



Abschließender Sachstandsbericht
Leibniz-Wettbewerb

Wirkungen naturwissenschaftlicher Schülerwettbewerbe

Antragsnummer: K194/2015

Berichtszeitraum: 01.01.2016-31.12.2018

Federführendes Leibniz-Institut: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN)

Projektleiter/in:
Prof. Dr. Knut Neumann

Inhalt

1.	Zielerreichung und Umsetzung der Meilensteine	3
2.	Aktivitäten und Hindernisse.....	4
3.	Ergebnisse und Erfolge.....	5
4.	Chancengleichheit.....	6
5.	Qualitätssicherung.....	6
6.	Zusätzliche eigene Ressourcen.....	6
7.	Strukturen und Kooperation	6
8.	Ausblick.....	7
9.	Zitierte Literatur im Bericht	7

1. Zielerreichung und Umsetzung der Meilensteine

Naturwissenschaftliche Schülerwettbewerbe sind ein besonderes Element gesellschaftlicher Bemühungen zur Gewinnung qualifizierten Nachwuchses in den Naturwissenschaften. Sie sollen Interesse wecken, Gelegenheit jenseits der Schule bieten, sich mit naturwissenschaftlichen Themen auseinanderzusetzen, und die qualifiziertesten Schülerinnen und Schüler systematisch fördern. Die tatsächliche Wirkung von Wettbewerben ist bisher jedoch kaum untersucht.

Ziel des Projekts „Wirkungen naturwissenschaftlicher Schülerwettbewerbe“ (*WinnerS*) war die Identifikation von Determinanten des Erfolgs und Misserfolgs in den naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerben sowie die Gewinnung von Erkenntnissen über die Auswirkungen von Erfolg und Misserfolg auf kognitive und affektive Merkmale. Die wesentlichen Meilensteine waren die die Konstruktion bzw. Zusammenstellung adäquater Skalen und deren Pilotierung in Vorbereitung der Erhebung, die eigentliche Erhebung sowie die Erhebung einer repräsentativen Vergleichsgruppe. Zu diesem Zweck wurde ein längsschnittliches Forschungsdesign gewählt, das die Teilnehmenden der so genannten *ScienceOlympiaden*, d.h. den deutschen Auswahlrunden für die Internationalen Biologie-, Chemie-, Physik- und JuniorScienceOlympiade sowie dem BundesUmweltWettbewerb, untersuchte. Die Schülerinnen und Schüler sollten an bis zu fünf Messzeitpunkten nach den einzelnen Runden des jeweiligen Wettbewerbs) befragt werden. Zudem sollte zum ersten und letzten Messzeitpunkt eine Kontrollgruppe, zusammengesetzt aus Schülerinnen und Schülern, die nicht an den ScienceOlympiaden teilnehmen aber den Teilnehmenden vergleichbar sind, befragt werden.

Dabei erwiesen sich die Konstruktion bzw. Zusammenstellung der Skalen, insbesondere der Formate zur Online-Erhebung kognitiver Aspekte, wie erwartet als anspruchsvoll. Die Ergebnisse sowohl der Pilotierung als auch der Haupterhebung belegen jedoch, dass dieser Meilenstein mit sehr gutem Erfolg abgeschlossen wurde. So zeigen die Skalen nahezu vollumfänglich gute bis sehr gute Reliabilitäten. Bei der Durchführung der eigentlichen Erhebung kam es allerdings zu Schwierigkeiten in der Probandenrekrutierung. Aus Gründen, die im folgenden Abschnitt weiter ausgeführt werden, ist es nicht gelungen, eine repräsentative Stichprobe zu erreichen, anhand derer generalisierbare Aussagen über naturwissenschaftliche Schülerwettbewerbe im Allgemeinen möglich wären. Auch die Kontrollgruppenbefragung wird erst nach Ende des Projektzeitraums abgeschlossen werden können (vgl. folgenden Abschnitt). Dennoch konnte aber eine beachtliche Zahl Teilnehmender gewonnen werden, die es erlaubt, wichtige Erkenntnisse zu relevanten Fragestellungen die einzelnen oder alle untersuchten Wettbewerbe betreffend zu gewinnen.

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts ist die wissenschaftliche Auswertung aufgrund der mit den Schwierigkeiten bei der Erhebung der Daten verbundenen zeitlichen Verzögerung noch nicht abgeschlossen. Für die einzelnen Wettbewerbe konnten jedoch erste Erkenntnisse die übergeordneten wissenschaftlichen Fragestellungen betreffend erzielt werden. Für die Chemie-Olympiade konnte beispielsweise gezeigt werden, dass für junge Frauen eine wichtige Determinante des Erfolgs die so genannten Gender-Science Stereotype sind - je mehr auch junge Frauen dem Stereotyp anhängen, dass Naturwissenschaften eine reine Männerdomäne seien, desto schlechter schneiden sie ab. In der PhysikOlympiade spielten jenseits allgemeiner kognitiver Fähigkeiten und Fachwissen vor allem fachspezifische Problemlösefähigkeiten die zentrale Rolle für ein erfolgreiches Weiterkommen. Zur Frage der Folgen eines erfolgreichen oder nicht erfolgreichen Abschneidens deuten erste Ergebnisse auf die Rolle der Attribution und des wahrgenommenen Mathematikanteils in den Aufgaben hin. Bei Teilnehmerinnen und Teilnehmern, die sich für die zweite Runde qualifiziert hatten, nahm die Tendenz, im nächsten Jahr wieder teilnehmen zu wollen, zu, wenn sie ihr Weiterkommen stärker auf ihre Physikfähigkeit zurückführten. Führten sie ihr Weiterkommen jedoch stärker auf ihre Mathematikfähigkeit zurück, so nahm die Tendenz, im nächsten Jahr wieder teilnehmen zu wollen, ab. Führten Teilnehmende ihr Ausscheiden stärker auf die physikbezogene Aufgabencharakteristik zurück, hatten sie eine niedrigere Tendenz, im

nächsten Jahr noch einmal teilnehmen zu wollen; führten sie ihr Ausscheiden hingegen auf die mathematikbezogene Aufgabencharakteristik zurück, so hatten sie eine höhere Tendenz, im nächsten Jahr wieder teilnehmen zu wollen. Schließlich zeigte eine Analyse der Teilnehmenden am BundesUmweltWettbewerb, dass diese über ein hohes Maß an Bewertungskompetenz verfügen und ausgeprägt multidisziplinär argumentieren.

Die erzielten Erkenntnisse sind Gegenstand von vier angedockten Promotionsarbeiten (in Biologie-, Chemie-, Mathematik- und Physikdidaktik). Eine der Promotionen steht kurz vor dem Abschluss, die drei anderen werden voraussichtlich noch in diesem Jahr abgeschlossen. Die Auswertungen und Analysen werden jedoch, finanziert aus Haushaltsmitteln, fortgeführt. Interventionsstudien zur gezielten Optimierung der einzelnen Wettbewerbe auf Basis der Ergebnisse der Studie sind in Planung. Eine vom BMBF finanzierte Interventionsstudie zur Stärkung des Engagements von Schülerinnen im Kontext der PhysikOlympiade wird, basierend auf Ergebnissen aus dem Projekt, bereits durchgeführt.

2. Aktivitäten und Hindernisse

WinnerS verfolgte das Ziel, über bis zu fünf Messzeitpunkte hinweg die Teilnehmenden an den ScienceOlympiaden nach jeder Ausscheidungsrunde zu befragen und dabei sowohl für die nächste Runde Qualifizierte als auch Ausgeschiedene zu betrachten (siehe Abb. 1).

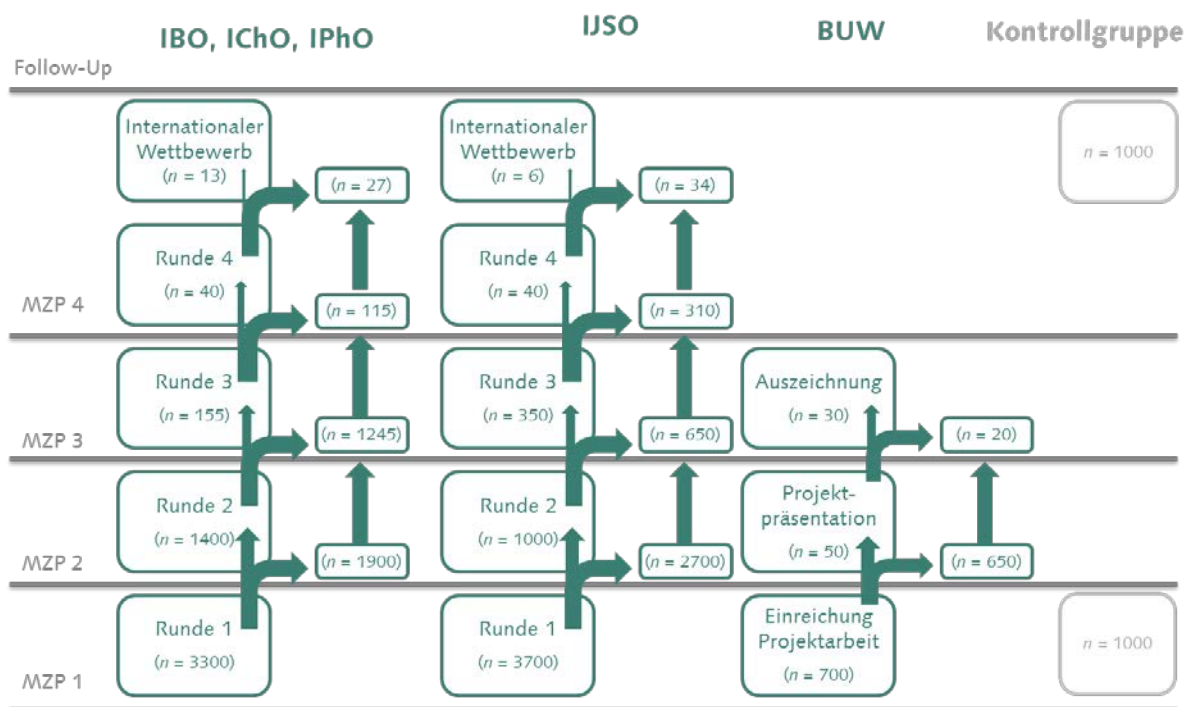


Abb. 1: Erhebungsdesign des Projekts. IBO: Internationale BiologieOlympiade; IChO: Internationale ChemieOlympiade; IPhO: Internationale PhysikOlympiade; IJSO: Internationale JuniorScienceOlympiade; BUW: BundesUmweltWettbewerb.

Aufgrund des anspruchsvollen Designs und der Verteilung der Teilnehmenden über ganz Deutschland hinweg war die Studie als Online-Befragung angelegt. Die Konstruktion bzw. Zusammenstellung geeigneter Skalen zur Erfassung der kognitiven und affektiven Merkmale wurde entsprechend als Herausforderung eingestuft. Insbesondere die Erfassung fachspezifischer Fähigkeiten und Fertigkeiten bei derart talentierten Schülerinnen und Schülern, die als Maß für eine Validierung der Auswahlentscheidung von Runde zur Runde herangezogen werden könnten, wurde bereits bei Antragstellung als risikobehaftet

eingeschätzt, zumal diese wie oben erwähnt online erhoben werden sollten. Die Entwicklung der Skalen konnte jedoch, auch aufgrund der am IPN vorhandenen fachdidaktischen und methodischen Expertise, im vorgesehenen Zeitrahmen abgeschlossen werden. In Zusammenarbeit mit einer Web-Agentur wurde eine professionelle und ansprechende Umsetzung als Online-Befragung erreicht. Die Pilotierungsstudien lieferten eindeutige Belege, dass mit den Skalen reliable und valide Schlussfolgerungen erzielt werden können. Die Vorbereitung der eigentlichen Erhebung gelang somit ohne nennenswerte technische oder methodische Schwierigkeiten.

Kritisches Element der eigentlichen Erhebung war die Rekrutierung hinreichend vieler Probanden. Um die freiwillig an der Studie teilnehmenden Probanden zu motivieren, waren von vornherein hohe Incentives und häufige Kontaktaufnahmen via verschiedener Medien geplant, um eine möglichst hohe Teilnehmendenquote zu erreichen. Trotzdem muss konstatiert werden, dass dieses Ziel nicht im angestrebten Maße erreicht wurde. Statt einer erhofften Quote von 50-60% nahmen am ersten Messzeitpunkt lediglich 21% der Teilnehmenden (1429 Schülerinnen und Schüler) teil. Nur etwas mehr als die Hälfte dieser Gruppe füllte noch zur Follow Up-Befragung einen Fragebogen aus. Zwar zeichnete sich die enttäuschende Beteiligung bereits relativ frühzeitig ab, die getroffenen Gegenmaßnahmen (zusätzliche Emails und Briefe; Ansprache der Landesbeauftragten der Wettbewerbe; Flyer an die Schulen, zusätzliche Gewinnmöglichkeiten und Entlohnung; Spende für einen guten Zweck für jeden ausgefüllten Fragebogen; Möglichkeit, erst zum zweiten Messzeitpunkt in die Befragungen einzusteigen) reichten aber nicht aus. Damit kann die Stichprobe zwar durchaus genutzt werden, um Erkenntnisse zu den zentralen Fragestellungen sowie weiteren wichtigen Fragestellungen zu den einzelnen ScienceOlympiaden zu gewinnen, die erhoffte Repräsentativität der Stichprobe für generalisierbare Aussagen über die ScienceOlympiaden ist aber infrage gestellt. Eine Replikation ist indiziert, ergibt allerdings nur Sinn, wenn eine obligatorische Teilnahme an der Studie möglich wäre.

Die Kontrollgruppenerhebung setzte voraus, dass man eine möglichst ähnliche Vergleichsgruppe findet. Um dies zu erreichen, wurde die Erhebung auf den Zeitpunkt zwischen Oktober 2018 und Juni 2019 verschoben, um möglichst umfassende Erkenntnisse zur Interventionsgruppe vorliegen zu haben. Mit der Ziehung und Erhebung wurde die IEA beauftragt, die über viel Erfahrung in diesem Bereich verfügt. Leider gelang es der IEA nicht, die angepeilten 50 Schulen im genannten Zeitraum zu rekrutieren, weshalb im Zeitraum Oktober 2019 bis Juni 2020 nacherhoben werden soll. Entsprechende Fragestellungen, die vom Vergleich mit der Kontrollgruppe abhängen, können deshalb erst zu einem späteren Zeitpunkt beantwortet werden.

3. Ergebnisse und Erfolge

Forschung

Angesichts der noch nicht abgeschlossenen Auswertung können die übergreifenden Fragen noch nicht vollumfänglich und schlussendlich beantwortet werden. Im Rahmen der vier an das Projekt angedockten Promotionen, von denen eine bereits unmittelbar vor dem Abschluss steht (und die anderen drei voraussichtlich im Laufe des Jahres beendet werden), wurden aber bereits Ergebnisse zu den einzelnen Wettbewerben gefunden (z.B. Garrecht et al., 2018; Steegh et al., 2019; Treiber et al., in Revision; Wulff et al., 2018; vgl. auch Abschnitt 1). Diese konnten zum Teil bereits hochrangig publiziert werden, darunter im angesehenen *Journal of Research in Science Teaching*. Darüber hinaus wurden und werden das Projekt und dessen Ergebnisse auf mehreren nationalen und internationalen Tagungen vorgestellt, z.B. auf den Konferenzen der *European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI)*, der *National Association for Research in Science Teaching (NARST)*, der *Gemeinschaft für Empirische Bildungsforschung (GEBF)*, der *Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM)*, der *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP)* oder der *Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB) im VBio*.

Transfer und Outreach

In Anbetracht der Relevanz des Projekts und der Wettbewerbe im Sinne einer Talentfördermaßnahme wurde das Projekt von einer Reihe Outreach- und Transfermaßnahmen flankiert, um die Wahrnehmung in der Öffentlichkeit für Forschung zu Talenten zu stärken und insbesondere auch Lehrkräfte entsprechend zu sensibilisieren. So wurde das Projekt unter anderem im Rahmen der alljährlich statt findenden „European Researchers' Night“ der interessierten Öffentlichkeit vorgestellt. Für Lehrkräfte wurde zum Beispiel auf der MNU-Landestagung in Kiel 2018 auf Basis von im Projekt gewonnener Erkenntnisse ein Vortrag zum Thema „Förderung junger Frauen in Physik“ angeboten. Ein ähnlicher Vortrag mit dem Titel „Motivierende Experimente zur Förderung talentierter Schülerinnen in Physik“ wurde für Lehrkräfte im Rahmen des Lindauer Nobelpreisträgertreffens gehalten. Nicht zuletzt wurde das Projekt im Rahmen der Initiative „Leibniz im Bundestag“ vorgestellt und Fragen zur Förderung junger Männer und Frauen im Bereich der Naturwissenschaften mit Bundestagsabgeordneten erörtert.

4. Chancengleichheit

In die Verfahren zur Gewinnung der ausgeschriebenen Doktorierendenstellen waren selbstverständlich Gleichstellungs- und Schwerbehindertenbeauftragte involviert. Drei von vier eingestellten Doktorierenden sind weiblich. Alle Doktorierenden waren bzw. sind Teil des IPN-internen Mentoringprogrammes sowie der IPN-Graduiertenschule, darüber hinaus gibt es für die weiblichen Doktorandinnen spezielle Programme zur Förderung ihrer wissenschaftlichen Karriere über die Promotion hinaus.

5. Qualitätssicherung

Die wissenschaftlichen Daten werden gesichert auf einem internen Server vorgehalten, sowohl die Roh- als auch die aufbereiteten Daten. Alle Auswertungsschritte werden transparent dokumentiert, ebenso wie ein Handbuch der zugehörigen Skalen. Die Doktorierenden werden von mehreren erfahrenen Forscherinnen und Forschern betreut, um Fehler weitgehend auszuschließen. Publikationen werden per IPN-eigener Vorgabe grundsätzlich im Open-Access verfügbar gemacht. Nach Abschluss der eigenen Auswertungen ist zudem geplant, die Daten in einem öffentlichen Forschungsrepositorium der Wissenschaftscommunity zur Verfügung zu stellen.

6. Zusätzliche eigene Ressourcen

Die entsprechend dem Promotionsprogramm des IPN vorgesehene Verlängerung der Förderung von drei von vier Doktorierenden für ein viertes Jahr kostet das Institut ca. 135.000 €. Weiterhin wurden die Doktorierenden mit Computerausstattung sowie notwendigen Softwarelizenzen versorgt, was mit weiteren ca. 30.000 € zu Buche schlägt. Zusätzliche Konferenzreisen und Auslandsaufenthalte der Doktorierenden im vierten Jahr werden mit 30.000 € kalkuliert. Die Erhebung der Kontrollgruppe durch die IEA nach Ende des Projektzeitraums kostet voraussichtlich 170.000 €. Überschlüssig ergeben sich 365.000 €.

7. Strukturen und Kooperation

Die Bearbeitung der formulierten Fragestellungen erforderte eine enge Zusammenarbeit aller sechs Abteilungen des IPN (Didaktiken der Biologie, Chemie, Mathematik und Physik; Erziehungswissenschaft und Pädagogische Psychologie; Pädagogisch-psychologische Methodenlehre). Dem daraus resultierenden erhöhten Koordinationsaufwand wurde mit der Einrichtung einer Koordinationsstelle begegnet. Die im Projekt arbeitenden Doktorierenden wurden abteilungsübergreifend in einem gemeinsamen Büro platziert. Zudem wurden regelmäßige Projekttreffen von Koordination, Mitarbeitenden des Projekts, Leitungsebene sowie Leitungen der Olympiaden, bei denen der aktuelle Stand, Herausforderungen und Ergebnisse vorgestellt und erörtert wurden, durchgeführt. Dadurch konnten Zielkonflikte mit

den Leitungen der Olympiaden (Forschung vs. Wettbewerbsdurchführung) frühzeitig erkannt und in der Regel ausgeräumt werden.

Eine externe Kooperation bestand und besteht mit Prof. Detlef Urhahne, Universität Passau, der bereits einschlägig mit der Materie vertraut war und so wertvollen Input geben konnte. Er war zu allen Projektsitzungen eingeladen und bekommt Zugang zu den Daten für eigene Auswertungen. Darüber hinaus waren keine zusätzlichen wissenschaftlichen Kooperationspartner in das Projekt eingebunden.

Zum Zwecke einer effizienteren und repräsentativen Kontrollgruppenziehung wurde die IEA Hamburg einbezogen, der der Auftrag zur Ziehung und Durchführung der Kontrollgruppenuntersuchung erteilt wurde.

8. Ausblick

Zunächst soll die Auswertung der vorhandenen Daten abgeschlossen werden. Noch ist nicht vollständig geklärt, welche Determinanten in den einzelnen Wettbewerben für eine erfolgreiche Teilnahme bedeutsam sind und inwieweit insbesondere ein frühes Ausscheiden aus dem Wettbewerb - etwa trotz sehr guter Leistungen im regulären Schulunterricht - negative Folgen auf die Schülerinnen und Schüler nicht nur in Abhängigkeit von ihrer Attribution hat. Besonderes Augenmerk soll dabei auf das Selbstkonzept gelegt werden. Auch die förderlichen Wirkungen der Wettbewerbe – kognitiv wie auch bezüglich Interesse und Berufswünschen – sollen weiter analysiert werden. Beispielsweise wird vermutet, dass der BUW die Bewertungskompetenz fördert. Zudem zeichnet sich bereits jetzt ab, dass die Daten für eine differenzierte Analyse der einzelnen Wettbewerbe und deren Optimierung hohes Potential besitzen. Deshalb sind weitere (Re-)analysen der Daten geplant.

So erscheint der Datensatz unter anderem geeignet, Fragestellungen etwa zum Vergleich projekt- (BUW) und aufgabenbasierter Wettbewerbe (IBO, IChO, IPhO) zu beantworten wie auch den Einfluss früher Förderung (BUW und IJSO erlauben eine Teilnahme bereits ab der fünften Klasse) auf das Interesse wie auch auf spätere Teilnahmen an den „Senior“Olympiaden. Nach vollständiger Auswertung sind insbesondere (weitere) Interventionsstudien geplant, die zum Beispiel dem ungünstigen Geschlechterverhältnis in den meisten ScienceOlympiaden entgegenwirken sollen.

9. Zitierte Literatur im Bericht

- Garrecht, C., Bruckermann, T., & Harms, U. (2018). Students' decision-making in education for sustainability-related extracurricular activities—A systematic review of empirical studies. *Sustainability*, 10(11), 3876.
- Steeh, A. M., Höffler, T. N., Keller, M. M., Parchmann, I. (2019). Gender Differences in Mathematics and Science Competitions: A Systematic Review. *Journal of Research in Science Teaching*. DOI:10.1002/tea.21580
- Treiber, E., Neumann, I., & Heinze, A. (im Review). Is it all about Math? The Role of Mathematics in Physics Competitions Fostering Talented Students. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*.
- Wulff, P., Hazari, Z., Petersen, S., & Neumann, K. (2018). Engaging Young Women in Physics. An intervention seminar to enhance young women's physics identity development. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 20113.