

## REZENSIONEN

### GSTAT - EIN PREISWERTES STATISTIKPROGRAMMPAKET

Bericht von INGO KLEMISCH, Bielefeld

Wenn ein Statistikprogrammpaket zu einem (Einzel-)Lizenzpreis von 98 DM angeboten wird, lohnt es sich sicher, dieses Paket eingehend auf seine Verwendbarkeit im Unterricht zu untersuchen. Immerhin sind die Fachetats der Schulen in der Regel recht mager, und nur wenige Schulträger sind bereit, Sammellicenzen teurer Programmpakete zu erwerben.

Das Paket GSTAT [1], zu dem das Buch "Statistik lernen am PC" [2] ausführliche Programmbeschreibungen und Vorschläge für Übungen mit den Programmen liefert, läßt sich grob in drei Teile gliedern:

- Eine Reihe von Programmen bearbeitet einen fest vorgegebenen (mitgelieferten) Datensatz bzw. beschäftigt sich mit fest vorgegebenen Zufallsexperimenten.
- Eine zweite Gruppe von Programmen verarbeitet in unterschiedlicher Weise sowohl mitgelieferte als auch (nach bestimmten Regeln angelegte) selbstdefinierte Datensätze.
- Schließlich gibt es noch Programme zur Berechnung der Wahrscheinlichkeiten sowie der Parameter verschiedener Verteilungen und zu deren graphischer Darstellung.

GSTAT wurde am Institut für Statistik und Ökonometrie der Universität Göttingen zur Unterstützung der Lehre in den Anfängervorlesungen "Statistische Methodenlehre I" entwickelt. Die Programme orientieren sich also nicht an einem Schul-Lehrplan und sind natürlich auch nicht auf das Konzept irgendeines gängigen Schulbuchwerkes ausgerichtet.

Im folgenden soll nun dargestellt werden, an welchen Stellen des schulischen Stochastik-Unterrichts ein Einsatz der verschiedenen Programme des Paketes möglich und sinnvoll erscheint.

### I. Simulationsprogramme

Grundlage für statistische Untersuchungen ist das Ziehen einer Stichprobe oder allgemeiner das Zufallsexperiment. Selbst bei einfachen Zufallsgeräten (Münze o.ä.) lassen sich in der Schule nur recht begrenzte Stichprobenumfänge in praktischen Experimenten erreichen. Wiederholungen langer Versuchsserien, die notwendig wären, um anhand der Ergebnisse einer ersten Stichprobe gebildete Thesen zu stützen oder zu verwerfen, müssen in der Regel aus Zeitmangel unterbleiben. Stichproben aus einer realistisch großen Grundgesamtheit (z.B. Bevölkerungsbefragungen) werden höchstens in seltenen Unterrichtsprojekten von den Schülern selbst durchgeführt. Auch hier scheiden Wiederholungen, die das Zufällige am Ergebnis einer solchen Stichprobe erst wirklich greifbar werden lassen, aus.

Für die Einführung in das Wesen stochastischer Situationen eignen sich also besonders Programme, die eine beliebige Wiederholung auch langer Experimentreihen zulassen und deren Ergebnisse graphisch darstellen.

GSTAT stellt ein solches Programm für den n-fachen Wurf einer fairen Münze bereit (gezeichnet wird der Pfad der relativen Häufigkeiten). Interessant ist aber vor allem ein Programm, das Stichproben vom Umfang n aus der Bevölkerung der Bundesrepublik im Jahre 1974 simuliert, das Alter jedes "gezogenen" Bürgers notiert und das Gesamtergebnis der Stichprobe im Histogramm darstellt. Durch wiederholtes Ziehen von Stichproben gleichen Umfangs lernen die Schüler, bei der Interpretation (hier also beim Schluß auf die tatsächliche Altersstruktur der Bevölkerung) vorsichtig zu sein; erst nach eingehender Diskussion sollte man daher die Option: "Einzeichnen der Kurve der tatsächlichen Altersverteilung in das Histogramm" verwenden (deren Wahl im Programmablauf leider näher liegt als ihre Vermeidung). Für die Darstellung im Histogramm kann der Benutzer selbst eine Anzahl von Altersklassen wählen (und ggf. variieren), so daß die Schüler zusätzlich erfahren, wie die Interpretation eines Stichprobenergebnisses ggf. von der Art der gewählten Darstellung abhängt.

Auch die weiteren in diesem Abschnitt beschriebenen Programme basieren auf der Altersverteilung der Bevölkerung der Bundesrepublik 1974. Es ist zwar für Statistiker völlig untypisch, die tatsächliche Verteilung des untersuchten Merkmals in der Grundgesamtheit zu kennen, für den Unterricht ist aber gerade der Vergleich der ersten Interpretationen von Statistiken mit der Wirklichkeit notwendig, will man den Schülern die Grenzen der erarbeiteten Verfahren nahebringen.

Steht im Unterricht der Begriff "Mittelwert" zur Verfügung, so sind weitere Programme sinnvoll einsetzbar; z.B. ist die graphische Darstellung des Pfades der sukzessiv gebildeten Mittelwerte in einer Stichprobe vom Umfang n möglich. Man sieht (analog zur Entwicklung der relativen Häufigkeiten im Münzwurfprogramm), daß sich auf lange Sicht die Mittelwerte der Stichprobe dem Mittelwert der Grundgesamtheit annähern. Der Einfluß des Stichprobenumfangs kann diskutiert werden, und mehrfache Wiederholungen lassen die zufallsbedingten Unterschiede dieser Annäherungsprozesse deutlich werden.

Programme, die k Stichproben vom Umfang n simulieren, runden diesen Teil von GSTAT ab. Hier lernen die Schüler, die Mittelwerte der k Stichproben als Zufallsvariable aufzufassen, und erfahren durch die Auswertung entsprechender Histogramme, daß diese Mittelwerte ganz ähnlich verteilt sind wie die Stichprobenergebnisse selbst. Wenn im Unterricht (in der Regel allerdings wohl erst in der Schlußphase des Oberstufenunterrichts) schließlich das Verfahren der Standardisierung behandelt worden ist, wird der Vergleich der Histogramme der standardisierten Mittelwerte mehrfacher Experimentreihen untereinander (insbesondere wenn ein Drucker zur Verfügung steht) und mit dem Graphen der  $N(0,1)$ -Verteilung (den das entsprechende Programm wahlweise über die Histogramme zeichnet) sinnvoll.

Der Einfluß des Stichprobenumfangs auf die Verteilung der Mittelwerte wird besonders schön sichtbar in einem Programm, das eine Punktwolke aus den Mittelwerten von je k Stichproben (wahlweise  $k = 10, 20, \dots, 50$ ) verschiedenen Stichprobenumfangs ( $n = 50, 100, 200, \dots, 1000$ ) bildet. Die Abnahme der Streuung der Mittelwerte mit wachsendem n ist dabei nicht zu

sehen. Wenn im Unterricht der Begriff der Standardabweichung eingeführt ist, wird dies besonders verdeutlicht, wenn man sich zur Punktwolke die 1-, 2- und 3 $\sigma$ -Grenzen einzeichnen läßt.

Vier weitere Programme zur Simulation von Konfidenzintervallen sind im Unterricht dann einsetzbar, wenn man sich mit Schätzproblemen beschäftigt.

## II. Programme zur deskriptiven Datenanalyse

GSTAT enthält zwei Hilfsprogramme, die aus vorgegebenen Datensätzen die statistischen Kennzahlen (Minimum, Maximum, Mittelwert, Median, Varianz, Standardabweichung, Spannweite) berechnen.

Für "stetige Daten" werden außerdem Quantile berechnet, zu selbstgewählten Klasseneinteilungen Klassenübersichten ausgegeben und Histogramme der relativen Häufigkeiten gezeichnet.

Bei "diskreten Daten" werden der Modalwert (Wert mit der größten Häufigkeit) zusätzlich zu den oben genannten Kennzahlen berechnet und Stabdiagramme der relativen Häufigkeiten und der kumulativen relativen Häufigkeiten gezeichnet (aus der zugehörigen Tabelle lassen sich dann ggf. auch Quantile ablesen).

Mit diesen beiden Hilfsprogrammen können zunächst einige mitgelieferte Datensätze untersucht werden:

Als Beispiele für "stetige Daten" sind Getreide-Erträge eines bestimmten Jahres von 400 kleinen Parzellen bzw. die Forderungen einer Einkaufsgenossenschaft an ihre Mitglieder zu einem bestimmten Zeitpunkt in Dateien gesammelt.

Beispiele für "diskrete Daten" liefern mehrere Dateien mit Altersverteilungen, Marktanalysedaten und Daten über Sonnenscheindauern und Anzahlen von "Sommertagen".

Bereits die Arbeit mit diesen Datensätzen, zu denen jeweils die Quellen angegeben werden (z.B. statistisches Jahrbuch), vermittelt den Schülern das Gefühl, mit "ernsthaftem", das heißt in der statistischen Praxis vorkommendem Material um-

zugehen.

Noch interessanter werden die beiden Hilfsprogramme natürlich, wenn man mit ihnen selbsterhobene Datensätze oder Daten, die z.B. für den Unterricht in anderen Fächern gerade von Bedeutung sind, bearbeitet. Die Eingabe solcher Datensätze über die Tastatur oder von Disketten und ihre Aufbereitung für die Bearbeitung mit GSTAT ist leicht möglich und im o.g. Buch hinreichend ausführlich beschrieben.

## III. Programme zu speziellen Verteilungen

Für die Binomial-, die Poisson-, die Normal- und die Exponentialverteilung enthält GSTAT je ein Programm, mit dem die Wahrscheinlichkeitsfunktion (bzw. Dichtefunktion) und die Verteilungsfunktion graphisch dargestellt und für die Praxis wichtige Werte der o.g. Funktionen berechnet werden können. Z.B. kann man für  $N(\mu, \sigma)$ -verteilte Zufallsvariablen  $X$  die Wahrscheinlichkeiten  $P(a \leq X \leq b)$  berechnen und als Fläche unter dem zugehörigen Dichtefunktionsgraph darstellen lassen. Sowohl zur Normalverteilung als auch zur Exponentialverteilung können jeweils beliebig viele Dichtefunktionen in einem Bild dargestellt werden. Dabei erfahren die Schüler besonders anschaulich und direkt, welche Auswirkungen Veränderungen der einzelnen Parameter haben.

Diese Programme unterstützen oder ersetzen also einerseits die Arbeit mit Tabellenwerken bzw. ergänzen diese durch die graphischen Darstellungen und sind damit praktisch universell im Stochastik-Unterricht einsetzbar. Andererseits sind sie Werkzeug im Zusammenhang mit den oben genannten Datenauswertungsprogrammen, wenn es z.B. um die Frage geht, welche Art von Verteilung mit welchen Parametern zur Beschreibung der betrachteten Stichprobe geeignet sein könnte.

Alle Programme des Paketes sind menügesteuert, ihre Benutzung kann auch von EDV-Laien schnell erlernt werden, da die Autoren für klaren Bildschirmaufbau, hinreichenden Begleittext und Hinweise zur Tastatursteuerung (Angabe der verfügbaren Tasten zu jedem Zeitpunkt des Programmablaufes) gesorgt haben.

Als Hardware ist ein IBM-kompatibler PC mit mindestens 512 kB RAM, DOS 3.0 und CGA- oder Herkules-Graphikkarte erforderlich.

Literatur:

- [1] BRÖKER, F. (1989): Statistikprogrammpaket GSTAT, Version 03.89, Göttingen.
- [2] BRÖKER, F. (1989): Statistik lernen am PC, Vandenhoeck Ruprecht, Göttingen.