

Lutz Kasper¹
Ann-Katrin Krebs²
Jochen Pfeifer¹
Hannes Helmut Nepper¹

¹PH Schwäbisch Gmünd
²Leuphana Universität Lüneburg

DIY-Fledermausdetektor mit Gamification-Elementen

Einleitung

Fledermäuse nutzen Ultraschall für ihre räumliche Orientierung und zur Beutejagd. Diese Ultraschallfrequenzen liegen außerhalb des menschlichen Hörbereichs, sind jedoch durch den Einsatz von technischen Hilfsmitteln wie Detektoren und digitalen Signalverarbeitungssystemen in Hörschall umwandelbar. Mit der Beschäftigung rund um Fledermäuse werden Inhalte unterschiedlicher MINT-Fächer thematisiert, darunter Physik mit dem Thema Schwingungen und Wellen, Biologie im Bereich der Sinneswahrnehmung (und deren Grenzen) sowie Technik mit Aspekten von Konstruktion, Design und Fertigung von technischen Artefakten. Durch diesen interdisziplinären Ansatz können unterschiedliche Vorlieben der Lernenden, ihre Art zu lernen sowie Bezüge zur Alltags- und Lebenswelt im Kontext von Fledermäusen berücksichtigt werden (Belland, 2017; Krebs, 2020).

Physikalischer Zugang über "Schwingungen und Wellen"

Um Lernenden einen ersten praktischen und interdisziplinären Zugang zu diesem faszinierenden Thema zu ermöglichen, sind kommerzielle Detektoren mit digitaler Datenerfassung besonders geeignet (Krebs et al., 2022). Ein Beispiel hierfür ist das Echo Meter Touch 2 Plug-in-Modul für Smartphones, das in Verbindung mit der entsprechenden App in Echtzeit Spektrogramme der aufgezeichneten Ultraschalllaute erstellt und die Fledermausart ausgibt, die die höchste Übereinstimmung mit der App-internen Datenbank hat. Einige Messinstrumente ermöglichen eine direkte Anzeige, Visualisierung und Speicherung der ermittelten Frequenzen. Künstliche Ultraschallquellen wie beispielsweise Abstandssensoren, Ultraschall-Zahnbürsten oder die Autofokus-Funktion von Fotoobjektiven mit Ultraschallantrieb können mit Hilfe eines Ultraschallmessgeräts präziser untersucht werden. Der Detektor weist einen Messbereich von 20 bis 192 kHz auf, womit auch solche technischen Ultraschallquellen erfasst werden können. Zur Evaluierung des Plug-in-Moduls wurde ein Ultraschallsender mit einem Sinusgenerator bei einer Frequenz von 34 kHz betrieben. Wie erwartet zeigt der Detektor ein intensives und kontinuierliches Signal bei eben dieser Frequenz an (Abbildung 1a). Das weithin gebräuchliche Ultraschall-Modul HC-SR04 zeigt indes ein Verhalten, das dem von Fledermäusen ähnelt. Dieses Modul wird beispielsweise häufig in DIY-Projekten als Abstandssensor in Verbindung mit der Arduino-Plattform verwendet (Abbildung 1b). Die Messungen mit dem Fledermausdetektor zeigen auffällige Unterschiede im Vergleich zum kontinuierlichen Sendersignal.

Der HC-SR04 sendet sogenannte Burst-Signale aus, die eine Frequenz von 40 kHz und eine Pulslänge von jeweils 200 Mikrosekunden aufweisen. Dieses Verhalten ist in einem Sonogramm (Abbildung 1c) klar ersichtlich. Aufgrund der Ähnlichkeit zu einigen Fledermaussignalen ist es nicht überraschend, dass das Plug-in-Modul dieses Signal nach einem Datenbankabgleich der Echo-Meter-App irrtümlicherweise mit einer Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Verbindung bringt.

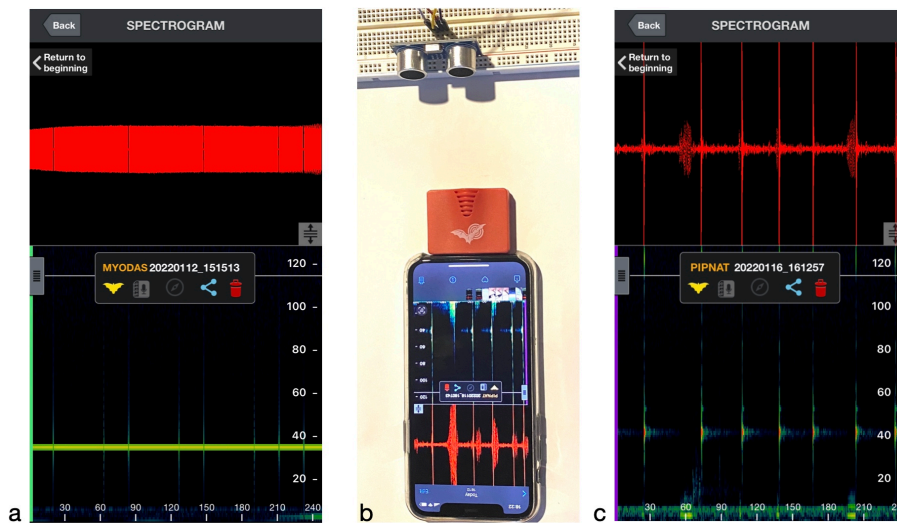


Abb. 1: Echo-Meter mit „unbelebten“ Schallquellen, Foto: Lutz Kasper

Gamification im interdisziplinären MINT-Fachunterricht

Die Anwendung von spieltypischen Elementen und Prinzipien in einem anderen Kontext wird als "Gamification" bezeichnet und findet in schulischen Umgebungen Anwendung, um das Lernen zu unterstützen und zu optimieren. Im Bildungswesen des 21. Jahrhunderts steht die Förderung aktiver und kreativer Lernumgebungen im Vordergrund. Die Integration unterhaltsamer und amüsanter Spielelemente in den jeweiligen Curricula der Fächer soll dazu beitragen, positive Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Lehrstoff zu schaffen und somit langfristige Lernerfolge zu erzielen (Mee Mee et al., 2022). Auf diese Weise werden die Lernenden aufgefordert, aktiv am Lernprozess teilzunehmen und die Verantwortung für ihr eigenes Lernen zu übernehmen.

Adaption des B@t-Detektor-Bausatzes

Selbstbausätze stellen kostengünstige Alternativen dar, die in der Regel Steck- und Lötarbeiten benötigen und damit meist ab einem Alter von 14 Jahren empfohlen werden und unter Aufsicht anzufertigen sind. Meist sind diese Detektoren dann in einem Karton oder einer Schachtel verbaut und zeigen von außen selten auf den ersten Blick ihre Funktion an.

Im Rahmen des Projekts „Digi’B@ts“¹ wird in einem Teilprojekt ein neuer Detektorbausatz für den technikbezogenen Unterricht entwickelt, der durch Gamification-Elemente und inklusive Aspekte erweitert wird. Dieser Do-it-Yourself (DIY) Bausatz kann mit modernen Maker-Werkzeugen (u.a. 3D-Drucker, Laser, Fräser) hergestellt werden (Domjahn, 2021; Schlagenhauf, 2021) und ermöglicht nicht nur die akustische Umwandlung von Ultraschall in Hörschall, sondern auch die Darstellung dieser Signale in visueller und haptischer Form. Das Endprodukt in Fledermausform ähnelt in seiner Funktion einem Gamepad (Abb. 2), wie es Lernende ggfs. von Zuhause oder von Freunden kennen. Mit seiner Form und seinen Funktionen sowie der eigenen Fertigung kann der B@t-Detektor motivierend auf Lernende wirken kann (Mee Mee et al., 2021).

¹ Weitere Informationen unter www.digibats.de.

Diese Adaption ermöglicht, dass unabhängig von biologischem oder sozialem Geschlecht ansprechende Themen für alle Lernenden zugänglich werden (Stemmann, 2019).

Vom Material ausgehend wurde unter der Berücksichtigung des NinU-Schemas und NinU-Rasters (Fühner et al., 2022; Stinken-Rösner et al., 2020) der B@t-Detektor entsprechend um haptische und visuelle Signalausgaben erweitert.

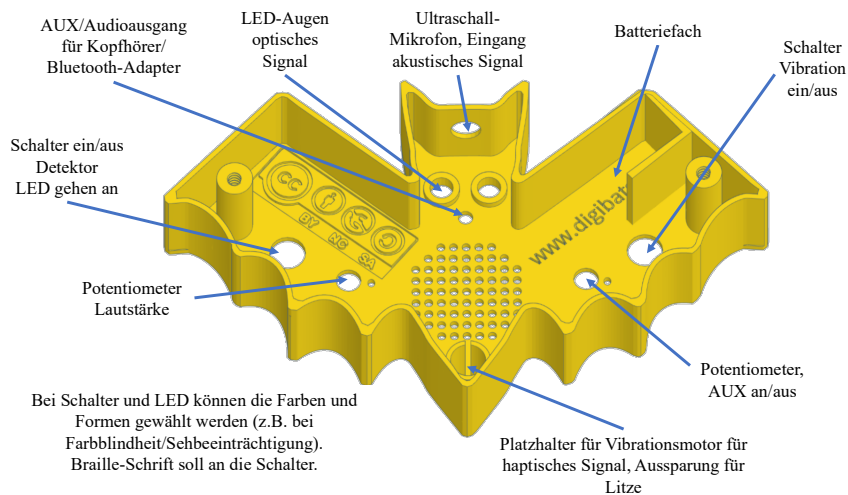


Abb. 2: 3D-Gehäuse des B@t-Detektors mit Bauteilen und Beschreibung, Design & Foto: Ann-Katrin Krebs

Stufen der technischen (Weiter-) Entwicklung

Das Basissystem besteht aus einem Ultraschallempfänger, dessen Signale über eine zweistufige Kaskade aus Operationsverstärkern (Typ LM386) verstärkt werden. Ein Koppelkondensator dient dabei als Bindeglied zu einem 7-Stufen Binärzähler (Typ CD4024). Dieser Zähler reduziert die Frequenz um Faktoren von 16, 32 und 64, bevor er die Signale über einen weiteren Operationsverstärker (ebenfalls LM386) an einen Lautsprecher weiterleitet. In den Implementierungen wird am Ausgang Q4/Q5/Q6 des CD4024 das Audiosignal mittels eines Darlingtonttransistors (Typ BC517) verstärkt, um damit einen Vibrationsmotor anzusteuern. Gleichzeitig wird der Status-LED-Stromkreis über eine Schottky-Diode überbrückt und dadurch invertiert.

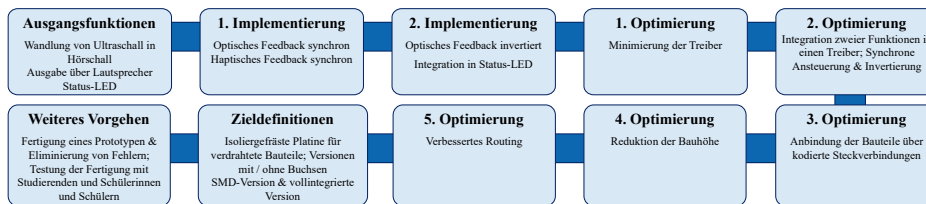


Abb. 3: Übersicht der bisherigen Adaptionen am B@t-Detektor-Bausatz, Grafik: Jochen Pfeifer

Literatur

- Belland, B. R. (Hrsg.). (2017). *Instructional Scaffolding in STEM Education*. Springer International Publishing.
- Domjahn, J. (2021). *Technik unterrichten: Kompetenzerwerb in Lernsituationen* (4. Auflage). *Bibliothek der Schulpraxis*. Verlag Europa-Lehrmittel Nourney Vollmer GmbH & Co. KG.
- Fühner, L., Ferreira González, L., Weck, H., Pusch, A. & Abels, S. (2022). Das NinU-Raster zur Planung und Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts für Lehramtsstudierende. In A. Schröter, M. Kortmann, S. Schulze, K. Kempfer, S. Anderson, G. Sevdiren, J. Bartz & C. Kreutchen (Hrsg.), *Inklusion in der Lehramtsausbildung – Lerngegenstände, Interaktionen und Prozesse* (S. 63–78). Waxmann.
- Krebs, A.-K. (2020). "Programmieren und die Fledermaus" - Verknüpfung von Alltagsbezügen mit Digitalisierung und Technik im MINT-Unterricht. In S. Kruse, H.-J. Wahner & L. Windelband (Hrsg.), *Der Mensch in einer digitalen Welt: Kreativitätsfördernder MINT-Unterricht mit Berufsorientierung* (S. 21–22). KlettMINT.
- Krebs, A.-K., Kasper, L., Kuhn, J. & Wilhelm, T. (2022). Mit Echo Meter auf Fledermauspirsch. *Physik in unserer Zeit*, 53(2), 96–97.
- Mee Mee, R. W., Pek, L. S., Von, W. Y., Abd Ghani, K., Tengku Shahdan, T. S., Ismail, M. R. & Rao, Y. S. (2021). A Conceptual Model of Analogue Gamification to Enhance Learners' Motivation and Attitude. *International Journal of Language Education*, 5(2), 40.
- Mee Mee, R. W., Rao, Y. S., Pek, L. S., Ghani, K. A., Von, W. Y., Ismail, M. R. & Shahdan, T. S. T. (2022). Gamifying education for classroom engagement in primary schools. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 11(3), 1360.
- Schlagenhauf, W. (2021). *Allgemeinbildung Technik für Dummies* (1. Auflage). *Für Dummies Ser.* Wiley.
- Stemann, J. (2019). Gendergerechte Technik - eine Herausforderung für das Lernen in einer digitalen Welt? *Journal of Technical Education*, Bd. 7 Nr. 1 (2019): *Journal of Technical Education (JOTED)*.
- Stinken-Rösner, L., Rott, L., Hundertmark, S., Baumann, T., Menthe, J., Hoffmann, T., Nehring, A. & Abels, S. (2020). Thinking Inclusive Science Education from two Perspectives: inclusive Pedagogy and Science Education. *RISTAL*, 3, 30.