

# Zusammenhänge zwischen Militärausgaben von Staaten und deren Handels- sowie BIP-Daten

## Autoren

- Luca Orbke, 221432
- Julien Kröger, 220881
- Sebastian Achmüller de Acosta, 221348
- Leonard Gollong, 221170
- Clemens Dahlhoff, 221647

## Einleitung

Wir möchten herausfinden, ob und wie die Militärausgaben eines Staates mit dessen Handelskennzahlen zusammenhängen. Dazu haben wir Datensätze der Weltbank ausgewählt, die die Militärausgaben sowie den Export- und Importanteil des BIP zahlreicher Staaten dokumentieren (*World Bank Open Data*, n.d.). Wir stellen zunächst Hypothesen basierend auf den verschiedenen Handels- und BIP-Daten und den Militärausgaben auf. Durch eine explorative Datenanalyse ermitteln wir dann geeignete Hypothesentests zur Validierung oder Invalidierung der Hypothesen. Wir verwenden hauptsächlich Wikipedia als Quelle, da hier die Beschreibung der statistischen Methoden aus unserer Sicht ausreichend ist, um zusammen mit den Dokumentationen der jeweiligen Python-Libraries eine Implementierung und Auswertung durchzuführen.

### Fragestellung

Wie stark ist der Zusammenhang zwischen den Militärausgaben eines Staates und dessen Handelsdaten (Import und Export), sowie dem Bruttoinlandsprodukt?

## Explorative Datenanalyse

Die Nullhypothese lautet, dass das Militärbudget weder mit den Handelsdaten (Import, Export) noch mit dem BIP eines Landes statistisch signifikant zusammenhängt. Dem stehen sechs Alternativhypothesen gegenüber: Erstens korreliert das Militärbudget mit den Importdaten, zweitens mit den Exportdaten und drittens mit dem BIP eines Landes. Viertens sagt das Militärbudget die Importdaten voraus, fünftens die Exportdaten und sechstens das BIP. Eine Auflistung der Hypothesen findet sich in Tabelle 1.

Hypothese	Formulierung
$H_0$	Das Militärbudget hängt nicht statistisch signifikant mit den Handelsdaten (Import, Export) oder dem BIP zusammen.
$H_1$	Das Militärbudget korreliert mit den Importdaten eines Landes.
$H_2$	Das Militärbudget korreliert mit den Exportdaten eines Landes.
$H_3$	Das Militärbudget korreliert mit dem Bruttoinlandsprodukt eines Landes.
$H_4$	Das Militärbudget sagt die Importdaten eines Landes voraus.
$H_5$	Das Militärbudget sagt die Exportdaten eines Landes voraus.
$H_6$	Das Militärbudget sagt das Bruttoinlandsprodukt eines Landes voraus.

**Tabelle 1: Hypothesen**

Aus der explorativen Analyse (preprocessing.ipynb) wissen wir, dass keine Ausreißer vorliegen und alle Variablen nicht normalverteilt sind, weshalb der Pearson-Korrelationskoeffizient ("Pearson Correlation Coefficient," 2025) nur eingeschränkt geeignet ist. Zur Überprüfung von  $H_1$  bis  $H_3$  verwenden wir daher zusätzlich die Spearman-Korrelation, die Zusammenhänge auf Basis von Rangwerten misst und robust gegenüber Ausreißern sowie Nicht-Normalverteilung ist ("Spearman's Rank Correlation Coefficient," 2025). Für  $H_4$  bis  $H_6$  kommt der Granger-Causality-Test zum Einsatz: Er prüft, ob vergangene Werte des Militärbudgets einen messbaren Vorhersage für Import, Export oder BIP leisten, wobei hier die Stationarität der Zeitreihen wichtig ist ("Granger Causality," 2025). Die Stationarität der Daten ist allerdings nicht gegeben, weswegen diese vor Anwendung des Granger-Causality-Tests durch eine Differenzierung in einen stationären Zustand gebracht werden müssen.

# Methoden

## Spearman-Korrelation

Die Spearman-Korrelation misst den Zusammenhang zwischen zwei Variablen. Dabei werden alle Werte jeder Variable zunächst nach Größe sortiert und in Rangplätze umgewandelt – der kleinste Wert erhält Rang 1, der zweitkleinste Rang 2, usw. Anschließend wird der Pearson-Korrelationskoeffizient auf diese Rangfolgen angewendet, statt auf die ursprünglichen Messwerte. Durch die Verwendung von Rangplätzen ist das Verfahren robust gegenüber Ausreißern und erfordert keine Normalverteilung der Daten. Sie berechnet den Korrelationskoeffizienten  $\rho$  (rho) auf Basis der Rangdifferenzen und nimmt Werte zwischen  $-1$  (perfekte negative Korrelation) und  $+1$  (perfekte positive Korrelation) an. ("Spearman's Rank Correlation Coefficient," 2025)

## Granger-Kausalität

Der Granger-Causality-Test ist ein statistischer Hypothesentest, der untersucht, ob frühere Werte einer Zeitreihe X dabei helfen, zukünftige Werte einer anderen Zeitreihe Y besser vorherzusagen als durch Y allein. Anders als normale Regressionskorrelationen prüft er Vorhersagefähigkeit (predictive causality) und nicht „wahre“ Kausalität im philosophischen Sinn. Voraussetzung ist die Stationarität der Zeitreihen, welche wir durch Differenzierung unserer nicht-stationären Rohdaten erreichen. Der Granger-Causality-Test liefert für jede Richtung eine F-Statistik und einen p-Wert, wobei ein hoher F-Wert und ein p-Wert unter dem gewählten Signifikanzniveau (z. B. 0,05) anzeigen, dass die hinzugefügten Lags der erklärenden Zeitreihe die Prognosegüte der Zielreihe signifikant verbessern und somit  $H_0$  verworfen wird (X Granger-verursacht Y). ("Granger Causality," 2025)

## Ergebnisse

Eine Implementation der Spearman-Korrelation als Hypothesentest  $H_1$ - $H_3$  inklusive Visualisierungen und Ergebnisse findet sich in der Datei `spearman.ipynb`.

Eine Implementation des Granger-Causality-Tests als Hypothesentest  $H_4$ - $H_6$  inklusive Visualisierungen und Ergebnisse findet sich in der Datei `granger.ipynb`.

## Diskussion

Die Hypothesen  $H_1$ - $H_3$  wurden mit der Spearman-Korrelation für jedes einzelne Land geprüft, welches genügend verfügbare Datenpaare in beiden miteinander verglichen Datensätzen aufgewiesen hat. Für  $H_1$  kann man feststellen, dass die meisten Länder eine hohe Korrelation zwischen dem Militärbudget und den Importdaten aufweisen, und für die meisten Länder ist eine hohe Signifikanz gegeben.

Bei der  $H_2$  ist genauso erkennbar, dass die meisten Länder eine hohe Signifikanz haben und es einen starken Zusammenhang zwischen den Exportdaten und dem Militärbudget gibt.  $H_3$

ist ebenso bei dem Großteil der Staaten signifikant und die BIPs der Länder korrelieren überwiegend stark mit den Militärbudgets dieser.

Die Hypothesen  $H_4$ - $H_6$  wurden mit dem Granger-Causality-Test für jedes Land untersucht, bei dem ausreichend Daten vorlagen. Für  $H_4$  kann man feststellen, dass in den meisten Staaten keine signifikante Vorhersagewirkung des Militärbudgets auf die Importquote nachgewiesen werden kann, einzig in den USA liegt ein p-Wert unter 0.05, der auf einen verzögerten Einfluss hindeutet. Ebenso ergeben sich bei  $H_5$  nur eingeschränkte Bestätigungen: Nur in wenigen Ländern (etwa in Armenien, Großbritannien und den USA) verbessern die Lags des Militärbudgets die Erklärung der Exportentwicklung signifikant. Bei  $H_6$  schließlich sind ebenfalls nur vereinzelt Länder (z. B. „Upper middle income“ und insgesamt „World“) betroffen, in denen das Militärbudget die BIP-Entwicklung merklich vorhersagt.

Die Nullhypothese kann für  $H_1$ - $H_3$  verworfen werden, da die Spearman-p-Werte in den meisten Ländern signifikant von Null abweichen ( $p < 0.05$ ), während sie für  $H_4$ - $H_6$  weitgehend beibehalten wird, da die Granger-Causality-Tests überwiegend  $p > 0.05$  ergeben und damit keine ausreichende Vorhersagekraft nachweisen.

In Tabelle 2 findet sich eine Übersicht der verschiedenen Hypothesen und der Ergebnisse ihrer Tests.

Hypothese	Ergebnis
$H_0$	Invalidiert für $H_1$ - $H_3$ , validiert für $H_4$ - $H_6$
$H_1$	Validiert für die meisten Fälle
$H_2$	Validiert für die meisten Fälle
$H_3$	Validiert für die meisten Fälle
$H_4$	In Einzelfällen
$H_5$	In Einzelfällen

$H_6$	In Einzelfällen
-------	-----------------

**Tabelle 2: Ergebnisse der Hypothesentests**

## Fazit

Unsere Analyse zeigt, dass das Militärbudget eines Landes in der Mehrheit der Fälle stark und signifikant mit Import-, Export- und BIP-Daten korreliert ( $H_1$ - $H_3$ ), während eine Vorhersagewirkung auf diese Kennzahlen ( $H_4$ - $H_6$ ) nur in wenigen Einzelfällen nachgewiesen werden konnte. Insgesamt lässt sich schlussfolgern, dass Militärausgaben und ökonomische Kennzahlen zwar aufgrund unerforschter Mechanismen zusammenhängen, eine eindeutige zeitliche Ursache-Wirkung-Beziehung jedoch nur vereinzelt belegbar ist.

## Literatur

Granger causality. (2025). In *Wikipedia*.

[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Granger\\_causality&oldid=1296428132](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Granger_causality&oldid=1296428132)

Pearson correlation coefficient. (2025). In *Wikipedia*.

[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Pearson\\_correlation\\_coefficient&oldid=1294791455](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Pearson_correlation_coefficient&oldid=1294791455)

Spearman's rank correlation coefficient. (2025). In *Wikipedia*.

[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Spearman%27s\\_rank\\_correlation\\_coefficient&oldid=1296128954](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Spearman%27s_rank_correlation_coefficient&oldid=1296128954)

*World Bank Open Data*. (n.d.). World Bank Open Data. Retrieved June 23, 2025, from

<https://data.worldbank.org>