Statistik-Übung 2 – zweifaktorielle Varianzanalyse

Beispielhafter Methoden- und Ergebnisteil

Methoden

Ziel war es zu ermitteln, welchen Einfluss verschiedene Faktoren auf die mittleren Tauchzeit des Kormorans (*Phalocrocorax carbo*) haben. Dazu wurden die Tauchzeiten von zwei Unterarten (C = *Phalocrocorax carbo carbo* und S = *Phalacrocorax carbo sinensis*) über die vier Jahreszeiten (Frühling, Sommer, Herbst, Winter) betrachtet. In einem balancierten, faktoriellen Design, wurde für jede der acht möglichen Kombinationen aus Unterart und Jahreszeit fünf Mal die Tauchzeit gemessen.

Die Analyse wurde in R, Version 4.6.1, durchgeführt (R Core Team 2026). Die Daten wurden mittels zweifaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) analysiert, wobei im vollen Modell auch eine mögliche Interaktion berücksichtigt wurde. Das Modell wurde schrittweise vereinfacht, bis nur noch signifikante Faktoren verblieben. Im resultierenden minimal adäquaten Modell wurden die Modellvoraussetzungen (Varianzhomogenität und Normalverteilung der Residuen) visuell geprüft und keine schwerwiegenden Verletzungen festgestellt. Im Falle signifikanter Muster wurde die funktion "glht" des packages "multcomp" (Hothorn et al., 2008) verwendet, um Unterschiede zwischen den Kategorien mittels Tukeys *post hoc*-Test zu prüfen.

Ergebnisse

Sowohl die Jahreszeit als auch die die Unterart hatten einen höchstsignifikanten Einfluss auf die Tauchzeiten ($p < 0.001$), während die Interaktion zwischen beiden Faktoren nicht signifikant war und daher nicht in das minimal adäquate Modell aufgenommen wurde. Im Mittel tauchten die Vögel der Unterart *carbo* 3.2 Sekunden länger als die Unterart *sinensis* (Abb. 1), während in beiden Unterarten die Tauchzeit kontinuierlich vom Frühjahr bis in den Winter anstieg (Abb. 2). Das minimal adäquate Modell erklärte 88.9% der Varianz in der Tauchzeit ($R^2_{adj.}$).

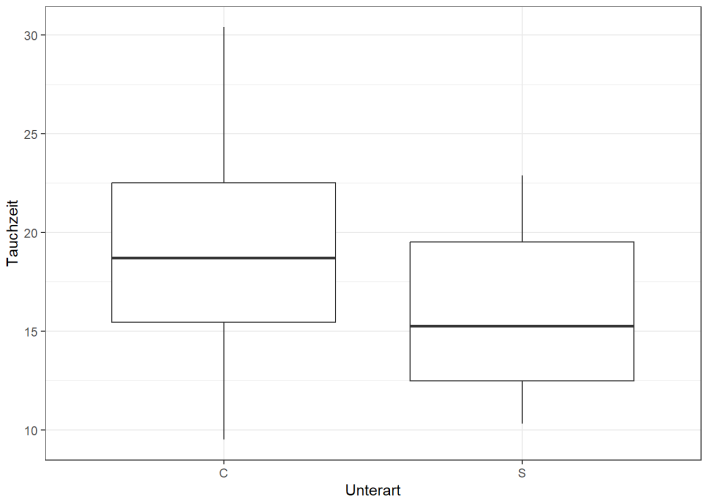


Abb. 1. Boxplots des Effekts der Unterart auf die Tauchzeit von Kormoranen ($p < 0.001$). C = *carbo*, S = *sinensis*.

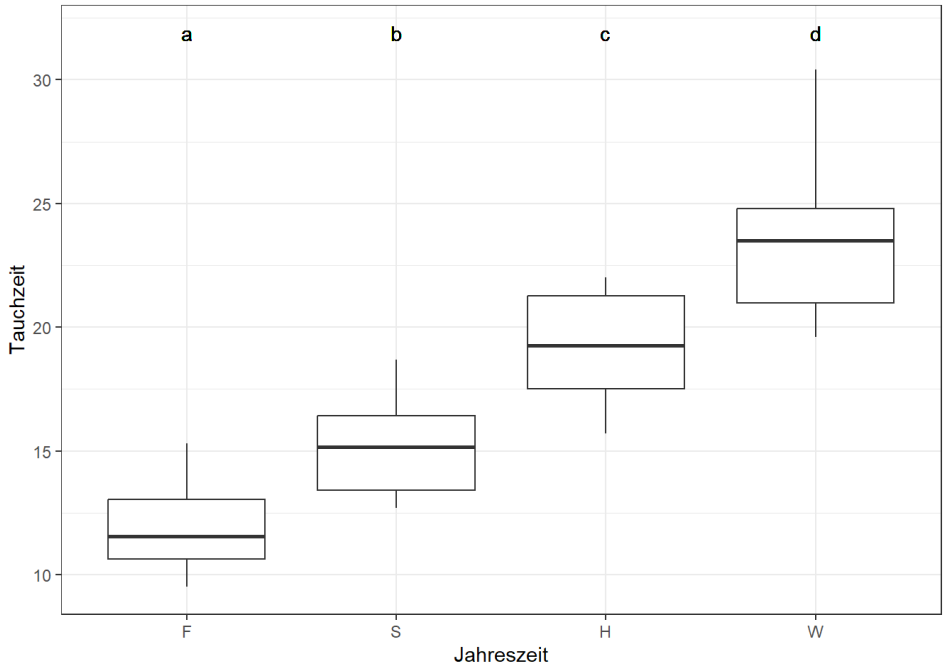


Abb. 2. Boxplots des Effekts der Jahreszeit auf die Tauchzeit von Kormoranen ($p < 0.001$). F = Frühjahr, S = Sommer, H = Herbst, W = Winter. Die Kleinbuchstaben über den Boxplots stehen für homogene Gruppen gemäss Tukeys *post hoc*-Test.

Quellen

R Core Team. (2026). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. https://doi.org/10.32614/R.manuals

Hothorn, T., Bretz, F., & Westfall, P. (2008). Simultaneous Inference in General Parametric Models. Biometrical Journal, 50(3), 346–363. https://doi.org/10.1002/bimj.200810425