

Dr. Daniel Lüdecke, Institut für Medizinische Soziologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Titel: Kausale Inferenz bei Beobachtungsstudien. Methodische Ansätze und beispielhafte Umsetzung in R.

Hintergrund: Randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) gelten als Goldstandard zur Schätzung kausaler Effekte, da die Randomisierung systematische Verzerrungen minimiert. In Beobachtungsstudien, in denen die Zuweisung zu Behandlungs- und Kontrollgruppen nicht zufällig erfolgt, stellen ungleiche Verteilungen von „Confoundern“ eine wesentliche Herausforderung dar, da die Vergleichbarkeit der Gruppen nicht gewährleistet und die Berechnung kausaler Effekte nicht möglich ist.

Zielsetzung: Im Vortrag werden zwei primäre Methoden zur Korrektur von Confounding in Beobachtungsdaten vorgestellt, basierend auf Propensity Scores und G-Computation. Ziel ist es, die methodischen Grundlagen, praktischen Anwendungen und jeweiligen Stärken und Schwächen dieser Methoden zu beleuchten. Insbesondere wird die Kombination beider Methoden, die zu einer "doppelt robusten" Schätzung führt, ausführlich diskutiert. Dabei wird auch auf die Wichtigkeit der korrekten Varianzschätzung eingegangen.

Methoden: Als Propensity Score Methode wird im Rahmen des Vortrags auf Inverse Probability Weights (IPW) fokussiert. Durch die Gewichtung wird versucht, die Ungleichverteilung von Confoundern auszugleichen und eine vergleichbare Pseudo-Population zu schaffen (1,2). G-Computation modelliert kontrafaktische Szenarien, indem jede Beobachtung sowohl der Behandlungs- als auch der Kontrollgruppe zugeordnet wird. Durch Berechnung von Kontrasten oder paarweisen Vergleichen wird der Kausaleffekt geschätzt (3). Die Kombination beider Methoden, wie in der „doppelt robusten“ Schätzung, nutzt die Vorteile beider Ansätze und minimiert nochmals das Risiko von Verzerrungen. Abschließend werden Methoden zur Varianzschätzung kausaler Effekte vorgestellt (4,5). Die Methode wird an einem einfachen Beispiel in R veranschaulicht.

Diskussion: IPW bietet eine einfache Möglichkeit zur Bestimmung kausaler Effekte in Beobachtungsstudien, bei denen eine Randomisierung nicht möglich ist. Ein Nachteil zeigt sich bei der Bestimmung der Kausalzusammenhänge bei komplexeren Modellen. Dieser Nachteil kann mit Hilfe von G-Computation umgangen werden. Die kombinierte Anwendung von IPW und G-Computation, die „doppelt robuste“ Schätzung und erhöht die Genauigkeit und Robustheit der Schätzung kausaler Effekt, da sie die Stärken beider Methoden vereint und das Risiko von Verzerrungen minimiert. Die Wahl des optimalen Ansatzes hängt von der spezifischen Forschungsfrage, der Komplexität der Daten und den Annahmen über die zugrunde liegenden kausalen Zusammenhänge ab.

Implikationen für die Forschung: Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der sorgfältigen Auswahl und Anwendung geeigneter Methoden zur Schätzung von Kausalzusammenhängen in Beobachtungsstudien. Die hier beschriebenen Methoden ermöglichen es Forscher:innen, validere und zuverlässigere Schlussfolgerungen aus Beobachtungsdaten zu ziehen und somit einen wichtigen Beitrag zur evidenzbasierten Forschung zu leisten.

Quellenangaben (optional):

1. Chatton A, Rohrer JM. The Causal Cookbook: Recipes for Propensity Scores, G-Computation, and Doubly Robust Standardization. *Adv Methods Pract Psychol Sci.* Januar 2024;7(1):25152459241236149.
2. Gabriel EE, Sachs MC, Martinussen T, Waernbaum I, Goetghebeur E, Vansteelandt S, u. a. Inverse probability of treatment weighting with generalized linear outcome models for doubly robust estimation. *Stat Med.* 10. Februar 2024;43(3):534–47.
3. Dickerman BA, Hernán MA. Counterfactual prediction is not only for causal inference. *Eur J Epidemiol.* Juli 2020;35(7):615–7.
4. Kostouraki A, Hajage D, Rachet B, Williamson EJ, Chauvet G, Belot A, u. a. On variance estimation of the inverse probability-of-treatment weighting estimator: A tutorial for different types of propensity score weights. *Stat Med.* 15. Juni 2024;43(13):2672–94.
5. Reifeis SA, Hudgens MG. On Variance of the Treatment Effect in the Treated When Estimated by Inverse Probability Weighting. *Am J Epidemiol.* 20. Mai 2022;191(6):1092–7.