

Netzwerk Teilchenwelt

Jugendliche und Lehrkräfte erfahren aktuelle Forschung in der Teilchenphysik

Kerstin Gedigk *, **Anne Glück ⁺**, **Konrad Jende ***,
Michael Kobel ⁺, **Christian Rudolph ⁺**, **Gesche Pospiech***

*TU Dresden, Professur Didaktik der Physik, 01062 Dresden

⁺ TU Dresden, Institut für Kern- und Teilchenphysik, Zellscher Weg 19, 01069 Dresden

kerstin.gedigk@tu-dresden.de, anne.glueck@tu-dresden.de, konrad.jende@cern.ch,
michael.kobel@physik.tu-dresden.de, c.rudolph@physik.tu-dresden.de, gesche.pospiech@tu-dresden.de

Kurzfassung

Die Förderung des Interesses von Jugendlichen an physikalischen Themen ist ein zentrales Ziel außerschulischer Lernorte. Wichtige Aspekte hierbei sind die Methoden und modernen Arbeitsweisen von PhysikerInnen. Das bundesweite „Netzwerk Teilchenwelt“ ermöglicht Jugendlichen und Lehrkräften, den Forschungsprozess in der Teilchenphysik möglichst authentisch zu erleben. In dem Beitrag wird das Programm vorgestellt, das verschiedene Vertiefungsebenen von der Teilnahme am Basisprogramm bis hin zu einem Besuch des CERN und eigenen Forschungsprojekten anbietet. Die Teilchenphysik-Masterclasses im Basisprogramm bilden das Herzstück dieses Netzwerkes. Es wird ein Einblick in die speziell für die Masterclasses entwickelte Lernumgebung gegeben, die Messungen mit realen Daten des Large Hadron Collider am CERN beinhalten. Die Masterclasses werden derzeit zur interessenfördernden Wirkung auf Jugendliche in einer wissenschaftlichen Evaluation untersucht. Erste Erkenntnisse aus der Piloterprobung der Fragebögen in Bezug zu dem Veranstaltungsformat der „International Masterclasses“ werden vorgestellt.

1. „Netzwerk Teilchenwelt“ – Forschungsinstitute in ganz Deutschland vermitteln (Astro-) Teilchenphysik mit Originaldaten aus der Forschung

Wie entstand das Universum? Wie untersucht man seine Grundbausteine? Was geschah kurz nach dem Urknall? Tausende von WissenschaftlerInnen gehen diesen Fragen nach und suchen das „was die Welt im Innersten zusammenhält“ (Goethe), am größten Experiment der Welt - dem Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider (LHC) am CERN bei Genf. 24 Teilchenphysik- und Astroteilchenphysik-Forschungseinrichtungen aus ganz Deutschland und das Europäische Zentrum für Teilchenphysik CERN laden im „Netzwerk Teilchenwelt“¹ Jugendliche und Lehrkräfte seit 2010 ein, an diesen Themen moderne physikalische Forschung zu entdecken. Die TeilnehmerInnen erleben in dem eigens entwickelten Programm „Netzwerk Teilchenwelt“:

- Teilchenphysik mit Workshops und Projekten zur Forschung am Large Hadron Collider am CERN und
- Astroteilchenphysik mit Workshops und Experimenten zur Messung kosmischer Teilchen.

Das Angebot von „Netzwerk Teilchenwelt“ ist mehrstufig. Seit dem Jahr 2010 nehmen pro Jahr über 4.000 Jugendliche und 500 Lehrkräfte an

Workshops, Fortbildungen, Projektwochen etc. in ganz Deutschland teil. Besonders engagierte TeilnehmerInnen können zu Workshops ans CERN fahren oder eigene Forschungsarbeiten im Netzwerk durchführen. Die Besonderheit des Programms ist die Forschungsnähe der Angebote: NachwuchswissenschaftlerInnen der Fachbereiche leiten die Workshops und die TeilnehmerInnen werten echte Daten der Forschung u.a. vom CERN aus. Darüber hinaus sind die Angebote von „Netzwerk Teilchenwelt“ mobil und können somit in den Schulen selbst und damit auch in ländlichen Gegenden angeboten werden.

1.1. Ziele des Projekts

Das „Netzwerk Teilchenwelt“ hat zum Ziel:

- die Faszination moderner physikalischer Forschung in der Teilchenphysik und Astroteilchenphysik an Jugendliche und Lehrkräfte zu vermitteln
- Lehrkräfte und ProjektleiterInnen in moderner physikalischer Forschung fortzubilden.
- Messungen mit Originaldaten vom CERN und kosmischen Teilchen zu ermöglichen – an aktuelle Forschungsergebnisse angepasst
- nachhaltige und authentische Lehr-, Lern- und Forschungserfahrungen mit Daten realer Experimente zu ermöglichen

¹ <http://www.teilchenwelt.de>

- e) direkten Kontakt zwischen WissenschaftlerInnen, Jugendlichen und Lehrkräften zu ermöglichen
- f) Fragestellungen des größten internationalen Forschungsprojektes der Welt zu diskutieren und Grundlagenforschung als Kulturgut und Erkenntnisgewinn begreifbar zu machen

Darüber hinaus ermöglicht das „Netzwerk Teilchenwelt“:

- g) jungen WissenschaftlerInnen, Erfahrung in Wissenschaftskommunikation zu sammeln im Netzwerk darin weitergebildet zu werden.
- h) Jugendlichen einen direkten Einblick in das Studium und Arbeitsfeld von PhysikerInnen zu gewinnen.

1.2. Mehrstufiges Angebot für Jugendliche und Lehrkräfte

„Netzwerk Teilchenwelt“ bietet ein mehrstufiges Vertiefungsprogramm an, dessen Basis die so genannten „Teilchenphysik-Masterclasses“ bilden (siehe Kap. 2). Die halbtägigen Veranstaltungen, die für Jugendliche angeboten werden, können in Schulen, Schülerlaboren und anderen außerschulischen Lernorten stattfinden.

Im Qualifizierungsprogramm, der zweiten Vertiefungsstufe des Netzwerks, liegt das Hauptaugenmerk auf Engagement und Eigeninitiative: Lehrkräfte werden im Qualifizierungsprogramm zu MultiplikatorInnen, indem sie Masterclasses und Astroteilchen-Experimentiertage in ihren eigenen Einrichtungen organisieren. Jugendliche werden zu BotschafterInnen, indem sie ihr erworbenes Wissen an andere auf vielfältige Weise weiter geben (als TutorInnen, bei Vorträgen, Präsentationen etc.). Der Intensität und Kreativität des Engagements sind keine Grenzen gesetzt und die lokalen Standorte des Netzwerks unterstützen bei der Umsetzung von Ideen. Bei ausreichendem Engagement werden im Vertiefungsprogramm des Netzwerks mehrtägige Workshops am CERN für Jugendliche und Lehrkräfte angeboten. Das stufenweise Programm befähigt zur selbständigen Vertiefung des eigenen Interesses an Teilchenphysik, das schließlich in den Projektbereich „Forschungsmitarbeit“, in Schülerforschungsarbeiten und Forschungsabordnungen für Lehrkräfte münden kann.

2. Teilchenphysik-Masterclass

Das weltgrößte Wissenschaftsexperiment, der Large Hadron Collider (LHC) am CERN bei Genf, hat seit seiner Inbetriebnahme im Jahr 2008 Millionen von Menschen weltweit in seinen Bann gezogen. Teilchenphysik ist Grundlagenforschung und arbeitet damit an der Grenze zwischen Wissen und Unbekanntem. Damit stellt sie insbesondere für Jugendliche ein faszinierendes Teilgebiet moderner Physik dar. Darüber hinaus wird das Interesse junger Menschen an teilchenphysikalischer Forschung durch die

intensive Berichterstattung der Medien über aktuelle Forschungsergebnisse der Experimente am CERN gesteigert. Dem gegenüber steht die lediglich als marginal zu bezeichnende Präsenz der Teilchenphysik in den Lehrplänen der deutschen Bundesländer. Deshalb sollten geeignete pädagogische Konzepte angeboten werden, die in der Lage sind, diesem Interesse an den Methoden und Ergebnissen der Teilchenphysik-Forschung gerecht zu werden. Die Hypothese ist, dass daraus resultierende Erkenntnisse eine große Bedeutung für die Entwicklung eines modernen und angemessenen naturwissenschaftlich geprägten Weltbildes haben können.



Abb.1: WissenschaftlerInnen [Master] vermitteln bei Masterclasses ihre Forschung. © MPI für Physik, A. Griesch

2.1. Ursprung

Die International Particle Physics Outreach Group (IPPOG)² hat deshalb bereits vor einigen Jahren ein Programm entwickelt, bei dem Jugendliche für einen Tag zu Forschenden werden (vgl. [1]). Die sogenannten „International Masterclasses Hands on Particle Physics“³, ursprünglich 1997 als lokale Form in Großbritannien entwickelt, erfreuen seit 2005 mit Jahr um Jahr wachsender Begeisterung und steigender Teilnehmerzahlen Jugendliche aus 31 Ländern. Im März jedes Jahres empfangen weit über 100 Teilchenphysik-Institute weltweit die Jungforschenden für einen Tag, um ihnen in Vorlesungen, Workshops und Diskussionsrunden die Möglichkeit zu geben, diese faszinierende Forschungsdisziplin nachzuempfinden. Typischerweise drei bis fünf dieser Institute richten Masterclasses an ein und demselben Tag mit einer bestimmten Messaufgabe aus. Dies ermöglicht es, am Ende des Tages in einer internationalen Videokonferenz eine Diskussionsrunde zwischen den Teilnehmenden dieser Masterclasses und Forschenden am CERN durchzuführen. Dabei steht die Kombination und Diskussion der schülereigenen Messergebnisse im Mittelpunkt.

Der Begriff der Meisterklasse (dt. Übersetzung von Masterclass) leitet sich aus der Kunst ab und bezeichnet einen Kurs, in dem eine Koryphäe ihres

² <http://ippog.web.cern.ch/>

³ <http://physicsmasterclasses.org/>

Fachs jungen Virtuosen eine besondere Ausbildung zu Teil werden lässt. Übertragen auf die Masterclasses bedeutet das: WissenschaftlerInnen bringen Jugendlichen ihr Forschungsgebiet so nah, dass diese selbst forschend tätig werden können.

Das „Netzwerk Teilchenwelt“ hat dieses Format für den Einsatz in Schulen und außerschulischen Lernorten angepasst. Jährlich finden ca. 120 Teilchenphysik-Masterclasses in ganz Deutschland statt. Dabei werden zumeist Promovierende an Schulen und außerschulische Lernorte entsendet, um dem Nachwuchs von morgen teilchenphysikalische Forschung nahe zu bringen.

2.2. Ablauf einer Teilchenphysik-Masterclass

Die Teilchenphysik-Masterclasses laufen nach einem einheitlichen Schema ab und nehmen etwa vier bis fünf Zeitstunden in Anspruch. Einem Vortrag zu den Grundlagen der Teilchenphysik folgt die Auswertung echter Messdaten von LHC-Experimenten (siehe Abb. 1 und 2).



Abb.2: Teilnehmer bei der Auswertung von Teilchenspuren im Detektor.

Den Abschluss bildet eine Diskussion über die Messergebnisse.

Das „Netzwerk Teilchenwelt“ ist ständig darum bemüht, die Qualität der eigenen Veranstaltungen zu verbessern. Deswegen werden jährlich Workshops für die Vermittelnden angeboten. Dabei hat sich in den letzten beiden Jahren herausgestellt, dass der typische Ablauf durch leichte Abänderungen zu verbessern ist. In Folge dessen haben sich mittlerweile abhängig vom Standort und dem vermittelnden Forschenden verschiedene, individuelle Abläufe herausgebildet. So wurden beispielsweise Vortragszeiten verkürzt, Vorträge durch handlungsorientierte Übungen aufgelockert und die Menge an neuen Fachwörtern minimiert. Außerdem haben Vermittelnde einige interessante Hinführungen zur Teilchenphysik, wie Spiele, Fragerunden oder Einsatz von Videos integriert.

2.3. Ziele der Teilchenphysik-Masterclasses

Die Förderung des Interesses der Jugendlichen an Physik und den Naturwissenschaften im Allgemeinen ist das Kernziel dieser Veranstaltung. Dieses

soll durch die Erkundung der Wechselwirkungen und Elementarteilchen sowie einer Analyse echter Messdaten von LHC-Experimenten gelingen. In diesem handlungsorientierten Prozess wird den Jugendlichen vor allem der wissenschaftliche Forschungsablauf demonstriert - sei es durch die didaktisch reduzierte Schrittfolge des Forschens an den elementaren Bausteinen unserer Welt oder ungezwungene Berichte aus dem Arbeitsalltag der Promovierenden.

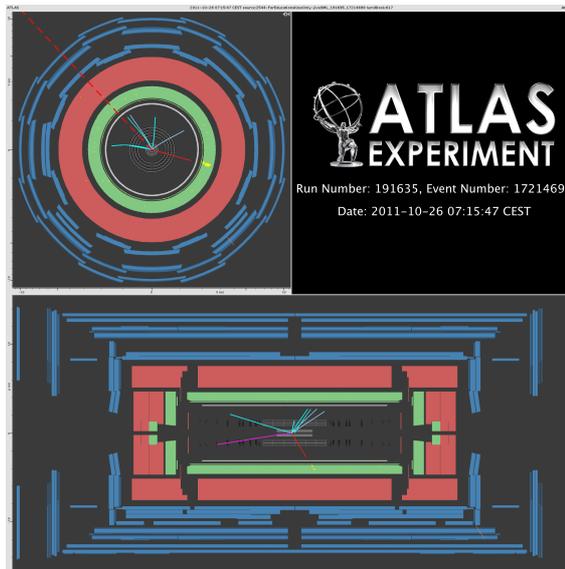


Abb.3: Durch die Analyse vieler solcher Ereignisse lernen die Teilnehmenden die Zusammensetzung des Protons kennen. © CERN

2.4. Datenanalyse

Die Auswertung echter Daten eines LHC-Experimentes in nur wenigen Stunden ist die Herausforderung bei den Masterclasses. Die Jugendlichen werten Kollisionen von Protonen aus, welche im 27 Kilometer langen LHC beschleunigt, an ausgewählten Punkten zur Kollision gebracht und mit Teilchendetektoren registriert wurden. Ergebnisse dieser Kollisionen werden visuell in Form von Ereignisbildern zur Verfügung gestellt (siehe Abb. 3 und 4). Im Netzwerk Teilchenwelt werden hauptsächlich Daten des Experiments ATLAS⁴ ausgewertet. Der Name ist hierbei Programm, stellt ATLAS doch eine gewaltige Kollaboration von mehr als 3000 Forschenden dar, die an ihrem riesigen Detektor (mit 44 Meter Länge, 22 Meter Durchmesser und 7500 Tonnen Masse) die Teilchenkollisionen studieren.

Doch es steckt mehr hinter dieser Auswertung echter Messdaten: Die vorausgewählten Ereignisbilder wurden speziell für die Jugendlichen so zusammengestellt, dass sie einerseits eine Reproduzierbarkeit von Ergebnissen des ATLAS-Experiments und andererseits Raum für individuelle Entscheidungen seitens der Jugendlichen offen hält. So stellt die

⁴ A Toroidal LHC Apparatus

Auswertung dieser echten Messdaten nach festgelegten Aufgabenstellungen eine wirkliche Messung dar.

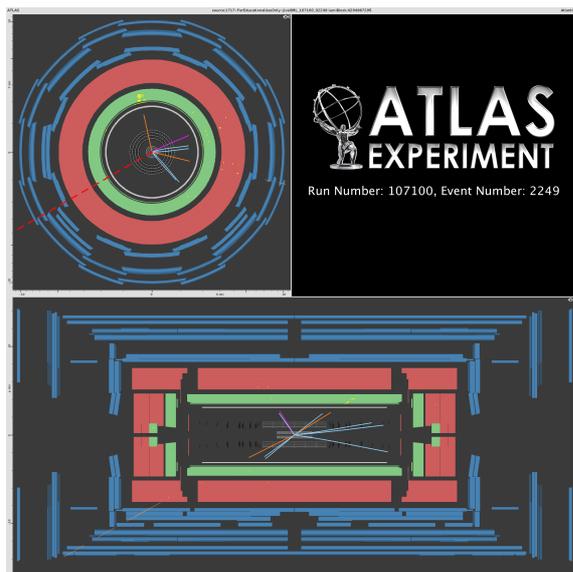


Abb.4: Simulierte Ereignisse unter den Daten verdeutlichen die Suche nach bisher unbekanntem Teilchen (z.B. Higgs). © CERN

Bei der Datenanalyse in den Teilchenphysik-Masterclasses werden Messungen in zwei Themengebieten angeboten:

- Die elektrisch geladenen Wechselwirkungsteilchen der schwachen Wechselwirkung, die W-Teilchen, stehen im Mittelpunkt der nach ihnen benannten W-Messung. Diese behandelt zum einen die Erkundung der inneren Zusammensetzung des Protons und zum anderen die Suche nach Signaturen von Ereignissen, die auf die Existenz des Higgs-Teilchens hindeuten könnten. Für letzteres werden simulierte Ereignisse verwendet, die unter die echten Messdaten gemischt wurden - sollen doch die Jugendlichen die aktuellen Forschungsaufgaben der Forschenden am CERN nachvollziehen: die Suche nach dem Higgs-Teilchen, dem Higgs-Mechanismus und der Antwort auf die Frage, wie Teilchen zu ihrer Masse gelangen.
- In der nach dem elektrisch neutralen Wechselwirkungsteilchen der schwachen Wechselwirkung, dem Z-Teilchen, benannten Z-Messung erfahren die Jugendlichen, wie TeilchenphysikerInnen die Existenz von Teilchen nachweisen. Außerdem suchen sie nach theoretisch vorhergesagten Teilchen, die noch nicht entdeckt wurden. Daher wurden Ereignisbilder solcher Ereignisse ebenfalls in simulierter Form unter die echten Messdaten gemischt.

3. Evaluation der Teilchenphysik-Masterclasses

Die Teilchenphysik-Masterclasses werden derzeit in Form einer Evaluationsstudie mittels Fragebögen im pre/ post/ follow-up Design untersucht.

In dieser Studie wird hauptsächlich den folgenden Forschungsfragen nachgegangen:

- Werden physikbezogene Interessen der jugendlichen Teilnehmer durch die Masterclasses gefördert?
- Gibt es Unterschiede in der Interessenentwicklung zwischen verschiedenen Gruppen (Geschlecht, Klassenstufe, ...)?
- Welche Veranstaltungseigenschaften stehen mit den gemessenen Veränderungen im Zusammenhang?

Vorausgegangen ist eine Pilotierungsphase, mit dem Ziel, die Interessenfragebögen für die Haupterhebungsphase weiterzuentwickeln. Für die nun folgende Gegenüberstellung werden hauptsächlich die Daten dieser Pilotierung verwendet, da die Haupterhebungsphase gegenwärtig noch nicht abgeschlossen ist.

3.1. Teilchenphysik-Masterclasses im Vergleich zu den International Masterclasses

Die Teilchenphysik-Masterclasses wurden aus den International Masterclasses (siehe Abschnitt 2.1.) entwickelt, um diese Veranstaltungen einem größeren Personenkreis zugänglich zu machen. Beide Veranstaltungstypen haben das Ziel, Jugendlichen einen Einblick in die aktuelle Forschung im Bereich der Teilchenphysik zu ermöglichen, indem sie diese durch eigene Messungen erfahrbar machen. Die Ergebnisse der Messungen sowie Fragen zur aktuellen Forschung können direkt im persönlichen Austausch mit WissenschaftlerInnen aus diesem Gebiet diskutiert werden. Die Angebote richten sich beide an Jugendliche zwischen 15 und 19 Jahren. Daher sollen im Folgenden die Teilchenphysik-Masterclasses im Zusammenhang mit den International Masterclasses betrachtet werden.

Die International Masterclasses finden jährlich in einem bestimmten Zeitraum parallel an verschiedenen Forschungseinrichtungen für Teilchenphysik statt.

Teilnehmergruppen International Masterclasses

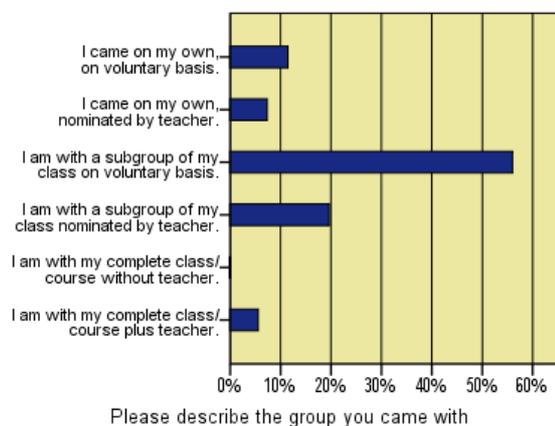


Abb.5: Teilnehmergruppen der International Masterclasses in Deutschland (2005)

Hingegen sind die Teilchenphysik-Masterclasses eben für den „mobilen Einsatz“ entwickelt wurden, d.h. sie finden ganzjährig in schulischen und außerschulischen Einrichtungen statt.

Neben diesem räumlichen gibt es auch Unterschiede im zeitlichen Rahmen. Während Teilchenphysik-Masterclasses für vier bis fünf Zeitstunden konzipiert sind, können Jugendliche im Rahmen der International Masterclasses für einen Tag zu Forschenden werden, d.h. für ca. acht Stunden. Häufig werden darum die International Masterclasses mit Führungen durch die Forschungseinrichtungen verknüpft. Auch wird zusätzlich zum Abschluss des Tages eine internationale Videokonferenz angeboten, in der die Messergebnisse der TeilnehmerInnen aus den verschiedenen Ländern gemeinsam diskutiert werden.

Für die International Masterclasses können sich einzelne Jugendliche oder kleinere Gruppen anmelden, während die Teilchenphysik-Masterclasses meist in Klassen- oder Kursverbänden stattfinden. Die folgenden Zahlen, die aus den Evaluationen hervorgehen, sollen dies noch einmal genauer beleuchten.

Im Jahr 2005 wurden die International Masterclasses in mehreren europäischen Ländern evaluiert (siehe [4]). Über 2/3 der TeilnehmerInnen in Deutschland (N=340), berichteten, dass sie eigeninitiiert teilnehmen (siehe Abb.5). Für die Teilchenphysik-Masterclasses zeigen die vorliegenden Daten der laufenden Hauptstudie (N=500) im Gegensatz dazu ein anderes Bild. Über 80% der TeilnehmerInnen geben an, dass sie sich für diesen Tag nicht für ein Alternativangebot entscheiden konnten. Erfreulich ist in diesem Zusammenhang, dass über 85% eben dieser Jugendlichen dennoch angeben, sich auf die Teilchenphysik-Masterclass gefreut zu haben.

Nach diesem Blick auf die unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Voraussetzungen der TeilnehmerInnen der Veranstaltungsformen soll nun auch die Gesamtbewertung der beiden Angebote durch die TeilnehmerInnen betrachtet werden.

Bewertung der International Masterclasses

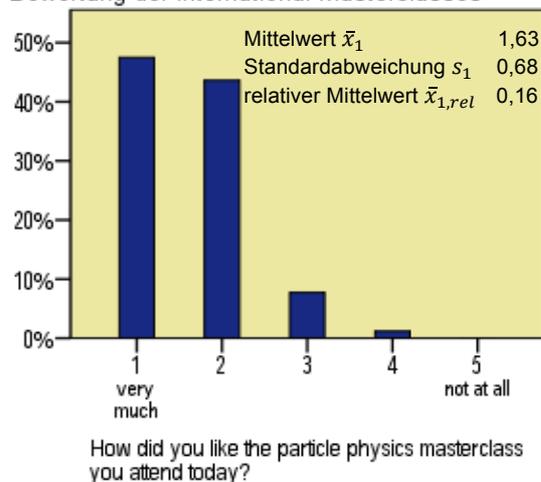


Abb.6: Bewertung der International Masterclasses von den TeilnehmerInnen in Deutschland (2005)

3.2. Bewertung der Masterclasses

Die Bewertungen der beiden Formen der Masterclasses durch die TeilnehmerInnen sind in den Abbildungen 6 und 7 dargestellt. Neben Mittelwert $\bar{x}_{1,2}$ und Standardabweichung $s_{1,2}$ wird auch ein „relativer Mittelwert“ angegeben. Dieser berechnet sich wie folgt:

$$\bar{x}_{1,rel} = \frac{\bar{x}_1 - 1}{4} \quad \{1\}$$

bzw.

$$\bar{x}_{2,rel} = \frac{\bar{x}_2 - 1}{5} \quad \{2\}$$

Ein relativer Mittelwert von null würde demnach bedeuten, dass alle Befragten die erste Antwortkategorie „1“ gewählt hätten, ein relativer Mittelwert von eins dementsprechend die letzte Antwortkategorie „5“ bzw. „6“.

Bewertung der Teilchenphysik-Masterclasses

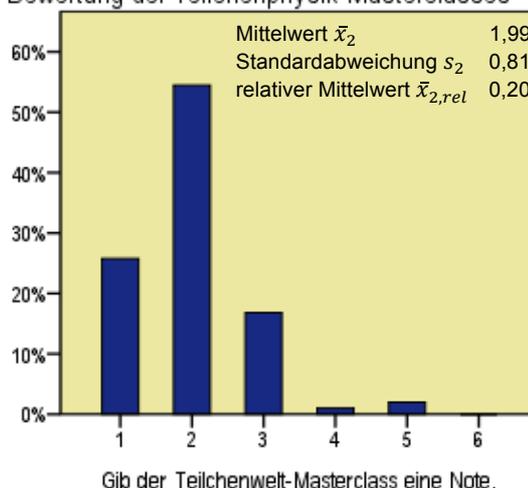


Abb.7: Bewertung der Teilchenphysik-Masterclasses (Pilotstudie 2011)

Die Evaluation der International Masterclasses wurde von den TeilnehmerInnen in Deutschland laut der Evaluation aus dem Jahr 2005 mit einem relativen Mittelwert von 0,16 (siehe Abb.6) sehr gut bewertet. Auch die Bewertung der TeilnehmerInnen an der Piloterhebung (N=100) der Teilchenphysik-Masterclasses fällt mit 0,20 positiv aus (siehe Abb.7).

Aufgrund der Unterschiede in den verwendeten Skalenniveaus der Antwortalternativen und der signifikanten Abweichung der Daten von einer normalverteilten Grundgesamtheit, ist jedoch ein direkter Vergleich der Mittelwerte nicht sinnvoll.

Dennoch lässt sich sagen, dass die International Masterclasses insgesamt besser bewertet werden. Bedenkt man allerdings die unterschiedlichen Voraussetzungen der TeilnehmerInnen und die verschiedenen Rahmenbedingungen der Veranstaltungsformen, ist dies nicht verwunderlich.

Im Rahmen der Interessenentwicklung infolge der Teilchenphysik-Masterclasses wurde in der Pilotierungsphase der u.a. das aktuelle Interesse der Jugendlichen an der Veranstaltung erhoben. Diese

	Beispiel-Item	Skala	Mittelwert	Standardabweichung	Cronbach's α
aktuelles Interesse emotional	Der Einführungsvortrag war langweilig.	(1) stimmt völlig, ... (5) stimmt gar nicht	3.79	0.76	.817
aktuelles Interesse kognitiv	Durch den heutigen Einführungsvortrag habe ich neue Dinge gelernt.	(1) stimmt gar nicht, ... (5) stimmt völlig	3.73	0.71	.771
aktuelles Interesse wertbezogen	Die heutige Messung mit den originalen Daten war mir persönlich wichtig.	(1) stimmt gar nicht, ... (5) stimmt völlig	2.94	0.78	.814

Tab.1: Kennwerte der 3 Dimensionen des aktuellen Interesses an den Teilchenphysik-Masterclasses (Pilotstudie 2011)

Untersuchungsvariable beschreibt die „Einschätzung der Jugendlichen, inwieweit sie von den einzelnen Bausteinen der Veranstaltung

- auf emotionaler
- und kognitiver Ebene angesprochen wurden
- und ob sie darin für sich einen persönlichen Wert sehen“ [3].

Tabelle 1 gibt die teststatistischen Kennwerte dieser drei Dimensionen an, die jeweils mit fünf Items gemessen wurden.

Korrelationsanalysen ergeben signifikante Zusammenhänge zwischen der Bewertung und allen drei Dimensionen des aktuellen Interesses (siehe Tab.2). Da die Komponenten des aktuellen Interesses aber auch untereinander stark korrelieren, wurden zusätzlich partielle Korrelationen zweiter Ordnung berechnet. Sie geben die bivariaten Korrelationen zwischen der Bewertung und der jeweiligen Komponente des aktuellen Interesses an, aus denen die linearen Einflüsse der beiden anderen Dimensionen des aktuellen Interesses eliminiert wurden (vgl. [2], S.341).

	aktuelles Interesse emotional	aktuelles Interesse wertbezogen	aktuelles Interesse kognitiv
Gib der Teilchenwelt-Masterclass eine Note.	-.682**	-.460**	-.318**
aktuelles Interesse kognitiv	.446**	.506**	
aktuelles Interesse wertbezogen	.639**		
Partielle Korrelationen 2. Ordnung:			
Gib der Teilchenwelt-Masterclass eine Note.	-.562**	.050	.027

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 zweiseitig signifikant

Tab.2: (partielle) Korrelationskoeffizienten nach Pearson zwischen der Bewertung der Teilchenphysik-Masterclasses und den 3 Dimensionen des aktuellen Interesses (Pilotstudie 2011)

Es zeigt sich dabei, dass nur eine dieser partiellen Korrelationen zweiter Ordnung signifikant von null verschieden ist, nämlich zwischen emotionaler

Komponente des aktuellen Interesses und der Gesamtbewertung der Teilchenphysik-Masterclasses. Folglich bewerten die Teilnehmer die Masterclasses insgesamt vor allem nach ihren Empfindungen. Dies spricht dafür, diese Bewertung der Teilchenphysik-Masterclasses mit der Bewertung der International Masterclasses in Beziehung setzen zu können, denn mit „How did you like the particle physics masterclass you attend today?“ (Abb.6) wird auch eher die emotionale Ebene der Befragten angesprochen

4. Zusammenfassung

Diese ersten Einblicke in die Meinungen der Teilnehmer der Teilchenphysik-Masterclasses lassen den Schluss zu, dass die Implementierung der International Masterclasses hin zu einer „mobilen Form“ dieser Veranstaltungen gelungen ist. Mit den eigenen Messungen anhand echter Daten eines LHC-Experiments wird den Jugendlichen ein authentischer Einblick in hochaktuelle Forschungsfragen der Teilchenphysik ermöglicht. Nicht zuletzt sprechen die hohen Teilnehmerzahlen für eine große Wertschätzung der verschiedenen Angebote des Programmes „Netzwerk Teilchenwelt“.

5. Literatur

- [1] Bilow, Uta; Jende, Konrad; Kobel, Michael, Pospiech, Gesche (2011): Das Konzept „Masterclass“ - Schüler beschäftigen sich mit dem LHC. In: Praxis der Naturwissenschaften Physik in der Schule 2011, 2/60, S. 22-28.
- [2] Bortz, Jürgen; Schuster, Christoph (2010): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. 7. Auflage. Springer-Verlag, Berlin, 2010.
- [3] Gedigk, Kerstin; Pospiech, Gesche; Kobel, Michael (2012): Jugendliche erleben aktuelle Teilchenphysikforschung - Untersuchung zur Wirkung auf physikbezogene Interessen. In: Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Oldenburg 2011, S.631-633.
- [4] Johansson, K.E.; Kobel, M.; Hillebrandt, D.; Engeln, K.; Euler, M. (2007): European particle physics masterclasses make students into scientists for a day. In: Physics Education, 2007, Vol.42 No.6, S.636-644.