge und Kommentare zu diesem Artikel.