

## VORWORT DES HERAUSGEBERS

Das 'Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools' unter der Leitung von Dr. W.H. Cockcroft hat mit der Arbeit begonnen. Seine Aufgabe besteht darin, 'den Mathematikunterricht an Grund- und weiterführenden Schulen in England und Wales zu untersuchen. Hierbei soll besonders berücksichtigt werden, welche Gebiete der Mathematik für die höheren Bildungsgänge, für den Berufsalltag sowie das Erwachsenenleben allgemein erforderlich sind und welche Empfehlungen gegeben werden können.' Hierbei wird die Statistik nicht ausdrücklich erwähnt. Da es jedoch in der Debatte, die zur Einsetzung des Untersuchungsausschusses führte, im wesentlichen um Standardanforderungen bzgl. der Rechenfertigkeit ging, fällt selbstverständlich eine Untersuchung eines großen Teils dessen, was in unseren Schulen unter Statistik läuft, in die Zuständigkeit des Ausschusses.

Zahlenverständnis wird vom Bürger vor allem im Bereich der Statistik verlangt. Es gab kürzlich zwei Volksbefragungen zur Dezentralisation in England. In der Presse werden die Daten in sehr unterschiedlicher Weise interpretiert und man erwartet vom Durchschnittsbürger, daß er damit fertig wird.

Das Cockcroft Committee hat unter anderem festgestellt, daß die Schullehrpläne für Statistik die Bedürfnisse des Berufsalltags und der Erwachsenenwelt nicht angemessen widerspiegeln. In dieser Nummer finden sich zwei Artikel von Lehrern (O. Dolan und J. Hillyer), die Vorschläge zur Abhilfe dieses Mangels machen.

Wir hoffen, daß der Bericht des Ausschusses Auffassungen über den Statistikunterricht berichtigt und konstruktive Vorschläge zu notwendigen Änderungen macht. Die Beratungen des Ausschusses finden zu einem günstigen Zeitpunkt statt, da die Änderungen der Bestimmungen über die Abschlußprüfung zur mittleren Reife und zum Abitur noch endgültig beschlossen werden müssen. Diese Veränderungen bieten die einmalige Gelegenheit, unsere Lehrpläne inhaltlich und methodisch zu überarbeiten, um den Unterricht besser auf die tatsächlichen Bedürfnisse der Schüler abzustimmen. Die Arbeit an den Oberstufenlehrplänen beginnt in Kürze und die Verfasser stehen unter großem Zeitdruck. Es ist einfacher, wie bisher weiterzumachen als in sich stimmige Lehrpläne neu zu entwickeln, so daß sie den Anforderungen des Alltags besser entsprechen. Das muß vor allem in der Statistik geleistet werden. Wir hoffen, daß die laufende Debatte und der Cockcroft Ausschuss zu den erforderlichen Weiterentwicklungen ermutigt werden. Es wäre schade, wenn eine solche Gelegenheit verpaßt würde.

Peter Holmes

Übersetzt von A. a Campo

## WIE MAN STATISTIK DURCH PROJEKTARBEIT LERNT

O. DOLAN

Übersetzt von Arnold a Campo

*Mit welchen Problemen müssen wir rechnen, wenn Projektarbeit einen wichtigen Teil eines Examenkurses in Statistik für einen C.S.E - Abschluß (vergleichbar der mittleren Reife, Anm. des Übersetzers) bildet? Frau Dolan beschreibt ihre Erfahrungen.*

In der Upbury Manor School in Gillingham, einer großen weiterführenden Schule mit etwa 1700 Schülern, haben wir einen "Mode 3"-Lehrplan entworfen, der zwei Projekte beinhaltet, die entweder von einzelnen Schülern oder kleinen Schülergruppen durchgeführt werden sollen und die intern als Teil der mittleren Reife bewertet werden. Dabei werden die schriftlich Prüfung, die praktische Arbeit und die Mitarbeit im Kurs im Verhältnis 3:2:3 gewichtet. Der Lehrplan gleicht vielen anderen dieser Stufe. Er wird durch die folgenden beiden Paragraphen eingeleitet:

1. Anwendung und Mißbrauch von Statistiken; "Common-sense"-Interpretation von Trends, wie sie in graphischen Darstellungen angedeutet sind.
2. Sammlung statistischer Daten; Erhebung und Auswahlmethoden der Befragung; Behandlung der Grundlagen statistischer Umfragen, einschließlich Fragebögen, brieflicher und mündlicher Interviewtechniken; Grundgedanken zur Analyse von Fragebögen und zur Vermeidung von verfälschenden Ergebnissen; Gebrauch von Zufallszifferntabellen; der Einsatz von Computern bei der Auswertung der Daten.

Die erste Schülergruppe, die diesen Kurs im Sommer 1977 abschloß, erzielte überdurchschnittliche Ergebnisse. Ich führe einen großen Teil ihres Erfolges auf die praktische Ausrichtung des Kurses zurück.

In den ersten 2 1/2 Kursabschnitten wurden die im Lehrplan niedergelegten statistischen Denkweisen und Maße, soweit möglich, durch Experimente eingeführt, z.B. die Verwendung einer Strichliste, einer Häufigkeitstabelle und eines Histogramms mit Hilfe von Strohhalmen, die man preiswert kaufen kann. Jeder Strohalm wurde in zwei Stücke geschnitten, einzelne Strohhalme zufällig gewählt und gemessen, um Daten für die Häufigkeitsverteilung einer kontinuierlichen Variablen zu bekommen. Diese Experimente waren bei den Schülern sehr beliebt. Jedoch stellte ich fest, daß einige Beispiele aus Alltagssituationen den Nachteil hatten, daß sie schwierige Rechnungen erforderten, wie sie bei der Berechnung der Standardabweichung einer Stichprobe zu bewältigen sind. Deswegen erlaubte ich den Gebrauch von Taschenrechnern für schwierige und langatmige Rechnungen und gab zusätzlich Beispiele mit vorher ausgewählten Daten.

#### DIE ZEITPLANUNG

Zunächst mußte der beste Zeitpunkt für den Beginn der Projektarbeit gefunden werden. Schüler müssen mit mehreren statistischen Techniken Erfahrungen gesammelt haben, wenn sie in der Lage sein sollen, sich für diejenigen zu entscheiden, die für ihr spezielles Projekt geeignet sind. Wenn andererseits praktische Vergleiche gezogen werden sollen, ist es oft wünschenswert, diese über einen Zeitraum von Wochen oder Monaten zu ziehen. Meiner Meinung nach ist der passendste Beginn in der 2. Hälfte des Sommerabschnitts des 1. Jahres des Zweijahreskurses.

Ich erlaube Schülern, die Schule während einer oder zwei Stunden zu verlassen, um in Zweier- oder Dreiergruppen die Daten zu sammeln. Es war ihnen völlig freigestellt, wie und wo sie die Daten sammeln wollten, wenn sie mir vorher sagten, wo und wie sie sie sammeln würden. Dieses Privileg wurde von keinem Schüler mißbraucht. Den Rest der Daten mußten die Schüler in ihrer Freizeit, während der Wochenenden oder

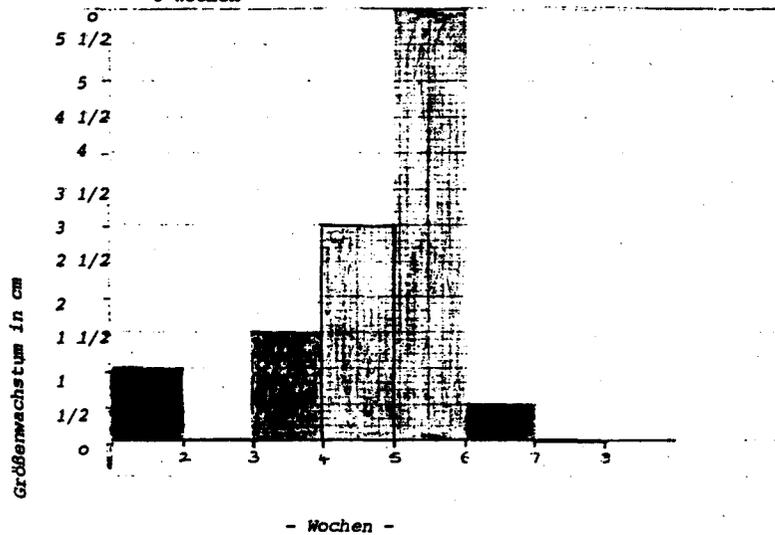
nach der Schule, sammeln. Ich hatte gehofft, daß die Hauptarbeit des Sammelns der Daten in den Sommerferien geleistet werden konnte. Aber wenige Schüler wohnten nah genug bei anderen Mitgliedern ihrer Gruppe, um außerhalb der Schulzeit erfolgreich zusammenarbeiten zu können. Hinzu kam die Tatsache, daß während der Schulzeit die lange Abwesenheit eines Schülers die Arbeit für mehrere andere verzögern konnte. Trotz dieser Schwierigkeiten und der starken Arbeitsbelastung der Oberterterianer in anderen Fächern konnten die Projekte rechtzeitig zu Ende geführt werden.

#### DIE AUSWAHL DER THEMEN DURCH DIE SCHÜLER

Nachdem ich den Beginn des Projektes festgesetzt hatte, stellte ich den Schülern frei, ob sie vorgeschlagene Untersuchungen anstellen wollten oder eher solche, die ihren speziellen Interessen entsprängen. Ich war beunruhigt, als ich feststellte, daß ein großer Teil das selbe Thema gewählt hatte: die Preisunterschiede in kleinen Geschäften und Supermärkten. Aber meine Befürchtungen erwiesen sich als unbegründet, da verschiedene Gruppen das Thema von unterschiedlichen Seiten angingen. Einige verglichen Preise zwischen großen Supermärkten, kleinen Supermärkten und dem Laden um die Ecke. Andere verglichen drei Supermärkte, um den billigsten herauszufinden und wieder andere beobachteten Preissteigerungen über einen Zeitraum von zwei oder drei Monaten, wobei sie zu einem Preisindex gelangten, der tatsächlich mit einem aus offiziellen Quellen übereinstimmte. Zwei Mädchen interessierten sich dafür, warum Leute spezielle Seifenpulvermarken kaufen, zwei fanden heraus, daß geschäftseigene Marken stets billiger waren als die gleichen Waren von Markenherstellern. Die Gruppe, die die Ladenpreise in verschiedenen Bezirken von Gillingham verglich, schloß aus den Ergebnissen, daß billigere Einkaufsmöglichkeiten in einem Bezirk durch die Kosten der Busfahrt aufgezehrt wurden, wenn Hausfrauen

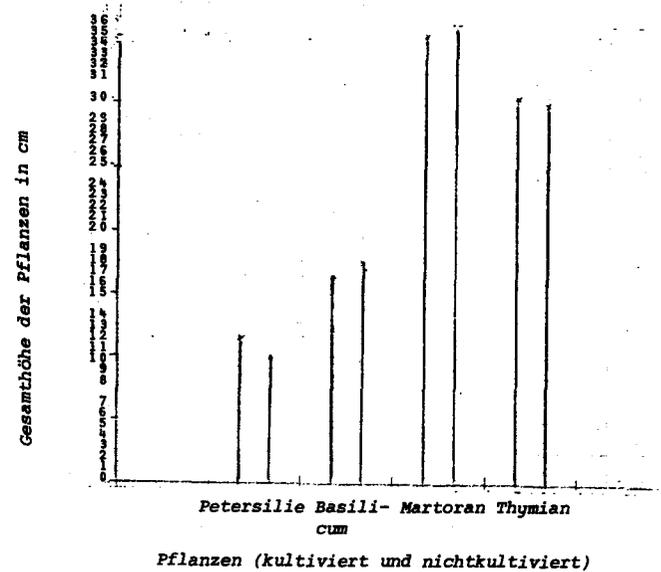
nur zum Einkaufen in dieses Gebiet führen. Zusätzlich zu dieser beliebten Wahl wurden viele andere Themen bearbeitet, wobei einige aus den Privatinteressen der Schüler erwachsen. So verband z.B. ein Mädchen ihr Projekt mit ihrer Biologiearbeit, in der sie das Wachstum von kultivierten und unkultivierten Pflanzen derselben Art verglich. In dieser besonders reizvollen Arbeit entstanden eine Reihe von Problemen. Eines war die Schwierigkeit der Wahl der Maßeinheit. Die Schülerin maß die Höhe der Pflanzen zunächst in Millimetern, stellte dann jedoch fest, daß die Unebenheiten im Boden eine solche Genauigkeit unmöglich machten. Deshalb beschloß sie, Zentimeter als ihre Maßeinheit zu verwenden. Einige der Pflanzen gingen ein, wodurch die Zahl der vergleichbaren Pflanzen reduziert wurde.

Abb. 1 Basilicum (kultiviert) süß  
Histogramm des Größenwachstums über eine Periode von 8 Wochen



Sie stellte auch fest, daß die Anwendung desselben Maßstabs für den Höhenvergleich zweier verschiedener Pflanzenarten bedeutete, daß die Pflanzen nicht in demselben Diagramm dargestellt werden konnten. Deshalb beschloß sie, statt der Höhe den Höhenzuwachs zu vergleichen. Schließlich stellte sie überrascht fest, daß sich die Graphen einer normalen Kurve annäherten, obwohl sie beim Wachsen der Pflanzen einen zunehmenden stärkeren Höhenzuwachs erwartet hätte. Einer dieser Graphen ist in Abb. 1 dargestellt. Der Ausfall des Wachstums zwischen der 2. und 3. Woche war offensichtlich verursacht durch eine besonders heiße und trockene Wetterperiode. Abb. 2 zeigt einen Vergleich zwischen dem totalen Wachstum verschiedener Pflanzen, bei denen jeglicher Unterschied zwischen kultivierten und unkultivierten Pflanzen nicht größer zu sein scheint als durch den Zufall bedingt. Natürlich war sich die Schülerin darüber im klaren, daß größere Stichproben für genauere Ergebnisse nötig sind, aber sie lernte genug über die Problematik statistischer Vergleiche, so daß sich das Projekt für sie gelohnt hatte.

Abb. 2



## DIE THEMEN

Die folgenden Untersuchungen wurden durch die Gruppe von 24 Schülern ausgeführt:

Preisschwankungen in Läden und Supermärkten  
Untersuchung des Kurzzeitgedächtnisses  
Lieblingssportarten der Schüler  
Würfelexperimente, verschiedene Verteilungen der einzelnen Würfelzahlen bei guten und gefälschten Würfeln  
Untersuchung der Augenfarbe von Eltern und ihren Kindern  
Vergleich des Wachstums von Kräutern unter kultivierten und unkultivierten Bedingungen  
Telefonnummern, sind sie zufällig ?  
Vorhersagbarkeit von Fußballergebnissen  
Vergleich der Leistung verschiedener Motorradmarken und -typen  
Welche Zeitschrift bietet das meiste für das Geld ?  
Untersuchung zum Brillentragen von Schülern  
Verteilung von Jungen und Mädchen auf Familien mit 4 Kindern  
Popularität verschiedener Zeitungen und ihre Preiswürdigkeit  
Untersuchung von Alter und Marken der zur Zeit gefahrenen Autos

## DIE PROJEKTORGANISATION

Es ist nötig, daß der schriftlichen Ausarbeitung, die die Projektarbeit begleitet, besonderes Gewicht beigemessen wird, da Schüler dieser Altersstufe dies oft schwierig finden. Ich verlangte deshalb, daß die schriftliche Zusammenfassung 4 Teile enthalten mußte:

1. Zielangabe (etwa 50 Wörter)
2. Daten. Tabellen und Diagramme sollten vollständig beschriftet sein. Die Ausarbeitung sollte erläutern, wie die Daten gesammelt, welche Vorsichtsmaßnahmen beim Sammeln beachtet, welche Schwierigkeiten angetroffen wurden und sonstige Einzelheiten von Belang.
3. Analyse der Ergebnisse.

4. Schlußfolgerungen. Dieser Abschnitt sollte Folgerungen und kritische Anmerkungen enthalten und etwa 100 Wörter lang sein.

Ein Problem, das erwächst, wenn das erste Projekt startklar ist, besteht darin, daß die meisten Schüler der Mittelstufe sich schwertun, ihre Ziele zu formulieren. Es ist wichtig, daß sich jeder Schüler auf ein Ziel beschränkt und dieses zunächst so einfach wie möglich hält. Um ihnen bei der klaren Formulierung ihrer Ziele zu helfen, gab ich ihnen zunächst die folgenden 4 Fragen, die sie zu dem von ihnen gewählten Thema beantworten sollten:

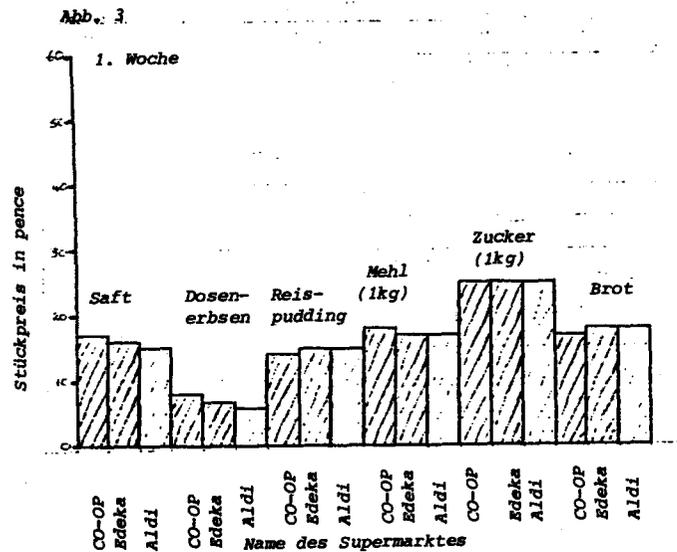
1. Welche Art Daten sollte ich sammeln ?
2. Warum sammle ich sie ?
3. Was soll ich mit ihnen tun ?
4. Wie soll ich sie sammeln ?

Nachdem die Schüler die Fragen beantwortet hatten, machten sie sich daran, Daten zu sammeln und Fragebögen zu schreiben. Die 24 Schüler starke Klasse bildete auf natürliche Weise Zweier- und Dreiergruppen mit gleichartigen Neigungen. Dieses erleichterte die Sammlung der Daten erheblich, mit dem zusätzlichen Vorteil, daß Daten aus verschiedenen Wohngebieten des Ortes von zwei oder drei Mitgliedern der Gruppe gesammelt werden konnten.

## DIE ERGEBNISSE

Beim Sammeln von Daten oder Verteilen von Fragebögen werden sich die Schüler einer Verfälschung bewußt: es ist einfacher, Personen zu befragen, die Zeit haben oder denen das untersuchte Thema zusagt. Ein Mädchen berichtete von der Grobheit, die ihr von einem Ladenbesitzer widerfuhr und auch von ihrer Verlegenheit beim Aufschreiben der Preise im Supermarkt, weil sie von den Verkäufern angestarrt wurde. Ein anderes Geschäft erlaubte das Notieren von Preisen nur in Gegenwart des Geschäftsführers. So wurden sich die Schüler sehr der Probleme bewußt,

die entstehen, wenn man Daten sammelt und die manchmal die Auswahl der Stichprobe beeinflussen können. Dies galt besonders für die Projekte der Preisvergleiche. Einige für den Vergleich ausgewählte Waren waren in den folgenden Wochen nicht vorrätig. Eine Gruppe traf die unglückliche Wahl, die Preise von Salatsoßen zu vergleichen, aber die zu dieser Zeit auftretende Hitzewelle führte dazu, daß in allen ausgewählten Geschäften die Salatsoßen ausverkauft waren und aus dem Warensortiment gestrichen werden mußten. Trotz dieser Rückschläge beendeten die Schüler



ihre Arbeit, indem sie sich vergewisserten, daß sie dieselbe Packungsgröße verglichen oder indem sie verschiedene Größen in ihre Berechnungen einbezogen. Abb. 3 zeigt einen der aufgezeichneten Graphen. Dies gab mir die Gelegenheit, die Schülerin zu fragen, ob sie der Meinung sei, daß der

gewählte Maßstab angemessen sei. Dieses Thema gab den Schülern hervorragend Gelegenheit zu experimentieren, eine große Fülle von Informationen in einer Abbildung so darzustellen, daß diese leicht und klar zu lesen ist.

Abbildung 4 zeigt, wie eine Schülerin eine Tabelle anlegte, um den Preisindex aus einer Warenauswahl zu errechnen. Die Gruppe entschied sich für eine Gewichtung, nachdem sie ihre Eltern gefragt hatte, in welchen Mengen sie jeden der aufgeführten Posten pro Monat kaufen.

Abb. 4

Ware	Juli 76	Sept. 76	Relativ- preis	Gewicht	Gewichtetes Mittel
Tee	12p	16 p	133.3	5	666.5
Zucker	24p	24 1/2p	102.0	3	306.0
Butter	22 1/2p	23 1/2p	104.4	6	626.4
Spülmittel	32 1/2p	26	115.5	2	231.0
Seifenpulver	34 1/2p	38 1/2p	111.5	2	223.0
Kaffee	57 p	64 p	112.2	1	112.0
Käse	43 p	46 p	106.9	4	427.6
Speck	72 p	83 p	115.2	2	230.4
Gebäck	33 1/2p	36 p	107.4	4	429.6
Wurst	38 1/2p	39 1/2p	102.5	4	410.0
Fleisch	16 1/2p	17 1/2p	106.0	12	1272.0
Hundefutter	28 1/2p	29 1/2p	103.5	4	441.0
Seife	11 1/2p	11 1/2p	104.5	3	213.5
Shampoo	22 p	23 1/2p	106.8	2	213.6
Zahnpasta	10 p	20 p	111.1	2	222.2
Küchenhandtücher	34 p	36 1/2p	107.3	1	107.3
Toilettenpapier	34 p	39 p	105.4	4	421.6
				61	6634.9

PREISINDEX

Offensichtlich gab es einen Hund und eine Katze in der Familie! Anhand dieser Tabelle kann man gut über die Möglichkeit unterschiedlicher Ergebnisse bei verschiedener Gewichtung diskutieren. Ein Problem, das bei den Gruppen entstand, die Fragebögen benutzen, lag darin, daß sie abschätzen mußten, wieviele Fragebögen sie benötigten, um eine sinnvolle Stichprobe zu erhalten. Bei der Untersuchung von 4 Familien mit 4 Kindern wurde

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 Exams 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

Obersetzt 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.