

DIStaM – Digitale interaktive Statistik in der psychologischen Methodenlehre

Eric Berkmann, Björn Fisseler, Oliver Christ und Lena Schützler

Das Lehrangebot der psychologischen Methodenlehre im Studiengang B.Sc. Psychologie an der FernUniversität in Hagen wurde in den vergangenen Semestern intensiv weiterentwickelt. Für die praktischen Anteile des Statistik-Moduls wird die Statistiksoftware R gelehrt und verwendet. Im Rahmen des Projekts „DIStaM“ wird die Lehre weiter digitalisiert. Technische Grundlage für interaktive Visualisierungen und Tutorien ist das R-Paket Shiny. Studierende werden in interaktiven Tutorials durch Übungen geleitet und explorieren statistische Phänomene mit interaktiven Webanwendungen. Im Rahmen des Projekts wird untersucht, wie interaktive Inhalte in die Lehre integriert werden können. Dieser Tagungsbeitrag stellt das Projekt, erste interaktive Shiny-Apps und das Evaluationsdesign vor.

In diesem Tagungsbeitrag wird das Projekt „Digitale interaktive Statistik in der psychologischen Methodenlehre“ (DIStaM) an der FernUniversität in Hagen vorgestellt. Ziel des derzeit noch laufenden Vorhabens ist die weiterführende Digitalisierung der Methodenausbildung mittels interaktiver Anwendungen und Tutorials. Die Ergebnisse der begleitenden Evaluation sollen in 2023 vorgestellt werden.

Die FernUniversität in Hagen bietet seit 2008 einen Bachelor- und seit 2012 einen Masterstudiengang in Psychologie an. Das Fach erfreut sich großer Beliebtheit, weil es nicht zulassungsbeschränkt ist. Im Wintersemester 2021/22 haben sich 3.028 Studierende neu in den Bachelorstudiengang eingeschrieben. Insgesamt studieren fast 14.000 Studierende an der Fakultät für Psychologie, der Großteil ist im B.Sc. Psychologie eingeschrieben.

Die Lehre an der FernUniversität wird im Rahmen eines Blended-Learning-Modells organisiert. Der überwiegende Anteil der Lehre findet dabei online statt. Die Studierenden lernen zuhause und in der Regel in ihrer Freizeit, da viele Studierende berufstätig sind und bereits über einen berufsqualifizierenden Abschluss verfügen. Die Studieninhalte stehen den Studierenden in vielfältiger Form zur Verfügung. Der klassische Studienbrief, der den Studierenden gedruckt nach Hause geschickt wird, wurde dabei an der Fakultät für Psychologie durch Materialien in digitaler Form abgelöst. Dazu stehen auf dem Lernmanagementsystem Moodle für jedes Modul nach Semestern unterteilte Kursumgebungen zur Verfügung. Dort

werden Texte als interaktive Moodle-Books oder PDF bereitgestellt sowie auf digitale Versionen der Lehrbücher verlinkt. Statt Vorlesungen im Hörsaal können die Studierenden über die Kursumgebungen zeit- und ortsunabhängig die vorab von den Lehrenden aufgezeichneten Lehrvideos anschauen und bearbeiten. In Diskussionsforen können die Studierenden miteinander ins Gespräch kommen und auch Fragen an die Lehrenden stellen.

Ein wichtiger Teil des Psychologiestudiums an der FernUniversität besteht aus Übungsaufgaben, mit denen die Studierenden das erworbene Wissen festigen und überprüfen können. Diese Übungsaufgaben werden teilweise automatisch ausgewertet und geben den Studierenden ein Feedback dazu, ob die Aufgaben richtig gelöst wurden oder wo noch Defizite zu finden sind. Im Statistik-Modul werden Übungsaufgaben im Rahmen von Tutorials angeboten und die Studierenden müssen automatisch ausgewertete Tests bearbeiten. Die Tutorials sind vergleichbar mit der Veranstaltungsform „Seminar plus Übung“ an Präsenzhochschulen. Der Unterschied ist, dass die Studierenden die Übungen zuhause am eigenen Rechner bearbeiten und die Lösungen online einreichen. Die im Vergleich zu Präsenzhochschulen deutlich größeren Studierendenkohorten machen an vielen Stellen eine stärkere Automatisierung und Digitalisierung interaktiver Studienelemente unumgänglich.

Das Statistik-Modul ist ein Kernbestandteil des wissenschaftlichen Psychologiestudiums an der FernUniversität und zusammen mit einem Einführungsmodul in die Psychologie in der Studieneingangsphase verortet. Die beiden Module müssen erfolgreich bestanden werden, um die weiteren Module belegen zu können. Pro Semester sind zwischen 3000 und 4000 Studierende in das Statistik-Modul eingeschrieben. Das Modul umfasst die theoretischen Grundlagen der Deskriptiv- und klassischen Inferenzstatistik, Beispiele für ausgewählte inferenzstatistische Verfahren (z. B. t-Test, Varianzanalyse, Regressionsanalyse), Effektgrößenberechnungen und Poweranalyse sowie Grundzüge von Resampling-Verfahren. Ebenso werden die Kritikpunkte am klassischen inferenzstatistischen Ansatz behandelt, es wird eine Einführung in Bayesianische Statistik und in gute wissenschaftliche Forschungspraxis gegeben. Die thematisierten Methoden werden von den Studierenden mit der Statistiksoftware R (R Core Team, 2022) praktisch angewendet und umgesetzt.

Viele Studierende haben jedoch Vorbehalte, negative Einstellungen oder Ängste gegenüber dem Fach Statistik (Mutz & Daniel, 2013; Onwuegbuzie & Wilson, 2003). Diese negativen Einstellungen und Ängste können zu Prokrastination und schlechteren Leistungen führen (Macher, Paechter, Papousek & Ruggeri, 2012; Onwuegbuzie, 2004). Gerade für die sehr diverse Studierendenschaft der FernUniversität, die im Mittel älter ist als jene an

Präsenzuniversitäten und deren Schulausbildung länger zurückliegt, stellt das Statistik-Modul darum eine besondere Herausforderung dar.

Um diesen negativen Einstellungen und Ängsten entgegenzuwirken sowie das selbstgesteuerte Lernen der Studierenden zu unterstützen, werden insbesondere im Statistik-Modul verstärkt digitale Lehr- und Lernformen eingesetzt. Positive Effekte von interaktiven Anwendungen konnten für die Methodenlehre vielfach nachgewiesen werden. So profitierten Studierende vom Einsatz neu entwickelter Shiny-Apps bzgl. Verständnis und Anwendung der Extremwerttheorie (Fawcett, 2018). In einer Studie von Hagtvedt, Jones und Jones (2007) schnitten Studierende in einem Wissenstest zum Thema Stichprobenverteilungen signifikant besser ab, wenn sie sich zuvor mit einer interaktiven Simulation zu dem Thema beschäftigt hatten. Hinsichtlich des Transfers statistischer Konzepte auf Alltagsprobleme fanden Lane und Tang (2000) einen signifikanten Leistungsvorteil für Studierende, die mit einer Online-Simulation gelernt hatten, gegenüber Studierenden, die mit einem Buch gelernt hatten. Problematisch an vielen dieser Forschungsergebnisse sind die kleinen Stichproben und unterschiedlichen Operationalisierungen des Outcomes, so dass eine Generalisierung der Befunde schwierig ist. Zudem wurde die Fragestellung, wie sich interaktive Lehr-Lernangebote zur Statistik im Fernstudium bewähren, bislang kaum untersucht.

Vorgehensweise

Technisch basieren unsere neuen interaktiven Anwendungen und Tutorials auf der Programmiersprache R. Das R-Paket „Shiny“ ermöglicht es, interaktive webbasierte Anwendungen in R zu entwickeln. Weil diese Anwendungen auf R basieren, können auch alle Pakete genutzt werden, die für R zur Verfügung stehen. Solche interaktiven Anwendungen reichen von der Visualisierung verschiedener Verteilungsfunktionen bis zu Anwendungen zur Datenanalyse. Mit dem Paket „learnr“ können außerdem interaktive Tutorials programmiert werden, die Eingaben in eine virtuelle R-Konsole erfassen und direkt auswerten. Weil an der FernUniversität jedes Semester 3000-4000 Studierende das Modul belegen, ist eine leistungsfähige technische Infrastruktur erforderlich. Zu Beginn war ein eigener Shiny-Server geplant. Dazu kann entweder die Open-Source-Variante des Shiny-Servers oder eine Lehrlizenz des RStudio Connect Servers genutzt werden. Es hat sich aber gezeigt, dass die technische Infrastruktur der Hochschule derzeit nicht leistungsfähig genug ist, um Shiny-Apps für bis zu 4000 Studierende sicher und zuverlässig zu betreiben. Aus diesem Grund wird das kommerzielle Hosting von „shinyapps.io“ genutzt.

Im Projekt werden Anleitungen und Leitfäden erstellt, damit Mitglieder der Fakultät eigene interaktive Lehr-Lerneinheiten entwickeln und die technische Infrastruktur nutzen können. Interessierte Lehrende sind eingeladen, sich im Rahmen einer Community of Practice über die Möglichkeiten von Shiny-Apps in der Lehre auszutauschen. Damit wird eine Verstetigung des Projekts erreicht und die Übernahme in den dauerhaften Lehrbetrieb unterstützt.

Zur Evaluation des neuen Lehr-Lernangebotes werden Studierende im Statistik-Modul des B.Sc. Psychologie für eine freiwillige Studienteilnahme rekrutiert. Das Untersuchungsdesign besteht aus einem Quasi-Experiment mit einem Kohortenvergleich und jeweils drei Messzeitpunkten. Die Kohorte des Sommersemesters 2022 stellt die Kontrollgruppe (KG) und die Kohorte des Wintersemesters 2022/23 die Experimentalgruppe (EG) dar. Zu jedem Messzeitpunkt beantworten die Teilnehmenden eine Online-Befragung am Computer. Die Intervention im Wintersemester besteht aus fünf Shiny-Apps zu Themen des Curriculums, die über die Lernplattform Moodle in den entsprechenden Abschnitten bereitgestellt werden.

Ein Experimentaldesign mit randomisierter Zuweisung kam aus zwei Gründen nicht in Betracht. So gab es ethische Vorbehalte, einem Teil der Kohorte ein neues Lernmaterial vorzuenthalten. Zudem wäre es kaum möglich, den Online-Zugang auf ausgewählte Personen zu beschränken, weil sich die Studierenden untereinander austauschen. Deshalb wird unsere Studie als Kohortenvergleich durchgeführt, bei dem alle Studierenden einer Kohorte auf das Material zugreifen bzw. nicht zugreifen können.

Um die Daten aus den zwei nicht-randomisierten Studien aus zwei verschiedenen Semestern dennoch miteinander vergleichen zu können, werden für die Auswertung mittels Propensity Score Matching (Austin, 2011) „statistische Zwillinge“ unter den Teilnehmenden gebildet. Für die Berechnung des Propensity Scores (PS) werden die Angaben aus den Befragungen zum jeweils ersten Messzeitpunkt genutzt und die Teilnehmenden aus der KG mit Teilnehmenden aus der EG anhand des PS gematcht. Durch dieses methodische Vorgehen können eine Reihe von möglichen konfundierenden Variablen kontrolliert und somit belastbarere Ergebnisse in Hinblick auf die Wirksamkeit der Intervention erzielt werden.

Zum ersten Messzeitpunkt werden die wahrgenommene Schwierigkeit der Statistik, der Wert der Statistik und die Statistikkompetenz mit ausgewählten Items des Survey of Attitudes towards Statistics (SATS-36; Schau, Stevens, Dauphinee & Del Vecchio, 1995) erhoben. Ferner wird die Statistikangst mit sechs selbstentwickelten Items (Schützler & Christ, 2019) gemessen. Zusätzlich wird das Selbstkonzept zum Umgang mit digitalen Systemen mit der Subskala

„General“ der ICT Self-Concept Scale (ICT-SC25; Schaufel, Schmidt, Peiffer & Ellwart, 2021) erfasst. Die Befragung beinhaltet außerdem drei Items zur persönlichen Lernstrategie aus Strobl, Leisch, Dittrich, Seiler und Hackensperger (2010) sowie Fragen zu soziodemographischen Merkmalen, der Hochschulzugangsberechtigung und dem Studierendenstatus.

Mit zwei selbstentwickelten Online-Wissenstests im Multiple-Choice-Format werden die Behaltens- und Transferleistungen der Teilnehmenden bzgl. der behandelten Themen erfasst. Die Datenerhebung erfolgt zu je drei Messzeitpunkten im Sommersemester 2022 (KG) und dem Wintersemester 2022/2023 (EG).

Die geplanten Shiny-Apps sollen fünf Themen des Curriculums behandeln: (a) Stichprobenverteilungen, (b) t-Test, (c) Konfidenzintervalle, (d) Poweranalyse und (e) Effektgrößen. Für (a) und (b) wurden bereits funktionsfähige Apps programmiert, die im Folgenden kurz vorgestellt werden. Jede App wird durch Aufgabenstellungen didaktisch in das Lehrkonzept eingebunden.

Die Shiny-App „Stichprobenverteilungen“ soll die Exploration ausgewählter theoretischer Stichprobenverteilungen ermöglichen (Abbildung 1). Je nach Verteilung lassen sich verschiedene Parameter einstellen und eine Grafik der Dichtefunktion anzeigen. Unter Vorgabe von Werten auf der X-Achse bzw. Quantilen können Berechnungen durchgeführt werden. Mit der Shiny-App „t-Test“ lassen sich t-Tests anhand von Beispieldaten eines fiktiven Datensatzes berechnen (Abbildung 2). Die Einstellungsmöglichkeiten des Hypothesentests umfassen etwa Art der Testung, Variablen, postulierter Wert, Richtung der Alternativhypothese und das Konfidenzlevel. Das Ergebnis wird grafisch und mit den üblichen Kennwerten dargestellt.

Beide Shiny-Apps setzen auf Entwicklungen an der California Polytechnic State University auf (Doi, Potter, Wong, Alcaraz & Chi, 2016). Alle Erweiterungen der Funktionalität und Optimierungen der Benutzeroberfläche wurden vom Erstautor dieses Tagungsbeitrages implementiert.

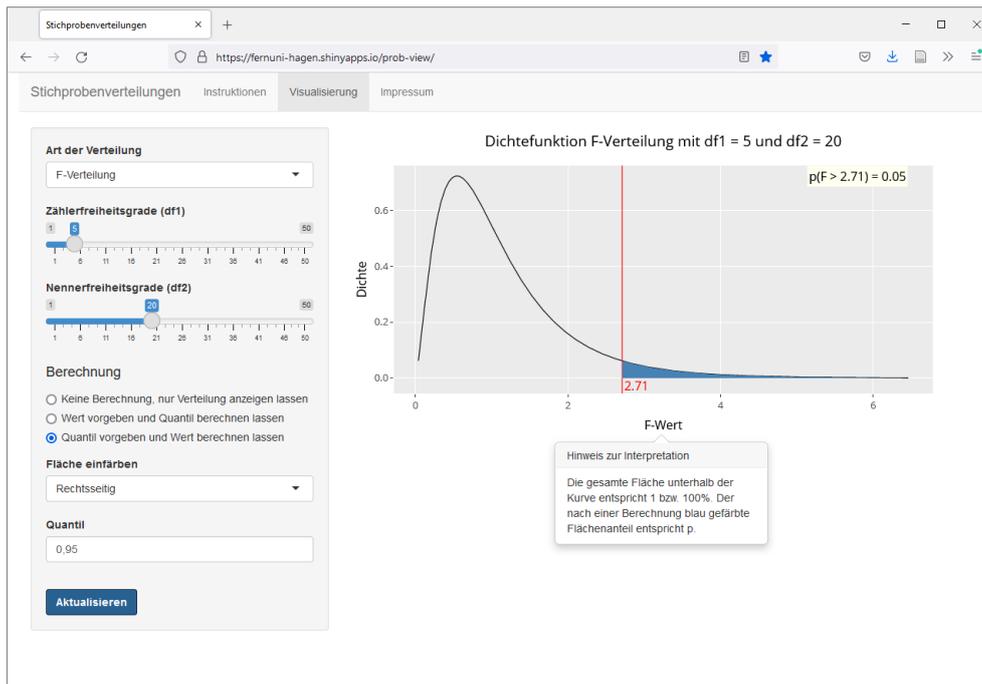


Abbildung 1. Shiny-App zur Exploration von Stichprobenverteilungen

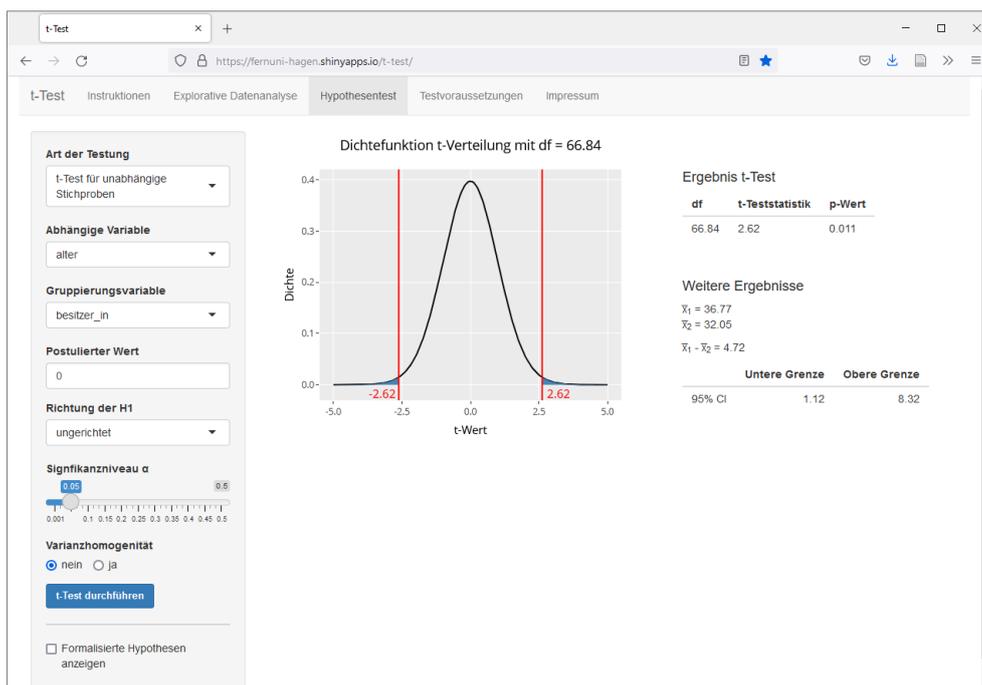


Abbildung 2. Shiny-App zur Berechnung von t-Tests

Erwartete Ergebnisse

Mit diesem Evaluationskonzept soll erfasst werden, inwiefern das Statistik-Modul von der Einführung interaktiver Tutorials (Shiny-Apps) profitiert. Aufgrund einer tieferen Verarbeitung der statistischen Themen wird erwartet, dass sich die Leistungen der Studierenden

in den Wissenstests zwischen den beiden Kohorten unterscheiden (primärer Outcome). Weiter erwarten wir auch Unterschiede (sekundärer Outcome) zwischen den Kohorten hinsichtlich der subjektiven Beurteilungen, d.h. der wahrgenommenen Schwierigkeit, Statistikkompetenz und Statistikangst. Geprüft werden soll auch, ob eventuelle Veränderungen im Zeitverlauf (zwischen den Messzeitpunkten) zwischen den Kohorten variieren. Durch anschließende Moderatoranalysen wird untersucht, ob eine differentielle Wirksamkeit der Interventionen vorliegt. Aus Befragungen zur Verständlichkeit, Bedienbarkeit und Nützlichkeit der von uns dargebotenen Shiny-Apps sollen Erkenntnisse zur weiteren Optimierung gewonnen werden.

Diskussion und Ausblick

Das Projekt „DIStaM“ verfolgt zwei Ziele. Einerseits soll die Digitalisierung der Methodenausbildung im Studiengang Psychologie vorangetrieben werden. Shiny-Apps bieten hier die Möglichkeit, interaktive Anwendungen leicht erstellen, modifizieren und erweitern zu können. Weil alle verfügbaren R-Pakete genutzt werden können, ist der Funktionsumfang von Shiny-Apps deutlich größer, als es vergleichbare interaktive Inhalte auf Grundlage von Java oder JavaScript wären. Mit einem Quasi-Experiment mit Kontroll- und Experimentalgruppe wird erfasst, ob und welche Vorteile solche interaktiven Anwendungen für das Studium der Statistik haben. Das Projekt leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Forschung der Psychologiedidaktik und der universitären Methodenausbildung.

Das zweite große Ziel ist die Hochschulentwicklung und die Etablierung eines neuen Angebots in einem Studiengang. Hier zeigt sich, dass es anspruchsvoller ist, eine leistungsfähige technische Infrastruktur aufzubauen, als anfangs gedacht. Anstatt eine eigene Infrastruktur aufzubauen, wird nun auf ein externes Hostingangebot zurückgegriffen, um die Shiny-Apps auch großen Studierendenkohorten anbieten zu können. Auch der Wissenstransfer in die Fakultät und damit die breite Nutzung des Angebots darf nicht unterschätzt werden.

Nach Abschluss aller Erhebungen Anfang 2023 werden die Ergebnisse der Evaluationsstudie ausgewertet und anschließend veröffentlicht. Daraus lassen sich Empfehlungen für die Methodenlehre an der FernUniversität und anderen Hochschulen ableiten.

Literatur

- Austin, P. C. (2011). An Introduction to Propensity Score Methods for Reducing the Effects of Confounding in Observational Studies. *Multivariate Behavioral Research*, 46(3), 399-424. <https://doi.org/10.1080/00273171.2011.568786>
- Doi, J., Potter, G., Wong, J., Alcaraz, I. & Chi, P. (2016). Web Application Teaching Tools for Statistics Using R and Shiny. *Technology Innovations in Statistics Education*, 9(1). <https://doi.org/10.5070/T591027492>
- Fawcett, L. (2018). Using Interactive Shiny Applications to Facilitate Research-Informed Learning and Teaching. *Journal of Statistics Education*, 26(1), 2-16. <https://doi.org/10.1080/10691898.2018.1436999>
- Hagtvedt, R., Jones, G. T. & Jones, K. (2007). Pedagogical Simulation of Sampling Distributions and the Central Limit Theorem. *Teaching Statistics*, 29(3), 94-97. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.2007.00270.x>
- Lane, D. M. & Tang, Z. (2000). Effectiveness of Simulation Training on Transfer of Statistical Concepts. *Journal of Educational Computing Research*, 22(4), 383-96. <https://doi.org/10.2190/W9GW-5M9C-UQVT-1E0R>
- Macher, D., Paechter, M., Papousek, I. & Ruggeri, K. (2012). Statistics anxiety, trait anxiety, learning behavior, and academic performance. *European Journal of Psychology of Education*, 27(4), 483-498. <https://doi.org/10.1007/s10212-011-0090-5>
- Mutz, R. & Daniel, H.-D. (2013). University and student segmentation: Multilevel latent-class analysis of students' attitudes towards research methods and statistics. *British Journal of Educational Psychology*, 83(2), 280-304. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02062.x>
- Onwuegbuzie, A. J. (2004) Academic procrastination and statistics anxiety. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29(1), 3-19. <https://doi.org/10.1080/0260293042000160384>
- Onwuegbuzie, A. J. & Wilson, V. A. (2003). Statistics Anxiety: Nature, etiology, antecedents, effects, and treatments--a comprehensive review of the literature. *Teaching in Higher Education*, 8(2), 195-209. <https://doi.org/10.1080/1356251032000052447>
- R Core Team (2022). *R: A language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Verfügbar unter: <https://www.R-project.org>
- Schau, C., Stevens, J., Dauphinee, T. L. & Del Vecchio, A. (1995). The development and validation of the Survey of Attitudes Toward Statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 55(5), 868-875. <https://doi.org/10.1177/0013164495055005022>

- Schauffel, N., Schmidt, I., Peiffer, H. & Ellwart, T. (2021). Self-concept related to information and communication technology: Scale development and validation. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100149. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100149>
- Schützler, L. & Christ, O. (2019). *Fear and loathing in statistics: Assessment of attitudes toward statistics and statistics anxiety in B. Sc. Psychology students at a German distance teaching university*. Unveröffentlichtes Manuskript, FernUniversität in Hagen.
- Strobl, C., Leisch, F., Dittrich, C., Seiler, C. & Hackensperger, S. (2010). Measurement and Predictors of a Negative Attitude towards Statistics among LMU Students. In T. Kneib & G. Tutz (Hrsg.), *Statistical Modelling and Regression Structures: Festschrift in Honour of Ludwig Fahrmeir* (S. 217-230). Heidelberg: Physica.
https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2413-1_12