

10 Jahre AYPT

Knifflige physikalische Probleme – Motor für stets aufs Neue fesselnde Faszination

Brigitte Pagana-Hammer

Im April 2008 feierte das „Österreichische Turnier junger Physiker“ (AYPT) sein zehnjähriges Bestehen in festlichem Rahmen, aber mangels finanzieller Möglichkeiten ohne Highlights. 1998 nahm Österreich erstmals am internationalen Turnier junger Physiker, dem IYPT (International Young Physicists' Tournament), in Donaueschingen teil. 1999 wurde in Wien erstmals ein nationaler Bewerb ausgetragen. Jubiläen sind gewöhnlich ein Anlass zurückzublicken und die Rezepte des Erfolges einer Organisation gebührend hervorzuheben.

Sicher kann man auf die vielen Erfolg versprechenden Ideen und die durchdachten Strukturen verweisen, die das Überleben dieses einzigartigen Wettbewerbs in Österreich von Beginn an ermöglichten und ihm zu immer größerer Verbreitung und Beliebtheit bei den in- und ausländischen Teilnehmern verhelfen. Die strenge Orientierung am Regelwerk des IYPT, die Internationalität, damit verbunden die Austragung in englischer Sprache sowie übernationales Benchmarking und nicht zu letzt die Organisation einer schul- und länderübergreifender Zusammenarbeit sind nur einige Faktoren für den Erfolg. Das alles kann jedoch nicht über die enormen Schwierigkeiten hinwegtäuschen, denen die Organisation ständig gegenübersteht. Weder der Verein, der diesen Wettbewerb betreut, noch der Event selbst erfreuen sich regelmäßiger Subventionen von öffentlicher Hand oder gesicherter Eingänge von Seiten privater Sponsoren. Zudem engen die hohen Ansprüche, welche die Vorbereitung der Teams an die Schülerinnen und Schüler genauso wie an ihre Betreuer stellt, den Kreis der Interessenten ein. Angesichts dieser ständigen Schwierigkeiten, stellt sich die Frage: Zehn Jahre – wie ist das möglich?

Eines der Erfolgsgeheimnisse sind zweifelsohne gerade die anspruchsvollen, offenen Aufgabenstellungen und deren für das Turnier notwendige streng wissenschaftliche Bearbeitung. Zwar werden der enorme Arbeitsaufwand, den die 17 Aufgaben mit sich bringen, und das eindeutig über die schulischen Anforderungen hinausgehende physikalische Wissen, das zur Bearbeitung der Probleme notwendig ist, im In- und Ausland immer wieder kritisiert. Es ist auch nicht zu leugnen: das Turnier junger Physiker ist Begabungs- und Interessensförderung auf höchstem Niveau. Erstaunlich ist

Brigitte Pagana-Hammer ist Lehrerin für Physik und Mathematik an einer Wiener AHS. Sie ist Vizepräsidentin des Vereins „AYPT Forschungsforum junger Physiker“ und setzt sich seit seinem Entstehen im Jahr 1999 für die Durchführung und Verbreitung des Young Physicists' Tournament in Österreich ein. Seit 2000 gehört sie dem IOC des IYPT an und ist seit 2006 Mitglied des Executive Committee des internationalen Wettbewerbs.

dabei jedoch, dass Schülerinnen und Schüler häufig erst durch die Teilnahme ihre Begabung für Physik entdecken. Sie nehmen aus den unterschiedlichsten Motiven am Wettbewerb teil: Einmal selbständig experimentieren zu dürfen, die Zugehörigkeit zu einer Gruppe, zu der oft Freunde und Mitschülerinnen und Mitschüler gehören, deren Mitglieder aber auch aus anderen Schulen kommen, und die sich, wie in Wien, an der Universität trifft, sowie die Aussicht, als Vertreter Österreichs am internationalen Bewerb an attraktiven Austragungsorten teilnehmen zu können, werden als Motive genannt. Haben Schülerinnen und Schüler einmal am Turnier teilgenommen, so kommt es nur selten vor, dass sie ohne gewichtige Gründe im folgenden Jahr nicht mehr dabei sind. Und selbst jene, die die Schule bereits verlassen haben, stehen dem AYPT noch lange als Mitarbeiter und Betreuer zur Verfügung. Neben einem tieferen Verständnis für naturwissenschaftliche Probleme nehmen alle Teilnehmer Erfahrungen mit, die heute gerne unter dem Begriff Soft Skills subsumiert werden, und die ihnen auch dann unleugbare Vorteile verschaffen, wenn sie sich letztlich für eine ganz andere berufliche Laufbahn entscheiden. Allerdings ist die Quote jener Teilnehmer und da vor allem der Teilnehmerinnen extrem hoch, die nach der Matura Physik oder zumindest eine andere naturwissenschaftliche Studienrichtung wählen.

Offenbar haben die schwierigen Beispiele auf die Teilnehmer keine abschreckende Wirkung, sondern werden eher als willkommene Herausforderung wahrgenommen. Das zeigt sich deutlich, wenn nach Ende des internationalen Wettbewerbs die Beispiele für das kommende Jahr bekannt gegeben werden. Unmittelbar nach Beendigung des IYPT tritt das IOC (International Organizing Committee) zusammen und wählt die Beispiele aus einem schon vorher, in einem komplizierten Verfahren zusammengestellten Pool von rund 40 Aufgabenstellungen aus. Kaum ist die Sitzung zu Ende, laufen bereits die Telefone heiß, denn die Teilnehmer wollen möglichst rasch die Aufgaben des kommenden Wettbewerbs erfahren, um mit der Vorbereitung für das nächste Jahr ja nur rechtzeitig beginnen zu können.

Oft wird gefragt, wer eigentlich diese Exzentriker sind, die sich solche Aufgaben ausdenken. Genau ist diese Frage nicht zu beantworten. Zumeist sind es Physiker, die in irgendeiner Weise mit dem Turnier in Kontakt stehen, deren Identität aber auch den Mitgliedern des IOC nicht immer bekannt ist, da die Beispiele im Allgemeinen von den teilnehmenden Nationen gesammelt und eingesandt werden. Bei der endgültigen Auswahl der Fragen wird selbstverständlich berück-

sichtigt, dass die Bearbeitung von Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden kann. Gefährliche Experimente scheiden von vorn herein aus. Auch sollte im Wesentlichen die Ausstattung einer guten physikalischen Sammlung für den Aufbau der Experimente und die Durchführung der notwendigen Messungen ausreichen. Ferner müssen die Aufgaben unabhängig von den Bedingungen in den Heimatländern der Teilnehmer durchführbar sein. Darüber hinaus zählt, was die Vertreter der teilnehmenden Länder im IOC spannend finden, und worauf sie sich schließlich einigen können. Dabei wird auch an der korrekten und eindeutigen Formulierung der Beispiele oft lange gefeilt. Dass es dabei heiße Diskussionen gibt, lässt sich nachvollziehen.

Wie so ein typisches Beispiel aussieht, soll im Folgenden an Hand des Beispiels „Investigate the motion of falling winged seeds such as those of a maple tree“ dargestellt werden. Die eindeutig fächerübergreifende Fragestellung, die viele der IYPT-Beispiele auszeichnet, macht schon die Recherche schwierig. Die ohnehin nicht sehr umfangreiche Literatur erschien hauptsächlich in botanischen Veröffentlichungen, in denen das physikalische Problem, wie die charakteristische Bewegung dieser geflügelten Samen zustande kommt, eher im Hintergrund steht. Eine allgemein anerkannte Erklärung steht bis heute aus. Experimente, die in IYPT-Präsentationen einen wesentlichen Bestandteil darstellen, sind nur spärlich dokumentiert. Dafür wurde eine Vielzahl verschiedener Arten von geflügelten Samen vorgestellt. Damit ergab sich das Problem: Welche Samen können sinnvoller Weise herangezogen werden? Können außer den Samen des Ahorns auch andere Arten Aufschluss über das Flugverhalten geben? Um die richtige Auswahl zu treffen, muss man sich Klarheit über die relevanten Parameter verschaffen, was bei der Vielzahl von unterschiedlichen Samenformen kein Leichtes ist.

Der Salzburger Ansatz war daher: Die Beobachtung in der Natur sollte helfen. Neben der Beobachtung verschiedenster Samenarten wurden viel versprechende Messungen durchgeführt wie die Bestimmung der Flugweite in Relation zur Flughöhe, was bei stark variierenden Rahmenbedingungen und beschränkter Zahl vergleichbarer Messungen in der freien Natur freilich in die Irre führt. Trotzdem zeigt das Vorgehen bereits die Kreativität und die grundsätzlich korrekte wissenschaftliche Annäherung an die Fragestellung. Es zeigt, dass unsere Schülerinnen und Schüler auch diffizile Probleme selbständig in Angriff nehmen können, wenn sie den entsprechenden Anreiz dazu bekommen. War das Team anfänglich der Verführung erlegen, der Vielfalt der Möglichkeiten in einer eindrucksvollen Präsentation zu viel Raum zu geben, gelang bei der zweiten Bearbeitung ein entscheidender Fortschritt: Der grundlegende Mechanismus der Rotation der Ahornsamen wurde einer genaueren Prüfung unterzogen. Dabei wurden die asymmetrische Lage des Schwerpunktes am Ende des Flügels und die Reduktion der Fallgeschwindigkeit mit zunehmender Fallzeit als Charakteristika der Bewegung erörtert.

Aus didaktischer Sicht ist dieses kritische Überdenken der eigenen Vorgangsweise und das Herausarbeiten einer tragfähigen Hypothese ein Lernvorgang, der wohl nur bei dieser

Form des forschenden Lernens zu erzielen ist. Es zeichnet die IYPT-Beispiele aus, dass mangels gesicherter Antworten selbständig Arbeitsansätze gefunden, Hypothesen aufgestellt und gegebenenfalls mehrfach revidiert werden müssen. Dabei wird Wissen, in diesem Fall über Rotationsprozesse, zum Zweck der wissenschaftlichen Argumentation gezielt angeeignet. Die oft beklagte Kluft zwischen Fakten- und Anwendungswissen wird so von selbst überbrückt. Bei der Rotation von Ahornsamen wirken in überaus komplexer Weise zahlreiche Parameter wie Größe und Form der Samen, ihre Masse und deren Verteilung, die auftretenden Winkel, Geschwindigkeit und Luftwiderstand zusammen. Daher überlagern sich mehrere Bewegungsvorgänge. Diese Komplexität schult das Abstraktionsvermögen und den analytischen Verstand der Schülerinnen und Schüler. Zudem wurden die Beobachtung der komplizierten Flugbahnen im Experiment und die Beschreibung der auftretenden Kräfte zur Herausforderung, bei der das Team seine Kreativität und Geschicklichkeit unter Beweis stellen konnte.

Die Variation der wesentlichsten Parameter erfolgte in drei Schritten, indem bei konstanten äußeren Bedingungen der Flug eines echten Samens mit dem Flug von anderen Körpern ähnlicher Form verglichen wurde. Zum Vergleich wurden Papiermodelle in verschiedenen Größen, eine Rasierklinge und eine Feder herangezogen und mittels Videoanalyse vermessen (Abb. 1, 2, 3).

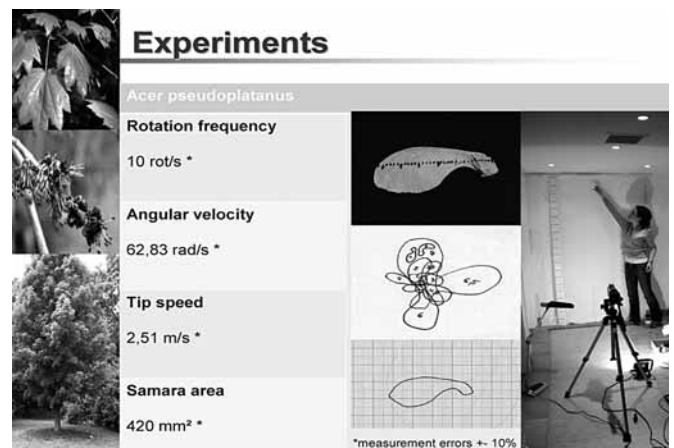


Abb.1

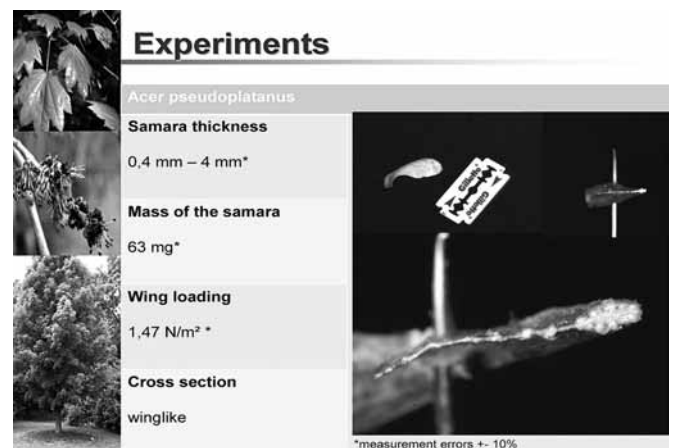


Abb.2

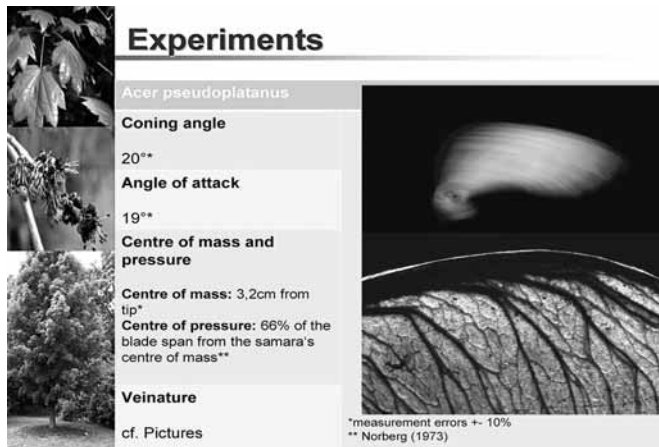


Abb. 3

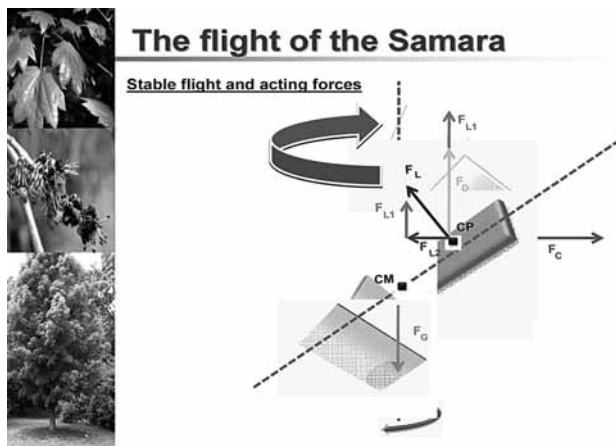


Abb. 4

Dem Studium der wirkenden Kräfte und der Berechnung der theoretisch daraus resultierenden Endgeschwindigkeit diente ein vereinfachtes Papiermodell (Abb. 4). Letztlich wurde die Sinkgeschwindigkeit bei stabilem Flug berechnet, deren geringer Wert ja den Samen ihre weite Verbreitung ermöglicht. Der berechnete Wert der Endgeschwindigkeit von 0,83 m/s zeigte gute Übereinstimmung mit den tatsächlich gemessenen Werten zwischen 0,9 und 1,2 m/s. Beobachtungen der mit diesen Werten zu erzielenden Distanzen in der Natur, Messungen mit einem selbstgebauten überdimensionalen Modell eines Ahornsamens im Freien und der Vergleich mit anderen Flugsamen ergänzten die österreichische Präsentation für das IYPT 2008 in Trogir (Kroatien). Dabei fehlte auch der abschließende Hinweis nicht, dass durch den beschriebenen Mechanismus das Ziel der Evolution, den Samen zu maximaler Verbreitung zu verhelfen, bestens erreicht wurde.

Es gelang dem Team also mit kreativen experimentellen Lösungen und unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden zu erstaunlichen Resultaten zu gelangen. Das Phänomen ist eine allseits bekannte Erscheinung, die wir als selbstverständlich hinnehmen. Schon die erste nähere Beobachtung der Ahornsamen zeigte, dass die Bewegung eindrucksvoll und überraschend ist: Auf einen Sturzflug folgt ziemlich bald ein langsamer Sinkflug bei hoher Rotationsgeschwindigkeit. Die regelmäßige, ästhetische Bewegung wirft automatisch die Frage auf: Wie macht das die Natur? Wie gelingt es dem Samen, diese äußerst komplizierten Bewegungsfiguren zu

organisieren? Womit wir bei der grundsätzlichen Frage nach der Selbstorganisation von Systemen angelangt sind.

Dieser Bezug zu übergeordneten Prinzipien, den junge Leute oft nicht explizit herstellen, zeichnet viele IYPT-Beispiele aus. Die vordergründige Beschäftigung mit der rein physikalischen Perspektive führt zu Erkenntnissen, die weit über den fachspezifischen Lernprozess hinausgehen. Die grundsätzliche Bedeutung eines Phänomens für die komplexen Zusammenhänge in der Natur und in der Technik wird an Hand von zunächst unspektakulären Details aufgerollt. Durch das Studium des Details erhalten die Schülerinnen und Schüler Einblick in die vielfältigen Vernetzungen der Natur. Diese Zusammenhänge ziehen sie in ihren Bann, machen sie neugierig und lassen sie der Sache auf den Grund gehen, mag es auch noch so schwierig und mühevoll sein.

Die Bewegung des Ahornsamens erfüllt nicht nur das Ziel, Neugierde zu erzeugen, ausgezeichnet. Es hat sich allerdings auch unter anderen Aspekten als ein spannendes Forschungsobjekt erwiesen. Denn die Bearbeitung der IYPT-Beispiele erfordert neben dem Forschergeist auch noch Erfindungsreichtum. Je komplexer das Problem wird, umso spannender ist seine Bearbeitung. Die meisten Menschen, vor allem aber gerade Kinder und Jugendliche, finden ein besonderes Vergnügen am Lösen kniffliger Probleme, und zwar umso mehr, wenn damit praktische Umsetzungen verbunden sind. Es geht darum zu zeigen, dass man mit Hilfe von scharfem Denken und unter Einsatz von Wissen und Geschicklichkeit eine richtige Lösung finden kann. Der Versuch, den Mechanismen der Natur auf die Schliche zu kommen ist nichts anderes. Die im IYPT geforderte theoretische und experimentelle Bearbeitung kommt genau diesem Bedürfnis, spannende Denkaufgaben mit der Praxis zu verbinden, entgegen. Dass man die Resultate dann auch noch im Wettbewerb Gleichgesinnten präsentieren und mit diesen diskutieren kann, fügt dem eine wichtige, dem Lernprozess förderliche soziale Komponente hinzu, die dem Mitteilungsbedürfnis des Menschen entgegen kommt. Genau das ist das Geheimnis der IYPT-Beispiele. Sie wecken Neugierde und Forschergeist, sprechen den Spieltrieb des Menschen an und fördern außerdem noch das soziale Miteinander. Betrachtet man Lernen und Forschen aus dieser Perspektive, treten an die Stelle von Mühe, Langweile und Isolation Freude, Spannung und Kommunikation. Dieses Erfolgsrezept des AYPT lässt sich leider nur beschränkt auf den Schulunterricht übertragen. Umso wichtiger erscheint es, Schülerinnen und Schülern auch weiterhin trotz aller widrigen Umstände und Schwierigkeiten die Möglichkeit zu geben, an diesem einzigartigen Wettbewerb teilzunehmen.

Weiterführende Informationen finden Sie unter: www.aypt.at

Literatur:

- 1) Schlichting H. Joachim, Ucke Christian: Der Flug des geflügelten Samens. In: *Physik in unserer Zeit* 25/2, 79 (1994)
- 2) Wittman Katharina: Winged Seed, IYPT 2008, Trogir (Kroatien)