

fängliche Aufgabe unternommen, die Ideen und die Philosophie des Projekts durch Seminare, Workshops, Konferenzen etc. bekannt zu machen.

Ein kostenloser Informationsbrief ist erhältlich. Leser, die weitere Informationen wünschen oder an deren Verbreitung teilnehmen möchten, werden gebeten, an das Projektbüro am Departement of Probability and Statistics der Universität Sheffield zu schreiben.

'BLINDE KLETTERER'

TONY GREENFIELD
Übersetzt von G. Kynast

Manche wichtige Ideen lassen sich den Schülern durch Spiele nahebringen. Dieser erste Artikel einer Serie beschreibt ein Spiel, das einerseits Spaß macht, andererseits lehrreich sein kann.

Der Geschmack von Karamellbonbons hängt unter anderem von dem Verhältnis von Butter zu Zucker ab. Würde man mehrere verschiedene Mischungen herstellen, wäre man in der Lage zu entscheiden, welche Mischung den besten Geschmack ergibt.

In der Industrie gibt es viele konkrete Probleme, die von dieser Art sind, wo also die Kombination verschiedener Variabler gefunden werden muß, die den besten Wert für eine gewisse Eigenschaft eines Produktes oder Prozesses hervorbringt. Ein anderes einfaches Beispiel ist ein chemischer Prozeß, dessen Ertrag eines bestimmten Produktes von der Temperatur und dem Druck in dem Reaktorgefäß abhängt.

Das Suchen nach dem besten Wert einer Eigenschaft, wobei alle möglichen Werte zweier Einflußgrößen in Rechnung gezogen werden, gleicht dem Versuch, den höchsten Punkt auf einer Karte durch Feststellung seiner Koordinaten zu erraten. Die Statistik liefert uns einige Hilfsmittel, solche Probleme zu behandeln. Sie beinhaltet die Planung einer Folge von Experimenten und die Schätzung von Trends oder Anstiegswinkeln, auch wenn die interessierende Eigenschaft fehlerhaft gemessen wird. In diesem Artikel wird ein Spiel beschrieben, das den Schülern einige dieser Ideen nahebringen kann. Es ist ähnlich wie das Spiel

'Kriegsschiffe versenken'.

'Kriegsschiffe versenken' wurde von Schulkindern vor 40 Jahren und wird auch manchmal noch heute gespielt. Es hat den Vorteil, daß es überall von zwei Leuten gespielt werden kann, wenn man Papier und Bleistift zur Verfügung hat. Ich habe Siebenjährige gefunden, die Spaß daran hatten, und auch Erwachsene spielen es mit Freude und ein bißchen Logik.

'Blinde Kletterer' wird ähnlich gespielt wie 'Kriegsschiffe versenken'. Für Siebenjährige ist das Spiel allerdings nicht geeignet, doch Zehnjährige spielen es mit Verständnis und Freude. Sie können bereits Punktkoordinaten und Höhenlinien zeichnen und ablesen. Für ältere Kinder und Erwachsene ist das Spiel eine ausgezeichnete Übung des experimentellen Auffindens des höchsten Berggipfels. Ich habe das Spiel nicht erfunden, andere Versionen wurden von verschiedenen Leuten vorgeschlagen. Ich habe es jedoch wiederholt benützt, um Metallurgen, Chemikern und Ingenieuren Versuchspläne zu erläutern. Auch meinen eigenen Kindern habe ich es als ein Spiel für Regentage beigebracht.

Es spielen zwei Spieler. Jeder hat ein Stück Papier, auf dem er sich zwei Rechtecke zeichnet, jedes 15 Zentimeter breit und 10 Zentimeter hoch. In jedes Rechteck wird ein Ein-Zentimeter-Netz schwach eingezeichnet. Millimeterpapier kann benutzt werden. Das Koordinatennetz wird mit einer Skala versehen, wo einem Zentimeter 10 Meter entsprechen. Jeder Spieler bezeichnet seine Rechtecke mit 'Meins' und 'Seins'. Dann zeichnet er in das mit 'Meins' gekennzeichnete Rechteck einige Höhenlinien mit einem einzigen höchsten Punkt. Die einzelnen Linien entsprechen Höhenunterschieden von 100 Metern, und der höchste Punkt soll zwischen 500 und 1000 Metern über dem tiefsten Punkt

liegen. Es bringt ein wenig zusätzlichen Spaß, sich die Karte als eine Schatzinsel vorzustellen, auf der die Schatzkiste auf dem Gipfel des höchsten Berges vergraben ist.

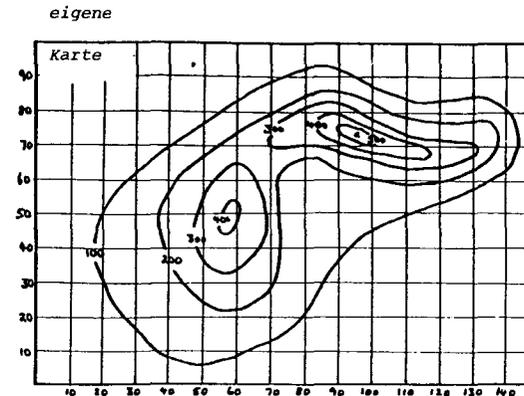


Fig. 1. Beispiel eines Gitternetzes

Die Spieler verdecken ihre Zeichnungen vor dem Gegner und nennen abwechselnd einen Koordinatenpunkt im Netz, worauf der andere Spieler mit der bei diesem Punkt auf seinem Rechteck abgelesenen Höhe antwortet. Der Fragende notiert diese Höhe bei dem genannten Punkt in seinem Rechteck und versucht mit der Zeit, das gegnerische Gebirge zu rekonstruieren. Das Spiel endet, sobald einer der beiden Spieler horizontal bis auf 5 Meter den Gipfel seines Gegners erreicht. Eine andere Spielvariante besteht darin, daß die Spieler einen Betrag für jede Höhenangabe zahlen und mit dem Spiel aufhören, wann sie wollen. Derjenige, der bei der letzten Zahlung am nächsten an den Gipfel gekommen ist, ist der Gewinner.

Man kann so den Gedanken der Kosten eines Experiments einführen. Nach Änderung der Spielregeln können auch mehr als zwei Leute spielen. Mit dem Spiel lassen sich leicht einige Ideen der Versuchsplanung in einer Schulklasse erläutern. Den Platz vor den Schülern teile ich in zwei Hälften und stelle in jede Hälfte eine Tafel, groß genug, um zwei rechteckige Netze darauf zu zeichnen. Ein modern ausgestatteter Klassenraum hat vielleicht einen Oberlichtprojektor auf jeder Seite der beiden Klassenhälften stehen. Die Netze können dann mit wasserfester Tinte auf der Folie gezeichnet werden und die Spiele mit wasserlöslicher Tinte, so daß die Netze wiederholt benutzt werden können.

Wenn der Klasse das Spiel beschrieben worden ist, nehmen zwei Spieler so Position, daß sie einander nicht sehen können, aber beide von den Zuschauern beobachtet werden können.

Wenn das Spiel gut läuft, wird die Klasse mit wetteifern und für ihre Favoriten Partei ergreifen und vielleicht sogar Wetten abschließen. Die Spieler spielen ihre Rolle: der Verlierer hat zu leiden und der Gewinner glänzt in seiner Rolle.

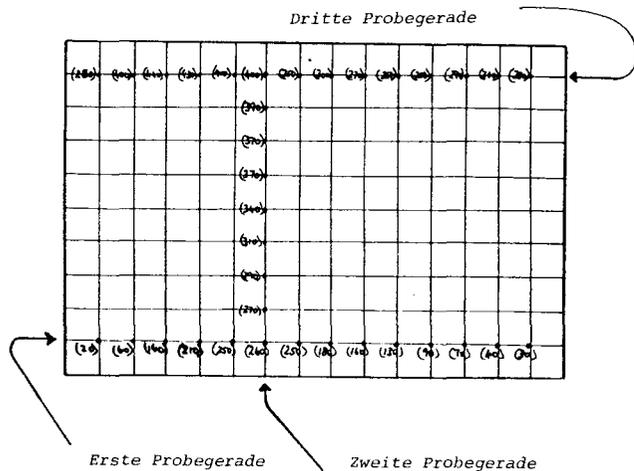


Fig. 2. Klassische Methode

Doch der Spielverlauf ist festgelegt !

Ein Spieler muß von vornherein akzeptieren, daß er eine Strategie verfolgt, mit der er wahrscheinlich, wenn auch nicht sicher, verlieren wird. Eine solche Strategie besteht darin, die Netzpunkte unsystematisch (zufällig) zu wählen. Eine andere ist die sogenannte 'klassische Untersuchungsmethode': Eine Koordinate wird festgehalten, während in gleichen Abständen der anderen Koordinate abgefragt wird; dann hält man die zweite Koordinate am höchsten gefundenen Punkt fest und fragt in gleichen Abständen entlang der ersten Koordinate ab.

Währenddessen verfolgt der andere Spieler eine Strategie, bei der er wahrscheinlich, wiederum aber nicht sicher, gewinnen wird. Solch eine Strategie ist eine der vielfach angewandten Standardmethoden (engl.: evolutionary operation procedure (EVOP)) und geht in einzelnen Versuchsschritten zur Auffindung des Gipfels eines Gebirges vor, dessen Höhe jeweils das Ausmaß der Wirkung angibt (response surface). Eine dieser Strategien ist die 'Simplex-Methode', die für den Zwei-Variablen-Fall folgendermaßen definiert werden kann:

1. Schritt: Teste drei Punkte an den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks.
2. Schritt: Bestimme den Punkt A mit dem kleinsten Wert und frage dann den Wert an einem vierten Punkt ab, welcher sich durch Spiegelung von A an der Gerade zwischen den beiden anderen Punkten ergibt.
3. Schritt: Verwirf Punkt A und wende auf das neue Dreieck Schritt 2 an, usf..

Kehrt man irgendwann zu einem früheren Punkt zurück, so ist man auf dem 'Gebirgskamm' und muß den zweitniedrigsten Punkt wählen, um wieder von dort herunter zu kommen. Es gibt noch weitere Regeln dieser Simplex-Methode für Fälle in mehr als zwei Dimensionen und für komplexe Situationen. Das soll in einem anderen Artikel beschrieben werden.

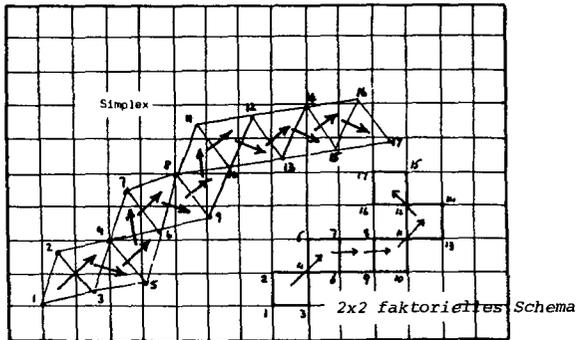


Fig. 3 Simplex und faktorielles Bergsteigen

Eine andere Methode des Bergsteigens wird die 2×2 Faktormethode genannt, die in der einfachsten Form folgendermaßen aussieht:

1. Schritt: Teste vier Punkte an den Ecken eines Quadrates
2. Schritt: Schätze die Richtung der größten Steigung ab und wähle ein dem vorausgehenden benachbartes Quadrat aus, das in dieser Richtung liegt, und kehre zum 1. Schritt zurück.

Die Zahl der Versuchsschritte kann vermindert werden, indem man bereits getestete Punkte möglichst als Ecken von späteren Quadraten benützt.

Das Spiel ist offensichtlich geeignet, viele Ideen auf unterschiedlichen Schwierigkeitsniveaus einzuführen. Zweifellos lassen sich noch viele weitere Varianten und Gewinnstrategien dieses Spiels finden. Ich würde mich freuen, einige neue kennenzulernen.

STATISTIK IN DER VOLKSWIRTSCHAFTSLEHRE DER SECHSTEN SCHULKLASSE

R. K. WILKINSON
Übersetzt von G. Kynast und F. Eicker

Viele Schulfächer machen in zunehmendem Maße Gebrauch von statistischen Überlegungen. Roy Wilkinson untersucht die Rolle der Statistik in einem Volkswirtschaftskurs der A-Stufe.

WAS IST VOLKSWIRTSCHAFT ?

Von Anfang an hat Volkswirtschaft mit zahlenmäßigen Bestimmungen gewisser Größen zu tun. Sogar der abstrakteste Zweig behandelt Größen wie Marktnachfrage und -angebot, Kosten und Einnahmen, die also quantifizierbar oder potentiell quantifizierbar sind. Auf einer konkreten Ebene hat Volkswirtschaft mit der Schätzung von Größen wie nationales Einkommen, Preisbewegungen und Lohnentwicklung im Verlauf der Zeit zu tun. Statistik und statistische Methoden haben deshalb eine bedeutende Rolle in der Entwicklung der Volkswirtschaft gespielt, und umgekehrt hat die Beschäftigung mit der Volkswirtschaftslehre zu Fortschritten in der Statistik und zur Entwicklung von neuen Fächern geführt, wie Wirtschaftsstatistik und Ökonometrie. Heute hat die Mehrzahl der professionellen Volkswirte eine quantitative und statistische Grundausbildung mitgemacht. Die Arbeit des Volkswirts in Regierung und Wirtschaft schließt die Sammlung, Bewertung und Interpretation von Daten und die Gewinnung von quantifizierbaren Vorhersagen ein. Von daher ist es etwas überraschend, daß ein A-Stufen-Volkswirtschaftskurs bisher einen nicht-quantitativen Charakter hatte. Das spiegelt zweifellos sowohl den Schülertyp wieder, der sich in der 6. Klasse von dem Thema angezogen fühlt, als auch die Art des Unterrichtens und