

Thomas Plotz¹
Barry W. Fitzgerald²

¹KPH Wien/Krems
²TU Eindhoven

Superheroes of the electromagnetic spectrum! Ein neuer Ansatz für den Strahlungsunterricht

Elektromagnetische Strahlung ist ein integraler Bestandteil unseres Alltagslebens. Wir sind ständig von verschiedenen Strahlungsarten in unterschiedlichen Intensitäten umgeben und diverse moderne Kommunikationstechnologien sind auf elektromagnetische Strahlung angewiesen. Die meisten Erwachsenen und Studierenden, aber auch Schüler*innen, die gerade erst ihre Schulausbildung abgeschlossen haben, verfügen jedoch über keine adäquaten Kenntnisse oder ein tiefgehendes Verständnis in diesem Themenbereich (Rego & Peralta, 2006). Hinzu kommt, dass falsche Vorstellungen über elektromagnetische Strahlung häufig durch ungenaue oder übertriebene Berichte in Zeitungen und sozialen Medien verbreitet werden (Özgür, 2015).

Einer der Hauptgründe für falsche Vorstellungen ist der Mangel an geeigneten und wirksamen Unterrichtsmaterialien, welche Lehrer*innen bei der Vermittlung von Lernzielen zum Thema elektromagnetische Strahlung unterstützen. Die vorliegende Studie will diese Lücke schließen. Deshalb entwickelten wir eine Reihe von Unterrichtsmaterialien, die auf Elementen der Populärkultur, namentlich dem Superhelden-Genre, basieren, um die grundlegenden Konzepte der verschiedenen Arten von Strahlung in einer verständlichen und ansprechenden Sprache einzuführen.

Theoretischer Rahmen

Die Verwendung von Elementen der Populärkultur im Unterricht kann dem Lernprozess zugute kommen und das kritische Denken der Schüler*innen fördern. Dies wurde bereits genutzt, um den Unterricht an Gymnasien für die Fächer Englisch (Parry, 2014), Mathematik (Greenwald & Nestler, 2004) und Naturwissenschaften (Dark, 2005; Gardner, Jones & Ferzli, 2009) positiv zu unterstützen.

Im Physikunterricht wurden verschiedene Genres der Populärkultur ausprobiert, wie Science-Fiction Filme (Dark, 2005), japanische Animes (Ryu, Zhang, Peteranetz & Daher, 2020a, 2020 b) und Superhelden (DiLisi, 2019; Fitzgerald, 2018, 2019). In vielen Superheldenfilmen sind Physik und andere wissenschaftliche Themen wichtig für die Handlung. Zudem genießen die Superhelden von Marvel und DC seit den zugehörigen Filmreihen eine enorme Popularität bei Kindern und Jugendlichen. Daher kann das Superhelden-Genre als eine Plattform genutzt werden, um die Lernziele in Physik zu unterstützen und die Schüler*innen auf einzigartige Weise einzubinden.

Methodisches Design der Studie

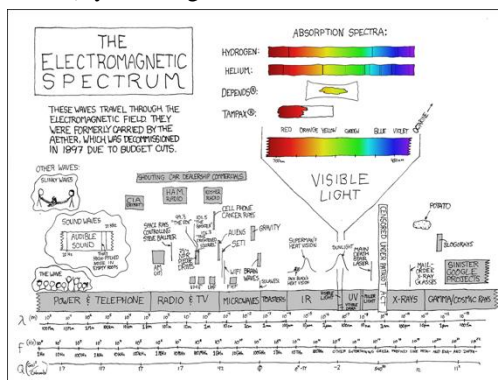


Abb. 1: Quelle: <https://xkcd.com/273/>

Für die Studie wurde Unterrichtsmaterialien für eine Doppelstunde entwickelt und designt. Dabei wurde das initiale Material zweifach evaluiert und überarbeitet, bevor es in der Hauptuntersuchung angewendet wurde. Eine detaillierte Beschreibung der Stunde findet sich bei Fitzgerald & Plotz (2020). Der fachliche Lernfokus lag dabei auf dem Spektrum (siehe Abb. 1) und ionisierender Strahlung. Um möglichst gute Rahmenbedingungen für die Lerneinheit zu schaffen, stützten wir uns auf Methoden (Gruppenarbeit, schüler*innen-zentriertes Lernen, Zeichnungen im Unterricht), welche sich bereits in verschiedensten Studien als lernwirksam erwiesen haben. Abbildung 2 zeigt Schüler*innenzeichnungen, die im Rahmen der Intervention entstanden. Bei der Entwicklung des Materials verwendeten wir verschiedene bekannte und wirksame Gestaltungsprinzipien (Gruppenarbeit, ID-Karten, Laufdiktat...). Auch in diesem Bereich stützten wir uns auf bereits evaluierte Methoden. Um die Veränderungen des Wissens aufgrund des Unterrichts zu messen, wurde ein Prä- und Post-Test entworfen. Dieser wurde qualitativ und quantitativ ausgewertet.

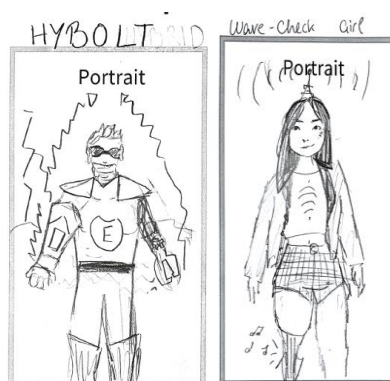


Abb. 2: Zwei exemplarische Schüler*innenzeichnungen

Ergebnisse

Nachfolgend sind exemplarisch die Ergebnisse für zwei Fragen aus dem Prä- und Post-Test dargestellt. Diese erlauben natürlich keine umfassende Einschätzung darüber, inwiefern die Unterrichtseinheit lernwirksam ist, zeigen jedoch interessante Indizien. Dabei geht es bei der ersten Frage um die Anordnung von Strahlungsarten entlang des Spektrum. Die Schüler*innen sollten die verschiedenen Strahlungsarten, welche gegeben waren, in ein vorgegebenes Spektrum (Abbildung 3) einordnen. Bei der Auswertung wurden den Positionen der eingetragenen Strahlungsarten Punkte zugeordnet. Stand die Strahlungsart an der richtigen

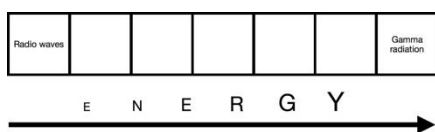


Abb. 3: Leeres Spektrum

Unterrichtseinheit lernwirksam ist, zeigen jedoch interessante Indizien. Dabei geht es bei der ersten Frage um die Anordnung von Strahlungsarten entlang des Spektrum. Die Schüler*innen sollten die verschiedenen Strahlungsarten, welche gegeben waren, in ein vorgegebenes Spektrum (Abbildung 3) einordnen. Bei der Auswertung wurden den Positionen der eingetragenen Strahlungsarten Punkte zugeordnet. Stand die Strahlungsart an der richtigen

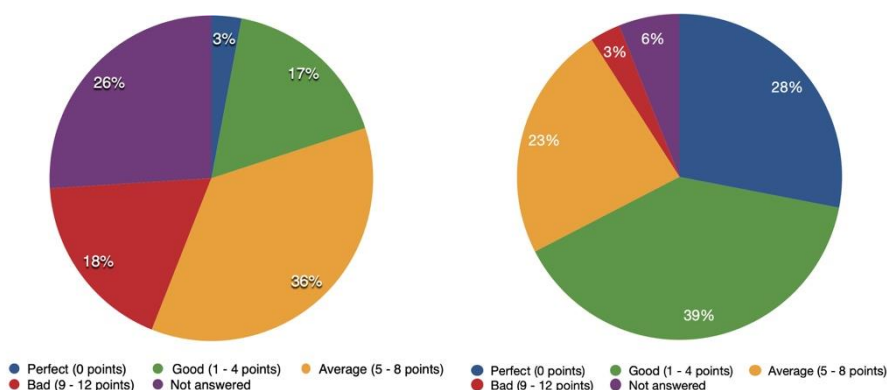


Abb. 4: Auswertung der Anordnungsaufgabe. Links Prätest, Rechts Posttest

Stelle, gab es 0 Punkte, an den benachbarten Stellen 1 Punkt, usw. Je weiter entfernt die Strahlungsart vom richtigen Platz stand, desto mehr Punkte gab es.

Im Vergleich der beiden Testzeitpunkte sieht man eine massive Veränderung der Punkte (siehe Abb. 4). Vor allem die große Menge Schüler*innen (26%), die die Frage im Prä-Test nicht beantworten konnten, ist überraschend. Zudem scheint die Unterrichtseinheit zumindest in diesem Bereich wirksam zu sein. Nach der Einheit konnten etwa zwei Drittel der Schüler*innen die Aufgabe mit einer annähernd richtigen Anordnung beantworten.

Bei der zweiten Aufgabe ging es um die Zuordnung zu den Attributen künstlich/natürlich und gefährlich/ungefährlich. Dabei wurden die Schüler*innen aufgefordert, die gegebenen Strahlungsarten in ein Koordinatensystem einzutragen. Dabei stand die X-Achse für das Attributpaar gefährlich/ungefährlich und die Y-Achse für das Paar künstlich/natürlich.

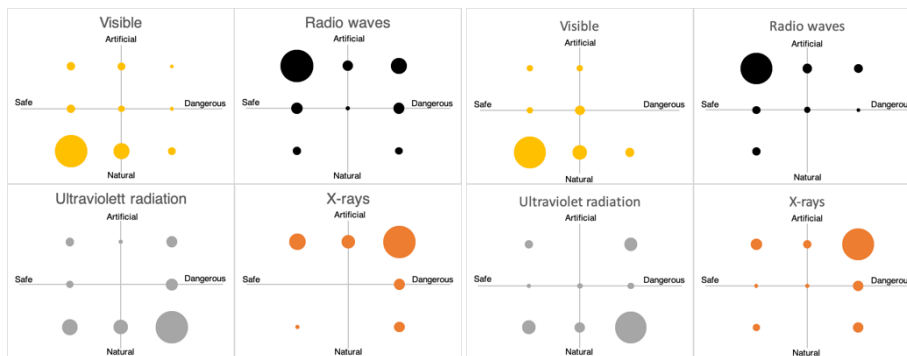


Abb. 3: Auswertung Aufgabe 2. Links Prätest, Rechts Posttest

Die Bubblediagramme (Abb. 5) geben sowohl Auskunft über die Häufigkeit der Nennungen als auch den Ort der Nennung. Je größer der Kreis, desto mehr Schüler*innen haben die Strahlungsart dem entsprechenden Ort zugeordnet. In der Auswertung zeigt sich, dass es für verschiedene Strahlungsarten offenbar eine verstärkte Zuordnung zu Attributkombinationen gibt. Dabei ist die Zuordnung von sichtbarem Licht als natürlich und ungefährlich nicht überraschend. Etwas überraschend ist jedoch, dass diese Zuordnungen offenbar recht stabil sind und von der Unterrichtseinheit kaum verändert wurden.

Diskussion und Ausblick

Diese Studie enthält eine Reihe von interessanten Ergebnissen. Erstens stellten wir im Prätest zum wiederholten Mal fest, dass die Schüler*innen der Studie wenig bis gar nichts über Strahlung wussten, obwohl alle Schüler*innen in Österreich die Pflichtschulstufe (Schulstufe 9) überschritten hatten. Die Ergebnisse der Energieordnung und der Einstufung von Strahlung als ungefährlich/gefährlich und natürlich/künstlich zeigt große Lücken. Dieses Ergebnis deckt sich mit Erkenntnissen aus früheren Studien (Rego & Peralta, 2006; Plotz, 2017).

Zweitens zeigte sich eine zufriedenstellende Wirksamkeit der Unterrichtsmaterialien im Vergleich zwischen Prä- und Posttest, obwohl die kurze Instruktionsdauer dem Effekt entgegenwirkt. Dies deutet darauf hin, dass die Materialien scheinbar ein wirksames Design darstellen.

Drittens war vor allem die Erfindung eines eigenen Helden bzw. einer Heldin eine tolle Möglichkeit für die Lernenden, um kreativ zu sein. Dies wird in einer Folgestudie fächerübergreifend ausgebaut werden. Eine Möglichkeit wäre hier, die Schüler*innen in Zusammenarbeit mit dem Deutschunterricht eine "Origin-Story" der jeweiligen Held*innen erfinden und schreiben zu lassen.

Insgesamt zeigt sich, dass der verwendete Ansatz dem bisherigen Unterricht zum Thema elektromagnetischen Spektrums überlegen ist. Ob dies an der Aufbereitung der fachlichen Inhalte oder der Verwendung der Superheroes liegt, ist jedoch noch ungeklärt.

Literatur

- Dark, M. L. (2005). Using Science Fiction Movies in Introductory Physics. *The Physics Teacher*, 43(7), 463-465, doi:10.1119/1.2060648.
- DiLisi, G. (2019). Bringing a Superhero Down to Earth. *The Physics Teacher*, 57(1), 6-8, doi:10.1119/1.5084917.
- Fitzgerald, B. W. (2018). Using superheroes such as Hawkeye, Wonder Woman and the Invisible Woman in the physics classroom. *Physics Education*, 53(3), 035032, doi:10.1088/1361-6552/aab442.
- Fitzgerald, B. W. (2019). Exploring the electromagnetic spectrum with superheroes. *Physics Education*, 54(1), 015019, doi:10.1088/1361-6552/aaf17b.
- Fitzgerald, B.W. & Plotz, T. (2020) How to Teach the Electromagnetic Spectrum with Superheroes. *The Physics Teacher*, 58(8), 577-580
- Gardner, G. E., Jones, M. G., & Ferzli, M. (2009). Popular Media in the Biology Classroom: Viewing Popular Science Skeptically. *The American Biology Teacher*, 71(6), 332-335, doi:10.2307/20565328.
- Greenwald, S. J., & Nestler, A. (2004). USING POPULAR CULTURE IN THE MATHEMATICS AND MATHEMATICS EDUCATION CLASSROOM. *Problems, Resources and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 14(1), 1-4, doi:10.1080/10511970408984071.
- Özgür, Ö. (2015). Investigating students' mental models about the nature of light in different contexts. *European Journal of Physics*, 36(6), 065042, doi:10.1088/0143-0807/36/6/065042.
- Parry, B. (2014). Popular culture, participation and progression in the literacy classroom. *Literacy*, 48(1), 14-22, doi:10.1111/lit.12027.
- Plotz, T. (2017). *Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung, Studien zum Physik- und Chemielernen*, Bd. 240. Berlin: Logos Verlag.
- Rego, F., & Peralta, L. (2006). Portuguese students' knowledge of radiation physics. *Physics Education*, 41(3), 259–262, doi:10.1088/0031-9120/41/3/009.
- Ryu, S., Zhang, H., Peteranetz, M., & Daher, T. (2020). Fluid Mechanics Education Using Japanese Anime: Examples from “Castle in the Sky” by Hayao Miyazaki. *The Physics Teacher*, 58(4), 230-233, doi:10.1119/1.5145464.
- Ryu, S., Zhang, H., Peteranetz, M., & Daher, T. (2020). How fast can Evangelion run? Application of aerodynamics and scaling laws to the Super Robot. *Superhero Science and Technology*, 2(1), 5-12. doi:10.24413/sst.2020.1.5332