

Teil II

Varianzanalytische Methoden

Einleitung

Kapitel 5 behandelte u. a. Verfahren, mit denen wir ermitteln können, ob ein Merkmal in 2 verschiedenen Populationen unterschiedlich ausgeprägt ist. Hat dieses Merkmal beispielsweise Intervallskalencharakter, überprüft – so haben wir gelernt – der t-Test die Hypothese, daß sich die Mittelwerte zweier abhängiger oder unabhängiger Stichproben signifikant voneinander unterscheiden.

Viele psychologische bzw. sozialwissenschaftliche Fragestellungen lassen sich jedoch erst dann einigermaßen zufriedenstellend beantworten, wenn das Zusammenwirken und die Möglichkeit der wechselseitigen Beeinflussung mehrerer Variablen berücksichtigt bzw. wenn Stichproben aus Populationen, die sich systematisch in bezug auf mehrere Merkmale oder Merkmalskombinationen unterscheiden, miteinander verglichen werden. Komplexere Probleme dieser Art können mit dem t-Test, der „nur“ die Unterschiedlichkeit eines isoliert herausgegriffenen Merkmals in 2 Populationen analysiert, nicht mehr gelöst werden.

Zur Verdeutlichung stellen wir uns vor, jemand sei an der psychologischen Therapieforschung interessiert und beherrscht als einzige statistische Analysetechnik nur den t-Test. Welche empirischen Untersuchungsmöglichkeiten eröffnen sich diesem Forscher, dessen Ziel es ist, mit dem t-Test abgesicherte Informationen über die Wirkungsweise verschiedener Therapieformen bei verschiedenen Klienten zu gewinnen? Er könnte beispielsweise 2 Zufallsstichproben von psychisch kranken Patienten ziehen, die eine Stichprobe psychoanalytisch, die andere gesprächspsychotherapeutisch behandeln lassen, beide Stichproben nach identischer Therapiezeit z.B. mit einem Depressionsfragebogen testen und mit dem t-Test für unabhängige Stichproben überprüfen, ob sich die verschieden behandelten Patienten hinsichtlich ihrer Depressivität unterscheiden. Der Untersuchungsansatz würde somit den gesamten Komplex der Therapiewirkung nur in einem sehr kleinen, wenngleich nicht unwichtigen Ausschnitt erfassen und viele Variablen, die potentiell für den Therapieerfolg relevant sein können, außer acht lassen.

Betrachten wir zunächst die untersuchten Klienten. Für den Therapieerfolg ist es sicher nicht ohne Belang, wie die Merkmale Stärke und Art der Depressivität, Dauer der psychischen Erkrankung, soziales und familiäres Milieu, Intelligenz, Alter usw. ausgeprägt sind. Ferner benötigen wir Informationen über den Therapeuten, seine Praxis- und Ausbildungserfahrung, sein Alter und sein Geschlecht, seine emotionale Aufgeschlossenheit, seine eigenen, psychischen Probleme, sein äußeres Erscheinungsbild usw., um einige Merkmale zu nennen, die ebenfalls auf den therapeutischen Prozeß Einfluß nehmen können. Drittens ist zu fragen, ob mit Depressivität eigentlich die hinsichtlich des Therapieerfolges richtige bzw. wichtigste Variable erfaßt wurde, oder ob andere Indikatoren des

Therapieerfolges, wie beispielsweise Selbstvertrauen, Konzentrationsvermögen, emotionale Stabilität oder einfach die subjektive Einstufung des Allgemeinzustandes, zu ganz anderen Ergebnissen geführt hätten. Schließlich – und hier zeigt sich am deutlichsten die relative Unzulänglichkeit eines einfachen t-Tests – müssen wir berücksichtigen, daß sich die Variablen in ihrer Bedeutung für den Therapieerfolg wechselseitig beeinflussen können, daß beispielsweise die Frage, ob der Therapeut jung oder alt ist, für *einen* Patienten belanglos, für einen *anderen* jedoch von erheblicher Bedeutung sein kann, daß also – allgemein gesprochen – bestimmte Kombinationen von Patientenvariablen zusammen mit bestimmten Kombinationen von Therapeutenvariablen (und nicht die einzelnen Variablen isoliert betrachtet) für einzelne Indikatoren des Therapieerfolges relevant sein können.

Fragestellungen, die – wie in diesem Beispiel – die gleichzeitige Berücksichtigung mehrerer Variablen erfordern, können mit den im Teil I besprochenen statistischen Auswertungstechniken nur unbefriedigend bearbeitet werden. Im Teil II behandeln wir deshalb ein Verfahren, das die simultane Kontrolle mehrerer Variablen ermöglicht und das für die statistische Bearbeitung komplexerer Fragestellungen eher geeignet ist als einfache Mittelwertsvergleiche – die Varianzanalyse.

Unter der allgemeinen Bezeichnung „Varianzanalyse“ verbirgt sich eine Vielzahl von Einzelmethoden, *mit deren Hilfe Meßwerte, die von einer oder mehreren simultan wirksamen Variablen abhängen, analysiert werden können, um zu bestimmen, in welchem Ausmaß die untersuchten unabhängigen Variablen einzeln und/oder in kombinierter Form auf die abhängige Variable Einfluß nehmen.* Varianzanalytische Methoden sind sehr flexible Methoden, die im allgemeinen auch dann angewandt werden können, wenn – was die Regel sein sollte – eine Untersuchung überwiegend nach inhaltlich-theoretischen und nicht nach formalen auswertungstechnischen Kriterien geplant wurde. Dies ist vor allem deshalb möglich, weil sich die einzelnen varianzanalytischen Methoden miteinander zu neuen und *komplizierten Auswertungsplänen kombinieren* lassen, die in diesem Rahmen unmöglich alle erwähnt werden können. Wir werden uns deshalb damit begnügen müssen, die wichtigsten varianzanalytischen „Bausteine“ kennenzulernen, in der Hoffnung, daß es dem Leser gelingt, ausgehend von den hier behandelten Einzelverfahren denjenigen Auswertungsplan selbst zu entwerfen, der der jeweils untersuchten Fragestellung am besten entspricht. Um dies zu erleichtern, werden wir im Kap. 12 auf die **theoretische Fundierung** varianzanalytischer Methoden eingehen und *allgemeine Konstruktionsprinzipien* für die statistische Überprüfung der in einer Untersuchung interessierenden Hypothesen ableiten.

Das Gemeinsame aller varianzanalytischen Versuchspläne ist darin zu sehen, daß sie die Unterschiedlichkeit von Versuchspersonen in bezug auf ein Merkmal (abhängige Variable) auf eine oder mehrere unabhängige Variablen zurückführen. (Mit *mehreren abhängigen Variablen* werden wir uns erst im Teil III befassen.) Daß die Ermittlung der Bedeutung verschiedener „Varianzquellen“ nicht nur für Psychologen und Sozialwissenschaftler interessant ist, zeigt ein kurzer Blick auf die historische Entwicklung der Varianzanalyse.

Der Begriff Varianzanalyse wurde erstmals 1918 von *R. A. Fisher* in einer Arbeit über Fragen der Populationsgenetik erwähnt. Erste, ausführliche Beschrei-

bungen varianzanalytischer Techniken finden sich ebenfalls bei *Fisher* in seinem grundlegenden Werk "Statistical Methods of Research Workers" (1. Aufl. 1925, 17. Aufl. 1972).

Biologie, Landwirtschaft und Astronomie waren die ersten Disziplinen, in denen die Varianzanalyse praktisch angewandt wurde. In der Folgezeit erschien eine Reihe weiterer varianzanalytischer Lehrbücher, wie z.B. von *Tippett* (1931), *Snedecor* (1937) und *Goulden* (1939), in denen vor allem die mathematischen Grundlagen der Varianzanalyse weiterentwickelt wurden. *Wishart* veröffentlichte 1934 eine rund 150 Titel umfassende Bibliographie von Arbeiten aus den Jahren 1931–1933, in denen die Varianzanalyse zur Anwendung kam.

Im deutschsprachigen Raum war die Varianzanalyse vor dem 2. Weltkrieg praktisch unbekannt. Erst durch Erscheinen der Lehrbücher von *Linder* „Statistische Methoden“ (1. Aufl. 1945), das sich vorwiegend an Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure wendet, und *Weber* „Grundriß der biologischen Statistik“ (1. Aufl. 1947) wurde das Verfahren auch hier breiteren Kreisen zugänglich gemacht. Mit ersten, sich speziell an Psychologen wendenden Einführungen machten *Mittenecker* (1948) und *Hofstätter* u. *Wendt* (1966) die Varianzanalyse auch in den Sozialwissenschaften bekannt. Über die historische Bedeutung der Varianzanalyse für die Psychologie berichten *Rucci* und *Iweney* (1980). Die mathematischen Grundlagen der Varianzanalyse werden ausführlich bei *Scheffé* (1963) "The Analysis of Variance" dargestellt. [Weitere Einzelheiten über die historische Entwicklung der Varianzanalyse können einem Aufsatz von *Weiling* (1973) entnommen werden.]

Zusätzliche Informationen zur Varianzanalyse findet der interessierte Leser z.B. in den Lehrbüchern von *Ahrens* (1968), *Cochran* u. *Cox* (1966), *Dayton* (1970), *Scheffé* (1963) und *Winer* (1962).

Die rechnerische Durchführung einer Varianzanalyse orientierte sich in den vergangenen Jahren – vor allem begünstigt durch die rasche Verbreitung einfach zu handhabender EDV-Statistik-Programmpakete – verstärkt an den Richtlinien des **allgemeinen linearen Modells**. Wir werden auf diese Erweiterung des multiplen Korrelationsansatzes auf qualitative Variablen in Kap. 13.4 (multiple Korrelationen und Varianzanalyse: das allgemeine lineare Modell) eingehen.

Die dort beschriebenen Auswertungstechniken erfordern – anders als die in den folgenden Kapiteln vorgestellten Durchführungsbestimmungen – Kenntnisse in Matrixalgebra bzw. den Einsatz leistungsstarker Rechenanlagen. Um die Arbeitsweise einer Varianzanalyse kennenzulernen, bzw. um eine Varianzanalyse – zumindest bei kleineren Datensätzen – auch „per Hand“ durchführen zu können, empfehlen wir dem mathematisch weniger versierten Leser, die varianzanalytischen Methoden anhand der folgenden Kapitel zu erarbeiten. Diejenigen Leser, die weniger an rechnerischen Details, sondern mehr an einem allgemeinen Lösungsansatz interessiert sind, der die im Teil III zu behandelnden multivariaten Verfahren mit den im folgenden zu besprechenden varianzanalytischen Verfahren verbindet, können auf Teil II verzichten und sich die Grundprinzipien der Varianzanalyse über das allgemeine lineare Modell (Kap. 13.4 bzw. auch Kap. 16.6, Die kanonische Korrelation: ein allgemeiner Lösungsansatz) aneignen.