

Marvin Rost<sup>1</sup>  
David Buschhüter<sup>2</sup>  
Tina Grottke<sup>1</sup>  
Philipp Möhrke<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Humboldt-Universität zu Berlin  
<sup>2</sup>Universität Potsdam  
<sup>3</sup>Universität Konstanz

## **Entwicklung eines Workflows für quantitative Datenauswertungen in R für die MINT-Didaktiken**

### **Problemstellung und Zielformulierung**

MINT-didaktische Forschung mit dem Anspruch auf Reproduzierbarkeit, Transparenz und Quantifizierbarkeit ist ohne eine elektronisch zu verarbeitende Datengrundlage – auch abseits von Large-Scale-Assessments – nicht durchführbar. Im Gegenteil: Diese Aspekte werden als Qualitätsmerkmale per Pre-Registering, in der Nutzung von Datenrepositorien und Open-Source-Software oder über systematischen Re-Analysen für größere und kleinere Forschungsprojekte zukünftig eine immer wichtigere Rolle spielen. Gleichzeitig stehen Early-Career-Researcher einer nicht systematisierten Fülle von Angeboten gegenüber, um Kenntnisse und Fähigkeiten zum Umgang mit Daten bzw. zu angewandter Statistik und deren Umsetzung in entsprechender Software erlernen und einüben zu können. Folgend sind übliche Formate solcher Angebote aufgeführt und kommentiert.

- Workshops im Rahmen von Konferenzen oder Summer Schools bieten gute Übersichten, meistens fehlt aber die Zeit für individualisierte Lösungsansätze.
- Lehrbücher sind stark systematisiert und hervorragend für das konzeptuelle Verständnis geeignet. Selbst wenn sie mit Anwendungen in freier Software und entsprechenden Datensätzen ausgestattet sind, fehlt es allerdings je nach Software-Paket an schrittweiser Führung durch die einzelnen Parameter und Outputs – als positives Gegenbeispiel sei hier auf Paek & Cole (2020) hingewiesen. Zudem sind die Werke häufig in englischer Sprache verfasst, was für deutschsprachige Anfänger\*innen den Zugang weiter erschwert.
- Fachartikel zu entsprechenden Methoden oder Workflows sind ebenfalls überwiegend englischsprachig und enthalten wichtige, aber in der Regel für Einsteiger\*innen kaum deutbare mathematische Herleitungen, die meist wenig verknüpft mit den individuellen Bedürfnissen zur Datenverarbeitung und -analyse dargestellt werden. Ein Beispiel ist die Gegenüberstellung verschiedener Parameterschätzmethoden aus der Item Respons Theorie in Johnson (2007).
- Die Open-Source-Community der Statistik-Software R ist hervorragend vernetzt (The R Foundation for Statistical Computing) und die so genannten Pakete sind auf zusammenfassenden Websites wie *R Package Documentation* oder *RDocumentation* dokumentiert. Zudem liegen praktisch alle Quell-Codes von R-Paketen auf öffentlich zugänglichen Online-Plattformen zur Einsicht vor und sind oft mit Codebeispielen hinterlegt. Dies ist essentiell, damit die Nachvollziehbarkeit und Transparenz der in den Paketen implementierten Funktionen (bspw.: Berechnung des arithmetischen Mittels) gewährleistet ist. Die erzeugten Output-Werte werden aber – aufgrund der diversen Projekt- und Analyseziele der Autor\*innen – nicht kommentiert und darüber hinaus auch nicht aus Perspektive MINT-didaktischer Forscher\*innen gedeutet oder eingeordnet.

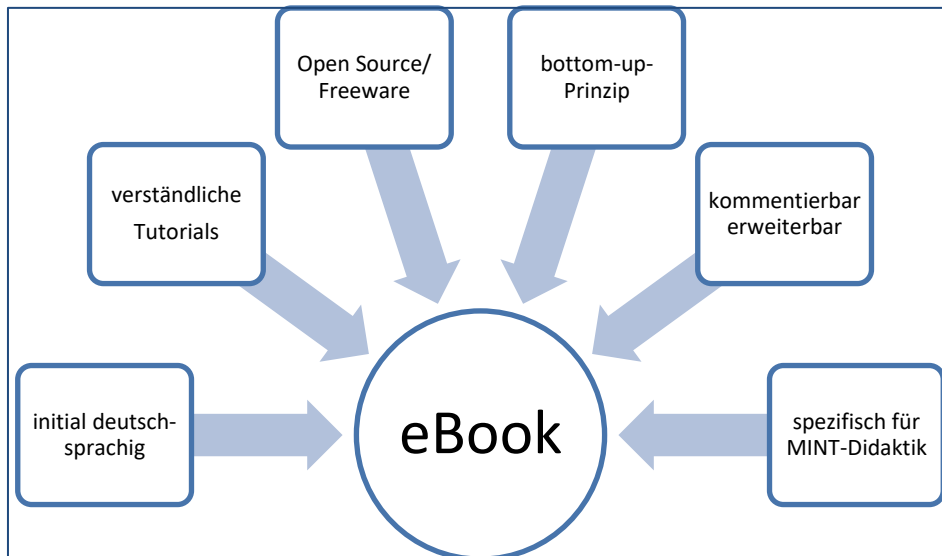


Abb. 1: Identifizierte Anforderungen an ein zukunftsfähiges, digitales Nachschlagewerk für die Datenanalyse in der MINT-didaktischen Community.

Diese Sachlage birgt ein wesentliches Problem: Wenn jede\*r Forscher\*in immer wieder mosaikartig einen individuellen Workflow zusammenträgt, obwohl eben solche schon vielfach vorliegen, dann geht unnötig wertvolle Zeit und Mühe verloren, um Arbeitsschritte zu entwickeln, die bereits vorhanden sind. Es scheint also geboten, die vielfältigen Erfahrungen, Kenntnisse und Fähigkeiten einer aktiven Community zusammenzutragen, um neuen Mitgliedern eine Einstiegshürde aus dem Weg zu räumen und den Etablierten einen Raum zum gegenseitigen Austausch in dieser Facette von Forschung zu eröffnen. Wir schlagen vor, solch einen Raum in Form eines permanent revidierbaren Sammelbands zu realisieren. Besonders wünschenswert wäre es, wenn frisch promovierte Forscher\*innen sich mit ihren noch präsenten Workflows einbringen würden. Abbildung 1 zeigt die aus der Problemlage identifizierten Anforderungen an solch ein Projekt.

### Geplantes Vorgehen

Die Beiträge für den Sammelband sollen nicht top-down von den Initiator\*innen recherchiert und zusammengefügt werden. Vielmehr wird, im Sinne des Open-Source-Gedankens in der freien Softwareentwicklung, auf eine gemeinschaftliche Beteiligung gesetzt. Jede\*r kann in ihrem/seinem individuellen Rahmen teil an Aufbau und Erweiterung haben. Das kann durch das Verfassen eines ganzen Kapitels zu einer statistischen Analyse geschehen, aber auch durch Verbesserungsvorschläge via Kommentierung. Wir laden herzlich zu Beiträgen in diesem Sinne ein! Neben der Darstellung von Skripten und der Diskussion von Verbesserungsvorschlägen, kann auch eine konzeptuelle Diskussion über die Relevanz und fachliche Richtigkeit der Analysemethoden in Bezug auf MINT-didaktische Forschung stattfinden. In diesem Rahmen können auch Kurzbeiträge zu Fehlvorstellungen oder typischen Fehlinterpretationen publiziert werden. Hier sind insbesondere solche Beiträge interessant, die Fehler oder fachlich unangemessene Vorstellungen diskutieren, welche insbesondere bei Anfänger\*innen häufig anzutreffen sind.

Die verwendeten Tools für die Erstellung des Buches sind:

- Das Format *rmarkdown* (<https://rmarkdown.rstudio.com>), in dem der Rohtext des Online-Dokuments verfasst wird und das eine direkte Einbindung von Datenauswertung in eine Umgebung zur Textformatierung erlaubt. Es ist leicht zu erlernen und macht die Erstellung und die Erweiterung des Dokuments nachvollziehbar und automatisierbar.
- Die *rmarkdown*-Dokumente werden im *bookdown*-Format zu einem ebook zusammengeführt (Xie, 2020).
- Die Dokumenterstellung und -zusammenführung wird kombiniert mit der Entwicklungsplattform *GitHub* (<https://github.com>). Diese erlaubt, neben der Reproduzierbarkeit der Arbeitsschritte, auch nicht-codebasierte Beiträge durch eine Kommentarfunktion (sog. Issues).

Auf diese Weise können reine Textbeiträge ebenso geteilt werden, wie kommentierter Code.

### Aktueller Stand

Ein Beispielkapitel für dieses Projekt ist bereits entworfen und steht ab sofort für Erweiterungen und Anmerkungen zur Verfügung. Dieses Kapitel behandelt eine Einführung in die Nutzung des Pakets TAM (Robitzsch, Kiefer & Wu, 2020) für erste Rasch- bzw. IRT-Analysen. Darüber hinaus sind zwei prototypische Kurzbeiträge erstellt worden.

Zum aktuellen Zeitpunkt werden größere Beiträge als Buchkapitel oder Kapitelabschnitte mit den Beitragenden als Autor\*innen und den Projektinitiator\*innen als Herausgeber\*innen geführt. Kleinere Beiträge, wie die oben genannten Beiträge zu Fehlvorstellungen werden in zusätzlicher Absprache mit den Herausgebenden gewürdigt. Weitere Personen, die gern zu diesem Buch beitragen, Ihre Workflows zu einem weiteren Thema teilen wollen oder Verbesserungsvorschläge zu bereits vorliegenden Teilen haben, sind herzlich eingeladen sich das Buch unter <https://dbuschhue.github.io/P4-Workflow> anzusehen und sich auf dem GitHub-Repository unter <https://github.com/dbuschhue/P4-Workflow> zu beteiligen.

### Referenzen

- Johnson, M. S. (2007). Marginal Maximum Likelihood Estimation of Item Response Models in R. *Journal of Statistical Software*, 20 (10).
- Paek, I. & Cole, K. (2020). *Using R for item response theory model applications*. Abingdon, Oxon: Routledge.
- R Package Documentation. A comprehensive index of R packages and documentation from CRAN, Bioconductor, GitHub and R-Forge*. Verfügbar unter <https://rdrr.io/>
- RDocumentation*. Verfügbar unter <https://www.rdocumentation.org/>
- Robitzsch, A., Kiefer, T. & Wu, M. (2020). TAM: Test Analysis Modules (Version 3.5-19) [Computer software]. Verfügbar unter <https://CRAN.R-project.org/package=TAM>
- The R Foundation for Statistical Computing. *Comprehensive R Archive Network (CRAN)*. Verfügbar unter <https://cran.r-project.org/>
- Xie, Y. (2020). *bookdown. Authoring Books and Technical Documents with R Markdown*. Verfügbar unter <https://bookdown.org/yihui/bookdown/>