

Eine Lernumgebung zur Entwicklung statistischen Argumentierens¹

JOAN GARFIELD, MINNEAPOLIS, USA UND DANI BEN-ZVI, HAIFA, ISRAEL

¹ aus: *Teaching Statistics* 31 (2009), 3, S. 72–77
Übersetzung: JOACHIM ENGEL, LUDWIGSBURG

Zusammenfassung: Der Aufsatz beschreibt ein Modell für einen interaktiven einführenden Kurs in Statistik, der darauf angelegt ist, statistisches Begründen und Argumentieren zu entwickeln. Das „Statistical Reasoning Learning Environment“ (kurz SRLE) bezieht sich sowohl auf den Unterricht in der Sekundarstufe wie auch auf Kurse im tertiären Bildungsbereich und baut auf der konstruktivistischen Lerntheorie auf.

1 Die Herausforderung Statistik zu lehren und zu lernen

Bildungsforscher, Kognitionspsychologen und Didaktiker aus unterschiedlichsten Disziplinen untersuchen, wie man effektiv Statistik unterrichten kann. Statistische Argumente und Begründungen werden in vielen Disziplinen eingesetzt. Dabei werden Unterrichtende mit einer Vielfalt von interessanten Inhalten und Herausforderungen konfrontiert. Die Mehrheit der jüngeren Forschungen zum Lehren und Lernen von Statistik (siehe Garfield & Ben-Zvi 2007) schlägt dabei Unterrichtsmethoden vor, die sich sehr vom Stil traditioneller Vorlesungen und lehrerzentriertem Unterricht unterscheiden – einer Lehrform, mit der die meisten gegenwärtigen Lehrer von Statistik selbst einmal dieses Gebiet erlernt haben. Die gewohnten Lehrmethoden hinter sich zu lassen und Techniken des aktiven Lernens auszuprobieren, kann eine ziemlich große Herausforderung darstellen. Dieser Aufsatz stellt ein Modell für einen interaktiven, einführenden Statistik-Kurs für die Sekundarstufe wie auch für Kurse auf Kollegstufen- und Hochschulniveau vor, der darauf angelegt ist, Fähigkeiten zum statistischen Begründen und Argumentieren zu entwickeln. Das Modell heißt „Statistical Reasoning Learning Environment“ (kurz SRLE) und baut auf der konstruktivistischen Lerntheorie auf.

2 Aufbau auf Prinzipien der konstruktivistischen Lerntheorie

Entsprechend der konstruktivistischen Lerntheorie lernen Menschen, indem sie Wissen konstruieren anstatt Wissen zu erhalten. Im allgemeinsten Sinne besagt die heutige Sichtweise von Lernen entsprechend der konstruktivistischen Theorie, dass neues

Wissen und Verstehen auf schon existierendem Wissen und den Überzeugungen, die wir schon haben, aufbaut und sich in unseren Erfahrungen begründet (z. B. Cobb 1994; Piaget 1978; Vygotsky 1978). Wir lernen, indem wir handeln: *Learning by doing*. Und wenn wir lernen, verschwindet nicht einfach unser früheres Wissen; es wird vielmehr in das neue Wissen integriert.

In Konsequenz der aktuellen Lerntheorien besteht gute Lehrpraxis darin, Lernumgebungen zu konzipieren, die Lernende dazu stimulieren, ihr Wissen zu konstruieren. Dies geht mit Aktivitäten einher, in denen Lernende vielfältige Gelegenheiten haben, selbst zu denken, zu argumentieren und über ihr eigenes Lernen zu reflektieren. Es schließt auch das gemeinsame Nachdenken und die Diskussion mit den Mitlernenden ein. Es bedeutet nicht, dass der Lehrer niemals seinen Schülern oder Studenten irgendetwas direkt erklären darf. Aber es bedeutet, dass das Lernen verbessert wird, wenn Lehrer dem Wissen und den Überzeugungen, das Lernende zu einer Lernaufgabe mitbringen, volle Aufmerksamkeit schenken und dieses Wissen als einen Ausgangspunkt für neuen Unterricht nutzen. Sobald der Unterricht weiter voranschreitet, wird der Lehrer die sich ändernden Vorstellungen und Einsichten seiner Schüler immer im Blick behalten und in die Gestaltung des weiteren Unterrichts mit einbeziehen.

Es ist gewöhnlich leichter, einen Vortrag vorzubereiten als eine Lernumgebung zu konzipieren, bei der sich Lernende auf Aktivitäten, Diskussionen und kollaborative Projekte – unterstützt durch Technologie – einlassen. Während der erste Ansatz lehrerzentriert ist („Was will ich meinen Schülern erklären?“, „Welche Inhalte will ich abdecken?“ etc.), ist der zweite Ansatz schülerorientiert („Was kann ich tun, um das Lernen der Schüler zu beflügeln?“, „Wie kann ich Schüler veranlassen, z. B. sich auf handlungsorientierte Aktivitäten einzulassen, eigene Argumentationen zu entwickeln, Ideen zu diskutieren oder in Gruppen zusammenzuarbeiten?“ etc.). Gemäß dem letzteren Ansatz ist die Rolle des Lehrers eher die eines Lern-Coaches und Mitlernenden oder eines Vermittlers anstatt desjenigen, der das Wissen in einem lehrerzentrierten Unterricht in die vorausgeplante Richtung kanalisiert.

Das Hauptargument, warum man von einem lehrerzentrierten zu einem schülerzentrierten Ansatz wechseln sollte, besteht darin, dass der zweite Ansatz

Schülern effektiver hilft, ein tieferes Verstehen von Statistik aufzubauen. Es versetzt sie weitaus eher in die Lage, das auf neue, leicht veränderte Situationen zu übertragen, was sie in den vorangegangenen Unterrichtseinheiten oder in der Welt außerhalb des Unterrichts gelernt haben. Ein Problem mit dem Ansatz des Lehrens durch Vortrag besteht darin, dass Schüler dabei selten die Gelegenheit haben, ein tieferes Verständnis von dem, was sie gelernt haben, aufzubauen. Daher neigen sie dazu, das Gelernte schnell wieder zu vergessen, sobald der Lehrgang vorüber ist.

3 SRLE: Statistics Reasoning Learning Environment

Eine Lernumgebung für Statistisches Argumentieren und Begründen (SRLE) ist ein Unterrichtsszenario, dass in Lernenden ein tieferes und bedeutungsvolles Verstehen von Statistik entwickelt und ihnen hilft, ihre Fähigkeit, statistisch zu denken und zu argumentieren. Dieser Ansatz heißt Lernumgebung, weil es eine interaktive Kombination von Textmaterial, Schüleraktivitäten, Diskussionen, Erklärungen und Rückmeldungen unter Nutzung von Technologie ist. Dieses Modell basiert auf sechs Prinzipien der Unterrichtsplanung wie sie von Cobb und McClain (2004) beschrieben wurden.

- a) Konzentration auf die Entwicklung zentraler Ideen der Statistik anstatt Präsentation einer Ansammlung von Werkzeugen und Verfahren.
- b) Einsatz von realen und motivierenden Datensätzen, um Schüler und Studenten zu beflügeln, Vermutungen aufzustellen und zu testen.
- c) Einsatz von Aktivitäten im Unterricht, um die Entwicklung der Argumentationsfähigkeit der Lernenden zu unterstützen.
- d) Integration geeigneter technologischer Hilfsmittel, die es Lernenden ermöglichen, ihre eigenen Vermutungen zu testen, Daten zu explorieren und zu analysieren und ihre statistische Argumentationsfähigkeit zu entwickeln.
- e) Anregung von Gesprächsprozessen unter den Lernenden, die statistische Argumente einschließen, sowie Anregung eines tragfähigen Austauschs, der sich auf zentrale Ideen der Statistik konzentriert.
- f) Einsatz von Leistungs- und Qualitätsmessungen, um Rückmeldungen zu erhalten, was Schüler und Studenten wissen, um die Entwicklung ihres statistischen Lernens im Auge zu behalten und um Unterrichtsplanung und Lernfortschritte zu evaluieren.

a) Konzentration auf die Entwicklung zentraler statistischer Ideen (Inhalt)

Es gibt verschiedene statistische Ideen, von denen wir möchten, dass sie alle Schüler und Studenten auf einem tieferen konzeptionellen Niveau verstehen. Diese Ideen dienen als übergreifende Ziele, an denen sich die Lehre ausrichtet. Sie motivieren und leiten das Lernen. Zu diesen Ideen gehören zum Beispiel Daten, Verteilungen, Zentrum und Variabilität.

Während die meisten Lehrbücher Material in einer Struktur präsentieren, das auf einer logischen Analyse der Inhalte basiert, sehen Lernende den Inhalt oft als eine Sequenz von Werkzeugen und Prozeduren, und sie sehen nicht, wie diese Konzepte zueinander in Beziehung stehen. Zum Beispiel ist das Lernen von Verteilungen, wenn es früh im Lehrgang stattfindet, selten verbunden mit dem später im Kurs behandelten Begriff der Stichprobenverteilung. Garfield und Ben-Zvi (2008) sprechen sich dafür aus, sich auf diese Schlüsselideen und ihre Verbindungen zueinander zu konzentrieren und schlagen Wege vor, diese Ideen durchgehend in einem Lehrgang zu präsentieren, sie in verschiedenen Kontexten wiederaufzusuchen, ihre multiplen Repräsentationen und Beziehungen zueinander zu illustrieren und Lernenden bei der Erkenntnis zu helfen, wie diese Ideen ein unterstützendes Gerüst für statistisches Wissen bilden.

b) Einsatz realer und motivierender Daten

Daten bilden das Herzstück jeglicher statistischer Arbeit, und sie sollten daher den Mittelpunkt für statistisches Lernen bilden (Franklin & Garfield 2006). Durchgehend durch einen Kurs sollen Lernende Methoden der Datenerhebung und der Datenproduktion beachten und im Blick haben, wie diese Methoden die Qualität der Daten und des Typs angemessener Analysen beeinflussen. Interessante Datensätze motivieren Lernende, sich auf Aktivitäten einzulassen, speziell auf solche, die sie auffordern, Vermutungen noch vor der Analyse aufzustellen.

c) Unterrichtsaktivitäten zur Entwicklung der Argumentationsfähigkeit

Ein wichtiger Bestandteil von SRLE ist der Einsatz von sorgfältig geplanten, forschungsbasierten Aktivitäten, die Lernen mittels Zusammenarbeit, Interaktion, Diskussion, Daten und interessanten Problemen voranbringen (z. B. Bransford et al. 2000). Die positiven Effekte von aktivem Lernen sind sowohl für das kurzfristige Meistern, für langfristiges Behalten sowie für ein vertieftes Verstehen des Unterrichtsinhalts nachgewiesen. Sie beziehen sich sowohl auf die

Aneignung von Fähigkeiten zum kritischen Denken und kreativem Problemlösen, unterstützen die Entwicklung positiver Einstellungen zum Unterrichtsgegenstand und fördern das Selbstvertrauen in eigenes Wissen und die eigenen Fähigkeiten.

Es gibt zwei verschiedene Modelle von Unterrichtsaktivitäten in SRLE. Die erste bindet Lernende ein, Vermutungen über ein Problem oder einen Datensatz zu erstellen. Diese Methode beinhaltet, dass Lernende ihre Vermutungen diskutieren, relevante Daten erheben oder sammeln, Technologie einsetzen, um ihre Vermutungen zu prüfen, erhaltene Resultate diskutieren und schließlich die eigenen Aktivitäten und Überlegungen reflektieren. Der zweite Typ von Aktivität basiert auf kooperativem Lernen, wo zwei oder mehr Lernende vorgegebene Fragen diskutieren oder eine Aufgabe als Gruppe bearbeiten. Für weitere Beispiele kooperativen Lernens in Statistik, siehe Roseth et al. (2008).

d) Integration geeigneter technologischer Hilfsmittel

Es gibt eine Vielfalt technologischer Werkzeuge, um Lernende in der Entwicklung ihres Verständnisses und ihres Argumentierens zu unterstützen (z. B. Computer, grafikfähige Taschenrechner, Internet, statistische Software, WebApplets). Lernende brauchen keine Zeit mehr mit dem Durchführen von ermüdenden Berechnungen verschwenden und können sich stattdessen auf wichtigere Aufgaben des Lernens konzentrieren wie geeignete analytische Methoden auszuwählen oder die Resultate darzustellen. Technologische Werkzeuge werden nicht nur genutzt, um Statistiken zu erzeugen, Daten in Graphen darzustellen und Daten zu analysieren, sondern auch, um Lernenden zu helfen, Konzepte zu visualisieren und ein Verständnis von abstrakten Ideen mit Hilfe von Simulationen zu entwickeln.

Für Beispiele von innovativen Werkzeugen und Möglichkeiten, diese Werkzeuge zur Stärkung der Argumentationsfähigkeit zu nutzen, siehe Chance et al. (2007).

e) Gesprächsprozesse unter den Lernenden anregen

Traditioneller Statistikerunterricht kannte wenig Diskussion, sondern gab Information durch lehrerzentrierte Vorträge und eventuell fragenzentriertes Einholen von gezielten Antworten weiter. Dies ist sehr verschieden von der Art des Dialogs, bei dem Schü-

ler und Studenten auf die Fragen der anderen antworten, lernen sich untereinander in Frage zu stellen und Antworten und Argumente zu verteidigen. In SRLE erlaubt der gezielte Einsatz von Aktivitäten und Technologie eine neue Form des Diskurses im Klassenzimmer. Cobb und McClain (2004) beschreiben die Charakteristika eines effizienten Unterrichtsgesprächs, in dem statistische Argumente vorgetragen werden, die erklären, warum die Art der Datenorganisation Einsichten in das untersuchte Phänomen vermittelt; Lernende engagieren sich in nachhaltigem Austausch, der auf bedeutenden statistischen Ideen beruht.

Es kann sehr herausfordernd sein, eine SRLE-Umgebung mit Unterrichtsgesprächen zu entwickeln, die Lernende befähigt, sich auf Diskussionen einzulassen, in denen bedeutende statistische Ideen auftreten und in denen Argumente vorgetragen werden und ihre Bedeutung offen ausgehandelt wird. Einige Vorschläge zur Entwicklung des Unterrichtsgesprächs schließen Folgendes ein:

- Stelle Fragen, die Lernende ermutigen, zu spekulieren und eigenständig zu denken und die nicht notwendigerweise genau eine einzige richtige Lösung haben. Zum Beispiel kann man Lernende fragen, was ein zwingender Anhaltspunkt dafür sein könnte, dass ein Schüler oder Student tatsächlich zwischen zwei Marken derselben Art von Erfrischungsgetränk in einem blinden Geschmackstest unterscheiden kann.
- Fordere Lernende auf, ihre Argumentationen zu begründen und ihre Antworten zu rechtfertigen. Frage dann andere Lernende, ob sie zustimmen oder nicht einverstanden sind und warum.
- Schaffe ein Gesprächsklima, in dem sich Lernende sicher fühlen können, ihre Sichtweise selbst dann auszudrücken, wenn sie noch vorläufig sind. Das kann erreicht werden, wenn der Lehrer seine Schüler bzw. Studenten ermutigt, ihre Vermutungen auszudrücken, wenn er andere Personen im Kurs fragt, diese Vermutungen zu kommentieren und wenn er erlaubt, diese Vermutungen mit Hilfe von Werkzeugen und Software zu testen, anstatt sie gleich zu bewerten und den Lernenden einfach zu sagen, ob sie richtig oder falsch liegen.

Für weitere Informationen und praktische Hinweise über Gesprächsführung, siehe McKeachie und Svinicki (2006).

f) Nutze alternative Formen der Leistungs- und Qualitätsmessung

In den letzten Jahren wurde eine Reihe von alternativen Formen der Qualitätsmessung in Statistikkursen erprobt und eingesetzt. Zusätzlich zu Tests, Hausaufgaben und Examina nutzen Unterrichtende dabei Projekte als eine Form der authentischen Leistungsbewertung. Eine weitere Form der alternativen Erfassung und Bewertung statistischer Kompetenzen könnte z. B. die Aufforderung sein, einen Graphen aus der Zeitung zu kritisieren. Die Argumentationsfähigkeit der Schüler kann getestet werden, z. B. indem sie aufgefordert wurden, einen kurzen Aufsatz zu schreiben. Der eigene Lernzuwachs zu einzelnen Themen kann für Schüler durch das Führen eines Lerntagebuches erfahrbar gemacht werden. Lehrer erhalten unmittelbare Rückmeldungen durch sogenannte „one-minute-paper“, d. h. eine kurze Antwort auf eine konkrete Frage, die von allen Kursteilnehmern spontan auf Papier gebracht wird.

Bewertungen müssen sich an den Lernzielen orientieren, mit einem Fokus auf das Verstehen von grundlegenden Ideen und nicht das Abfragen von Rechenerfertigkeiten im Mittelpunkt haben. Dies kann mittels formativer Leistungsmessung während des Kurses erreicht werden (z. B. mittels Tests, kleinerer Projekte, oder durch das Beobachten und Zuhören von Kursteilnehmern) wie auch mittels summativer Leistungsmessung z. B. in Form von Kursnoten. Nützliche und zeitnahe Rückmeldungen sind wesentlich für Leistungsmessungen, die zu Lernen führen sollen. Verschiedene Typen von Qualitätsmessungen mögen in verschiedenen Kurstypen mehr oder weniger praktikabel sein. Jedoch ist es auch in sehr großen Kursen möglich, gute Qualitätsmessung durchzuführen.

Eine spezielle WebSite – *Assessment Resource Tools for Improving Statistical Thinking* (ARTIST) – bietet (<https://app.gen.umn.edu/artist>) eine Datenbank mit mehr als tausend Aufgaben an, die entworfen wurden, um statistische Kompetenzen, statistisches Argumentieren und statistisches Denken zu messen.

4 Ein genauerer Blick auf SRLE

Um SRLE besser zu verstehen vergleichen wir diesen Ansatz mit dem traditionellen Unterricht.

4.1 Traditionelle Lehre

Die Schüler kommen zum Unterricht, ohne konkrete Erwartung von dem, was sie lernen werden. Sie sind bereit, alles mitzuschreiben, was der Lehrer zu sagen hat. Der Dozent hält einen Vortrag, der Beispiele, ein

paar Datenanalysen und vielleicht einige Demonstrationen umfasst. Die Schüler bzw. Studenten hören zu, schreiben mit und stellen vielleicht ein paar Fragen. Sie gehen aus dem Unterricht mit einem Auftrag für Hausaufgaben, bei dem sie das gerade im Unterricht Gelernte anwenden. Sie gehen heim, versuchen die Aufgaben zu bearbeiten, indem sie ihre Aufzeichnungen anschauen oder ausgearbeitete Beispiele in Lehrbüchern durcharbeiten, wobei sie frustriert werden, wenn sie keine genaue Übereinstimmung finden.

Stellen Sie sich nun einen gänzlich anderen Unterricht vor.

4.2 SRLE-Lehrveranstaltung

Die Lernenden wissen, dass sie sich für die Veranstaltung vorbereiten müssen, indem sie unter Anleitung von einigen Leitfragen einige Seiten im Lehrbuch lesen. Sie machen sich dabei Notizen. Die Schüler sind daher vorbereitet, und haben schon einen ersten Kontakt mit den Begriffen und Techniken, die heute in der Lehrveranstaltung behandelt werden. Der Unterricht beginnt mit einer kurzen Zusammenfassung von dem, was in der vorangegangenen Stunde gelernt wurde. Die Schüler werden gefragt, ob sie Fragen zum vorangegangenen Unterricht oder zur zu Hause gelesenen Lektüre haben. Die Schüler stellen einige Fragen, die von anderen Schülern und/ oder vom Unterrichtenden beantwortet werden. Der Lehrer beantwortet selten eine Frage direkt, sondern fragt vielmehr „*Was denkt Ihr?*“ und, wenn ein anderer Kursteilnehmer eine Antwort gibt, „*Stimmt Ihr mit dieser Antwort überein? Warum? Oder warum nicht?*“

Dann ist der Kurs soweit, um mit der ersten Aktivität anzufangen. Den Kursteilnehmern wird eine Frage gestellt, wie z. B. „*Glaubt Ihr, dass weibliche Jugendliche mehr Zeit mit dem Mobiltelefon verbringen als junge Männer?*“. Weitere Fragen werden gestellt, wie z. B. „*Wie viele Minuten telefonieren Jugendliche typischerweise pro Gespräch mit dem Mobiltelefon?*“ oder „*Welchen Typ von Verteilung würdest Du erwarten für die Nutzung des Mobiltelefon von Jugendlichen?*“

Die Kursteilnehmer bilden kleine Gruppen, um diese Fragen zu besprechen, skizzieren mögliche Verteilungen. Sie diskutieren und vergleichen dann ihre Vermutungen und Argumente mit dem gesamten Kurs. Die Lernenden gehen an den Computer und verschaffen sich Zugang zu Datensätzen, die diese Information beinhalten, die vorher von den Kursteilnehmern online oder per direkter Befragung gesammelt wurden. In Partnerarbeit erstellen die Lernenden Graphen

ken und Statistiken, um die aufgeworfenen Fragen bezüglich der Mobiltelefonnutzung zu beantworten.

Die Kursteilnehmer diskutieren angemessene Lage- und Streuungsparameter für diese Daten und fris- chen dabei Gelerntes aus früherem Unterricht auf. Vielleicht entdecken sie Ausreißer in den Daten und diskutieren wie damit umzugehen sei: wie man he- rausfinden kann, ob es sich dabei um legitime Daten

oder um Fehler handelt und was mit den Graphen und Statistiken passiert, wenn diese extremen Werte weg- gelassen werden. Die Rolle des Lehrers in diesem Unterricht besteht darin, die Fragestellung zu präsen- tieren, die Diskussion zu leiten, Fehlvorstellungen oder Schwierigkeiten beim Argumentieren vorweg- zunehmen, sicher zu stellen, dass die Kursteilnehmer aktiv bei der Sache sind und auf keine unüberwindli- chen Schwierigkeiten stoßen.

| <i>Aspekt des Kurses</i> | <i>Traditioneller Statistikerunterricht</i> | <i>SRLE-Unterricht</i> |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fokus des Unterrichts | Fertigkeiten und Verfahren, die Inhalte abdecken | Übergreifende Ideen, Entwicklung von statistischem Argumentieren und Denken |
| Rolle des Lehrbuches | Nützlich für Beispiele und Hausaufgaben und zur Vorbereitung auf Klausuren | Lesen und Notizen machen, um sich auf den Kurs vorzubereiten |
| Zentrierung | Lehrerzentriert | Schülerzentriert |
| Rolle des Lehrers | Liefert Wissen durch Vortrag und Erklärungen | Vermittelt bei der Entwicklung von Wissen durch Aktivitäten und Diskussionen |
| Rolle von Technologie | Ausrechnen oder Überprüfung von Antworten, Erstellen von Graphen | Daten erkunden, Konzepte illustrieren, Simulationen erzeugen, Vermutungen testen und zusammenarbeiten |
| Diskurs | Lehrer beantwortet Fragen | Lehrer stellt Fragen und leitet die Diskussion. Schüler geben Argumente, beantworten die Fragen von Mitschülern, werden gefragt ob sie zustimmen oder widersprechen. Rückmeldungen der Mitschüler und des Lehrers wird gegeben |
| Daten | Kleine Datensätze um Verfahren zu illustrieren oder einzutüben | Reichhaltige, reale Daten, die die Schüler verwickeln in Denken, argumentieren und Vermutungen aufstellen. Viele Datensätze sind von den Schülern selbst erhoben mittels Umfragen oder Experimenten |
| Bewertung | Fokus liegt auf Rechnungen, Definitionen und Formeln sowie kurzen Antworten und multiplechoice Tests. Oft gibt es nur Klausuren | Nutzt eine Vielfalt von Methoden, um Argumentation und Denken zu erfassen und zu bewerten. Formale und informelle Bewertungen sind integraler Bestandteil des Lernens und orientieren sich an den Lehrmethoden und Lernzielen. Schüler werden aufgefordert, ihre Argumente zu erklären und ihre Schlussfolgerungen zu rechtfertigen |

Tab. 1: Hauptunterschiede zwischen einer traditionellen Lehrveranstaltung in Statistik und dem Lernen in einer SRLE-Umgebung

Der Unterrichtende muss wissen, wann die Diskussi- on abubrechen, wann Fehler zu korrigieren und wie treffende Zusammenfassungen für Aktivitäten zu ma- chen sind, die sich auf die Arbeiten der Schüler bezie- hen, so dass sie ihren eigenen Lernzuwachs erfahren. Am Ende des Unterrichts, nach einer abschließenden Diskussion und Zusammenfassung mögen die Schü- ler aufgefordert werden, eine kleine Aufgabe zu bear- beiten, die dem Lehrer eine Rückmeldung für das im Unterricht Gelernte gibt.

Der Unterschied in der Rolle des Lehrers und der Rolle und Verantwortung der Schüler sowie andere

Aspekte des Kurses sind in Tabelle 1 zusammenge- fasst.

5 Weiter in Richtung SRLE

Wir haben zwei Extreme dargestellt: einen traditio- nellen Unterricht und einen Unterricht, der auf SRLE basiert. Der Unterschied zwischen diesen beiden An- sätzen ist groß, und es ist offensichtlich, dass selbst ein eifriger und enthusiastischer Lehrer, der vom tra- ditionellen Stil zum SRLE wechseln will, mit einer Reihe von Herausforderungen konfrontiert ist. Diese Herausforderungen beziehen sich auf Schüler, Kol-

legen und Institutionen, sowie auch auf Herausforderungen an die Persönlichkeit des Unterrichtenden. Diese Herausforderungen werden in Garfield und Ben-Zvi (2008) einzeln untersucht und analysiert.

Der erste Schritt in Richtung SRLE besteht darin, zu untersuchen, wie der eigene gegenwärtige Kurs und die Unterrichtsmaterialien mit den Komponenten von SRLE übereinstimmen, um dann einen ersten Beginn zu wählen. Für einige beispielhafte Aktivitäten verweisen wir auf die WebSite „Adaptieren und Implementieren von innovativem Material im Statistikunterricht (AIMS)“, (<http://www.tc.umn.edu/~aims>). Ein sorgfältiger und kontinuierlicher Wandel im Verlauf der Zeit mag dann eher zu einer erfolgreichen Implementierung von SRLE in einen Statistik-Kurs führen als ein radikaler Wechsel, der alles auf einmal zu ändern versucht.

6 Zusammenfassung

Eine SRLE-Lernumgebung unterscheidet sich stark von traditionellem lehrerzentriertem Unterricht und mag auch recht anders sein als viele Statistik-Lehrveranstaltungen, die schon einige Aktivitäten, reale Daten und technologische Werkzeuge einsetzen. Die oben umrissenen sechs Prinzipien sind Schlüsselemente um einen Unterricht zu entwickeln, in dem Lernende engagiert dabei sind, reale Daten zu analysieren, Vermutungen aufzustellen und zu testen, zu diskutieren und ihre Argumentation mit statistisch fundierten Begründungen zu stützen und sich dabei auf die zentralen Ideen der Statistik zu konzentrieren.

Literatur

- Bransford, J., Brown, A. L. und Cocking, R. R. (Hrsg.) (2000): *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press.
- Chance, B., Ben-Zvi, D., Garfield, J. und Medina, E. (2007): The role of technology in improving student learning of statistics. In: *Technology Innovations in Statistics Education Journal* **1**(1).
<http://repositories.cdlib.org/uclastat/cts/tise/vol1/iss1/art2/> (Zugriff 15. November 2007).

- Cobb, P. (1994): Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. *Educational Researcher* **23**(7), 13–20.
- Cobb, P. und McClain, K. (2004): Principles of instructional design for supporting the development of students' statistical reasoning. In: D. Ben-Zvi und J. Garfield (Hrsg.) *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking*, pp. 375–396. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Franklin, C. und Garfield, J. (2006): The Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) project: Developing statistics education guidelines for pre K-12 and college courses. In: G. F. Burrill (Hrsg.) *Thinking and Reasoning about Data and Chance: Sixty-Eighth NCTM Yearbook*, pp. 345–375. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Garfield, J. und Ben-Zvi, D. (2007): How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, **75**(3), 372–396.
- Garfield, J. und Ben-Zvi, D. (2008): *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- McKeachie, W. J. und Svinicki, M. (2006): *Teaching Tips: Strategies, Research, and Theory for College and University Teachers* (12th edn). Boston: Houghton Mifflin.
- Piaget, J. (1978): *Success and Understanding*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Roseth, C. J., Garfield, J. B. und Ben-Zvi, D. (2008): Collaboration in learning and teaching statistics. *Journal of Statistics Education*, **16**(1)
<http://www.amstat.org/publications/jse/v16n1/roseth.html> (accessed 17 January 2009).
- Vygotsky, L. (1978): *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Anschrift der Verfasser

- Joan Garfield
University of Minnesota
56 East River Road
Minneapolis, MN 55455-0364, USA
jbg@umn.edu
- Dani Ben-Zvi
University of Haifa
Haifa 31905, Israel
dbenzvi@univ.haifa.ac.il