



Auswertung

Großstadtvögel – Lärm um nichts? Welchen Effekt hat Lärm auf Zebrafinken?

Im Folgenden finden Sie das **tatsächlich verwendete Versuchsdesign**:

Nach einem Zeitraum von zwei Monaten, in dem sich die Vögel an die Volieren gewöhnen durften wurden zwei Volieren mit je 12 Nistkästen und Nistmaterial versorgt. Die Vögel wurden in zwei Gruppen geteilt. Die eine Gruppe brütete in einer ruhigen Umgebung (Kontrolle), die zweite Lärm-exponiert. Der Lärm wurde durch Aufnahmen lärmexponierter Hauptstraßen simuliert. Am Tag betrug der Lärmpegel zwischen 65 und 85 dB(A) und wurde in 80 sich wiederholenden 5 Minuten Intervallen abgespielt. In der Nacht war der Lärm reduziert auf 45 und 75 dB(A) mit nur 40 Intervallen. Jeden zweiten Tag wurden Nester überprüft und das Schicksal jedes Eis und jedes Nachwuchses aufgezeichnet. Die Eltern, die die Nester besuchten, wurden durch Beobachtung in Person oder per Video identifiziert und die Anzahl der (Fütterungs-) Besuche gezählt. Jedes Paar durfte sich nur einmal fortpflanzen, (d.h. sobald die erste Brut floh, wurden Eier aus weiteren Zuchtversuchen entfernt). Wenn Jungtiere schlüpften, wurden die Nestlinge gewogen. Als Fitnessindikator für jeden Vogel wurde der Anteil der Nachkommen, die das Erwachsenenalter erreichten (120 Tage alt) und der Anteil der Embryonen, die vor dem Schlüpfen starben (Embryosterblichkeit) gewertet. Zusätzlich wurde jeder Nachwuchs an den Tagen 10, 21 und 120 nach dem Schlüpfen gewogen. Nach Abschluss der ersten Brut und einer Pause von 30 Tagen wurden beide Gruppen getauscht (ein sogenanntes Cross-design-Experiment) und die Paare durften ein zweites Mal brüten.



© Max-Planck-Institut für biologische Intelligenz / Frank Lehmann

Bestimmung des Stress-Levels

Zur Bestimmung des Stress-Levels wurde das Stresshormons Kortikosteron und das Heterophil-Lymphozyten-Verhältnis (H/L-Verhältnis) im Blut der Eltern gemessen. Dazu mussten die Zebrafinken-Eltern eingefangen werden. Um den Stress dadurch nicht künstlich zu steigern, wurden die Blutproben nicht zu oft, sondern nur während der unterschiedlichen Phasen der Aufzucht genommen. Den Eltern wurde vor dem Experiment, zu Beginn der Balz, während der Brut und am Ende des Experiments Blut abgenommen.

Gesangs-Lernen der Nestlinge

Um einen kausalen Zusammenhang zwischen abhängiger und unabhängiger Größe herzustellen ist es wie bereits oben besprochen notwendig, immer nur eine Variable zu untersuchen. Deshalb war für die Fragestellung des Gesangs-Lernens ein separates Versuchsdesign notwendig.

Um andere Störfaktoren während der Aufzucht zu minimieren, wurden zwei Gruppen von Nestlingen isoliert von den Eltern aufgezogen (Teil-Kaspar-Hauser Versuch) und ihnen die typischen Gesänge erwachsener Männchen während ihrer sensiblen Zeit vorgespielt. In einer Gruppe wurden die Vögel zusätzlich Verkehrslärm ausgesetzt, ähnlich zu dem ersten Experiment. Die Gesangsaktivitäten jedes Jungtier-Männchens wurden aufgezeichnet und mit dem Verlauf des Lernerfolgs verglichen. Darüber hinaus wurden kleine Blutproben während des Aufwachsens genommen und die Plasma-Kortikosteron-Konzentrationen als Maß für den Stress gemessen.

Welchen Effekt hat Lärm auf Zebrafinken?

Aufgabe

Schauen Sie sich nun die gemessenen Daten an. Beschreiben und interpretieren Sie diese.

Zur Auswertung der Daten wurden geeignete statistische Methoden verwendet. Zur besseren Übersichtlichkeit werden diese in den folgenden Abbildungen nicht näher erläutert. Entsprechende Signifikanzen wurden aber bei der Darstellung der Daten berücksichtigt.

Überprüfen Sie nun Ihre aufgestellte Hypothese mit den tatsächlichen Ergebnissen und verifizieren oder falsifizieren Sie Ihre Hypothese.

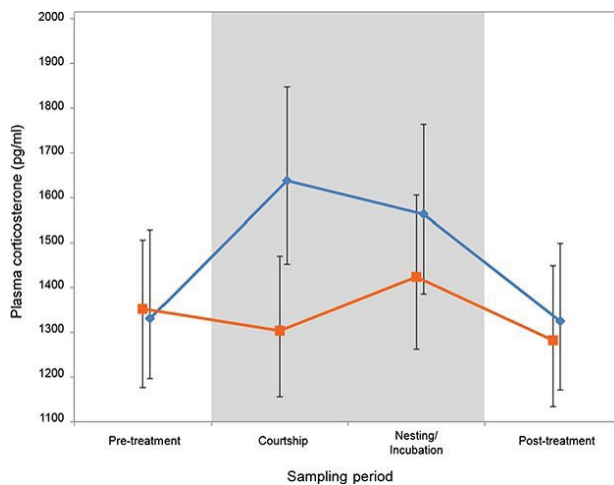


Abb. 1 Kortikosteronkonzentration der Elterntiere vor dem Experiment, während der Balz, während der Aufzucht und nach dem Experiment. (Blau) Kontroll-Gruppe, (Rot) lärmexponierte Zebrafinken (nach Zollinger et al. 2019)

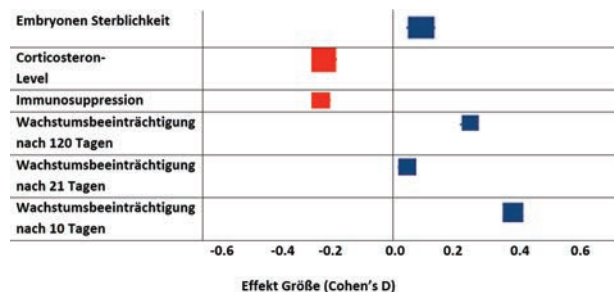


Abb. 2 Dargestellt ist die Effektgröße der jeweiligen Parameter (nach der Methode Cohen's D). Die Datenpunktgröße spiegelt die Stichprobengröße wider. Rote Symbole zeigen Effekte an, die den Erwartungen entgegengesetzt waren (Darstellung vereinfacht nach Zollinger et al. 2019).

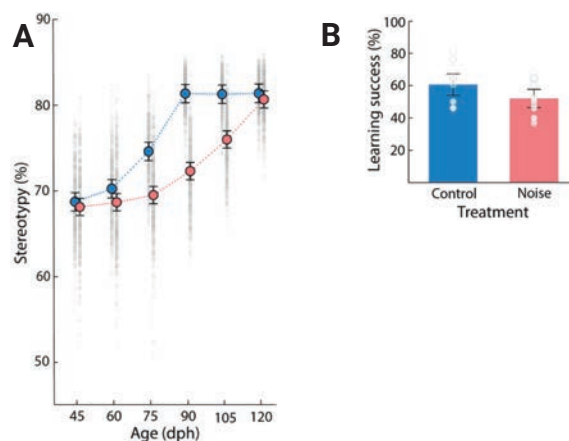


Abb. 3
A) Variabilität des Jugendgesangs ohne (Blau) und mit (Rot) Lärmexposition in Abhängigkeit des Nestlings-Alters.
B) Lernerfolg der Nestlinge mit und ohne Lernexposition (Darstellung nach Brumm et al. 2021).

Auswertung

Welchen Effekt hat Lärm auf Zebrafinken?



Ausblick

Die vorliegenden Ergebnisse sind teilweise überraschend, belegen aber einen eindeutigen Effekt von chronischer Lärmexposition bei Zebrafinken.

Langzeitfolgen wurden nicht untersucht, können jedoch nicht ausgeschlossen werden. In einer früheren Studie wurde herausgefunden, dass sich unter Verkehrslärm die Enden der Chromosomen, die sogenannten Telomere, schneller verkürzen. Dies wirkt sich möglicherweise auf die Lebensdauer der Küken aus.

Ein Anstieg von Stresshormonen dient dazu, auf eine gefährliche Situation schnell zu reagieren. Bleiben der Stresspegel und damit auch das Niveau der Stresshormone jedoch über einen längeren Zeitraum hoch – man spricht dann von chronischem Stress –, kann dies Fortpflanzung, Immunabwehr und Gehirnfunktion beeinflussen. Tiere, die in Städten leben, würden unter den urbanen Bedingungen leiden, wenn sie ihre physiologische Stressantwort nicht den Stadtbedingungen angepasst hätten. Die hormonelle Verfassung eines Tieres ist daher von großer Bedeutung für seinen Fortpflanzungserfolg und ist möglicherweise eine wichtige Schaltstelle der Evolution.



© Max-Planck-Institut für biologische Intelligenz / Adobe Stock

Tiere, die in städtischen Lebensräumen leben, sind einer Vielzahl anthropogener Störungen ausgesetzt und es ist wahrscheinlich, dass selbst Arten, die in lauten Umgebungen zu gedeihen scheinen, kumulative Auswirkungen dieser vielfältigen Störungen erleiden können, die zusammen ihre Fitness in städtischen Umgebungen beeinträchtigen können. Insofern hat die Untersuchung nur eines Faktors nämlich des Lärms nur bedingte Aussagekraft in Bezug auf die Gesamt-Fitness.

Trotzdem liefern die Ergebnisse wichtige Einblicke in die Folgen der Lärmbelastigung. Sie dienen dabei als experimentelles Modell für die Untersuchung lärmbedingter physiologischer Effekte und Lernbeeinträchtigungen. Die Studie legt nahe, dass Verkehrslärmbelastigung sogar das Potenzial hat, die kulturelle Entwicklung des Vogelgesangs zu beeinflussen, da sich lärminduzierte Kopierfehler wahrscheinlich ansammeln, wenn das Lied von einem Vogel zum anderen übergeht. "Unser Experiment ist ein Durchbruch in der Untersuchung der Auswirkungen von anthropogenem Lärm", sagt eine Autorin der Gesangsstudie, Sue Anne Zollinger. So kann anthropogener Lärm tatsächlich Selektionsbedingungen verändern, was langfristig zu neuen evolutiven Anpassungen führt.

Welchen Effekt hat Lärm auf Zebrafinken?

Welche Bedeutung kann das Untersuchungsergebnis für die Untersuchung von anthropogenem Lärm auf Menschen haben?

Seit Jahrtausenden verändern die Menschen die Umwelt dramatisch, und während die Weltbevölkerung größer wird, nimmt die Urbanisierung ständig zu. Verkehrslärm ist dabei eine allgegenwärtige Umweltbelastung, die die Gesundheit und das Wohlbefinden von Millionen von Menschen beeinträchtigt. Dass Lärm als Stressfaktor auf den menschlichen Organismus wirkt, ist unbestritten. Die gesundheitliche Gefahr, die von dauerhaftem Lärm ausgeht ist aber bisher noch nicht ausreichend untersucht.

Neben schweren lärmbedingten Krankheiten bei Erwachsenen wurde der Verkehrslärm auch mit Lernbehinderungen und Sprachdefiziten bei Kindern in Verbindung gebracht. Auch sie müssen wie Singvögel ihre Vokalisation während einer sensiblen Phase lernen. Der Vogelgesang kann damit als primäres Modell für Sprachentwicklung beim Menschen dienen.

„Beobachte das Schwimmen der Fische im Wasser und du wirst den Flug der Vögel in der Luft begreifen“.

(Leonardo da Vinci)

