



Mathematik für Wirtschaftswissenschaften: Herausforderungen und Lösungsstrategien in Großlehrveranstaltungen

Achim Zeileis

<http://eeecon.uibk.ac.at/~zeileis/>

Rahmenbedingungen

Modul: Mathematik.

- Pflichtkurs im 1. Semester *Wirtschaftswissenschaften* bzw. *Internationale Wirtschaftswissenschaften*.
- Bei Curriculumsänderung (2012/13): Über 1,500 Studierende pro Semester.
- Derzeit: 500 bis 1,000 Studierende pro Semester.
- 3-stündige Vorlesung (450 Plätze pro VO) und 1-stündige Übung (150 Plätze pro VU, prüfungsimmanent).
- Parallel: 1–3 VOs und 4–8 VUs mit unterschiedlichen Lehrveranstaltungsleiter/inne/n.
- Koordiniert durch das Institut für Statistik.

Herausforderungen

- ➊ **Homogenisierung/Ausbau der Mathematikkennnisse** aus der Schule und Vorbereitung auf ein erfolgreiches Studium der Wirtschaftswissenschaften.
- ➋ **Individuelle Gestaltbarkeit** der Auseinandersetzung mit den Inhalten hinsichtlich:
 - *Lerntempo* (z.B. Zahl der gerechneten Aufgaben pro Tag),
 - *Ort* (Hörsaal versus Couch zu Hause),
 - *Zeitpunkt* (z.B. für berufstätige Studierende oder Eltern),
 - *Bedarf* (z.B. intensiver in Themenbereichen, die aus der Schule nicht oder nicht so gut bekannt sind).
- ➌ **Rahmenbedingungen bzgl. Didaktik/Leistungsfeststellung** sicher stellen. Insbesondere:
 - Transparente Kommunikation der Prüfungsanforderungen,
 - laufendes individuelles Feedback,
 - genügend Raum für Fragen.

Herausforderung 1: Mathematikkennntnisse

Strategie: Verwendung eines Standardlehrbuchs, das Maturastoff wiederholt und ausbaut.

Lehrbuch: *Mathematik für Wirtschaft und Management* von Walter Böhm & Helmut Strasser. Grundlage des Mathematikurses an der WU Wirtschaftsuniversität Wien.

Inhalte:

- Analysis,
- Finanzmathematik,
- Grundlagen der linearen Algebra,
- Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Herausforderung 2: Individuelle Gestaltbarkeit

Strategie: Aufbau umfangreicher Ressourcen auf der OLAT-Lernplattform insbesondere für unterschiedliche Wege zu

- *Vorlesungsinhalte:* PDF-Folien, Livestream, Screencasts.
- *Übung/Tests:* Musteraufgaben, Onlinetests, Selbsttests, Probeklausuren.
- *Kommunikation:* Diskussionsforen für Administratives und Inhalt.

OLAT-Kurs: Mathematik (Sowi).

Frei zugänglich für alle mit UIBK-Zugang zu OLAT.

<https://lms.uibk.ac.at/url/RepositoryEntry/3051978752>

Herausforderung 3: Didaktik/Leistungsfeststellung

Strategie: Aufbau eines umfangreichen Aufgabenpools, der allen Teilen des Moduls zugrunde liegt.

- Vorlesung vs. Übung vs. Test/Klausur.
- Mit vs. ohne detaillierte Musterlösung.
- Onlinetest (OLAT) vs. Live-Quiz (ARSnova) vs. schriftliche Klausur (Druck von PDFs mit automatischer Auswertung).
- Numerisch vs. Single-Choice vs. Multiple-Choice.
- Fixe Aufgabenstellung vs. zufällige Erzeugung von konkreten Zahlenbeispielen.

Umsetzung

Grundsätzlich: Nur möglich, weil alle Mitglieder des Instituts gemeinsam an dem Modul gearbeitet habe – von allen Habilitierten über Doktorand/inn/en bis zu studentischen Mitarbeiter/inne/n.

Vorlesung:

- Skriptum: Übernahme von WU-Skriptum.
- Folien: Gemeinsame Erarbeitung durch Habilitierte auf Basis von WU-Unterlagen.
- Livestream: Leicht nutzbares Angebot von ZID/Neue Medien und Koordinatorin Ulrike Hugl.
- Screencasts: VO wurde einmal virtuell angeboten und LV-Leiterin (Janette Walde) hat über das Semester hinweg die Videos am Rechner zu Hause produziert.

Umsetzung

Aufgabenpool:

- Entwicklung des Pakets *exams* für die Statistiksoftware R, das die Erzeugung von Tests/Klausuren/usw. übernimmt.
- Jede Aufgabe ist eine einzelne Textdatei mit Formatierung via Markdown oder \LaTeX .
- Aufgaben können durch R-Code dynamisch erzeugte Zahlen, Textbausteine, Grafiken, Tabellen, usw. verwenden.
- Mögliche Ausgabeformate: QTI 1.2 (u.a. OLAT), QTI 2.1 (u.a. ONYX), Moodle, PDF, HTML, LOPS (UIBK-Prüfungsserver), ARSnova, Blackboard, TCExam.
- Open-Source-Software.

Umsetzung

Didaktik/Leistungsfeststellung:

- Freiwillige Musteraufgaben und Selbsttests in OLAT (mit bzw. ohne detaillierten Lösungsweg).
- Live-Quiz (Single-Choice) in ARSnova als Teil der VU.
- Wöchentliche Onlinetests in OLAT: Von Montag bis Donnerstag. Numerische und Multiple-Choice-Aufgaben mit zwei Eingabeversuche pro Aufgabe. Diskussionsmöglichkeit im Forum.
- Schriftliche Klausuren in der Olympiaworld: Single-Choice mit Minuspunkten für falsche Antworten. Gleiche Aufgabengruppen aber individuelle Variation jeder Frage. Automatisches Scannen auf normalen Kopierern, Bekanntgabe der Ergebnisse über Massenbewertung in OLAT.

Demonstration

Aufgaben:

- Multiple-Choice-Frage zu Allgemeinwissen über die Schweiz.
- Single-Choice-Frage zum grossen Einmaleins mit zufälligen Zahlen.
- Numerische Frage zur Formel des Pythagoras mit zufälligen Zahlen und Grafik zur Lösung sowie \LaTeX für Formeln.

Formate:

- Live-Quiz in ARSnova.
- Onlinetest in OLAT.
- Schriftliche Klausur als PDF (automatisch auswertbar).

Demonstration: Schweiz.Rmd

Textdatei: Mit drei Abschnitten `Question`, `Solution` (optional), und `Metainformation`.

Demonstration: Schweiz.Rmd

Textdatei: Mit drei Abschnitten Question, Solution (optional), und Metainformation.

Question

=====

Welche der folgenden Aussagen über die Schweiz sind richtig?

Answerlist

- * Zürich ist die Hauptstadt der Schweiz.
- * Italienisch ist eine Amtssprache in der Schweiz.
- * Die Währung in der Schweiz ist der Euro.
- * Die Schweiz ist Mitglied in der Europäischen Union.
- * Der Schweizer Nationalfeiertag ist der 1. August.

Demonstration: Schweiz.Rmd

Solution

=====

Answerlist

- * Falsch. Es gibt keine de jure Hauptstadt aber die de facto Hauptstadt ist Bern.
- * Richtig. Die Amtssprachen sind: Deutsch, Französisch, Italienisch, Rätoromanisch.
- * Falsch. Die Währung ist der Schweizer Franken.
- * Falsch. Die Schweiz ist Mitglied des Schengen Abkommens aber nicht der EU.
- * Richtig. Die Gründung der Alten Eidgenossenschaft wird auf den 1. August 1291 datiert.

Demonstration: Schweiz.Rmd

Solution

=====

Answerlist

- * Falsch. Es gibt keine de jure Hauptstadt aber die de facto Hauptstadt ist Bern.
- * Richtig. Die Amtssprachen sind: Deutsch, Französisch, Italienisch, Rätoromanisch.
- * Falsch. Die Währung ist der Schweizer Franken.
- * Falsch. Die Schweiz ist Mitglied des Schengen Abkommens aber nicht der EU.
- * Richtig. Die Gründung der Alten Eidgenossenschaft wird auf den 1. August 1291 datiert.

Meta-information

=====

exname: Allgemeinwissen Schweiz
extype: mchoice
exsolution: 01001
exshuffle: TRUE

Demonstration: Produkt.Rmd

```
```{r, echo = FALSE, results = "hide"}  
a <- sample(2:9, 1)
b <- sample(12:19, 1)
sol <- a * b
```

```
err <- outer(2:9, 12:19, "*")
err <- sample(err[err != sol], 4)
```
```

Question

=====

Berechne `r a` mal `r b`.

```
```{r, echo = FALSE, results = "asis"}  
answerlist(c(sol, err), markup = "markdown")
```
```

Solution

=====

Das Produkt kann so berechnet werden:

$\text{'r a'} * 10 + \text{'r a'} * \text{'r b} - 10 = \text{'r a'} * 10 + \text{'r a'} * (b - 10) = \text{'r sol'}$.

Meta-information

=====

exname: Grosses Einmaleins

extype: schoice

exsolution: 10000

exshuffle: TRUE

Demonstration: Produkt.Rmd

```
```{r, echo = FALSE, results = "hide"}  
a <- sample(2:9, 1)
b <- sample(12:19, 1)
sol <- a * b
```

```
err <- outer(2:9, 12:19, "*")
err <- sample(err[err != sol], 4)
```
```

Question

=====

Berechne `r a` mal `r b`.

```
```{r, echo = FALSE, results = "asis"}  
answerlist(c(sol, err), markup = "markdown")
```
```

Solution

=====

Das Produkt kann so berechnet werden:

$\text{'r a'} * 10 + \text{'r a'} * \text{'r b} - 10 = \text{'r a'} * 10 + \text{'r a'} * (b - 10) = \text{'r sol'}$.

Meta-information

=====

exname: Grosses Einmaleins

extype: schoice

exsolution: 10000

exshuffle: TRUE

Demonstration: Produkt.Rmd

```
```{r, echo = FALSE, results = "hide"}  
a <- sample(2:9, 1)
b <- sample(12:19, 1)
sol <- a * b
```

```
err <- outer(2:9, 12:19, "*")
err <- sample(err[err != sol], 4)
```
```

Question

=====

Berechne `r a` mal `r b`.

```
```{r, echo = FALSE, results = "asis"}  
answerlist(c(sol, err), markup = "markdown")
```
```

Solution

=====

Das Produkt kann so berechnet werden:

$\text{'r a'} * 10 + \text{'r a'} * \text{'r b} - 10 = \text{'r a'} * 10 + \text{'r a'} * (b - 10) = \text{'r sol'}$.

Meta-information

=====

exname: Grosses Einmaleins

extype: schoice

exsolution: 10000

exshuffle: TRUE

Demonstration: Produkt.Rmd

```
```{r, echo = FALSE, results = "hide"}  
a <- sample(2:9, 1)
b <- sample(12:19, 1)
sol <- a * b
```

```
err <- outer(2:9, 12:19, "*")
err <- sample(err[err != sol], 4)
```
```

Question

=====

Berechne `r a` mal `r b`.

```
```{r, echo = FALSE, results = "asis"}  
answerlist(c(sol, err), markup = "markdown")
```
```

Solution

=====

Das Produkt kann so berechnet werden:

$\text{'r a'} * 10 + \text{'r a'} * \text{'r b} - 10 = \text{'r a'} * 10 + \text{'r a'} * (b - 10) = \text{'r sol'}$.

Meta-information

=====

exname: Grosses Einmaleins

extype: schoice

exsolution: 10000

exshuffle: TRUE

Demonstration: Produkt.Rmd

```
```{r, echo = FALSE, results = "hide"}  
a <- sample(2:9, 1)
b <- sample(12:19, 1)
sol <- a * b
```

```
err <- outer(2:9, 12:19, "*")
err <- sample(err[err != sol], 4)
```
```

Question

=====

Berechne `r a` mal `r b`.

```
```{r, echo = FALSE, results = "asis"}  
answerlist(c(sol, err), markup = "markdown")
```
```

Solution

=====

Das Produkt kann so berechnet werden:

$\text{'r a'} * 10 + \text{'r a'} * \text{'r b} - 10 = \text{'r a'} * 10 + \text{'r a'} * (b - 10) = \text{'r sol'}$.

Meta-information

=====

exname: Grosses Einmaleins

extype: schoice

exsolution: 10000

exshuffle: TRUE

Demonstration: Produkt .Rmd nach R-Bearbeitung

Question

=====

Berechne 5 mal 14.

Answerlist

- * 70
- * 104
- * 108
- * 39
- * 117

Solution

=====

Das Produkt kann so berechnet werden:

$5 * 10 + 5 * 4 = 50 + 20 = 70.$

Meta-information

=====

exname: Grosses Einmaleins
extype: schoice
exsolution: 10000
exshuffle: TRUE

Zusammenfassung und Ausblick

- Teamarbeit bei Grosslehrveranstaltungen ist das Fundament eines breiten Angebots für die Studierenden.
- Ermöglichung von individuell unterschiedlichen Zugängen zu den Lehrinhalten.
- Roter Faden wird durch flexiblen und dynamischen Aufgabenpool gewährleistet, der in allen Teilen des Moduls eingesetzt wird.
- Komplementierung von ZID-Services (OLAT, ARSnova, Livestream) durch frei verfügbares R-Paket *exams*.
- Weiterentwicklungen: Grafisches Benutzerinterface und automatisiertes Reporting für Lehrveranstaltungsleiter (Rasch-Modellierung, Clusteranalyse, ...).
- Bei Interesse: Bitte Kontakt aufnehmen.

Referenzen

Böhm W, Strasser H (2010). *Mathematik für Wirtschaft und Management – Einführungsskriptum für Studierende von wirtschaftswissenschaftlichen Studienrichtungen*, 4. Auflage, Management Book Service, Wien.

Grün B, Zeileis A (2009). “Automatic Generation of Exams in R.” *Journal of Statistical Software*, **29**(10), 1–14. doi:10.18637/jss.v029.i10

Zeileis A, Umlauf N, Leisch F (2014). “Flexible Generation of E-Learning Exams in R: Moodle Quizzes, OLAT Assessments, and Beyond.” *Journal of Statistical Software*, **58**(1), 1–36. doi:10.18637/jss.v058.i01

Zeileis A, Grün B, Leisch F, Umlauf N (2015). *exams: Automatic Generation of Exams in R*. R package version 2.1-0/r798.

URL <http://R-Forge.R-project.org/projects/exams/>