

REZENSION VON "ARTHUR ENGEL: STOCHASTIK"

von Gunter Stein, Darmstadt

Das im folgenden besprochene Buch von A. Engel ist 1987 bei Klett, Stuttgart, erschienen (253 Seiten, DM 42.-, ISBN 3-12-983110-X).

Das Buch war ursprünglich geplant als Neubearbeitung des 1973 erschienenen ersten Bandes über Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. Dabei entstand aber ein ganz neues Buch mit einem umfangreichen statistischen Schwerpunkt, der wohl alle Themenkreise anspricht, die zur Zeit in Statistikkursen der Sek. II behandelt werden (könnten).

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung aus Bd. 1 und die Mittelwertsregeln aus Bd. 2 finden sich knapp, präzise und elegant auf den ersten sieben Seiten. (Im Index fehlen leider die Stichworte "Axiom" und "Kolmogorow" - ein Hinweis auf S. 29 wäre für lehrplanorientierte Schulbuchbewilliger wichtig gewesen.) Die bedingte Wahrscheinlichkeit ist zwar ein beliebtes Thema in Stochastikkursen - man kann damit viele vertrackte (Klausur-) Aufgaben stellen, hat aber wegen ihrer relativen Unerheblichkeit zu Recht weit hinten einen Platz gefunden.

Das wirklich Neue an dem Buch sind die Auswahl und die Auswertung wichtiger (und damit interessanter) realer Probleme. Statistik-Unterricht mit Bezügen zur Realität erfordert vom Lehrer ungewöhnlich viel Vorbereitungszeit (wie jeder anwendungsorientierte MU), und zwar nicht nur durch das Sammeln und Aufbereiten echter Daten aus Zeitungen und Zeitschriften, sondern auch durch das Sachkundigmachen in den zugehörigen Gebieten. Während fingierte Daten lediglich Spielmaterial für die Behandlung mathematischer Verfahren sind, die wenig Anlaß geben, über die Realität nachzudenken, besitzt die statistische Untersuchung wirklicher Daten eine ungeahnte Fülle von Möglichkeiten, die Wirklichkeit ins Klassenzimmer zu holen. Zum Beispiel das Nachdenken über

- Zufallsverteilung von Kriegsausbrüchen (S. 112),
- die Vererbbarkeit von Kriminalität (S. 100) oder
- die Übertragbarkeit von Ergebnissen bei Tierversuchen auf Menschen (auf S. 97/98 erweisen sich Affen, deren Schwänze mit Stromstößen traktiert werden, wenn sie beim Hebeldrücken nachlassen, abgehärteter gegen anschließend geimpfte Polioviren).

Es ist m.E. sehr wünschenswert, daß sich Mathematiklehrer diesen Diskussionen stellen und sich nicht darauf beschränken, das beobachtete Signifikanzniveau oder den P-Wert zu berechnen - dies ginge auch mit fingierten Daten.

Die Fülle des Materials und der begrenzte Platz bewirken oft eine recht komprimierte Darstellung, bei der es nicht immer leicht ist, das eine oder andere Beispiel sachgerecht auszuwerten und zu deuten; ob beispielsweise der in der Natur häufig zu beobachtende *4-year wildlife-cycle* die Folge eines zeitlich verzögerten logistischen Wachstums ist oder ob dies auf der mittleren Zyklenlänge von Zufallszahlen ( $RND \hat{=} \text{Geburtenrate?}$ ) beruht und somit der "Glaube" an ein Naturgesetz "zerstört" wurde, ist ohne Quellenstudium schwer zu entscheiden (S. 125). Solche unterschiedlichen Interpretationen zeigen, daß mathematische Methoden in Wirklichkeit nicht zu eindeutigen Antworten führen müssen - eine Erfahrung für Schüler, bei denen Mathematik bisher immer zu eindeutigen Ergebnissen geführt hat.

Bei der Auswahl der Beispiele und ihrer Deutung werden auch weltanschauliche bzw. wissenschaftstheoretische Aspekte eine Rolle spielen, z.B. die Einschätzung der Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Methoden in den Sozialwissenschaften. Auf Seite 197 heißt es:

"Der Korrelationskoeffizient wird in den Sozialwissenschaften oft mißbraucht. [...] Korrelation wird öfter mißbraucht als jedes andere statistische Werkzeug."

Es dürfte allerdings schwer sein, ein statistisches Lehrbuch für Sozialwissenschaftler zu finden, in dem nicht in aller Ausführlichkeit darauf eingegangen wird, was der Korrelationskoeffizient alles *nicht* leisten kann, insbesondere vor der Anwendung auf Zeitreihen wird immer wieder ausdrücklich gewarnt. Die Fehler und Fallen in der Statistik in den Sozialwissenschaften liegen m.E. nicht so an der Oberfläche wie die sattsam bekannte Klapperstorch-Geburten-Korrelation.

Zum Beispiel:

- Die Auswahl bzw. Berechtigung von Testverfahren ist abhängig vom Skalenniveau der Daten, worauf trotz schöner Beispiele

für Ordinaldaten leider kaum eingegangen wird.

- Das 5%-Niveau als Herausgeberkriterium bei Zeitschriften wird auf Seite 83 nur kurz erwähnt ohne auf die Folgen einzugehen, die sich ergeben, wenn zu ein und derselben Fragestellung unabhängig voneinander an verschiedenen Orten geforscht wird; dann nämlich führt diese Herausgeberphilosophie zu einer Sammlung von jenen Fehlentscheidungen, die bei Signifikanztests in Kauf genommen werden. (Zu hoffen ist, daß dies auf die Zeitschrift "Science", aus der sehr viele Beispiele stammen, nicht zutrifft.)
- Auf Seite 104 wird die Verteilung der Geburtstage von 238 erstsemestrigen SI - Lehramtsstudenten (WS 72/73 in Frankfurt!) untersucht. Der  $\chi^2$ -Test liefert zwar kein signifikantes Ergebnis, aber "bei viel umfangreicheren Beobachtungsdaten zeigt sich eine leichte Unförmigkeit". Die Nullhypothese gilt in den Sozialwissenschaften fast nie ganz genau, d.h. mit hinreichend großem Stichprobenumfang kann fast jede Nullhypothese zurückgewiesen werden, auch wenn das Ergebnis praktisch und wissenschaftlich völlig irrelevant ist. Dem Schüler sollte bewußt werden, daß der Signifikanztest kein Relevanzkriterium darstellt, sondern daß es zusätzlicher (sozialwissenschaftlicher) Überlegungen bedarf, ob ein signifikanter Unterschied (Zusammenhang) auch relevant ist (vgl. R. Diepgen: Signifikanz - Na und? in: Mathematik lehren, Dez. 1985).

Die ungewöhnlich sachkundige und (daher) elegante Art der Darstellung der einzelnen Themenkreise läßt sich am besten würdigen, in dem man entsprechende Kapitel in anderen einschlägigen Schulbüchern vergleicht (vgl. Literaturverzeichnis). Sogar einige Stochastik-Lehrbücher für Mathematik-Studenten schneiden bei diesem Vergleich nicht sehr vorteilhaft ab, z.B. begnügen sich manche Autoren damit, Erwartungswert, Varianz und Normalverteilung der Testgrößen bei den Verfahren von Wilcoxon-Mann-Whitney lediglich anzugeben - mit den üblichen Floskeln: *es läßt sich beweisen, man kann zeigen*. Bei Engel findet sich auf Seite 169 und 180 eine für Schüler durchaus verständliche Her-

leitung. Statistik als Anwendung undurchschauter "Kochrezepte" ist weder auf der Schule noch auf der Hochschule wünschenswert. Darüberhinaus wäre es verständlicherwise für Mathematiklehrer nicht angenehm, dem Schüler gegenüber eingestehen zu müssen, Behauptungen, die in Schulbüchern ohne Herleitung angegeben werden, nicht beweisen zu können.

Während es für den praktizierenden Statistiker wahrscheinlich egal ist, ob er seine Signifikanzgrenzen aus Tabellen oder aus Computerprogrammen erhält, ist die Verwendung vorberechneter Tabellen im MU m.E. immer etwas mißlich - ebenso wie die fertige Statistik-Software, wie sie z.B. vom Hessischen Institut für Bildungsplanung und Schulentwicklung (HIBS) angeboten wird. Ein selbstentwickelter und programmierter Algorithmus aufgrund einer wohlverstandenen Rekursion für die Verteilung der untersuchten Testgröße ermöglicht es dem Schüler, das gesamte statistische Verfahren von Anfang bis Ende zu durchschauen. Zu diesem wichtigen Bildungsziel leistet das Buch einen wertvollen - aber anspruchsvollen - Beitrag.

Steht in Stochastikkursen ein Rechner zur Verfügung, können statistische Probleme mit sehr wenig Theorie gelöst werden - z.B. ohne Erwartungswert und Varianz (vgl. die Bootstrap-Methode, S. 183ff). Da dieser Zugang zur Statistik im MU noch zu revolutionär ist (bzw. nicht lehrplankonform), liefert das Buch sowohl die Theorie als auch die alternativen Zugänge mit Hilfe des Rechners - und stellt in Aussicht, daß in fünf bis zehn Jahren eine Revision erfolgen wird.

Das Buch ist ein hervorragender Beitrag zu einem anwendungs- und computerorientierten Statistikerunterricht und kann allen Mathematiklehrern empfohlen werden, die sich für neue und wichtige Ideen in der Statistik interessieren.