

Alexandra SCHERRMANN, Ludwigsburg

## **Auswerten von Daten mit Lösungsbeispielen**

Daten werden heutzutage in großem Stil erhoben. Dies ruft vielerlei kritische Konnotationen hervor: Die Grenze zwischen einer sinnvollen Nutzung personengebundener Daten durch Wirtschaft und Institutionen und einer unerwünschten intimen Ausleuchtung von Individuen verläuft fließend. Das Schlagwort „big data“ wird medial meist als ein (zunächst) „sinnfreies Datensammeln“ mit dieser kritischen Konnotation gebraucht. Daneben gibt es aber auch eine optimistische Sichtweise: Zahlreiche Datenquellen stehen heutzutage öffentlich zur Verfügung. Dabei handelt es sich um Daten, welche von Regierungs- oder Nichtregierungsorganisationen zu einem bestimmten Zweck erhoben wurden und die im Sinne eines demokratischen Grundgedankens allen Bürgerinnen und Bürgern zur Verfügung gestellt werden (z.B. [www.govdata.de](http://www.govdata.de); [www.destatis.de](http://www.destatis.de)). Diese Datenquellen, auch „open data“ genannt, dürften bislang vorrangig von Journalisten und Wissenschaftlern genutzt werden. Doch auch für den Mathematikunterricht kann diese Quelle im Sinne einer demokratischen Bildung herangezogen werden. Sicherlich ist diese Möglichkeit – einschließlich seiner fachdidaktischen Fundierung – noch ausbaufähig. „Open data“ stellt damit eine „Herausforderung für statistische Bildung“ (Jochim Engel, Vortrag 29.10.14, PH Ludwigsburg) dar.

Für Schülerinnen und Schüler setzt die Nutzung solch öffentlich zugänglicher Datenquellen ein gewisses Fundament an statistischer Bildung voraus: Es erscheint sinnig, dass Schülerinnen und Schüler bereits eine Vorstellung von der Operationalisierung und dem Erhebungsprozess von Daten haben. In diesem Sinne wurde für die Sekundarstufe I (Klasse 8, Realschule Baden-Württemberg) eine elfstündige Unterrichtseinheit konzipiert, in der die Schülerinnen und Schüler in Anlehnung an Wild & Pfannkuch (Wild & Pfannkuch, 1999) selbst einen Untersuchungskreislauf mit den Elementen *problem, plan, data, analysis, conclusions* durchlaufen. Die Unterrichtseinheit wurde in insgesamt sieben Schulklassen (n=194) durchgeführt und war eingebettet in eine umfassendere Untersuchung zum Lernen mit Lösungsbeispielen (Scherrmann, 2012; Scherrmann, 2015 in Vorbereitung).

### **Beschreibung der Unterrichtseinheit zum Thema Puls**

Zunächst wurde die Problemstellung „Wie verhält sich unser Puls bei verschiedenen Aktivitäten?“ aufgeworfen (vgl. Scherrmann, Spannagel, & Beschere, 2012). Die Schülerinnen und Schüler erhielten Zeit in Kleingruppen, verschiedene Ideen zur systematischen Untersuchung dieser Fragestellung zu

entwickeln. Dabei kamen Vorschläge wie den Puls beim Treppensteigen, beim Luftanhalten oder beim Ausführen von Liegestützen zu ermitteln. Im Plenum wurden anschließend die Ideen gesammelt und insbesondere die Frage nach einer Vergleichbarkeit der Erhebungen zwischen den Individuen diskutiert. Hierbei ging es um konkrete Probleme der Operationalisierung: Den Schülerinnen und Schülern war anfänglich nicht klar, dass eine Vereinbarung der Art „jeder macht so viele Liegestützen wie er kann“ nicht unbedingt empfehlenswert ist. Außerdem muss der Puls nicht *beim* Ausführen von Liegestützen gemessen werden, sondern unmittelbar *danach*. Die Schülerinnen und Schüler mussten sich jeweils auf zehn Aktivitäten in einer festgelegten Reihenfolge sowie ihre genaue Ausführung einigen. Nicht zuletzt wurden in dieser Phase auch Hypothesen darüber festgehalten, wie sich der Puls wohl bei verschiedenen Aktivitäten verhalten wird.

Ein visualisierter Untersuchungskreislauf diente während der gesamten Untersuchung als *Advance Organizer* und als Zielorientierung. Denn nicht zuletzt fordern Wild & Pfannkuch (Wild & Pfannkuch, 1999) neben der praktischen Erfahrungen statistischer Erhebungen auch deren theoretische Durchdringung.

Nach der Datenerhebung durch Pulsuhren erfolgte die Auswertung auf deskriptiver Ebene (siehe unten) in Anlehnung an die baden-württembergischen Bildungsstandards für Realschulen (Bildungsplan 2004) Die Vermittlung der Themengebiete erfolgte über die Lernmethode „Lernen durch Lösungsbeispiele“.

### **Die Konzeption der Lösungsbeispiele**

Lösungsbeispiele haben die Funktion in einen neuen Lerninhalt bzw. in ein neues Lösungsprinzip einzuführen und dabei einen bestimmten Lösungsweg bzw. eine bestimmte Lösungsstrategie zu exemplifizieren. Als Lernmethode ist damit eine zeitlich ausgedehnte und kognitiv vertiefte Auseinandersetzung mit den Lösungsbeispielen gemeint. Diese bildet den Schwerpunkt des Lernprozesses, Übungsaufgaben nachgelagert. In vergangenen Studien zeigte sich vielfach die Lernwirksamkeit dieser Lernmethode (vgl. zusammenfassend Atkinson, Derry, Renkl, & Wortham, 2000). Allerdings ist sie kein Selbstläufer: Es empfiehlt sich gewisse Intra- und Interbeispielmerkmale bei der Konzeption zu beachten (vgl. Atkinson et al., 2000). Außerdem werden prozess- und produktorientierte Lösungsbeispiele unterschieden (van Gog, Paas, & van Merriënboer, J.J.G, 2006). Erstere erläutern und begründen den Lösungsprozess. Dabei kann sich das Augenmerk auf die verwendete Lösungsformel oder auf die Gesamtsituation richten. In letzterem Sinne wurden für diese Unterrichtseinheit zum Auswerten von Daten vier thematisch unter-

schiedliche Lösungsbeispiele konzipiert. Das erste thematisierte den arithmetischen Mittelwert sowie die Spannweite. Inhaltlich handelte es sich dabei um eine Wiederholung aus Klasse 6. Das zweite Lösungsbeispiel hatte den Zentralwert und das dritte die Quartile zum Thema. Das vierte Lösungsbeispiel führte das vergleichende Deuten zweier Boxplots aus.

Die vier thematischen Lösungsbeispiele wurden jeweils in zwei Kontexte (Niederschlagsmenge, Anzahl versendeter SMS) eingebettet. Außerdem wurde bewusst der Kontext Puls in den Lösungsbeispielen nicht thematisiert. Beides geschah, um die kontextuelle Übertragbarkeit der mathematischen Inhalte anzuregen und den Blick weg von Oberflächenmerkmalen hin zu strukturellen Merkmalen zu lenken (Quilici & Mayer, 1996).

Die Prozessorientierung der Lösungsbeispiele zeigt sich durch Ausführung der zur Lösung führenden Gedankengänge. Alle Lösungsbeispiele stellen nicht die Verwendung der Formeln, sondern inhaltliche Überlegungen in den Vordergrund. Beispielsweise wurde der Bestimmung des arithmetischen Mittelwerts die Fragestellung „Wie hoch wäre die Niederschlagsmenge, wenn jeden Monat gleich viel Niederschlag gefallen wäre?“ vorausgeschickt und anhand dieser inhaltlich argumentiert. Das Lösungsbeispiel zum Thema Zentralwert wird mit der Fragestellung „Wie viel Niederschlag ist gewöhnlich in diesem Zeitraum gefallen?“ eröffnet. Zunächst wird wieder das arithmetische Mittel berechnet. Eine fiktive Schülerin gelangt dann allerdings zur Erkenntnis, dass der arithmetische Mittelwert für diese Datenreihe bzw. für diese Fragestellung ein wenig geeigneter Kennwert ist: Ein einzelner Ausreißer verfälscht das arithmetische Mittel. Damit wird die Betrachtung der Datenreihe in einer Rangliste motiviert. Am Ende wird nochmals zusammenfassend reflektiert, dass die Kennwerte arithmetisches Mittel und Zentralwert in Abhängigkeit der Datenreihe eine mehr oder weniger gute Aussage darüber machen wie viel Niederschlag „gewöhnlich“ gefallen ist.

Für die Bestimmung des Zentralwertes bzw. des oberen und unteren Quartils werden in der Literatur verschiedene Möglichkeiten ausgeführt, die teilweise auch vom Skalenniveau der verwendeten Daten abhängig gemacht werden (Kütting, 1994). In den Lösungsbeispielen wird exemplifiziert, wie die Mitte der Datenreihe und damit der Zentralwert entweder direkt ablesbar ist (bei einer ungeraden Anzahl an Datenwerten) oder aber bei einer geraden Anzahl an Datenwerten als arithmetisches Mittel der beiden in der Mitte liegenden Werte der Rangliste definiert werden kann. Das untere bzw. obere Quartil wird im dritten Lösungsbeispiel dann als Mitte der unteren bzw. oberen Hälfte einer Rangliste definiert. Dabei wird eine Fallunterscheidung notwendig in Abhängigkeit davon, ob der Zentralwert ein Wert der Datenreihe oder ein (fiktiver) errechneter Wert ist. In den Lösungsbeispielen wird die Position

der Quartile immer innerhalb der mit einer überschaubaren Anzahl an Datenwerten gebildeten Rangliste visualisiert, um möglichst verständnisorientiert und anschaulich zu bleiben. Aus demselben Grund wird auf die Verwendung einer Berechnungsformel zur Bestimmung der Position des unteren bzw. oberen Quartils bewusst verzichtet.

Nicht zuletzt wird auch beim vierten Lösungsbeispiel, dem vergleichenden Deuten zweier Boxplots, die Prozessorientierung realisiert, in dem die Gedanken eines fiktiven Schülers/einer fiktiven Schülerin expliziert werden anhand von Aussagen wie beispielsweise „Das erkenne ich an...“ oder „Das sehe ich, weil...“. Damit werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie man beim Vergleichen von Boxplots vorgehen kann und worauf man als Betrachter seinen Blick lenken sollte.

Das Lernen mit Lösungsbeispielen erfolgte verteilt in vier Unterrichtsstunden im Laufe der elfstündigen Unterrichtseinheit. Jeweils im Anschluss an ein Thema wurde dieses übertragen auf die eigen erhobenen Pulswerte und diese daraufhin ausgewertet. Am Ende der Unterrichtseinheit fand im Plenum anhand der Boxplots, die jeweils zu einer Aktivität erstellt wurden, eine Überprüfung und Diskussion der zu Beginn der Unterrichtseinheit formulierten Hypothesen statt. Hierbei ergaben sich interessante Unterrichtsgespräche (Scherrmann et al., 2012). Damit wurde der Datenkreislauf exemplarisch einmal durchlaufen und ein (kleiner) Grundstein zur späteren Erschließung von „open data“ Quellen gelegt.

## Literatur

- Atkinson, R. K., Derry, S., Renkl, A., & Wortham, D. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 70, S.181–214.
- Kütting, H. (1994). *Beschreibende Statistik im Schulunterricht*. Mannheim: BI-Wiss.-Verlag.
- Quilici, J., & Mayer, R. (1996). Role of examples in how students learn to categorize statistics word problems. *Journal of Educational Psychology*, 88, S.144–161.
- Scherrmann, A. (2012). Lernen mit Lösungsbeispielen beim Auswerten von Daten. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, S.733–736.
- Scherrmann, A., Spannagel, C., & Bescherer, C. (2012). "Da pocht mein Herz!" - Pulsdaten erheben und auswerten. *Mathematik lehren*, (175), S.19–24.
- van Gog, T., Paas, F., & van Merriënboer, J.J.G. (2006). Effects of process-oriented worked examples on troubleshooting transfer performance. *Learning and Instruction*, 16, S.154–164.
- Wild, C., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), S.223–248.