

# LS Stochastik – Mathematisches Unterrichtswerk für das Gymnasium

Ernst Klett Verlag, Stuttgart, Düsseldorf, Leipzig 2003

REZENSION VON ELKE WARMUTH, BERLIN

---

Das 190 Seiten umfassende Buch ist in sechs Kapiteln gegliedert:

- I. Von der Pfadregel zur Binomialverteilung (32 Seiten)
- II. Beurteilende Statistik (26 Seiten)
- III. Der zentrale Grenzwertsatz (20 Seiten)
- IV. Weitere Verteilungen (20 Seiten)
- V. Markoff-Ketten (20 Seiten)
- VI. Gauß und seine Normalverteilung (28 S.).

Dazu kommen Projektvorschläge (11 Seiten) sowie ein Anhang mit Hinweisen zum Einsatz des TI-92 (2 Seiten), Tabellen (13 Seiten) und Lösungen zu ausgewählten Aufgaben (5 Seiten).

Die graphische Gestaltung ist ansprechend, farbig, aber nicht bunt, die Seiten sind nicht überfüllt, Randspalten mit Bildern, Zeitungsausschnitten, zusätzlichen Erklärungen und Hinweisen lockern die Darstellung auf. Die Kapitel II, IV und V werden mit einem kurzen Prolog eröffnet, der den Leser über Inhalte und Ziele des Kapitels informiert. Die wenigen Druckfehler wird der aufmerksame Leser selbst finden. Es sei lediglich die fehlerhafte Abbildung auf S. 45 erwähnt, weil sie besonders ärgerlich ist.

Das Lehrbuch deckt inhaltlich alle Themen ab, die bundesweit im Kern der Rahmenpläne zur Stochastik der Sekundarstufe II vertreten sind. Darüber hinaus werden im Kapitel IV die Poisson-Verteilung, die geometrische Verteilung und die Exponentialverteilung eingeführt. Dem in Rahmenplänen beliebten Ergänzungsthema Markoff-Ketten ist Kapitel VI gewidmet. Der modulare Aufbau ermöglicht verschiedene Wege durch das Buch. Man kann es für einen Grundkurs oder für einen Leistungskurs verwenden. Verbindungen der Stochastik zur linearen Algebra bzw. Analysis werden in den Kapiteln 5 bzw. 6 geknüpft. Das didaktische Konzept der Lerneinheiten folgt dem Schema

- ein bis zwei hinführende Aufgaben
- kurzer Lehrtext und Kasten mit dem inhaltlichen Kern
- ein bis zwei Beispiele zur Illustration
- Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad beginnend beim Beispielmuster.

Danach folgen in allen Kapiteln mit Ausnahme von Kapitel IV *Vermischte Aufgaben* als Übungsangebot zum gesamten Lehrstoff des jeweiligen Kapitels.

Ein besonderes Element sind die *Mathematischen Exkursionen*, die auf meistens zwei Seiten Anregungen zum Weiterlesen und Weiterarbeiten geben. Es wurden als Themen z.B. der Chi-Quadrat-Test, Fixpunkte bei zufälligen Permutationen, stationäre Verteilungen bei Markoff-Ketten und Experimentieren und Simulieren mit dem Computer gewählt. Der Rückblick fasst auf einer Seite den Lerninhalt des Kapitels zusammen. Ein weiteres Übungsangebot stellen die Aufgaben zum Üben und Wiederholen auf einer Seite am Ende jedes Kapitels bereit. Die Lösungen zu diesen Aufgaben findet man am Ende des Buches. Es gibt Anregungen zum Einsatz von Excel. Entsprechende Dateien kann man sich kostenlos beim Verlag herunterladen.

Die Auswahl und Anordnung des Stoffes halte ich für gut gelungen. Es werden zahlreiche sinnvolle Verbindungen geknüpft wie z.B. zwischen den  $\sigma$ -Intervallen und dem Testen von Hypothesen, zwischen dem Testen und den Konfidenzintervallen, zwischen empirischen Kenngrößen und Modellkenngrößen, zwischen dem üblichen Mitteln von Messwerten und der Rechtfertigung in einem Modell. Manche Verbindungen werden aber auch leider nicht hergestellt wie z.B. diejenige zwischen der Unabhängigkeit von Ereignissen und der Unabhängigkeit von Zufallsgrößen. Zu begrüßen sind die explizit dargestellten Bezüge zur Analysis und zur linearen Algebra.

Der Lehrtext bietet ein Minimum an Informationen, das durch die Anregungen zum Weiterlesen in den Mathematischen Exkursionen ergänzt wird. Manche Darstellung gerät allerdings sehr knapp und erscheint mir zu rezepthaft (insbesondere im Kapitel V). Es kommt auch zu unzulässigen Verkürzungen. Hier muss der auf inhaltliches Verständnis ausgerichtete Unterricht unbedingt die erforderliche Vertiefung bis hin zu einer erforderlichen Korrektur leisten. Ich möchte dies durch einige Beispiele belegen.

Nicht gelungen erscheint mir vor allem der Umgang mit dem für die Stochastik fundamentalen Begriff der Unabhängigkeit. Dies beginnt mit einer asymmetrischen Definition (S. 15), es wird zu wenig für das inhaltliche Verständnis getan und die Produktformel wird nicht herausgestellt. Bei den Bernoulli-Ketten wird (diskret) in der Randspalte (S. 17) von unabhängigen Experimenten gesprochen, ohne dass dieser Begriff wirklich erklärt wird. Im Rückblick (S. 38) kommt die Unabhängigkeit gar nicht mehr vor. Mehrstufige Experimente, die sich aus  $n$  Bernoulli-Experimenten mit gleicher Trefferwahrscheinlichkeit zusammensetzen, sind aber nicht notwendig Bernoulli-Ketten. Die Unabhängigkeit von Zufallsgrößen wird gut über die Produktformel eingeführt (S. 71), aber es wird kein Bezug zur Unabhängigkeit von Ereignissen hergestellt. Besonders unzulässig verkürzt scheint mir die Einführung zu stochastischen Prozessen und Markoff-Ketten (S. 106-108). Die charakteristische Eigenschaft einer Markoff-Kette kommt überhaupt nicht zum Ausdruck, da der in diesem Kontext m.E. unverzichtbare Begriff der Unabhängigkeit gar nicht benutzt wird. Die Begründung des schwachen Gesetzes der großen Zahlen auf S. 37 oben ist ein Beispiel für eine sehr knappe Darstellung. Zudem fehlt die Forderung *für alle*  $\varepsilon > 0$ .

Bei der Approximation der Binomialverteilung durch die Normalverteilung werden im Buch Faustregeln benutzt. Diese Regeln sollten auch als solche bezeichnet werden, sonst ist für den Schüler kein Unterschied zwischen der Pfadregel und der Regel  $\sigma > 3$  erkennbar. In der Begründung der Näherungsformel auf S. 67 ist die Stetigkeitskorrektur nicht nachvollziehbar. Außerdem ist unverständlich, warum zwei verschiedene Faustregeln erwähnt werden, von denen die eine auf S. 68 auch noch anders verwendet wird. Die Bemerkung auf S. 68 ist so nicht richtig, denn es kommt ja darauf an, was für Fehler man akzeptiert. In der Lerneinheit 2 von Kapitel II wird bei der Behandlung des Mindestumfangs der Stichprobe die hinreichende Bedingung mehrmals als notwendig hingestellt. Die Darstellung (S. 62) des sogenannten Unabhängigkeitstests knüpft leider nicht an die des Anpassungstests an und bleibt so im reinen Rezept stecken. Ein besonders krasses Beispiel für eine knappe Darstellung ist die Herleitung der Differenzialgleichung auf den Seiten 82 und 83. Diese Umformungen sind für Schüler wohl kaum nachvollziehbar. Auf S. 96 ist die Verteilungsfunktion der Exponentialverteilung falsch und bei der Abbildung auf S. 104 hat die Ordinatenachse eine Prozenteinteilung, was leider suggerieren könnte, dass es sich bei den Funktionswerten um Wahrscheinlichkeiten handelt. Die Aufgaben decken ein breites Spektrum ab:

- viele (bekannte) Routineaufgaben verschiedener Schwierigkeitsgrade,
- eingekleidete Aufgaben zu Sachsituationen, die nicht wirklich Anwendungsaufgaben sind,
- Anwendungsaufgaben, die Modellierungsfähigkeiten erfordern,
- theoretisch anspruchsvollere Aufgaben, die auch Beweisfähigkeiten erfordern.

In diesem reichhaltigen Angebot wird der Leser das für ihn Passende finden. Positiv hervorzuheben sind auch die zahlreichen Hinweise und bereitgestellten Dateien für den Computereinsatz zum Zwecke der Veranschaulichung, zum Experimentieren und Simulieren. Die Mathematischen Exkursionen auf den Seiten 148-151 beispielsweise unterstützen sehr gut die Ausführungen um die Normalverteilung. Sehr gut gefallen mir die Projektvorschläge mit den Themen

- Statistik der Kassenzettel,
- CD kontra MP3 - ein statistischer Test,
- 'Allgemeinbildung' - ein statistischer Test,
- Die seltsame Wahrscheinlichkeit der Anfangsziffern - das Benford-Gesetz.

Auch dem Projektvorschlag Hausnummern liegt eine gute Idee zugrunde, allerdings enthält die Ausführung zu viele Mängel. Das Beispiel (S. 160) ist falsch (Man vergleiche mit Aufgabe 3). In der Aussage von Aufgabe 2d) ist ein Fehler. Die Aussagen zum Mittelwert und zum Erwartungswert der Hausnummern sind unklar. Wäre der Erwartungswert der größten Hausnummer gemeint, dann wäre die Aussage von Aufgabe 2e) richtig. Dann hätte auch die Anleitung einen Sinn. Fig. 1 und Aufgabe 3 auf S. 161 suggerieren aber, dass das arithmetische Mittel aller Hausnummern in einem Versuch (10 Straßen bzw. 20 Straßen) gemeint ist. Dann ist die Aussage 2e) falsch.

Eine zusammenfassende Wertung fällt schwer, wie aus der Schilderung der Vorzüge und Schwächen des Buches hervorgeht. Ich möchte es so formulieren: Das Buch enthält eine Fülle von Anregungen für einen interessanten Stochastikunterricht, aber es kann wohl nicht als alleinige Grundlage dafür dienen.

Elke Warmuth  
 Institut für Mathematik/ Didaktik der Mathematik  
 Humboldt-Universität  
 Unter den Linden 6  
 10099 Berlin  
 warmuth@mathematik.hu-berlin.de