

Oberflächen- und Tiefenmerkmale von Aufgaben in der Internationalen PhysikOlympiade

- Projekt zur systematischen Analyse und Entwicklung von Aufgaben in dem Wettbewerb -

Stefan Petersen

IPN · Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften
und Mathematik, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel, petersen@ipn.uni-kiel.de

Kurzfassung

Wettbewerbsaufgaben sind, national wie international, zentraler Bestandteil naturwissenschaftlicher Schülerolympiaden, oder allgemeiner von Leistungstests, die vorgegebene Aufgaben in den Mittelpunkt stellen. Zu den Kernzielen der Wettbewerbsaufgaben gehören vor allem eine differenzierende Leistungsbeurteilung, die fachliche Weiterentwicklung und die Motivation der Teilnehmenden. Trotz der hohen Bedeutung der Aufgaben gibt es wenig systematisches Wissen darüber, was eine in diesem Sinne „gute“ Wettbewerbsaufgabe ausmacht und in welcher Weise verwendete Aufgaben diese Kernziele erreichen.

Im Rahmen des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade (IPhO) ist daher ein Projekt zur Untersuchung der diagnostischen Güte von Wettbewerbsaufgaben und Möglichkeiten zur Beurteilung ihrer Qualität begonnen worden. Dabei wird zum einen an Untersuchungen aus verschiedenen Wettbewerben und zum anderen an Erkenntnisse aus der Erforschung schwierigkeitgenerierender Merkmale von Aufgaben in der Physik angeknüpft. Die Ergebnisse sollen genutzt werden, um bei der Entwicklung der Aufgaben an den aktuellen Forschungsstand anzuschließen und diese zukünftig stärker systematisiert voranzubringen.

Dieser Beitrag gibt einen kurzen Überblick über die IPhO und stellt das skizzierte Projekt vor.

1. Die Internationale PhysikOlympiade - IPhO - und der Auswahlwettbewerb in Deutschland

Die Internationale PhysikOlympiade, kurz: IPhO, ist ein jährlich stattfindender Wettbewerb für in Physik leistungsfähige Schülerinnen und Schüler, die Spaß daran haben, ihre Fähigkeiten an theoretischen und experimentellen physikalischen Problemen zu testen. Seit ihrer Gründung 1967 ist die IPhO ständig gewachsen und mittlerweile entsenden mehr als 80 Länder Teams zu dem Wettbewerb. Jedes Nationalteam besteht dabei aus bis zu fünf Jugendlichen, die einzeln in den Klausuren antreten und zwei Mentoren, die die Kandidatinnen und Kandidaten fachlich betreuen. Die Auswahl der Olympioniken verläuft dabei in jedem Land nach einem anderen Modus, oft aber ähnlich.

Der nationale Auswahlwettbewerb in Deutschland wird vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) mit Unterstützung durch das BMBF und die Kultusministerien der Länder durchgeführt. Er ist in vier Runden gegliedert, bei denen die Aufgaben der ersten beiden Runden in Hausarbeit gelöst werden. Die besten 50 bzw. 15 Teilnehmenden werden zur dritten bzw. vierten Runde, dem Bundesfinale, an ein Forschungsinstitut in Deutschland eingeladen. Die fünf besten Kandidatinnen bzw. Kandidaten des Finales bilden das Nationalteam.

Weitere Informationen zu dem Ablauf des Auswahlwettbewerbes und der IPhO sind unter <http://www.ipho.info> erhältlich.

Neben dem IPhO-Auswahlwettbewerb ist das IPN auch mit der Durchführung nationaler Auswahlwettbewerbe für vier weitere naturwissenschaftliche Schülerolympiaden sowie für den BundesUmwelt-Wettbewerb verantwortlich. Diese so genannten ScienceOlympiaden sind in der bundesweiten Wettbewerbslandschaft auch über die Arbeitsgemeinschaft bundesweiter Schülerwettbewerbe fest verankert. Eine Verortung des IPhO-Auswahlwettbewerbs in diesem Feld lässt sich, wie dargestellt anhand von Merkmalspaaren vornehmen:

Hausaufgaben	-	Klausuren
einstufig	-	mehrstufig
Aufgaben	-	freie Themen
Einzelwettbewerb	-	Gruppenwettbewerb
bundesweit	-	regional
Fachgebunden	-	Fächerübergreifend
(alters-)differenziert	-	gleiche Anforderungen
leistungsorientiert	-	(motivationsorientiert)
einmalig	-	regelmäßig
öffentliche Förderung	-	Sponsoren

Tab.1: Merkmalspaare zur Charakterisierung von Wettbewerben. Die fett gedruckten Merkmale charakterisieren den IPhO-Auswahlwettbewerb in Deutschland.

2. Die Rolle von Aufgaben in der IPhO

Naturwissenschaftliche Aufgaben sind, national wie international, zentraler Bestandteil der vom IPN durchgeführten ScienceOlympiaden. Ihre Ziele im Rahmen der Wettbewerbe sind vorrangig eine differenzierte Leistungsbewertung der Teilnehmenden, die fachliche und methodische Vorbereitung auf den internationalen Wettbewerb sowie die Motivation interessierter Jugendlicher.

Die in der Regel guten Ergebnisse der deutschen Schülerteams bei den internationalen Stufen der Wettbewerbe legen den Schluss nahe, dass die Aufgaben zumindest die ersten beiden Ziele erreichen.

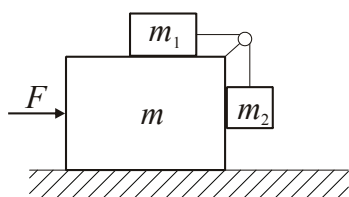
Dennoch existiert wenig systematisches Wissen darüber, durch welche Merkmale und in welchem Maße die einzelnen Aufgaben den an sie gestellten Anforderungen gerecht werden. Existierende Untersuchungen im Rahmen der IPhO [1] oder der IBO [2] stellen nur punktuelle Befunde dar, die nicht weiter verfolgt worden sind.

An diesem Punkt setzt das vorgestellte Projekt im Rahmen des Auswahlwettbewerbs zur IPhO an. Im Fokus der Untersuchung stehen dabei der diagnostische Wert und die psychometrische Güte der Wettbewerbsaufgaben sowie die fachlichen Anforderungsmerkmalen auf nationaler und internationaler Ebene.

Eine genaue Kenntnis dieser Faktoren soll zukünftig der Qualitätssicherung in den Wettbewerben auch über die IPhO hinaus dienen und dazu beitragen, Aufgaben zielgerichteter zu entwickeln.

Zu berücksichtigen sind dabei auch die Spezifika der Aufgaben aus dem Wettbewerb, die sich in der Regel durch ein hohes fachliches Niveau in den Bereichen Physik und Mathematik sowie die Verwendung spezieller Problemtypen und Lösungsmuster von typischen Aufgaben aus dem Schulgebrauch absetzen. Die folgenden beiden Beispiele relativ leichter Aufgaben illustrieren dies beispielhaft:

Aufgabenbeispiel 1 – Blöcke (3. Rd. IPhO 2008):



Zwei Blöcke mit Massen m_1 und m_2 sind durch ein Seil über eine masselose Umlenkrolle verbunden. Die Masse m_1 befindet sich auf einem weiteren Block der Masse m .

Welche horizontale Kraft F muss wirken, damit sich die drei Blöcke nicht relativ zueinander bewegen? Nehmen Sie hierzu an, dass keine Reibungskräfte auftreten und dass das Seil masselos ist.

Aufgabenbeispiel 2 – Abbildung mit Spiegel und Linse (3.Rd. IPhO 2009):

Eine dünne Linse erzeugt ein Bild eines Objektes. Direkt hinter die Linse wird nun ein flacher Spiegel auf die optische Achse gestellt. Die Spiegelfläche ist dabei senkrecht zur optischen Achse. Die übrige

Konfiguration bleibt unverändert. In diesem Fall entsteht ein Bild des Objektes, das denselben Betrag für die Vergrößerung aufweist. Bestimmen Sie die Vergrößerung.

Weitere Aufgaben sind auf der Webseite des Wettbewerbs zu finden.

Darüber hinaus zeichnet sich auch bei den ScienceOlympiaden in den vergangenen Jahren ein Trend zu Aufgaben ab, die einen hohen Alltags- und Lebensweltbezug haben und die interdisziplinäre Themen oder aktuelle Fragestellungen aufgreifen. Über die Wirksamkeit solcher Aufgaben im Rahmen der Auswahlverfahren zu den internationalen Schülerolympiaden gibt es ebenfalls nur wenige Erkenntnisse.

3. Aufgabenanalyse im Rahmen der IPhO

Die geplante Analyse der Aufgaben im Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade und damit schließlich die Beantwortung der Frage, was eine „gute“ Aufgaben im Sinne des Wettbewerbes ausmacht, basiert zum einen auf einer Klassifikation der Wettbewerbsaufgaben und zum anderen auf einer Analyse der in den letzten Wettbewerbsjahren von Teilnehmerinnen und Teilnehmern erreichten Ergebnisse bei den Aufgaben.

Unter Rückgriff auf bekannte Merkmalscharakterisierungen [3] wurde ein Klassifikationsschema für die Aufgaben aus der IPhO entwickelt, das sowohl bekannte schwierigkeitsgenerierende Anforderungsmerkmale von Aufgaben [4], [5] aufnimmt als auch die Spezifika der Aufgaben in dem IPhO-Auswahlwettbewerb mit berücksichtigt.

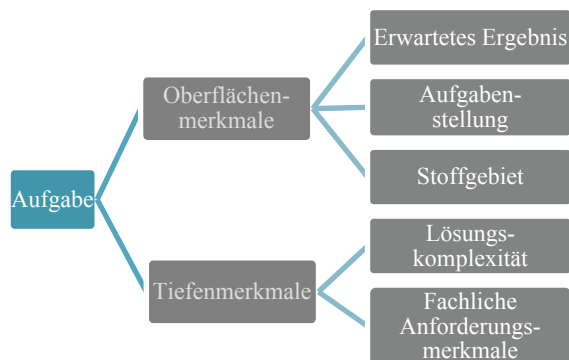


Abb.1: Aufgabenklassifikationsmerkmale.

Die oben stehende Abbildung gibt die einzelnen Merkmalsfelder der Aufgabenklassifikation wieder.

Der erstellte Klassifikationsbogen wurde in der dritten Runde des Auswahlwettbewerbs für die IPhO 2010 mit 50 Schülerinnen und Schülern an sechs Aufgaben getestet und soll nach einer Überarbeitung dazu dienen, zusammen mit den Ergebnissen der Teilnehmenden schwierigkeitsgenerierende Merkmale in den Aufgaben zu sondieren.

Der zweite Aspekt des Projektes ist die Untersuchung der Ergebnisse in dem Auswahlwettbewerb

im Hinblick auf die klassischen psychometrischen Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität.

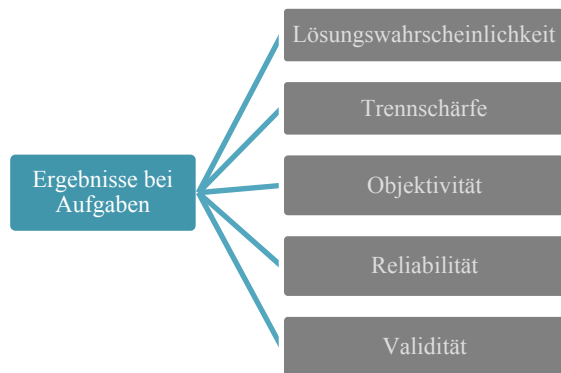


Abb.2: Analyse der Aufgabenergebnisse.

Von Interesse sind hierbei unter anderen die Fragen, inwieweit einzelne Aufgaben zu einer Differenzierung unter den Kandidatinnen und Kandidaten beitragen und in welchem Maße die Ergebnisse der einzelnen Teilnehmenden zwischen den Auswahlrunden korrelieren.

Die Anlage des Wettbewerbs bedingt darüber hinaus unterschiedliche Erwartungen an die Lösungswahrscheinlichkeit der Aufgaben. Während in der ersten Wettbewerbsrunde motivationale Aspekte eine herausragende Rolle spielen, tritt der kompetitive Charakter in den darauf folgenden Runden deutlicher in den Vordergrund. Die in Abb. 3 gezeigten, in dieser Hinsicht repräsentativen, Punkteverteilungen aus dem aktuellen Jahr verdeutlichen dies.

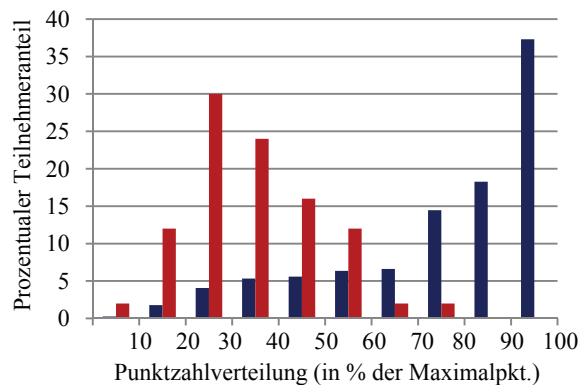


Abb.3: Punkteverteilungen in der 1. (blau) u. 3. (rot) Runde zur IPhO 2010. Die Mittelwerte betragen 76% und 34% bei 394 bzw. 50 Teilnehmenden.

4. Erwartete Ergebnisse und Ausblick

Obwohl bisher keine detaillierten Auswertungen der in der dritten Runde durchgeführten Aufgabenklassifikation und der von den Teilnehmenden erreichten Ergebnisse vorliegen, lassen sich aus den Erfahrungen der letzten Jahre einige Vermutungen über auftretende schwierigkeitsgenerierende Merkmale der Aufgaben anstellen: Ein hoher Anteil an fortgeschrittenen mathematischen Methoden wie Differenzieren oder Integrieren sollte, genau wie das Anwenden von Näherungen, zu einer Erhöhung des

Schwierigkeitsgrades beitragen. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass das Fachgebiet, dem eine Aufgabe entnommen ist, ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf die Schwierigkeit der Aufgabe hat.

Die Verifikation dieser und anderer schwierigkeitsgenerierender Merkmale sowie die Analyse des diagnostischen Wertes und der psychometrischen Güte der Aufgaben soll verstärkt als Grundlage zukünftiger Aufgabenentwicklungen in dem Wettbewerb genutzt werden.

Die Frage, ob eine Aufgabe für die Ziele des Wettbewerbs geeignet und damit eine „gute“ Aufgabe ist, muss aber letztendlich auch immer im Gesamtkontext einer Klausur beantwortet werden. Verschiedene Aufgaben bzw. -teile erfüllen in diesem Rahmen in der Regel unterschiedliche Funktionen und dienen zum Beispiel eher zur Motivation oder zur Differenzierung in der Spitzengruppe der Teilnehmenden.

Somit lassen sich aus diesem Projekt sicher keine absoluten Maße für die Eignung einer Aufgabe ableiten. Dennoch ist die gezielte Analyse von Aufgaben ein wichtiger Ansatz zur zukünftigen Qualitätssicherung und Aufgabenentwicklung im Rahmen der IPhO und über diese hinaus.

5. Literatur

- [1] Gau, B. & Gau, R. (1990). On alterations in the structure and requirement level of theoretical problems set in International Physics Olympiads. In Gorzkowski, W. (Hrsg.) *International Physics Olympiads* (Vol 1), S. 53-71. Singapur: World Scientific.
- [2] Klieme, E. (1999). Evaluation Report. In Klieme, E.; Lucius, E.R. & Zabel, E. (Hrsg.) *Report of the 9th International Biology Olympiad in Kiel, Germany*, S. 29-77. Kiel: IPN.
- [3] Draxler, D. (2005). *Aufgabendesign und basismodellorientierter Physikunterricht*. Dissertation im Fachbereich Physik der Universität Duisburg-Essen.
- [4] Kauertz, A. (2007). *Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben*. Dissertation im Fachbereich Physik der Universität Duisburg-Essen.
- [5] Prenzel, M.; Häußler, P.; Rost, J. & Senkbeil, M. (2002). Der PISA-Naturwissenschaftstest: Lassen sich die Aufgabenschwierigkeiten vorhersagen? *Unterrichtswissenschaft*, 30, S. 120-135.