

Michael Komorek¹
Kai Bliesmer¹
Alissa Baudisch¹
Bennet Hollwedel¹
Lynn Ranters¹
Mohamad Sibahi¹

¹Universität Oldenburg

Mobiles Schülerlabor im Museum

Non-formale MINT-Bildungsangebote für Schulklassen sind zahlreich vorhanden und werden auch vielfältig genutzt. In einem gemeinsamen Projekt des Industriemuseums Nordwolle in Delmenhorst, der IGS Delmenhorst und dem Schülerlabor physiXS der Universität Oldenburg wurde das Konzept verfolgt, zwei non-formale MINT-Bildungsangebote zu kombinieren, um ihre Potenziale komplementär zu steigern. Denn Museen bieten mit authentischen Exponaten eine historisch eingebettete Primärerfahrung (Lewalter & Greyer, 2009), während Schülerlabore Interaktivität unterstützen (Sajons, 2020).

Im Projekt haben Schüler:innen von vier 8. Klassen im Industriemuseum die Geschichte der Elektrifizierung einer Textilfabrik erkundet und an Experimentierstationen in der Generatorhalle des Museums Energieumwandlungen, industrielle Energiequellen und mechanische und elektrische Antriebe untersucht. Das Geschichtliche sollte dabei als Kontext für das Physikalische dienen (Vanderbilt, 1990) und die physikalischen Erkenntnisse sollten den Schüler:innen helfen, die Museumserfahrung zu reflektieren. Hypothese war, dass dieser komplementäre Ansatz (Tischer, Sajons & Komorek, 2023) Synergien für ein mehrperspektivisches Verständnis der Schüler:innen hervorruft (Bliesmer & Komorek, 2024).

Kombiniert mit einer Museumsführung wurde im Rahmen von drei Bachelorarbeiten (Baudisch & Hollwedel, 2024; Ranters, 2024; Sibahi, 2024) vier Experimentierstationen entwickelt und betreut. Eine Station thematisierte die Nutzung von Windenergie für industrielle Aufgaben; eine weitere Station griff den Aspekt der Energieübertragung, insbesondere über die weiten Strecken auf einem Industriegelände auf; an der dritten Station konnten die Schüler:innen das Konzept der Dampfmaschine mit historischen Bezügen erarbeiten; und an Station vier wurde die Nutzung von Wasserstoff als Energieträger experimentell untersucht.

Museumsführung und kontextualisierte Experimentierstationen

Die vier Stationen waren mit der Führung durch das Museum verknüpft, die ausgewiesene Museumsführer:innen durchführten. Zum einen thematisierte die Führung die Historie der Garn- und Textilfabrik mit Blick auf die Arbeitsbedingungen, das Leben der Betreiberfamilie, die geografische Lage und die verschiedenen imposanten Gebäudeteile. Zum anderen wurde auf die Maschinen, deren Antrieb und die Erzeugung der notwendigen Energie durch werkeigene Generatoren eingegangen. Der Antrieb der Maschinen wurde Ende des 19. Jahrhunderts vom kilometerweiten Riemenantrieb durch den lokalen Antrieb mittels Elektromotoren ersetzt. Die Dampfmaschine in der Werkshalle diente dabei zunächst dem direkten mechanischen Antrieb und trieb später einen elektrischen Generator an, bevor die Fabrik an das städtische Elektrizitätsnetz angeschlossen wurde.

Die vier Experimentierstationen griffen bestimmte Aspekte der Energieversorgung und ihres Wandel auf, sodass die Schüler:innen vertiefte experimentelle Erfahrungen im zuvor aufgemachten historischen Kontextes selbst sammeln und vertiefen konnten.

Station Dynamot. Diese Station nutzte den als Dynamot bekannten Aufbau, der aus zwei identischen Generator-Motor-Einheiten (Cornelsen) besteht. Die eine Einheit fungiert beim Dynamot als Generator, z. B. indem an ihr gekurbelt wird. In bis zu drei Metern Entfernung steht die zweite Einheit, die als Motor fungiert und z. B. ein Gewicht anheben kann. Entweder sind beide Einheiten durch einen Riemenantrieb miteinander verbunden, was modellhaft für den Riemenantrieb der Garnfabrik steht. In dem Fall müssen die Riemenscheiben an Generator und Motor fluchten. Oder die Einheiten sind durch Kabel miteinander verbunden, sodass sie beliebig zueinander platziert werden können. Dies stellt die Flexibilisierung des elektrischen gegenüber dem mechanischen Antrieb in der Fabrik nach. Ziel für die Schüler:innen war es, die Vorzüge und Nachteile der Antriebe selbst zu erproben und dies auf die in der Führung kennengelernten Herausforderungen für den maschinellen Antrieb zu beziehen. Die Positionen von Generator und Motor wurden z. B. durch Pappkartons als Generator- den Maschinenhalle kenntlich gemacht, um das Herstellen von Analogiebeziehungen zu erleichtern.

Station Windenergie. Ausgehend von Experimentierköffern zur Energiewandlung (Phywe) wurde hier eine alternative Form der Energieproduktion untersucht. In einer fiktiven Kontextualisierung gingen die Schüler:innen der Frage nach, inwiefern die Fabrik sich selbst mit Windenergie versorgen könnte, indem dort ein oder mehrere Windräder aufgestellt werden. Die Schüler:innen untersuchten mit Modellwindrädern, wie Windstärke, -richtung und -winkel die Energieausbeute beeinflussen. Und sie erkundeten die Versorgungssicherheit für den Fall, dass die Energieversorgung der Fabrik autark wäre. Welche Rolle dabei Kondensatoren für die zwischenzeitliche Energiespeicherung spielen können, untersuchten sie ebenfalls experimentell. Hierbei sollten sie einen Bezug zur historische Situation herstellen, in der sich die Fabrik lange Zeit selbst mit Antriebsenergie (über Dampf) versorgte.

Station Dampfmaschine. Die Station griff das für die Nordwolle überall im Museum und auch während der Führung allgegenwärtige Thema des Dampftriebs auf. Ziel für die Schüler:innen war es nachzuvollziehen, wie erhitztes Wasser zu einer Drehbewegung führen kann, die dann als mechanischer Antrieb genutzt wird; dies teilweise über den Umweg eines Generators, der mechanische Energie in elektrische umwandelt und sie dann den Elektromotoren bereitstellt. An der Station erhitzen die Schüler:innen Wasser in einer an einem Faden aufgehängten Metalldose. Die Dose hatte seitlich Öffnungen, durch die entstehender Dampf mit einer tangentialen Komponente entweichen konnte und so eine Drehbewegung der Dose hervorrief. Die Schüler:innen konnten den Aufbau variieren. Daneben standen Dampfmaschinenmodelle zur Verfügung. Zudem sollten die Schüler:innen mittels bebildeter Begriffskarten den zyklischen thermodynamischen Prozess einer Dampfmaschine nachvollziehen.

Station Wasserstoff. Wie die Energieproduktion auf alternativem Weg erreicht werden kann, wurde auch an einer Station mit einem Wasserstoffauto aufgegriffen. Dieses umfasste als zentrale Einheit eine Brennstoffzelle, die gleichzeitig als Elektrolyseur fungieren konnte. Die Brennstoffzelle saß auf einem Chassis und bildete zusammen mit einem Elektromotor ein Fahrzeug. Die Schüler:innen konnten erproben, wie sich mit Hilfe von Solarzellen und dem Elektrolyseur Wasser dissoziieren, Wasserstoff speichern und später wiederum kontrolliert elektrische Energie zum Antrieb erzeugen lässt. Energieumwandlungsketten und die Nutzung von H_2 in der Industrie wurden angesprochen und von den Schüler:innen erarbeitet.

Die Station wurde im Rahmen von vier Lehramtsstudierenden der Physik (Baudisch & Hollwedel, 2024; Ranters, 2024; Sibahi, 2024) konzipiert. Experimentell nicht thematisiert (außer bei der Windstation) wurden weitere mögliche Anknüpfungspunkte zwischen Fabrik und Physik wie etwa die Herstellung von Garnen und Zwirn und die Rolle, die dabei mechanische Reibung für die Festigkeit von Garnen spielt. Hier sind Entwicklungen möglich.

Setting und Begleitforschung

Vier 8. Klassen der Integrierten Gesamtschule (insg. 105 Schüler:innen) nutzten das Angebot. Die Klassen wurden jeweils halbiert; die eine Hälfte nahm zuerst an der Führung teil und experimentierte danach; und umgekehrt. Es gab zwei Experimentiertage; dazwischen wurden die Stationen überarbeitet; insbesondere wurden mehr Freiheiten für die Schüler:innen eingeplant und es wurden Problemlöseaufgaben integriert. Führung und Experimentierteil dauerten jeweils 90 min. Die folgenden Daten wurden erhoben: Beobachtungsdaten mittels eines zuvor definierten Beobachtungsrasters; teilstrukturierte Gruppeninterviews mit den Halbklassen am Ende beider Aktionsteile; und Follow-up-Klassengespräche in der Schule 14 Tage nach dem Museumsbesuch zur Rekapitulation des Erlebten.

Ergebnisse

Affektive Ebene: Grundsätzlich hatte das Angebot durch die komplementäre Vernetzung der Führung und der physikalischen Experimente ein hohes Motivationspotenzial. Da nach Angabe der Schüler:innen in der Schule weniger als gewünscht experimentiert wird, war es für sie anregend, mal ‚selbst was tun zu dürfen‘. Auch wirkte die Museumumgebung grundsätzlich anregend, wenngleich alle Schüler:innen das Museum bereits kannten. Motivational problematisch war, dass die Führung generell nicht optimal auf 8-Klässler abgestimmt war, sondern für ein gemischtes Erwachsenenpublikum konzipiert war. Sie enthielten zu wenige explizite Anker, die an den Experimentierstationen aufgegriffen werden konnten. Motivational erschwerend waren bei einigen SuS sprachliche Barrieren, weshalb sie die Komplexität des Angebots kaum erfassen konnten. Als demotivierend wurde benannt, dass die Garnherstellung nicht aufgegriffen wurde. Insbesondere im Follow up wurde aber insgesamt deutlich, dass die Schüler:innen den angereicherten Museumsbesuch als eine ‚tolle Sache‘ wahrnahmen.

Kognitive Ebene: Mit den Gruppeninterviews wurde untersucht, inwiefern die Schüler:innen Zusammenhänge zwischen den Experimentierstationen sowie zwischen Führung und Stationen wahrnehmen konnten. Bei den Stationen ‚Dampfmaschine‘ und ‚Dynamot/Antriebe‘ stellten die SuS einen engen Bezug zur Führung her. Die Stationen zu alternativen Energien wie Wind und Wasserstoff wiesen jedoch zu weit über die im Museum dargebotene Historie hinaus; die Schüler:innen konnten hier kaum Anknüpfungen herstellen. Durch die zwischenzeitliche Überarbeitungen der Stationen stellten die Schüler:innen mehr und explizitere Verknüpfungen zwischen den Angebotsteilen her. Fachliches Lernen wurde schwerpunktmäßig nicht erhoben, dennoch teilweise festgestellt. Die Museumsführung wurde von den Schüler:innen größtenteils als losgelöst oder sogar unnötig für die Stationen eingeschätzt.

Ebene Weiterentwicklung. Didaktische Überarbeitungen wurden bereits zwischen den beiden Erprobungen durchgeführt. Ein Bedarf besteht weiterhin darin, die Führung stärker auf die Themen Energieproduktion, Antriebe, aber auch auf physikalische Aspekte der Woll- und Garnverarbeitung auszurichten und die Stationen Windenergie und Wasserstoff besser zu kontextualisieren oder sie durch andere Stationen zu ersetzen.

Fazit

Die Kombination zweier non-formaler MINT-Angebote weist zunächst hohes Motivationspotenzial auf. Herausfordernd ist die Abstimmung beider Angebote, um eine echte Komplementarität statt einer wahrgenommenen Addition zu erreichen. Eine weitere Optimierung des Angebots und eine Übernahme der Experimentierangebote durch das Museum sind die nächsten Ziele. Des Weiteren soll eine unterrichtliche Einbettung des Museumsbesuchs vorgenommen werden; und empirisch soll der fachliche Lernzuwachs erhoben werden.

Literatur

- Baudisch, A. & Hollwedel, B. (2024). *Untersuchung mechanischer und elektrischer Energieübertragung und die Erschließung von Windenergie für die industriellen Nutzung*. Bachelorarbeit. Universität Oldenburg.
- Bliesmer, K. & Komorek, M. (2024). Bedeutung des non-formalen Lernens für die MINT-Bildung. Interviewstudien mit Stakeholdern und Familien. In M. Hemmer u. a. (Hrsg.). *Fachdidaktik im Zentrum von Forschungstransfer und Transferforschung. Beiträge zur GFD-ÖGFD-Tagung in Wien 2022. Reihe Fachdidaktische Forschungen, Band 16*. (S. 253-266). Waxmann.
- Lewalter, D. & Greyer, C. (2009). Motivationale Aspekte von schulischen Besuchen in naturwissenschaftlich-technischen Museen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 12, 28-44.
- Ranters, L. (2024). *Wasserstoff als Energieträger für den Antrieb von Fahrzeugen und Maschinen – Ein Bildungsprojekt für Schulen im Industriemuseum Nordwolle in Delmenhorst*. Bachelorarbeit. Universität Oldenburg
- Sajons, C. (2020). *Kognitive und motivationale Dynamik in Schülerlaboren. Kontextualisierung, Problemorientierung und Autonomieunterstützung der didaktischen Struktur analysieren und weiterentwickeln*. Logos.
- Sibahi, M. (2024). *Kontextualisierung der Dampfmaschine als Energiewandler in der Industrie*. Bachelorarbeit. Universität Oldenburg.
- Tischer, J., Sajons, C. & Komorek, M. (2023). Komplementär vernetzte formale und non-formale MINT-Bildung. In H. van Vorst (Hrsg.). *Lernen, Lehren und Forschen in einer digital geprägten Welt. GDPC Jahrestagung 2022*. (S. 306-309). GDPC.
- Vanderbilt, Cognition and Technology group (1990). Anchored Instruction and Its Relationship to Situated Cognition. *Educational Researcher*, 19 (6), 2-10.