

Onlinebeispiel 9.1: Test auf Geschlossenheit einer Population anhand zweier Populationen von *Gehyra variegata*, Kinchega Nationalpark, Australien

Kapitel 9 aus Henle, K., A. Grimm-Seyfarth & B. Gruber: Erfassung und Analyse von Tierpopulationen. Ulmer Verlag

Annegret Grimm-Seyfarth

05.04.2025

Im Kinchega Nationalpark befinden sich zwei räumlich getrennte, benachbarte Geckopopulationen, welche 2016 an sieben (Auwaldgebiet, RI) bzw. sechs (Feldstation, Station) Tagen (= Fanggelegenheiten, engl. Occasion) in Folge mittels Fang-Markierung-Wiederfang-Methode untersucht wurden. Wir wissen, dass es keine konstante Fangwahrscheinlichkeit gibt (Beispiel 10.5), sondern individuelle Heterogenität vorliegt (Henle 1990b, Grimm et al. 2014, Grimm-Seyfarth et al. 2018). Anhand des Studiendesigns – Fang am Ende der Reproduktionssaison (d. h., keine neuen Individuen durch Geburten), nur wenige Tage andauernde Primärperiode (d. h., keine Zu- und Abwanderungen sowie vernachlässigbare Mortalität erwartet) – gehen wir von einer geschlossenen Population aus. Während die Feldstation räumlich ohnehin geschlossen ist, was Zu- und Abwanderung in wenigen Tagen unwahrscheinlich macht, untersuchten wir in der Auwaldpopulation zusätzlich 19 umliegende Bäume, um wandernde Individuen zu entdecken. Dabei werden Individuen, die mindestens einmal im Kerngebiet erfasst werden, dem Kerngebiet hinzugeschlagen, während Individuen, die ausschließlich an den 19 umliegenden Bäumen entdeckt werden, nicht zur Population gerechnet werden. Somit können wir in unserem Design bereits sicherstellen, dass die Population geschlossen ist. Von beiden Populationen haben wir nun die Fanggeschichte analog zu Tabelle 9.1 des Buches erstellt.

Für die beiden Onlinebeispiele 9.1 und 9.2 nutzen wir das R-Paket secr (Efford 2025).

```
# check.packages function: install and load multiple R packages.
# Function from: https://gist.github.com/smithdanielle/9913897
check.packages <- function(pkg){
  new.pkg <- pkg[!(pkg %in% installed.packages()[, "Package"])]
  if (length(new.pkg))
    install.packages(new.pkg, dependencies = TRUE, type = "source")
  sapply(pkg, require, character.only = TRUE)
}

# benoetigte R pakete
pakete <- c("secr")

# Pruefe und installiere
check.packages(pakete)
```

```
## secr
## TRUE
```

Weitere Informationen zur Nutzung des Paketes finden sich hier:

<https://cran.r-project.org/web/packages/secr/secr.pdf>

Einlesen der Fangdaten

Wir laden zunächst die Fangdaten der beiden Gebiete ein. Das secr-Paket nutzt räumlich explizite Daten. Da wir hier nicht darauf eingehen, nutzen wir nur einen Detektor. Genaue Infos, wie man verschiedene Detektortypen einliest, finden sich hier: <https://cran.r-project.org/web/packages/secr/vignettes/secr-datainput.pdf>

```
# Daten von Auwaldgebiet (RI) einlesen
UlmerBuch::beispiel.pfad()
```

```
## Der Pfad zu den Beispieldaten wurde gesetzt auf:
## C:/Users/grimm/AppData/Local/Programs/R/R-4.4.3/library/UlmerBuch/extdata
```

```
xlsxname <- "GV_RI_2016.xlsx"
CH.RI <- read.caphist (xlsxname, sheet = c("GVRIcapt", "GVRItrap"), skip = 1,
detector = "count")
summary(CH.RI)
```

```
## Object class      caphist
## Detector type     count
## Detector number    1
## Average spacing    m
## x-range            1 1 m
## y-range            1 1 m
##
## Counts by occasion
##      1  2  3  4  5  6  7 Total
## n      29 31 32 31 34 33 20 210
## u      29 24 19  9 14 10  3 108
## f      51 26 20  9  1  1  0 108
## M(t+1) 29 53 72 81 95 105 108 108
## losses   0  0  0  0  0  0  0  0
## detections 29 31 32 31 35 33 20 211
## detectors visited 1 1 1 1 1 1 1 7
## detectors used   1 1 1 1 1 1 1 7
```

```
# Daten von Feldstation (Station) einlesen
xlsxname <- "GV_Station_2016.xlsx"
CH.Station <- read.caphist (xlsxname, sheet = c("GVScapt", "GVStrap"), skip = 1,
detector = "count")
summary(CH.Station)
```

```
## Object class      caphist
## Detector type     count
## Detector number    1
## Average spacing    m
## x-range            0 0 m
```

```
## y-range          0 0 m
##
## Counts by occasion
##           1  2  3   4   5   6 Total
## n           51 49 48  59  58  62  327
## u           51 24 15  11   4  10  115
## f           35 20 21  15  15   9  115
## M(t+1)       51 75 90 101 105 115  115
## losses        0  0  0   0   0   0   0
## detections    51 49 49  59  59  62  329
## detectors visited 1  1  1   1   1   1   6
## detectors used   1  1  1   1   1   1   6
```

Tests für Geschlossenheit der Population

Nun führen wir die Tests für geschlossene Populationen durch. Beginnen wir mit dem Auwaldgebiet (RI):

```
closure.test(CH.RI, SB=TRUE)
```

```
## $Otis
##   statistic      p
## -1.658245 0.04863402
##
## $Xc
##   statistic df      p
##  13.91941 10 0.1766996
##
## $NRvsJS
##   statistic df      p
##   6.603697  5 0.2518208
##
## $NMvsJS
##   statistic df      p
##   8.705167  5 0.1214179
##
## $MtvvsNR
##   statistic df      p
##   7.315708  5 0.1981994
##
## $MtvvsNM
##   statistic df      p
##   5.214238  5 0.3902978
##
## $compNRvsJS
##   Occasion  Chisquare df      p
## 1          2 0.295768797  1 0.58654725
## 2          3 0.124228645  1 0.72449268
## 3          4 5.625527476  1 0.01770074
## 4          5 0.003846851  1 0.95054453
## 5          6 0.554325674  1 0.45655559
##
## $compNMvsJS
```

```
## Occasion Chisquare df p
## 1 2 1.50902009 1 0.21928867
## 2 3 1.95156375 1 0.16241844
## 3 4 1.26650650 1 0.26042308
## 4 5 3.93979313 1 0.04715658
## 5 6 0.03828391 1 0.84487415
```

Das Ergebnis gliedert sich in folgende Punkte:

Otis – klassischer Test nach Otis et al. (1978)

Xc – Chi-Quadrat-Test über alle Fanggelegenheiten nach Stanley & Burnham (1999)

NRvsJS, *NMvsJS*, *MtvsNR*, *MtvsNM* – verschiedene Tests nach Stanley & Burnham (1999), vergleichen u. a. nicht-reaktive vs. zeitabhängige Effekte, individuelle Heterogenität oder temporale (zeitabhängige) Effekte, konkret:

NRvsJS = Non-Responder vs. Joint Sample — Unterschiede bei Fängen einzelner Tiere über Zeit

NMvsJS = Non-Mover vs. Joint Sample — Unterschiede in Bewegungsmustern

MtvsNR = temporale Variation vs. Non-Responder — zeitliche Heterogenität und Individuen mit extrem geringer Fängigkeit

MtvsNM = temporale Variation vs. Non-Mover — zeitliche Heterogenität und Individuen mit extrem hoher Fängigkeit

compNRvsJS, *compNMvsJS* – Chi-Quadrat-Tests für jede einzelne Fanggelegenheit (Occasion)

Im Auwaldgebiet (RI) ergab der Stanley & Burnham-Test (*Xc*) $p = 0,18$ (d. h. geschlossene Population), der *Otis*-Test (*Otis*) jedoch $0,05$ (d. h. evtl. keine geschlossene Population). Die Tests für hinzukommende bzw. wegfallende Individuen waren alle nicht signifikant, jedoch war jeweils eine von fünf Sekundärperioden für hinzukommende bzw. wegfallende Individuen signifikant. Insgesamt ist hier wohl von einer geschlossenen Population auszugehen. Die individuelle Heterogenität in der Fängigkeit ist in dieser Population begrenzt (Grimm-Seyfarth et al. 2018), wodurch die Tests von Stanley & Burnham (1999) wohl noch gut funktionieren.

Nun wiederholen wir das für die Feldstation (Station):

```
closure.test(CH.Station, SB=TRUE)
```

```
## $Otis
## statistic p
## -0.6118294 0.2703253
##
## $Xc
## statistic df p
## 56.41909 8 2.337395e-09
##
## $NRvsJS
## statistic df p
## 26.79594 4 2.185933e-05
##
## $NMvsJS
## statistic df p
## 33.40493 4 9.86837e-07
##
## $Mtvsnr
## statistic df p
```

```
## 29.62315 4 5.839684e-06
##
## $MtvvsNM
## statistic df p
## 23.01416 4 0.0001258039
##
## $compNRvsJS
## Occasion Chisquare df p
## 1 2 3.925914 1 0.0475473296
## 2 3 3.242577 1 0.0717477051
## 3 4 5.132109 1 0.0234871714
## 4 5 14.495340 1 0.0001405067
##
## $compNMvsJS
## Occasion Chisquare df p
## 1 2 0.7409226 1 0.3893654994
## 2 3 9.5929459 1 0.0019532631
## 3 4 9.8123244 1 0.0017334628
## 4 5 13.2587368 1 0.0002713124
```

Bei dieser Population ergab der Stanley & Burnham-Test $p \ll 0,05$ (d. h. keine geschlossene Population), der Otis-Test jedoch 0,27 (d. h. geschlossene Population). Die Tests für hinzukommende bzw. wegfallende Individuen waren alle hoch signifikant, ebenso waren alle bis auf eine Sekundärperiode signifikant. In dieser Population liegt extrem hohe individuelle Heterogenität vor (Grimm et al. 2014, Henle 1990, die hier vorliegenden signifikanten Tests). Hier versagt der Closure-Test von Stanley & Burnham (2011) und sollte in so einem Fall nicht angewendet werden. Es ist also wahrscheinlich, dass die Population dennoch geschlossen ist.

Literaturverzeichnis

- Efford, M.G. (2025): secr: Spatially explicit capture-recapture models. R package version 5.2.1. <https://CRAN.R-project.org/package=secr>
- Grimm, A., Gruber, B., Henle, K. (2014): Reliability of different mark-recapture methods for population size estimation tested against reference population sizes constructed from field data. — Plos One 9: e98840.
- Grimm-Seyfarth, A., Mihoub, J.-B., Gruber, B., Henle, K. (2018): Some like it hot: from individual to population responses of an arboreal arid-zone gecko to local and distant climate. — Ecological Monographs 88: 336–352.
- Henle, K. (1990): Population ecology and life history of the arboreal gecko *Gehyra variegata* in arid Australia. — Herpetological Monographs 4: 30–60.
- Otis, D.L., Burnham, K.P., White, G.C., Anderson, D.R. (1978): Statistical inference from capture data on closed animal populations. — Wildlife Monographs 62: 1–135.
- Stanley, T.R., Burnham, K.P. (1999): A closure test for time-specific capture-recapture data. — Environmental and Ecological Statistics 6: 197–209.