

Inhalt

1.	Einleitung	1
2.	Das Experiment als Informationsquelle der naturwissenschaftlichen Forschung	5
2.1.	Theorie und Experiment	5
2.2.	Empirische Modellbildung	9
2.3.	Experiment, Versuchsplanung und statistische Datenanalyse	10
3.	Das quantitative Experiment	13
3.1.	Begriffsbestimmung	13
3.2.	Modell – Zielstellung – Beobachtung	14
3.3.	Experimente in offenen und in isolierbaren Systemen	16
3.4.	Informationsgewinnung durch Experimentieren	17
3.5.	Informationstheoretische Aspekte	21
3.6.	Beispiele typischer Experimente	25
3.6.1.	Bestimmung einer Größe	25
3.6.2.	Das Vergleichsexperiment	27
3.6.3.	Mehrfache Vergleiche und faktorielle Experimente	29
3.6.4.	Experimentelles Studium von Wirkungsflächen	31
3.6.5.	Mischungsexperimente	32
3.6.6.	Experimente mit mehrdimensionaler Zielgröße	33
3.6.7.	Experimente mit Messung empirischer Funktionen	34
3.6.8.	Studium der Eigenschaften zeit- oder ortsabhängiger Zufallsgrößen	34
3.6.9.	Experimente zur Modellauswahl	34
3.6.10.	Experimente zur empirischen Modellbildung	35
3.7.	Klassifikation von Experimenten	35

4.	Die Konzepte der statistischen Datenanalyse	37
4.1.	Gaußsche Fehlertheorie und Methode der kleinsten Quadrate	37
4.2.	Verwendung von Stichprobenfunktionen	39
4.3.	Das Likelihood-Prinzip	41
4.4.	Statistische Schätzungen	43
4.4.1.	Eigenschaften von Schätzfunktionen	43
4.4.2.	Bereichsschätzungen	47
4.5.	Klassische Testtheorie	48
4.5.1.	Signifikanztests	49
4.5.2.	Tests alternativer Hypothesen	50
4.5.3.	Likelihood-Quotienten-Test	53
4.5.4.	Sequentielle Tests	53
4.6.	Die Bayessche Betrachtungsweise	54
4.7.	Entscheidungstheorie	56
4.8.	Die Position des Experimentators	58
5.	Statistische Versuchsplanung	63
5.1.	Aufgaben und Methoden der statistischen Versuchsplanung im weiteren Sinne	63
5.2.	Versuchspläne für das Regressionsmodell	65
5.2.1.	Versuchspläne bei linearen Modellen	70
5.2.1.1.	Lineare Modelle ohne Wechselwirkungen	70
5.2.1.2.	Lineare Modelle mit Wechselwirkungen	73
5.2.1.3.	Polynome 2. Ordnung als Modell	75
5.2.2.	Versuchspläne für nichtlineare Modelle	80
5.3.	Probleme der Anwendung	82
6.	Versuch eines Ausblicks	85
7.	Literatur	89
8.	Personenregister	95
9.	Sachregister	97
10.	Zusammenfassung	101

Contents

1.	Introduction	1
2.	The experiment as a source of information in natural science	5
2.1.	Theory and experiment	5
2.2.	Empirical model building	9
2.3.	Experiment, design of experiments and statistical data analysis	10
3.	Quantitative experiments	13
3.1.	Definition	13
3.2.	Model — aim — observation	14
3.3.	Experiments in interactive and isolatable systems	16
3.4.	The gain of information by experimentation	17
3.5.	Some aspects of information theory	21
3.6.	Examples of typical experiments	25
3.6.1.	Estimation of a quantity	25
3.6.2.	Comparison of quantities by experimentation	27
3.6.3.	Multiple comparisons and factorial experiments	29
3.6.4.	The experimental study of response surfaces	31
3.6.5.	Experiments with mixtures	32
3.6.6.	Experiments with multiple response	33
3.6.7.	Experiments measuring empirical functions	34
3.6.8.	Study of properties of time- or space-dependent random variables	34
3.6.9.	Experiments for model discrimination	34
3.6.10.	Experiments for empirical model building	35
3.7.	Classification of experiments	35

4.	Concepts of statistical data analysis	37
4.1.	The Gaussian theory of random errors and the method of least squares	37
4.2.	Application of statistics	39
4.3.	Principle of likelihood	41
4.4.	Estimation	43
4.4.1.	Properties of estimators	43
4.4.2.	Confidence intervals	47
4.5.	Classical test theory	48
4.5.1.	Tests of significance	49
4.5.2.	Tests of alternative hypotheses	50
4.5.3.	Testing by the likelihood-quotient	53
4.5.4.	Sequential testing	53
4.6.	The Bayesian aspect	54
4.7.	Decision theory	56
4.8.	The position of the experimentalists	58
5.	Design of experiments	63
5.1.	Aims and tools of design of experiments in a broader sense	63
5.2.	Experimental design in regression	65
5.2.1.	Designs for linear models	70
5.2.1.1.	Linear models without interaction	70
5.2.1.2.	Linear models with interaction	73
5.2.1.3.	Second-order polynomials as a model	75
5.2.2.	Designs for non-linear models	80
5.3.	Problems of application	82
6.	New prospects	85
7.	References	89
8.	Author index	95
9.	Subject index	97
10.	Summary	102