herausgefunden, daß von 200 ausgefüllten Fragebögen nur 47 von Familien mit 4 Kindern kamen. Die Gruppe, die Fragebögen über das Tragen von Brillen an 12-jährige verteilte, stellte fest, daß die überwiegende Mehrheit von Nichtbrillenträgern ausgefüllt wurde. Die Resultate dieser Befragung zeigten, daß die meisten Kinder erst nach einer Augenuntersuchung in der Schule anfangen, Brillen zu tragen - eine Rechtfertigung für den schulischen Gesundheitsdienst.

Es ist oft schwer zu entscheiden, wieviel Hilfe man Schülern geben soll, die Projekte verfolgen, die Teil eines Examens sind. Dieses Problem löste ich, indem ich zunächst vorweg in den Haupttechniken der Statistik des Lehrplans soviel Übung wie möglich anbot, dann, soweit möglich, Hilfestellung zur Projektarbeit in der Form von 'open-end'-Fragen leistete. Dies ermutigte die Schüler, über ihr Tun nachzudenken und ihre Ergebnisse zu hinterfragen. So brauchten sie zu Beginn des zweiten Projektes viel weniger Hilfe. Sie fühlten sich ermutigt, Vergleiche anzustellen und hatten sich am Ende des Kurses allmählich angewöhnt, nach Begründungen zur Deutung ihrer Ergebnisse zu suchen. Ein Mädchen faßte prägnant zusammen, als sie sagte: 'Wenn wir Statistikprojekte durchführen, müssen wir nachdenken!'

ANWENDUNGEN DER WAHRSCHEINLICHKEITSTHEORIE IN DER INDUSTRIE

A. F. Bissel

Übersetzt von G. Schmidt

Dieser Artikel ist Teil einer Serie. Hier greifen wir ein Problem heraus, das sich in einem speziellen Industriezweig ergeben hat und zeigen, wie eine einfache Anwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie zu seiner Lösung beitrug.

Bei industriellen Anwendungen der Statistik spielt die Wahrscheinlichkeitstheorie oft eine mehr unterstützende als direkte Rolle. So werden z.B. beim Verwenden von Verteilungen, beim Schätzen von Konfidenz-Intervallen und beim Testen von Hypothesen die wahrscheinlichkeitstheoretischen Aspekte weitgehend durch die Tatsache verdeckt, daß die Berechnungen bereits von denen durchgeführt worden sind, die die statistischen Tabellen zusammenstellen. Dennoch treten manchmal deutlichere Anwendungen der Wahrscheinlichkeitstheorie auf. Ein solches Beispiel soll im folgenden beschrieben werden.

Eine Nylonfadenmaschine, die Garn für Socken und Trikots herstellte, bestand aus zehn namentlich gleichen Untereinheiten ('Köpfe' genannt). Die Erzeugnisse jedes Kopfes wurden zu je 20 Stück in getrennte Kisten verpackt, die allerdings nicht gekennzeichnet wurden. Zusammen mit verschiedenen anderen, getrennt etikettierten und gekennzeichneten Produkten wurden die vollen Kisten dann auf ein Prüfungsband weitergeleitet. An einer Prüfungsstelle wurde ein Artikel aus jeder Kiste untersucht. Wenn die Prüfung zufriedenstellend ausfiel, wurde er zurückgelegt und die Kiste für den Versand versiegelt. Andernfalls wurde er herausgenommen und der restliche Inhalt der Kiste zur Untersuchung an eine zweite Stelle geleitet.

Auf die Beschwerde eines Kunden eingehend, vermutete der Leiter der Qualitätsprüfung, daß einer der Köpfe eine größere Anzahl von defekten Stücken produziere als die anderen. Die einzigen verfügbaren Daten waren die Aufzeichnungen der Routineuntersuchungen, die die letzten 1000 Kisten umfaßten. Der Leiter fragte sich nun, ob diese irgendeinen Hinweis für seine Vermutung lieferten.

Unter 1000 Stücken, die beim ersten Durchgang untersucht wurden, wurden 22 defekte gefunden. Folglich gelangten 22 Kisten (mit jeweils 19 verbliebenen Stücken) zur zweiten Prüfung. Es stellte sich heraus, daß von diesen 418 Stück 16 defekt waren. Der Ausschußanteil betrug bei der zweiten Prüfung also 3,83%, verglichen mit 2,2% bei der ersten Prüfung. Bei einer duchgehend konsistenten Ausschußquote würde man dagegen bei jedem Durchgang in etwa den gleichen Ausschußanteil erwarten.

Nehmen wir an, die Ausschußquote bei dem 'verdächtigen' Kopf sei p_1, die der anderen 9 Köpfe p_2. Wir betrachten nun 100 Kisten, die von dem 'schlechten' Kopf kommen und 900 von den 9 'Guten' Köpfen. Die bei der ersten Prüfung zu erwartende Zahl 'schlechter' und 'guter' Kisten ist dann

$$100 \cdot p_1 + 900 \cdot p_2 .$$

Entsprechend ist dann bei der zweiten Prüfung die erwartete Anzahl defekter Artikel aus den beiden Gruppen $19 \cdot 100 \cdot p_1^2$ und $19 \cdot 900 \cdot p_2^2$. Falls wir diese theoretischen Erwartungen mit den beobachteten Zahlen gleichsetzen, so erhalten wir

$$100 \cdot p_1 + 900 \cdot p_2 = 22$$

$$1900 \cdot p_1^2 + 17100 \cdot p_2^2 = 16 .$$

Die Lösung dieser Gleichungen liefert $p_1 = 0.07877$ und $p_2 = 0.01569$. Wenn also tatsächlich 9 Köpfe den gleichen

Ausschußanteil produzieren und einer einen höheren, so würde sich herausstellen, daß der übliche Ausschußanteil bei 1,5 % läge und der des schlechten Kopfes bei nahezu 8 %.

Über den Rahmen dieses Artikels hinaus wäre es sicher ratsam, die Signifikanz dieser augenscheinlichen Abweichung zu testen. Aber ein Modell ist nur (bestenfalls) so gut wie die zugrundegelegten Annahmen. In diesem Falle haben wir vorausgesetzt, daß 9 Köpfe die gleiche Qualität produzieren bei einem schlechten Ausreißer. Vielleicht variieren die 9 guten Köpfe geringfügig bzgl. der Effektivität, oder es gibt mehr als einen schlechten Ausreißer. Wir können dies an Hand der vorliegenden Daten nicht aufhellen. Hierfür wäre eine sorgfältigere Aufzeichnung der Prüfungsergebnisse zusammen mit Feststellung der Herkunft (Nummer des Kopfes) jeder Kiste erforderlich.

Das erste Prüfungsverfahren - Auswahl eines Artikels von 20 - war lange im Gebrauch und diente vermeintlich als grobe Kontrolle dafür, daß nichts Verhängnisvolles geschehen war. Schüler mit fortgeschrittenen statistischen Kenntnissen werden in der Lage sein, die Effektivität dieses Verfahrens für verschiedene Wahrscheinlichkeiten für die Ausschußteile zu ermitteln.