

Start:Bayes!

Abschluss

Sebastian Sauer



Lernziele dieses Kapitels

Sie können ...

- eine typische, sozialwissenschaftliche Forschungsfrage (quantitativ) untersuchen
- typische “Lieblingsfehler” benennen und vermeiden
- zwischen Frequentistischer Statistik und Bayes-Statistik übersetzen
- die Grundideen der Bayes-Statistik einordnen



Begleitmaterial

- [Fragestunde QM2](#)
- [Playlist QM2](#)
- [Lieblingsfehler](#)



Probeklausur



Probeklausuren

- Aufgabensammlungen für 2022, 2023, 2024 auf dem [Datenwerk](#)
- Kategorien: [qm2-pruefung](#), [exam-22](#)
- Liste ist im Aufbau — zusätzlich selbständig alle relevanten Kapitel-Aufgaben konsultieren



Lieblinglingsfehler



Lieblingsfehler im Überblick

1. Quantile und Verteilungsfunktion verwechseln
2. Prädiktoren nicht zentrieren, wenn ein Interaktionsterm vorliegt
3. Interaktion falsch interpretieren
4. Regressionskoeffizienten kausal interpretieren, ohne kausale Fundierung
5. Post-Prädiktiv-Verteilung (PPV) und Post-Verteilung verwechseln

Fehler: PPV vs. Post-Verteilung 🙄

- **Post-Verteilung:** Stichproben zu den *Parameterwerten* des Modells
- **Posterior-Prädiktiv-Verteilung (PPV):** Vorhersagen für *Beobachtungen*, keine Parameterwerte
- Modell `mpg ~ hp: parameters(m1)` liefert i. d. R. bequemer Post-Intervalle/Punktschätzer als die rohe Stichprobentabelle



Fehler: Quantil vs. Verteilungsfunktion 🙋

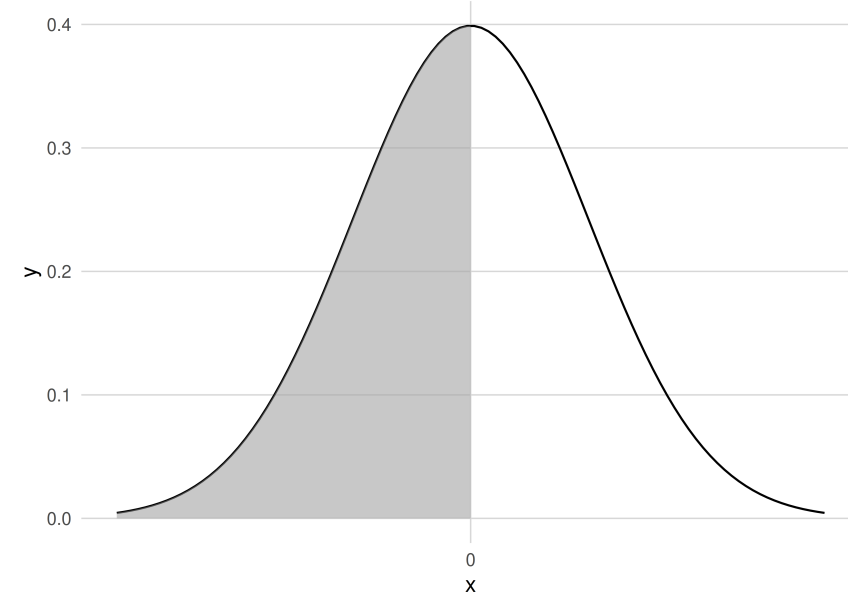
p-Quantil

Teilt eine Verteilung so, dass mind. Anteil p kleiner-gleich dem Quantil ist.



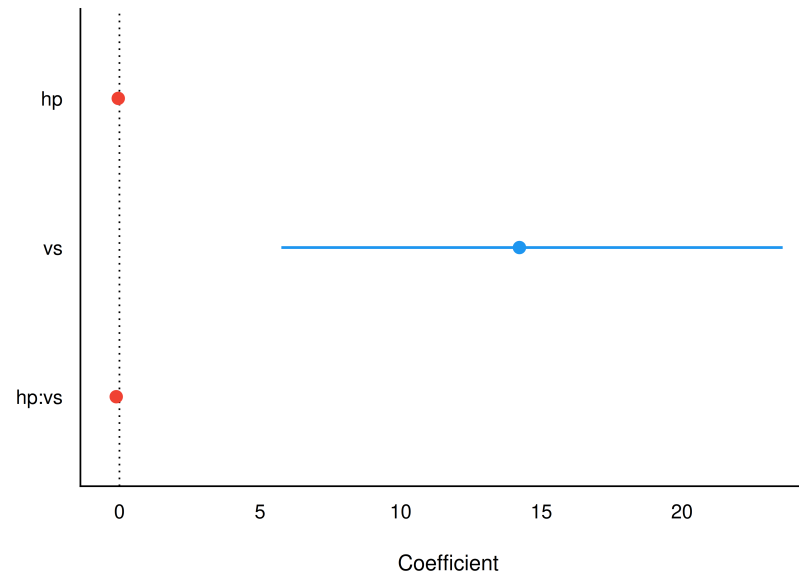
Verteilungsfunktion $F(x)$

$F(x)$: Wahrscheinlichkeit, dass $X \leq x$.



Fehler: Interaktion falsch interpretieren 🙄

Modell: $\text{mpg} \sim \text{hp} * \text{vs}$



Falsch 😈: Unterschied zwischen $\text{vs}=0/\text{vs}=1$ beträgt ca. -0.11 .

Richtig 🙌: Unterschied beträgt ca. -0.11 — *nur wenn* $\text{hp}=0$. Da $\text{hp}=0$ unrealistisch ist, sind zentrierte Prädiktoren sinnvoll (Gelman et al., 2021, Kapitel 10; McElreath, 2020, Kapitel 8).

Lieblinglingsfehler



Kochrezepte

Kochrezept: Forschungsfrage untersuchen

Theoretische Phase

1. Staunen über ein Phänomen y , Kausalfrage finden
2. Literatur wälzen zu möglichen Ursachen x
3. Forschungsfrage/Hypothese präzisieren
4. Modell präzisieren (DAG(s), Prioris)

Empirische Phase

5. Versuch planen
6. Daten erheben

Analytische Phase

7. Daten aufbereiten
8. Modell berechnen
9. Modell prüfen/kritisieren
10. Forschungsfrage beantworten

Parameter schätzen vs. Hypothesen prüfen

- **Hypothesenprüfung:** “Frauen parken im Schnitt schneller ein als Männer.”
- **Parameterschätzung:** “Wie groß ist der mittlere Unterschied in der Einparkzeit?”

Je ausgereifter ein Forschungsfeld, desto **kühnere** Hypothesen sind möglich — kühne Hypothesen sind wünschenswert 

Formalisierung von Forschungsfragen

Mittelwert in Gruppe A höher als in Gruppe B:

$$\mu_1 > \mu_2 \Leftrightarrow \mu_1 - \mu_2 > 0 \Leftrightarrow \mu_d > 0$$

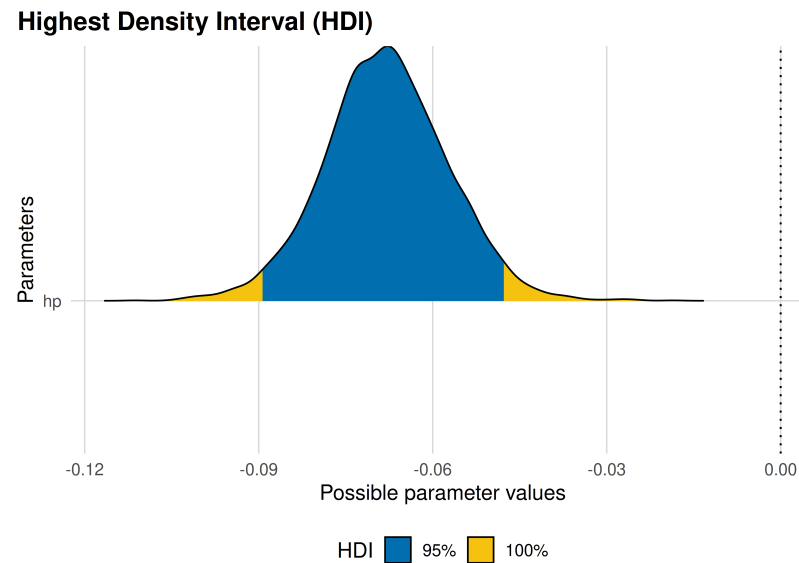
Kerngedanken Bayes

Videos & zentraler Kennwert

📺 Bayes in fünf Minuten

📺 Bayes in zehn Minuten

Zentraler Kennwert: die **Post-Verteilung**



Zusammenfassung (z. B. 95 %-PI) ist oft sinnvoll — aber nur die *gesamte* Post-Verteilung trägt alle Information.

Bayes-Formel

$$\text{Posteriori} = \frac{\text{Likelihood} \times \text{Priori}}{\text{Evidenz}}$$

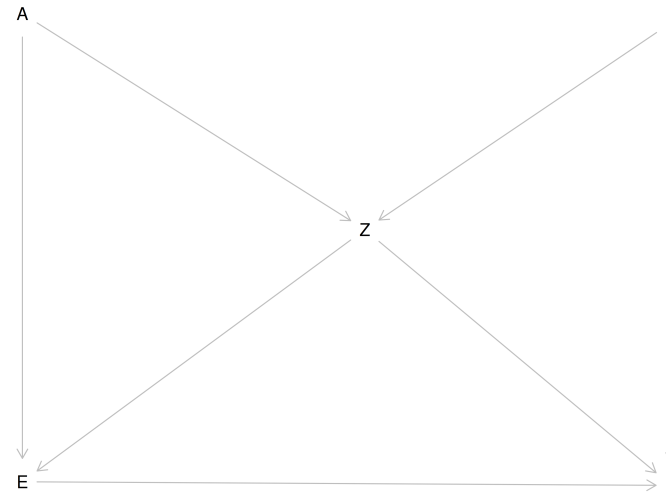


Beispiele für Prüfungsaufgaben



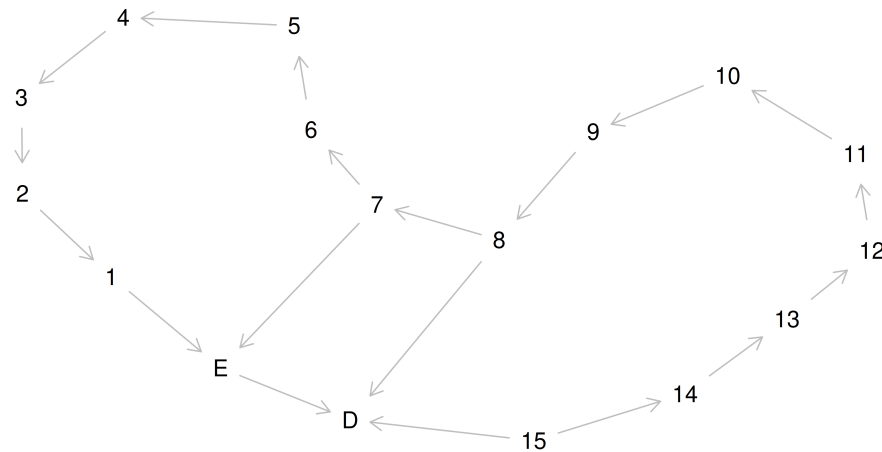
Prüfungsaufgaben: DAGs analysieren

Minimale Adjustierungsmenge: kleinstmögliche Knotenmenge eines DAGs, die zu adjustieren ist, um einen kausalen Effekt zu identifizieren.



Adjustierungsmenge für den totalen Effekt von E auf D: $\{A, Z\}$ **oder** $\{B, Z\}$.

Prüfungsaufgaben: auch komplexe DAGs

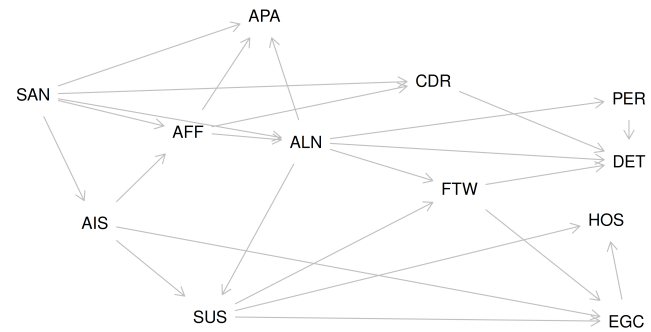


Trotz vieler Variablen: Adjustierungsmenge für $E \rightarrow D$ bleibt klein — hier $\{7\}$ oder $\{8\}$.

Beispiel: Kausalmodell der Schizophrenie

van Kampen (2014): SSQ-Modell des schizophrenen Prodromalverlaufs ([van Kampen, 2014](#))

UV: *SUS* (Suspiciousness), AV: *EGC* (Egocentrism)



Minimales Adjustment-Set für den totalen Kausaleffekt: {AIS, ALN}

Prüfungsfragen zu Modellen — Beispiele

- Punktschätzer (Median) für Prädiktor X in Modell Y?
- 89 %-HDI für Parameter X?
- R^2 angeben
- Interaktionsmodell formulieren
- Welches Modell modelliert den kausalen Effekt korrekt?
- Modell mit gegebenen Prioris formulieren
- Liegt Effekt X im ROPE?
- CI- vs. HDI-Breite für Prädiktor X vergleichen
- Was ändert sich bei Zentrierung/Z-Standardisierung der Prädiktoren?



Aufgabensammlungen

Relevante Tags im Datenwerk

Relevante Tags auf dem [Datenwerk](#):

- [bayes](#), [bayes-grid](#)
- [dag](#), [qm2](#)
- [probability](#), [post](#), [rope](#)

Besondere Prüfungsnähe: [qm2-pruefung](#), [exam-22](#), [quiz1-qm2-ws23](#), [Verteilungen-Quiz](#)



**Viel Erfolg bei der
Prüfung!**



Wir drücken die Daumen!



Viel Erfolg bei der Prüfung!



Vielen Dank!



Fragen?

Gelman, A., Hill, J., & Vehtari, A. (2021). *Regression and Other Stories*. Cambridge University Press.

McElreath, R. (2020). *Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan* (2. Aufl.). Taylor and Francis, CRC Press.

van Kampen, D. (2014). The SSQ Model of Schizophrenic Prodromal Unfolding Revised: An Analysis of Its Causal Chains Based on the Language of Directed Graphs. *European Psychiatry*, 29(7), 437–448. <https://doi.org/10.1016/j.eurpsy.2013.11.001>

Viel Erfolg bei der Prüfung!

