

Julia Woithe^{1,2}
 Sascha Schmeling¹
 Jochen Kuhn²
 Andreas Müller³

¹CERN, Genf, Schweiz
²TU Kaiserslautern, Deutschland
³Universität de Genève, Schweiz

Konzepttest für Teilchenphysik im Forschungsumfeld Schülerlabor

S’Cool LAB¹ ist ein internationales Teilchenphysik-Schülerlabor am CERN (Genf, Schweiz) mit dem Ziel, Aspekte der Technologie und Forschung des weltweit größten Teilchenphysik-Labors durch geeignete Experimente für Jugendliche begreifbar zu machen. Im S’Cool LAB durchgeführte Lernaktivitäten werden im Rahmen einer Evaluationsstudie untersucht. Um dabei insbesondere auf bestehende Schülervorstellungen einzugehen, wird ein Konzepttest zur Teilchenphysik entwickelt, mit Jugendlichen und Lehrpersonen erprobt und empirisch validiert.

Konzeption des Schülerlabors S’Cool LAB

Als außerschulischer Lernort bietet S’Cool LAB Jugendlichen (16-19 Jahre) die Gelegenheit, selbstständig in Kleingruppen zu experimentieren. Die Jugendlichen kommen aus mehr als 20 Ländern meist im Rahmen von Exkursionen nach Genf und lernen am Vormittag das CERN und dessen reale Forschungsstätten kennen, während am Nachmittag Experimente (Tab. 1) im S’Cool LAB durchgeführt werden. Mit Hilfe von High-Tech Equipment, welches zum Teil direkt für die Forschung am CERN entwickelt wurde, führen die Jugendlichen Messungen zur Teilchenbeschleunigung, Teilchendetektion sowie zu Grundlagen und Anwendungen der Teilchenphysik durch.

S’Cool LAB bietet aber nicht nur Forschungsmöglichkeiten für Jugendliche, sondern dient auch als Experimentierumgebung für Physikdidaktik-Forschung. Lernaktivitäten werden fortlaufend evaluiert und überarbeitet, zusätzlich liegt ein Forschungsschwerpunkt auf Schülervorstellungen bezüglich Experimenten der Modernen Physik.

Teilchenbeschleunigung	Grundlagen	Anwendungen	Teilchendetektion
Elektronenröhre	Hall-Effekt	Röntgengerät	Nebelkammer
Spez. Ladung e/m	Rutherford Exp.	PET Modell-Exp.	Pixeldetektor MX-10
Supraleitung	Franck-Hertz Exp.		CosMO Detektor
Paulfalle	Fotoeffekt		Kamio-Kanne

Tab. 1: Übersicht über Experiment-Ausstattung im S’Cool LAB²

Prediction-Observation-Explanation Tasks

Dazu sind Prediction-Observation-Explanation (POE) Tasks (White & Gunstone 1992) integraler Bestandteil der Experimentieraktivitäten im S’Cool LAB mit dem Ziel, das Denken von Jugendlichen zu untersuchen und Lernen zu fördern (Miller, Lasry, Chu & Mazur 2013). Der schematische Ablauf der POE Tasks im S’Cool LAB ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Jugendlichen treffen vor geeigneten Experimentierschritten zunächst individuell Vorhersagen zum Ausgang des Experiments und begründen diese. Durch die Beobachtung des Experiments werden die Vorhersagen der Jugendlichen unterstützt oder widerlegt. Die darauf folgende Diskussion in der Gruppe mit Hilfe von Tutoren soll dabei helfen, etwaige Unterschiede zwischen Vorhersagen und Beobachtung zu erklären.

¹ S’Cool LAB Website: <http://cern.ch/s-cool-lab>

² S’Cool LAB Website: <http://cern.ch/s-cool-lab/experiments>

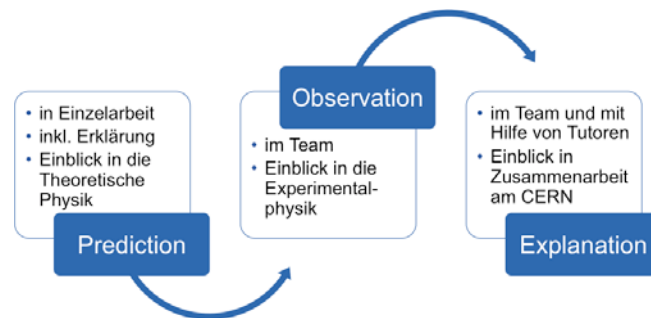


Abb. 1: Prediction-Observation-Explanation Tasks im S'Cool LAB

Durch den systematischen Einsatz von POE Tasks wird analog zu den Ergebnissen von Miller, Lasry, Chu & Mazur (2013) ein deutlicher Zuwachs im Konzeptverständnis der Jugendlichen erwartet.

Vorstellungen zu ionisierender Strahlung und Elektromagnetismus

Zurzeit wird im S'Cool LAB ein Workshop bestehend aus drei Experimenten (Nebelkammer, Röntgengerät, Elektronenröhre) angeboten, daher richtet sich die Entwicklung des Konzepttests nach damit assoziierten Physikkonzepten. Zusätzlich ist die Erweiterung des Angebots durch weitere Experimente in Vorbereitung. Da zu einigen zentralen aber abstrakten Konzepten der Teilchenphysik (z. B. Farbladung, schwache Wechselwirkung) bei Jugendlichen weder Vorstellungen basierend auf Alltagserfahrungen noch auf bisherigen Instruktionen (*experiential & instructional students' conceptions* nach Skelly & Hall (1993)) zu erwarten sind, liegt der Fokus zunächst ganz bewusst auf Vorstellungen bezüglich der im S'Cool LAB durchgeführten Experimente, die an bekanntes (Schul-)Wissen anknüpfen (Tab. 2).

Ionisierende Strahlung ³	Elektromagnetische Wechselwirkung ⁴
<ul style="list-style-type: none"> - Selbst ohne Quelle verweilt Strahlung eine Weile (Eijkelhof, Klaassen, Lijnse & Scholte 1990). - Bestrahlte Objekte werden selbst radioaktiv (Eijkelhof, Klaassen, Lijnse & Scholte 1990). - Strahlung kann entweder vollständig oder gar nicht gestoppt werden (Riesch & Westphal 1975). - Die Eigenschaften ionisierender Strahlung sind dieselben wie die von Licht, z.B. Reflektion durch Schirm (Riesch & Westphal 1975), vergleichbare Durchlässigkeit von Materialien (Clément & Fisseux 1999). 	<ul style="list-style-type: none"> - Jugendliche vermischen Eigenschaften von elektrischen und magnetischen Feldern (Maloney 1985), (Maloney, O'Kuma, Hieggelke & Van Heuvelen 2001), (Scaife & Heckler 2011). - Die Pole eines Magneten besitzen eine elektrische Ladung (Maloney, O'Kuma, Hieggelke & Van Heuvelen 2001). - Der Nordpol bzw. Südpol stößt Elektronen ab bzw. zieht sie an (Maloney, O'Kuma, Hieggelke & Van Heuvelen 2001). - Elektrisch geladene Teilchen werden in einem Magnetfeld nur dann abgelenkt, wenn sie sich genau senkrecht dazu bewegen (Bagno & Eylon 1997).

Tab. 2: Übersicht über die in der Literatur dokumentierte Schülervorstellungen, die für S'Cool LAB Experimente mit dem Röntgengerät sowie der Elektronenröhre relevant sind

³ betrifft S'CoolLAB-Experiment "Röntgengerät"

⁴ betrifft S'CoolLAB-Experiment "Elektronenröhre"

Aufbauend auf diesen Schülervorstellungen wurden POE Tasks entwickelt, mit deren Hilfe die Gedankengänge der Jugendlichen nachvollzogen werden konnten, damit unter anderem geeignete Distraktoren für Konzepttestaufgaben konstruiert werden konnten. Ein Beispiel für den Themenbereich „elektrisch geladene Teilchen in magnetischen Feldern“ ist in Abbildung 2 dargestellt.

Ignoriere für die folgende Aufgabe das Erdmagnetfeld sowie die Gravitation! Im folgenden Bild sind ein Proton (p), ein Neutron (n) und ein Elektron (e) dargestellt, die sich im homogenen Magnetfeld zwischen zwei Stabmagneten nach unten bewegen.

A		<p>A Wirkt auf das Proton aufgrund der Stabmagneten eine Kraft? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Falls ja, in welche Richtung?</p> <p>a) in die Zeichenebene hinein (\otimes)</p> <p>b) aus der Zeichenebene hinaus (\odot)</p> <p>c) in Richtung des linken Magneten (\leftarrow)</p> <p>d) In Richtung des rechten Magneten (\rightarrow)</p> <p>e) nach oben (\uparrow)</p> <p>f) nach unten (\downarrow)</p>
B		
C		

Abb. 2: Beispiel für Konzepttestaufgabe basierend auf dokumentierten Schülervorstellungen (Maloney 1985) und (Maloney, O’Kuma, Hieggelke & Van Heuvelen 2001)

Zusammenfassung & Ausblick

POE Tasks haben sich im Forschungsumfeld Schülerlabor als vielversprechendes Instrument herausgestellt, geeignete Lernaktivitäten zu entwickeln, Schülervorstellungen zu untersuchen und Jugendliche mit etwaigen Fehlvorstellungen zu konfrontieren. Ein Konzepttest wird derzeit basierend auf in der Literatur dokumentierten und im Schülerlabor untersuchten Schülervorstellungen entwickelt. Dabei ist die Ausweitung auf weitere experimentelle und nicht experimentelle Kontexte im Themenbereich Teilchenphysik in Planung. Der Einsatz dieses Konzepttest wird zeigen, ob es gelingt, etwaige Fehlvorstellungen durch einen Besuch im S’Cool LAB zu ändern.

Literatur

- Bagno, E., Eylon, B. (1997). From problem solving to a knowledge structure: An example from the domain of electromagnetism. *American Journal of Physics*, 65
- Clément, P., Fisseux, C. (1999). Opacity of Radiography, Perplexity of Teachers and Pupils in Primary School. *Research in science education in Europe*
- Eijkelhof, H., Klaassen, C., Lijnse, P., Scholte, R. (1990). Perceived Incidence and Importance of Lay-Ideas on Ionizing Radiation: Results of a Delphi-Study Among Radiation-Experts. *Science Education*, 74(2)
- Maloney, D. (1985). Charged poles. *Physics Education*, 20
- Maloney, D., O’Kuma, T., Hieggelke, T., Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69
- Miller, K., Lasry, N., Chu, K., Mazur, E. (2013). Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning. *Physical review special topics – Physics education research*, 9
- Riesch, W., Westphal, W. (1975). Modellhafte Schülervorstellungen zur Ausbreitung radioaktiver Strahlung. *Der Physikunterricht*, 9(4)
- Scaife, T., Heckler, A. (2011). Interference between electric and magnetic concepts in introductory physics. *Physical review special topics – Physics education research*, 7
- Skelly, K., Hall, D. (1993). The development and validation of a categorization of sources of misconceptions in chemistry. *Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Ithaca, NY
- White, R. T., Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. Great Britain: Falmer Press.