

Bericht über den
FIFTH INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION
Adelaide, 24.-30. August 1984

von Manfred Borovcnik, Klagenfurt

1. Der Tagungsrahmen

Diese internationale Tagung zur Mathematik-Didaktik in Adelaide, Australien, ist nun schon die fünfte ihrer Art und setzt damit eine Tradition fort, die in Lyon, 1969, angebahnt wurde, und über Exeter, 1972, Karlsruhe, 1976, und Berkeley, 1980, führte. Im Hintergrund steht die "International Commission on Mathematical Instruction", deren Mitglieder dies als Chance ansehen, weltweit über Probleme der Mathematik-Didaktik zu kommunizieren, Erfahrungen und wissenschaftliche Ergebnisse auszutauschen. Als australische Gastgeber fungierten die Australische Akademie der Wissenschaften und The University of Adelaide. Auch diesmal sind, trotz der großen Entfernung des Tagungsortes Adelaide für die meisten der potentiellen Adressaten, viele der Einladung gefolgt. Die 1786 Teilnehmer kamen aus 68 Ländern, der deutsche Sprachraum war jedoch lediglich mit 2 % repräsentiert.

Im folgenden möchte ich knapp den Tagungsrahmen abstecken und dann auf jenen Teil intensiver eingehen, der der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik gewidmet war.

Neben vier Hauptvorträgen war das Programm in drei wesentliche Zweige strukturiert:

- o Die sogenannten Action Groups (alle Vormittage je zwei Stunden).
Sieben parallele Arbeitsgruppen zu Schwerpunkten von früher Kindheit bis Erwachsenenbildung.
- o Die sogenannten Theme Groups (alle Nachmittage je zwei Stunden).
Sieben parallele Arbeitsgruppen zu Schwerpunkten, wie Mathematics for All, Theory, Research and Practice oder Applications and Modelling.
- o Die Topic Areas und Study Groups
Einzelvorträge (nicht Gruppenarbeit) dominierte diesen Programmpunkt.

Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik war explizit Thema einer der Topic Areas, des weiteren war eine Untergruppe der Theme Group 4

(Theory, Research and Practice) dem Unterricht in dieser Disziplin gewidmet. Darauf gehe ich im folgenden ein.

2. Topic Sessions on Teaching Statistics

Dieser Programmpunkt wurde von L. Rade, P. Holmes, G. Noether und J. Oyelese organisiert. Die internationale Diskussion um die Einführung und Verbesserung von Unterricht in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik läßt sich in folgenden "Trends" zusammenfassen, die auch die Sitzungen in Adelaide wie ein roter Faden durchzogen:

- Trend zur Statistik, insbesondere zur Beschreibenden Statistik und Explorativen Datenanalyse; dies geht auf Kosten klassischer Teilgebiete der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Schule.
- Trend zur angewandten Statistik, insbesondere zu Modellbildungsprozessen auch im Unterricht.
- Trend zur Simulation als praktischem Hilfsmittel, aber auch als didaktischen "Trick", schwierige Mathematik zu umgehen.
- Trend zu Taschenrechnern, Mikro-Computern und Computern.
- Trend zu Projektunterricht.

A. Förderung von "Statistical Literacy" in den Schulen

(A. Watkins, J. Landwehr und J. Swift).

Berichtet wurde über größere Aktivitäten von American Statistical Association und National Council of Teachers of Mathematics im Zusammenhang mit der Entwicklung von Unterrichtsmaterialien (für das US-amerikanische K-12 Curriculum) und Lehrerfortbildung.

Ein Datenbanksystem ("Nightingale Network") soll geschaffen werden, das für Unterricht interessante Daten für Lehrer leicht zugänglich machen soll. In Bezug auf die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien (Quantitative Literacy Project) liegen erste Ergebnisse schon vor - derzeit gibt es vier Hefte zu folgenden Themen: Exploring Data, Probability, Simulation, Information from Sample Surveys. In der Sitzung wurden entsprechend den oben angesprochenen Trends die markant-neuen Teile vorgestellt, d.h. die Explorative Datenanalyse sowie die angewandte Statistik betreffend, die nun aber mit Hilfe des Simulationsgedankens neu strukturiert wird.

Die Unterrichtsmaterialien werden vermutlich Unterricht von Statistik wesentlich stärker beeinflussen als etwa die bekannten Büchlein von Mosteller e.a. (Hrsg.) *Statistics by Example*. Einmal nehmen sie den Anwendungsgedanken via behandelte Beispiele ernster. Zum anderen orientieren sie sich an Machbarem: Wahrscheinlichkeitsrechnung wird zugunsten neuer, einfacherer Techniken (graphische Methoden der Explorativen Datenanalyse etwa) bzw. anderer Rechtfertigungs- und Einsichtsmuster (Simulation zur Illustrierung von Konzepten) zurückgedrängt. Zum dritten: Es sind lehrgangsmäßig aufgebaute, durchgängig verwendbare Materialien, nicht isolierte Einzelbeispiele.

B. Statistik in nichtmathematischen Kursen für Schüler von 16-19

(P. Holmes)

Auch hier stand die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien im Brennpunkt der Ausführungen. Der Hintergrund ist nun Großbritannien, Zielgruppe sind Schüler von 16-19, die in den verschiedenen Fächern eine entsprechende Statistik-Ausbildung bekommen sollen (Geographie, Ökologie, Biologie).

Das Statistical Education Project 16-19 (Centre for Statistical Education, Sheffield) war dazu gedacht, dieses gewaltige Ausbildungsproblem in Statistik bewältigen zu helfen. Der Unterricht in Statistik wird von den Lehrern der Anwendungsfächer gehalten, weil Mathematiklehrer zu wenig vom Anwendungsfach verstehen. Die zu entwickelnden Materialien müssen auch vom statistisch naiven Lehrer des Anwendungsbereiches eingesetzt werden können. Die Heterogenität der Anforderungen aus den drei Fächern wurde als zu groß eingestuft, daß man sich entschloß, getrennte Lehrgänge zu entwickeln.

Generelle Gesichtspunkte bei der Erstellung der Materialien, die bald publiziert werden sollen:

- Mehr an Daten als an Wahrscheinlichkeitsrechnung ausgerichtet.
- Lesen von Daten und Tabellen ist wichtig.
- Lesen von Statistiken ist wichtiger als Statistiken erstellen.
- Daten im realen Bezug!

C. Anwendungen, Fallstudien und Modellbildung im Statistik-Unterricht

(D. Vere-Jones, R. Dear, L. Langston und R. Comwell)

Die Probleme und Lösungsansätze mit Anwendungen im Unterricht wurden zwar aus der Sicht der Bemühungen in Neuseeland dargestellt, sie sind jedoch weitgehend allgemein zutreffend. D. Vere-Jones hat ein Büchlein "Statistics at Work" entwickelt, das insgesamt elf Fallstudien zur praktischen statistischen Arbeit enthält. Allerdings ist die Akzeptanz des Büchleins bei Lehrern nicht übermäßig groß, weil sie mit dieser Art von Mathematik sowie mit der besonderen Art des Unterrichts (bis hin zu projektorientiertem Unterricht) nicht vertraut sind.

R. Dear versuchte, durch praktische Durchführung einer Simulation mit dem Auditorium zu demonstrieren, wie fesselnd diese Art von Herangehen an Probleme ist und daß es nicht so viel Zeit kostet, wie man landläufig annimmt.

L. Langston stellte praktische Unterrichtsprojekte vor. Erst wenn man mit realen Problemsituationen konfrontiert ist, die Zwecke gegeneinander abwägen muß und Entscheidungen (begründet) zu treffen hat, kann man als Schüler erfahren, was Statistik leisten kann bzw. welchen Stellenwert sie hat.

Um Anwendungen und projektorientierten Unterricht zu fördern, muß man Akzente in der Lehrerfortbildung setzen (R. Comwell), sowie entsprechende Prüfungsfragen für die Endprüfungen entwickeln. Wünschenswert wären in diesem Zusammenhang auch mehr Unterrichtsmaterialien mit ansprechenden, "realen" Problemstellungen, die überdies mit relativ einfachen Methoden (der deskriptiven Statistik sowie mit Simulation) zu lösen sind.

D. Computer-Trickfilme: Ein durchschlagkräftiger Weg statistische Konzepte zu unterrichten

(D. Lunn)

D. Lunn bezog sich auf einen Kurs in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik (M 245) der Open University. Er zeigte einige eindrucksvolle Trickfilmabschnitte. Als ein wesentliches Problem bei der Erstellung solcher Filme erweist sich die Darstellung und Beherrschung von Bewegung im Bild im Verlauf der Zeit.

3. Arbeitsgruppe "Probability and Statistics"

Die Arbeitsgruppe "Probability and Statistics" war eine von 9 Untergruppen der Themengruppe 4 (Theory, Research, and Practice in Mathematics Education) (Themengruppe organisiert von A. Bell, E. Fischbein, J. Kilpatrick und B. Low, Arbeitsgruppe organisiert von H.-J. Bentz und M. Borovcnik).

A. Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit Wahrscheinlichkeit: Intuitionen und Konzepte

On Children's misconceptions (R. Kapadia)

Beim Lehren und Lernen von Stochastik sind wir mit speziellen Schwierigkeiten konfrontiert, Kapadia sieht dafür im wesentlichen folgende Gründe:

- o Fehlaufassungen im Zusammenhang mit Wahrscheinlichkeit sind viel schwieriger zu durchschauen als in der "übrigen Mathematik". Dahinter steckt die spezielle Natur "stochastischer Intuitionen".
- o Dem Begriff Wahrscheinlichkeit liegen gänzlich unterschiedliche Konzeptionen zugrunde: Laplace-Wahrscheinlichkeiten (Symmetrie-Konzept)/"long run"-Häufigkeiten (experimentelle Konzeption)/subjektivistische Ideen (allgemeine Idee im Hintergrund: Kohärenz).

Kapadia kritisiert empirische Untersuchungen zum Wahrscheinlichkeitsbegriff (Piaget, Fischbein, Falk, Green, APU-Studie), weil sie das volle Spektrum von Wahrscheinlichkeitsauffassungen nicht berücksichtigen. Ihre Ergebnisse müssen daher sehr vorsichtig interpretiert werden. Für den Unterricht streicht R. Kapadia den subjektivistischen Zugang als Chance heraus.

Probleme empirischer Forschung zum Wahrscheinlichkeitsbegriff

(M. Borovcnik)

Die Kritik von Kapadia wird anhand der Studie von D. Green fortgeführt und detailliert:

- o Das Verständnis von Probanden ist sehr sensitiv auf die Formulierung des Problems.
- o Vielleicht verfügen Kinder über brauchbare stochastische Strategien, können sie jedoch nicht auf die artifiziellen Situationen in den Items transferieren.
- o Trotz der Einschränkung auf das Symmetrie-Konzept in den Items kommt man unvermittelt in Konflikt mit unterschiedlichen Wahrscheinlichkeitskonzeptionen. Einige der gestellten Probleme werden erst im subjektivistischen Rahmen verstehbar und lösbar.

o Es besteht eine Diskrepanz zwischen Problemlösestrategien und Konzepten. Viele der Probleme kann man mit Bruchrechnung lösen, ohne etwas von Wahrscheinlichkeit zu "verstehen".

In der darauffolgenden Diskussion werden weitere Problemetails aufgeworfen, die die Interpretation der Ergebnisse erschweren. Anschließend wird der Zusammenhang zu tatsächlichem Unterricht diskutiert: Auch im Unterricht hat man mit Problemen mit der Formulierung von Aufgaben zu kämpfen. Aus Fehlverhalten kann man viel lernen. Mehr über die Entwicklung verschiedener Konzepte bei Kindern und deren Verlauf mit zunehmendem Alter sollte nicht nur Aufschlüsse über die Eigenheit dieser Konzepte selbst sondern auch Orientierungen für unterrichtliche Entscheidungen liefern.

B. Curriculare Überlegungen - Unterrichtliche Praxis

Teaching Statistics (P. Holmes)

P. Holmes referiert über die Projektmaterialien 'Statistics in Your World' - Ein Zugang zur Stochastik, der weitgehend über beschreibende Statistik erfolgt. Für die Sekundarstufe I schlägt er folgende Themenkreise vor:

- Schüler sollten Mißbrauch von Statistik im Unterricht aufarbeiten ("die halbe Wahrheit" erzählen, verzerrte oder einfach falsche "Befragungen" etc.).
- Schüler sollten die Idee der Stichproben (aus einer endlichen Gesamtheit) verstehen (repräsentative Stichproben wie sie Meinungsforschungsinstitute nach wie vor verwenden, keineswegs Zufallsstichproben).
- Schüler sollten die Eigenheiten statistischer Schlußweisen kennenlernen (Inferenz versus Deduktion).

Die anschließende Diskussion in der Arbeitsgruppe hat sehr unterschiedliche Aspekte, u.a. folgende Punkte berührt:

Bewertungsprobleme: Es ist interessant, Projekte stärker in den Unterricht einzubauen. Mit der Komplexität von Projekten im Vergleich zu traditionellen Aufgaben steigen aber auch die Probleme mit der Bewertung.

Die Rolle von Computern: Man soll keine Zeit auf Rechnungen verschwenden, die der Computer/Taschenrechner erledigen kann.

Verbindung zwischen Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik
- Interpretation von Wahrscheinlichkeit: Nachteile zu starker Bindung von Wahrscheinlichkeit an die Deutung als relative Häufigkeit werden diskutiert.

C. Spezielle Probleme

a) Teasers, Paradoxes, Fallacies in Stochastics (H.-J. Bentz)

Die Behandlung von Teasers im Unterricht soll zu einer Sensibilisierung des Schülers für Fehlstrategien führen, kann aber auch zu einem besseren Verständnis grundlegender Begriffe beitragen.

b) Favor Concept - eine lokale Strategie (M. Borovcnik)

Die Revision von Wahrscheinlichkeiten aufgrund neuer Information (etwa $P(E | \text{neuer Information}) > P(E)$) ist eine grundlegende und verständnisstiftende Tätigkeit im Umgang mit Wahrscheinlichkeiten.

c) Miscellanea

In dieser Diskussionsphase werden kleinere Probleme von Teilnehmern eingebracht und diskutiert. Darunter waren:

- Das Verhältnis von kausaler und stochastischer Unabhängigkeit.
- Stetige Wahrscheinlichkeitsverteilungen, außer Exponential- und Normalverteilung, für die es einen sinnvollen Anwendungskontext gibt.
- Deutung und Rechtfertigung von 'Standardabweichung'.

D. "Common Sense"-Wahrscheinlichkeit

In dieser zusätzlichen Sitzung gibt H.-J. Bentz einen Überblick über einen von ihm entwickelten Zugang zur Stochastik, der sich von anderen Zugängen im Hinblick auf die Nahtstelle Theorie-Realität, im Hinblick auf die Art, wie der Problemkreis "Was bedeuten die in der Theorie entwickelten Aussagen?" angepackt wird, wesentlich unterscheidet.

Ausgegangen wird von der Idee der Zufallsvariablen und dem Erwartungswert. Glücksräder spielen in diesem Zugang eine Mittlerrolle zwischen Theorie und Realität. Über ihre visuelle Kraft sowie über den enaktiven Gebrauch lassen sie Beziehungen der Theorie erfahrbar werden.

E. Zur Rolle der beschreibenden Statistik

In dieser zusätzlichen Sitzung stellt M. Borovcnik Ideen dar, die die

Emanzipation der beschreibenden Statistik von der beurteilenden Statistik vorantreiben sollen. Diese Ideen haben zum Teil ein gänzlich neues Bild von Statistik (beschreibender und beurteilender Statistik) im Hintergrund, können jedoch, in der Abgrenzung des neuen und anderen, auch zu einem vertieften Verständnis traditioneller beurteilender Statistik führen.

4. Allgemeine Bemerkungen zur Tagung

Das wissenschaftliche Programm der Tagung war riesig, die Themen heterogen, der Background der Teilnehmer ebenso (Lehrer, Wissenschaftler aller Prägungen, "auch" Mathematiker). Ein Teil war als Vortragsprogramm intendiert (Hauptvorträge, Topic Sessions), ein anderer Teil war wesentlich als Gruppenarbeit abgezielt. Man kann sich vorstellen, daß Gruppenarbeit sich in diesem Rahmen sehr schwierig gestaltete; man mußte schon sehr vorsichtig mit den Erwartungen und Möglichkeiten der anderen Teilnehmer umgehen, andererseits sollte die Zeit auch zum Vorteil aller genutzt werden.

Ich habe mit vielen Teilnehmern an der Tagung über das Problem solcher "Mammut"-Tagungen gesprochen, insbesondere über den besonderen Wunsch der Mitglieder des Tagungskomitees, daß Teile der Tagungsarbeit in Arbeitsgruppen zu organisieren wären. Etliche davon scheinen in ihren Arbeitsgruppen ihre Erwartungen nicht erfüllt bekommen zu haben. Wenn jedoch jemand eine ernsthafte Lösung länger anstehender Probleme von diesen Arbeitsgruppen (oder auch von einigen Vortragenden, insbesondere den Hauptvortragenden) erwartete, so wurden von der betreffenden Person die Möglichkeiten solcher Tagungen einfach maßlos überschätzt.

Worin liegt nun mein subjektiver Gewinn? Ich bin aus der Arbeitsgruppe Probability and Statistics mit einer unerwarteten Fülle von Anregungen herausgekommen, die Auseinandersetzung hat mir regelrecht Perspektiven für die Einschätzung verschiedenlicher Probleme eröffnet. In der Nachbereitung der Vorbereitung zur Tagung und der Eindrücke dort konnte ich in engster Zusammenarbeit mit H.-J. Bentz eine Reihe von Artikeln ausarbeiten, die dies m.E. überzeugend dokumentieren. Auch die wissenschaftliche Arbeit bedarf unterschiedlich akzentuierter Phasen, wie der Einzelarbeit, der intensiven Kleingruppenarbeit über längere Zeiträume, sowie dem Erfahrungsaustausch und den Kontakten mit "außen". Daß dieser Kontakt mit außen in einer angenehmen, förderlichen Atmosphäre erfolgen

konnte, ist nicht zuletzt den Organisatoren der Tagung zu danken.

Für den an Problemen des Unterrichts allgemein interessierten Leser wird zumindest ein spezieller Band zur Themengruppe 4 (Theory, Research, and Methods in Mathematics Education) interessante Anregungen bieten (erscheint 1985). In diesem Buch sind auch einige Arbeiten zur Arbeitsgruppe Probability and Statistics enthalten.