

Wissenschaftstheorie und Ethik

Kritischer Rationalismus (KR)

Statistische Tests von Theorien

- Statistische Testverfahren für Theorien
 - wurden in den 20er und 30er Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelt
 - stimmen in vielen wissenschaftstheoretisch relevanten Punkten mit dem KR überein
- Im folgenden nur die grundlegenden Begriffe und Strukturen der Inferenzstatistik

Stichprobe und Grundgesamtheit

- Theorien behaupten etwas für eine (potenziell) unendliche Klasse von Gegenständen: z.B. über alle (entwickelten) Volkswirtschaften – wann und wo sie auch immer existieren: das ist die Grundgesamtheit (Population).
- Empirisch beobachtbar sind immer nur wenige Exemplare aus der Grundgesamtheit: die Stichproben (Samples).

Überprüfung

- Statistische Theorien behaupten etwas über die Grundgesamtheit, nicht über die Stichproben; behauptet werden bestimmte Eigenschaften der Objekte, aus denen Grundgesamtheit besteht; die Eigenschaften können eine gewisse Streuung aufweisen.
- Zur Überprüfung kann die Grundgesamtheit oftmals nicht herangezogen werden, weil sie beispielsweise in Gänze nicht (nicht mehr oder noch nicht) verfügbar ist oder weil die Datenerhebung zu aufwändig wäre.
- Theorien müssen dann an einer oder mehreren Stichproben überprüft (getestet) werden.

Beispiel

- Nehmen wir an, wir kämen aus theoretischen Gründen zu der Auffassung, dass in allen Volkswirtschaften der Multiplikator m größer als 1 ist.
- Wir wissen bereits, dass dies eine Vermutung ist. Wir nennen diese Vermutung „Alternativhypothese H_1 “.
- $H_1: m > 1$.

Null- und Alternativhypothese

- H_1 ist die Alternative zur Nullhypothese H_0 , die formal-logisch das Negat von H_0 darstellt.
- Exakt formuliert:
- $H_0: m \leq 1$.
- Man bezeichnet die eben formulierte H_1 auch als eine gerichtete, unspezifische Alternativhypothese.
 - Gerichtet: weil m größer als der Wert sein soll, der in H_0 postuliert wird, nämlich größer als 1.
 - Unspezifisch: Die Alternativhypothese läßt offen, um wieviel größer m ist.

Null- und Alternativhypothese

- Nur eine der beiden Hypothesen kann richtig sein (Gesetz vom ausgeschlossenen Dritten).
- Das Ziel des Tests besteht darin, die Alternativhypothese weiter behaupten zu können.
- Der Test erfolgt bei einer unspezifischen Alternativhypothese indirekt: Wenn die Nullhypothese als widerlegt angesehen werden kann, werten wird das als eine Art Bestätigung der Alternativhypothese. Sie wird dann „angenommen“.

Präzisierung der Nullhypothese

- H_0 sollte schwer falsifizierbar sein, damit die Alternativhypothese möglichst leicht falsifizierbar ist. Das ist dann der Fall, wenn wir annehmen, dass
- $H_0: m = 1$.
- Selbst unter der Voraussetzung, dass die H_0 richtig ist, werden wir aufgrund zufälliger Abweichungen Volkswirtschaften finden, deren Multiplikator im betrachteten Zeitintervall sowohl größer als auch kleiner als 1 ist.

Annahmen über die Grundgesamtheit

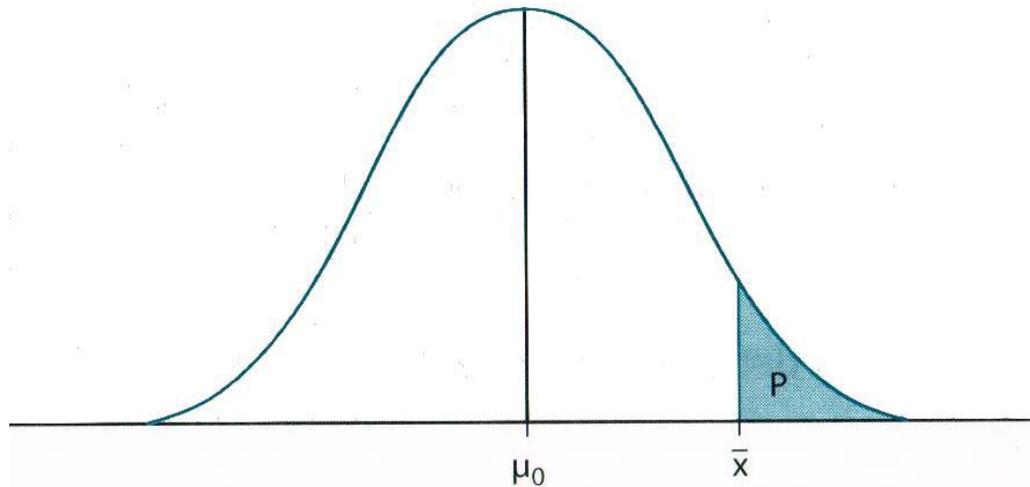
- Wir nehmen an, dass das untersuchte Merkmal (der Multiplikator) in der Grundgesamtheit normalverteilt ist.
- Der Mittelwert aller Multiplikatoren in der Grundgesamtheit heiße ihr „wahrer Wert“ oder ihr „Erwartungswert“ μ_0 . Seine genaue Größe ist uns aber unbekannt. (Siehe philosophische Konsequenzen: Wahrheitsbegriff.)
- H_0 postuliert in unserem Beispiel, dass der wahre Wert = 1 (oder kleiner) ist, H_1 postuliert, dass er größer als 1 ist.

Präzisierung des Samples

- Wir ziehen aus der Grundgesamtheit eine Stichprobe, die aus einer Zusammenstellung verschiedener Volkswirtschaften besteht oder u.U. auch nur aus einer Volkswirtschaft, die zu verschiedenen Zeiten beobachtet worden ist.
- Der Mittelwert aus allen so gemessenen Multiplikatoren sei $\bar{x} = 1,1$.
- Die Frage ist, welche Schlüsse aus diesem Meßwert auf den wahren Wert gezogen werden können.

Normalverteilte Messwerte in der Grundgesamtheit

- H_0 :



- Abb. aus Bortz: Statistik für Sozialwissenschaftler

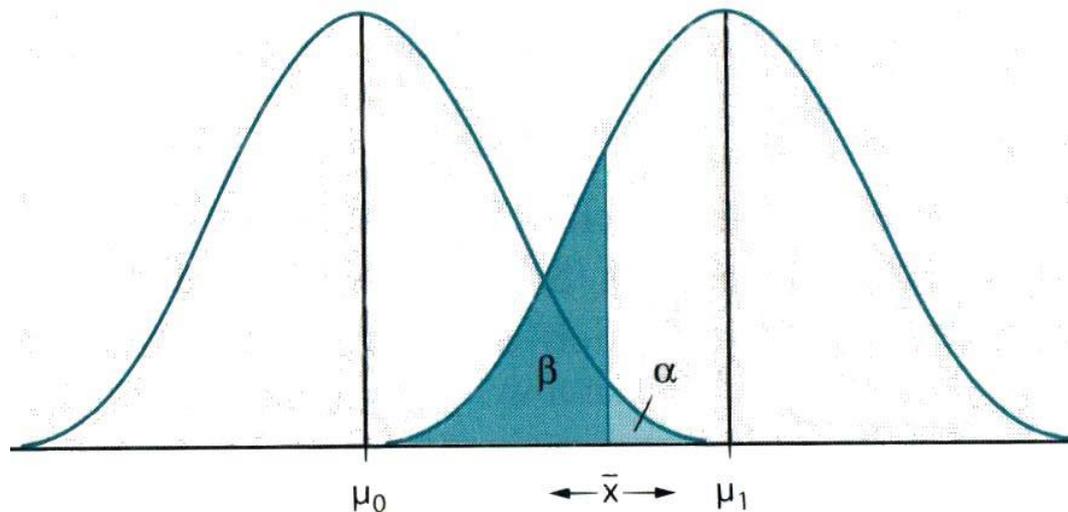
Diskussion

- Angenommen, H_0 wäre richtig. Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit $\alpha > 0$ können dann auch Volkswirtschaften auftreten, die einen Multiplikator von 1 und größer haben.
- Zufälligerweise können wir gerade diese Volkswirtschaften in unserem Sample haben. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist p .
- Würden wir uns in dieser Situation gegen die H_0 entscheiden (und damit für die Annahme von H_1), begingen wir einen Fehler, der α -Fehler genannt wird.

Diskussion

- Angenommen, „in Wahrheit“ ist H_1 richtig. Da es sich um eine unspezifische Hypothese handelt, können wir nicht genau sagen, wo die Normalverteilung liegt. Ihre zentrale Tendenz (der wahre Wert) μ_1 liegt „irgendwo“ oberhalb von 1.
- Das ist auch der Grund, warum unsere H_1 nicht direkt getestet werden kann. Direkte Falsifikationsversuche sind nur bei spezifischen Alternativhypothesen möglich.

Normalverteilung von H_0 und H_1



- Abb. aus Bortz: Statistik für Sozialwissenschaftler

Diskussion

- Der beobachtete Wert für den Multiplikator in Höhe von 1,1 tritt bei Gültigkeit der H_1 mit einer Wahrscheinlichkeit von β auf. (Der exakte Wert von β ist unbekannt, da H_1 eine unspezifische Hypothese ist.)
- Würden wir in dieser Situation die H_1 ablehnen, begingen wir einen β -Fehler.

Diskussion

- Die Falsifikation einer Theorie bzw. einer Hypothese (hier: H_1) ist eine Entscheidung, die mit der Annahme einer falsifizierenden Theorie bzw. Hypothese (hier: H_0) verbunden ist.
- Wie immer wir uns entscheiden, wir werden entweder einen α - oder einen β -Fehler begehen.
- Leichte Falsifizierbarkeit der H_1 erfordert schwere Falsifizierbarkeit der H_0 . Wir werden also festlegen, dass der beobachtete Wert schon erheblich von μ_0 abweichen muß, damit wir H_0 als falsifiziert ansehen können. Das ist bei kleinen p der Fall.

Entscheidungsregel

- Vor Durchführung des Tests legen wir für die beiden Fehler (im Fall einer unspezifischen Alternativhypothese nur für den α -Fehler) eine Irrtumswahrscheinlichkeit fest, d.i. die Wahrscheinlichkeit, mit der wir bereit sind, uns bei Zurückweisen einer Hypothese zu irren.

Entscheidungsregel

- In den Sozialwissenschaften wird die Irrtumswahrscheinlichkeit für α oft auf 5 Prozent festgesetzt. Das heisst, wenn wir die Nullhypothese mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent zurückweisen, werden wir in 5 von 100 Tests einen α -Fehler begehen.
- Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% muss der beobachtete Wert erheblich von μ_0 abweichen.

Verifikation und Falsifikation

- Können wir die H_0 mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von α (=10; 5; 1; 0,1) Prozent verwerfen, dürfen wir die H_1 weiter behaupten. Die Irrtumswahrscheinlichkeit, die wir bereit sind, in Kauf zu nehmen, muss vor dem Test festgelegt werden.
- Bei Erkenntnissen H_1 , von denen sehr viel abhängt, sollte man einen kleinen α -Fehler wählen. Bei neuen Erkenntnissen, die noch weiter geprüft werden, kann man ein größeres α akzeptieren.