

Beispiel 8.2. Trend einer Erdkrötenpopulation (*Bufo bufo*) an einem Amphibienschutzzaun

Kapitel 8.2 aus Henle, K., A. Grimm-Seyfarth & B. Gruber: Erfassung und Analyse von Tierpopulationen. Ulmer Verlag

Annegret Grimm-Seyfarth, Bernd Gruber

2025-04-22

Dieses Beispiel illustriert die Methode von Mann (1945) mithilfe des R-Paketes `trend` (Pohlert 2023). Wir laden weiterhin ein Paket zur einfachen Tabellendarstellung das Paket `knitr` (Xie 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("trend", "knitr")

# Pruefe und installiere
check.packages(pakete)

## trend knitr
## TRUE TRUE
```

Weitere Informationen zur Nutzung des Paketes sowie eine Einführung in die verschiedenen Tests finden sich hier:

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

Daten einladen

Am Wasserwerk Hedem, Preußisch-Oldendorf, wurden vom Kreis Minden von 1996 bis 2012 Erdkröten an den Amphibienschutzzäunen erfasst. Die Bestandsentwicklung ist in untenstehender Tabelle dargestellt.

```
kroeten <- data.frame(jahr = c(1996:2007, 2009:2012),
  anzahl = c(311, 564, 257, 645, 797, 589, 412, 177, 398, 138, 235, 265, 315, 138, 112, 37))
kable(t(kroeten), caption = "Bestandsentwicklung der Erkröten am Wasserwerk
Hedem von 1996 bis 2012", digits = T)
```

Table 1: Bestandsentwicklung der Erkröten am Wasserwerk Hedem
von 1996 bis 2012

jahr	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012
anzahl	311	564	257	645	797	589	412	177	398	138	235	265	315	138	112	37

Mann(-Kendal)-Test

Eine ausführliche Erläuterung zum Test findet sich in Beispiel 8.1 sowie im Kapitel 8.2 des Buches.

Der Test kann zweiseitig (`alternative="two.sided"`, Hypothese: Es gibt einen Trend nach oben oder unten) und auch einseitig durchgeführt werden (`alternative="greater"` oder `"less"`, Hypothese: Es gibt einen zunehmenden oder abnehmenden Trend). Wir verwenden hier die Version des Tests dass die Erdkrötenpopulation am Wasserwerk Hedem einen abnehmenden Trend zeigt.

```
mk.test(kroeten$anzahl, alternative = "less")

##
## Mann-Kendall trend test
##
## data:  kroeten$anzahl
## z = -2.7942, n = 16, p-value = 0.002601
## alternative hypothesis: true S is less than 0
## sample estimates:
##          S          varS          tau
## -63.0000000 492.3333333 -0.5272013
```

Der p-Wert ist mit 0,003 kleiner als 0.05, daher können wir die Nullhypothese, dass es keinen Trend gibt, ablehnen. Die Anzahl der Erdkröten am Wasserwerk Hedem hat zwischen 1996 und 2012 folglich signifikant abgenommen.

Sen's Slope Test

Bei diesem Test werden sowohl die Steigung (d. h. die lineare Veränderungsrate) als auch der Achsenabschnitt nach der Sen-Methode (Sen 1968) berechnet.

```
sens.slope(kroeten$anzahl)

##
## Sen's slope
##
## data:  kroeten$anzahl
## z = -2.7942, n = 16, p-value = 0.005202
## alternative hypothesis: true z is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -52.00000 -12.08333
## sample estimates:
## Sen's slope
## -31.54167
```

Demnach beträgt die jährlich signifikante ($p = 0,005$) Abnahme 31 Kröten, mit einem 95% Konfidenzintervall zwischen 12 und 52.

Pettitt's Test nach einem Wendepunkt

Der Ansatz nach Pettitt (1979) wird in der Regel angewandt, um einen einzelnen Änderungspunkt in hydrologischen Reihen oder Klimareihen mit kontinuierlichen Daten zu entdecken. Er testet die H_0 : Die T Variablen folgen einer oder mehreren Verteilungen, die denselben Lageparameter haben (keine Veränderung), gegen die Alternative: Es existiert ein Veränderungspunkt.

```
pettitt.test(kroeten$anzahl)

##
## Pettitt's test for single change-point detection
##
## data:  kroeten$anzahl
## U* = 53, p-value = 0.0416
## alternative hypothesis: two.sided
## sample estimates:
## probable change point at time K
##                                     7
```

Der Test ist ebenfalls signifikant ($p = 0,04$) und zeigt, dass es einen Wendepunkt nach 7 Jahren gibt.

Literaturverzeichnis

- Mann, H.B. 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrika* 13: 245-259.
- Pettitt, A. N. 1979. A non-parametric approach to the change-point problem. *Journal of Applied Statistics* 28: 126-135.
- Pohlert T. 2023. trend: Non-parametric trend tests and change-point detection. R package version 1.1.6, <https://CRAN.R-project.org/package=trend>
- Sen, P.K. 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association* 63: 1379-1389.
- Xie Y. 2025. knitr: A general-purpose package for dynamic report generation in R. R package version 1.50, <https://yihui.org/knitr/>.