

Tim Höffler  
 Knut Neumann  
 Marc Eckhardt  
 Ute Harms  
 Olaf Köller  
 Irene Neumann  
 Ilka Parchmann

IPN Kiel

### **Das Projekt WinnerS: Wirkungen naturwissenschaftlicher Schülerwettbewerbe**

Die Nachfrage nach hoch qualifizierten MINT-Fachkräften ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen (Osborne, Simon & Collins, 2003). Dem gegenüber steht aber eine gleichbleibend niedrige Zahl entsprechend qualifizierter Absolventen (Müller, 2009). Eine Ursache dafür ist in dem im Vergleich zu anderen Fächern überproportionalen Abfall des Interesses an den Naturwissenschaften im Verlauf der Mittelstufe zu vermuten (z.B. Beaton et al., 1996; Daniels, 2008; Hoffmann & Lehrke, 1986). Die unmittelbare Folge ist eine geringere Zahl von Schülerinnen und Schülern, die naturwissenschaftliche Fächer in der Oberstufe belegen (sofern die Wahlmöglichkeit für die Oberstufe besteht, z.B. Kessels & Hannover, 2002; Köller & Klieme, 2000), dann ein naturwissenschaftlich-technisches Studium aufnehmen und anschließend einen entsprechenden Beruf ergreifen. Auffällig ist, dass selbst im MINT-Bereich hoch qualifizierte Schülerinnen und Schüler ein eher geringes Interesse zeigen, einen naturwissenschaftlich-technischen Beruf zu ergreifen (Prenzel, Reiss & Hasselhorn, 2009; Schreiner & Sjøberg, 2007). Vor diesem Hintergrund gewinnt die Rolle des Interesses bei der Förderung hoch qualifizierter Jugendlicher zunehmend an Bedeutung (Maltese & Tai, 2010).

#### **Schülerwettbewerbe als Enrichment**

Ziel von Enrichmentmaßnahmen ist es unter anderem, hoch qualifizierten Schülerinnen und Schülern die Auseinandersetzung mit anspruchsvollen, komplexen Inhalten zu ermöglichen (z.B. Rogers, 2002). Auch sollen Enrichmentmaßnahmen Fähigkeiten und Fertigkeiten wie z.B. Problemlösen vermitteln (z.B. Gallagher, 1981). Ein weiteres wichtiges Ziel liegt im affektiven Bereich, etwa in der Steigerung des Interesses (Ziegler & Stoeger, 2009).

Eine spezifische Form des Enrichments sind Schülerwettbewerbe (Goldstein & Wagner, 1993). Jährlich nehmen über 100.000 Jugendliche an den mehr als 20 von der KMK empfohlenen nationalen und zahlreichen Wettbewerben auf Länder- oder regionaler Ebene teil (ebd.). Zu den Wettbewerben im Bereich der Naturwissenschaften zählen neben Projektwettbewerben wie „Jugend forscht“ oder dem Bundesumweltwettbewerb (BUW) vor allem die ScienceOlympiaden – die Auswahlwettbewerbe zur International Junior Science Olympiad (IJSO), International Biology Olympiad (IBO), International Chemistry Olympiad (ICHO) und International Physics Olympiad (IPhO). Diese Wettbewerbe umfassen mehrere Auswahlrunden, in denen die Teilnehmenden Aufgaben bearbeiten und Klausuren schreiben.

#### **Wirkungen von Schülerwettbewerben**

Zu den Wirkungen von Schülerwettbewerben als spezifischer Form des Enrichments in den Naturwissenschaften liegen nur wenige Erkenntnisse vor (z.B. Campbell, 1996; Campbell, Wagner & Walberg, 2000). Belegt ist, dass erfolgreiche Teilnehmende in den USA später überwiegend an Eliteuniversitäten studieren, zu einem sehr großen Teil MINT-Berufe ergreifen und in diesen herausragende Leistungen erbringen (Campbell et al., 2000). Diese

Befunde wurden jedoch im Wesentlichen auf der Basis retrospektiver Befragungen erfolgreicher Teilnehmender gewonnen.

Die Motivations- und Interessensforschung lässt erwarten, dass gerade wiederholter Erfolg zu einer nachhaltigen Ausbildung individuellen Interesses an den Naturwissenschaften führt (u.a. Krapp, 2002; vgl. Deci & Ryan, 2000), was wiederum positiven Einfluss auf die Leistung (z.B. Schiefele, Krapp & Schreyer, 1993), damit auf das Selbstkonzept und in der Folge auf die Berufswahl haben dürfte (z.B. Nagengast & Marsh, 2012). Umgekehrt sollte Misserfolg mit negativem Kompetenzerleben einhergehen und sich entsprechend auf Motivation und Interesse auswirken (vgl. Deci & Ryan, 2000). Wettbewerbsteilnehmende weisen ein hohes Fachinteresse auf (Campbell, 1996). Hochleistende Jugendliche, besonders Mädchen, sind jedoch häufig vielseitig interessiert (Vock, Köller & Nagy, 2013). Ein Misserfolg in einem naturwissenschaftlichen Wettbewerb z.B. könnte somit zum Abwenden von den Naturwissenschaften zugunsten anderer Interessensfelder führen.

In der Summe ist damit bisher weitgehend ungeklärt, welche Faktoren letztendlich über Erfolg und Misserfolg in Wettbewerben im Bereich der Naturwissenschaften entscheiden und wie sich Erfolg bzw. Misserfolg auf die weitere Entwicklung im kognitiven Bereich (z.B. hinsichtlich der Leistungen in den Naturwissenschaften) und affektiven Bereich (z.B. bezüglich des Interesses, einen naturwissenschaftlich-technischen Beruf zu ergreifen), auswirken. Auch ist unklar, inwieweit in den Wettbewerben tatsächlich eine Förderung stattfindet oder ob lediglich die leistungsstärksten Jugendlichen ausgewählt werden. Zudem sind positive wie negative Wirkungen entlang des Auswahlprozesses nicht bekannt, entsprechende Forschungsergebnisse könnten hier zu einer zielgerichteten Entwicklung von Unterstützungs- und Ergänzungsmaßnahmen führen. Genau hier setzt das hier vorgestellte Projekt *Winners – Wirkungen naturwissenschaftlicher Schülerwettbewerbe* an.

### **Ziele und Fragestellungen**

#### *Identifikation von Determinanten des Erfolgs und Misserfolgs*

Die Grundlage für die Bearbeitung dieses Forschungsziels bildet das von Urhahne et al. (2012) bzw. Stang et al. (2014) adaptierte und angepasste Modell der Leistungsmotivation nach Wigfield und Eccles (2000). Im Kern steht dabei die Frage, durch welche Determinanten – insbesondere durch welche kognitiven und affektiven Merkmale – sich die Teilnahme an naturwissenschaftlichen Wettbewerben und in der Folge Erfolg bzw. Misserfolg bei der Teilnahme vorhersagen lassen. Ziel ist die Aufklärung des Wirkgefüges der angenommenen relevanten Faktoren z.B. dahingehend, inwieweit Erfolg bzw. Misserfolg bei Kontrolle externer (elterlicher) Einflüsse unmittelbar durch (stabile) Personenmerkmale wie Intelligenz, durch (veränderliche) leistungsbezogene Vorerfahrungen oder mittelbar über affektive Merkmale wie Selbstkonzept und Interesse vorhergesagt wird. Dabei soll auch in den Blick genommen werden, ob und wie sich diese Wirkgefüge über die Wettbewerbsrunden hinweg ändern.

#### *Untersuchung der Wirkung von Erfolg und Misserfolg auf kognitive und affektive Merkmale*

Hier sollen Erkenntnisse über die Wirkung von Wettbewerben auf die Gewinnung hoch qualifizierten Nachwuchses im MINT-Bereich generiert werden. Von besonderem Interesse ist, inwieweit sich erfolgreiche Teilnehmende im Verlauf des Wettbewerbs in Leistung und Interesse an Naturwissenschaften sowie in Berufsaspirationen und naturwissenschaftlichem Selbstkonzept steigern. Für die Bestimmung der Effekte des Wettbewerbs auf die weitere Entwicklung der Teilnehmenden ist es von besonderem Vorteil, dass die Auswahl für die nächste Runde jeweils über ein klar definiertes Kriterium (Testleistung) erfolgt und somit ein *Regression Discontinuity Design* (Thistlewaite & Campbell, 1960) vorliegt. Des

Weiteren soll auch der Einfluss negativer Auswahlentscheidungen auf affektive Merkmale wie Selbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Interesse sowie Berufsaspirationen untersucht werden. Dazu sollen insbesondere Teilnehmende, die trotz ausreichender Qualifikation die nächste Runde gerade nicht mehr erreichen, mit solchen, die ausgewählt wurden, verglichen werden.

In der Zusammenführung beider Bereiche soll schließlich ein reziprokes Wirkmodell für naturwissenschaftliche Schülerwettbewerbe als (kompetitive) Enrichmentmaßnahmen abgeleitet werden. Ein solches Modell gibt Aufschluss über die Validität der Übergangsentscheidung, d.h. ob über die Runden hinweg tatsächlich die Teilnehmenden mit dem höchsten Potential ausgewählt werden. Zudem kann anhand des Modells abgeschätzt werden, inwieweit den Wettbewerben jenseits einer Selektion auch eine Förderung gelingt und damit, inwieweit Wettbewerbe sowohl Spitzen- als auch Breitenförderung leisten. Erkenntnisse über die weitere Entwicklung ausgeschiedener Teilnehmender wiederum liefern Informationen darüber, ob und wie diese weiter gefördert werden müssten, um negative Effekte des Ausscheidens zu kompensieren.

### **Methode**

Das Vorhaben ist als vergleichender Längsschnitt ausgewählter naturwissenschaftlicher Schülerwettbewerbe angelegt. Mit Blick auf den Abfall des Interesses an den Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I sollen sowohl die IJSO, die Jugendliche im Alter von 10 bis 15 Jahren anspricht und damit möglicherweise noch geeignet ist, den Interessensabfall zu kompensieren, sowie die Auswahlwettbewerbe zur IBO, IChO und IPHO untersucht werden, die Jugendliche im Alter von 16 bis 20 Jahren ansprechen – also gerade solche Jugendliche, deren Interessensprofile sich bereits weitgehend gefestigt und spezialisiert haben. Durch die Auswahl der drei Facholympiaden sowie des BUW soll das Spektrum naturwissenschaftlicher Wettbewerbe möglichst breit abgedeckt werden. Die IJSO sowie die IBO-, IChO- und IPHO-Auswahlwettbewerbe sind Aufgabenwettbewerbe, d.h. die Jugendlichen bearbeiten individuell speziell entwickelte Aufgaben, der BUW ist ein Projektwettbewerb, dessen Altersbereich den der anderen Wettbewerbe umfasst. Als Kontrollgruppe werden vergleichbare, nicht an Schülerwettbewerben teilnehmende Jugendliche untersucht. Über die einzelnen Wettbewerbe hinweg sind insgesamt fünf Messzeitpunkte (MZP) vorgesehen. Zu jedem MZP werden dabei sowohl die aktuell am Wettbewerb teilnehmenden als auch die zuvor ausgeschiedenen Jugendlichen in einer Online-Untersuchung befragt.

### **Ausblick**

Mit dem Projekt wird erstmalig eine strukturierte, längsschnittliche und interdisziplinäre Untersuchung naturwissenschaftlicher Schülerwettbewerbe realisiert, die nicht nur Aufschluss über Erfolgsdeterminanten in den Wettbewerben erbringen soll, sondern darüber hinaus auch Aufschluss über die Wirkungen von Wettbewerben erwarten lässt – handelt es sich um eine reine Selektion der Besten oder wird zudem auch eine Förderung erzielt. Zahlreiche Anknüpfungsmöglichkeiten für weitere Forschung und Sekundäranalysen bieten sich an, etwa zur Aufklärung möglicher negativer Wirkungen eines frühzeitigen Ausscheidens aus dem Wettbewerb, zur Frage der Unterrepräsentation von Mädchen in den Wettbewerben (vgl. Beitrag von Steegh et al. in diesem Band), der Wirkungen auf die Bewertungskompetenz (vgl. Garrecht et al. in diesem Band), der Charakterisierung naturwissenschaftlicher Talente (vgl. Köhler et al. in diesem Band), des Anteils der Mathematik in der PhysikOlympiade (vgl. Treiber et al. in diesem Band), der Verbesserung von Problemlösefähigkeiten durch die Teilnahme (vgl. Wulff et al. in diesem Band), oder zur Entwicklung gezielter Interventionen auf Basis der Ergebnisse.

### Literatur

- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V., Gonzalez, E. J., Smith, T. A., & Kelly, D. L. (1996). *Science achievement in the middle school years: IEA's third international mathematics and science study (TIMSS)*. Chestnut Hill, Mass.: TIMSS International Study Center, Boston College.
- Campbell, J. R. (1996). Cross-national retrospective studies of Mathematics Olympians. *International Journal of Educational Research*, 25, 477-582.
- Campbell, J. R., Wagner, H., & Walberg, H. J. (2000). Academic competitions and programs designed to challenge the exceptionally talented. *International handbook of giftedness and talent*, 2, 523-535.
- Daniels, Z. (2008). Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter. Münster: Waxmann.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- Gallagher, J. J. (1981). National survey on gifted education. *Gifted Child Today*, 4(2), 66-68.
- Goldstein, D., & Wagner, H. (1993). After school programs, competitions, school olympics, and summer programs. In K. Heller, F. J. Mönks, & H. Passow (Eds.), *International handbook of research and development of giftedness and talent* (pp. 593-604). Oxford: Pergamon Press.
- Hoffmann, L. & Lehrke, M. (1986). Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32, 189 - 204.
- Kessels, U. & Hannover, B. (2002). Die Auswirkungen von Stereotypen über Schulfächer auf die Berufswahlabsichten Jugendlicher. In B. Spinath & E. Heise (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie unter gewandelten gesellschaftlichen Bedingungen* (S. 53-67). Hamburg: Kovac.
- Köller, O. & Klieme, E. (2000). Geschlechtsdifferenzen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Leistungen. In J. Baumert, W. Bos & R. H. Lehmann (Hrsg.), *Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie: Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn, Bd. 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe* (S. 373-404). Opladen: Leske + Budrich.
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and instruction*, 12(4), 383-409.
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685.
- Müller, N. (2009). Akademikerausbildung in Deutschland: Blinde Flecken beim internationalen OECD-Vergleich. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 2, 42-46.
- Nagengast, B., & Marsh, H. W. (2012). Big fish in little ponds aspire more: Mediation and cross-cultural generalizability of school-average ability effects on self-concept and career aspirations in science. *Journal of Educational Psychology*, 104(4), 1033-1054.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Prenzel, M., Reiss, K., & Hasselhorn, M. (2009). *Förderung der Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen*. Berlin: Springer.
- Rogers, K. B. (2002). Grouping the gifted and talented: Questions and answers. *Roepers Review*, 24(3), 103-107.
- Schiefele, U., Krapp, A. & Schreyer, I. (1993). Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 10, 120-148.
- Schreiner, C., & Sjöberg, S. (2007). Science education and young people's identity construction: Two mutually incompatible projects? In D. Corrigan, J. Dillon, & R. Gunstone (Eds.), *The re-emergence of values in science education* (pp. 231-247). Rotterdam: Sense Publishers.
- Stang, J., Urhahne, D., Nick, S., & Parchmann, I. (2014). Wer kommt weiter? Vorhersage der Qualifikation zur Internationalen Biologie- und Chemie-Olympiade auf Grundlage des Leistungsmotivations-Modells von Eccles. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 28(3), 105-114.
- Thistlewaite, D., & Campbell, D. (1960). Regression-Discontinuity Analysis: An alternative to the ex post facto experiment. *Journal of Educational Psychology*, 51(6), 309-317.
- Urhahne, D., Ho, L. H., Parchmann, I. & Nick, S. (2012). Attempting to predict success in the qualifying round of the International Chemistry Olympiad. *High Ability Studies*, 23, 167-182.
- Vock, M., Köller, O. & Nagy, G. (2013). Vocational interests of intellectually gifted and high achieving young adults. *British Journal of Educational Psychology*, 83, 305-328.
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 68-8.
- Ziegler, A. & Stoeger, H. (2009). Identification of underachievement: an empirical study on the agreement among various diagnostic sources. In D. Eyre (Ed.), *Gifted and Talented Education* (pp. 389 - 405). London: Routledge.