

Der grosse Klimapoker

Öffne den "Grossen Klimapoker" (www.climatepoker.unibe.ch) und wähle den "Modus für Studenten".

1. Lerne die Grundlagen

Frage 1.1: Vulkanausbrüche

Mache dich auf der Seite "**Pokern mit dem Klima**" mit den unterschiedlichen Klimafaktoren vertraut. Welche Auswirkungen haben Vulkanausbrüche auf das Klima? Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit für einen Vulkanausbruch im Spiel?

Frage 1.2: Solare Aktivität

Was verursacht Veränderungen in der Sonnenaktivität? Klicke auf "Details", um genauere Erklärungen zu erhalten. Welche Zahlen können mit diesem Würfel geworfen werden?

Frage 1.3: ENSO

Welche Augenzahl dieses Würfels entspricht der stärkste La Niña-Phase und wie zirkuliert die Luft dann über dem tropischen Pazifik? Wie ist die Situation während einer El Niño-Phase?

Frage 1.4: NAO

Wenn sich die NAO in einer negativen Phase befindet, welchen Verlauf hat dann der Polarfrontjet? Wie wirkt sich dies auf das Klima in Europa aus? Welche Augenzahl des Würfels beschreibt die stärkste negative NAO-Phase?

2. Einschränkungen der Beschreibung des Klimas als Pokerspiel

Frage 2: Annahmen des Spiels

Diskutiere die unrealistischen Annahmen, welche bei der Beschreibung des Klimas als Pokerspiel getroffen werden. Erstelle eine Auflistung mit den Punkten, bei welchen sich das Spiel deutlich von der Realität unterscheidet.

3. Trend und Variabilität

Frage 3.1: Trends erkennen

Gehe auf die Seite "**Klimapoker**" und lass die Würfel rollen! Nach wie vielen Jahren erkennst du einen Trend in der globalen Zeitreihe? Nach wie vielen Jahren in den Zeitreihen von Lima (Peru) und Bern (Schweiz)? Was ist der Hauptunterschied zwischen der globalen und den anderen Zeitreihen?

Frage 3.2: Treibhausgase

Was geschieht mit dem Treibhausgas-Würfel? Was ist der Hauptunterschied zwischen diesem und allen anderen Würfeln?

Frage 3.3.a: R-Übung: Signifikanz von Trends

Nach wie vielen Jahren sind die Trends in den Zeitreihen (gewürfelte und reale) signifikant im 0.05 Signifikanzniveau? Benütze den nicht-parametrischen Mann-Kendall Trend Test, welcher auf weniger strikten Annahmen beruht als z.B. der parametrische Trend Test basierend auf linearer Regression. Jedoch

verletzen einige Zeitreihen eine wichtige Annahme des Mann-Kendall Trend Tests: Autokorrelation (d.h., wenn das nächste Jahr nicht unabhängig vom Vorhergehenden ist) müsste eigentlich aus den Zeitreihen entfernt werden. In den gewürfelten Zeitreihen gibt es per Definition keine Autokorrelation, aber in den realen Zeitreihen ist Autokorrelation zu erwarten wegen der Persistenz der Klimafaktoren. Einfachheitshalber werden wir dies nicht berücksichtigen in dieser Aufgabe.

Wichtig: Lade die Zeitreihen im .csv-Format von der Seite "Klimapoker" herunter und speichere das File auf deinem Computer. Aktiviere vor dem Download all Zeitreihen, also auch die zu Beginn deaktivierten realen Zeitreihen. Zeitreihen können durch einen Klick auf die entsprechende Legende (z.B. "real global") aktiviert und deaktiviert werden. Wir schlagen vor, für die Aufgabe das Programm R (www.r-project.org) zu benutzen, aber es kann auch eine andere Software eingesetzt werden. Unten der R-code, welcher das Lösen der Aufgabe ermöglicht:

```
# öffne das gespeicherte .csv-File und nenne es "ts"
ts <- read.csv("your_directory/average-annual-temperature-anomalies.csv", sep=";")
# ändere die Namen der Zeitreihen auf "global", "Bern", "Lima", "real global", "real Bern" und "real Lima"
colnames(ts) <- c("date", "global", "Bern", "Lima", "real global", "real Bern", "real Lima")
# überprüfe die Daten
ts
# das R-package "Kendall" muss installiert werden um den Mann-Kendall Test durchzuführen
install.packages("Kendall")
# aktiviere das installierte R-package
library("Kendall")
# teste die Trends in den Zeitreihen auf ihre Signifikanz (unten ein Beispiel für die ersten 100 Jahre der Zeitreihe "global") und finde heraus, ab welchem Jahr der p-Wert unter 0.05 fällt (tau = Mass der Stärke des Zusammenhangs zwischen Zeit und Temperaturanomalien, 2-sided = es wird nach positiven wie auch nach negativen Trends getestet, pvalue = Mass der Signifikanz des Trends)
MannKendall(ts$global[1:100])
```

Frage 3.3.b: R-Übung: Trends schätzen

In Kombination mit dem Mann-Kendall Trend Test wird oft der Theil-Sen Trend Estimator zur Schätzung des Trends eingesetzt. Benutze R um den Trend aller Zeitreihen zu schätzen. Vergleiche danach noch die Kurven der Zeitreihen "global" und "real global". Welche Hauptunterschied im Trendverlauf fällt auf, und wie lässt sich dieser Unterschied erklären?

Unten der R-Code, mit welchem die Übung gelöst werden kann:

```
# öffne das gespeicherte .csv-File und nenne es "ts"
ts <- read.csv("your_directory/average-annual-temperature-anomalies.csv", sep=";")
# ändere die Namen der Zeitreihen auf "global", "Bern", "Lima", "real global", "real Bern" und "real Lima"
colnames(ts) <- c("date", "global", "Bern", "Lima", "real global", "real Bern", "real Lima")
# das R-package "openair" muss installiert werden, um den Theil-Sen Trend Estimator zu benutzen (der Download des grossen R-packages kann einige Minuten dauern)
install.packages("openair")
# aktiviere das installierte R-package
library("openair")
# passe das Datum-Format an, damit es vom R-package gelesen werden kann
ts[,1] <- as.POSIXct(paste0(ts[,1], "-01-01 00:00:00"))
```

```
# berechne den Theil-Sen Trend Estimator und erstelle einen Plot (unten der Code für die Zeitreihe "global")
TheilSen(ts, pollutant = "global", dec.place=4, lab.cex=1.5, slope.text="°C/year", autocor=TRUE,
date.breaks=10)
```

4. Regionale Effekte der Klimafaktoren

Frage 4.1: Regionale Skala

Gehe auf die Seite "**Klimameisterin**". Welche Klimafaktoren sind für welche Region besonders wichtig? Wie unterschieden sich die Auswirkungen der Klimafaktoren für Lima (Peru), Bern (Schweiz) und auf globaler Skala?

Frage 4.2: Effekte in Lima

Welcher Klimafaktor ist dominant für das Klima in Lima? Kannst du deine Vermutung anhand der realen Zeitreihe "real Lima" (gehe auf die Seite "Klimapoker") bestätigen?

5. Erkenne die Muster der Temperaturanomalien

Gehe auf die Seite "**Klimadetektiv**". Du solltest nun bereit sein, die globalen Temperaturanomalien den spezifischen Ausprägungen der Klimafaktoren zuzuordnen. Wer ist der beste Klimadetektiv, wer erreicht die höchste Trefferquote auf der Bestenliste?

Hinweis: Um dich auf der Bestenliste einzutragen, musst du fünf Fälle lösen. Für jeden Fall kannst du deinen Verdacht durch das Anwählen der Würfel ausdrücken. Deine Vermutung überprüfst du durch das Klicken auf "Verdacht prüfen". Nach der Überprüfung wird dir angezeigt, bei welchen Klimafaktoren du richtig liegst und wo du falsch vermutet hast. Um den nächsten Fall zu lösen, klicke auf "Würfeln", nicht aber auf "Neustart", da du sonst deine bereits gelösten Fälle gelöscht werden.