

Biologie macht SchulePLUS und BIOTOPIA Dawn Chorus – Ein Citizen Science & Arts-Projekt zum weltweiten Vogelgesang

Martina Bryce, Alexander Hutfluss und Thomas Gerl

Das von der gemeinsamen Qualitätsoffensive Lehrerbildung von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung geförderte Projekt „Biologie macht SchulePLUS“ legt den Fokus auf die Berufsbildstärkung der Fachwissenschaften, u.a. durch Kooperation mit der Fachdidaktik. Verschiedene Maßnahmen unterstützen dieses Projekt, welche von den Lehrstühlen der Fakultät für Biologie initiiert und umgesetzt werden. Ein gelungenes Zusammenspiel von Fachwissenschaft und Fachdidaktik wird mit dem Citizen Science & Arts-Projekt „BIOTOPIA Dawn Chorus“ zum weltweiten Vogelgesang gut verwirklicht. Auf diese Weise erreicht „Biologie macht SchulePLUS“ einen Transfer zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik, der auch eine Brücke zwischen universitärer Lehrerbildung und schulischer Unterrichtspraxis schlagen kann.

Citizen Science

Das *Citizen Science & Arts*-Projekt „Dawn Chorus“ kann Fachwissenschaft nicht nur für Lehramtsstudierende in Bezug auf ihr Berufsbild, sondern auch für alle interessierten Bürgerinnen und Bürger erlebbar machen. *Citizen Science* Projekte haben das Ziel, gesellschaftliche Teilhabe in der Wissenschaft zu ermöglichen. Das Projekt „Dawn Chorus“ – initiiert durch den Gründungsdirektor des BIOTOPIA Naturkundemuseum Bayerns und Lehrstuhlinhaber *Sciences in Society* der LMU, Professor Dr. Michael John Gorman, sowie durch die Stiftung Kunst und Natur – existiert seit 2020 und wird über mehrere Jahre Bestand haben. Ziel dieses Projekts ist es, dass Menschen aus aller Welt morgendlichen Vogelgesang aufnehmen und online teilen und die so gewonnene Datenbank für zukünftige Kunst- und Wissenschaftsprojekte zur Verfügung gestellt wird. Dies soll einerseits möglichst viele Bürger:innen für die faszinierende Welt der Vögel begeistern und andererseits wissenschaftliche Daten erheben, z.B. um anhand des Vogelgesangs die Vogel-Biodiversität in unterschiedlichen Ökosystemen zu dokumentieren und über die Jahre hinweg zu erforschen.

Die ursprüngliche Idee zu diesem *Citizen Science & Arts*-Projekt entstand durch die Maßnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie im Frühjahr 2020. Zu diesem Zeitpunkt wurde Natur wieder verstärkt als Erholungsort wertgeschätzt, da viele Freizeitaktivitäten in geschlossenen Räumen untersagt waren. Dies führte zu einem stärkeren Verbundenheitsgefühl mit der Umwelt und eröffnete neue Perspektiven sowie interessante Fragestellungen zum Vogelgesang. Die Teilnahme an diesem Projekt leistet einen wichtigen Beitrag zu Biodiversitätsforschung sowie zum Artenschutz und motiviert die Teilnehmenden, sich mit der Natur vor ihrer Haustür zu beschäftigen. Lehramtsstudierende werden durch die Teilnahme an *Citizen Science*-Projekten dazu inspiriert, aktiv an der Wissenschaft mitzuwirken oder selbst Wissenschaftsprojekte an Schulen zu initiieren und zu erproben. Dabei gilt es u.a. wissenschaftliche Fragestellungen kennenzulernen, Daten im Feld zu erheben, diese zu teilen und damit zur Beantwortung übergreifender Forschungsfragen beizutragen. Im Fall des „Dawn Chorus“ wird z.B. ermittelt, welche Vogelarten singen und wann ihr Gesang beginnt.

Citizen Science-Projekte unterscheiden sich im Grad der Beteiligung der Bürger:innen (Abbildung 1). Nach diesem vierstufigen Modell lassen sich die meisten Menschen auf der Stufe der Kooperation einordnen. So ist das „Dawn Chorus“-Projekt, ähnlich wie andere große Mitmachaktionen auch (z.B. die Stunde der Wintervögel des NABUs), darauf ausgerichtet, die Bürger:innen als Partner:innen bei der Erhebung von Daten zu gewinnen, um dadurch viele Personen auf der ganzen Welt zur Teilnahme zu motivieren.

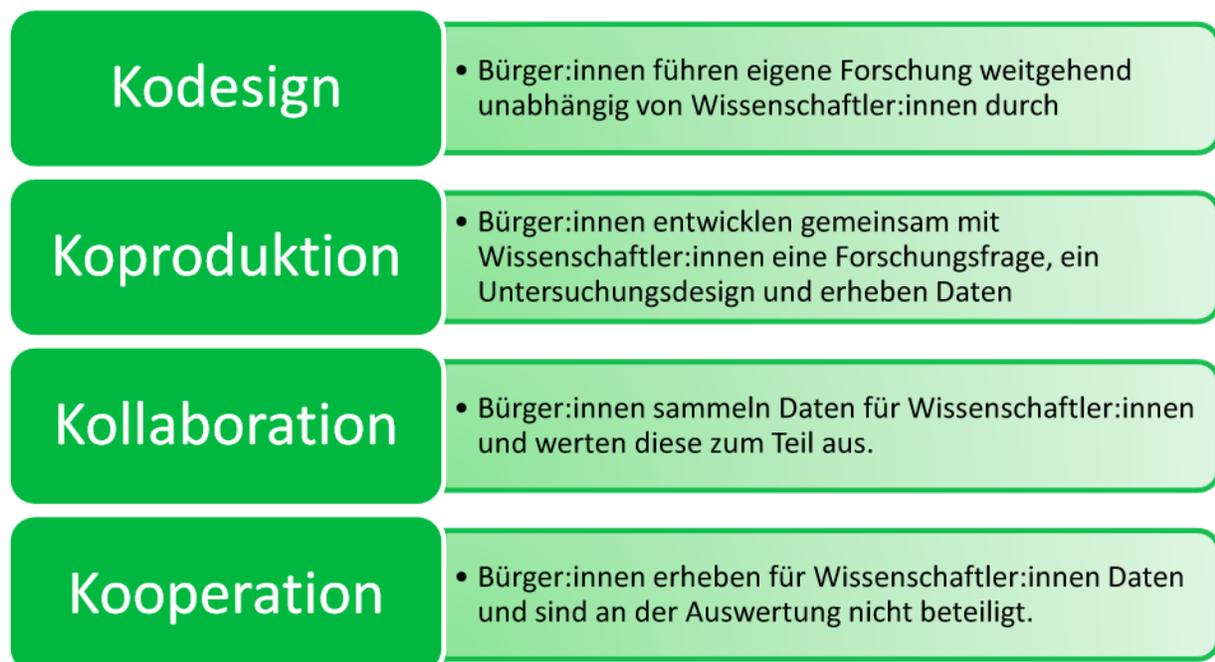


Abbildung 1: Unterschiedliche Stufen der Beteiligung bei Citizen Science-Projekten in Anlehnung an Burger (2016)

„Dawn Chorus“ – Vogelgesang in der Welt

Der Lehrstuhl *Life Sciences in Society* und BIOTOPIA – Naturkundemuseum Bayern sind eng verbunden durch den Lehrstuhlinhaber und gleichzeitig Gründungsdirektor Professor Dr. Michael John Gorman. Ein zentrales Thema ist innovative Wissenschaftskommunikation, insbesondere zu den Themen Biologie und Umweltwissenschaften in der Gesellschaft, was sich auch in den Lehrveranstaltungen für die Studierenden widerspiegelt. Die Werte von BIOTOPIA sind Neugier, Empathie sowie Initiative und werden im „Dawn Chorus“-Projekt besonders anschaulich umgesetzt (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Werte von BIOTOPIA, Neugier, Empathie und Initiative im „Dawn Chorus“-Projekt

Die Mitwirkung am Projekt garantiert durch das Aufstehen vor Sonnenaufgang auch ein emotionales Erlebnis für Jung und Alt und ist leicht durchführbar (vgl. <https://dawn-chorus.org/mitmachen/>, aufgerufen am 22.2.2021): Teilnehmende müssen dann nur noch ans offene Fenster, auf den Balkon oder vor die Haustür treten, um 60 Sekunden Vogelgesang aufzunehmen und auf die Projekt-Plattform hochzuladen. Der 2020 erzielte Datensatz umfasst ca. 3500 Aufnahmen aus der ganzen Welt, die in einer für alle öffentlich zugänglichen Vogelgesangskarte hörbar werden. Die wissenschaftliche Analyse der Daten dauert noch an (siehe Abbildung 3). Für dieses Jahr wird es zusätzlich eine bedienerfreundliche App geben, um am „Dawn Chorus“-Projekt teilzunehmen.

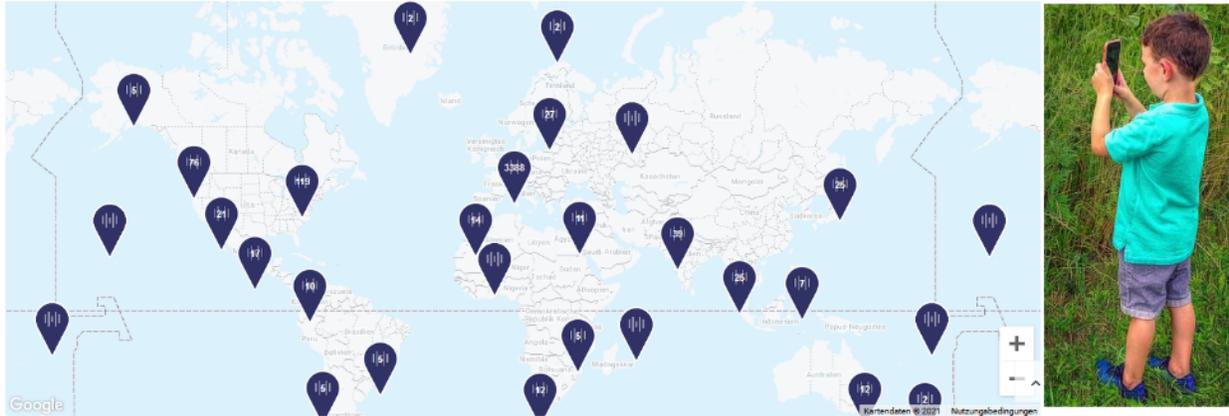


Abbildung 3: Statisches Bild der interaktiven Karte auf <https://dawn-chorus.org/vogel-chor/>. Hier sind u.a. die eigenen aufgenommenen Vogelstimmen wiederzufinden und anzuhören.

Das „Dawn Chorus“-Projekt wird über mehrere Jahre Daten sammeln, um in Zusammenarbeit mit Wissenschaftspartner:innen Fragestellungen zu Themen wie Artenvielfalt, Urbanisierung und Lärmverschmutzung auf den Grund zu gehen (vgl. <https://dawn-chorus.org/idee/#wissenschaft>, aufgerufen am 15.2.2021, Gill 2020). Dafür wäre es besonders wünschenswert, über Jahre hinweg Aufnahmen von denselben Orten zu erhalten, um die Biodiversität von Vögeln zu monitoren.

Daneben fördern *Citizen-Science* Projekte die individuelle Wahrnehmung der persönlichen Umgebung und leisten einen wichtigen Beitrag zur persönlichen Weiterbildung. In diesem konkreten Fall stehen Achtsamkeit für die eigene Umwelt und die Verbesserung der Vogelartenkenntnisse im Vordergrund.

Was macht Vogelgesang so spannend? Das Thema Vogelgesang aus Sicht der Wissenschaft

Sucht man auf *Google Scholar* nach wissenschaftlichen Publikationen zum Thema Vogelgesang (Suchterm „bird song“), so erhält man fast 1,6 Millionen Resultate aus verschiedenen Bereichen. Als gut untersuchtes, anschauliches Beispiel wird im Folgenden vorgestellt, wie sich die Verstärkung auf den Vogelgesang auswirkt. Zusammengefasst geht es dabei um folgende Frage: Wie verändert sich der Vogelgesang, wenn sich die Vögel aufgrund von Lärm nicht mehr gegenseitig hören können?

Wie Städte den Vogelgesang beeinflussen

Jedes Frühjahr, mit dem Beginn der Brutsaison der meisten Vögel, können wir uns erneut am Vogelgesang erfreuen, mit dem Morgenkonzert als seinem täglichen Höhepunkt (Catchpole 1973; Slagsvold 1977). Auch die Wissenschaft ist fasziniert

von diesem Verhalten, wobei sich zahlreiche Teilbereiche der Biologie, von der Verhaltens- bis zur Neurobiologie, mit den Fragen nach der Evolution und dem Zweck des Vogelgesangs beschäftigen (Marler & Slabbekoorn 2004). Für die meisten Vogelarten erfüllt der Gesang zwei Funktionen: Eroberung und Verteidigung von Revieren und Anziehen eines Fortpflanzungspartners (Amrhein & Lerch 2010; Eriksson & Wallin 1986; Klappert & Reinhold 2003; Smith 1979). In beiden Fällen übertragen die Sänger, welche sowohl weiblich als auch männlich sein können (Garamszegi, Pavlova, Eens, & Møller 2007), Informationen an potentielle Zuhörer.

Durch den Gesang können dabei die reine Anwesenheit, aber auch die eigene Größe, die Motivation zu kämpfen oder die Qualität als Fortpflanzungspartner mitgeteilt werden. Aber wie reagieren Vögel, wenn äußere Umstände die Übertragung dieser Informationen erschweren oder gänzlich verhindern? In den letzten Jahrzehnten sind steigende Lärmpegel in Folge einer weltweit fortschreitenden Urbanisierung in das Zentrum der wissenschaftlichen Untersuchungen zum Vogelgesang gerückt (Gil & Brumm 2014). Um auch in Städten gehört zu werden, verfolgen Vögel dabei unterschiedliche Strategien. Weit verbreitet ist ein Erhöhen der eigenen Lautstärke bei steigendem Hintergrundlärm, der sogenannte Lombard-Effekt (Brumm & Todt 2002; Brumm & Zollinger 2011). Allerdings kann lauter Singen mehr Energie benötigen oder das Risiko, durch Raubtiere entdeckt zu werden, erhöhen (Gil & Brumm 2014). Alternativ können Vögel den Zeitpunkt oder die produzierten Frequenzen ihres Gesangs verändern, um Überlappungen mit der Lärmquelle zu vermeiden. Beispiele für zeitliche Anpassungen wären ein vorgezogener Beginn des Morgengesangs (Bergen & Abs 1997; Dominoni, Greif, Nemeth, & Brumm 2016) oder das Singen während der Pausen einer periodischen Lärmquelle, wie etwa den Starts und Landungen an Flughäfen (Dominoni et al. 2016). Spektrale Anpassungen zeigen sich vor allem in erhöhten Gesangsfrequenzen, die die Überschneidung mit niederfrequentem Stadtlärm (z.B. durch Automotoren), reduzieren können (Slabbekoorn & den Boer-Visser 2006; Slabbekoorn & Peet 2003). Ob solche Anpassungen ausreichen, um die negativen Effekte von Stadtlärm auf die Kommunikation, das Verhalten und den reproduktiven Erfolg von Vögeln zu verringern (Halfwerk et al. 2011; Leonard & Horn 2012) oder ob sie zu qualitativ schlechteren oder schlechter wahrnehmbaren Gesängen (Cardoso 2012; Gil & Brumm 2014; Lambrechts 1997) führen, bleibt genauer zu erforschen.

Das Thema Vogelgesang aus Sicht der Biologiedidaktik

Neben dem Wert für die Wissenschaft und dem persönlichen Erlebnis der Teilnehmenden ist aber auch die motivierende Wirkung des „Dawn Chorus“ *Citizen Science*-Projekts besonders wertvoll, um vor allem Kinder für die heimische Artenvielfalt zu begeistern und so früh Lernprozesse zum Aufbau von Artenkenntnissen zu initiieren. Die Kooperation zwischen den Projekten „*Biologie macht*

„SchulePLUS“ und „Dawn Chorus“ ermöglicht Lehramtsstudierenden und Lehrkräften Kinder an wissenschaftliche Fragestellungen heranzuführen und letztlich in die schulische Praxis zu übertragen. Ein Beispiel, wie sich dies konkret umsetzen ließe, wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

Artenkenntnis auf die rote Liste des bedrohten Fachwissens

Der Rückgang der Biodiversität gilt als eine der zentralen Herausforderungen unserer Zeit. Untersuchungen an europäischen Vogelarten zeigen einen besorgniserregenden Abwärtstrend (Bowler et al. 2019; Kamp et al. 2020). Doch nicht nur die Artenvielfalt und die Individuenabundanz sinken, auch die Artenkenntnis sinkt, wie empirische Untersuchungen an bayerischen Schüler:innen im Rahmen des BISA-Projekts des Lehrstuhls Didaktik der Biologie der LMU zeigten. So konnten bayerische Gymnasiast:innen im Jahr 2017 ca. 20 % weniger einheimische Singvogelarten erkennen (Gerl et al. 2018) als noch zehn Jahre zuvor (Zahner et al. 2007). Die sinkende Artenkenntnis unter bayerischen Schüler:innen betrifft allerdings nicht nur die Gruppe der Vögel. Auch die Kenntnis einheimischer Wirbeltierarten insgesamt ist rückläufig (Gerl et al. 2021). Betrachtet man diese signifikante Abnahme der Artenkenntnis unter Schüler:innen zusammen mit der Altersstruktur heutiger Artenkenner:innen, die häufig bereits das Rentenalter erreicht haben oder kurz davor stehen (Frobel und Schlumprecht 2016), so liegt die Schlussfolgerung nahe, dass nicht nur viele Arten vom Aussterben bedroht sind, sondern auch die Artenkenntnis selbst.

BISA Projekt: Biodiversität im Schulalltag

Vor diesem Hintergrund wurde unter Beteiligung des Lehrstuhls für Didaktik der Biologie das BISA-Projekt (BISA: Biodiversität im Schulalltag) entwickelt, um nicht nur die aktuelle Artenkenntnis mit BISA-Tests zu messen, sondern auch Unterrichtsmaterialien zu entwickeln, die die Artenkenntnis verbessern (Gerl 2020a). Ziel des Projektes ist es, mit dem Motto „Outdoor und Online“ Kinder und Jugendliche für Naturbeobachtungen zu begeistern, indem spielerische Lerneinheiten mit digitalen Medien, analoge Beobachterpässe zum Ausdrucken oder kindgerechte Bestimmungshilfen (Abbildung 4) auf der Projekt-Webseite www.bisa100.de kostenlos zur Verfügung gestellt werden.



Abbildung 4: Beispiel Online-Spiel und Beobachterpass zur Dokumentation eigener Beobachtungen von Vögeln auf www.bisa100.de

Da die empirischen Untersuchungen zur Artenkenntnis zeigten, dass es Kindern besonders schwerfällt, einheimische Vogelarten zu erkennen, wurden speziell für diese Tiergruppe eine Vielzahl von Materialien entwickelt und in didaktischen Fachzeitschriften publiziert (Gerl et al. 2017; Gerl 2020b, 2020c, 2020d). Im Projekt „Biologie macht SchulePLUS“ können Lehramtsstudierende nicht nur ihre Artenkenntnis verbessern, sondern auch ihre digitalen Kompetenzen erweitern, indem sie digitale Inhalte zu Biodiversitätsthemen erstellen. Der Transfer von biologischen Inhalten in die Schule ist geglückt. Besonders die digitalen Medien schafften es, die Lehrkräfte nach der Bekanntgabe von coronabedingten Schulgebäudeschließungen in ihren Unterrichtsvorbereitungen bei dem Thema Biodiversität zu unterstützen. Dies wird durch die ca. siebenfache Erhöhung der vierzehntägigen Zugriffszahlen auf der BISA Webseite deutlich und spiegelt den Bedarf an digitalen Inhalten zur Unterrichtsgestaltung wider (Abbildung 5). Studentische Hilfskräfte, die durch das Projekt „Biologie macht SchulePLUS“ finanziert wurden, leisteten dazu einen wertvollen Beitrag.

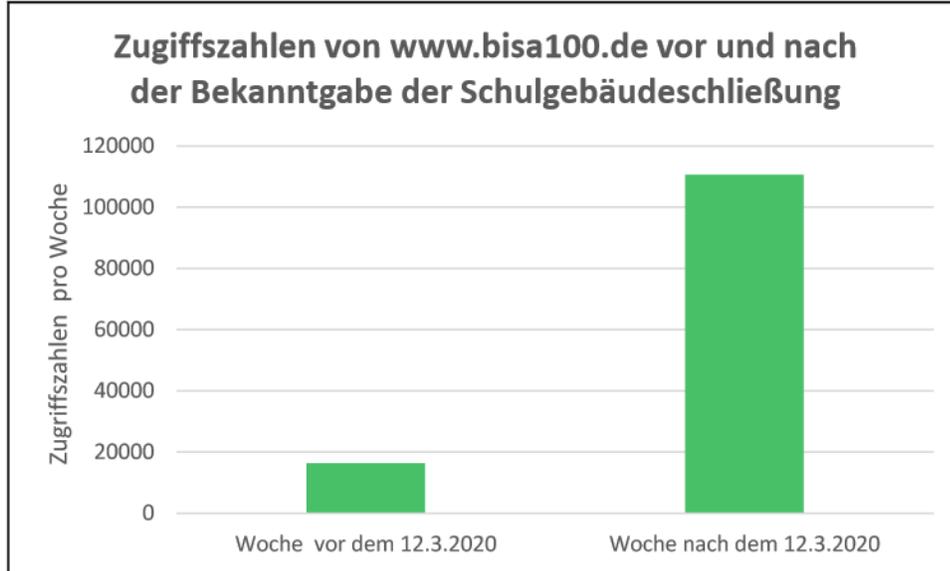


Abbildung 5: Zugriffszahlen auf die Webseite Biodiversität im Schullalltag www.bisa100.de vor und nach der Bekanntgabe am 12.3.2020 durch die Kultusministerien der Länder zur einer flächendeckenden Schulgebäudeschließung

Mit dem Projekt „Dawn Chorus“ des BIOTOPIA Naturkundemuseums Bayern und der Stiftung Kunst und Natur bietet sich nun eine weitere Chance, Kinder für die heimische Avifauna zu begeistern. Dazu wird das BISA-Projekt des Lehrstuhls Didaktik der Biologie gemeinsam mit Lehramtsstudierenden bis zum Projektstart einen Online-Bestimmungskurs für häufige einheimische Singvogel-Arten entwickeln, der sich nicht nur auf visuelle, sondern auch akustische Merkmale fokussiert. Das Projekt „Biologie macht SchulePLUS“ wird auch zukünftig hier eine Rolle spielen. Die entsprechenden Unterrichtsmaterialien werden auf der BISA-Webseite für jeden zugänglich präsentiert und sollen Kinder nicht nur zum Mitmachen beim „Dawn Chorus“ anregen, sondern auch ihre Artenkenntnis erweitern (Abbildung 6).



Abbildung 6: QR-Code zur Startseite des Vogel-Bestimmungskurses des „Dawn Chorus“-Projektes

Gemeinsam wirken im *Citizen Science*-Projekt

Aufgrund des Erfolges von „Dawn Chorus“ im Jahr 2020 und einer Auszeichnung im Rahmen der UN-Dekade „Biologische Vielfalt“ wird für Mai 2021 eine „Dawn Chorus“-App entwickelt, die die Datenaufnahme sowohl erleichtert als auch standardisiert. Zudem wird ein Medienkunstfeature verfügbar sein, welches den Teilnehmenden eine individuelle Visualisierung der jeweiligen Aufnahme ermöglicht.

Die Beteiligung der Bevölkerung an der Sammlung und Verteilung wissenschaftlicher Daten stärkt nicht nur deren Einfluss auf die Wissenschaft. Zusätzlich kann die Teilnahme an derartigen *Citizen Science* Projekten das Verständnis für die wissenschaftliche Methodik und ihre Bedeutung für die Gesellschaft erhöhen. Jede:r kann sich an dem spannenden Thema Vogelgesang beteiligen und jede:r darf sein eigenes kleines Beobachtungsprojekt direkt vor der Haustür starten. Kleine und große Wissenschaftler:innen diskutieren dann gemeinsam Fragen, wie zum Beispiel: Welche Vogelarten höre ich vor meiner Haustür und kann ich dieselben Arten auch im Wald oder Stadtzentrum wahrnehmen? Beeinflusst das Wetter, wann Vögel mit dem Gesang beginnen? Gibt es Unterschiede zwischen den Tagen zum Beispiel Montag und Sonntag? Ändern künstliche Lichtquellen den Startzeitpunkt des Gesangs?

Nun heißt es nur noch Ohren spitzen, Handy zücken und den Wecker stellen, um keine Vogelstimme im *Dawn Chorus* 2021 zu verpassen. Machen Sie mit, es lohnt sich nicht nur im Projekt „Biologie macht SchulePLUS“!



Das diesem Artikel zugrundeliegende Vorhaben wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1810 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

„Dawn Chorus“ ist ein weltweites Mitmach-Projekt und hat mehrere Förderer wie die Stiftung Kunst und Natur, Kulturstiftung des Bundes und den BIOTOPIA Förderkreis.

Literaturangaben

- Amrhein, Valentin & Lerch, Sabine (2010). Differential effects of moving versus stationary territorial intruders on territory defence in a songbird. *Journal of Animal Ecology*, 79, 82–87. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2009.01629.x>.
- Bergen, Frank & Abs, Michael (1997). Etho-ecological study of the singing activity of the Blue Tit (*Parus caeruleus*), Great Tit (*Parus major*) and Chaffinch (*Fringilla coelebs*). *Journal Für Ornithologie*, 138.4, 451–467. <https://doi.org/10.1007/bf01651380>.
- Bowler, Diana E.; Heldbjerg, Henning; Fox, Anthony D.; Jong, Maaïke de; Böhning-Gaese, Katrin (2019). Long-term declines of European insectivorous bird populations and potential causes. *Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology*, 33.5, 1120–1130. <https://doi.org/10.1111/cobi.13307>.
- Brumm, Henrik & Todt, Dietmar (2002). Noise-dependent song amplitude regulation in a territorial songbird. *Animal Behaviour*, 63.5, 891–897. <https://doi.org/10.1006/anbe.2001.1968>.
- Brumm, Henrik & Zollinger, Sue Anne (2011). The evolution of the Lombard effect: 100 years of psychoacoustic research. *Behaviour*, 148, 1173–1198. <https://doi.org/10.1163/000579511X605759>.
- Burger, D. (2016). Citizen Science, Partizipation und geographische Schulbildung. *GW-Unterricht*, 1, 18–27. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht142/143s18>.
- Cardoso, Gonçalo C. (2012). Paradoxical calls: the opposite signaling role of sound frequency across bird species. *Behavioral Ecology*, 23.2, 237–241. <https://doi.org/10.1093/beheco/arr200>.
- Catchpole, Clive K. (1973). The functions of advertising song in the sedge warbler (*Acrocephalus schoenobaenus*) and the reed warbler (*A. scirpaceus*). *Behaviour*, 46.3–4, 300–320. <https://doi.org/10.1163/156853973x00067>.
- Dominoni, Davide M.; Greif, Stefan; Nemeth, Erwin & Brumm, Henrik (2016). Airport noise predicts song timing of European birds. *Ecology and Evolution*, 6.17, 6151–6159. <https://doi.org/10.1002/ece3.2357>.
- Eriksson, Dag & Wallin, Lars (1986). Male bird song attracts females - a field experiment. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 19.4, 297–299. <https://doi.org/10.1007/BF00300645>.
- Frobel, Kai & Schlumprecht, Helmut (2016). Erosion der Artenkenner. Ergebnisse einer Befragung und notwendige Reaktionen. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 48.4, 105–113.
- Garamszegi, László Zsolt; Pavlova, Denitza, Zaprianova; Eens, Marcel, & Møller, Anders, Pape (2007). The evolution of song in female birds in Europe. *Behavioral Ecology*, 18.1, 86–96. <https://doi.org/10.1093/beheco/arl047>.
- Gerl, Thomas (2020a). Das BISA-Projekt - Naturkunde 4.0. In: Sengpiel, Jutta & Smolka, Dieter (Hrsg.): *Die Tafel muss raus!? Unterrichten agil, digital, modern*. 1. Aufl. 1 Band. Hürth: Wolters Kluwer Deutschland, 178–189.
- Gerl, Thomas (2020b). Der Vogelzug - eine faszinierende Reise. Nutzung von digitalen Daten zur Aufklärung chronobiologischer Phänomene. *Unterricht Biologie*, 44.451, 10–14.
- Gerl, Thomas (2020c). Faszination Vogelbeobachtung. *Biologie*, 5-10.32, 44–45.
- Gerl, Thomas (2020d). Stunde der Wintervögel. Vögel für den Unterricht anlocken, beobachten und bestimmen. *Biologie*, 5-10.32, 14–17.
- Gerl, Thomas (2018). Der BISA-Test. Ermittlung der Formenkenntnis von Schülern am Beispiel einheimischer Vogelarten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24.1, 235–249. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0086-7>.
- Gerl, Thomas; Hollweck, Ernst; Almer, Johannes; Herden, Michael (2017). Artenkenntnis einheimischer Vögel. *Biol. Unserer Zeit*, 47 (4), S. 254–259. <https://doi.org/10.1002/biuz.201710627>.

- Gerl, Thomas; Randler, Christoph & Neuhaus, Birgit J. (2021). Vertebrate species knowledge: an important skill is threatened by extinction. *International Journal of Science Education*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1892232>.
- Gil, Diego & Brumm, Henrik (2014). *Avian urban ecology*. Oxford: Oxford University Press.
- Halfwerk, Wouter; Bot, Sander; Buikx Jasper; Van Der Velde, Marco; Komdeur, Jan; Ten Cate, Carel; & Slabbekoorn, Hans (2011). Low-frequency songs lose their potency in noisy urban conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108.35, 14549–14554. <https://doi.org/10.1073/pnas.1109091108>.
- Klappert, Kirsten & Reinhold, Klaus. (2003). Acoustic preference functions and sexual selection on the male calling song in the grasshopper *Chorthippus biguttulus*. *Animal Behaviour*, 65.1, 225–233. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1006/anbe.2002.2034>.
- Lambrechts, Marcel M. (1997). Song frequency plasticity and composition of phrase versions in great tits *Parus major*. *Ardea*, 85.1, 99–109.
- Leonard, Marty L. & Horn, Andrew G. (2012). Ambient noise increases missed detections in nestling birds. *Biology Letters*, 8.4, 530–532. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2012.0032>.
- Marler, Peter & Slabbekoorn, Hans (2004). *Nature's music: the science of birdsong*. Cambridge, Massachusetts, USA: Elsevier Academic.
- Slabbekoorn, Hans & den Boer-Visser, Ardien (2006). Cities Change the Songs of Birds. *Current Biology*, 16.23, 2326–2331. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.10.008>.
- Slabbekoorn, Hans & Peet, Margriet (2003). Birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature*, 424.6946, 267–267. <https://doi.org/10.1038/424267a>.
- Slagsvold, Tore (1977). Bird Song Activity in Relation to Breeding Cycle, Spring Weather, and Environmental Phenology. *Ornis Scandinavica*, 8.2, 197. <https://doi.org/10.2307/3676105>.
- Smith, Douglas, G. (1979). Male Singing Ability and Territory Integrity in Red-Winged Blackbirds (*Agelaius Phoeniceus*). *Behaviour*, 68.3–4, 193–206. <https://doi.org/10.1163/156853979X00313>
- Kamp, Johannes; Frank, Claudia; Trautmann, Sven; Busch, Malte; Dröschmeister, Rainer; Flade, Martin et al. (2020). Population trends of common breeding birds in Germany 1990–2018. *Journal of Ornithology*, 162, 1–15. <https://doi.org/10.1002/rse2.89>
- Zahner, Volker; Blaschke, Sebastian; Fehr, Patrizia; Herlein, Stefanie; Krause, Knut; Lang, Bernd; Schwab, Carina (2007). Vogelarten-Kenntnis von Schülern in Bayern. *Vogelwelt*, 128, 203–214.

Über die Autor:innen

Dr. Martina Bryce: Koordinatorin des Projektes „Biologie macht SchulePLUS“ der Fakultät für Biologie, Ludwig-Maximilians-Universität München bis September 2020, ab Oktober 2020 Leitung Bildung, BIOTOPIA - Naturkundemuseum Bayern.

Korrespondenzadresse: bryce@bio.lmu.de

Alexander Hutfluss: Doktorand in Verhaltensökologie, Ludwig-Maximilians-Universität München und Max-Planck-Institut für Ornithologie, Seewiesen.

Korrespondenzadresse: alexander.hutfluss@gmx.de

Thomas Gerl: Abgeordnete Lehrkraft am Lehrstuhl Didaktik der Biologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München, Initiator Biodiversität im Schulalltag BISA Projekt www.bisa100.de.

Korrespondenzadresse: t.gerl@lmu.de

Über das Projekt „Biologie macht SchulePLUS“

Das Projekt „Biologie macht SchulePLUS“ wird im Rahmen von „Lehrerbildung@LMU“ in der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Ludwig-Maximilians-Universität München unter der Leitung von Professor Dr. Birgit Neuhaus und Professor Dr. Heinrich Jung realisiert. Den Berufsfeldbezug in den Fachwissenschaften kontinuierlich im Studium für alle Schularten zu stärken, ist zentrales Ziel des Projektes „Biologie macht SchulePLUS“. Je nach Schwerpunkt werden in sechs verschiedenen Maßnahmensäulen Projekte bedarfsgerecht konzipiert und umgesetzt.

Projektwebseite:

http://www.biologie.uni-muenchen.de/studium/lehrerbildung_lmum/index.html



