

Computer im Statistik-Lehrplan

von John Higgo, Oakham; Übersetzung: Manfred Borovcnik, Klagenfurt

Kurzfassung: Dieser Artikel ist im wesentlichen ein Auszug aus dem umfassenden Bericht "Computer im Mathematik-Curriculum (1992), welcher jüngst von der nationalen englischen Mathematikervereinigung herausgegeben wurde.

1. Computer haben viel für den Statistik-Unterricht anzubieten

Der Computer mit seiner dynamischen, interaktiven visuellen Anzeige bietet viele Vorteile beim Lernen von Mathematik (und Statistik im besonderen), ganz abgesehen einmal von der motivierenden Kraft auf die Lernenden. Zusätzlich zu seiner Fähigkeit, Daten rasch zu verarbeiten oder zu simulieren, stellt der Computer ein Medium dar, um wichtige Begriffe allgemein aufzubereiten, auch wenn die spezifischen Techniken, auf welchen die Begriffe beruhen, noch nicht beherrscht werden. Der Computer teilt mit dem Taschenrechner, daß er Feedback liefert, das nicht gleichzeitig beurteilt. Das ermöglicht dem Benutzer, Schritte zu unternehmen, um den Fehler auszubessern, ohne sich kritisiert oder getadelt zu fühlen.

Mit dem dynamischen Display ist es Schülern möglich, ein Verständnis von mathematischen Begriffen zu erhalten, welches diese befähigt, mächtige mentale Ideen zu entwickeln. Die Fähigkeit des Computers, komplexe Bilder zu erzeugen und sie zu verändern, kann ausgenutzt werden, um graphische Repräsentationen von vielen statistischen Begriffen zu erzeugen. Zum Beispiel kann ein Histogramm einer Stichprobe simultan zur Simulation der Daten mitwachsen, oder eine Rangliste kann mit den erzeugten Daten jeweils auf den neuesten Stand gebracht werden (Abb. 1).

2. Computer verändern den Lernstil und die Rolle des Lehrers

Der Computer erfordert im wesentlichen einen Zugang, in welchem Schüler ermutigt werden, eine aktive Rolle zu spielen; dies hat sowohl für Schüler als auch für Lehrer Folgen. Der Zugang zu Computern begünstigt die weniger traditionellen Typen von Lernen und Lehren von Mathematik, die im Cockcroft Report befürwortet werden, wie Nachforschen, Diskutieren, umfangreichere Aufträge - ebenso wie praktische Arbeit abseits vom Computer, eine

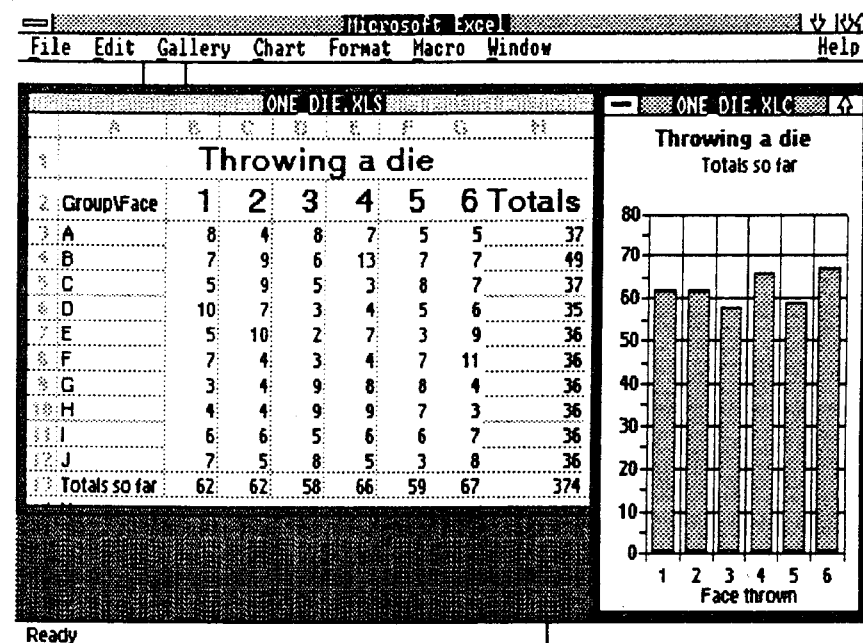


Abb. 1: Verbundene Tabelle und Rangliste für eine Würfelsimulation

wesentliche Voraussetzung für Simulationsaufgaben.

In solch einer Lernumgebung verändert sich die Aufgabe der Lehrers vom Informationsvermittler zum Ratgeber. Der Lehrer führt die Schüler auf Methoden und Ansätze für das Problem hin und, das ist besonders wichtig, er kann durch Diskussion die Verbindungen zu verwandten Begriffen und Themen herstellen, welche für eine folgerichtige mathematische Entwicklung wesentlich sind. Das stellt eine bedeutsame Abkehr von der üblichen Auffassung des Lehrers dar, wonach er aus der Position eines Fachmannes Wissen an die Schüler weitergibt und ihre Arbeit in hohem Ausmaß lenkt. Globale Orientierung und Führung wird immer noch erforderlich sein und direkte Unterweisung wird an geeigneten Stellen bestehen bleiben. Aber es wird auch nötig sein, flexibel auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Schüler einzugehen, je mehr diese an ihrer eigenen Entwicklung beteiligt sind. Die Einfüh-

rung der Computer wird daher zu einer größeren Veränderung in der Rolle des Lehrers führen, obwohl sie dessen Wichtigkeit keineswegs schmälern wird.

3. Viele Arten von Software sind für den Unterricht geeignet

Einige sachspezifische Programme sind eigens mit dem Ziel geschrieben worden, die zugrunde liegenden Ideen von Wahrscheinlichkeit und Stichprobenziehen verständlich zu machen. Einige darunter sind vorzüglich motivierend und wirksam wie z.B. das Programm *TIMES* (vom Shell Centre der Universität Nottingham), welches die Reaktionszeiten von Studenten aufzeichnet, anzeigt und verarbeitet (Abb.2). Wegen des Aufwands, die Eigenheiten eines jeden neuen Programms zu erlernen, sind mächtige und erweiterbare Programmpakete wie Tabellenkalkulation, Datenbanken und Statistikpakete vorzuziehen. Darüberhinaus bieten Programmiersprachen wie *BASIC* und graphische Taschenrechner die Möglichkeit, Daten zu verarbeiten und Zufallszahlen zu erzeugen; sie stellen damit ein mächtiges Werkzeug zur Durchführung einfacher stochastischer Simulationen dar.

4. Computer verändern Unterricht und Curriculum

Eine wichtige Eigenschaft des nationalen Curriculums in Mathematik ist der verstärkte Akzent auf den Umgang mit Daten. Statistik ist erst in der jüngsten Vergangenheit überhaupt in den Mathematik-Lehrplan der Sekundarstufe aufgenommen worden und der Schwerpunkt liegt hauptsächlich auf der Beherrschung von Schlüsseltechniken wie der Erstellung von Häufigkeitstabellen, dem Anfertigen von Säulen- und Tortendiagrammen und der Berechnung von Mittelwerten und Medianen. Dennoch, außerhalb der Schule sind die meisten Leute Konsumenten und nicht Produzenten von Statistik und daher besteht der dringliche Bedarf, die dargebotene Information zu benutzen und zu interpretieren. Dementsprechend wird im nationalen Curriculum auf allen Stufen die Interpretation der Daten hervorgehoben. Bei der Verwirklichung dieses Aspekts des Lehrplans kann der Computer eine wesentliche Rolle spielen. Insbesondere die gerade entwickelte Verbindung von Datenbank, Tabellenkalkulation und graphischen Systemen ermöglicht es, Daten schnell und genau zu verarbeiten.

Die Einführung der Taschenrechner half, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, daß Schüler erkennen können müssen, welche Operation oder welche genaue Abfolge von Operationen zur Lösung eines Problems führt. In ähn-

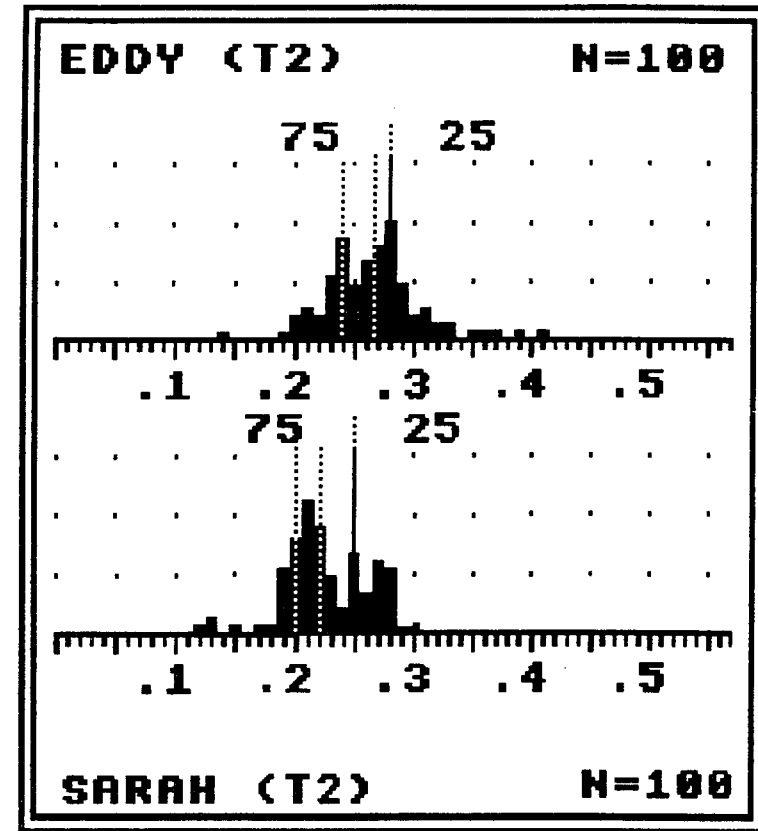


Abb. 2: Reaktionszeiten von zwei Schülern, aufgezeichnet von *TIMES*

licher Weise erfordert der wirksame Gebrauch des Computers als Werkzeug ein gutes Verständnis der zugrunde liegenden statistischen Begriffe und Prozesse ebenso wie der Beziehungen zwischen diesen und sollte andererseits helfen, ein solches Verständnis zu entwickeln.

Insbesondere sollte die Fähigkeit von Computern, Ergebnisse graphisch darzustellen, Begriffe aufhellen, welche ohne solche Veranschaulichung wahrscheinlich sehr schwer zu verstehen sind. Zum Beispiel muß man schon einen so einfachen Begriff wie die Standardabweichung in Aktion erleben; erst die Beziehung der numerischen Werte der Standardabweichung zu verschiedenen

Populationen zeigt, welche Information dadurch erfaßt wird. Das ist mit einem Computer sehr leicht möglich, ist aber von Hand sehr mühsam und zeitraubend. Weiters müssen die Daten nicht mehr der leichten Berechenbarkeit wegen angepaßt werden, sondern können einer beliebigen Quelle entnommen werden. So kann der Schwerpunkt weg von den Techniken der Datenverarbeitung verlagert werden, man kann sich stattdessen auf die Interpretation der Information konzentrieren, welche dieser Prozeß bereitstellt. Dies ist bereits in Wissenschaft und Wirtschaft geschehen, wo es nunmehr akzeptierte Praxis ist, Computerpakete zu benutzen (Abb.3), um die routinemäßige Verarbeitung der Daten durchzuführen, die für die Schlußfolgerungen und Entscheidungen benötigt wird.

5. Große Datensätze sind nun zugänglich

Zusätzlich zu Daten, die Schüler selbst gesammelt oder mit dem Computer simuliert haben, sollten sie auch Erfahrung haben im Umgang mit Datensätzen wie Gemeindeaufzeichnungen, Volkszählungen und Witterungsdaten, welche von öffentlichen Stellen zusammengetragen werden. Durch den nun möglichen Zugang zu großen Datenbanken kann man ganze Populationen befragen und ihre Parameter bestimmen. Auf der anderen Seite kann man aus diesen Populationen Stichproben verschiedenster Art ziehen - zufällige, geschichtete, große, kleine - und die Stichprobenstatistiken mit den Parametern der Population vergleichen. Solche Aktivitäten waren ohne Datenbanken und statistische Programmpakete nur in einem sehr eingeschränkten Ausmaß möglich.

6. Simulationen umgehen schwierige Wahrscheinlichkeitsberechnungen

Die Schlüsselfrage beim Signifikanztest ist wohl die: "Wie groß ist - unter der Annahme der Nullhypothese, die getestet wird - die Wahrscheinlichkeit, ein Stichprobenergebnis zu erhalten, das so weit entfernt vom erwarteten Ergebnis ist wie dasjenige Resultat, das man tatsächlich erhalten hat?" Üblicherweise werden solche Fragen mit Hilfe von mathematischen Berechnungen beantwortet. Dies bedeutet, daß viele der häufig auftauchenden Situationen nicht bearbeitet werden können, weil die mathematische Analyse zu komplex ist. Man muß diese allerdings nicht länger aussparen, weil geeignete Computersimulationen sehr genaue Antworten auf diese Fragen bieten. Ja es gibt sogar einige, die argumentieren, daß empirische Inferenzen dieser Art schon von jüngeren Schülern verstanden werden können.

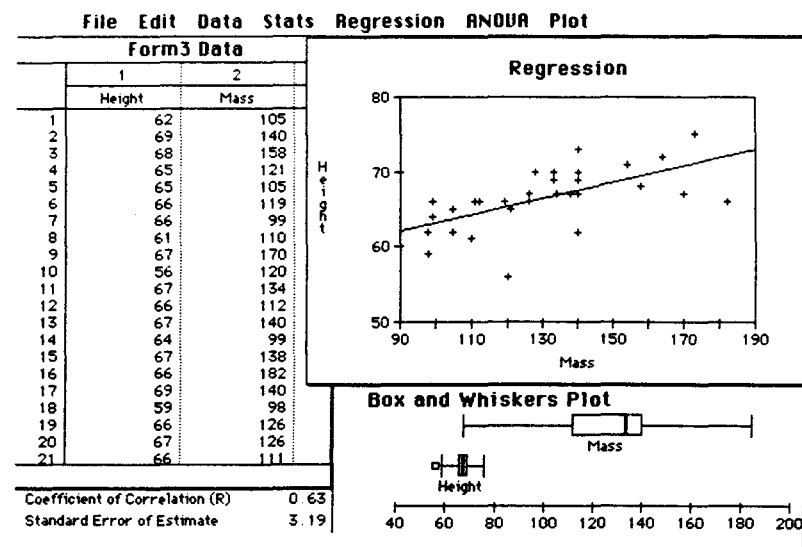


Abb. 3: Eine Eingangstabelle und Ergebnisse von einem statistischen Paket

7. Computer zeigen, wie man das Curriculum ändern sollte

Eine Frage ist gewiß nicht mehr zu umgehen: In welchem Ausmaß müssen Schüler weiterhin statistische Berechnungen von Hand durchführen anstatt die mächtigen Statistikpakete zu verwenden, die immer leichter zugänglich werden. Es wird schwierig sein, solche Fragen zu beantworten, ehe man die nationalen Prüfungen nicht an diese Veränderungen anpaßt und unerwünschte Einschränkungen auf Lehrer und Schüler aufhebt. Die Freiheit für lokale Experimente ist eine kritische Voraussetzung, um auf der Basis von Unterrichtserfahrung fundierte curriculare Entscheidungen treffen zu können.

8. Jedes Statistik-Curriculum muß geeignete Kursarbeiten bieten

Kursarbeiten ermöglichen dem Schüler, seine Tüchtigkeit in verschiedenen Bereichen der Statistik zu zeigen, welche sonst schwer oder gar nicht beurteilt werden können; dazu zählen Umfragen und Simulationen. Eine Beurteilung der Leistung durch Kursarbeiten wird auch dadurch schon erforderlich, weil die Programme und andere technologische Hilfsmittel sehr vielfältig sind und sehr unterschiedlich genutzt werden können. Vielleicht am wichtig-

sten aber an Kursarbeiten ist der Umstand, daß sie als Test für curriculare Neuerungen dienen können, weil sie eine Flexibilität des Inhalts ermöglichen, die man sonst nicht erreichen kann.

9. Ressourcen, Lehrerzeit und Forschung sind nötig

Die Einführung von Statistik-Unterricht, wie er hier befürwortet wird - ebenso wie auch die volle Einführung des nationalen Curriculums in Mathematik - wird nicht möglich sein, wenn nicht Lehrer und Schüler einen geeigneten Zugang zu Computern im Klassenzimmer haben. Zusätzlich muß den Lehrern Zeit zugestanden werden, um sich selbst mit der neuen Technologie vertraut zu machen, sich Fachwissen anzueignen, Lehrgänge anzupassen, Programme zu bewerten und Wege zu entwickeln, wie man diese im Unterricht nützt.

Ein Großteil der Entwicklung des letzten Jahrzehnts war 'technologiegetrieben'; es ist zu hoffen, daß man in den kommenden Jahren wichtigen curricularen und pädagogischen Fragen mehr Aufmerksamkeit schenken kann. Die Lösung vieler Probleme, die auftreten werden (z.B. durch die Verfügbarkeit von Programmpaketen, die alle Techniken beherrschen, die für das Abitur nötig sind), ist keineswegs offensichtlich. Die Lösung muß durch Bezug auf die Erfahrung jener, die mit Schülern im Unterricht damit arbeiten, oder durch Ergebnisse sorgfältig geplanter Forschung gesucht werden. Weitere Forschung wird nötig sein, um Information zu verschaffen über den Aufbau und die Einführung eines Curriculums, welches der Verfügbarkeit von Computern und anderer moderner Technologien Rechnung trägt.

Literatur

Mann, W.J.A. (Hrsg.) (1992): *Computers in the Mathematics Curriculum*, London: Mathematical Association.

John Higgo, Oakham School, Oakham, Leicestershire, UK

Odds conclusion - Merkwürdiger Schluß oder Berechnung der Chancen

?????

Aus einer englischen Zeitung: Woche zwei des Glücksspiels "Wie werde ich schnell Millionär". Es ist nicht klar, ob überhaupt einer das große Glückslos ziehen wird. Aus den Teilnahmebedingungen ist auch nicht zu entnehmen, wie groß die Chancen sind. Man erfährt jedoch, daß sich die Zeitung, die den Bewerb veranstaltet, bei einer großen Versicherungsgesellschaft abgesichert hat. Sie hat £ 85.000 bezahlt als Prämie gegen den Fall, daß ein Mitspieler tatsächlich die Million gewinnt. Daraus könnte man die Chancen für den Gewinn errechnen, könnte man?

?????