

Institutionen, vor allem die Water and Power Development Authority (WAPDA), Soil Reclamation Board usw., befassen sich darum eingehend mit deren Lösung.

#### LITERATUR (PGR = Pakistan Geographical Review)

AHMAD, KAZI S.: Canal Water Problem in the Middle Indus Plain. Proc. of IGU Regional Conference in Japan 1957, Tokyo 1959. — und ANIS, A. ABBASI: Evolution of Drainage in the Indus Plain. PGR vol. 15, no. 2, 1960. — und MUBASHIR LAL KHAN: Variability of Rainfall and its Bearing on Agriculture in the Arid and Semi-arid Zones of West Pakistan. PGR vol. 16, no. 1, 1961. — Reclamation of waterlogged and saline lands in West Pakistan. PGR vol. 16, no. 1, 1961. AHMAD, M. MUZAFFAR: A Study of Waterlogging and Thur Problems of West Pakistan. 5th Ann. Conv. Inst. of Engineers, Pakistan, 1958. AHMAD, NAZIR: A New Conception of the Waterlogging and Salinity Problems of Rechna Doab. West Pakistan Engineering Congress, 1959. — Three Decades of Research in the Irrigation Research Institute, Lahore 1960. — Soil Salinity in West Pakistan and the Means to deal with it. Irrigation Research Inst. Series I, Lahore 1960. BADARUDIN, MUHAMMAD: Drainage by Tubewells in Rechna Doab. PGR vol. 16, no. 2, 1961. KHAN, N. M.: Role of Geology in the Development of Water and Power Resources in Pakistan. 13th Pak. Sc. Conf., Lahore, 1961. SOIL RECLAMATION BOARD: Chuharkana Reclamation Project. Lahore 1959. TAYLOR, E. MCKENZIE und MEHTA, M. L.: An Investigation of the Rise of Water Table in the Upper Chenab Canal Area, Punjab. Punj. Irr. Res. Inst., 1933. VLUGTER, H.: Some Aspects of Water Control in West Pakistan-PGR vol. 15, no. 2, 1960.

#### PROBLEMES DE L'IRRIGATION DANS LA PLAINE DE L'INDUS

Les grandes installations d'irrigation dans la plaine de l'Indus (située en dedans du Pakistan occidental) dont les constructions remontent au siècle dernier, amenaient rapidement des altérations aux conditions hydrologiques, détruisant au fur et à mesure les cultures créées. De prime abord, l'irrigation a fait monter le niveau hydrostatique et augmenter le sel dans le sol. Les causes en sont complexes et il en existent des conceptions partagées. L'amélioration des terres détruites se pratique de sorte à ce que, en premier lieu, le niveau hydrostatique soit baissé, ce qui est fait par canaux de drainage ou bien par pompage. Deuxièmement, ces terres salées sont désalées par des cultures d'irrigation, soit pour la culture d'été par du riz, soit pour la culture d'hiver par des légumineuses. Les surfaces ainsi améliorées s'élèvent, en prenant la moyenne de ces dernières années, à 10 000 hectares en chiffres ronds. Par contre, les pertes par les effets mentionnés se situent autour de 40 000 hectares par an.

## MATHEMATISCHE STATISTIK UND GEOGRAPHIE IN DER SCHWEIZ

JÖRG ROTH

### EINFÜHRUNG

Mit der vorliegenden Untersuchung wird bezweckt, festzustellen, wo die schweizerische Geographie in Bezug auf die Anwendung mathematisch-statistischer Methoden steht, und einige Probleme zu beleuchten, die mit der Anwendung dieser Methoden in der geographischen Forschung zusammenhängen.

In manchen Nachbarwissenschaften der Geographie, z. B. in der Anthropologie und Klimatologie, werden mathematisch-statistische Methoden seit langem angewandt; in jüngerer Zeit haben sich diese Methoden auch in weitem Gebieten eingeführt, z. B. in die Soziologie<sup>1</sup>, Biologie (Biometrik) und Meteorologie (numerische Wetterprognose); daß selbst tektonische und geomorphologische Prozesse mathematisch-physikalisch behandelt werden<sup>2</sup>, zeugt für eine in den verschiedensten Wissensgebieten spürbare Tendenz, möglichst mit der *Zahl* zu arbeiten, eher *quantitative* statt qualitative Aussagen zu machen.

<sup>1</sup> Siehe *Handbuch der empirischen Sozialforschung*, herausgegeben von RENÉ KÖNIG, 2 Bde, Stuttgart, 1962 ff.

<sup>2</sup> SCHEIDEGGER, ADRIAN E., *Principles of Geodynamics*, Berlin 1958. Derselbe: *Theoretical Geomorphology*, Berlin, 1961.

Diese Tendenz zur Quantifizierung ist auch in der Geographie spürbar, und zwar nicht erst seit heute. Frühere führende Geographen wie RITTER, H. WAGNER und A. HETTNER forderten vermehrtes numerisches Arbeiten<sup>3</sup>.

Dieselben Forderungen sind bis in die jüngste Zeit erhoben worden<sup>4</sup>. Dank der Entwicklung der mathematischen Statistik durch Verfeinerung ihrer Methoden in den letzten Jahrzehnten und dank der Tatsache, daß sich in der Geographie Erscheinungen finden, die mittels statistischer Methoden erfaßt und behandelt werden können, hat diese mathematische Disziplin als Hilfsmittel quantitativer Forschung in der Geographie Eingang gefunden. Besonders in der nordamerikanischen Literatur sind bereits eine große Zahl von Publikationen vorhanden, in denen solche Methoden auf geographische Probleme angewandt oder methodische Fragen von deren Anwendung behandelt werden. Es erstaunt kaum, daß das wohl erste statistisch-geographische Buch auch in den USA erschienen ist<sup>5</sup>.

In Europa finden sich besonders in der neueren schwedischen und deutschen Literatur (etwa seit 1950) eine Reihe Veröffentlichungen zum Thema Geographie und Statistik. Bemüht, den deutschen Geographen — und besonders der jüngeren Generation — die Statistik näher zu bringen, organisierte der Verband Deutscher Hochschullehrer der Geographie vom 26. Februar bis 2. März 1962 in Wiesbaden einen «Lehrkurs für Geographen zur Einführung in statistische Unterlagen und Arbeitsmethoden» unter der Leitung von Prof. Dr. WOLFGANG HARTKE, Direktor des Geographischen Instituts der Technischen Hochschule München<sup>6</sup>.

Die Kursteilnehmer wurden durch Fachleute des Westdeutschen Statistischen Bundesamtes eingeführt in die «statistische Materialkunde», d.h. in die amtlichen deutschen Statistiken, in deren Erhebungs- und Aufarbeitungsmethoden und schließlich in einzelne Gebiete der mathematischen Statistik. Das Studienobjekt des Geographen, die Landschaft «als Gesamteffekt der Korrelation von Litho-, Hydro-, Atmo-, Bio- (inkl. Anthropo-)sphäre»<sup>7</sup> weist tatsächlich in ihren einzelnen Elementen, deren Merkmalen, deren Kombinationen und Integrationen und deren gegenseitigen Beziehungen und in den mit ihnen assoziierten Prozessen Massenerscheinungen auf, die mit statistischen Methoden behandelt werden können. Voraussetzung ist dabei allerdings in den meisten Fällen, daß die Erscheinungen, die der Geograph beobachten will, meß- oder zählbar sind. Die Maße der Einzelbeobachtungen wird gesammelt, durch sog. Maßzahlen (z.B. Mittelwert) kurz charakterisiert und durch statistische Methoden analysiert; die Resultate einer solchen Analyse erlauben, innerhalb gewisser Wahrscheinlichkeitsgrenzen Hypothesen aufzustellen bzw. Aussagen über die Maße der gemachten Beobachtungen zu machen.

#### BISHERIGE ANWENDUNGEN

Wie weit wurden bis heute in der schweizerischen Geographie, ihren Teilgebieten und Nachbarwissenschaften allgemein mathematische und speziell statistische Methoden angewandt? Wohl die am häufigsten vorgenommene statistische Manipulation ist die Berechnung des *arithmetischen Mittels*, um die durchschnittliche Größe einer gemessenen Erscheinung (z. B. Gemeindeareal, Gemeindeeinwohnerzahl, Höhe über Meer) innerhalb eines Gebietes festzustellen. Die Berechnung von Durchschnittswerten ist allgemein üblich und braucht weiter keiner besonderen Erwähnung mehr. Es scheint allerdings, daß in gewissen Fällen ein anderer statistischer Mittelwert, der *häufigste Wert*, geographisch aussagekräftiger ist als das arithmetische Mittel<sup>8</sup>. Dies zeigt

<sup>3</sup> Eine historische Skizze der Beziehungen von Geographie und Statistik gibt RUDOLF KLOPPER in «Die Statistik in der Geographie», *Berichte zur Deutschen Landeskunde*, 12, 1954, 253—256.

<sup>4</sup> ACKERMANN, EDWARD A., *Geography as a Fundamental Research Discipline*, Univ. of Chicago, Dept. of Geogr., Res. Pap. No. 53, Chicago, 1958, p. 12; HARTSHORNE, RICHARD, *Perspective on the Nature of Geography*, Chicago, 1960, p. 9.

<sup>5</sup> DUNCAN, OTIS DUDLEY, et al.: *Statistical Geography*, Glencoe, Illinois, 1961. Statistikkurse für Geographiestudenten wurden allerdings an verschiedenen amerikanischen Universitäten schon seit Jahren gegeben, so an der University of Kansas seit 1956 durch D. S. KNOS mit einem allerdings unpublizierten Text.

<sup>6</sup> Der Verfasser, der bei der Ausarbeitung dieses Artikels Notizen und Material aus diesem Kurs mitbenutzt hat, dankt allen beteiligten Stellen, die seine Teilnahme am Lehrkurs ermöglichten, insbesondere den Herren Prof. H. GUTERSOHN, ED. IMHOF und W. HARTKE.

<sup>7</sup> WINKLER, ERNST, «Das System der Geographie und die Dezimalklassifikation», *Geographica Helvetica*, 1, 1946, 339-40.

<sup>8</sup> KÜNDIG, WERNER, «Fläche, Bevölkerung und Dichte der Schweizer Gemeinden (Eine statistische Charakteristik)», *Geographica Helvetica* 12, 1957, 41-43; KLOPPER, RUDOLF, «Die Statistik in der Geographie», *Berichte zur Deutschen Landeskunde*, 12, 1954, S.263.

auch Abb. 1: Im Durchschnitt hatte 1950 eine Bündnergemeinde 630 Einwohner aber nur 4 der 221 Gemeinden liegen im Intervall mit 600–699 Einwohnern. Das Intervall, in dem am meisten Gemeinden (nämlich 50) vertreten sind, ist der Bereich von 100–199 Einwohner, dessen Mittelpunkt von 150 Einwohnern wir als den häufigsten Wert bezeichnen. Dieser Wert charakterisiert offensichtlich die Einwohnerzahl der «typischen» Bündnergemeinde besser als der mathematische Durchschnittswert.

Vom statistischen Standpunkt aus gehörte eigentlich zu jeder Bestimmung eines Mittelwertes auch ein *Streuungsmaß*, das angibt, wie stark die gemessenen Werte um das Mittel streuen. Während sich die Klimatologen gewöhnlich mit Angabe der absoluten *Extremwerte* ihrer Meßreihen (z.B. absolutes Temperaturmaximum und -minimum) begnügen, berechnen Anthropologen sowohl *durchschnittliche Abweichung* als auch *Standardabweichung* vom Mittelwert<sup>9</sup>. Eine sehr interessante Anwendung eines mathematischen Streuungsmaßes geben F. GASSMANN und H. GUTERSOHN<sup>10</sup>, indem sie die Streuung der Punkte der Reliefoberfläche um die mittlere Höhe eines Gebietes als Maß für die Bewegtheit des Reliefs benützen. Die Berechnung der Kotenstreuung nach GASSMANN und GUTERSOHN erfordert keine komplizierte Rechnerie oder tiefere Kenntnisse der Statistik, sondern fußt auf einfachen Planimetermessungen. Sie ist ein Muster mathematischer Erfassung eines Elementes mit einfachen Mitteln!

Nun geht es aber der Geographie letzten Endes nicht um Einzelzüge (Einwohnerzahl, Relief usw.), sondern um die Gesamtheit dieser Erscheinungen in der Landschaft. «Nicht Produktionsziffern, sondern das Wesen der Wirtschaftslandschaft, nicht die Berufsgliederung, sondern das lebendige Zusammenspiel von Mensch und Natur an dieser Erdstelle sind das Hauptanliegen der Geographie»<sup>11</sup>.

Zu einem ersten Schritt in dieser Richtung kann ein Teilgebiet der mathematischen Statistik, die Korrelationsrechnung, verhelfen, indem sie erlaubt, 2 oder mehr Erscheinungen miteinander in Beziehung zu bringen und die Enge dieser Beziehung zu messen. Ähnliche Methoden können auch auf Erscheinungen angewendet werden, die nicht meß- oder zählbar sind. Sie müssen aber örtlich (oder zeitlich) abgrenzbar sein (man kann also die Assoziation messen z.B. zwischen dem Vorkommen einer bestimmten Pflanzengesellschaft und einer gewissen Bodenart oder zwischen einer Bodenart [nicht quantifizierbar] und dem Niederschlag [quantifizierbar]). Den einfachsten Fall der Korrelationsrechnung, die lineare Beziehung zwischen zwei variablen Größen, findet man hie und da in der schweizerischen geographischen (*senso lato*) Literatur, bezeichnenderweise allerdings zur Hauptsache in der Naturgeographie<sup>12</sup>; die demonstrierten Korrelationen zeigen hingegen mit einer Ausnahme keine geographischen Beziehungen. Die Ausnahme findet sich bei KISTLER (op. cit. S. 81), der den Abfluß des Isorno mit dem Niederschlag korreliert. In der Kulturgeographie gibt GUTERSOHN, der sich seit jeher um die quantitative Erfassung der geographischen Substanz bemüht hat, eine Anzahl Beispiele linearer Beziehungen, z.B. zwischen Gemeindeareal und Weglänge<sup>13</sup>, landwirtschaftlichem Produktivareal und Rinder- bzw. Pferdezahl<sup>14</sup>, und besonders straff zwischen Höhenlage und Ackerlandanteil im bündnerischen Münstertal<sup>15</sup>.

<sup>9</sup> SCHLAGINHAFEN, OTTO, «Die Variabilität, geographische Verteilung und Stellung der Körpergröße der Eingeborenen Neuirlands», *Geographica Helvetica* 8, 1953, 18-28.

<sup>10</sup> «Kotenstreuung und Relieffaktor», *Geographica Helvetica* 2, 1947, 112-139.

<sup>11</sup> KLOPPER, S. 258.

<sup>12</sup> BAER, OSKAR, «Gesteinsklüfte und Rundhöcker», *Geographica Helvetica* 12, 1957, 1-4, (mit Anwendung eines statistischen Prüfverfahrens, der Chi-Quadrat-Methode); BINGGELI, VALENTIN, «Karsthydrologische Wasserhärtestudien im Lukmaniergebiet», *Geographica Helvetica* 16, 1961, 6-10; BURGER, ANDRÉ, «Hydrologie du bassin de l'Areuse», *Bull. Soc. Neuchat. Geogr.*, Tome 52, 1956-59, Fasc. 1 (Nouv. Série No. 11), p. 5-304; KISTLER, EMIL-HENRI, «Hydrologische Untersuchungen im Gebiet des Valle Onsernone, Kt. Tessin», *Jahresbericht Geogr. Ges. Bern*, 42, 1953/54, Abhandlungen.

<sup>13</sup> GUTERSOHN, HEINRICH, *Landschaften der Schweiz*, Zürich, 1950, S. 103.

<sup>14</sup> Op. cit. S. 63.

<sup>15</sup> GUTERSOHN, H., *Geographie der Schweiz*, Bd. 2, «Alpen», 1. Teil, S. 273.

Wann eine Korrelation als «geographisch» bezeichnet werden soll, ist ein Problem, das der Abklärung bedarf. Es sei hier lediglich darauf hingewiesen, daß offenbar die Beziehung zwischen Wasserhärte und elektrischer Leitfähigkeit des Wassers (BINGGELI, S. 8) und die Korrelation von Höhenlage und Ackerlandanteil verschiedenen Beziehungskategorien angehören. Erstere ist eine Beziehung zwischen zwei physikalisch-chemischen Merkmalen eines bestimmten Landschaftselementes, des Wassers; letztere aber ist eine Beziehung zwischen zwei Merkmalen nicht eines einzelnen Landschaftsbausteins, sondern einer ganzen Region, und in diesen zwei Merkmalen spielen wenn nicht alle, so doch sicher mehr als eine landschaftliche Sphäre hinein. Dieser kurze Überblick zeigt das Ausmaß, bis zu welchem statistische Methoden in der schweizerischen geographischen Literatur bis heute zur Anwendung kamen. Vergleiche mit Publikationen ausländischer, namentlich amerikanischer, Geographen zeigen, daß die mathematische Statistik noch weit mehr zu helfen im Stande ist.

#### WEITERE MÖGLICHKEITEN

Sind die Beziehungen zwischen Größen nicht linear – und es bestehen Gründe zur Annahme, daß viele Beziehungen im geographischen Bereich nichtlinear sind<sup>16</sup>, so können mit mathematischen Methoden Kurven gefunden werden, die eine Korrelation beschreiben<sup>17</sup>. Mit statistischen Verfahren, z.B. dem Chi-Quadratverfahren, kann die Übereinstimmung von theoretischer Kurve und praktischen Werten (die in der graphischen Darstellung einen Punkteschwarm bilden) geprüft werden. Besonders wichtig für den Geographen aber scheint die Anwendung mehrfacher und Partial-Korrelationen zu sein, mit der die Beziehungen zwischen mehr als zwei Größen analysiert werden können<sup>18</sup>.

Von Interesse dürften auch Methoden wie z.B. die Faktorenanalyse sein, die erlaubt, unter Berücksichtigung mehrerer Variablen einzelne Regionen gegeneinander abzugrenzen<sup>19</sup>.

Das Ziel der statistischen Methoden ist immer eine Vereinfachung: Eine Masse wird auf einen Mittelwert, eine Beziehung auf eine Gerade oder Kurve reduziert. Diese vereinfachten mathematischen Abstraktionen der komplizierten Wirklichkeit können zur *Typenbildung* herangezogen werden<sup>20</sup>. Aus der Analyse der Häufigkeitsverteilung der Einwohnerzahlen der Bündnergemeinden läßt sich dann die «*typische Bündnergemeinde*» beschreiben als eine Gemeinde mit 150 (resp. 100–199) Einwohnern, dem häufigsten Wert der Verteilung. Eine weitergehende Analyse könnte auch noch sekundäre Häufigkeitsspitzen zur Bildung weiterer Typen heranziehen (s. Fig. 1).

Gleichzeitig können diese mathematischen Abstraktionen auch als *Modelle* der Bausteine und Beziehungen betrachtet werden, aus denen sich die geographische Landschaft zusammensetzt. In der schon oben erwähnten Beziehung zwischen Höhenlage und Ackerlandanteil drückt die Regressionsgerade eine (vorläufige) Modellvorstellung über diese Beziehung aus. Im Bereich der Wirtschaftslandschaft hat z.B. ISARD und

<sup>16</sup> Siehe z.B. GUTERSOHN, *Landschaften der Schweiz*, S. 5, 23.

<sup>17</sup> ELDETON, WILLIAM PALIN, *Frequency curves and correlation*, 4th ed., Washington D.C., 1953.

<sup>18</sup> Für den Spezialfall dreier meßbarer Merkmale der gleichen Kategorie hat Gutersohn die Dreieckskoordinaten in die Geographie eingeführt, um rein graphisch-visuell diese 3 Merkmale in Beziehung zu bringen (vgl. *Landschaften der Schweiz*, S. 54, 106, 208).

<sup>19</sup> HAGOOD, MARGARET J. and PRICE, DANIEL O., *Statistics for sociologists* rev. ed. New York, Holt, 1952, zitiert in Reynolds, Robert B., «Statistical Methods in Geographical Research», *Geographica Review* New York, 46, 1956, 129-32.

<sup>20</sup> KLOEPPER, S. 258.



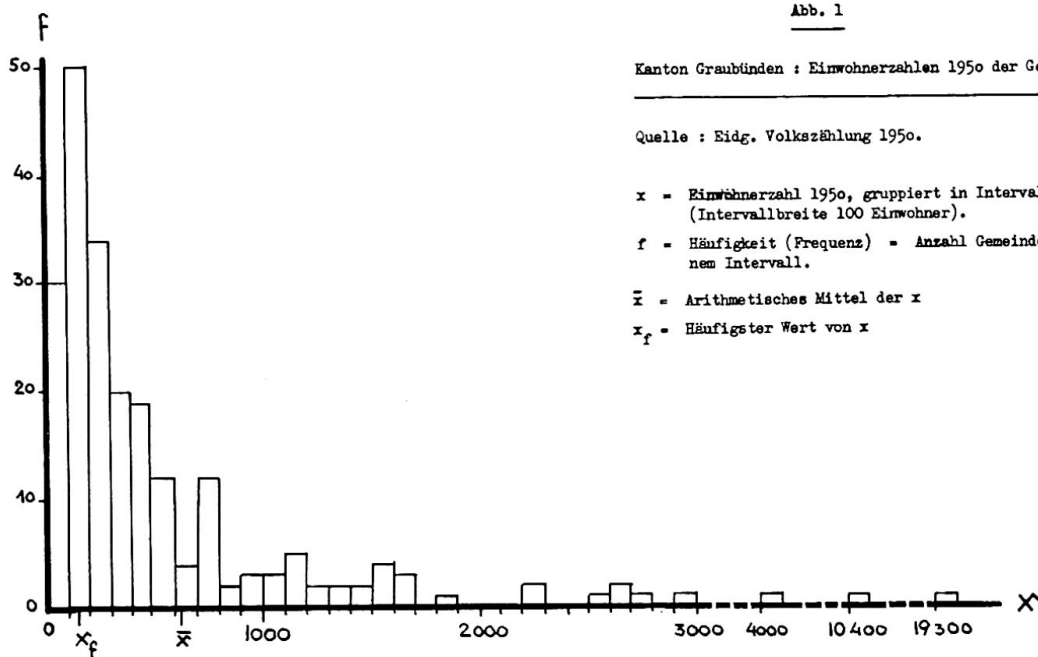


Fig. 1

seine Mitforscher bereits eine Anzahl mathematischer Modelle produziert<sup>21</sup>. Auch die Soziologen sind daran, soziologisch-geographisch-statistische Modelle der Bevölkerung zu erstellen. Modelle, die sich mathematisch formulieren lassen, haben den Vorteil, daß sie sich mit der beobachteten Wirklichkeit durch Prüfverfahren vergleichen lassen und so ihre Brauchbarkeit und ihr Geltungsbereich mathematisch abgegrenzt werden kann<sup>22</sup>.

#### BESONDERE PROBLEME

Die Probleme, die sich bei der Anwendung statistischer Methoden in der Geographie ergeben, liegen in 4 Bereichen: 1) bei der Methode selber; 2) beim Objekt; 3) beim Zahlenmaterial; 4) beim Geographen selber, resp. seiner Ausbildung und seinen ihm zur Verfügung stehenden technischen Mitteln.

Die mathematisch-statistische Methode ist kein Allerweltsmittel; der Geograph muß sie mit Überlegung und Vorsicht anwenden und in gleicher Weise ihre Ergebnisse interpretieren. «Statistische Methoden besitzen dem Objekt gegenüber keinen Eigen-Erkenntniswert»<sup>23</sup>, Statistik in der Geographie ist nicht Endzweck, sondern eine Methode, ein Weg, der zu einem Resultat – in Form einer Zahl, einer Kurve – führt. Bei dessen Interpretation müssen sowohl die mathematische wie die geographische Komponente des Ergebnisses geprüft werden: Definition der Erhebungseinheiten und der erhobenen Merkmale; Meß-, Erhebungs- und Aufarbeitungsmethoden, deren Genauigkeit und deren mögliche Fehlerquellen, Grenzen und Aussagekraft der angewandten statistischen Beschreibungs-, Analyse- oder Prüfverfahren; sachliche, räumliche und zeitliche Grenzen der Erhebung und – besonders wichtig – die Beziehungen und damit mögliche Beeinflussung sowohl zwischen den erhobenen Größen selber als

<sup>21</sup> ISARD, WALTER, *Location and Space-Economy*. A General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade and Urban Structure. New York 1957; derselbe: *Methods of Regional Analysis*. An Introduction to Regional Science New York and London, 1960.

<sup>22</sup> Neben statistischen sind auch noch andere Modelle möglich. Der Geomorphologe E. GERBER z.B. untersucht geomorphologische Prozesse an geometrischen Körpern als Modelle für die Oberflächenformen der Wirklichkeit. CHRISTALLERS Bienenwabenmodell der zentralen Orte ist ebenfalls geometrischer Natur.

<sup>23</sup> KLOEPPER, S. 263.

auch zwischen diesen und dritten, nicht in die Untersuchung einbezogenen Faktoren. So sagt die ziemlich straffe Korrelation von Höhenlage und Ackerlandanteil<sup>24</sup> nichts weiter aus, als daß im Jahre 1955 im Münstertal der Anteil des Ackerlandes am Kulturland im engeren Sinne (= ohne Wald und Alpweiden) zwischen 1250 und 1900 m ü. M. linear von 26% auf ca. 6% (theoretischer Wert) abnimmt, also ca. 3% pro 100 m. Aus diesem Ergebnis darf weder auf andere Jahre noch andere Regionen oder Höhenstufen extrapoliert werden. Zu andern Zeiten und speziell unter einem andern Wirtschaftssystem könnte die Beziehung zwischen den beiden Größen im gleichen Münstertal ganz anders sein. Und in andern Alpentälern kann zur selben Zeit eine andere Beziehung – oder gar keine – bestehen. Erst eine Reihe von Untersuchungen würde beweisen, ob in der alpinen Region von heute ein *genereller* Zusammenhang zwischen Höhenlage und Ackeranteil besteht und welcher Art dieser ist, oder ob für das Münstertal hier eine lokale oder gar zufällige Korrelation gefunden wurde. Um die bei der Statistik gewöhnlich erforderlichen großen Rechenarbeiten auszuführen, müht sich der Geograph oft noch mit Rechenschieber oder einem Handrechenapparat ab. Er sollte jedoch dafür eine gute elektrische Rechenmaschine zur Verfügung haben. Für umfangreiche geographische Probleme quantitativer Natur dürfte die Verwendung von Lochkarten und deren Aufbereitung womöglich durch eine elektronische Datenverarbeitungsmaschine das Gegebene sein. Das geographische Hochschulinstitut braucht dabei nicht unbedingt sein eigenes Elektronengehirn zu besitzen, doch sollte der Geograph die Möglichkeit haben, seine Daten zwecks Verarbeitung dem Institut für angewandte Mathematik oder dem Rechenzentrum der Hochschule zu übergeben. Zu diesem Zwecke allerdings ist es von Nutzen, wenn der Geographiestudent mit den Eigenheiten elektronischer Rechenmaschinen und mit der Programmierung der Datenverarbeitung in Einführungskursen bekannt gemacht werden kann, wie sie die ETH bereits gibt.

Ein Hauptproblem der Anwendung statistischer Methoden in der Geographie liegt aber zweifellos beim Geographen selber. Er ist als Geograph ausgebildet und nicht als Statistiker. Trotzdem sollte in Anbetracht der Anwendungsmöglichkeiten dieser Verfahren in der Geographie der Bestand an mathematischem und besonders statistischem Rüstzeug des Geographen vergrößert werden. Er soll wohlverstanden nicht zum Statistiker werden und braucht sich deshalb nicht mit den komplizierten Theorien der höheren Statistik zu befassen. Aber er sollte Kenntnis haben über die verschiedenen Arten, Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen statistischer Verfahren, die zur Bewältigung eines bestimmten geographischen Problems in Anwendung kommen könnten. Für die Anwendung selber wird er, so es sich nicht um eine einfache Aufgabe handelt, sowieso den Rat des praktischen Statistikers einholen.

Statistische Methoden sind meist nicht einfach und erfordern oft beträchtliche Rechenarbeit. Diese Hindernisse sollen und dürfen uns aber nicht davon abhalten, sie zur Anwendung zu bringen dort, wo sie uns bessere, tiefere Erkenntnisse zu vermitteln versprechen als andere Methoden der Geographie. Auf jeden Fall aber sollte der Geograph sich von der Versuchung lösen, einfach mühelos auszusagen, daß z.B. der Ackerlandanteil mit der Höhe abnimmt, statt auch noch einen – zwar oft anstrengenden – Schritt weiter zu gehen und festzustellen, *wieviel* er abnimmt.

Will der Geograph das Zahlenmaterial nicht selber erheben, sondern schon vorliegenden Statistiken entnehmen, so ergeben sich oft Schwierigkeiten. Auf sachlichem Gebiet können die von der Statistik betrachteten Erscheinungen nicht oder nicht genau mit den vom Geographen gewünschten übereinstimmen (z.B. möchte man die Zahl der in einer Gemeinde wohnenden Industriearbeiter wissen; die schweizerischen Statistiken geben aber Industriearbeiter und Handwerker zusammen); oft werden im Laufe der Zeit Merkmalsdefinitionen geändert, sodaß Zahlen älterer Erhebungen nicht mehr

<sup>24</sup> Siehe Fußnote 15.

ohne weiteres mit Zahlen jüngerer Datums vergleichbar sind (z.B. Berufsgruppen). Auf regionalem Gebiet ist es bei geographischen Arbeiten in kleineren Räumen oft störend, daß die Bezugsareale der vorhandenen Statistiken politisch-administrative Einheiten (Gemeinden, Bezirke, Kantone) sind, deren Umgrenzung meist nicht der vom Geographen gewünschten räumlichen Gliederung entspricht. Um dieses Problem zu lösen werden in Westdeutschland neustens Zahlen der amtlichen Statistiken sowohl für administrative wie auch für naturräumliche Raumeinheiten publiziert. Solange in der Schweiz eine solche Lösung nicht verwirklicht ist, wird der hiesige Geograph auf die vorhandenen Kantons-, Bezirks- oder Gemeindezahlen abstellen im Bewußtsein, daß auch sie einen *Teil* der so mannigfaltigen geographischen Wirklichkeit spiegeln.

Eine Klippe der Korrelationsrechnung ist die Art des Zusammenhangs zwischen den betrachteten Größen<sup>25</sup>. Die Rechnung kann wohl eine gute Korrelation ergeben, doch ist damit nichts über die Beziehung zwischen den korrelierten Größen gesagt. Im obigen Beispiel ist nämlich bei genauerem Hinsehen nicht sofort klar, wie Höhenlage und Ackeranteil in Beziehung stehen sollen. Wahrscheinlich ist es so, daß Klimafaktoren (wie Temperatur und Niederschlag), die von der Höhenlage abhängen, den Hektarertrag von Ackerfrüchten direkt beeinflussen; dieser Ertrag wiederum dürfte direkten Einfluß auf den prozentualen Anteil des Ackerlandes haben. Durch Merkmals-substitution erhält man also aus dem wahrscheinlich grundlegenden, kausalen Zusammenhang zwischen Klimafaktoren und Hektarertrag eine Beziehung zwischen Höhenlage und Ackerlandanteil. Solche Merkmalssubstitutionen können da Hilfe bieten, wo geeignete Statistiken (in diesem Falle z.B. über Klimafaktoren oder Ackererträge) mangeln. Andererseits können sie aber auch zu Scheinkorrelationen führen, wenn in Tat und Wahrheit beide korrelierten Größen von einem dritten, unberücksichtigten Faktor abhängen. Ein Beispiel für diesen Fall ist die positive Korrelation zwischen Storchennestdichte und Geburtenziffer in Südschweden. Hier hängen beide Variablen vom Industrialisierungs- und Verstädterungsgrad als der dritten Größe ab. Es nützt also die eleganteste statistische Methode nichts, wenn die zu korrelierenden Größen unsachgemäß ausgewählt werden und das Resultat ohne Rücksicht auf zu Grunde liegende Beziehungen interpretiert wird.

Die sorgfältige Interpretation ist umso wichtiger, als die Geographie keine idealen Objekte für statistische Untersuchungen liefert. Für solche sollte nämlich eine beobachtete Masse möglichst homogen sein bis auf die untersuchte Erscheinung. Diese von der Statistik geforderte Homogenität ist geographischen Räumen aber nicht eigen.

#### AUSBLICK

Unter Ausnützung ihrer Möglichkeiten und gebührender Berücksichtigung ihrer Grenzen dürfte die statistische Methode in naher Zukunft vor allem in der quantitativen Erfassung der Verteilung einzelner Landschaftselemente und der Beziehungen einzelner weniger Elemente zueinander nutzbringend angewendet werden. Ob allerdings das «Gesamtkorrelat von Litho-, Hydro-, Atmo-, Bio- und Anthroposphäre» einmal allein mit mathematischen Methoden entwirrt, erklärt und beschrieben, die Landschaft vielleicht in Formeln ausgedrückt werden kann, bleibt abzuwarten. Es gibt Faktoren in der Landschaft, die sich nicht mathematisch fassen lassen (soziales Verhalten, Brauchtum, Sitten usw.). Doch so wie die Physiker gelernt haben, die Struktur des unsichtbaren Atoms aus sicht- bzw. meßbaren Reaktionen herzuleiten, ist es vielleicht auch möglich z.B. das Element «Soziales Verhalten» zu substituieren durch eines oder mehrere andere, die sich messen oder zählen lassen und damit quantitativ faßbar sind. Sollte es tatsächlich gelingen, mathematisch erfaßbare Beziehungen zwischen den

<sup>25</sup> Dieser Abschnitt gründet sich hauptsächlich auf eine hektographierte Zusammenfassung eines Vortrages von Prof. Dr. S. KOLLER vom Stat. Bundesamt Wiesbaden über «Untersuchung von Zusammenhängen» anläßlich des Lehrkurses.

verschiedensten Elementen der Erdhülle zu finden, so könnte damit der Geograph auch einen wertvollen Beitrag zur Landschaftsplanung leisten, indem dadurch die Wirkungen planerischer Maßnahmen (z. B. Verlegung eines Industriestandortes, oder Einführung einer reinen Wohnzone) auch quantitativ vorausbestimmt werden könnten<sup>26</sup>.

#### SCHLUSSFOLGERUNGEN

Statistische Methoden haben in der schweizerischen Geographie und ihren Nachbarwissenschaften Anwendung gefunden zum Beschreiben und Analysieren meß- oder zählbarer Erscheinungen (Objekte, Merkmale, Beziehungen) in der Landschaft. Die Möglichkeiten dieser Methoden sind durch die Schweizer Geographen noch nicht voll ausgeschöpft worden; ihre Anwendung sollte gefördert werden, besonders hinsichtlich Partial- und Mehrfachkorrelation, Abgrenzungsmethoden und Bildung von Typen oder Modellen. Vorläufig allerdings dürften sie eher Ergebnisse liefern zur Erklärung von Teilen der geographischen Landschaft als zur Beschreibung des Landschaftsganzen. Zur vermehrten Anwendung dieser Methode bedarf es<sup>1</sup> einer intensiveren Ausbildung als bisher des Geographen in theoretischer und angewandter Statistik und in moderner Datenverarbeitung<sup>27</sup>, und 2. der Ausstattung geographischer Hochschulinstitute mit entsprechender Dokumentation und mit leistungsfähigen Rechenmaschinen. Möglicherweise ist es nötig, eine spezielle geographisch-statistische Methodik zu entwickeln, um dem komplexen Charakter der Geographie Rechnung zu tragen.

Die mathematische Statistik kann die bisher üblichen geographischen Methoden (Feldarbeit, Karten-, Luftbildinterpretation, Literaturstudium) nicht einfach ersetzen. Im Verein mit diesen aber sollte sie, mit Sachkenntnis angewandt, dem Geographen ein wertvolles Werkzeug zum Studium, zur Beschreibung und Erklärung (von Teilen) der Erdhülle und dem Planer eine Hilfe in landschaftlicher Planung und Therapie werden.

#### STATISTICAL GEOGRAPHY IN SWITZERLAND

The major part of geographical studies in this country is based on more conventional methods of geographic research. There are a few proponents of a more mathematical approach to geography, among them Prof. Gutersonn, Zürich.

An analysis of the studies making use of statistical methods shows that measures of central tendency and variation, and statistics of association are most frequently applied but there still remains a large body of statistical techniques to be put to use by Swiss geographers.

Although it is recognized that the application of statistical methods in geography poses a host of problems, many of them yet unsolved, the results and insights already gained by foreign geographers through statistics make it expedient to advocate a wider use of this mathematical tool in at least some fields of geography (construction of geographical models, types, regions and in planning).

To this end the student in geography through courses and workshops ought to become more familiar with the potentials and limitations of statistics — not eventually to turn into a statistician manipulating geographical data, but into a geographer capable of wielding this tool efficiently in combination with the other geographical methods at hand to investigate our earth.

### DIE SAMMLUNG FÜR VÖLKERKUNDE DER UNIVERSITÄT ZÜRICH IM JAHRE 1960

#### *I. Personal und freiwillige Mitarbeiter*

Mit Jahresbeginn verließ Fr. Dr. E. LEUZINGER, die im letzten Jahr nur noch halbtagsweise als Konservatorin verpflichtet war, den Dienst der Sammlung. An ihre Stelle trat Fr. Dr. EVA STOLL, die zusammen mit Fr. G. WILDBERGER als Konservatorin mit halbtägiger Verpflichtung tätig ist. Im Rahmen des jährlich zugebilligten 600-Stundenkredites wurden als Hilfskräfte zeitweilig angestellt: Fr. cand. phil. ARIANE RUMP und Herr stud. phil. JOHANNES HANHART,

<sup>26</sup> In einem privaten Planungsbüro in Kansas City, wo der Verfasser einen Sommer lang zu arbeiten Gelegenheit hatte, waren von rund 70 Arbeitskräften etwa 10 Soziologen, 4 Geographen und 10 Mathematiker!

<sup>27</sup> Neben der Statistik sind auch noch andere mathematische Disziplinen auf ihren möglichen Nutzen für die Lösung geographischer Probleme zu erforschen (Spieltheorie, Gruppentheorie, Variationsrechnung, Faktorenanalyse).