

### Sehen was unsichtbar ist - Visualisierungen und Experimente im UV-Bereich

#### Abstract

UV-Strahlung bietet verschiedene attraktive Kontexte. Eine Möglichkeit ist der Ausflug ins Tierreich zu den Bienen, die im Gegensatz zu uns Menschen im UV-Bereich sehen können. Hier lässt sich mit Bildvergleichen (von Aufnahmen im sichtbaren Spektrum und von UV-Aufnahmen) die unterschiedliche Wahrnehmung deutlich machen, zum Beispiel von Details auf Blütenblättern. Ein weiterer Anreiz für Schülerinnen und Schüler sich mit UV-Strahlung zu befassen ist der Sonnenschutz. Hier lohnt sich ein Abstecher in die UV-Sensorik, um mit Experimenten Sonnenschutzmaßnahmen zu testen und zu lernen, wie man sich vor UV-Strahlung schützen kann. Durch Visualisierungen und Schemazeichnungen werden Sachverhalte aus dem UV-Bereich erklärbar. Die theoriegeleitete Umsetzung speziell des Dreiklangs „Erleben“ – „Verstehen“ – „Anwenden“ wird im Folgenden aufgezeigt.



*Abb. 1: Gelber Sonnenhut (Rudbeckia) aus Sicht eines Menschen links und einer Biene rechts, jeweils in schwarz-weiß. Während die Blütenblätter für Menschen einfarbig sind, sehen Bienen „Nektarlotzen“.*

#### Theoretischer Hintergrund

Motivierende Kontexte sind wesentlich, um naturwissenschaftliche Grundbildung zu fördern und flexibel aufgebautes Wissen zu erlangen (Müller, 2006). Nach Kuhn (2011) sollen sie so gewählt werden, dass von den Lernenden Sinnhaftigkeit, Bedeutungsgehalt und Relevanz des Lerninhalts erkannt werden. Physikalische Sachverhalte und Prozesse mit UV-Strahlung werden im Rahmen eines Forschungsprojektes in den Kontext „Sehen was wir nicht sehen“ eingebettet und fächerübergreifend mit der Biologie behandelt. So wird u.a. das Sehen von Bienen nachempfunden. Bienen, andere Insekten, aber auch einige Vogelarten können UV-Strahlung im Gegensatz zu Menschen wahrnehmen (Lind, Mitkus, Olsson, Kelber, 2014). Um ihre Wahrnehmung nachzuempfinden, wurde eine UV-sensitive Kamera gebaut. Mit Filtern, die visuelle und infrarote Strahlung blocken, können beispielsweise die für uns nicht sichtbaren Nektarlotzen auf den Blüten des Sonnenhuts fotografiert werden. Kombiniert mit dem gleichen Ausschnitt im visuellen Licht lässt sich die Sicht der Bienen näherungsweise nachempfinden (siehe Abbildung 1).

Wesentliche Bestandteile naturwissenschaftlichen Arbeitens sind Vermuten, Prüfen und Interpretieren (Duit, Gropengießer, Stäudel, 2004), die im Rahmen dieses Forschungsprojektes gefördert werden sollen. Bei Experimenten mit UV-Strahlung ist in besonderer Weise logisches Denken gefragt, da UV-Strahlung nicht sichtbar ist. Wie man verschiedene Aspekte des breiten Spektrums an naturwissenschaftlichen Methoden übersichtlich ordnen kann, zeigte Stäudel (2004) mit der Spinnennetz-Methode.

Eine weitere Kernkompetenz naturwissenschaftlichen Arbeitens ist die Vermittlung und die Kommunikation von Inhalten (Duit, Gropengießer, Stäudel, 2004). Ein bekanntes Sprichwort lautet: „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“. Dies betont die Bedeutung und den Nutzen von Visualisierungen. Um das Verhalten und Merkmale der nicht sichtbaren UV-Strahlung zu verdeutlichen, sind Visualisierungen in dem Projektvorhaben von besonderer Relevanz. Wie Watzka, Buchner, und Girwidz (2017), Montalbano (2014) und Heusler (2013) feststellen, helfen Visualisierungen, verborgene Dinge und Details sichtbar zu machen. Hegarty, Carpenter und Just (1991) unterstreichen, dass Visualisierungen, insbesondere bildhafte Darstellungen, wichtig für den Aufbau von angemessenen Vorstellungen zu physikalischen Sachverhalten sind. Auch sie erwähnen, dass bildhafte Darstellung geeignet sind, um nicht sichtbare Sachverhalte vorstellbar zu machen.

Allerdings gibt es im grafischen Bereich sinnvolle Ausdrucksmittel und Konventionen, die Novizen erst kennen lernen müssen, um wissenschaftliche Bilder und grafische Darstellungen korrekt zu interpretieren. Helfen können hier Hinweise, die die Aufmerksamkeit des Betrachters auf relevante Informationsbereiche lenken (gemäß dem Signalisierungsprinzip, vgl. z.B. van Gog, 2014).

In dem Forschungsprojekt wird die Frage aufgegriffen, wie entsprechende Schemata, Bilder, Abbildungen und Fotos zu gestalten und einzusetzen sind, um effektive Einblicke in sonst nicht zugängliche Bereiche des elektromagnetischen Spektrums zu geben. Dabei kommen speziell auch Steuercodes zum Einsatz, um besonders relevante Informationen zu akzentuieren.

### Methodisches Vorgehen

Konzeptionell wird nach dem didaktisch-methodischen Dreiklang „Erleben“ – „Verstehen“ – „Anwenden“ (Girwitz, 2006) vorgegangen. Erlebt wird in Experimenten, dass es Strahlung außerhalb des sichtbaren Bereichs gibt. Danach wird unter anderem das Verständnis aufgebaut, dass UV-Strahlung ebenso wie das visuelle Licht reflektiert, transmittiert und absorbiert wird. Schließlich kommt dieses Wissen bei der Optimierung von Sonnenschutzmaßnahmen zur Anwendung. Ein erstes Beispiel zum Erleben der Wirkung und zum Nachweis von UV-Strahlung ist ein Schülerexperiment mit UV-Perlen (vgl. auch Plotz und Zloklikovits, 2019). UV-Perlen sind im Ausgangszustand weiß, verfärben sich jedoch bei der Einwirkung von UV-Strahlung. Als Quelle dient im Sommer die Sonne (durchaus auch bei leichter Bewölkung). Ansonsten können UV-Lampen oder andere Leuchtmittel, die UV-Strahlung emittieren aus der Lehrmittel-Sammlung genutzt werden. Eine ähnliche Möglichkeit zum Nachweis von UV-Strahlung bietet chininhaltiges Wasser, besser bekannt als Tonic Water. Es fluoresziert bei Anregung durch UV-Strahlung. Hat man starke UV-Lampen zur Verfügung, kann man einen mit chininhaltigem Wasser gefüllten Rundkolben als Indikator nutzen, um Gesetze der geometrischen Optik halbqualitativ zu untersuchen.

Um UV-Strahlung in einem weiteren alltags- und techniknahen Anwendungskontext zu studieren, können Geldscheine unter UV-Lampen betrachtet werden. Hier kommen unter anderem fluoreszierende Fasern zum Vorschein, die unter visuellem Licht nicht zu sehen sind.



Abb. 2: Qualitativer Nachweis von UV-Strahlung durch UV-Perlen, die von einem im UV-Bereich strahlenden Nagellack-härter angeregt werden.

### Das Untersuchungsvorhaben

Zu Visualisierungen lassen sich eine ganze Reihe von Forschungsfragen definieren – hier eine Auswahl für das Forschungsvorhaben:

- Welche Visualisierungen nutzen Lernende bevorzugt für ihren Wissenserwerb, zum Verständnis, bei Argumentationen und Diskussionen, bei Präsentationen und bei Darstellungen von Versuchsergebnissen?
- Welche Visualisierungen sind für physikalisches Wissen, speziell zu Eigenschaften von elektromagnetischer Strahlung und Phänomenen in nicht-sichtbaren Bereichen besonders geeignet?
- Welche Hilfen sind notwendig, damit relevante Informationen herausgearbeitet werden können?
- Inwieweit ist die Notwendigkeit von Hinweisen abhängig von dem Vorwissen und dem Bekanntheitsgrad der Visualisierung (Foto, Diagramm oder Infographik)?
- Inwiefern sind sich Lernende bewusst, dass eingesetzte Visualisierungen mitunter etwas zeigen, das prinzipiell nicht direkt sichtbar ist?

Die Untersuchung verwendet inhaltsbezogene Fragebögen vor und nach Interventionen und wird durch Eyetracker-Studien mit Blickanalysen unterstützt. So kann erschlossen werden, welche Details besonders gut aufgenommen werden, welche Details und Zusammenhänge bewusst werden und später wieder abrufbar sind, und welche Details unbeachtet bleiben.

**Literatur**

- Duit, R., Gropengießer, H., & Stäudel, L. (2004). Naturwissenschaftliches Arbeiten: Unterricht und Material 5-10. Seelze-Velber: Friedrich-Verlag, S. 4-8.
- Girwidz, R. (2006). Ich sehe was, das ihr nicht seht. Einblicke in den nahen Infrarotbereich mit einer Kamera für 20 € Unterricht Physik, 17, Nr. 96, S. 40-41.
- Hegarty, M., Carpenter, P. A., & Just, M. A. (1991). Diagrams in the comprehension of scientific texts. In R. Barr, M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research*, Vol. 2, (pp. 641-668). New York: Longman.
- Heusler, S., (2013). Visualisierungen - ein Schlüssel zu moderner Physik im Schulunterricht. SCIENCEMOTION.
- Kuhn, J (2011). Einsatz und Effektivität authentischer Lernmedien im Physikunterricht - Zeitungsaufgaben und Co. *Plus Lucis*, S. 11-17.
- Lind O, Mitkus M, Olsson P, Kelber A. (2014). Ultraviolet vision in birds: the importance of transparent eye media. 281. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Science*.
- Montalbano, V., (2014). Seeing and interacting with the invisible: A powerful tool for the learning of science. arXiv preprint.
- Müller, R., (2006). Kontextorientierung im Alltagsbezug. In H. F. Mikelskis (Ed.) Physik-Didaktik: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II (S.102-119). Berlin: Cornelsen Scriptor
- Plotz, T., & Zloklikovits, S. (2019). Strahlung konkret, *Plus Lucis*, S. 34–42.
- Stäudel, L (2004). Die Spinnennetzmethode – Analyse naturwissenschaftlicher Arbeitsformen im Unterricht. Seelze-Velber: Friedrich-Verlag, S. 9.
- van Gog, T. (2014). 11 The Signaling (or Cueing) Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, (2<sup>nd</sup> ed., pp 263-278). New York: Cambridge University press.
- Watzka, B., Buchner, L.D., Girwidz, R., (2017). Authentisches Lernen mit Atemalkoholsensoren im Physikunterricht - Physikalische Grundlagen, Visualisierungen und Experimente. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* 1/16, S. 14-26.