

Stellen Sie meine Anrufe nicht durch: eine Aktivität zur Einführung in statistische Untersuchungen¹

TODD ABEL UND LISA POLING, BOONE, NORTH CAROLINA, USA

¹ Original: „Hold my calls: an activity for introducing the statistical process“
in Teaching Statistics 37 (2015) 3, 96–103.
Übersetzung und Bearbeitung: ELKE WARMUTH, ZOSSEN

Zusammenfassung: Dieser Aufsatz zeigt, wie in der Zusammenarbeit mit Lehrerinnen und Lehrern – unterstützt durch konkrete Tätigkeiten – die Besonderheiten statistischen Arbeitens eingeführt und untersucht wurden: eine Fragestellung formulieren, Daten sammeln, Daten auswerten, Daten interpretieren.

1 Einleitung

Gal (2000, 2002) definiert statistisches Denken als die Fähigkeit, mit Daten in einer Weise Probleme zu lösen und zu argumentieren, die die Daten prägnant und verständlich macht. Um statistisches Denken zu lernen, haben Statistiker und Didaktiker typische Phasen von statistischen Tätigkeiten herausgearbeitet, die folgendermaßen beschrieben werden können: (1) benenne das Problem und entwirf einen Plan; (2) sammle geeignete Daten; (3) analysiere die Daten und stelle sie dar und (4) interpretiere und diskutiere die Ergebnisse (Marriott et. al. 2009; Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) 2005; Wild & Pfannkuch 1999).

Lehrende sollten statistische Tätigkeiten nicht nur als Werkzeug auffassen, sondern als wichtiges Mittel zur Motivation, Einführung, Untersuchung und Anwendung statistischer Konzepte. Wenn nämlich ein konzeptionelles Verständnis angestrebt wird, dann müssen sowohl Lernende als auch Lehrende den Prozess des statistischen Denkens als wichtig erkennen und verstehen. Leider „ist verfehlter Umgang mit statistischen Ideen weit verbreitet und hartnäckig, gleichermaßen auf allen Altersstufen und ziemlich schwierig zu ändern.“ (Garfield & Ben-Zvi 2007, S. 374).

Das Ziel des vorliegenden Aufsatzes ist es, eine statistische Tätigkeit zu beschreiben, die mit Lehrerinnen und Lehrern durchgeführt wurde, um sie in den Prozess des statistischen Arbeitens einzuführen und diesen Prozess zu untersuchen. Obwohl sich diese Tätigkeit für das Lehren von statistischen Inhalten auf dem Sek I-Niveau eignet, besteht die vorrangige Absicht darin, den Prozess des statistischen Arbeitens herauszustellen und zu diskutieren.

Ablauf statistischer Untersuchungen

Lernerfahrungen sind dadurch begrenzt, wie Lernende Informationen verarbeiten und was sie für sachdienlich und wichtig halten. Wild & Pfannkuch (1999, S. 225) sprechen davon, dass „das oberste Ziel von statistischen Untersuchungen das Lernen im Kontext ist“. Bei der Auswahl von Unterrichtsaktivitäten sind die Bedeutsamkeit der Aufgaben für die Lernenden und das Fokussieren auf statistisches Argumentieren entscheidend für den Lernerfolg. Eine datenbasierte Unterrichtsaktivität verlangt vom Lehrenden, dass er interessante Themen findet und Fragen formuliert und dies „zusammen mit Überlegungen zur Durchführbarkeit der Datenerhebung“ (MacGillivray 2007, S. 53) in einer Weise tut, die zu der am besten geeigneten Kenngröße der statistischen Untersuchung hinführt.

Als Modell für den Ablauf statistischer Untersuchungen wurde das GAISE-System verwendet. Nach diesem System besteht der Prozess statistischer Untersuchungen aus vier Komponenten: (1) formuliere Fragen; (2) sammle Daten; (3) analysiere die Daten und (4) interpretiere die Ergebnisse (GAISE 2005).

Bedeutung für Lehrende

Ben-Zvi & Garfield (2004) identifizieren verschiedene Faktoren, die sowohl für Lernende als auch für Lehrer von Statistik eine Herausforderung darstellen: statistische Konzepte sind komplex, fehlendes mathematisches Wissen belastet den rechnerischen Aspekt von Statistik, der Kontext, in dem statistische Probleme präsentiert werden, ist verwirrend und die Personen übertragen ihr begrenztes mathematisches Verständnis auf die Statistik, indem sie sich auf eine korrekte Antwort konzentrieren, ohne die Ergebnisse zu interpretieren. Wenn man Lernumgebungen schaffen will, die das Lernen unterstützen und die Lernenden motivieren, dann müssen die Unterrichtskonzepte den Lernenden ermöglichen, die ganze Bandbreite von statistischen Tätigkeiten zu erfahren: Erfassen des Problems, Ermöglichen von Konflikten und Herstellen von Verbindungen zu bekannten statistischen Konzepten (Garfield & Ben-Zvi 2009). Lernende als Konstrukteure von Wissen müssen aktiv einbezogen werden, wenn sie sich mit Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik beschäftigen. Lehrende ihrerseits müssen konsistentes Feedback geben, die Lernenden

statistische Verfahren üben lassen und Fehlvorstellungen als Quelle von Wissen nutzen (Garfield 1995, Garfield & Ben-Zvi 2007).

So wie Lernende praktische Erfahrungen benötigen, um ein Konzept zu verstehen, müssen auch Lehrende mit einem Konzept zuerst Erfahrungen sammeln, um es ganz zu verstehen und erfolgreicher unterrichten zu können (Polly & Hannafin 2011). Um Lehrenden zu helfen, Erfahrungen mit statistischen Untersuchungen zu machen und ihr Verständnis zu fördern, haben wir eine Aufgabe entwickelt und während einer Weiterbildungsveranstaltung für Mathematiklehrerinnen und -lehrer der Klassenstufen 6 bis 12 erprobt.

2 Kontext

In den folgenden Abschnitten wird eine statistische Tätigkeit beschrieben, die bei den Lehrern benutzt wurde, um ihnen die vier Schritte eines problemorientierten Zugangs zum Unterricht in Statistik zu zeigen. Vier verschiedene Gruppen von Lehrkräften waren zu verschiedenen Zeiten der zweitägigen Fortbildung in diese Aktivität einbezogen. Folglich unterscheiden sich die folgenden Beispiele in Abhängigkeit von der Gruppe.

3 Einführung in statistische Untersuchungen mit einer Tätigkeit

Angeregt durch das Projekt „Abgelenkt durch Handy“ des Statistics Education Web (STEW) der American Statistics Association¹ wurde der Zusammenhang zwischen Handynutzung und Reaktionszeit untersucht. Modifizierungen des Projekts dienten der Anpassung an den speziellen Kontext und der Ausgestaltung der statistischen Untersuchungen, die auch unterschiedliche Stufen der Beteiligung ermöglichen sollten.

Fragen formulieren

In der ersten Phase einer statistischen Untersuchung werden die zu untersuchenden Fragen formuliert. Den Teilnehmern wurde folgender Impuls gegeben:

Laut National Safety Council spielen Handys in jährlich 1,3 Millionen Verkehrsunfällen eine Rolle, die Tausende von Toten und Verletzten zur Folge haben. Viele vermuten, dass dies auf eine verminderte Reaktionszeit und Aufmerksamkeit zurückzuführen ist. Zu welchen Fragen regt Sie dieser Text an?

Der offene Charakter dieses Impulses war nützlich, um eine Vielfalt an möglichen Antworten zu erzeugen. Dies zeigte die fragende Haltung der Lehrkräfte in der Gruppe und regte eine Diskussion über die Merkmale von guten statistischen Fragen an.

Die Anfangsfragen bezogen sich entweder auf die Glaubwürdigkeit der Aussage oder schlugen weitere Einflussfaktoren vor. Beispiele:

- Woher weiß man, dass Handys ein Einflussfaktor sind?
- Wo kommen die Zahlen her – definiere Verkehrsunfall?
- Wie wurde der Handygebrauch festgestellt?
- Wie verhält sich das zu anderen ablenkenden Tätigkeiten als Einflussfaktor?
- Geht es nur um Handys oder um jegliche Ablenkung?
- Was weiß man über die demografischen Merkmale der Fahrer?
- Wie soll Reaktionszeit gemessen werden?
- Freisprechanlage oder nicht?
- Spielt der Handytyp eine Rolle?
- Wie wird das Handy benutzt?
- Spielt das Alter eine Rolle?
- Gibt es andere mögliche Ursachen? Ist das Handy der einzige/der wichtigste Faktor?
- Mann oder Frau?
- Spielt der Fahrstil/die Situation eine Rolle?

Diesen Fragen fehlt das Spezifische und sie antizipieren die Variabilität der Daten nicht in einer Weise, die systematisch untersucht werden könnte. Viele von ihnen sind jedoch wichtige Fragen und waren nützlich, um die Ursachen der Variabilität zu betrachten und mögliche Zugänge für die Untersuchung zu finden. Indem wir die Fragen aufgelistet haben, konnten wir die Gruppen ermuntern, Eigenschaften von guten statistischen Fragen zu betrachten, und eine Diskussion darüber initiieren, was untersucht werden könnte oder sollte. In Kleingruppen wurden dann – ausgehend von der ursprünglichen Liste – mögliche statistische Fragen erarbeitet und vorgeschlagen. Eine direkte Untersuchung, ob die Zahlen im gegebenen Impuls vernünftig sind, war nicht möglich. Deshalb wurde der Schwerpunkt auf den vermuteten Zusammenhang zwischen Handynutzung und Reaktionszeit gelegt. Schließlich formulierte jede Gruppe folgende Frage: *Hat die Handynutzung eine Wirkung auf die Reaktionszeit?* Obwohl diese Frage keinerlei Auswirkungen auf das Fahrverhalten betrachtet, konnte sie die Untersuchungen im Unterrichtsraum leiten und war herausfordernd für die Teilnehmer.

Der Charakter der ursprünglichen Fragenliste zeigt, dass Lehrerinnen und Lehrer – genau wie Schülerinnen und Schüler – Gelegenheit brauchen, um das Stellen von angemessenen Fragen in statistischen Zusammenhängen zu üben und weiterzuentwickeln. Im Klassenraum, so wie in unserem Beispiel, kann es notwendig sein, dass die Lehrkraft die Lernenden durch gezieltes Fragen zu einer geeigneten statistischen Frage führt. Wenn es aber das Ziel des Unterrichts ist, statistische Untersuchungen zu verstehen, dann ist es wichtig, dass Lernende Gelegenheit bekommen, Fragen vorzuschlagen und dass geeignete Alternativen erkannt werden.

Daten sammeln

Datenerhebungsverfahren müssen den möglichen Quellen der Streuung in den Daten auf den Grund gehen. Obwohl die Lernenden eine Gelegenheit brauchen, eine Datenerhebung zu konzipieren, ist es oft nicht durchführbar, dass eine Klasse eine Datenerhebung von Grund auf plant. Eine ideale Datenerhebung durchzuführen, kann ebenfalls schwierig sein. In vielen Fällen kann ein Pilotprojekt im Klassenraum wichtige Konzepte beleuchten, wenn den Lernenden erlaubt wird, aktiv an der Datenerhebung teilzunehmen. In unserer Aktivität wurde das Datenerhebungsverfahren vorgegeben und die Teilnehmer wurden aufgefordert, die Verfahren auf mögliche Quellen von Streuung zu analysieren und nach Wegen zu suchen, um diese Quellen zu minimieren.

Das folgende Datenerhebungsverfahren wurde der Gruppe vorgestellt:

1. Jeder Teilnehmer suchte sich einen Partner und zwei solche Paare bildeten eine Vierergruppe an einem Tisch.
2. Eine Reaktionszeit wurde mit der Linealfallmethode definiert. Ein Partner hält ein Lineal und lässt es zu einem zufälligen Zeitpunkt fallen, während der andere Partner mit seiner Hand am unteren Ende des Lineals versucht, es aufzufangen. Die Reaktionszeit wurde mithilfe der Entfernung gemessen, die das Lineal vor dem Fangen zurückgelegt hat.²
3. Mithilfe eines Würfels wurde ausgelost, ob die Tischgruppe die Reaktionszeit zuerst mit Handyeinfluss oder ohne Handyeinfluss messen wird.
 - a. Jeder Teilnehmer spielte eine Runde als Fänger und als Fallenlasser ohne Handyeinfluss.³

- b. Auch mit Handy spielte jeder Teilnehmer eine Runde als Fänger und als Fallenlasser. Während jeder Runde sprechen die beiden Fänger am Tisch per Handy miteinander. Um ein Gespräch zu simulieren, stellte jeder Teilnehmer eine Liste von 10 Wörtern auf, die er dem anderen Fänger vorlas, und dieser versuchte, so viele wie möglich dieser Wörter zu wiederholen. Währenddessen wird der jeweils andere Partner das Lineal fallen lassen.

4. Jede Tischgruppe gibt ihre Daten in eine Tabelle ein, um sie allen zugänglich zu machen.

Nach Aufforderung fanden die Teilnehmer andere mögliche Ursachen von Variabilität heraus und diskutierten diese, wie z. B.:

- Wie wird beim Fallenlassen das Lineal gehalten? Wo und wie sollten die Fänger ihre Hände halten?
- Wo sollte die Messung gemacht werden? Welcher Finger ist maßgebend für die Messung?
- Welche Genauigkeit wird bei der Längenmessung angenommen (auf ganze inch, viertel inch usw.)?
- Wie viele Versuche mit und ohne Handy sollen gemacht werden?

Mit Hilfe der „think-pair-share“⁴-Methode wurde die Datenerhebungsprozedur in der Gruppe vereinheitlicht. Die Teilnehmer wurden außerdem aufgefordert, Grenzen des Datenerhebungsverfahrens aufzuzeigen, so z. B. der begrenzte Populationsumfang (begrenzt durch den Klassenraum), die geringe Anzahl von Versuchen und die mögliche Beeinflussung der Daten von Personen, die durch andere Personen beobachtet werden.

Trotz der quasi-experimentellen Natur der Datenerhebung war das Verfahren geeignet, um wesentliche Merkmale von Versuchsplänen deutlich zu machen und das Wesen der Datenerhebungsphase als Bestandteil von statistischen Untersuchungen zu verdeutlichen. Probleme der Dateneingabe, -verarbeitung und -aufbereitung wurden an dieser Stelle nicht hervorgehoben.

Daten analysieren

Während der Datenanalysephase der statistischen Untersuchung werden die Daten ausgewertet und präsentiert. In einer Lehrumgebung kann die Datenanalysephase als Gelegenheit genutzt werden, neue

Techniken zu motivieren und einzuführen, früher eingeführte Techniken auszubauen oder anzuwenden oder verschiedene Analyseverfahren zu vergleichen. Das Ziel unserer speziellen Aktivität war es, die statistische Analyse als Ganzes und nicht nur einen speziellen Inhalt einzuführen und zu untersuchen. Also wurde jede Tischgruppe aufgefordert, die Daten zu untersuchen, indem sie als wichtigen ersten Schritt einer Datenanalyse eine visuelle Darstellung ihrer Wahl erstellt. Dies ermöglichte Beschäftigungen auf verschiedenen Niveaustufen und schuf Gelegenheiten, statistische Untersuchungen zu diskutieren und verschiedene Verständnisstufen zu unterscheiden. Obwohl diese Gruppe keine weiteren Untersuchungen anstellte, wären bei anderen Lernzielen ausgefeiltere Analysetechniken sicher geeignet gewesen.

Man konnte beobachten, dass die Tischgruppen die Wahl ihrer visuellen Darstellung nach zwei Hauptklassifizierungen vornahmen, die in Tabelle 1 dargestellt sind: *individuell* gegen *aggregiert* und *separiert* gegen *Differenz*. Im Folgenden werden Beispiele jedes Typs vorgestellt und die zugrundeliegende Argumentation (oder das Missverständnis) werden diskutiert. Man beachte, dass jede Tischgruppe von vier Teilnehmern eine grafische Darstellung für die Daten der ganzen Klasse herstellte. Vier verschiedene Klassen nahmen an der Aktivität teil, so dass sich die Daten in den gezeigten Graphen etwas unterscheiden.

Die Tischgruppen vom *Typ I-C* legten den Schwerpunkt auf die Darstellung der individuellen Zeiten, jeweils mit und ohne Handy. Diese Graphen versuchen einen Überblick zu geben, welche Zeiten gewöhnlich höher waren ohne die Differenzen für jede Person zu berücksichtigen oder zu versuchen, die Daten zusammenzufassen. Eine Vielzahl von *Typ I-C*-Darstellungen wurde verwendet.

Manche Tischgruppen wählten ein doppeltes Säulendiagramm, das die Reaktionszeit jeder Person mit und ohne Handy zeigt. Andere Tischgruppen stellten ein Streudiagramm her, in dem jede Person durch ein geordnetes Paar (*mit Handy* und *ohne Handy*) dargestellt ist. Die Wirkung auf die Reaktionszeit wurde

durch die Lage der Punkte im Vergleich zur Geraden $y = x$ veranschaulicht. Wieder andere Tischgruppen zeichneten Liniendiagramme, die denselben Person-für-Person-Vergleich zeigen. Während alle diese Graphen den Gesamteindruck vermitteln, dass die Reaktionszeiten mit Handy typischerweise länger sind als ohne Handy, geben sie keine spezifische Information

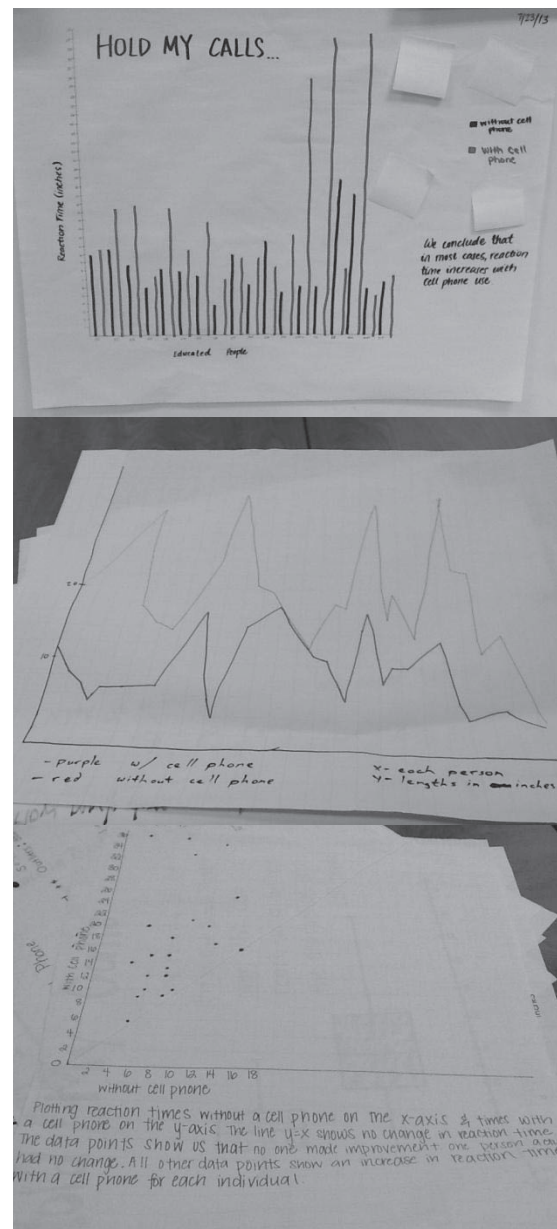


Abb. 1: Beispiele für *Typ I-C*-Graphen

	Separierte Bedingungen	Differenz
individuell	<i>Typ I-C</i> : der Graph vergleicht für jede Person die Reaktionszeit für jede Bedingung – mit und ohne Handy	<i>Typ I-D</i> : der Graph zeigt die Differenz der zwei Reaktionszeiten für jede Person
aggregiert	<i>Typ A-C</i> : der Graph vergleicht die aggregierten Daten für jede Bedingung – mit und ohne Handy	<i>Typ A-D</i> : der Graph zeigt die Differenz in den Reaktionszeiten für alle Daten anstatt individuell

Tab. 1: Klassifizierungstypen

über die Gruppe als Ganzes. Außerdem ist das Liniendiagramm besonders irreführend, da die Daten auf der horizontalen Achse (die Personen) nicht geordnet wurden (Abb. 1).

Nur eine Tischgruppe stellte einen Graph vom *Typ I-D* her. Diese Gruppe berechnete für jede Person die Differenz in der Reaktionszeit mit und ohne Handy und stellte diese dann als Balkendiagramm dar. Damit wird die Aufmerksamkeit auf die Differenzen gelegt, aber immer noch die einzelnen Personen betrachtet. Der Graph selbst ist problematisch, da nicht unmittelbar klar ist, dass jeder Balken eine Person darstellt (auf den ersten Blick sieht es eher wie ein Histogramm aus), und weil die horizontale Achse geordnet zu sein scheint, es aber nicht ist (Abb. 2).

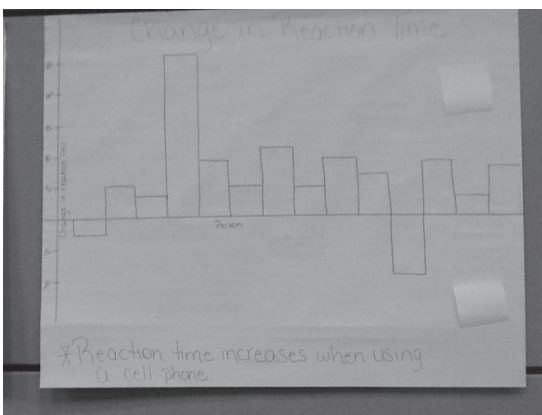


Abb. 2: Beispiel für einen *Typ I-D*-Graphen

Am häufigsten war der *Typ A-C* (Abb. 3). Diese Gruppen verglichen die zusammengefassten Daten mit und ohne Handy und benutzten statistische Kenngrößen, um die Information über die Versuche der ganzen Gruppen darzustellen. Eine Tischgruppe berechnete einfach die Durchschnitte der Reaktionszeiten mit und ohne Handy und stellte diese durch ein Säulendiagramm dar. Verbreiteter war jedoch ein vergleichendes Boxplot – je ein Boxplot für die aggregierten Daten jeder Bedingung. Solche Graphen verlassen die Sicht auf die einzelnen Personen und nutzen den Vorteil der aggregierten Daten. Allerdings berücksichtigen sie nicht die konkrete Versuchsanordnung und beziehen dadurch keine Information über die Differenzen der Reaktionszeiten ein. Dieses Problem wird durch eine falsche Interpretation unterstrichen, die wir später noch beschreiben.

Typ A-D-Graphen betrachteten die Differenz (mit Handy und ohne Handy) für jede Person und erzeugten dann Graphen, die die Daten als Ganzes anstatt individuell untersuchten. Eine Gruppe zum Beispiel zeichnete für diese Differenzen ein Boxplot und etliche Gruppen stellten die Differenzdaten in einem

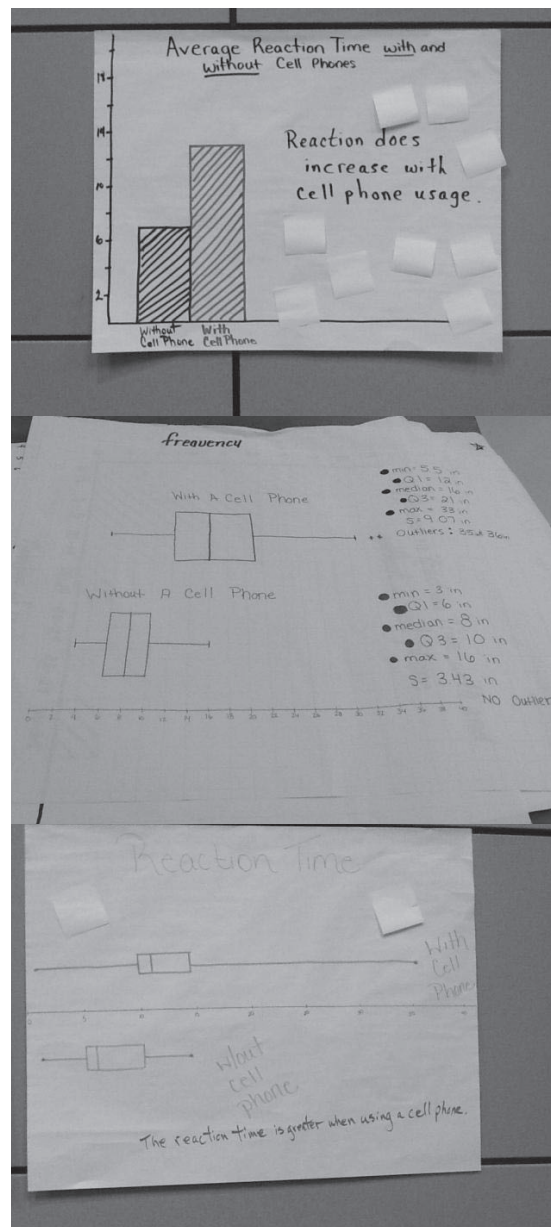


Abb. 3: Beispiele für *Typ A-C*-Graphen.

Histogramm dar. Solche Graphen illustrieren die anspruchsvollste Darstellung der Daten, indem sie über die individuellen Ergebnisse hinausgehen und ein Gefühl für *typische* Differenzen in den Reaktionszeiten geben. Man beachte, dass nur die *A-D*-Graphen sowohl den Gesamteindruck als auch die Abstufungen und Schwankungen bei den Personen aufnehmen können (Abb. 4).

Indem wir den Teilnehmern erlaubten, ihre eigenen Darstellungen auszuwählen und herzustellen, schufen wir uns Möglichkeiten, die verschiedenen Darstellungen zu vergleichen und auf Stärken und Schwächen und mögliche Fehlanwendungen einzugehen. Es wurde auch hervorgehoben, dass die Wahl von geeigneten Graphen ein wichtiger Punkt ist, den Lehrende beachten müssen und bei dem sie mögli-

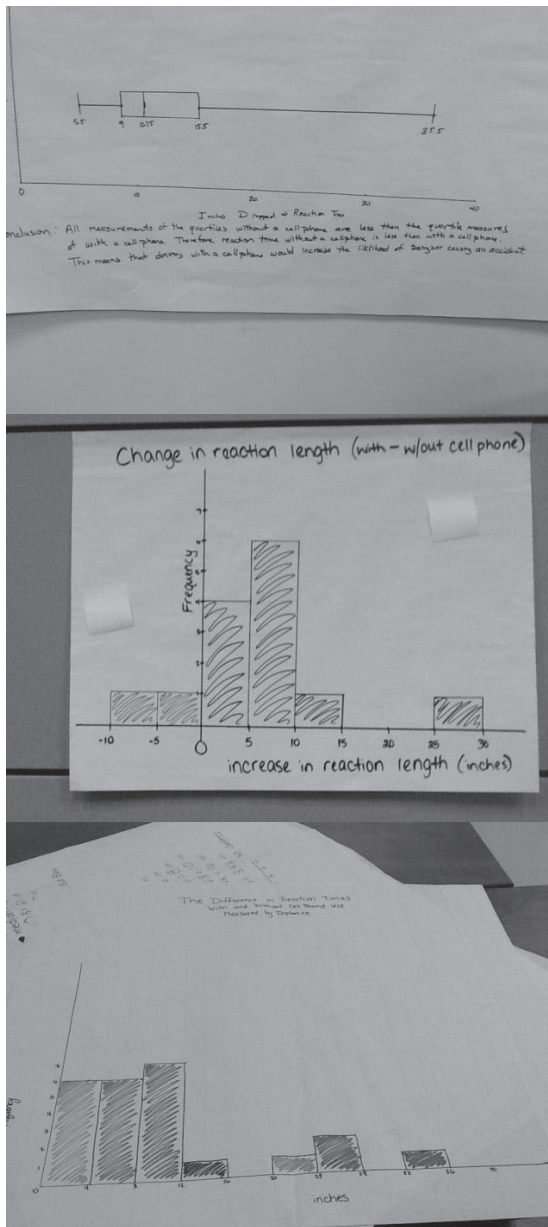


Abb. 4: Beispiele für Typ A-D-Graphen

cherweise Erfahrungen sammeln müssen. Der Vergleich der verschiedenen Graphen löste auch eine Diskussion darüber aus, welche Merkmale der Daten von Bedeutung für die Beantwortung der Ausgangsfrage wichtig waren.

Ergebnisse interpretieren

Wenn man aus Daten versucht zu verallgemeinern, läuft man Gefahr, nicht gestützte Behauptungen aufzustellen. Jede Tischgruppe wurde aufgefordert die Schlussfolgerungen aufzuschreiben, die sie aus ihrem Graphen ableitet. Einige Beispiele sind in den Abbildungen zu sehen. Die Schlussfolgerungen der Teilnehmer widerspiegeln oft den Typ der Darstellung und den Grad ihres Verständnisses der Daten. So weist zum Beispiel eine sehr allgemeine Schluss-

folgerung wie *Die Reaktionszeit ist größer beim Gebrauch eines Handys* auf eine nicht aussagekräftige graphische Analyse hin. Die Graphen vom Typ I-C und I-D beinhalteten keine Messungen der Differenzen der Reaktionszeiten deutlich und erlaubten so lediglich einen allgemeinen Gesamteindruck über den Effekt. Die Tischgruppen jedoch, die Graphen vom Typ A-C und A-D zeichneten, konnten statistische Kenngrößen benutzen, um ihre Schlussfolgerungen zu belegen. Obwohl die Typ A-C-Graphen die paarweise Natur der Daten ignorieren, war – in diesem konkreten Fall – der Gegensatz zwischen Handybenutzung und nicht Nutzung viel größer als die Variation zwischen den Personen, so dass es den Teilnehmern möglich war, aus den vergleichenden Boxplots Schlussfolgerungen wie diese zu ziehen:

- „Der Median ist bei Handybenutzung größer. Das Maximum der Daten ist viel größer für Reaktionszeiten mit Handybenutzung.“
- „Alle Quartile ohne Handybenutzung sind kleiner als die Quartile mit Handybenutzung.“

Die Aufforderung an die Teilnehmer, Schlussfolgerungen aus ihren Graphen zu ziehen und zu begründen, beleuchtete auch einige Fehlvorstellungen und Probleme bei der Wahl der graphischen Darstellung. So zeichnete beispielsweise eine Tischgruppe ein vergleichendes Boxplot und schlussfolgerte, dass der Graph „zeigt, dass über 75 % ohne Störung durch ein Handy schneller reagieren können!“

Während es richtig ist, dass 75 % der Reaktionszeiten mit Handy größer waren als mindestens 75 % der Reaktionszeiten ohne Handy, sagt dies nicht, dass 75 % der Personen schnellere Reaktionszeiten ohne Handy hatten. Da die Differenzen der Reaktionszeiten nicht benutzt wurden, kann der Graph für solche Aussagen nicht herangezogen werden (Abb. 5).

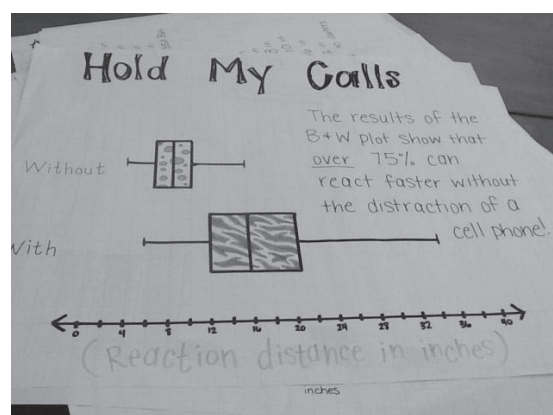


Abb. 5: Irreführende Darstellung der Daten mit Fehlinterpretation bei der Schlussfolgerung

Um die Wichtigkeit der Interpretation der Ergebnisse in einer sinnvollen und wohlbegründeten Weise zu unterstreichen, wurden die Teilnehmer gefragt, ob sie von ihren Schlussfolgerungen überzeugt genug seien, um

1. ihr eigenes Verhalten zu ändern,
2. sie als Beleg zu nutzen, um das Verhalten anderer zu ändern oder
3. sie anderen statistisch kompetenten Personen vorzustellen.

Die nachfolgende Diskussion zeigte den Gruppen, dass es nicht einfach darum geht, Schlussfolgerungen vorzuschlagen, sondern sie auch zu belegen und die Belastbarkeit solcher Schlussfolgerungen zu prüfen.

Diskussion

Zusammenfassung der Aktivität

Da das Lernziel dieser Aktivität war, den Ablauf einer statistischen Untersuchung kennenzulernen, identifizierten die Teilnehmer den Teil der Aktivität, der zur jeweiligen Phase der statistischen Untersuchung gehört, indem sie die charakteristischen Merkmale benannten. Beispielsweise wurde die vereinheitlichte Datenerhebung zum Zwecke der Isolierung einer einzigen Quelle der Variabilität (soweit möglich) als charakteristisches Merkmal der *Datenerhebungsphase* benannt. Die Auswahl der Art und Weise, die Daten zu ordnen, zusammenzufassen und darzustellen, wurde als charakteristisches Merkmal der *Datenanalysephase* erkannt.

Das Reaktionszeitproblem ist insofern typisch für viele Aktivitäten, als es Anpassungen erlaubt, die das statistische Anspruchsniveau verkleinern oder vergrößern. Beispielsweise könnte die Frage einer Klasse gestellt werden und ausschließlich personenbezogene Daten betrachtet werden. Eine solche Anpassung könnte für eine erste Einführung in statistische Untersuchungen geeignet sein, wenn es um das Problem der Variabilität in den einzelnen Komponenten geht. Für einen anspruchsvolleren Zugang zu dieser Aktivität könnten die Lernenden ein Datenerhebungsverfahren entwerfen, das zufällige Stichproben außerhalb des Klassenraums beinhaltet, und die Datenauswertung könnte Signifikanztests oder Kenngrößen der Variabilität umfassen.

Schlussbemerkungen

Um für einen problemorientierten Zugang zur Statistik zu werben, wurden Lehrer in die Schülerrolle versetzt. Die Teilnehmer wurden gefragt, welche Grundgedan-

ken sie in ihre Klassenräume weitertragen würden. Alle Gruppen erkannten das Wesen von statistischen Untersuchungen als Schwerpunkt. Beispielsweise schrieb eine Gruppe, dass sie erkannt habe, dass es notwendig ist „den Schülern Freiräume zu geben – es ist kein linearer Weg“, während eine andere Gruppe betonte, dass es „kein festes Schema“ gibt. Der Gedanke von verschiedenen *Niveaus* des fachlichen Anspruchs war ebenfalls für viele Gruppen bedeutsam.

Gelegenheiten wie diese sind sowohl für Lehrende wie auch für Lernende wichtig. Indem der Ablauf einer statistischen Untersuchung den Rahmen der Aktivität bildete, wurden die Erfahrungen strukturiert und die Teilnehmer dabei unterstützt, ihr statistisches Verständnis zu entwickeln. Diese Aktivität zeigt, wie zielgerichtet geplante Lernumgebungen das Verständnis für statistische Untersuchungen und das Wesen statistischen Arbeitens unterstützen können.

Anmerkungen

- 1 <http://www.amstat.org/searchresults.cfm?cx=016255361482441098002%3A2g3k7n7uhum&cof=FORID%3A11&q=cell+Phone+Impairment> (Zugriff der Übersetzerin am 01.02.2016)
- 2 Bei diesem Datenerhebungsverfahren ist die Reaktionszeitmessung tatsächlich eine Längenmessung. Da das Lineal aufgrund der Anziehungskraft beschleunigt wird, sind Länge und Zeit nicht proportional. Während der Datenauswertung könnte man die Längen mit der Gleichung $d = 192 t^2$ in Zeiten umrechnen, mit t – Zeit in Sekunden und d – Länge in inch. Die Frage kann jedoch auch geklärt werden, ohne sich um die Umrechnung zu kümmern, wie es im vorliegenden Fall geschehen ist. Die Teilnehmer befassten sich mit der Zeit-Längen-Umrechnung und eine Gruppe modellierte diese Umrechnung. Die Zeiten waren kurz genug und die Ergebnisse waren nahe genug an der Proportionalität, so dass diese Gruppe sich entschied, die Umrechnung zu ignorieren und direkt mit den beobachteten Längen zu arbeiten. Im Folgenden wird demzufolge *Reaktionszeit* den Punkt auf dem Lineal bedeuten, an dem das Lineal gefangen wurde.
- 3 Sofern vorhanden, könnten auch frei verfügbare Reaktionszeit-Apps auf Laptops, Tablets oder Smartphones anstelle der Linealfallmethode verwendet werden.
- 4 Anmerkung der Übersetzerin: entspricht der „ich – du – wir“-Methode.

Literatur

- Ben-Zvi, D.; Garfield, J. (Hrsg.) (2004): *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Gal, I. (Hrsg.) (2000): *Adult Numeracy Development: Theory, Research, Practice*. Cresskill NJ: Hampton Press.

- Gal, I. (2000): Adults' statistical literacy: meaning, components, responsibilities. In: *International Statistical Review* 70, S. 1–5.
- Garfield, J. (1995): How students learn statistics. In: *International Statistical Review* 63, S. 25–34.
- Garfield, J.; Ben-Zvi (2007): How students learn statistics revisited: a current review of research on teaching and learning statistics. In: *International Statistical Review* 75, S. 372–396.
- Garfield, J.; Ben-Zvi (2009): Helping students develop statistical reasoning: implementing a statistical reasoning learning environment In: *Teaching Statistics* 31, S. 72–77.
- Franklin, C.; Kader, G.; Mewborn, D.; Moreno, J.; Peck, R.; Perry, M.; Scheaffer, R. (2005): Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) Report; A Pre-K Curriculum Framework. Alexandria, VA: American Statistical Association.
- MacGillivray, H. (2007): Clasp hands and folding arms; a data investigation. In: *Teaching Statistics* 29, S. 49–53.
- Marriott, J.; Davies, N.; Gibson, L. (2009): Teaching, learning and assessing statistical problem solving. In: *Journal of Statistics Education* 17(1).
- Polly, D.; Hannafin, M. J. (2011): Examining how learner-centered professional development influences teachers/espouse and enacted practices. In: *The Journal of Education Research* 104, S. 120–130.
- STEW (Statistics Education Web). (n. d.) <http://www.amstat.org/education/stew> (Zugriff der Übersetzerin 15.02.2016).
- Wild, C. J.; Pfannkuch, M. (1999): Statistical Thinking in empirical enquiry. In: *International Statistical Review* 67(3), S. 223–265.

Anschrift der Verfasser

Todd Abel
 Department of Mathematical Sciences
 Appalachian State University, Boone,
 North Carolina, USA
 abelta@appstate.edu

Lisa Polling
 Reich College of Education
 Appalachian State University, Boone,
 North Carolina, USA
 polingll@appstate.edu