

Sarah Zloklikovits
Martin Hopf

Universität Wien

Akzeptanzbefragungen zu elektromagnetischer Strahlung

Einleitung

Trotz ihrer Bedeutung für unser alltägliches Leben ist elektromagnetische Strahlung ein Thema, das typischerweise erst in der Sek. II unterrichtet wird. Im Zuge eines Dissertationsprojektes wird an einem Konzept zu elektromagnetischer Strahlung für die Sek. I gearbeitet. Dazu wurden in einem ersten Schritt Erklärungsangebote entwickelt und mit der Methode der Akzeptanzbefragungen evaluiert. In diesem Beitrag wird ein Einblick in die Ergebnisse gegeben.

Aktueller Forschungsstand

Forschung zum Lehren und Lernen elektromagnetischer Strahlung ist noch ein relativ wenig bearbeitetes Forschungsfeld der Physikdidaktik. Es liegen inzwischen einzelne Studien zu Schülervorstellungen zu elektromagnetischer Strahlung vor– für einen Überblick siehe z.B. Plotz (2017). Ausgehend von diesen Forschungsarbeiten formulierte Plotz vier Basiskonzepte, die der Unterricht zu elektromagnetischer Strahlung inkludieren sollte. Diese umfassen (a) die Ordnung im Spektrum, (b) die Ausbreitung von Strahlung, (c) ihre Omnipräsenz sowie (d) den Transport von Energie und die Wechselwirkung mit Materie (Plotz, 2017). Im Zuge von Abschlussarbeiten wurden Unterrichtseinheiten zu einzelnen Strahlungsarten entwickelt, die jedoch nur teilweise diese Basiskonzepte aufgreifen (Plotz & Zloklikovits, 2019).

Der Unterrichtsansatz

Der untersuchte Unterrichtsansatz unterscheidet sich insbesondere durch folgende zwei Punkte von bestehenden Konzepten: Einerseits werden die verschiedenen Strahlungsarten nicht einzeln abgehandelt, sondern die Gemeinsamkeiten elektromagnetischer Strahlung in den Vordergrund gestellt. Des Weiteren wird, basierend auf dem Forschungsstand zu geometrischen Optik in der Sek. I (Haagen-Schützenhöfer, 2016; Wiesner, Engelhardt & Herdt, 1995), auf die Beschreibung von Strahlung im Wellenbild verzichtet. Die Verfolgung von Vorgängen von der Quelle der Strahlung bis zum Empfänger, die Darstellung von Strahlung mittels kegelförmiger Pfeile sowie die Abgrenzung zu Materie wurden ebenfalls übernommen (Zloklikovits & Hopf, 2019).

Der Inhalt baut auf den Basiskonzepten von Plotz auf und unterteilt sich in folgende fünf Themenbereichen:

- Die Einführung des Strahlungsbegriffes und die Abgrenzung zu Materie
- Die Ausbreitung von Strahlung und die Wechselwirkung mit Materie
- Der Zusammenhang von Energie und Strahlung,
- Das elektromagnetische Spektrum
- Das Gefahrenpotential elektromagnetischer Strahlung

Forschungsfragen

Folgenden Fragestellungen wird nachgegangen:

- Finden SchülerInnen die Erklärungsangebote verständlich und plausibel?
- Können SchülerInnen die Inhalte auf neue Problemstellungen anwenden?
- Welche Hindernisse und Chancen lassen sich für das Lernen der spezifischen Inhaltsbereiche identifizieren?

Methode

Bei der Methode der Akzeptanzbefragung handelt es sich um eine Mischung aus Interview und Unterrichtssituation (Jung, 1992; Wiesner & Wodzinski, 1996). Die Erhebung wird mit einzelnen SchülerInnen durchgeführt und ermöglicht es so, einzelne Lernverläufe sehr genau zu beobachten. Insbesondere in den letzten Jahren hat sich diese Methode für die Entwicklung und Weiterentwicklung von Unterrichtskonzepten bewährt (Burde, 2018; Haagen-Schützenhöfer, 2016; Wiener, Schmeling & Hopf, 2015).

Grundidee diese Methode ist es, einem Schüler/ einer Schülerin ein Erklärungsangebot zu präsentieren und in einem mehrschrittigen Verfahren zu evaluieren, ob das Erklärungsangebot für die Schülerin/ den Schüler verständlich und plausibel ist und ob er bzw. sie in der Lage ist das Erklärte auf andere Aufgaben anzuwenden. Jung spricht hierbei vom „Akzeptieren“ des Erklärungsangebotes. Dies ist sehr verwandt mit den notwendigen Anforderungen an einen Begriffswechsel (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982).

Bei einer Akzeptanzbefragung wird wie folgt vorgegangen: Ein Schüler/ eine Schülerin erhält zunächst eine Instruktion durch die Interviewerin. Er/ sie wird dann gebeten, das Erklärungsangebot zu bewerten. Dabei können bereits erste Widerstände oder Hemmungen gegenüber dem Erklärungsangebot identifiziert werden. Als nächstes wiederholt der Schüler/ die Schülerin die Erklärung in eigenen Worten. In der späteren Analyse sind bei diesem Schritt besonders Transformationen und Auslassungen bedeutsam. Als dritter Schritt wird eine Aufgabe gestellt, zu deren Lösung das erklärte Konzept in einem neuen Kontext angewendet werden muss. Bei der Auswertung wird darauf geachtet, ob die SchülerInnen beim Lösen der Aufgabe auf das Erklärungsangebot zurückgreifen und ob sie in der Lage sind, dieses adäquat anzuwenden. Durch diese Vorgehensweise kann dokumentiert werden, wie SchülerInnen auf das Erklärungsangebot reagieren. Lernschwierigkeiten und Vorstellungen werden sichtbar, aber auch, welche Elemente einer Erklärung sich gut bewähren. Das sind wertvolle Ergebnisse für die weiteren Entwicklungsschritte eines Unterrichtskonzeptes. Gleichzeitig stellen die entwickelten Erklärungsangebote einen Ausgangspunkt für die Entwicklung eines konkreten Lehr-Lern-Arrangements dar.

Forschungsdesign

Insgesamt wurden mit 20 SchülerInnen der 8. und 9. Schulstufe Befragungen durchgeführt. Dies geschah in drei Runden – nach jeweils 6 bzw. 8 Akzeptanzbefragungen wurden die Informationsangebote überarbeitet. Jene Erklärungsangebote, die auf gute Akzeptanz gestoßen sind, wurden gekürzt, um zusätzliche Erklärungen in den Befragungen evaluieren zu können.

Die Befragungen wurden aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Es wurde eine skalierende Inhaltsanalyse mit deduktiv formulierten Kategorien durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in einer Profilmatrix (vgl. Abb. 1) dargestellt, um Problemstellen zu identifizieren und gleichzeitig eine Übersicht über die Lernverläufe der einzelnen SchülerInnen zu erhalten (Haagen-Schützenhöfer, 2016; Kuckartz, 2016). Die Codierung durch einen Interrater ergab ein Cohens Kappa von 0.77, was einer guten Übereinstimmung entspricht (Kuckartz, 2016). Alle Problemstellen wurden aus den Transkripten herausgearbeitet, einer Expertenrunde präsentiert und diskutiert.

Ergebnisse & Diskussion

Die Ergebnisse der Inhaltsanalyse sind in Abb. 1 dargestellt. Generell stoßen die Erklärungsangebote auf gute Akzeptanz. Die aus der Optik stammenden Gestaltungselemente (s.o.) haben sich erfolgreich auf das gesamte Spektrum übertragen lassen und stoßen ebenfalls auf gute Akzeptanz. Die Ergebnisse zu Runde 1 zeigen, dass SchülerInnen Schwierigkeiten haben Aufgaben im Kontext Radiowellen zu lösen. Diese konnten wir darauf zurückführen, dass die Alltagserfahrungen zum Radio – z.B., dass man Radiowellen hören kann – nicht

anschlussfähig sind (Zloklkovits & Hopf, 2019). In Runde zwei wurden stattdessen Aufgaben mit dem Kontext Handystrahlung eingesetzt. Die Resultate zeigen, dass nach dieser Änderung die Aufgaben gut von den SchülerInnen gelöst werden konnten.

In Runde 2 und 3 zeigten sich Probleme zu den Themenbereichen Energie und Spektrum, die noch nicht zufriedenstellend aufgelöst werden konnten. Es zeigte sich, dass das Konzept der Energie hilfreich ist um SchülerInnen die verschiedenen Wirkungen von Energie zu erläutern, viele SchülerInnen allerdings zögern den Begriff „Energie“ selbst zu verwenden. Dieser Befund deckt sich mit den Erkenntnissen aus der Schülervorstellungsforschung zu Energie (Duit, 2014).

		Aminia	Beza	Christopher	Denise	Emma	Fatima	Gülcan	Hoda	Ivan	Julia	Kathi	Lukas	Monika	Nina	Olga	Petra	Quentin	Rosa	Stefan	Timo
Begriff	Bewertung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Paraphrase	✓	✓	✓	✓	✓	~	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aufgabe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aufgabe	~	~	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ausbreitung	Bewertung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Paraphrase	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aufgabe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aufgabe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Energie	Bewertung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Paraphrase	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aufgabe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aufgabe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Spektrum	Bewertung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Paraphrase	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aufgabe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aufgabe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gefahr	Bewertung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Paraphrase	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aufgabe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aufgabe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Abb. 1, Ergebnisse der skalierenden Inhaltsanalyse

Darüber hinaus können wir mit unseren Daten bereits dokumentierte Vorstellungen ausschärfen und ergänzen. Während Neumann die Schülervorstellung dokumentierte, dass Licht anders als Strahlung ist (Neumann & Hopf, 2012), so können wir berichten, dass SchülerInnen Licht sehr wohl als Strahlungsart akzeptieren. Das Problem ist eher, dass SchülerInnen ihre Vorstellungen zu Licht auf das restliche Spektrum übertragen, was sich in Aussagen wie „Strahlung ist immer sichtbar“ und „Strahlung ist immer warm“ zeigt. Ebenfalls aus Vorgängerstudien ist bekannt, dass SchülerInnen „strahlende“ Bildschirme mit dem Begriff „Strahlung“ assoziieren (Neumann & Hopf, 2013; Plotz & Hollenthoner, 2019). In unseren Erhebungen hat sich gezeigt, dass teilweise sogar sehr gute SchülerInnen glauben, dass die oft diskutierte „Handystrahlung“ sich auf die Strahlung des Bildschirms bezieht. Zur Funktionsweise der Informationsübertragung scheinen viele SchülerInnen keine Vorstellung zu haben.

Ausblick

Die Transkripte der Akzeptanzbefragungen werden noch weiteren Analysen unterzogen. Als nächsten Schritt wird der Prototyp eines Lehr-Lern-Arrangements entwickelt und mit einzelnen SchülerInnen evaluiert.

Literatur

- Burde, J.-P. (2018). *Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells*: Logos Verlag Berlin. <https://doi.org/10.30819/4726>
- Duit, R. (2014). Teaching and Learning the Physics Energy Concept. In R. F. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine et al. (Eds.), *Teaching and Learning of Energy in K - 12 Education* (pp. 67–85). Cham: Springer International Publishing.
- Haagen-Schützenhöfer, C. (2016). *Lehr- und Lernprozesse im Anfangsoptikunterricht der Sekundarstufe I*. Habilitationsschrift. Universität Wien, Wien.
- Jung, W. (1992). Probing acceptance, a technique for investigating learning difficulties. In *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceedings of an International Workshop at the University of Bremen*. Kiel: IPN (S. 278–295).
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3. Aufl.). Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- Neumann, S. & Hopf, M. (2012). Students' conceptions about 'radiation'. Results from an explorative interview study of 9th grade students. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 826–834.
- Neumann, S. & Hopf, M. (2013). Children's drawings about "radiation"—before and after Fukushima. *Research in Science Education*, 43(4), 1535–1549.
- Plotz, T. (2017). Students' conceptions of radiation and what to do about them. *Physics Education*, 52(1), 14004.
- Plotz, T. & Hollenthoner, F. (2019). Replicating a study about children's drawings concerning radiation. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 6(1), 71. <https://doi.org/10.4995/muse.2019.10390>
- Plotz, T. & Zloklikovits, S. (2019). Strahlung konkret. *Plus Lucis*, (2), 34–42.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Wiener, G. J., Schmeling, S. M. & Hopf, M. (2015). Can Grade-6 Students Understand Quarks? Probing Acceptance of the Subatomic Structure of Matter with 12-Year-Olds. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(4), 313–322.
- Wiesner, H., Engelhardt, P. & Herdt, D. (1995). *Unterricht Physik, Optik I. Lichtquellen, Reflexion* (Unterricht Physik, Bd. 1, 2. verbesserte Auflage). Köln: Aulis-Verlag Deubner.
- Wiesner, H. & Wodzinski, R. (1996). Akzeptanzbefragungen als Methode zur Untersuchung von Lernschwierigkeiten und Lernverläufen. *Lernen in den Naturwissenschaften*, 250–274.
- Zloklikovits, S. & Hopf, M. (2019). Elektromagnetische Strahlung in der Sek. I unterrichten. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe* (Bd. 39, S. 711–714).