

Design und Analyse von Experimenten

Sommersemester 2025

Heiko Großmann

Inhalt: In dieser Vorlesung beschäftigen wir uns mit *Experimenten*. Dabei stehen statistische Aspekte der Planung und Analyse im Mittelpunkt. Wir werden dazu eine elegante Theorie kennenlernen, die auf sehr viele Experimente angewendet werden kann.

Experimente können eine sehr komplexe Struktur besitzen und es ist oft nicht unmittelbar klar, wie sie statistisch auszuwerten sind. Die in dieser Vorlesung behandelte Theorie ist sehr flexibel und nachdem man sie verstanden hat, kann man sich für komplexe Experimente die korrekte Analyse herleiten, ohne dass man für jeden Typ von Experimenten spezielle Formeln auswendig lernen muss. Wie wir sehen werden, ist die dazu benötigte Mathematik nicht besonders schwierig. Man muss aber bereit sein, sich auf einen gewissen Abstraktionsgrad einzulassen.

In vielen Lehrbüchern zur Analyse von Experimenten werden nur bestimmte häufig vorkommende Arten von Experimenten behandelt. In der Praxis ist man aber oft mit Experimenten konfrontiert, die in keine dieser vorgefertigten „Schubladen“ passen. Dies führt häufig dazu, dass Experimente bei der Modellierung solange „zurechtgebogen“ werden, bis sie scheinbar eine bestimmte, in einem Lehrbuch behandelte Form haben, für die man die Analyse kennt. Diese Vorgehensweise ist natürlich nicht ideal und in dieser Lehrveranstaltung geht es darum, aus der Struktur des Experiments die passende Analyse herzuleiten.

Ein weiterer nützlicher Aspekt der von uns betrachteten Theorie ist, dass sie beim Verstehen des Outputs von Statistik-Software hilft. Daten aus Experimenten lassen sich heute schnell mit Software analysieren. Manchmal ist aber nicht klar, wie die Resultate im Output zustande kommen. Auch hier kann die von uns betrachtete Theorie helfen.

Auch wenn die in dieser Vorlesung behandelte Theorie sehr flexibel ist, lassen sich mit ihr natürlich nicht alle Arten von Experimenten behandeln. Im Wesentlichen müssen wir uns auf Experimente und Daten beschränken, die mit Varianten der Varianzanalyse analysiert werden können. Insbesondere gehen wir immer davon aus, dass die zu analysierende Zielvariable (zumindest näherungsweise) stetig ist und die Einflussfaktoren bzw. unabhängigen Variablen kategorial sind. Praktisch bedeutet das, dass bei den Einflussfaktoren immer nominales Messniveau unterstellt wird. Viele der in dieser Vorlesung behandelten Ideen zur Struktur von Experimenten sind aber auch für andere Arten von Experimenten nützlich, z.B. Experimente mit diskreter Antwortvariable, welche mit Hilfe von verallgemeinerten linearen Modellen analysiert werden können.

Format: Die Veranstaltung wird als Vorlesung im Umfang von 4 Semesterwochenstunden mit integrierter Übung durchgeführt. Die Übungen finden circa vierzehntägig zu einem der Vorlesungstermine statt.

Zielgruppe: Masterstudiengänge Mathematik und Statistik, Bachelorstudiengang Statistik & Datenanalyse

Voraussetzungen: Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie, mathematischer Statistik und linearer Algebra

Für eine erfolgreiche Teilnahme und den größten Lernerfolg sind die folgenden mathematischen und statistischen Vorkenntnisse nötig. Teilweise werden diese im Laufe der Vorlesung wiederholt:

- **Lineare Algebra:** Vektorraum, lineare Unabhängigkeit, Basis und Dimension; Skalarprodukt, Orthogonalität von Vektoren im \mathbb{R}^n , orthogonale Projektion; Matrizenrechnung; direkte und orthogonale Summe von Vektorräumen; orthogonales Komplement eines Vektorraums; Eigenwerte, Eigenvektoren und Eigenräume. Definitionen all dieser Begriffe finden Sie z.B. bei Fischer (2014).
- **Wahrscheinlichkeitsrechnung:** Zufallsvariable und Verteilung; Erwartungswert und Varianz sowie zugehörige Rechenregeln; stochastische Unabhängigkeit; Kovarianz und Korrelation von Zufallsvariablen.
- **Statistik:** Konzepte des Schätzers, des Tests und des Konfidenzintervalls; Erwartungstreue von Schätzern; Normal-, Chi-Quadrat-, t- und F-Verteilung; Grundidee der Varianzanalyse inklusive F-Test.

Prüfung: Mündliche Prüfung

Abschlussarbeiten: Themen für Masterarbeiten können im Anschluss an die Veranstaltung vergeben werden.

Kontakt: Heiko Großmann (Email: heiko.grossmann@ovgu.de)