

# **NEUE WEGE IM PHYSIKUNTERRICHT: WAS KANN DAS AYPT FÜR DIE „GOOD PRACTICE“ LIEFERN?**

**Brigitte Pagana-Hammer**

**Verein AYPT, Institut für Experimentalphysik der Universität Wien**

Wien, 2003

# VORWORT

Die vorliegende Arbeit im Rahmen von IMST-S3 wurde von Frau Mag. Helga Stadler angeregt. Ziel der Arbeit ist es zu untersuchen, welchen Beitrag das Young Physicists' Tournament, um dessen Verbreitung in Österreich ich mich seit fünf Jahren bemühe, zum Physikunterricht an der Sekundarstufe 2 der österreichischen Mittelschulen leisten kann.

Dazu wird zunächst der für Österreich noch neue physikalische Wettbewerb vorgestellt. Die Darstellung beschränkt sich auf die wesentlichen Punkte, die für das Verständnis der durch den Wettbewerb vor allem während der Vorbereitung geförderten Lernprozesse notwendig sind. Die didaktische Absicht, die hinter der Struktur des Bewerbs und hinter der spezifischen Art der Problemstellung steht, wird an Hand der bisherigen Erfahrungen dargestellt.

Durch intensive Beobachtung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer des an der Universität Wien im Schuljahr 2002/2003 durchgeführten Vorbereitungskurses für den österreichischen Qualifikationswettbewerb, das AYPT (Austrian Young Physicists' Tournament) und in weiterer Folge für den internationalen Wettbewerb, das IYPT (International Young Physicists' Tournament), werden jene Kriterien herausgearbeitet, welche die Arbeitsweisen der Schülerinnen und Schüler beeinflussen. Es wurde ein Forschungstagebuch geführt, Interviews mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Vorbereitungskurses sowie Videoanalysen des Wettbewerbs gemacht. Interviews mit externen Beobachtern und mit Vertretern anderer Nationen, die in ihren Ländern diesen Wettbewerb betreuen, ergänzen das Beobachtungsmaterial.

Die Auswertung des Materials und die daraus gewonnenen Erkenntnisse über die didaktisch relevanten Elemente, welche den Physikunterricht attraktiver und effizienter machen könnten, sollen Antwort auf die Fragestellung „Was kann das AYPT für die „good practice“ liefern?“ geben. Dafür ist die der Arbeit zu Grunde liegende Hypothese zu erhärten, dass sich bestimmte Kriterien des Wissenserwerbs und des Erkenntnisgewinns, die für das YPT charakteristisch sind, tatsächlich im Physikunterricht an den höheren Schulen nutzen lassen. Die daraus zu ziehenden Schlussfolgerungen und ein Katalog der für die Umsetzung der Erkenntnisse wünschenswerten Maßnahmen, Bedingungen und Voraussetzungen runden die Arbeit ab.

Bei der Erstellung der vorliegenden Studie erfreuten sich das Team, das die Teilnehmerinnen und Teilnehmer während des ganzen Jahres betreute, Cornelia Deiss, Artur Golczewski, Dr. Heinz Kabelka, Dr. Herbert Tilgner, und ich selbst, als Projektleiterin, der wertvollen Hilfe von Mag. Helga Stadler und ihren Mitarbeitern, Frau Sylvia Soswinski und Herr Mag. Stefan Zehetmeier, die für die Interviews mit den Teilnehmern, für die Fotos und für die Videoanalysen verantwortlich zeichnen. Ihnen allen, sowie allen anderen, die durch ihre Stellungnahmen und Beiträge die vorliegende Arbeit unterstützt haben, sei an dieser Stelle herzlichst gedankt.

Im folgenden Text wird in einzelnen Fällen zwecks leichter Lesbarkeit nur die männliche Form verwendet. Im Allgemeinen wurde versucht die weibliche und die männliche Form voll auszuschreiben.

Wien, am 29. September 2003

Brigitte Pagana-Hammer

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>VORWORT</b> .....	<b>2</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>1 EINLEITUNG: WAS IST DAS YOUNG PHYSICISTS' TOURNAMENT?</b> .....	<b>5</b>
1.1 Historischer Überblick .....	5
1.2 Ziele und Charakteristika .....	6
1.3 Die Organisation der YPTs .....	7
1.4 Der Lösung auf der Spur: Die Probleme und ihre Bearbeitung .....	8
1.5 Der didaktische Wert des Turniers .....	10
<b>2 DIE EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG</b> .....	<b>12</b>
2.1 Die Wiener Arbeitsgruppe .....	12
2.2 Grundlagen der empirischen Untersuchung .....	12
2.3 Durchführung und Ergebnisse .....	15
2.3.1 Die Forschungstagebücher .....	15
2.3.2 Die Interviews und die Beobachtungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer durch die Expertengruppe .....	15
2.3.3 Die Jurorenbefragung .....	19
2.3.4 Die Befragung von externen Beobachtern .....	20
<b>3 RESÜMEE</b> .....	<b>24</b>
<b>4 SCHLUSSFOLGERUNGEN</b> .....	<b>27</b>

<b>5</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>29</b>
	<b>ANHANG.....</b>	<b>30</b>
	Die Probleme des AYPT 1999.....	31
	Die Probleme des AYPT 2000.....	33
	Die Probleme des AYPT 2001.....	35
	Die Probleme des AYPT 2002.....	37
	Die Probleme des IYPT 2003.....	39
	Die Regeln des AYPT.....	41
	Der Juroren-Fragebogen.....	46
	Juroren des 15 <sup>th</sup> AYPT 2003.....	47
	Publikationen zum AYPT.....	48
	Bildmaterial.....	49

# ABSTRACT

*Die Erfolgsgeschichte, auf die das International Young Physicists' Tournament zurückblicken kann, wirft gleich zwei Fragen auf: Was macht die Faszination des Wettbewerbs aus? Und welche dieser Erfolgskriterien können zu einer positiven Entwicklung des Regelunterrichtes beitragen? Diesen Fragen versucht die vorliegende Studie nachzugehen. Dazu werden nach einer kurzen Darstellung des Wettbewerbes dessen strukturellen und inhaltlichen Komponenten auf ihre didaktische Wirksamkeit hin analysiert. In der Folge werden die Beobachtungen, die über ein Unterrichtsjahr hinweg systematisch durchgeführt wurden, dargestellt und ausgewertet. Aus dem Ergebnis dieser Analyse von Angebot und Rezeption werden jene Kriterien herausgearbeitet, von denen anzunehmen ist, dass sie auch im Regelunterricht zur Anwendung kommen können, und welche Förderung davon zu erhoffen ist.*

## 1 EINLEITUNG: WAS IST DAS YOUNG PHYSICISTS' TOURNAMENT?<sup>1</sup>

### 1.1 Historischer Überblick

Das Turnier wurde 1979 an der Universität Moskau gegründet. Es sollte talentierten Studenten und später auch Schülern Anregung zu selbstständiger Forschungsarbeit und zur Darstellung von Forschungsergebnissen geben. Schon damals sollten also genau jene Kompetenzen der Studierenden gefördert werden, die heute noch als zukunftsweisend gelten und von allen Seiten vehement reklamiert werden, nicht zuletzt im allgemeinen Teil unseres neuen Lehrplans.

Es wundert daher nicht, dass das Turnier rasch auch in der westlichen Welt bekannt wurde. 1985 fand das Turnier erstmals außerhalb der Sowjetunion, in den Niederlanden, statt. Von da an kann man die Geschichte des YPT's durchaus als Erfolgsstory bezeichnen: Es breitete sich in wenigen Jahren bis nach Australien, in die USA und nach Lateinamerika aus. In den letzten Jahren haben an den internationalen Wettbewerben ca. 20 Nationen teilgenommen, und das Interesse seitens neuer, an der Teilnahme interessierter Länder steigt weiter.

Österreich nahm 1998 erstmals in Donaueschingen (D) an dem Turnier teil und konnte sich seitdem stets auf einem der Spitzenränge platzieren. Durch das gute Abschneiden in Deutschland bot sich Österreich als Veranstalterland des internationalen Turniers an, das dann tatsächlich 1999 in Wien höchst erfolgreich über die Bühne ging. Die Mühe wurde durch den Einzug ins Finale und einen hervorragenden 3. Platz belohnt.

---

<sup>1</sup> Das folgende Kapitel basiert auf einer Zusammenstellung von Cornelia Deiss und Artur Golczewski

Seit 1999 führen wir ein nationales Turnier durch, das wir als offenen Bewerb um einen Wanderpokal ausschreiben. Jedes Jahr werden dazu Mannschaften aus Nachbarländern eingeladen, um einen internationalen Vergleich zu erhalten und die Kontakte noch weiter zu vertiefen. Seit 2002 findet das AYPT alternierend in Leoben und Wien statt.

Besonders erfolgreich verliefen für Österreich die letzten IYPTs in Helsinki, Odessa und Uppsala, wo Österreich jeweils einen 3. Preis erringen konnte. Bemerkenswert ist dabei, dass das österreichische Team seit der ersten Teilnahme in Deutschland stets eine Zusammensetzung von 2 Mädchen und 3 Burschen aufwies.

## 1.2 Ziele und Charakteristika

Ziel des Wettbewerbes ist es eindeutig Begabungen und Leistungsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler zu entdecken und zu fördern. Wichtig dabei ist, dass - neben dem Interesse an der Physik und einer für die NW geeigneten *forma mentis* - ein breites Begabungsspektrum Berücksichtigung findet: Innovation, Kreativität, Selbstständigkeit, Teamfähigkeit und Organisationstalent und gute Englischkenntnisse. Dazu gehört nicht zu letzt die Fähigkeit, die Arbeit des Teams zu präsentieren und die erzielten Resultate argumentativ gegenüber kritischen Stellungnahmen zu verteidigen. Die Jury besteht zwar aus hoch qualifizierten Persönlichkeiten, aber mit den spezifischen Problemen sind die Juroren meist nicht vertraut.

Dadurch wird den Teilnehmern eine große Flexibilität und Selbständigkeit abverlangt. Um die Diskussion sinnvoll führen zu können, müssen sie sich mit den Problemen schon im Vorfeld selbstständig auseinandergesetzt haben. Sie müssen ihre eigene Meinung in die Arbeit des Teams einbringen können und sich mit den Ideen und Argumenten der anderen Teammitglieder auseinandersetzen können.

In der Betonung der Teamarbeit mit ihrer kommunikativen Komponente liegt ein sehr wesentlicher Unterschied zur Physikolympiade. Allerdings: Den wirklich starken Teams im YPT gehören immer auch junge Physiker an, die in der Olympiade erfolgreich sind. Im YPT ist die Entwicklung von oft komplizierten Theorien und ihre mathematische Darstellung von großer Bedeutung. Da sind Olympioniken gefragt! Hier allerdings nicht mehr als geniale Einzelkämpfer.

Neben der sozialen Komponente der Teamarbeit sind für das YPT die, über den engen Rahmen der Schule hinausgehenden Kontakte wichtig. Die Zusammenarbeit mit Universitäten und anderen Schulen, sogar in anderen Bundesländern und im Ausland, wird ganz selbstverständlich. Und auf das alljährliche Treffen mit den Teams aus der ganzen Welt beim IYPT freuen wir uns schon das ganze Jahr über.

Im Vordergrund steht beim YPT immer das Experiment. Die Teilnehmer entwickeln physikalisches Denken am praktischen Beispiel und eignen sich ganz automatisch die dazu notwendigen Kenntnisse an.

Denn last but not least steht hier: Forschen als Sport und Spaß. Natürlich geht es vor allem ums Gewinnen. Aber es gibt keine großen Preise. Die eigenen Farben ehrenvoll zu vertreten, Anerkennung für die ersten Schritte auf dem schwierigen Parkette

der Wissenschaft zu erringender, dabei gewesen zu sein, darum geht es. Das spielerische und gesellschaftliche Moment kommt dabei nicht zu kurz.

### 1.3 Die Organisation der YPTs

Schülerteams bereiten in einer etwa sechs Monate dauernden Vorbereitungsphase 17 vom „International Organising Committee (IOC)“ ausgewählte Aufgaben vor. Die Fragestellungen betreffen zum Großteil noch nicht vollständig erforschte physikalische Phänomene. (Eine Liste der diesjährigen Probleme findet sich im Anhang).

Da es keine veröffentlichten Lösungen der Probleme gibt, müssen die Schülerteams eigene, innovative Lösungen finden, die jedoch physikalisch fundiert sein müssen. Denn während des Turniers sind die Problemlösungsansätze vor einer renommierten Jury und vor den anderen Teams vorzutragen, und die aufgestellten Thesen in einer Diskussion mit den Gegnern und den Juroren zu argumentieren.

Das Turnier selbst setzt sich aus den „Physical Fights“ und dem Finale zusammen. An einem „Physical Fight“ nehmen jeweils drei oder vier Schülerteams teil. Die Zahl der Fights richtet sich nach der Anzahl der am Turnier teilnehmenden Teams. Ein Team besteht aus fünf Mitgliedern. Jedes Team übernimmt während eines Fights jeweils einmal die Rolle des Reporters, des Opponenten und des Reviewers, sodass bei drei Durchgängen jedes Team jede Rolle einmal innehat. Nimmt ein viertes Team am Fight teil, muss bei jeder Präsentation ein Team als „Observer“ zusehen. Die Zusammensetzung der Kontrahenten eines Fights und die Reihenfolge, mit der die Rollen rotieren, werden zu Beginn des Turniers ausgelost.

#### Die Rollen:

- Der Reporter: Ein Mitglied dieses Team präsentiert seine Lösung zu einem vom Opponenten aus den 17 Aufgaben gewählten Problem.
- Der Opponent: Dieses Team fordert zu Beginn des Fights den Reporter zu einem bestimmten Beispiel heraus. Der Reporter kann das Beispiel ablehnen und die Nennung eines anderen Problems fordern. Er hat jedoch nur eine beschränkte Anzahl an „Rejections“ ohne Punkteabzug zur Verfügung. Die Präsentation wird anschließend vom Opponenten kritisch hinterfragt und mit dem Reporter diskutiert.
- Der Reviewer: Dieses Team fasst seinen Eindruck über die „Performance“ des Reporters und des Opponenten zusammen.

Am Ende jedes Durchgangs beurteilt die Jury, die aus Experten aus dem Bereich der Physik besteht, alle drei Rollen. Das Notensystem (1-10) ist für alle Rollen das Gleiche, allerdings gibt es einen rollenspezifischen Koeffizienten.

Das Finale ist dann ein „Physical Fight“ zwischen den drei punktebesten Teams der Vorrunden.<sup>2</sup>

Die Konstruktion des Wettbewerbs ist dem Aufbau eines mittelalterlichen Turniers nachempfunden, worauf auch das Logo – 2 Ritter in voller Rüstung – hinweist. Ganz bewusst werden hier Elemente des sportlichen Wettkampfes mit jenen des edlen, ritterlichen Wettstreits gepaart, in dem es neben der körperlichen Ertüchtigung um in der mittelalterlichen Gesellschaft hochgehaltenen Tugenden und Werte ging.

Im Folgenden werden die beiden Phasen des Wettbewerbs, die Vorbereitung und das Turnier selbst, getrennt behandelt, wobei das Hauptaugenmerk auf der, für die Unterrichtsarbeit in den Schulen wesentlicheren, Vorbereitung liegt.

## 1.4 Der Lösung auf der Spur: Die Probleme und ihre Bearbeitung

Zur Analyse der Beispiele wurden die seit 1999 gestellten Aufgaben herangezogen.<sup>3</sup> Ziel der Auswahl ist es, Beispiele aus möglichst allen Teilgebieten der Physik mit einzubeziehen. Das ist oft auf den ersten Blick nicht erkennbar, weil viele der Probleme Affinitäten zu mehreren Gebieten aufweisen. So entsteht der übrigens nicht ganz falsche Eindruck, dass die meisten Probleme aus dem Gebiet der Mechanik fester Körper, der Strömungslehre, der Wärmelehre und der Optik stammen. Beispiele aus der Elektrizitätslehre werden dem Komitee zwar in großer Zahl vorgeschlagen, können aber oft aus Gründen der Sicherheit beim Experimentieren nicht aufgenommen werden. Probleme aus der modernen Physik sind erwünscht, stehen aber nicht in größerer Auswahl zur Verfügung. In den letzten Jahren konnte immerhin stets das eine oder andere Beispiel gefunden werden, das nicht ausschließlich der klassischen Physik zuzuordnen war. Allen Beispielen ist gemeinsam, dass sie kaum eine technische Anwendung finden werden. Sie sind physikalisch hoch interessante *Spielereien*. Obwohl jedes Jahr mindestens ein Beispiel mit den Worten „invent your self“ oder „construct a device“ beginnt, stellt sich heraus, dass man selbst mit einer physikalisch noch so brillanten Lösung des Problems wohl kaum unter die großen Erfinder des Jahrhunderts eingehen wird. Wer wohl würde heute ein Gefährt ausschließlich mit Schallwellen betreiben wollen, wie es z.B. 2002 zur Konstruktion anstand?

Bei genauerer Betrachtung sind entgegen der so hoch gepriesenen Herkunft aus dem täglichen Leben bisher jedes Jahr nur weniger als die Hälfte aller Probleme mit unserer unmittelbaren Umwelt in Verbindung zu bringen. Selbst fallende Schornsteine und im Wind tanzende Drachen stellen keine Erscheinungen dar, mit denen wir uns tagaus tagein konfrontiert sehen.

Die Mehrheit aller zur Diskussion gestellten Phänomene ist auf Grund der Beschreibung im Problemtext kaum vorstellbar und oft sogar für den Fachmann auf den ersten Blick physikalisch nur grob einzuordnen. Klarheit kann man sich oft erst durch den Aufbau des Experiments verschaffen. Da die Probleme in der beim YPT gestell-

---

<sup>2</sup> Eine Kopie der Regeln findet sich in der Anlage oder auf unserer Homepage. <http://www.aypt.at>

<sup>3</sup> Die Listen der Aufgabenstellung befinden sich im Anhang.



ten Form nur sehr selten in der Literatur behandelt werden, bringt auch die Recherche nur Anhaltspunkte für eigenständiges Arbeiten.

Damit beginnt schon die nahezu *detektivische Arbeit*. Gerade wegen der *außergewöhnlichen Fragestellung*, die selbst bei so genannten Alltagsphänomenen, das *Extravagante* hinterfragt, machen sich *Spannung* und *Neugierde* breit. Man forscht nach, noch bevor man überhaupt entschlossen ist, sich mit dem Problem näher zu befassen. Die Probleme des YPT sind deshalb so faszinierend, weil sie weder alltäglich noch praktisch anwendbar sind. Sie haben auf Alt und Jung dieselbe Wirkung wie das Lösen von Rätseln, allerdings auf höchstem Niveau. Und wie bei den Rätseln gilt: je schwieriger, umso besser.

Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler ganz automatisch selbständig zu recherchieren, die in den Naturwissenschaften üblichen Forschungsmethoden zu beachten, zu experimentieren und die Ergebnisse korrekt zu protokollieren. Denn all dies erweist sich im Laufe der Arbeit als notwendig. Das anfängliche Interesse hält dabei unvermindert an, ja es steigt mit jedem kleinen Erfolg noch. Kreativität unter Einsatz des eigenen, oft neu erworbenen Vorwissens, Vorstellungskraft und Kommunikationsfähigkeit sind gefragt. Um sich Insider-Informationen zu beschaffen, pflegen die Teammitglieder Kontakte mit Experten, studieren mit Hilfe ihrer Betreuer bereits bestehende Theorien zu verwandten Problemen und erstellen eigene, der spezifischen Fragestellung angepasste Theorien. Die Bedeutung der mathematischen Darstellung und die kritische Diskussion von Modellen und Theorien mit den Betreuern und Teammitgliedern werden zur Selbstverständlichkeit. Die kritische Überprüfung der eigenen Arbeit auf das Wesentliche und Neue hin spielt dabei eine große Rolle. Die Arbeit jedes Einzelnen erhält so einen neuen Stellenwert: Der *unmittelbare Kontakt mit der scientific community* und die Erfahrung am wissenschaftlichen Geschehen teilzunehmen, lassen den oft mühsamen *Wissenserwerb* und die eigene Arbeit *sinnvoll* erscheinen.

So entwickelt sich eine ungewöhnliche Aktivität, denn hier geschieht *etwas Besonderes*. Alle Beteiligten können den Paradigmenwechsel zwischen Physikunterricht als – häufig unverstandenes – Auswendiglernen scheinbar gesicherter Erkenntnisse zum Physiklernen als Entdecker und Bearbeiter authentischer, offener Probleme selbst miterleben. Fast alle im YPT gestellten Probleme tragen dieses Charakteristikum. Kommt man schließlich zu einer Lösung, die sich sehen lässt, ist eine selbständige kleine Forschungsarbeit gelungen, auf die alle Teammitglieder *stolz* sein konnten. Jeder hat seinen Beitrag geliefert.

Welche Mechanismen sind für die intensive, engagierte Beschäftigung und für den erfolgreichen Abschluss dieser weit über das schulische Niveau hinausgehenden Forschungsarbeit verantwortlich? Offenbar führt das Bewusstsein, *selbständig und eigenverantwortlich* etwas zu schaffen, und gleichzeitig soziale Verantwortung im Team für die gemeinsame Sache zu übernehmen, zu einer sehr weitgehenden Identifikation mit dem Gegenstand.

Ungeahnte Potentiale der Physik, der Lehrenden und der Lernenden werden freigelegt. Die Begeisterung erfasst nämlich nicht nur die Schülerinnen und Schüler, sondern macht auch vor den betreuenden Lehrern nicht Halt. Der emotionale Bezug –

*Identifikation und Begeisterung* – sind für einen erfolgreichen Lehr- und Lernprozess nicht zu unterschätzen.<sup>4</sup>

Hat sich ein Team auf eine Lösung geeinigt, und ist die Theorie entwickelt und verstanden, wird die Präsentation des Lösungsansatzes für das Turnier vorbereitet. Die meist Computer gestützten *Präsentationen* werden in englischer Sprache gehalten. Außerdem müssen die Teammitglieder auf die Fragen und auf die Kritik der internationalen Juroren und ihrer Gegner aus aller Welt kompetent und überzeugend antworten können. Die problemlose Verwendung der *englischen Sprache* ist angesichts der um sich greifenden Internationalisierung und Globalisierung nicht nur ein allgemeines Bildungsziel. Sie ist für angehende Naturwissenschaftler eine Selbstverständlichkeit.

## 1.5 Der didaktische Wert des Turniers

Mit Spannung wird erwartet, ob man die Kolleginnen und Kollegen und die Vertreter der Fachwelt von der eigenen Meinung überzeugen kann. Das *spielerische, ja sportlich kämpferische* Moment ist neben der Befriedigung des eigenen Wissensdursts und Forschungsdranges eine nicht zu unterschätzende Motivation.

Als solche wird sie denn auch empfunden, wenn ein paar Hundert junge Forscher aus rund 20 Nationen mit dem Ziel zusammentreffen, ihre ersten wissenschaftlichen Erfahrungen auszutauschen. Dass dabei das gegenseitige Kennenlernen nicht zu kurz kommt, versteht sich von selbst

Will man wissenschaftlich erfolgreich argumentieren, ist ein grundlegendes *Verständnis* des Problems eine unbestreitbare Voraussetzung. Das allein genügt jedoch nicht. Für den unbefangenen Zuhörer, ja sogar für den Fachmann, stellt es eine Herausforderung dar, die Richtigkeit einer ziemlich komplizierten Theorie, in den knappen 12 Minuten, die für eine Präsentation vorgesehen sind, zu überprüfen. Überzeugungskraft, Flexibilität und Sicherheit im Vortrag und nicht zuletzt die Möglichkeit vernetzt zu denken sind erforderlich. Nur so lassen sich rasch und einsichtig Zusammenhänge zwischen den einzelnen Schritten der Theorie einerseits und zwischen Theorie und Experiment andererseits herstellen. Eine souveräne Argumentation schlägt sich genauso in der Bewertung der Jury nieder wie die Präsentation einer genialen Lösung. Dabei ist die Bewertung durch die mindestens sechsköpfige Jury kaum jemals einheitlich. Hohe Bewertungen bieten der Mannschaft ein *Erfolgs Erlebnis*, sind aber in keiner Weise mit einer Benotung im schulischen Sinn vergleichbar. Sie sind fast nie einheitlich, geben also ein Meinungsspektrum wieder, und orientieren sich an verschiedenen Bewertungsmaßstäben. Zudem muss sich jede Mannschaft in mehrere Vorrunden-Fights bestätigen. Dadurch wird das Urteil der einzelnen Jury relativiert: Zwar ist es wichtig, im Gesamtscore zu besser zu sein als die gegnerischen Mannschaften, daneben haben aber die Bewertungen in den einzelnen

---

<sup>4</sup> vgl dazu: Brigitte Pagana-Hammer: Faszination und didaktische Relevanz des Young Physicists' Tournament. In: Plus Lucis, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses LHS der österreichischen physikalischen Gesellschaft. Heft 1/2002

Fights beachtliches Gewicht. Jede Mannschaft, auch die Siegermannschaft, blickt letztlich auf Höhen und Tiefen zurück. Neben der Bestätigung durch den Erfolg stehen unmittelbar Anregungen, die neuen Probleme im darauf folgenden unter Berücksichtigung der gemachten Erfahrungen noch besser zu bearbeiten. *Neuen Zielen* zuzustreben, der Wunsch sich weiter zu verbessern, ist der Motor jedes Lernprozesses. Gerade deshalb werden alle beim nächsten YPT mit noch größerem Einsatz dabei sein.

## **2 DIE EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG**

### **2.1 Die Wiener Arbeitsgruppe**

Seit zwei Jahren besteht am Institut für experimentelle Physik der Universität Wien eine Arbeitsgruppe, in der sich Schülerinnen und Schüler aus mehreren Wiener Schulen mit der Vorbereitung auf das Austrian Young Physicists' Tournament (AYPT) und in der Folge auf das International Young Physicist' Tournament (IYPT) beschäftigt. Die Arbeitsgruppe wurde ins Leben gerufen, um jenen Schülerinnen und Schülern, die an der eigenen Schule keine Möglichkeit zur Vorbereitung und Teilnahme am genannten Wettbewerb hätten, dazu Gelegenheit zu geben. Der zentrale Ort, die Strukturen eines Universitätsinstitutes, die direkte Zusammenarbeit mit ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmern, von denen einige schon erfolgreich Physik studieren, und die großzügige Unterstützung seitens der Mitarbeiter des Institutes schaffen ideale Arbeitsbedingungen.

Die Gruppe bestand im Beobachtungsjahr 2002/2003 aus 6 Schülerinnen und Schülern, die regelmäßig teilnahmen, und 2 weiteren, die nur gelegentlich anwesend waren. Es handelt sich dabei um 2 bzw. 3 Schülerinnen und 4 bzw. 5 Schüler. Sie kamen aus 6. und 7. Klassen von 3 Wiener Gymnasien (BGBRGGORG Wien 22, Polgarstraße, dem Schottengymnasium, dem Albertus Magnus Gymnasium und aus dem BRG Baden, Biondegasse.)

Sie trafen sich ab Anfang Oktober einmal wöchentlich am Nachmittag, wobei die Arbeitszeit von 14.30 Uhr bis 17.00 Uhr angesetzt war. Wie die Teilnahme ganz allgemein, wird auch die Anwesenheit der Schülerinnen und Schüler flexibel gehandhabt, um Kollisionen mit dem Nachmittagsunterricht und mit sonstigen schulischen Verpflichtungen nicht zu einem Hindernis an der Teilnahme werden zu lassen. Außerdem wurden an 4 Samstagen ganztägige Treffen angeboten, die dem Gedankenaustausch mit anderen in Österreich tätigen Gruppen (dem Akademischen Gymnasium Salzburg, dem BRG Neu Leoben, dem Lycée Français de Vienne und dem WIKU der Ursulinen in Innsbruck) dienen sollten.

### **2.2 Grundlagen der empirischen Untersuchung**

1. Die Führung eines Forschungstagebuchs durch die Schülerinnen und Schüler der beobachteten Gruppe:

Die Tagebücher sollten einerseits die durchgeführten Arbeiten, die aufgetretenen Schwierigkeiten, etc. dokumentieren, und andererseits Aufschluss über die Befindlichkeit der Schülerinnen und Schüler geben. Dazu wurden folgende Fragen formuliert:

- a. Bist du mit dem heute Erreichten zufrieden? Glaubst du, dass ihr in der Vorbereitung einen Schritt weitergekommen seid?

- b. Habt ihr mit Einsatz und Energie gearbeitet oder waren zu viele Leerläufe in der Arbeit?
  - c. Habt ihr während der Arbeit Spaß gehabt und gelacht oder war der Nachmittag eher mühsam und frustrierend?
  - d. Funktioniert die Gruppe gut. Arbeitet ihr gut zusammen oder gibt es mit einem oder mehreren Mitgliedern der Gruppe Schwierigkeiten?
2. Die Beobachtung der Schülerinnen und Schüler bei den Vorbereitungsarbeiten und während des AYPT 2003 durch eine Gruppe von, im Rahmen von IMST – S3 tätigen, Experten (Interviews und Videobeobachtung)

Für die Befragung der Teilnehmer am 9. April 2003 wurde von der Gruppe Helga Stadler, Sylvia Soswinski und Stefan Zehetmeier ein Interviewleitfaden erstellt, der folgende Fragen vorsah:

- a. Wie hast du von dieser Veranstaltung erfahren?
  - b. Warum hast du dich für die Teilnahme entschieden?
  - c. Wie läuft der Kurs ab? Was weißt du über den Wettbewerb?
  - d. Haben sich deine Erwartungen bisher erfüllt?
  - e. Was war aus deiner Sicht besonders positiv?
  - f. Wie und warum profitiert man durch die Teilnahme an der Veranstaltung?
  - g. Hat sich die Teilnahme auf deine Arbeit in der Schule, speziell in Physik ausgewirkt?
  - h. Wie siehst du jetzt den „normalen“ Physikunterricht?
  - i. Was sollte man eher ändern?
  - j. Würdest du nochmals teilnehmen?
  - k. Wirst du am Wettbewerb teilnehmen?
3. Die Beobachtungen von Juroren, also hochkarätigen Fachleuten, während des Turniers

Den 20 österreichischen Juroren, die das AYPT 2003 durch Ihre Anwesenheit auszeichneten, wurden Fragebögen vorgelegt, wobei strenge auf Anonymität geachtet wurde. Es sollte dabei festgestellt werden, welche Aspekte des Turniers nach Meinung von Universitätsprofessoren, Schulleitern und Kolleginnen und Kollegen, die nicht selbst am AYPT mitarbeiten, geeignet sind, den Regelunterricht in Physik zu fördern, und in welcher Form Elemente des Arbeitsprozesses im AYPT

im Schulunterricht eingebracht werden können.<sup>5</sup> Von den verteilten Bögen wurden 12, also mehr als die Hälfte, ausgefüllt zurückgestellt. Sie erhielten teilweise äußerst detaillierte Angaben.

4. Befragungen von Experten und Fachdidaktikern aus den 23 Teilnehmerländern beim heurigen 16<sup>th</sup> IYPT 2003 in Uppsala (Schweden)

Diese Stellungnahmen wurden nicht durch eine strukturierte Umfrage eingeholt. Im Wesentlichen wurden im persönlichen Gespräch drei Fragen gestellt: Die Frage nach der persönlichen Motivation der Befragten, oft jahrelang am YPT teilzunehmen, nach dem didaktischen Stellenwert des YPT im eigenen Land und die Frage, wie der Einfluss, den die Teilnahme am YPT auf den eigenen Unterricht hat, eingeschätzt wird.

Bei den Statements dieser Gruppe ist zu bedenken, dass es sich bei den Befragten um Personen handelt, die schon seit vielen Jahren und oft unter ganz anderen Voraussetzungen, als wir sie in Österreich haben, Teams erfolgreich auf das YPT vorbereiten.

5. Die Beobachtungen durch externe Beobachter:

a. durch Fachkolleginnen und -kollegen

b. durch außen stehende Personen, die über keine fachspezifische Ausbildung verfügen

Auch bei der Befragung externer Beobachter konnte nicht mit der, in den anderen Umfragen geübten Systematik vorgegangen werden. Die Zusammenstellung stützt sich auf in persönlichen Gesprächen geäußerten Meinungen. Bei der Fragestellung ging es zunächst darum, ob und warum Kolleginnen und Kollegen eine Teilnahme mit ihren Schülerinnen und Schülern am AYPT in Erwägung ziehen, oder nicht. Dabei kamen fast immer organisatorische Probleme ins Spiel. Dies führte automatisch zur Frage nach dem Stellenwert des AYPT für den Regelunterricht und nach den Möglichkeiten, Elemente, die für das Arbeiten im YPT charakteristisch sind, wie z.B. forschendes Lernen, im alltäglichen Unterricht umzusetzen.

Bei außen stehenden Personen, die selbst über keine fachspezifische Ausbildung verfügen, handelte es sich um Journalisten, Eltern und Freunde von Teilnehmern. Die Vorgangsweise war ähnlich: Aus der Fragestellung nach dem Interesse, welches das Turnier bei ihnen hervorruft, ergab sich automatisch eine Diskussion über eigene Erfahrungen mit dem Physikunterricht und damit verbunden, eine Diskussion darüber, welche Aspekte des YPT's nach Meinung der Befragten den Physikunterricht beleben könnten.

---

<sup>5</sup> Ein Fragebogen sowie eine Jurorenliste finden sich im Anhang.

## **2.3 Durchführung und Ergebnisse**

### **2.3.1 Die Forschungstagebücher**

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer führten zumindest anfänglich den fachlichen Teil des Tagebuches sehr gewissenhafte und empfanden die Protokollführung als notwendige und nützliche Hilfe bei der Arbeit. Je näher der Wettbewerb rückte, und je größer damit der Zeitdruck wurde, umso sporadischer waren die Eintragungen, was sich dadurch erklärt, dass die wesentlichen Ergebnisse der Forschungstätigkeit bereits in den Präsentationsentwürfen festgehalten wurden.

Den Fragen nach ihrer Befindlichkeit hingegen standen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ablehnend gegenüber. Eine schriftliche Dokumentation konnte nicht erstellt werden. Über den Grund der Verweigerung befragt, nannten sie es eine Zeitverschwendung, meinten, dass sie, wenn es ihnen keinen Spaß machen würde, ja nicht da wären, und man würde da ja sowieso immer nur dasselbe schreiben. Also wurde versucht, durch gelegentliche mündliche Befragung ähnlichen Inhalts Aufschluss über das Arbeitsklima zu erhalten. Die Antworten fielen weitgehend positiv aus. Höhen und Tiefen hinsichtlich des Arbeitsfortganges waren zwar festzustellen, sie wirkten sich jedoch nicht negativ auf die allgemein gute Stimmung aus. Die zeitweise Bildung von Untergruppen, vor allem zwischen den Schülerinnen und Schülern aus derselben Schule führte zu keinerlei ernstzunehmenden Spannungen, selbst dann nicht, als es um die Bildung des Teams für den Wettbewerb selbst ging. Über die Teilnahme im nächsten Schuljahr befragt, wurden folgende Bedingungen genannt: Die Vereinbarkeit mit schulischen Verpflichtungen, der Fortbestand des Teams in der gegenwärtigen Zusammensetzung, wobei das Fehlen einzelner Teilnehmer in Kauf genommen und das Hinzukommen neuer Teilnehmer begrüßt wird. Als Argument für die neuerliche Teilnahme werden im Allgemeinen der Fortbestand der Gruppe und der erwünschte Erfolg bei den Turnieren im kommenden Schuljahr genannt.

Daraus lässt sich erkennen, dass 3 Faktoren für die Teilnahme bestimmend erscheinen:

- 1) fachliches Interesse
- 2) die Freude an der Arbeit im Team
- 3) die Freiwilligkeit und das Verantwortungsbewusstsein jedes Einzelnen für das Gelingen des Projektes

### **2.3.2 Die Interviews und die Beobachtungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer durch die Expertengruppe**

Diese Interviews stellen das Kernstück der vorliegenden Arbeit dar. Sie wurden von dem S3 Team in den Räumen des Lehramtskandidatenpraktikums am Institut für Experimentalphysik der Universität Wien gemacht. Die Arbeitsgruppe erfreut sich dort nicht nur einer großzügigen Gastfreundlichkeit sondern auch der tatkräftigen Unterstützung der Mitarbeiter des Instituts, sodass sie ideale Arbeitsbedingungen vorfin-

det. Dem S3 Team ist es gelungen, die ungezwungene Atmosphäre zu erhalten, die bei den Arbeiten der Gruppe im Allgemeinen herrscht. Trotz der etwas ungewöhnlichen Situation, der Anwesenheit von Außenstehenden, der Bedienung von Aufnahmegeräten und von – auf die Teilnehmer und nicht wie sonst nur auf die Experimente – gerichteten Fotokameras antworteten die Befragten spontan und äußerten frei ihre Meinung. Dadurch entstanden authentische Aussagen über die Befindlichkeit der Teilnehmer. Die Tondokumente wurden anschließend in verdienstvoller Weise von den Mitgliedern des S3 Teams transkribiert, sodass der Autorin bereits eine schriftliche Vorlage zur Erstellung dieses Kapitels vorlag.

Aus den Interviews ergaben sich neben zahlreichen Hinweisen für eine Verbesserung des Vorbereitungskurses selbst, einige didaktisch interessante Aspekte:

Die Entscheidung zur Teilnahme erfolgte nicht auf Grund eines schon bestehenden Interesses am Fach Physik. Die Eindrücke vom Fach Physik, welche die Teilnehmer aus ihrem bisherigen Unterricht mitbrachten, waren unbedeutend, wenn nicht gar negativ. Es bestand vielfach größeres Interesse an Mathematik als an Physik. Die Teilnehmer kamen über Vermittlung ihrer Lehrerinnen oder Lehrer zunächst nur, um sich die Arbeit einmal anzusehen. *Neugierde* war der Hauptgrund für die erste Kontaktnahme.

Die Schülerinnen und Schüler waren, wenn überhaupt, nur sehr oberflächlich informiert, worum es sich beim YPT dreht, und blieben dann bei der Gruppe, obwohl sie auch im weiteren Verlauf, aus ihrer Sicht keine ausreichenden Informationen über die Abwicklung des Turniers erhielten. Zwar wird die in Aussicht stehende *Reise* zu einem Wettbewerb als motivierend angeführt, die Teilnahme an dem Wettbewerb selbst, hatte keine besondere Anziehungskraft. Dies gilt sogar für langjährige Teilnehmer, die insbesondere die Bewertung durch die Jury oft als nicht gerecht und frustrierend empfanden. Zudem hatten die Teilnehmer am Anfang den Eindruck, durch das Niveau eindeutig überfordert zu sein. Trotzdem blieben sie.

Als Begründung für den Verbleib in der Gruppe werden zwei wesentliche Aspekte genannt, die im Übrigen mit den Antworten in den oben genannten, unsystematischen Befragungen zu den einzelnen Arbeitstagen übereinstimmen: Zum einen sind es *soziale Motive*, zum anderen wird die Praxisnähe, das *selbständige, handlungsorientierte* Arbeiten sowie die Tatsache genannt, dass das *Verständnis von Zusammenhängen und von mathematischen Formulierungen durch unmittelbaren Praxisbezug* gefördert wird.

Darin wird der hauptsächliche Unterschied zum Unterricht in der Schule gesehen: Die dort vermittelten Lehrinhalte bleiben wegen des fehlenden Verständnisses und Praxisbezug nicht im Gedächtnis, man lernt für Prüfungen und Schularbeiten. Fragen werden zwar von den Lehrerinnen und Lehrern bereitwillig beantwortet, die Antworten bleiben jedoch, selbst wenn sie lebenspraktische Anwendungen einbeziehen, stets akademisch und sind von den Schülerinnen und Schülern nicht nachvollziehbar.

Im YPT wird das Verständnis ein und desselben Problems *immer wieder erörtert und wiederholt*. Schließlich ist in der Präsentation beim Wettbewerb noch einmal in der ganzen Komplexität einem Fachpublikum, das allerdings mit den Details der Problemstellung nicht vertraut ist, zu *erklären* und mit diesem darüber zu *diskutieren*. Das



erfordert ein vollkommenes Verständnis und einen sicheren Umgang mit dem Erlernen. Genau darin besteht die Befriedigung bzw. die obgenannte Frustration, die man aus der Bewertung der Jury bezieht. Sie spiegelt wider, wie sicher das eigene Verständnis ist, und wie gut man das erworbene Wissen vermitteln kann. Darin stellten die Befragten ebenfalls einen wesentlichen Unterschied zum schulischen Unterricht fest. *Man lernt mehr*, obwohl oder gerade weil der geschlossenen, streng systematischen Aufbau zunächst fehlt.

Damit verbinden sich unmittelbar die *sozialen Vorzüge*, die von den Teilnehmern immer wieder in den Vordergrund gerückt werden. Sie lernen *sich* über ein Thema, in diesem Fall über eine physikalische Problemstellung, *zu verständigen*. Man tut sich den Betreuern aber und den Kolleginnen und Kollegen gegenüber leichter, als in der Schule. Dass die Betreuer beim YPT zum Teil selbst Studenten sind, trägt zusätzlich zum guten Funktionieren der Gruppe bei. Interessant ist, dass in der Schule weniger die Kritik des Lehrers gefürchtet wird, als die der Mitschüler und Mitschülerinnen. Dass es die Arroganz vermeintlicher physikalischer Genies, wie sie insbesondere bei mit „hochgestochenen Fachausdrücken“ um sich werfenden Olympiadeteilnehmerinnen und – teilnehmern geortet wird, im YPT nicht gibt, wird als besonders positiv empfunden. Sie selbst, so berichten sie, werden ihrerseits in der Klasse oft als über-eifrige „Physikgenies“ empfunden. Mitschülerinnen und Mitschüler sind nur schwer zum Mitmachen zu bewegen. Selbst die Erzählungen und die Videos, die belegen, dass es beim YPT lustig zugeht, helfen da nicht.

Die Schülerinnen und Schüler fühlen sich offensichtlich wohl in einem *Team*, das durch die komplexe Aufgabenstellung einer echten Forschungstätigkeit, wie sie die YPT-Probleme darstellen, *eine Notwendigkeit* ist, und nicht nur eine organisatorische Maßnahme zur Arbeitsteilung. Hier muss sich jeder mit seinen Ideen einbringen, egal ob diese physikalisch ausgereift sind oder nicht. Denn nur durch diese Vielfalt und durch die Überprüfung der Tauglichkeit der Vorschläge kann man zu kreativen Lösungen gelangen.

Daraus resultiert auch die hohe Akzeptanz, welche die Mädchen im Rahmen des AYPT genießen, und die mit einem Drittel weit über dem Anteil an Frauen in Berufen liegt, die dem Fach Physik zuzuordnen sind. Gerade Mädchen empfinden die Physik-Olympiade als zu trocken und können ihre meist gut ausgeprägten praktischen und organisatorischen Fähigkeiten im YPT besser zur Geltung bringen. Der „lockerere“ Betrieb mit geselligen Begleiterscheinungen, wird als angenehm empfunden. Ein männlicher Teilnehmer begrüßte die *starke Präsenz von Mädchen*, mit der Feststellung, dass es seiner Beobachtung nach in gemischten Gruppen weniger Rivalitäten gäbe und zu einer besseren Gruppenbildung komme.

Dabei beziehen die Teilnehmer einen interessanten Standpunkt zu den unvermeidlichen Sympathien und Antipathien. Zwar werden Rivalitäten grundsätzlich abgelehnt, aber der Umstand, dass sich im AYPT Menschen begegnen, die sich nicht schon seit Jahren kennen, und trotzdem sehr rasch in einem Team zusammenarbeiten müssen, wird als wesentlicher Beitrag zur Persönlichkeitsbildung erkannt. Neben der Förderung des physikalischen Interesses wird die *„soziale Kompetenz“* und die *„größere Kontaktfreudigkeit“* als Gewinn genannt: „Man muss sich da schließlich zusammenraufen, wie im Leben auch.“ Anfänglich benötigte man viel Ausdauer, um mit den fachlichen und sozialen Herausforderungen fertig zu werden. Die Arbeit wird aber umso spannender, je näher man dem Turnier kommt. Vielfach beschäftigen sich die

Teilnehmer außerhalb der Vorbereitungstreffen mit den Problemen, recherchieren und beschaffen die notwendigen Materialien. Dadurch wird die Beschäftigung mit den physikalischen Problemen fester Bestandteil ihres Lebens und sie nehmen alle Jahre wieder am YPT teil, selbst wenn es ihnen im Vorjahr nicht gelungen war, in die Mannschaft zu kommen. Es wird etwas erreicht, was im Schulunterricht als nicht Ideal gilt: *Sie lernen zweckfrei zur Befriedigung des eignen Wissensdrangs und erwerben so „Scientific Literacy“.*

In dieses Bild passt es genau, dass die meisten (noch) nicht an ein Physikstudium denken. Zwar gehen ihre Neigungen oft in die naturwissenschaftliche Richtung, die Befragten wollten sich dabei aber noch nicht festlegen und befürchten, dass das Physikstudium zu schwierig und einseitig wäre. Allerdings halten sie den Umstand, dass sie in dieser Arbeitsgruppe die Möglichkeit haben, in den *Universitätsbetrieb und in die wissenschaftliche Arbeit* hineinzuschnuppern, für die zukünftige Studien- bzw. Berufswahl für wertvoll. Die Eltern der Teilnehmer haben im Allgemeinen den Wert des YPT für ihre Kinder erkannt und unterstützen ihre Ambitionen aktiv.

Die Antworten der Befragten lassen sich demnach, wie folgt, zusammenfassen:

a) Die entscheidenden Faktoren für die Faszination, die das YPT auf alle Beteiligten ausübt, sind keineswegs in einem bereits bestehenden fachlichen Interesse zu suchen. Das Interesse an der Physik entwickelt sich erst während der Teilnahme. Neugierde, was das YPT eigentlich ist, und die Aussicht auf Reisen sind als Anfangsmotivation bedeutend.

b) Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lernen während der Arbeit eine Vermittlung physikalischen Wissens kennen, die sie im Schulunterricht vermissen:

- selbständiges, handlungsorientiertes und forschendes Lernen
- verständnisförderndes Lernen und unmittelbare Praxisbezug, wodurch das Erkennen von Zusammenhängen ermöglicht, und der Sinn mathematischer Formulierungen plausibel wird
- das wiederholte Erörtern von Phänomenen aus verschiedenen Perspektiven, die Klärung und Diskussion von Erscheinungen und Zusammenhängen, wobei die Notwendigkeit, selbst eigene Beobachtungen zu machen und Zusammenhänge zu erklären, den Lernvorgang besonders nachhaltig machen und zu einem sicheren Umgang mit dem Erlernten führen
- der Wissenserwerb im engen Kontakt mit der außerschulischen Umgebung (Universität, Wissenschaftlern, etc.) als kulturelle Betätigung
- der kommunikative Aspekt: zu lernen, sich mit anderen über physikalische Inhalte zu verständigen
- der Erwerb sozialer Kompetenzen, die größere Kontaktfreudigkeit und die Arbeit im Team

- die praktizierte Gleichberechtigung zwischen Lehrenden und Lernenden und zwischen Mädchen und Burschen.

Die Klarheit und die exakte Terminologie, mit der die Schülerinnen und Schüler die für sie relevanten Punkte darlegten, waren teilweise verblüffend.

### 2.3.3 Die Jurorenbefragung

Seitens der Juroren wurden vor allem die motivationsfördernde Arbeit im Team, der experimentelle Ansatz und die offene Fragestellung, die zum selbstständigen Lösen von Problemen führt, als besonders bedeutend angesehen. Ferner wurden die längere Vorbereitung und die in die Tiefe gehende Diskussion der Probleme genannt, die schließlich zur Präsentation einer eigenen wissenschaftlichen Arbeit führen.

Das forschende Lernen im Physikunterricht ist für die Befragten generell wünschenswert und möglich. Allerdings wird wiederholt auf die Schwierigkeiten und Gefahren hingewiesen. Dabei werden die ungünstigen Rahmenbedingungen im Regelunterricht als besonders hinderlich erkannt, und die Notwendigkeit unterstrichen, die exemplarisch erarbeiteten Kenntnisse zusammenzufassen und in die wissenschaftliche Systematik einzuordnen.

Bei der Frage nach geeigneten Themen entschied sich die Mehrheit für experimentell zu bearbeitende Themen aus dem unmittelbaren Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler, wobei den rätselhaften Phänomenen, die noch im Bereich der klassischen Physik zu bearbeiten sind, der Vorzug gegeben wird. Unterschiedlich waren die Vorstellungen hinsichtlich des Schwierigkeitsgrades: Zwar sollten die Fragestellungen aktuell und anspruchsvoll sein, die Fragen im YPT wurden aber für den Regelunterricht als zu anspruchsvoll angesehen.

Der wünschenswerte Anteil, den forschendes Lernen und handlungsorientierter Unterricht haben sollte, lag im Mittel bei 30%, wobei jedoch sehr differenzierte Angaben gemacht wurden. Größere Forschungsprojekte sollten ein Mal im Jahr durchgeführt werden. Im Wahlpflichtfach sollten nach Meinung der Experten das forschende Lernen zum Unterrichtsprinzip erhoben und bis zu 70% der Zeit dafür aufgewendet werden. Ganz allgemein werden das Wahlpflichtfach und die unverbindlichen Übungen als geeignete Lehrveranstaltung für forschendes Lernen genannt, doch sollte auch im Regelunterricht ein kleinerer Teil der Unterrichtseinheiten dem forschenden Lernen gewidmet werden, wobei dem Projektunterricht nicht zu letzt wegen seiner gemeinschaftsfördernden Komponente der Vorzug gegeben wird.

Die Mehrzahl der Juroren hielt eine Verankerung im Lehrplan für wünschenswert, um der Forderung nach forschendem Lernen mehr Gewicht zu verleihen.

Dass forschendes und handlungsorientiertes Lernen die Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler in Physik verbessern, wurde durchgehend bejaht. Insbesondere die für das YPT charakteristische offene Fragestellung, das Experimentieren im Team, die selbständige Bearbeitung von Problemen und die disziplinierte Diskussion mit korrekter wissenschaftlicher Argumentation in Englisch sollten in den Unterricht übernommen werden.

Aus der Frage, welchen der österreichischen Teilnehmer die Juroren für das österreichische Team beim IYPT empfehlen würden, ist abzulesen, dass für die Experten neben den soliden physikalischen Kenntnissen als Voraussetzung, der gute Vortrag und das selbstbewusste Auftreten entscheidend waren.

Eine ausführliche Stellungnahme eines Jurors oder einer Jurorin sei hier wörtlich wiedergegeben. Sie beinhaltet wesentliche Forderungen, die das forschende Lernen an unseren Schulen überhaupt erst ermöglichen:<sup>6</sup>

„1) Um forschendes Lernen in den Regelunterricht einzuführen, **muss** die Unterrichtsorganisation verändert werden, und zwar in einem kräftigen **Top down** - Impuls, dessen Wirkung und Durchführung evaluiert wird. (D.h., das „Zerhacken in Einzelstunden“ muss gründlich überdacht werden: Welcher Zeitrahmen passt für welche Altersstufe in welchem Fach?)

2) Gruppenarbeit und Präsentieren erfordern als Basis und Unterstützung

- Persönlichkeitsbildung
- Teambildung

Das muss Eingang in unsere Schulen finden. Dafür sind der zeitliche Rahmen, gut ausgebildete Lehrer und ein klarer Top down – Auftrag, dessen Ausführung evaluiert wird, unabdingbar.

3) Innovationen, die nachhaltig wirken sollen, können nicht von Einzelkämpfern durchgeführt werden, das führt maximal zu **Burnout**, ohne irgend etwas in der Schule **nachhaltig** zu verändern.

4) Innovationen brauchen einen geschützten institutionellen Rahmen, d.h. Auftrag, Unterstützung und Evaluation.“

Mögen diese Worte als Appell gesehen und aufgenommen werden.

## 2.3.4 Die Befragung von externen Beobachtern

### 2.3.4.1 Die Meinung der Fachdidaktiker

Die Befragung der Experten aus dem Bereich der Fachdidaktik ergab ein ähnliches Bild, wie bei der Jurorenbefragung. Forschendes Lernen wird grundsätzlich als machbar angesehen, allerdings werden die Rahmenbedingungen, insbesondere die hohen Schülerzahlen – bis zu 30 und mehr –, als problematisch gesehen. Neben den Alltagsthemen bieten sich für diese Gruppe der Befragten fächerübergreifende Themen an, die vor allem mit einfachen Mitteln im Unterricht behandelt werden können.

---

<sup>6</sup> Die hier geäußerte Meinung eines Jurors wird ohne Kommentar wiedergegeben und ist nicht als Meinungsäußerung der Autorin anzusehen. Sie enthält allerdings Forderungen, die wohl von allen am forschenden Lernen interessierten Kolleginnen und Kollegen geteilt werden.

Als zeitlicher Rahmen werden hier sogar mindestens 50% als angemessen betrachtet.

Eingehend wird hier die Frage nach dem Einbau in den Unterricht behandelt. Wie schon die Juroren nennen auch die Fachdidaktiker das Wahlpflichtfach und die unverbindlichen Übungen wegen der kleineren Gruppen als am besten geeignet. Handlungsorientiertes Lernen dürfe jedoch auch im Regelunterricht nicht fehlen. Die Einführung des forschenden und handlungsorientierten Lernens als Unterrichtsprinzip sowie eine entsprechende Verankerung im Lehrplan sei nur dann zu begrüßen, wenn an den Schulen dafür die notwendigen Voraussetzungen geschaffen würden.

Dass die physikalischen Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler durch offene, handlungsorientierte Lernformen verbessert werden, gilt in der Fachwelt als gesichert und wird durch etliche Studien belegt. Außerdem wird die Motivation der Schülerinnen und Schüler durch diese Lernformen erhöht und das Interesse länger aufrechterhalten.

### 2.3.4.2 Internationale Lehrer- und Expertenmeinungen

Dass über die Auswirkungen, die das YPT hinsichtlich der Gestaltung des Regelunterrichts an den Schulen jener Länder, welche das YPT schon seit längerer Zeit betreiben, keine Untersuchungen bekannt sind, ist durch die Geschichte des Wettbewerbs bedingt. Möglicherweise wurden in den ersten Jahren, als der Bewerb nur im damaligen Ostblock verbreitet war, systematische Untersuchungen angestellt. Es konnten leider auch durch Befragungen jener Mitglieder des IOC, die seit der ersten Stunde dabei waren, keine Hinweise auf solche Studien aufgefunden werden. In den westlichen Ländern, die erst seit kürzerer Zeit an dem Turnier teilnehmen, konnten ebenfalls keine einschlägigen Studien recherchiert werden. Es existieren zwar etliche Veröffentlichungen geringeren Umfangs<sup>7</sup>, die sich allerdings meist nicht spezifisch mit fachdidaktischen Fragestellungen auseinandersetzen. Eine Ausnahme bildet hier der bereits erwähnte, kurze Artikel in Plus Lucis<sup>8</sup> und ein Artikel von Zsuzsanna Rajkovits „[Hungarian Students in International Physics Olympiads \(IPhO\)](#)“<sup>9</sup>, in dem auch das YPT behandelt wird, sowie einige kleinere nationale Beiträge zu spezifischen Themen und Beispielen.

Bei der persönlichen Befragung von Kolleginnen und Kollegen aus aller Welt, wurde eingangs die Frage nach der persönlichen Motivation gestellt, welche Lehrerinnen und Lehrer dazu bringt, den nicht unerheblichen Aufwand, den die Vorbereitung des YPT's mit sich bringt, auf sich zu nehmen.

Interessant ist, dass dabei persönliche Motive eher unbedeutend waren. Zwar unterstrichen alle Befragten die Freude an der Arbeit an sehr speziellen und interessanten Problemen, die intensive Zusammenarbeit mit Fachkollegen, die internationale Zu-

---

<sup>7</sup> Eine Liste von in Österreich erschienenen Publikationen liegt im Anhang bei.

<sup>8</sup> Brigitte Pagana-Hammer: Faszination und didaktische Relevanz des Young Physicists' Tournament. In: Plus Lucis,

Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses LHS der österreichischen physikalischen Gesellschaft. Heft 1/2002

<sup>9</sup> Zsuzsanna Rajkovits: [Hungarian Students in International Physics Olympiads \(IPhO\)](#). In: Journal of the World Federation of Physics Competitions hrsg. von Hans Jordens, 1 (1999). S. 24-31.

sammenarbeit und der Kontakt zu universitären Einrichtungen, vor allem aber wurde der enorme Nutzen genannt, den die Kolleginnen und Kollegen für die Entwicklung des eigenen Unterrichts aus dieser Tätigkeit zögen. Eine neue Perspektive ergab sich durch die Bedeutung für die Lehreraus- und fortbildung, die dem YPT nach Ansicht der Befragten zukommt. Die vielfältigen Gelegenheiten zum Erfahrungsaustausch und zur Diskussion von Unterrichtsmethoden auf nationaler wie auf internationaler Ebene und der internationale Vergleich, gerade in Fragen der Methodik, waren allen Befragten besonders wichtig.

Vermehrten Zustrom zu den naturwissenschaftlichen Studien, vor allem zum Physikstudium, eine bessere Vorbereitung und bessere Studienerfolge wurden bei den YPT Teilnehmerinnen und Teilnehmern gerade in jenen Ländern bescheinigt, wo das YPT schon lange Tradition hat, wie in den Staaten des ehemaligen Ostblocks und in Deutschland. Dass dies nicht zu letzt durch die Vermittlung eines zeitgemäßen, aktuellen Wissenschaftsbildes und durch die Tatsache bedingt wird, dass Lernen als aktiver Prozess erlebt wird, stand für die Befragten außer Zweifel.

### **2.3.4.3 Die Meinung unbefangener Laien**

Interessant, aber nicht weiter verwunderlich ist es, dass Personen, die nicht direkt in das schulische Geschehen eingebunden sind, die veränderte Rolle der Schülerinnen und Schüler und damit die veränderte Lehrer-Schüler-Beziehung ins Auge fällt. Hier ist der Lehrer ein Teil des Teams und die Schülerinnen und Schüler nehmen eine gleichberechtigte Rolle ein.

Einig sind sich Experten und Außenstehende darin, dass im Regelunterricht mehr Gewicht auf Alltagsphänomene gelegt werden sollte. Doch ist die Sichtweise dieses Aspekts im YPT bei Experten und Laien unterschiedlich. Während für die Experten die alltäglichen Phänomene einen Unterrichts Anlass darstellen, steht für die außen stehenden Beobachter die hohe Authentizität der Probleme des YPT im Vordergrund. Es ginge da nicht darum, an Hand eines Phänomens die physikalischen Gesetzmäßigkeiten zu erörtern, fiel hier auf, sondern der Lernvorgang verlief hier umgekehrt: dass die Phänomene tatsächlich so ablaufen wie in der Aufgabe angegeben, muss erst im Experiment dargestellt und anschließend dafür eine physikalische Erklärung gefunden werden. Dabei wird festgestellt, dass die Probleme des YPT, wie bereits erwähnt, sehr häufig gar nicht alltäglich, sondern eher außergewöhnlich und paradox sind.

Ferner wurden selbst von den Laien die organisatorischen Probleme und die ungünstigen Rahmenbedingungen in den Schulen erkannt und Vorschläge hinsichtlich Schwerpunktsetzungen und Vernetzung im Schulsystem gemacht. Dabei wurde vor allem die Grundidee der Wiener Arbeitsgruppe, die Schüler verschiedener Schulen zusammenführt und zudem den Kontakt mit der Universität herstellt, als richtungsweisend genannt.

Hinsichtlich der beiden letztgenannten Argumente sind sich Laien und Teilnehmer einig. Die Möglichkeit, in der Gruppe ein bisschen Universitätsluft schnuppern zu können, war schon für die befragten Schüler ein Argument für die Teilnahme. Über den Unterschied zum Schulunterricht gaben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer unter anderem an, dass ihre Lehrer auf Fragen nach dem Nutzen des durchgenommenen Stoffes befragt, zu akademische Antworten gäben. Wörtlich sagte da ein Schüler:

*„Wenn ich meinen Lehrer frage, wozu die Physik gut ist und was man damit machen kann, erzählt er mir alles Mögliche über die Wirtschaft und so. Hier habe ich gesehen, was man damit macht. Ich bin halt ein visueller Typ.“*

Nun hängt das bessere Verständnis wohl nicht allein mit der Anschaulichkeit zusammen, offensichtlich ist aber, dass die Arbeitsweise im YPT ihm authentische Lernanlässe liefert. Dafür eignen sich offenbar jene Phänomene, die unsere Neugierde erwecken und durch deren Erklärung Neues erfahren wird.

Es sind hier also Verständnisunterschiede hinsichtlich der Authentizität festzustellen. Authentisch scheinen für Lehrerinnen und Lehrer, genauso wie für jene Befragten, die nicht mehr die Schulbank drücken, Probleme zu sein, deren Lösung zur Bewältigung des Alltags beitragen. Schülerinnen und Schüler verstehen offenbar unter authentischen Problemen jene, die ganz allgemein Erkenntnisgewinn versprechen. Dass dabei wesentlich breiter angelegte Problemlösungskompetenzen und eine Vielfalt von Entwicklungsmöglichkeiten im Sinne einer allgemeinen Bildung erschlossen werden als bei einem rein zweckgebundenen Wissenserwerb, darf nicht übersehen werden.

### 3 RESÜMEE

Die Befragten aller Gruppen unterstreichen die hohe Motivation der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Sie wird als Folge des ausgeprägten forschenden und entdeckenden, handlungsorientierten Lernens angesehen. Letzteres ist nach Meinung der Befragten für das AYPT charakteristisch und für den Physikunterricht richtungsweisend.

*Das forschende, entdeckende Lernen* wurde von den befragten Fachleuten als ein im Lehrplan zu verankerndes Unterrichtsprinzip eingefordert. Im AYPT wird es durch die spezifische Aufgabenstellung erreicht, durch die sich der Wettbewerb von vielen anderen unterscheidet. Weder kann Altbekanntes reproduziert werden, noch sollen innovative Erfindungen gemacht werden. Es geht ausschließlich darum, rätselhafte Erscheinungen zu erforschen und möglichst gut zu erklären. Gerade dieses *zweckfreie Lernen* wird von den Schülerinnen und Schülern geschätzt. Nach ihren Aussagen in den Interviews bedeutet für sie *Praxisbezug*, die *physikalischen Zusammenhänge und ihre mathematische Formulierung verstehen* an Hand von anschaulichen Modellen *verstehen* und *erklären* zu können. Ihr Ziel ist die naturwissenschaftliche Bildung, nicht der nützliche Wissenserwerb und seine unmittelbare Anwendung.

Dass das so erworbene Wissen unsystematisch bleiben muss, wird durch die Tatsache, dass *prinzipielle Strategien zum Verständnis physikalischer Zusammenhänge* erworben werden, bei weitem kompensiert: Physikalisch denken zu können, ermöglicht den Schülerinnen und Schülern nämlich, auch mit unbekanntem physikalischen Fragestellungen souverän umzugehen.

Zudem stellt die Möglichkeit, *selbständig zu forschen*, eine Herausforderung dar, die gerade von jungen Menschen gerne angenommen wird. Sie entwickeln so *Problemlösungskompetenz*, die vor allem physikalischen Laien aufgefallen ist, denen Problemlösungskompetenz als allgemein anerkanntes Ziel einer zeitgemäßen Ausbildung und als eine berufliche Notwendigkeit geläufig ist. Selbständiges Arbeiten ermöglicht außerdem den Lehrerinnen und Lehrern, die individuellen Begabungen ihrer Schüler leichter zu erkennen und zu fördern. Dass eine solche Vorgangsweise sogar im Klassenverband möglich ist, haben unter anderem die Versuche mit Freiarbeitsklassen gezeigt

Durch die offene Arbeitsweise im AYPT werden *freies Experimentieren* und damit eigene Erfahrungen mit physikalischen Problemstellungen ermöglicht. Gerade der *experimentelle Ansatz* wird von den Juroren als besonders geeignet erachtet, Problemverständnis selbständig zu entwickeln. Die ebenfalls von den Juroren hervorgehobene *offene Fragestellung* führt dazu, dass es keine allgemein gültige, endgültige Lösung der behandelten Probleme gibt. Weder kann jemals ein Problem vollständig und unanfechtbar gelöst werden, noch entsteht der Eindruck, dass man das Gebäude physikalischen Wissens und die dazugehörige Systematik jemals in den Griff bekommen hätte oder überhaupt bekommen könnte. Wie mit einer Lupe werden einzelne Phänomene aus dem Ganzen herausgehoben und einer sehr genauen Betrachtung unterzogen. Wie bei einem Puzzle wachsen mit jedem Stück das Verständnis und das Interesse am Ganzen. Die von den Teilnehmern angesprochene *Neugierde* erhält ständig neue Nahrung. Zudem wird so der von den Juroren und Didaktikern geforderte Einordnung von durch *exemplarischer Betrachtung eines Phä-*



*nomens erworbenen Kenntnissen in die physikalische Systematik* genüge getan. Den Teilnehmern wird dadurch außerdem ein *korrektes Wissenschaftsbild und eine Vorstellung von wissenschaftlicher Arbeit* vermittelt, wie es von den internationalen Experten, den Juroren und auch von den Laien gewünscht wurde.

*Handlungsorientiertheit und Anwendung des Wissens* ist im APT ein  *kreativer* Prozess. Darin liegt der Unterschied zum Regelunterricht, wo sich handlungsorientiertes Lernen und angewendetes Wissen häufig in der Reproduktion der Vorgaben des Lehrers oder des Lehrmittels erschöpfen. Physikalisches Wissen erscheint den Schülern dann als Selbstzweck und der Physikunterricht als ein Gegenstand, der ihnen keine Autonomie und freie Entfaltung ermöglicht. So kommt es, dass Physik zwar als wichtig, gleichzeitig aber als uninteressant empfunden wird<sup>10</sup>, wie es auch in den Interviews mit den Schülern einmal mehr beklagt wurde.

Genauso wie die Schülerinnen und Schüler im AYPT in die Lage versetzt werden, physikalische Zusammenhänge innerhalb eines Problems zu verstehen, bringen es die 17 möglichst gleichmäßig alle Teilgebiete der Physik betreffenden Beispiele mit sich, dass auch die bei den einzelnen Problemen immer wiederkehrenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten, Begriffe und Grundsätze und ihre spezifische Bedeutung im konkreten, gegenständlichen Beispiel erkannt werden. Die befragten Schüler unterstrichen, dass im AYPT die erarbeiteten Inhalte immer wieder *aus verschiedenen Perspektiven wiederholt* würden, und *man so mehr lerne*. So ist der Wissenserwerb zwar unsystematisch, jedoch im höchsten Maß vernetzt. Die Schülerinnen und Schüler erwerben umfassende Kenntnisse von den Zusammenhängen, auf denen die physikalische Systematik aufbaut. Das oft von Lehrerinnen und Lehrern beklagte Denken in Teilgebieten wird im YPT gerade wegen der mangelnden Systematik vermieden.

Durch die Struktur des AYPT wird der Wissenserwerb automatisiert. Die Aneignung und Anwendung von physikalischem Grundwissen ist eine selbstverständliche und notwendige Begleiterscheinung der Bearbeitung der einzelnen Probleme. Gefragt sind Lösungsvorschläge, die physikalisch korrekt argumentierbar sind. Das dazu notwendige Basiswissen ist ein Mittel, um Vorgänge zu erklären und sich darüber zu verständigen. Im AYPT wird die *Kommunikation* im Team zum hervorstechenden *Motivations- und Lernfaktor*. Gerade die Schülerinnen und Schüler haben auf diesen Umstand hingewiesen. Neben der Vernetzung physikalischen Wissens selbst ist hier die Wechselwirkung zwischen der Problembearbeitung und dem Wissenserwerb ausschlaggebend. Dieses Zusammenspiel wird im AYPT durch die Notwendigkeit des permanenten Austausches von Ideen, Erkenntnissen und Absichten unterstützt. Man lerne, so hört man im Interview mit den Schülern, dadurch, dass man sich über die Beobachtungen und Erfahrungen *verständigen* müsse, dass man darüber *diskutiere*. Dies zwingt zu einer wiederholten folgerichtigen Wiedergabe der zugrunde liegenden Gedankenketten und zu einem exakten Umgang mit der physikalischen Terminologie, wodurch der Lernprozess vertieft wird.<sup>11</sup> Dass diese Kommunikation zusätzlich noch in englischer Sprache abläuft, hat vor allem den Juroren gefallen.

---

<sup>10</sup> vgl. Pagana-Hammer Brigitte: CD-ROM und Internet im Physikunterricht an der österreichischen AHS. Masterthesis an der Donauuniversität Krems, April 2003. S. 8.

<sup>11</sup> vgl. dazu: Stadler, Helga und Benke, Gertraud: Naturwissenschaftliches Diskutieren und Argumentieren fördern. In: Unterricht Physik, 14/ 2003, Nr.74, S. 26.

Die *Arbeit im Team* gibt aber nicht nur Gelegenheit zu permanentem Austausch und Reflexion der Ideen und Erkenntnisse der Teammitglieder, sondern auch die Sicherheit und Geborgenheit der Gruppe. Das Team sei für die Arbeit eine Notwendigkeit, stellt aber auch sicher, dass man nie allein sei, formulierte eine Schülerin. Gerade die, gemessen an anderen physikalischen Initiativen, starke Präsenz von Mädchen wirkt auf die Entwicklung von Teamgeist förderlich. Diese Ansicht wurde bezeichnender Weise von einem männlichen Teilnehmer geäußert. Dementsprechend unterstreichen die Mädchen die wachsende Kontaktfreudigkeit und die Entwicklung von sozialer Kompetenz im Team. Die *soziale Motivation* ist ein wesentlicher Faktor für die Begeisterung, die alle erfasst, die einmal beim AYPT dabei waren. Diese Faszination macht auch vor den Lehrerinnen und Lehrern nicht halt, wie sich in den Umfragen immer wieder herausstellte.

Als hervorstechendes Resultat der vorliegenden Studie ist die Bedeutung der im AYPT völlig *veränderten Lehrerrolle* zu anzusehen. Dies wird von den Schülerinnen und Schülern genauso wie von den externen Beobachtern unterstrichen. Es wird „der Lernende im Lernen geführt“. Die Lehrerinnen und Lehrer und noch viel mehr die Betreuer geben Anregung und Hilfe zur Bewältigung der zu lösenden Probleme. Den Schülerinnen und Schülern wird ausreichend Gelegenheit gegeben, die eigenen Ansätze und vermeintlichen Lösungen kritische zu betrachten, zu verifizieren bzw. zu falsifizieren und selbst zu korrigieren, zu verbessern oder, wenn sie auch von der Gemeinschaft als brauchbar angesehen werden, weiter zu entwickeln. Damit ist ein Paradigmenwechsel im Selbstverständnis der Lehrer notwendig. Die gewohnte Geber- und Bewahrer-Rolle verwandelt sich in eine partnerschaftliche Einstellung, die zur Bildung eines Lehrer-Schülerteams führt.

## 4 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Was also, ist im YPT anders als im Regelunterricht? Was kann man daraus lernen?

### ★ **Das Lehrer-Schülerteam als ideale Lernumgebung**

Das YPT basiert auf der Sozialstruktur eines Lehrer-Schülerteams, wobei als Team hier eine dynamische Gruppe und nicht eine Organisationsform verstanden wird. Dadurch entsteht eine Gemeinschaft, die durch ein Klima der Gleichberechtigung, der Offenheit und Flexibilität gekennzeichnet ist. Ergänzt durch Kommunikations- und Kontaktfreudigkeit innerhalb der Gruppe und nach außen hin schafft das eine ideale Lernumgebung. Es spricht nichts dagegen, so eine Lernatmosphäre auch in einer Klasse zu erzeugen.

### ★ **Der induktive Ansatz und der extravagante Lernanlass**

Die Beispiele im YPT sind komplexe, zunächst unstrukturierte Probleme. Sie sind bewusst schwierig, unbekannt und schwer einzuordnen. Das physikalische Gedankengebäude wird exemplarisch durch einzelne von einander isolierte und paradoxe Schwerpunkte repräsentiert. Die Zusammenhänge werden erst im Laufe der Arbeit transparent. Die induktive Methode ist seit Galilei in den Naturwissenschaften anerkannt. Warum gerade im Unterricht häufig genau umgekehrt verfahren wird, nämlich eine Gesetzmäßigkeit als so seiend vorzustellen und dann durch Rechnungen, Experimente und Alltagsbeobachtungen zu untermauern, entzieht sich dem Verständnis. Durch die streng induktive Vorgangsweise, wie sie beim YPT angewendet wird, werden das Experiment, die Erklärung, die Theorie und die Formeln ein einheitliches Ganzes. Das Verständnis von Zusammenhängen und von mathematischen Formulierungen wird durch den unmittelbaren Praxisbezug gefördert. Zusätzlich werden die physikalischen Darstellungsmöglichkeiten selbständig eingesetzt. So bleibt das erworbene Wissen besser im Gedächtnis. Man lernt mehr. Selbst bei strenger Einhaltung des Lehrplans spricht nichts dagegen, ein Kapitel von einem ungewöhnlichen und komplexen Problem her aufzurollen. Ein loser Aufbau wie im YPT, der keiner strengen Systematik folgt, und statt dessen Akzente setzt, vermittelt zudem ein wesentlich korrekteres Bild einer sich rasanter denn je weiterentwickelnden Physik, was zweifelsohne eines der vorrangigen Lehrziele eines Unterrichts sein muss.

### ★ **Die Neugierde als Motor des Lernprozesses**

Durch die Beispielwahl wird der wesentliche Motor jedes Lernprozesses überhaupt in Gang gesetzt. Unbekanntes und offenbar Kompliziertes erregt schon bei kleinen Kindern die Neugierde. Hat man etwas einmal zusammengebracht, versucht man den Vorgang zu wiederholen und auszuloten, unter welchen Bedingungen sich die gefundene Lösung bewährt. Damit sind in den Vorgang automatisch Feedback-Schleifen eingebaut. Sie werden nicht von außen gegeben, sondern durch Erfolg oder Misserfolg des eigenen Handelns. Der Lernende stellt sich automatisch selbst die Frage: War meine Überlegung richtig oder waren die ersten Erfolge nur ein glücklicher Zufall? Das selbständige Arbeiten im YPT und die Notwendigkeit, das Team ständig von der Richtigkeit des eigenen Vorgehens zu überzeugen, führen automatisch zu einer immer wiederkehrenden Überprüfung der eigenen Arbeit und gegebenenfalls zur Korrektur. Warum also nicht auch im Unterricht die Latte hoch legen, und

dann Zeit zur Erfahrung, Wiederholung, Überprüfung der eigenen Gedanken und zur Selbstkorrektur geben?

★ **Das Ziel: physikalisches Verständnis- und Argumentationsfähigkeit**

Erworbene Kenntnisse und Fähigkeiten unter beliebigen Voraussetzungen anwenden zu können setzt voraus, dass man das betreffende Phänomen so verstanden hat, dass man es auch anderen erklären kann. Das YPT macht davon gleich mehrfachen Gebrauch. Dadurch wird das klare, analytische und kritische Denken sowohl dessen geschult, der ein Problem bearbeitet hat, als auch des Zuhörers. Aufmerksamkeit, das Nachvollziehen von Gedanken des Partners und die überzeugende Formulierung der eigenen Gedanken. Im Unterricht gibt es zahlreiche Möglichkeiten eine dialogische Gestaltung zu fördern. Egal ob es sich um Referate, Gruppenarbeit, die Diskussion von Medienberichten oder Filmen, etc. handelt. Die Anforderungen an die Lehrerin oder den Lehrer als Moderator sind allerdings hoch.

Dazu eine Anmerkung: Die Verwendung der englischen Sprache im YPT ist eine organisatorische Notwendigkeit, hat aber vor allem für jene, deren Muttersprache nicht Englisch ist, einen zusätzlichen Vorteil: Man ist gezwungen sich zu erklären und lernt bewusst zu sprechen. Der oft als Desideratum genannte zweisprachige naturwissenschaftliche Unterricht macht nur dann Sinn, wenn gerade dieser Aspekt berücksichtigt wird. Begriffe zu lernen ist uninteressant, ein Wörterbuch findet man ja jeder Zeit im Netz.

Die vorliegende Studie lässt darauf schließen, dass die vier hier angeführten Faktoren

- ★ **Das Lehrer-Schülerteam als ideale Lernumgebung**
- ★ **Der induktive Ansatz und der extravagante Lernanlass**
- ★ **Die Neugierde als Motor des Lernprozesses**
- ★ **Das Ziel: physikalisches Verständnis- und Argumentationsfähigkeit**

bei den Teilnehmern am YPT nachhaltig zu einem Lernansatz führen, der zweckfrei ausschließlich die Befriedigung des eigenen Wissensdrangs und den Erwerb von „Scientific Literacy“ zum Ziel hat. Jeder der angeführten Faktoren kann ohne organisatorische oder administrative Maßnahmen umgesetzt werden. Die einzige Voraussetzung dafür ist, durch Freude am Physiklehren den Schüler Freude am Physiklernen vermitteln zu wollen.

## 5 LITERATUR

Gräber, Wolfgang / Nentwig, Peter / Koballa, Thomas / Evans, Robert (Hrsg.): Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen, 2002.

Labudde, Peter: Selbstständig Lernen. Eine Chance für den Physikunterricht. In: Unterricht Physik 8 (1997), Nr. 37. S. 4-9.

Pagana-Hammer, Brigitte: Faszination und didaktische Relevanz des Young Physicists' Tournament. In: Plus Lucis, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses LHS der österreichischen physikalischen Gesellschaft. Heft 1/2002.

- dieselbe: CD-ROM und Internet im Physikunterricht an der österreichischen AHS. Masterthesis an der Donau-Universität Krems, April 2003.

Quin, Eckehard: PISA, eine italienische Stadt. In: AHS Nr. 4/2003. S. 84-87.

Rajkovits Zsuzsanna: Hungarian Students in International Physics Olympiads (IPhO). In: Journal of the World Federation of Physics Competitions hrsg von Jordens Hans. Nr.1 (1999). S. 24-31.

Stadler, Helga: Mädchen und Physik. Koedukation im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: AHS aktuell, Folge 138/ Juni 2003. S. 14-15.

Stadler, Helga / Benke, Gertraud: Naturwissenschaftliches Diskutieren und Argumentieren fördern. In: Unterricht Physik 14 (2003), Nr. 74. S 26-29.

# **ANHANG**

# Die Probleme des AYPT 1999

## The problems for the 12<sup>th</sup> IYPT

These are the problems formulated by the IOC (International Organising Committee) for the 12<sup>th</sup> IYPT:

### 1. Rotation

A long rod, partially and vertically immersed in a liquid, rotates about its axis. For some liquids this causes an upward motion of the liquid on the rod and for others, a downward motion. Explain this phenomenon and determine the essential parameters on which it depends.

### 2. Ionic motor

An electrolyte (an aqueous solution of  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ , ...) in a shallow tray is made to rotate in the field of a permanent magnet (a small "pill" placed under the tray). An electric field is applied from 1.5 V battery in such way that one electrode is in the form of a conducting ring immersed in the electrolyte – the other is a tip of a wire placed vertically in the centre of the ring. Study the phenomenon and find possible relationships between the variables.

### 3. Magic motor

Construct a DC motor without a commutator, using a battery, a permanent magnet and a coil. explain how it functions.

### 4. Soap film

Explain the appearance and the development of colours in a soap film, arranged in different geometrical ways.

### 5. Dropped paper

If a rectangular piece of paper is dropped from a height of a couple of meters, it will rotate around its long axis whilst sliding down at a certain angle. What parameters does the angle depend on?

### 6. Singing glass

When rubbing the rim of a glass containing a liquid a note can be heard. The same happens if the glass is immersed in a liquid. How does the pitch of the note vary depending on different parameters.

### **7. Heated needle**

A needle is hanging on a thin wire. When approached by a magnet, the needle will be attracted. When heated, the needle will return to its original position. After a while the needle is attracted again. Investigate this phenomenon, describe the characteristics and determine the relevant parameters.

### **8. Energy converter**

A body of mass 1 kg falls from a height of 1 m. Convert as much as possible of the released potential energy into electrical energy and use that to charge a capacitor of 100  $\mu\text{F}$ .

### **9. Air Dryer**

During a time span of 4 minutes collect as much water as possible from the air in the room. The mass of the equipment must not exceed 1 kg. Its initial temperature should be equal to room temperature. The water should be collected in a glass test tube, provided by the jury.

### **10. Charged balloon**

An air filled balloon rubbed with wool or dry paper may stick to the ceiling and stay there. Investigate this phenomenon and measure the charge distribution on the surface of the balloon.

### **11. Billiard**

Before a pool-billiard game starts, 15 balls form an equilateral triangle on the table. Under what conditions will the impact of the white ball (16<sup>th</sup> ball) produce the largest disorder of the balls?

### **12. Flour craters**

If you drop a small object in flour, the impact will produce a surface structure which looks like a moon crater. What information about the object can be deduced from the crater?

### **13. Gas flow**

Measure the speed distribution of the gas flow in and around the flame of a candle. What conclusions can be drawn from the measurements?

### **14. Wheat Waves**

The wind blowing through a wheat field creates waves. Describe the mechanism of the wave formation and discuss the parameters which determine the wavelength.



## **15. Bright Spots.**

Bright spots can be seen on dew drops if you look at them in different angles. Discuss this phenomenon in terms of the number of spots, their location and angle of observation.

## **16. Liquid diode**

Make an electrochemical diode and investigate its properties, in particular the frequency dependence.

## **17. Sound from water**

When you heat water in a kettle you hear a sound from the kettle before the water starts to boil. Investigate and explain this phenomenon.<sup>12</sup>

# **Die Probleme des AYPT 2000**

## **The problems for the 13<sup>th</sup> IYPT 2000**

### **1. Invent by yourself**

Suggest a contact-free method for the measurement of the surface tension coefficient of water. Make an estimation of the accuracy of the method.

### **2. Tuning fork**

A tuning fork with a resonant frequency of about 100 Hz is struck and held horizontally, so that its prongs oscillate up and down. A drop of water is placed on the surface of the upper prong. During the oscillation of the tuning fork standing waves appear on the surface of the drop and change with time. Explain the observed phenomena.

### **3. Plasma**

Investigate the electrical conductivity of the flame of candle. Examine the influence of relevant parameters in particular the shape and polarity of the electrodes. The experiments should be carried out with a voltage not exceeding 150V.

### **4. Splash of water**

Measure the height reached by splashes of water when a spherical body is dropped into water. Find a relationship between the height of the splashes, the height from which the body is dropped, and other relevant parameters.

---

<sup>12</sup> <http://www.univie.ac.at/iypt99/iyptprob.htm>

## **5. Sparkling water**

Bubbles in a glass of sparkling water adhere to the walls of the glass at different heights. Find a relationship between the average size of the bubble and their height on the side of the glass.

## **6. Transmission of signals**

Using a bulb construct the optimum transmitter of signals without any modulation of the light beam between the transmitter and the receiver. Investigate the parameters of your device. The quality of the device is defined by the product of the information rate (bits/sec) and distance between transmitter and receiver.

## **7. Merry-go-round**

A small, light, ball is kept at the bottom of a glass filled with an aqueous solution and then set free. Select the properties of the solution, so that a moving up time of several seconds is achieved. How will this time change, if you put your glass on the surface of a rotating disk?

## **8. Freezing drop**

Drops of melted lead or tin fall from some height into a deep vessel filled with water. Describe and explain the shape of the frozen drops as a function of height of fall.

## **9. Radioactivity**

Use efficient methods to collect as much radioactive material as you can in a room. Measure the half-life of the material you have collected.

## **10. Liquid fingers**

When a layer of hot salt solution lies above a layer of cold water, the interface between the two layers becomes unstable and a structure resembling fingers develops in the fluid. Investigate and explain this phenomenon.

## **11. Throwing stone**

A student wants to throw a stone so that it reaches the greatest distance possible. Find the optimum mass of the stone that should be used.

## **12. Tearing paper**

Tear a sheet of paper and investigate the path along which the paper tears.

## **13. Rolling can**

A can partially filled with water rolls down an inclined plane. Investigate its motion.

## **14. Illumination**

Two bulbs, 100 and 40 watts, respectively, illuminate a table tennis ball placed between them. Find the position of the ball, when both sides of the ball appear to be equally lit. Explain the result.

## **15. Cooling water**

Two identical open glasses, filled with hot and warm water, respectively, begin to cool under normal room conditions. Is it possible that the glass filled with hot water will ever reach a lower temperature than the glass filled with warm water? Make an experiment and explain the result.

## **16. Coloured sand**

Allow a mixture of differently coloured, granular materials to trickle into a transparent, narrow container. The materials build up distinct bands. Investigate and explain this phenomenon.

## **17. A strange sound**

Pour hot water into a cup containing some cappuccino or chocolate powder. Stir slightly. If you then knock the bottom of the cup with a teaspoon you will hear a sound of low pitch. Study how the pitch changes when you continue knocking. Explain the phenomenon.<sup>13</sup>

# **Die Probleme des AYPT 2001**

## **The Problems for the 14<sup>th</sup> AYPT**

### **1. Electrostatic motor**

Is it possible to create a motor which works by means of an electrostatic field? If yes, suggest how it may be constructed and estimate its parameters.

### **2. Singing saw**

Some people can play music on a handsaw. How do they get different pitches? Give a quantitative description of the phenomenon.

### **3. Tuning dropper**

Make the music resonator shown in the picture. Investigate the conditions that affect the pitch. Can you observe amplification of external sounds? If yes, how can you explain this?

### **4. Dancing sand clock**

Investigate the trickling of sand when a sand clock (egg-timer) is placed on a vibrating base.

---

<sup>13</sup> <http://metal.elte.hu/~iypt2000/Problems.html>

## **5. Rubber heat machine**

Investigate the conversion of energy in the process of deformation of rubber. Construct a heat machine, which uses rubber as the working element and demonstrate how it works.

## **6. Fractal diffraction**

Produce, demonstrate and analyse diffraction pictures of fractal structures of different orders.

## **7. Cracks**

When drying a starch solution, you will see cracks forming. Investigate and explain this phenomenon.

## **8. Speedometer**

Two electrodes of different metal are immersed in an electrolyte solution. Investigate the dependence of the measured potential difference on the relative motion of electrodes and their shapes.

## **9. Pouring out**

Investigate how to empty a bottle filled with a liquid as fast as possible, without external technical devices.

## **10. Water stream pump**

Construct and demonstrate a water stream vacuum pump. What is your record value for the minimum pressure?

## **11. Rolling balls**

Place two equal balls in a horizontal, V-shaped channel, with the walls at 90 degrees to each other, and let the balls roll towards each other. Investigate and explain the motion of the balls after the collision. Make experiments with several different kinds of ball pairs and explain the results.

## **12. Reaction**

Make an aqueous solution of gelatine (10g gelatine in 90ml of water), heat it to 80 degrees C in a water bath and mix it with a solution of potassium iodide. Pour the solution in a test tube and cool it. Pour a solution of copper sulphate on the surface of the gel. Find a physical explanation to the observed phenomena.

## **13. Membrane electrolyser**

In an electrolyser, containing a membrane which completely divides the space between two inert electrodes, the pH-value of the diluted salt solution will change substantially after electrolysis. Investigate how this difference depends on the pore size of the membrane.

#### **14. Thread dropper**

One end of a thread is immersed in a vessel filled with water. The other end hangs down outside without contact with the outer wall of the vessel. Under certain conditions, one can observe drops on that end of the thread. What are those conditions? Determine how the time of appearance of the first drop depends on relevant parameters.

#### **15. Bubbles in magnetic field**

Observe the influence of an alternating magnetic field (50 or 60 Hz) on the kinetics of gas bubbles in a vessel filled with water. The bubbles can be generated by blowing air into the water.

#### **16. Adhesive tape**

Investigate and explain the light produced, when adhesive tape is ripped from a smooth surface.

#### **17. Seiches**

Seiching is a phenomenon shown by long and narrow deep lakes. Due to changes in atmospheric pressure, the water of the lake can start moving in such a way that its level at both ends of the lake makes periodic motions, which are identical, but out of phase. Make a model that predicts the period of seiching (depending on appropriate parameters) and test its validity.

## **Die Probleme des AYPT 2002**

### **The Problems for the 15<sup>th</sup> IYPT**

#### **1. Heat engine**

A tall glass cylinder is half-filled with hot water and topped up with cold water. A small ampule, containing a few drops of ether or alcohol (and closed off by a rubber pipette cap), is then put in. Describe the phenomena occurring in the system. How does the motion of the ampule change with time?

#### **2. Spider's web**

A spider's thread looks like a string of pearls. What is the reason for this? Make experiments to investigate the relevant parameters.

#### **3. Flying colours**

Why do flags flutter in the wind? Investigate experimentally the airflow pattern around a flag. Describe this behaviour.

#### **4. Hazy**

The colour of a distant forest appears not green, but hazy blue. What is the minimum distance at which this phenomenon is observed? How do weather conditions affect this? Is it possible that a forest can appear grey?

#### **5. Pond-skater**

It is known that unwettable small bodies can float on water due to the surface tension force. Construct a floating raft based on this principle and calculate its static and dynamic parameters.

#### **6. Stop and start**

Sometimes a flow of traffic can experience sudden stops and starts for no apparent reason. Build a physical model to explain why this occurs.

#### **7. Ohm's Law for a liquid**

It is often said that electric current „flows“. Is this the only analogy between electric current and the flow of a liquid? Investigate theoretically and experimentally other analogies between these two things.

#### **8. Charged sand**

Fine, well-dried quartz sand is poured out of a short thin tube into a conical metallic vessel connected to an electrometer. Investigate the behaviour of the sand stream as the vessel fills up. What changes if the stream is lit by a UV-lamp?

#### **9. Chromatography**

Put a drop of coloured liquid on a piece of absorbant paper. Describe quantitatively the observed phenomena.

#### **10. Sound cart**

Construct and demonstrate a device that can be propelled solely by sound. Investigate its properties.

#### **11. Equilibrium**

Fill a glass with water up to the point where a convex meniscus is formed. Place a table tennis ball on the surface of the water. Investigate and explain the stability of its equilibrium. Repeat your experiment with other liquids?

#### **12. Electroconductivity**

How can you measure the electroconductivity of salt solutions without using direct contact electrodes? Analyse the problem and demonstrate your device.

#### **13. Spinning ball**

A steel ball of diameter 2-3 cm is put on a horizontal plate. Invent and construct a device, which allows you to spin the ball at high angular velocity around a vertical axis. The device should have no mechanical contact with the ball.

#### **14. Torn sail**

Determine the dependence of the efficiency of a sail on its degree of perforation. What drag force would result if a fishing net is used as a sail?

#### **15. Pulsating air bubble**

Trap an air bubble of radius 1-2 cm under an inverted watch glass beneath a water surface. Introduce alcohol into the bubble through a thin tube, controlling and adjusting the rate of flow until the bubble pulsates rhythmically. Study the phenomenon and explain your observations.

#### **16. Elastic pendulum**

Study and describe the behaviour of a pendulum where the bob is connected to a spring or an elastic cord rather than to a stiff rod.

#### **17. Bottle battle**

Take two opened glass bottles of cola and knock one against the other. After a short while, the cola spurts out of one of the bottles. Investigate and explain the phenomenon.

## **Die Probleme des IYPT 2003**

### **Problems for the 16<sup>th</sup> IYPT**

**1<sup>st</sup> to 8<sup>th</sup> July, 2003**

**UPPSALA, SWEDEN**

#### **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 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.

## **Die Regeln des AYPT**

### **The Regulations of the Austrian Young Physicists' Tournament**

#### **I. Austrian Young Physicists' Tournament**

The Austrian Young Physicists' Tournament (AYPT) is a competition among teams of secondary school students in their ability to solve complicated scientific problems, to present solutions to these problems in a convincing form and to defend them in scientific discussions, called Physics Fights (PF).

#### **II. The problems of the AYPT**

The problems of the AYPT will be the same as for the IYPT (International Young Physicists' Tournament). The AOC (Austrian Organizing Committee), however, may exclude some of the IYPT problems. The decision about chosen and excluded problems has to be made public not later than on the 15th of December.

#### **III. The participants of the AYPT**

##### **1. The Austrian teams**

Any Austrian secondary high school may send one (or more) team(s) to the AYPT.

##### **2. Foreign teams**

The AOC may invite any number of foreign teams. Those teams compete in the same way as the others but they are not taken into account when compiling the Austrian National Team (see Section XIV).

### 3. The membership of the teams

The AYPT team is composed of five secondary school students. The secondary school graduates could participate in the AYPT in the year of their graduation. The participation of university students is not allowed. The AOC may allow participation of teams of four or three students. The composition of the team cannot be changed during the Tournament. The team is headed by a captain who is the official representative of the team during the PF.

4. The team is accompanied by one or two team leaders.

## IV. The Jury

The Jury is nominated and organized by the AOC. Team leaders (one from each team) may be included in the Jury. The team leaders cannot be members of the Jury in the PF where their teams participate and should not, if possible, grade any one team more than twice. Moreover team leaders should (if possible) not be chairman of the Jury.

## V. The agenda of the AYPT

The agenda of the AYPT is to set up an Austrian National Team which will be sent to the International Young Physicists' Tournament (IYPT).

The AYPT is carried out in a period determined by the AOC.

All teams participate in the Selective PFs. Selective PFs are carried out according to a special schedule determined by the AOC according to the number of participating teams, following the rule that, if possible, no team meets another team more than once. This schedule should be known before numbers are ascribed to the teams by lot. The best teams participate in the Final PF.

## VI. The Physics Fight regulations

Three or four teams participate in a PF, depending on the total number of teams. In the course of a PF the members of a team communicate only with each other.

Before the beginning of a PF, the Jury and the teams are introduced by the chairman and the captains, respectively.

The PF is carried out in three (or four) Stages. In each Stage, a team plays one of the three (four) roles: Reporter, Opponent, Reviewer (Observer). In the following Stages of the PF, the teams change their roles according to the scheme:

Three teams PF Four teams PF

Stage 1 2 3 Stage 1 2 3 4 Team

1 Rep Rev Opp 1 Rep Obs Rev Opp

2 Opp Rep Rev 2 Opp Rep Obs Rev

3 Rev Opp Rep 3 Rev Opp Rep Obs

4 Obs Rev Opp Rep

## VII. The Stage regulations

The performance order in the Stage of a PF:	Reserved time in minutes
The Opponent challenges the Reporter for the problem	1
The Reporter accepts or rejects the challenge	1
Preparation of the Reporter.....	5
Presentation of the report .....	12
Questions of the Opponent to the Reporter and answers of the Reporter .....	2
Preparation of the Opponent .....	3
The Opponent takes the floor, maximum 5 min. and discussion between the Reporter and the Opponent .....	15
Questions of the Reviewer to the Reporter and the Opponent and answers to the questions .....	2
Preparation of the Reviewer .....	2
The Reviewer takes the floor.....	3
Concluding remarks of the Reporter.....	2
Questions of the Jury and grading .....	2

In the Final PF the procedure of challenge is omitted.

In the Final PF the procedure of challenge is omitted.

The official language of the AYPT is English. During a PF every communication between

the competing teams as well as between the teams and the Jury has to be made in English.

## VIII. The teams performance in the Stages

**The Reporter** presents the essence of the solution to the problem, attracting the attention of the audience to the main physical ideas and conclusions. Standard devices for presentation are blackboard and overhead projector. For further devices (e.g. video beamer, VHS video recorder, slide projector,...) the teams should consult the

organizers already before the tournament. Those devices will be made available if possible.

**The Opponent** puts questions to the Reporter and criticizes the report, pointing to possible in-accuracy and errors in the understanding of the problem and in the solution. The Opponent analyses the advantages and drawbacks of both the solution and the presentation of the Reporter. The discussion of the Opponent should not become a presentation of his/her own solution. In the discussion, the solution presented by the Reporter is discussed.

**The Reviewer** presents a short estimation of the presentations of Reporter and Opponent.

**The Observer** does not participate actively in the PF.

During one PF only one member of a team takes the floor as Reporter, Opponent or Reviewer; other members of the team are allowed to assist (handling of overhead transparencies, helping with experiments,...) and to make brief remarks. No member of a team may take the floor more than twice during one PF.

### **IX. The rules of problem-challenge and rejection**

1. All problems presented in the same PF must be different.

2. Selective PF

The Opponent may challenge the Reporter on any problem with the exception for a problem that:

- a) was presented by the Reporter earlier;
- b) was opposed by the Opponent earlier;
- c) was presented by the Opponent earlier.

If there are less than five problems left to challenge, the bans c), b), a) are successively removed, in that order.

During the Selective PFs the Reporter may reject the challenge of four different problems in total without penalty. For every subsequent rejection the coefficient of the Reporter (see section X) is decreased by 0.2. This reduction continues to apply during the following PFs.

3. Final PF

Within four hours after the announcement of the results of the Selective PFs the teams participating in the Final choose their problems. In case teams choose the same problem, priority is given according to the order of presentation in the Final (see section XII). The choice should be made public immediately.

### **X. The grading**

After each Stage the Jury grades the teams, taking into account all presentations of the members of the team, questions and answers to the questions, and participation in the discussion. Each Jury member shows marks from 1 to 10. If the Jury consists

of more than six persons the highest and the lowest marks are withdrawn. If the Jury consists of five or six persons, the lowest mark is withdrawn in the evaluation of the mean mark. The remaining marks are taken into account in all further calculations. The mean marks are multiplied by various coefficients: 3.0 or less (see section IX) for the Reporter, 2.0 for the Opponent, 1.0 for the Reviewer and then transformed into points.

#### **XI. The resulting parameters**

##### 1. For a team in the PF

The sum of points (SP) is the sum of mean marks, multiplied by the corresponding coefficients and rounded to one decimal.

##### 2. For a team in the Tournament

The total sum of points (TSP) equals the sum of SP of the team in all Selective PFs. The highest TSP, denoted as HTSP, serves as reference (see section XIII).

#### **XII. The Final**

The three teams having the highest TSP in the Selective PFs participate in the Final. In case teams have equal TSP, their participation in the Final is decided by the most balanced teamwork during the Selective PFs, in case of equality by lot. The order of presentation in the Final is also determined by the TSP, in case of equality by the most balanced teamwork, in case of continued equality by lot: the higher the TSP, the lower the number in the scheme of section IV.

#### **XIII. The final team ranking of the AYPT**

The winner of the Final obtains the 1st place. The other two teams participating in the Final share the 2nd place. For teams not participating in the Final, the AOC decides, according to the TSP obtained, which teams will share the 3rd place.

#### **XIV. Compiling the Austrian National Team**

Within 6 hours after the end of the tournament the AOC compiles an Austrian National team according to the performance of all team members of Austrian teams. The compilation of the National team should ensure best chances for the IYPT. The AOC takes care that further preparations work within the newbuilt National team is done.

#### **XV. The status of the regulations of the AYPT**

The regulations are established by the AOC and may be changed only by the AOC.

Vienna, February 5th2003

Romano Rupp  
(Chairman of the AYPT)

Brigitte Pagama-Hammer  
(Secretary General of the AYPT)

# Der Juroren-Fragebogen

Sehr geehrter Juror!

Sehr geehrte Jurorin!

Um die weitere Entwicklung des I/AYPT zu fördern und um durch die hier gemachten Erfahrungen auch zur Weiterentwicklung des Regelunterrichts an den AHS beitragen zu können, arbeiten wir an einem Projekt im Rahmen von IMST<sup>2</sup> – S3, mit dem Titel

## **„Neue Wege im Physikunterricht: Was kann das AYPT für die „good practice“ liefern?“**

Ich bitte Sie daher um die Beantwortung einiger Fragen und um ein kurzes Statement darüber, was Sie für richtungsweisend halten.

1. Welchen Aspekt des AYPT halten Sie für besonders motivationsfördernd?
2. Halten Sie das forschende Lernen im Physikunterricht für realisierbar?
3. Wenn ja, bitte ich um einen Vorschläge hinsichtlich
  - a) der Themen, die Sie dafür heranziehen würden (eventuell Beispiele)
  - b) des Umfangs, in dem Sie forschendes und handlungsorientiertes Lernen einplanen würden? (%)
  - c) des Einbaus in den Unterricht (Regelunterricht, Wahlpflichtfach, Unverbindliche Übungen, regelmäßig, gelegentlich, als Unterrichtsprinzip, ....)
  - c) der Verankerung im Lehrplan ja/nein (bitte ankreuzen)
4. Glauben Sie, dass handlungsorientiertes offenes Lernen die Kenntnisse der SchülerInnen in Physik verbessert?
5. Welchen Aspekt des AYPT halten Sie für die Verbesserung des Physikunterrichts für besonders geeignet/wichtig?
6. Welcher der österreichischen Schülerinnen bzw. Schüler, die Sie beobachten konnten, ist für die Vertretung Österreichs beim IYPT in Uppsala im österreichischen Team besonders zu empfehlen und warum?

Persönliche Bemerkungen: bitte Rückseite benützen!

Danke!

## Juroren des 15<sup>th</sup> AYPT 2003

Dr. Andrej Nadolny (Chairman, Sekretär des internationalen Komitees des International Young Physicists' Tournament, Mitglied der polnischen Akademie der Wissenschaften)

Univ. Prof. Dr. Claudia Ambros-Draxl (Universität Graz)

Univ. Prof. Dr. Gustav Asenbaum (Inst. f. Experimentalphysik Uni Salzburg und Wien)

Mag. Ilse Bartosch (BRG Wien 20, Unterberggasse)

Univ. Prof. Dr. Jozef Brestensky (Chairman, Universität Bratislava, Slowakei)

Prof. Wojcek Dindorf (Inst. f. Experimentalphysik d. Uni- Wien)

Univ. Prof. Dr. Christian Gottfried (Uni-Wien, Physics on Stage)

Univ. Prof. Dr. Erich Gratz (TU-Wien)

DI Mag. Dr. Gerhard Haas (BRG Leoben neu)

Mag. Dr. Karl Höllerl (Schottengymnasium)

Dr. Heinz Kabelka (Inst. f. Experimentalphysik d. Uni-Wien, Lehramtskandidatenausbildung)

Univ. Prof. Dr. Helmut Kühnelt (Inst. F. theoretische Physik – Uni- Wien)

Univ. Prof. Dr. Helmut Krenn (Univ. Graz, Inst. f. Experimentalphysik – Fachdidaktik der Physik)

Univ. Prof. Dr. Leopold Mathelitsch (Uni- Graz, Österr. Physikalische Gesellschaft)

Dir. Mag. Dr. Eva Mersits (BRG Wien 17, Geblergasse)

Univ. Prof. Dr. Herbert Pietschmann (Chairman, Inst. f. theoret. Physik d. Uni-Wien)

Univ. Prof. Dr. Helmut Rauch (Atominstitut)

Univ. Prof. Dr. Winfried Schranz (Inst. f. Experimentalphysik d. Uni-Wien)

Univ. Prof. Dr. Suhas Tagare (Univ. Hadjerabat – Indien)

Dr. Heribert Tilgner (Inst.f.Experimentalphysik der Uni-Wien)

Mag. M. Tilgner (HTL Spenglergasse)

Dir. Mag. Dr. Friedrich Wegl, (Gymnasium Marianum – Wien 18)

LSI Mag. Wolfgang Wurm (SSR f. Wien)

# Publikationen zum AYPT

## Medienresonanz

12. April 1999

Die Presse: „Wenn Schüler in Einsteins Dimensionen flüchten“.

Kurier: „Singende Wasserkessel und trudelnde Papierstücke“

13. April 1999

Der Standard: „Preisfrage: Ist der Mount Everest von Darjeeling aus zu sehen?“

22. Mai 1999

Vorschau auf das IYPT im Standard

26. Mai 1999

Frankfurter Allgemeine Zeitung: Meldung im Wissenschaftsteil

27. Mai 1999

ORF Radio 1: 3 Minuten Bericht und Interviews

28. Mai 1999

WDR Radio 5 Leonardo, 1 Minute Meldung

29. Mai 1999

Blue Danube Radio, Studiogespräch mit Prof. Rupp

31. Mai 1999

WDR Radio 5 Leonardo, 1 Minute Meldung

1. Juni 1999

SWR 4, Regionalradio, 5 ½ Minuten Studiogespräch mit Bernd Kretschmer und Franziska Hausmann

2. Juni 1999

Badische Zeitung: Gold für das deutsche Team

Oberbadisches Volksblatt, Artikel

6. Juni 2000

APA-Aussendung: Kleine Einsteins? – Junge österreichische Physiker auf Erfolgskurs!

5. März 2001

APA – Aussendung: AYPT 2001

6. März 2001

Kurier: Bronze für junge Physiker aus Leoben – Polen gewann

23. November 2001



Pressemitteilung der Universität Wien: IYPT in Odessa und AYPT in Leoben

## **Jahresberichte und Fachzeitschriften**

### Februar 1997

Bild der Wissenschaft: 5+ ist die Bestnote

### Juni 1999

Presseinformation der Deutsche Physikalischen Gesellschaft: „Weltmeisterschaft“ junger Physikteams in Wien

### 14. Juni 1999

Jahresbericht des BGRGBORG Wien 22, Polgarstraße: Brigitte Pagana-Hammer: „Das IYPT 99: Neue Dimensionen schulischer Projektarbeit“

### Juni 2000

ebenda, diesselbe: „Gedankensplitter zum IYPT“

### September 2002

Brigitte Pagana-Hammer: Faszination und didaktische Relevanz des Young Physicists' Tournament. In: Plus Lucis, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses LHS der österreichischen physikalischen Gesellschaft. Heft 1/2002

### Oktober 2002

Gerhard Haas: IYPT: das International Young Physicists' Tournament – Der etwas andere Wettbewerb. In: PhysikIAT Mitteilungsblatt der Österreichischen Physikalische Gesellschaft, 2002/4.

## **Sonstiges:**

### Herbst 1999

Hugh Haskell, u.a.: [www.univie.ac.at/Haskell](http://www.univie.ac.at/Haskell): Darstellung des IYPT aus amerikanischer Sicht

Brigitte Pagana-Hammer, u.a.: Das „12<sup>th</sup> IYPT 1999“: Abschlussbericht auf CD-Rom

### September 2001:

Georg Hofferek, Brigitte Pagana-Hammer: Die Faszination des YPT: Eine neue Perspektive für den Unterricht. Präsentation des Wettbewerbs am Tag der Schule der Jahrestagung der ÖPG.

## **Bildmaterial**

Auf den folgenden Seiten sind Bilder zu finden, welche während der Vorbereitungen auf das AYPT aufgenommen wurden.

# DIE ATMOSPHERE

ist



*Daniel Schenz bei der Bearbeitung des Problems „Rotating Disk“.  
(Foto: Soswinski/Zehetmeier)*

ob bei der Einzelarbeit oder zu zweit



*Teresa Torzicky und Florian Utner diskutieren das Beispiel „Bubbles  
at an interface“ (Foto: Soswinski/Zehetmeier)*

in der Gruppe bei ernstern Diskussionen



*Alexey Trubarov, Daniel Schenz und Artur Golczewski in ernster Diskussion zum Beispiel „Rotating disk“. (Foto: Soswinski/Zehetmeier)*

ja sogar bei mathematischen Problemen



*Artur Gloczewski, Teresa Torzicky und Florian Utner bemühen sich um ein geeignete Theorie für das Beispiel „Bubbles at an interface“ (Foto: Soswinski/Zehetmeier)*

stets heiter und entspannt!

