

Susanne PODWORNÝ, Paderborn

Mit TinkerPlots vom einfachen Simulieren zum informellen Hypothesentesten

Einführung

TinkerPlots™ ist eine in den USA entwickelte und von in der AG Biehler übersetzte Datenanalyse- und Simulationssoftware für den Stochastikunterricht der Klassen 3 – 8 (Projekt TinkerPlots.de: <http://lama.uni-paderborn.de/personen/rolf-biehler/projekte/tinkerplots.html>). Im Folgenden wird von einer Lehrveranstaltung berichtet, in der die Software durchgängig zur Simulation eingesetzt wird.

Rahmenbedingungen

In der Stochastik finden sich viele Anwendungsaufgaben mit Alltagsbezug. Diese sind häufig interessant, jedoch oft schwierig formal zu berechnen. Aus diesem Grund wird hier der Ansatz des Informal Inferential Reasoning verfolgt (z. B. Zieffler et al., 2008, Garfield & Ben-Zvi, 2008), bei dem die formalen Berechnungen hier durch Simulation ersetzt werden. Simulationen können zusätzliches Verständnis der stochastischen Inhalte aufbauen (Konold, Harradine und Kazak, 2007) und sind somit gut geeignet, den Lernprozess zu unterstützen (Biehler & Maxara, 2007).

Im Wintersemester 2012/2013 findet die Lehrveranstaltung „Mit Simulationen komplexe Probleme verstehen und lösen“ als fachwissenschaftliches Vertiefungsseminar an der Universität Paderborn für Studierende des Fachs Mathematik für Grund,- Haupt,- Real- und Gesamtschulen statt. Studierende sollen hierin befähigt werden, stochastische Aufgaben mit Hilfe von Simulationen mit der Software TinkerPlots eigenständig zu bearbeiten und zu verstehen. Das Themenspektrum reicht dabei von einfachen Anwendungsaufgaben bis hin zu Aufgaben der beurteilenden Statistik. Zu diesem Seminar gab es im Wintersemester 2010/2011 eine Vorstudie und im Sommersemester 2012 einen ersten Durchlauf. Zur weiteren Auswertung liegen sämtliche Aufgabenbearbeitungen der Studierenden in Form von TinkerPlotsdateien, Worddateien, handschriftlichen Bearbeitungen und Camtasia-Aufnahmen der Bildschirmaktivitäten vor. Desweiteren gibt es einen Pre- und Posttest zur Erfassung der stochastischen Kompetenz, Portfolios als Leistungsnachweise und Interviewaufnahmen. Das Forschungsinteresse liegt dabei auf zwei Ebenen: erstens auf inhaltlicher Ebene, auf welcher untersucht werden soll, in wie weit nach dem Besuch der Veranstaltung stochastische Kompetenzzuwächse bei den Studierenden zu verzeichnen sind. Zweitens soll auf Werkzeugebene erforscht werden, wie komplexe

Probleme von Studierenden mit der Software TinkerPlots bearbeitet und gelöst werden und ob ein Simulationsplan hilfreich ist.

Die Inhalte der Lehrveranstaltung

Für das Seminar stehen 15 Sitzungen à 90 Minuten zur Verfügung. Diese sind zu fünf inhaltlichen Blöcken unterschiedlichen Umfangs (siehe Tabelle) zusammengefasst und werden nun erläutert.

Sitzung	Inhalt	Thema
1		Organisatorisches; Vortest
2	Block I	Datenanalyse mit TinkerPlots
3	Block II	Probleme lösen mit Simulationen
4		
5		
6		
7	Block III	Genauigkeit und Sicherheit von Simulationsergebnissen
8		
9	Block IV	Stochastische Un-/Abhängigkeit
10		
11	Block V	Beurteilende Statistik
12		
13		
14		
15		Abschluss; Nachtest

Abbildung 1: Übersicht über die Inhalte der Lehrveranstaltung

Die erste und die letzte Sitzung sind jeweils reserviert für den Vor-, bzw. Nachtest und organisatorische Dinge. Der erste Block behandelt das Thema „Datenanalyse mit TinkerPlots“ und umfasst eine Sitzung. Hier geschieht eine Einführung in das Programm und ein Anknüpfen an das, bzw. Verknüpfen mit dem Vorwissen der Studierenden. Von zentraler Bedeutung sind hier die Fragen: Wie werte ich Daten mit TinkerPlots aus? Was ist eine geeignete Darstellung der Daten? Im zweiten Block wird das Thema „Probleme lösen mit Simulationen“ in vier Sitzungen behandelt. Dabei müssen die Studierenden auf zwei Ebenen arbeiten: an den stochastischen Inhalten der gestellten Aufgaben und an den technischen Anforderungen der Software TinkerPlots. Primärziel ist es, hier die Kompetenz für einen adäquaten Umgang mit der Software in vier Sitzungen aufzubauen. Weiter soll erreicht werden, dass das Sprachangebot der Stochastik mit TinkerPlots verknüpft wird und so eine Kommunikation auf Metaebene über TinkerPlots möglich ist. Dazu wird in diesem Block ein graphischer Simulationsplan eingeführt (abrufbar unter: <http://lama.uni-paderborn.de/fileadmin/Mathematik/MathematikDidaktik/Personen/Podworny/Tinker>)

Plots_Simulationsplan.pdf). Mit dem Einsatz des Simulationsplans soll vor allem die Verbalisierung des Simulationsprozesses unterstützt werden und er soll eine einfache Offline-Dokumentation der bearbeiteten Aufgaben ermöglichen. In einer sich an die Lehrveranstaltung anschließenden Interviewstudie wird der Einsatz des Simulationsplans näher untersucht. Die nächsten beiden Sitzungen in Block III haben zum Inhalt das „Schließen aus Stichproben/Genauigkeit und Sicherheit von Simulationsergebnissen“. Ausgehend vom Gesetz der großen Zahl wird hier das $1/\sqrt{n}$ – Gesetz erarbeitet. Für die Genauigkeit von Simulationsergebnissen in Abhängigkeit von der Stichprobengröße werden Faustformeln thematisiert. Der vierte Block umfasst ebenfalls zwei Sitzungen zum Thema „Stochastische Un-/Abhängigkeit“. Diesem Thema wird sich über die Vorstellung von Daten erzeugenden Fabriken genährt (siehe Konold, Harradine, Kazak, 2007). Im ersten Teil wird von Modellen auf Daten geschlossen, also Vorhersagen für Daten gemacht, z. B. beim Mammographietest (ähnlich zum bekannten AIDS-Test). Im zweiten Teil wird von Daten auf zugrunde liegende Modelle geschlossen unter der Fragestellung: Welches Modell passt zu gegebenen Daten? Dabei wird immer wieder die stochastische Unabhängigkeit von Merkmalen diskutiert. Im letzten inhaltlichen Block geht es um Fragen der beurteilenden Statistik. In diesem Block liegt neben dem zweiten Block der inhaltliche Schwerpunkt des Seminars. Am Beginn steht eine Einführung in das Hypothesentesten mit P-Werten am praktischen Beispiel des Musikhörens nach Riemer (2009). Zur Unterstützung werden ein Schema eingesetzt (mit den Schritten: Beobachtung notieren; Nullhypothese aufstellen; Simulieren; Testgröße bestimmen; P-Wert bestimmen; Interpretation) und der Simulationsplan verwendet. Nach ausführlicher Besprechung und weiteren Aufgaben zum P-Wert Testen wird mit Randomisierungstests (Rossmann, 2008) die Lehrveranstaltung inhaltlich beendet.

Zur Akzeptanz des Simulationsplans

Der Simulationsplan verbindet graphische Elemente von TinkerPlots mit auszufüllenden Textfeldern. Es müssen fünf Schritte ausgefüllt und beschrieben werden: 1. Fragestellung, 2. Modellieren, 3. Ereignisse und Zufallsgrößen, 4. Auswerten, 5. Interpretation. Der Einsatz kann dabei auf drei Arten stattfinden, erstens zum Planen einer Simulation (vor einer Simulation), zweitens zur Prozessunterstützung einer Simulation (während einer Simulation) oder drittens zur Dokumentation einer Simulation (nach einer Simulation). Der Frage, in wie weit der Plan bei einer Simulation hilfreich ist, wurde in der Lehrveranstaltung mehrfach nachgegangen. Dabei zeigt sich recht deutlich, dass Studierende den Plan zum Planen, also vor dem eigentlichen Simulieren am PC, ungern einsetzen: 68 % der Teilneh-

mer ($n = 28$) finden ihn an dieser Stelle wenig oder nicht hilfreich. Während einer Simulation zur Prozessunterstützung wird er deutlich positiver bewertet: 64 % der Teilnehmer stimmen zu oder stimmen eher zu, dass er dafür hilfreich ist. Am hilfreichsten wird der Plan für die Dokumentation eingeschätzt: 78 % der Studierenden stimmen zu oder stimmen eher zu, dass der Plan zur Dokumentation hilfreich ist. Erste Einblicke einer Interviewstudie zeigen, dass er vor allem als Offline-Dokumentation geschätzt wird und zu weiteren Reflexionen über die durchgeführte Simulation und die Interpretation der erhaltenen Ergebnisse anregt. Als weiteres Ergebnis lässt sich festhalten, dass 82 % der Studierenden ihn als ausgefülltes Musterbeispiel für weitere Aufgaben sehr hilfreich finden.

Ausblick

Die entwickelten Lernumgebungen werden durch die retrospektive Analyse der Daten weiter optimiert. So wird beispielsweise der Simulationsplan zukünftig nicht mehr zum Planen einer Simulation eingesetzt, sondern stärker als Kommunikations- und Reflexionsunterstützung verwendet. Vor allem das Unterstützungspotential durch den Simulationsplan in Bezug auf die Versprachlichung des gesamten Simulationsprozesses wird detailliert untersucht. Die dazu laufende Interviewstudie mit den Teilnehmern des letzten Seminars ist auf diesen Aspekt fokussiert. TinkerPlots wird auch in den kommenden Semestern weiter an der Universität Paderborn eingesetzt und der Einsatz mit den aus diesem Forschungsprojekt gewonnenen Einsichten optimiert.

Literatur

- Biehler, R., Maxara, C. (2007): Integration von stochastischer Simulation in den Stochastikunterricht mit Hilfe von Werkzeugsoftware. In: *MU Der Mathematikunterricht*, 53(3), 45-61.
- Garfield, J., Ben-Zvi, D. (2008): *Developing Students' Statistical Reasoning*. Springer Science + Business Media B. V.
- Konold, C., Harradine, A. & Kazak, S. (2007): Understanding distributions by modeling them. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 12, 217-230.
- Riemer, W. (2009): Soundcheck: CD contra MP3. Ein Hörtest als Einstieg in die Stochastik. In: *mathematik lehren* 153, 21-23.
- Rossmann, A. (2008): Reasoning about Informal Statistical Inference: A Statistician's View. *Statistics Education Research Journal* 7(2), 5-19.
- Software: TinkerPlots 2.0 (deutsch) (2012). Biehler, R.; Frischmeier, D.; Podworny, S. (unveröffentlichte Betaversion).
- Zieffler, A., Garfield, J., delMas, R., Reading, C. (2008): A Framework To Support Research On Informal Inferential Reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 40-58.