

Werk

Jahr: 1933

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:9

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0009

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0009

LOG Id: LOG_0008

LOG Titel: Über die Notwendigkeit eines großen Beobachtungsstoffes bei statistischen Untersuchungen

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Bau (Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Schichten bis zur Meßtiefe von 6 m) und im Gefüge (Dichte der Lagerung) der von ihnen begrenzten Zone *B* als Diskontinuitätsflächen des scheinbaren spezifischen Widerstandes mit einem Betrage, wie er in der Fig. 4b zum Ausdruck kommt. Als Elektrodenanordnung wurde die von Gish und Rooney (4-Punktverfahren) verwandt und das Diagramm durch Parallelverschiebung der Meßlinie (Gesamtabstand der Elektroden = 18 m, wahrscheinliche Wirkungstiefe = 6 m), die parallel zum Streichen des „Grabens“ verlegt wurde, erhalten. Ganz ähnliche Kurven erhielten auch Gish und Rooney bei Messungen über einem bei Planierungsarbeiten aufgefüllten Graben, über die sie in einer früher zitierten Arbeit (s. oben) ausführlich berichten. Die Frage des gemeinsamen Schnittpunktes der Widerstandskurven verschiedenen Elektrodenabstandes konnte vom Verfasser durch die der Fig. 4 zugrundeliegende Untersuchung noch nicht geprüft werden, da die oben behandelten theoretischen Überlegungen erst später angestellt wurden. Eine eingehende experimentelle Prüfung dieser Frage wird jedoch vom Verfasser vorbereitet und dürfte gewiß auch seitens anderer sich mit dem Widerstandsverfahren beschäftigender Autoren erfolgen.

Köln a. Rh., im Dezember 1932.

Über die Notwendigkeit eines großen Beobachtungsstoffes bei statistischen Untersuchungen

Von **Franz Baur**, Frankfurt a. M.

Es wird der neuerdings aufgetauchten Meinung entgegengetreten, daß im Hinblick auf die Tatsache, daß in vielen Fällen Rhythmen oder Korrelationen erheblichen zeitlichen Schwankungen unterworfen sind, statistische Untersuchungen nur für verhältnismäßig eng begrenzte Zeiträume durchgeführt werden sollten. Statistische Untersuchungen sind nur dann sinnvoll, wenn ihnen ein großer Beobachtungsstoff zugrunde liegt. Nur dann können die zahlenmäßigen „Beschreibungen“ des Naturgeschehens, die sie liefern, auf Grund physikalischer Problemstellungen als physikalische Gesetzmäßigkeiten gedeutet werden, nur dann ist es möglich, zu erkennen, ob und aus welchen Gründen es sich um zeitlich veränderliche oder unveränderliche Gesetzmäßigkeiten handelt.

Wer sich zur Untersuchung meteorologischer oder geophysikalischer Zusammenhänge langjähriger Beobachtungsreihen bedient, kann immer wieder die Erfahrung machen, daß häufig eine in einem begrenzten Zeitraum festgestellte Gesetzmäßigkeit, sei es das Auftreten eines gewissen Rhythmus oder einer engen Korrelation, bei Ausdehnung der Untersuchung über einen größeren Zeitraum sich als eine nur dem zuerst ausgewählten Unterabschnitt zukommende Erscheinung erweist. Diese Erfahrung hat dazu geführt, daß von mancher Seite die Ausdehnung statistischer Forschungen auf größere Zeiträume geradezu ab-

gelehnt wird*). Eine solche Schlußfolgerung birgt aber große Gefahren in sich und entspricht nicht dem Sinn statistischer Forschungen.

Physikalisch reelle, durch gleichbleibende Umstände hervorgerufene Perioden bleiben in langen Zeiträumen nicht nur erhalten, sondern sie treten sogar um so schärfer hervor, je länger der Zeitraum ist, über den die Mittelbildung (bei entsprechender Anordnung der Beobachtungsgrößen) erfolgt. So konnte z. B. Bartels**) die nur rund 0,01 mm betragende halbtägige lunare Luftdruckwelle für Potsdam und Hamburg auf Grund 66jähriger Beobachtungen auf 0.001 mm genau nachweisen, während infolge der tausendmal größeren unperiodischen Schwankungen in höheren Breiten ein solcher Nachweis bei Zugrundelegung von nur 10 Beobachtungsjahren unmöglich gewesen wäre.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bezüglich stochastischer Zusammenhänge. Besteht zwischen zwei Größen A und B ein dauernder stochastischer Zusammenhang, so tritt er um so deutlicher hervor, je größer die Zahl der untersuchten Wertepaare, je größer also, bei in der Zeit veränderlichen Größen, der untersuchte Zeitraum ist, weil der mittlere Fehler aller den Zusammenhang kennzeichnenden Maßzahlen um so kleiner wird. Man muß sich stets vor Augen halten, daß das, was wir statistisch untersuchen, immer nur Kollektivgegenstände sind, d. h. endliche Mengen von gleichartigen Gegenständen, die in bezug auf ein Merkmal, das eine sogenannte zufällige Veränderliche ist, geordnet werden können. Die Verteilung solcher Kollektivgegenstände sowohl im einzelnen wie hinsichtlich des Zusammentreffens bestimmter Wertegruppen können wir durch statistische Maßzahlen immer nur für den ausgewählten Zeitabschnitt „beschreiben“. Sobald wir darüber hinaus eine obwaltende Gesetzmäßigkeit suchen, die sogar zu einer Voraussage Verwendung finden soll, müssen wir, wenigstens in Gedanken, den Grenzübergang zum Kollektiv machen, d. h. zu einer unendlichen Menge von Elementen. Das ist aber nur angängig, wenn durch Vergrößerung des untersuchten Zeitraumes eine annähernde Konstanz der vorkommenden relativen Häufigkeiten aufgezeigt werden kann, so daß es berechtigt erscheint, dieselben als „Wahrscheinlichkeiten“ und die daraus abgeleiteten empirischen Maßzahlen als sogenannte „apriorische“ (d. h. der betreffenden Erscheinung als solcher, unabhängig von dem gewählten Beobachtungsabschnitt, zukommende Maßzahlen) anzusehen. Wenn sich z. B. aus der Untersuchung eines zehnjährigen Zeitraumes ergibt, daß in den Sommermonaten in 96.1 v. H. aller Fälle, in welchen die Luftdruckdifferenz Potsdam—Oslo übernormal ist, in den nächsten 24 Stunden nirgends in den mittleren Norddeutschland sich ein Niederschlag von mehr als 50 mm ereignete, und wenn die relative Häufigkeit des gleichen Merkmals in einem 20jährigen Zeitraum 96.8, in einem 40jährigen 96.5 und in einem 60jährigen 96.4 beträgt, so können wir den letzten Wert als „Wahrscheinlichkeit“ dafür, daß unter der genannten Voraussetzung sich im

*) Vgl. z. B. A. Schmauss: Meteorol. Zeitschr. 1932, S. 307.

**) J. Bartels: Abhandlgn. d. Preuß. Meteorol. Inst. 8, Nr. 9. Berlin 1927.

mittleren Norddeutschland in den nächsten 24 Stunden kein Niederschlag von mehr als 50 mm ereignen werde, ansehen. In einem gegebenen Einzelfalle kann unter Berücksichtigung noch anderer Faktoren die Wahrscheinlichkeit dieses Ereignisses größer oder kleiner sein, wir dürfen aber — statistisch betrachtet — solche andere Faktoren nur dann mitberücksichtigen, wenn unser Wissen um ihre Wirkungsgesetze in gleicher Weise durch langjährige Erfahrung gesichert ist.

Dafür, daß es auch Korrelationen gibt, die während langer Zeiträume stabil bleiben, sei folgendes Beispiel erwähnt. Der Korrelationskoeffizient der Fünftagemittel der Differenz (Luftdruck + Temperatur) um 15 Uhr in Mailand — (Luftdruck + Temperatur) um 14 Uhr in Oslo mit der gleichzeitigen Schwankungsintensität des Luftdruckes in Potsdam im Juli beträgt

im 12jährigen Zeitraum	1901—1912	(372 Wertepaare):	+ 0.54 ± 0.08,
„ 12 „ „	1913—1924	(372 „):	+ 0.57 ± 0.08,
„ 24 „ „	1901—1924	(744 „):	+ 0.55 ± 0.06,
„ 38 „ „	1893—1930	(1178 „):	+ 0.53 ± 0.05.

Die Korrelation ist stabil, da es sich hier um einen unmittelbaren physikalischen Zusammenhang zwischen den betrachteten Größen handelt*).

Wenn aber durch die Erweiterung des Untersuchungszeitraumes eine gefundene Korrelation sich wesentlich verringert, so ist darin, falls es sich um eine Korrelation handelt, die als Grundlage einer Voraussage gedacht war, keine „Verschlechterung“ dieser Grundlage zu erblicken, wie Schmauss annimmt**), sondern eine Verbesserung, indem die durch die Vergrößerung des Materials gewonnene Erkenntnis dazu führt, die betreffende Korrelation nicht als Grundlage zu einer Vorhersage zu verwerten. Gerade die Heranziehung großer Beobachtungszeiträume schützt vor Überschätzung nur zeitweilig auftretender Gesetzmäßigkeiten und bewahrt oder sollte doch wenigstens bewahren vor Voraussagen auf ungenügender Grundlage. Das gilt für nur zeitweilig auftretende Rhythmen ebenso wie für nicht-stabile Korrelationen. Auf die Wichtigkeit von Stabilitätsuntersuchungen für Korrelationen, die zu Voraussagen verwendet werden sollen, habe ich bereits früher hingewiesen***). Solche Stabilitätsuntersuchungen können aber gar nicht durchgeführt werden, wenn die verfügbaren Beobachtungsreihen nur kurz sind.

Freilich darf man — darin stimme ich mit Schmauss durchaus überein — nicht jede nicht-stabile Korrelation und nicht jeden nur in einem verhältnismäßig eng begrenzten Zeitraum auftretenden, dann aber wieder abbrechenden Rhythmus

*) Bezüglich der physikalischen Bedeutung vgl. F. Baur: Meteorol. Zeitschr. 1931, S. 348; derselbe: Gerlands Beitr. z. Geophys. 34, 301—304; R. Mügge: Meteorol. Zeitschr. 1931, S. 3—6. Daß die beiden angegebenen Beobachtungstermine um eine Stunde differieren, hat selbstverständlich nur äußere, in der Eigenart des verfügbaren Beobachtungsstoffes gelegene Gründe.

**) A. a. O.

***) Vgl. Ann. d. Hydrogr. u. mar. Meteorol. 1927, S. 39—41.

für eine zufällige Erscheinung halten. Ein Urteil aber, ob es sich um einen Zufall handelt oder nicht, kann aus der Erfahrung heraus immer nur auf Grund eines genügend großen Beobachtungsstoffes gefällt werden. Es gibt z. B. in der Meteorologie stochastische Zusammenhänge, die von der Art sind, daß eine Korrelation zwischen zwei Größen A und B von der Anomalie einer dritten Größe C abhängt: Ist die Abweichung von C stark positiv, dann ist A mit B positiv korreliert, ist aber die Abweichung von C stark negativ, ist A mit B negativ korreliert, ist schließlich C ziemlich normal, so zeigt sich kein strammer Zusammenhang zwischen A und B . Verbundenheiten solcher Art werden zwar in den meisten Fällen schon durch theoretische Erwägungen nahegelegt werden, können zahlenmäßig aber doch nur auf Grund eines großen Beobachtungsstoffes nachgewiesen werden.

Derartige Erscheinungskomplexe machen es erforderlich, die stochastischen Abhängigkeitsgesetze von mehr als zwei Veränderlichen festzustellen und zu untersuchen. Dabei ist zu beachten, daß es zur Bestimmung des Abhängigkeitsgesetzes von z. B. drei zufälligen Veränderlichen X , Y und Z im allgemeinen nicht genügt, die Abhängigkeitsgesetze von je zwei zu kennen. Unter dem stochastischen Abhängigkeitsgesetz verstehen wir die Gesamtheit der verschiedenen Kombinationen aller möglichen Werte und der diesen Kombinationen zukommenden Wahrscheinlichkeiten*). Kann X l verschiedene Werte annehmen, Y m und Z n verschiedene Werte, so können die Veränderlichen X , Y und Z in lmn verschiedenen Kombinationen auftreten. Bezeichnen wir die Wahrscheinlichkeit, daß X den Wert X_i , Y den Wert Y_j und Z den Wert Z_k annimmt, mit $p_{i|j|k}$, dann gibt es demnach auch lmn Wahrscheinlichkeiten $p_{i|j|k}$ und da $\sum_i \sum_j \sum_k p_{i|j|k} = 1$, so ist zur Kenntnis des stochastischen Abhängigkeitsgesetzes der drei Veränderlichen X , Y und Z die Bestimmung von $lmn - 1$ Unbekannten erforderlich. Hierzu stehen bei Kenntnis der Abhängigkeitsgesetze von je zwei Veränderlichen $lm + ln + mn - 3$ Gleichungen von der Form

$$\sum_i p_{i|j|k} = p_{j|k}$$

zur Verfügung. Da aber $lm + ln + mn - 3$ im allgemeinen (wenn nicht mindestens eine der Zahlen l , m und n gleich 2 ist) kleiner als $lmn - 1$, so kann aus den Unterabhängigkeitsgesetzen nicht allgemein auf das Gesamtabhängigkeitsgesetz mehrerer Veränderlichen geschlossen werden**).

Aus diesem Grunde darf man auch bei der üblichen Berechnung der Koeffizienten einer linearen Beziehungsgleichung (Regressionsgleichung) für mehrere Veränderliche aus den Korrelationskoeffizienten je zweier Veränderlichen nicht der Meinung sein, in dieser Gleichung nun auch wirklich das Gesetz der Abhängigkeit der mathematischen Erwartung der einen Veränderlichen von den übrigen

*) Vgl. F. Baur: Korrelationsrechnung, S. 19—20. Leipzig und Berlin 1928.

**) Vgl. hierzu A. A. Tschuprow: Transact. of the Cambridge Phil. Soc. 23, 338 (1928), Nr. 12.

Größen vor sich zu haben. Das kann nur dann angenommen werden, wenn aus theoretischen (physikalischen) Gründen diese Form der Abhängigkeit bereits feststeht oder wenn sich bei einem sehr großen Beobachtungsstoff ein sehr nahe an |1| liegender Mehrfach-Korrelationskoeffizient ergibt*). Im allgemeinen kann das stochastische Abhängigkeitsgesetz mehrerer Veränderlichen nur durch Aufstellung einer Mehrfachkorrelationstabelle ermittelt werden. Aber selbst wenn durch entsprechende Abrundungen bei jeder von drei Veränderlichen nur sieben mögliche Werte angenommen werden, enthält eine solche Tabelle bereits 343 Felder. Wir stehen daher hier wiederum vor der Tatsache, daß derartige Untersuchungen nur dann einen Sinn haben, wenn sehr viele Werte zur Verfügung stehen, wenn sie sich also über einen langen Zeitraum erstrecken.

Eine ernste statistische Forschung, die sich nicht damit begnügt, irgendeinen Ablauf, eine Verteilung oder dergleichen für einen beschränkten Ausschnitt aus dem Naturgeschehen zu „beschreiben“, sondern die den zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten nachspürt, muß daher auf breitester Grundlage aufgebaut sein und muß danach trachten, möglichst lange Beobachtungsreihen zur Untersuchung heranzuziehen. Da aber das Ideal, unendlich viele Werte, niemals erreicht werden kann, da infolgedessen in der Annahme, daß die empirisch ermittelten relativen Häufigkeiten „Wahrscheinlichkeiten“ sind, immer eine, wenn auch mit der Größe des Beobachtungsstoffes kleiner werdende Unsicherheit steckt, so ist zur Sicherung der Ergebnisse weiterhin erforderlich — worauf ich schon seit Jahren immer wieder aufmerksam mache —, daß statistische Untersuchungen im Anschluß an physikalisch durchdachte Problemstellungen erfolgen. Wenn beide Bedingungen erfüllt sind, physikalische Grundlage und großer Beobachtungsstoff, dann können — stramme Zusammenhänge vorausgesetzt — die Ergebnisse statistischer Untersuchungen auch zu Voraussagen verwendet werden. Daß dabei im Einzelfalle nicht nur die zahlenmäßigen Ergebnisse der Statistik verwertet werden, sondern eine individuelle Wertung der gegebenen Lage angestrebt werden muß, halte ich für selbstverständlich. Das wurde auch bei den im vergangenen Hochsommer veröffentlichten „Zehntage-Vorhersagen“ durchgeführt. Aber zu einer solchen individuellen Wertung würde jede Unterlage und Handhabe gefehlt haben, wenn nicht durch, ein großes Beobachtungsmaterial umfassende, statistische Untersuchungen Erfahrungen gewonnen und in Tausenden von Karten und Tabellen niedergelegt worden wären, Erfahrungen, die weit über die Wettererlebnisse des einzelnen hinausgehen. Erst in einem großen Beobachtungsmaterial, das natürlich entsprechend verarbeitet und geordnet sein muß, tritt uns die Mannigfaltigkeit des Wettergeschehens mit all seinen für die wissenschaftliche Erkenntnis besonders wichtigen „Ausnahmen von der Regel“ nahezu in Vollkommenheit entgegen.

*) Vgl. das Beispiel auf S. 240 in F. Baur: Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. 1929.