

Band I

Wesen und Methoden der Anthropologie

2. Teil

Physiologische, psychologische, genetische
und mathematische Methoden

Herausgegeben von Rainer Knußmann

Mit Beiträgen von

H. Baitsch · K. Bender · W. Bernhard · B. Brinkmann · V. P. Chopra · K. Christiansen
U. Drenhaus · I. Eibl-Eibesfeldt · D. Fritsch · N. Galley · D. Gräßlin · G. Grupe · G. Gürtler
K. Hummel · P. Ihm · B. Jacobshagen · H. W. Jürgens · R. Knußmann · B. Kummer
V. Lichtenberg · J. Lutz · Á. Mayerová · H.-G. Müller · F. A. Muthny · U. Pieper
A. Rodewald · J. Rutenfranz † · W. Scheffrahn · H. D. Schmidt · K.-H. Schmidt
H.-J. Steingrüber · F. Vogel.

Mit 362 Abbildungen und 172 Tabellen



Gustav Fischer Verlag · Stuttgart · Jena · New York · 1992

Inhalt

III. Methoden der Physiologie und Psychologie

A. Erfassung von Indikatoren des Versorgungssystems

1. Messung von Kreislaufgrößen von J. LUTZ.	3	e. Blut- und Atemgasanalyse	23
a. Die Herzschlagfrequenz	3	α. Bestimmung arterieller Gasdrücke	23
α. Meßmethoden.	3	Sauerstoffdruck – Kohlendioxiddruck	
β. Referenzwerte	4	β. pH-Wert und Säure-Basen-Haushalt im	
b. Der arterielle Blutdruck	5	Blut	24
α. Meßmethoden.	5	Der pH-Wert – Der Säure-Basen-Haushalt	
Auskultatorische Methode – Oszillometri-		γ. Bestimmung von Atemgaskonzentrationen	25
sche Methode – Formoszillometrische		f. Ganzkörperplethysmographie	26
Methode – Vergleich direkter und		α. Prinzip	26
indirekter Messung		β. Meßgrößen	27
β. Referenzwerte	7	Intrathorakales Gasvolumen – Resi-	
c. Das Herzminutenvolumen	8	stance – Compliance	
α. Meßmethoden.	8	Literatur	28
β. Referenzwerte	8	3. Ergometrie von J. LUTZ	29
d. Das Blutvolumen	9	a. Meßtechnische Vorrichtungen	29
α. Meßmethoden.	9	α. Messung der körperlichen Belastung mit	
β. Referenzwerte	9	Stufentests	29
e. Blutzirkulation	10	β. Laufbandergometer	30
α. Kreislaufzeiten	10	γ. Kurbelergometer	31
β. Blutströmungsgeschwindigkeit	10	b. Leistungsspezifische Parameter des belasteten	
γ. Pulswelle	10	Organismus	32
f. Das Herzvolumen und seine Teilbereiche	11	α. Pulsfrequenz	32
α. Volumen des gesamten Herzens	11	Die Leistungspulsfrequenz – Die Pulslei-	
β. Volumen des linken Ventrikels	12	stungskapazität für Puls 170 – Der	
Literatur	13	Leistungspulsindex	
2. Messung von Atmungsgrößen von J. LUTZ.	15	β. Gasanalyse	33
a. Spirometrie: Meßwerte und Meßmethode	15	Der maximale Sauerstoffverbrauch – Der	
α. Statische Atemvolumina und -kapazitäten .	16	O ₂ -Puls – Das Atemäquivalent – Der	
Atemvolumina – Atemkapazitäten		respiratorische Quotient	
β. Dynamische Ventilationsgrößen	16	γ. Der Lactatspiegel	37
γ. Spirometersysteme	18	Literatur	38
b. Indirekt bestimmbare Atemvolumina und		4. Calorimetrie von J. LUTZ	40
-kapazitäten	19	a. Prinzip, allgemeine Begriffe	40
α. Residualvolumen und funktionelle		b. Grundumsatz	42
Residualkapazität	19	α. Der Begriff des Grundumsatzes	42
β. Totraumvolumen	21	β. Durchführung der Grundumsatz-	
c. Standardbedingungen	21	bestimmung	43
d. Pneumotachographie	22	Allgemeine Bestimmungsmethoden –	
		Einfluß des Eiweißstoffwechsels	
		γ. Referenzwerte für den Grundumsatz	44
		Literatur	46

5. Stoffwechselindikatoren in Blut und Urin
 von L. GÜRTLER 48

a. Allgemeines 48
 Meßwerte – Zu untersuchende Probe – SI-Einheiten

b. Nucleinsäurestoffwechsel 49
 Nucleinsäure – Pyrimidinsynthese – Purinsynthese

c. Proteinstoffwechsel 49
 α. Physiologische Vorbemerkungen 49
 β. Nachweismethoden. 50
 Gesamteiweiß – Albumin – Einzelne Serumproteine – Aminosäuren – Harnstoff

d. Gerinnungsfaktoren. 51
 α. Physiologische Vorbemerkungen 51
 β. Nachweismethoden. 52
 Immunologische Verfahren – Enzymatischer Test mit chromogenen Substraten – Messung von Einzelfaktoren über Mangelplasmen – Globaltest für das Gerinnungssystem

e. Kohlenhydratstoffwechsel 53
 α. Abbau der Kohlenhydrate 53
 Nachweis der Enzyme – Gesamtkohlenhydrate – Monosaccharide – Simultaner Nachweis mehrerer Kohlenhydrate – Lactat
 β. Aufbau der Kohlenhydrate und ihre Speicherung 55

f. Fettstoffwechsel 55
 α. Triglyceride und freie Fettsäuren 55
 Tryglyceridnachweis – Fettsäuren – Lipase
 β. Cholesterin 56
 Cholesterin-Nachweis – Gallensäuren
 γ. Lipoproteine 56
 Ultrazentrifugation – Elektrophorese

g. Zellstoffwechsel. 57
 α. Leberzellstoffwechsel
 Aspartat-Amino-Transferase – Alanin-Amino-Transferase – γ-Glutamyl-Transferase – Alkalische Phosphatase(n) – Cholinesterase(n)
 β. Muskelzellstoffwechsel 58
 Creatinkinase – Lactatdehydrogenase – Creatinin – Creatin
 γ. Pankreaszellstoffwechsel 60
 δ. Knochenstoffwechsel 60
 ε. Gehirn, Lunge und Niere 60
 ζ. Hämoglobin 60
 Bestimmung des Hämoglobins – Glykosylierte Hämoglobine

h. Elektrolytstoffwechsel 61
 Natrium, Kalium, Calcium – Magnesium – Eisen – Kupfer – Chlorid

Literatur 63

6. Analytisch-chemische Methoden in der prähistorischen Anthropologie: Spurenelemente und stabile Isotope von G. GRUPE 66

a. Anwendungsbereiche 66
 α. Spurenelemente. 66
 β. Stabile Isotope. 68
 γ. Zusammenfassung 69

b. Methoden 69
 α. Spurenelemente. 69
 Probenvorbereitung und Messung – Auswertung
 β. Stabile C- und N-Isotope 71
 Probenvorbereitung und Messung – Auswertung

c. Ausblick 71
 Literatur 72

B. Funktionsmessungen am Bewegungsapparat

1. Biomechanik des passiven Bewegungsapparates von B. KUMMER. 74

a. Vorbemerkungen zur Problematik 74
 Die «kausale Histogenese» – Funktionelle Anpassungen der Gewebe und Organe des Stützapparats – «Funktionelle Gestalt» und «funktionelle Struktur» – Zielsetzung biomechanischer Untersuchungen

b. Materialprüfverfahren 77
 α. Grundlagen der Elastizitätslehre 78
 β. Messung mechanischer Eigenschaften 79
 Bindegewebige Strukturen – Knorpelgewebe – Knochen
 γ. Kritik der makroskopischen Materialprüfung des Knochens und Konsequenzen 82

c. Untersuchung ganzer Skelettelemente. 83
 Die Lackrißmethode – Dehnungsmessstreifen – Die Laser-Holographie – Messung der Röntgengichte

d. Modellversuche; Spannungsoptik 87

e. Mathematische Methoden 90
 Die Finite-Element-Methode (FEM) – Die graphische Statik – Computersimulation

f. Morphologische Methoden 97
 Das Spaltlinienverfahren – Analyse im polarisierten Licht

Literatur 100

2. Kinetik und Kinematik von B. KUMMER. 101

a. Kinetik 102
 α. Massenverteilung des menschlichen Körpers 102
 β. Kinetik des Gesamtkörpers 104
 γ. Kinetik von Körperabschnitten 106

b. Kinematik 107
 α. Bewegungsbeschreibung, Freiheitsgrade 107
 Freier Massenpunkt – Geführte Bewegung
 β. Kinematik einzelner Körpergelenke 110
 Kugelgelenk – Scharnier- und Sattelgelenk – Sonstige Gelenkart

γ. Kinematische Ketten	112	b. Methoden zur Bestimmung motorischer Fertigkeiten	138
Offene kinematische Ketten – Geschlossene kinematische Ketten		α. Klassifikation von Grundstrukturen motorischer Fertigkeiten	138
δ. Kinematik der menschlichen Lokomotion	114	β. Erfassungsmethoden	138
Literatur	115	Rotary Pursuit Apparatus – O'Connor-finger-dexterity-Test – Minnesota Rate of Manipulation Test – Kieler Determinationsgerät	
3. Grundlagen und Methoden der Kraftmessung		γ. Stabilität und Veränderlichkeit von motorischen Fertigkeiten	140
von U. PIEPER und H. W. JÜRGENS	116	δ. Praktische Bedeutung der Bestimmung des Ausprägungsgrades motorischer Fertigkeiten	140
a. Vorbemerkungen und Begriffsbestimmungen	116	Literatur	141
b. Biomechanische Grundlagen	117		
Mechanik und mechanische Prozesse – Der Muskel als Kraftmaschine – Gelenktypen und ihre Bewegbarkeit durch Muskelarbeit		3. Erfassung der Seitendominanz	
c. Kraft und Körperkräfte	119	von H.-J. STEINGRÜBER	142
α. Muskelkraft	120	a. Handdominanz	143
β. Aktionskraft	120	α. Präferenzmaße	143
Statische Aktionskraft (Stellungskraft) – Dynamische Aktionskraft (Bewegungskraft)		β. Leistungsdominanzmaße	143
d. Kraftmessung am Menschen	121	b. Augendominanz	144
α. Meßmethoden für Muskelkraft	122	c. Spezielle und seltene Maße für Seitendominanz	146
Indirekte Methoden – Direkte Methoden zur Erfassung der isometrischen Muskelkraft – Direkte Methoden zur Erfassung der dynamischen Muskelkraft		α. Ohrendominanz	146
β. Ablauf der Messung	124	β. Bein-/Fußdominanz	146
Literatur	125	γ. Dominanz einer Hirnhemisphäre	146
		d. Fazit	146
		Literatur	146
		4. Augenbewegungsmessungen von N. GALLEY	147
		a. Das bewegliche Auge	147
		α. Augenbewegungen und Blickbewegungen	147
		β. Andere Bewegungen am Auge	149
		b. Blickbewegungsmessung	150
		α. Augenbewegungsformen	150
		β. Vergleich verschiedener Methoden	151
		Räumliche Auflösung – Linearität und Stabilität – Computereinsatz	
		γ. Elektrookulographie	154
		δ. Kornealreflexionsmethoden	155
		ε. Limbusreflexionsmethoden	157
		ζ. Kontaktlinsenmethoden	157
		c. Lidschlagmessung	158
		d. Pupillometrie	159
		Literatur	160
		5. Sinnesprüfungen von W. BERNHARD	162
		a. Gesichtssinn	162
		α. Anatomisch-neurophysiologische Vorbemerkungen	162
		β. Prüfung des dioptrischen Apparates	162
		Prüfung der Krümmungsverhältnisse der Hornhaut – Bestimmung des Fern- und Nahpunktes und der Akkomodationsbreite – Refraktionsbestimmungen	
C. Messungen an Regulations- und Kontaktsystemen			
1. Elektroenzephalographie von F. VOGEL	127		
a. Geschichte und Bedeutung des EEG	127		
b. Entstehung des EEG im Gehirn und Ableitung	127		
c. Ableitetechnik	128		
d. Die wichtigsten Wellenformen und die EEG-Auswertung	129		
e. Das Ruhe-EEG und seine Interpretation	130		
f. Das EEG in seinen Beziehungen zu Befinden und Verhalten des Menschen	130		
g. Evozierte EEG-Potentiale	132		
Literatur	132		
2. Messung von Reaktionszeiten und motorischen Fertigkeiten von K.-H. SCHMIDT und J. RUTENFRANZ	133		
a. Methoden zur Messung von Reaktionszeiten	133		
α. Aussagemöglichkeiten von Reaktionszeitmessungen	133		
β. Methodische Probleme bei der Reaktionszeitmessung	134		
γ. Meßvorrichtungen zur Bestimmung von Reaktionszeiten	135		
δ. Determinanten von Reaktionszeiten	137		

γ. Prüfung der Sehschärfe	163	fung der Vibrationsempfindung – Prüfung der Kitzelempfindung	
Experimentelle Prüfung – Praktisch-klini- sche Prüfung		β. Thermorezeption	177
δ. Bestimmung des Gesichtsfeldes (Perimetrie)	164	Anatomisch-neurophysiologische Vorbe- merkungen – Bestimmung der Kalt- und Wärmepunkte und der Raumschwellen – Prüfung der Schwellen für Warm- und Kaltempfindung und der Zone der Indiffe- renztemperatur	
Gesichtsfeld-«Parallelversuch» – Bogen- Perimeter – Hohlkugelperimeter – Kampimetrie und Skotometrie		γ. Nozizeption	178
ε. Bestimmung von Sehschärfe, Gestaltwahr- nehmung und Gesichtsfeld durch das visu- elle evozierte Potential	165	Neurophysiologische Vorbemerkungen – Prüfung des Schmerzsinns	
ζ. Prüfung der Farbenwahrnehmung	166	δ. Tiefensensibilität.	178
Wahlproben – Pseudoisochromatische Tafeln – FARNSWORTH-Farbenblindheit- Test – Anomaloskop		Anatomisch-neurophysiologische Vorbemerkungen – Prüfmethode	
η. Hell-Dunkel-Anpassung	167	Literatur	179
Dunkeladaptation – Helladaptation			
b. Hörsinn	168	6. Messung von Biosignalen der Haut	
α. Anatomische und psychophysikalische Vorbemerkungen	168	von F. A. MUTHNY	180
β. Tongehörprüfung	168	a. Einführung	180
Hörschwellenmessungen – Prüfung der In- tensitätsunterschiedsschwelle – Prüfung der Lautheit eines Tones – Prüfung der Frequenz- bzw. Tonunterscheidungs- schwelle – Sprachgehörprüfung – Kinder- audiometrie – Objektive Hörprüfung		b. Elektrodermale Aktivität	180
γ. Auditorische Raumorientierung	170	α. Terminologie und Methoden im Überblick	181
c. Gleichgewichtssinn	170	Gleichstrommethoden – Wechselstrom- methoden	
α. Anatomisch-neurophysiologische Grund- lagen	170	β. SC-Messungen	182
β. Prüfmethode	171	γ. Messung von Hautpotentialen (SP)	183
d. Geschmack und Geruch	171	δ. Elektroder-Haut-System	183
α. Anatomisch-neurophysiologische Vorbe- merkungen	171	Elektroder – Elektrodencreme – Strom- stärke und Spannung bei exosomatischen Methoden	
β. Prüfung des Geschmackssinns	171	ε. Ableitorte	184
Prüfung der Geschmacksschwellen für die Grundqualitäten – Prüfung der Schmeck- fähigkeit spezieller Bitterstoffe – Raum- schwelle der Geschmacksempfindung – Objektive Prüfung der Funktion des Geschmackssinns		ζ. Weiterverarbeitung des EDA-Signals	185
γ. Prüfung des Geruchssinns	173	η. Anwendungsbereiche der EDA- Messungen	185
Prüfung der Wahrnehmungs- und Erkennungsschwelle für Duftreize – Prü- fung der Empfindungsstärke der Duftreize – Prüfung der Lokalisation von Duftquel- len – Riechvermögen und Vorlieben für bestimmte Substanzen		c. Messungen der Schwitzaktivität	186
e. Somatoviszzerale Sensibilität (Hautsinne und Tiefensensibilität)	175	α. Einfache chemische, mikroskopische und colorimetrische Verfahren	186
α. Mechanorezeption	175	β. Schweiß-Sammel-Techniken und gravime- trische Methoden	187
Anatomisch-neurophysiologische Vorbe- merkungen – Prüfung der Verteilung der Tastpunkte, der Empfindungsschwelle und der Empfindungsintensität – Prüfung der räumlichen Unterscheidungsschwelle – Prüfung der Lokalisation eines Berüh- rungsreizes – Prüfung der Unterschei- dungsschwelle für die Druckstärke – Prü-		γ. Aufwendige physikalische Verfahren	187
		Haarhygrometer – Psychrometer – Tau- punkt-Meßverfahren – Widerstandshy- grometrie – Feststellung der Wasserdampf- abgabe durch Messung der Wärmeleitfä- higkeit – Messung mittels Infrarot-Gas- analyse – Kapazitatives Meßprinzip	
		δ. Schweißanalysen und pathologische Schweißdrüsenfunktion	189
		ε. EDA und Schwitzaktivität	189
		d. Messungen der Hautdurchblutung	190
		e. Messungen der Hauttemperatur	190
		f. Funktionsprüfungen und Tests an der Haut	191
		Physikalische Hautprüfungen – Prüfung der Pufferkapazität der Haut gegenüber Säuren und Laugen – Prüfung der Talgdrüsen- und Schweißdrüsensekretion – Allergie-Testung – Dermographismus	
		Literatur	192

7. Radioimmunologische Verfahren unter besonderer Berücksichtigung der Hormonbestimmung von D. GRÄSSLIN und V. LICHTENBERG	193	2. Psychologische Testverfahren	216
a. Überblick	193	a. Leistungstests	217
α. Einleitung	193	α. Entwicklungstests	217
β. Reaktionsprinzipien von Radioligandenassays	194	Denver-Entwicklungsskalen – Frostig-Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung – Heidelberger Sprachentwicklungstest – Lincoln-Oseretzky-Skala, Kurzform	
Radioimmunoassay (RIA) – Immunoradiometrischer Assay (IRMA) – Vergleich der kompetitiven mit den nichtkompetitiven Assays		β. Intelligenztests	223
γ. Durchführung von Bindungsanalysen	195	Adaptives Intelligenz-Diagnostikum für Kinder und Jugendliche – Columbia Mental Maturity Scale – Grundintelligenztest-Skala 1 – Grundintelligenztest-Skala 2 – Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene – Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder – Hannover-Wechsler-Intelligenztest für das Vorschulalter – Intelligenz-Struktur-Test 70 – Leistungsprüfsystem – Raven-Matrizen-Tests	
b. Einsatz von Bindungsanalysen am Beispiel von Hormonbestimmungen	196	γ. Allgemeine Leistungstests	238
α. Auswahlkriterien für kommerzielle Kits	196	Differentieller Leistungstest – Konzentrations-Leistungs-Test – Aufmerksamkeits-Belastungs-Test	
β. Qualitätskriterien und Qualitätskontrolle	196	δ. Tests für spezielle Fähigkeiten	241
γ. Radioimmunologische Analytik und deren Problematik am Beispiel der Proteohormone	197	Hand-Dominanz-Test – Seashore-Test für musikalische Begabung – Verbaler Kreativitäts-Test	
δ. Analytik von «niedermolekularen» Substanzen und ihre Problematik, dargestellt am Beispiel der Steroidhormone	197	b. Persönlichkeitstests	245
c. Ausblick	198	α. Subjektive Persönlichkeitstests	245
Literatur	198	Bem Sex-Role-Inventory – Berufs-Interessen-Test – 16-Persönlichkeits-Faktoren-Test – Eigenschaftswörterliste – Erfassungsbogen für aggressives Verhalten in konkreten Situationen bei Kindern – Fragebogen zur Erfassung von Aggressivitätsfaktoren – Freiburger Persönlichkeits-Inventar – Giessen-Test – Hamburger Persönlichkeitsfragebogen für Kinder – Streßverarbeitungsbogen – Tübinger Skalen zur Sexualtherapie	
8. Stimmanalyse von B. JACOBSHAGEN	198	β. Objektive Persönlichkeitstests	257
a. Funktionen und Leistungen von Sprache, Stimme und Gehör	198	Objektive Testbatterie	
b. Mechanismen der Sprachschallerzeugung und akustische Merkmale der Stimme	200	γ. Projektive Verfahren	260
c. Analyse des Sprachschalls	200	Rorschach-Test – Rosenzweig-Picture-Frustration-Test – Thematischer Apperzeptionstest	
α. Aufnahmetechnik	200		
Akusto-elektrische Signalwandlung – Aufzeichnung		3. Methoden der Exploration und Verhaltensdiagnostik	266
β. Digitale Sprachschallanalyse	202	a. Exploration	266
γ. Langzeitspektrografie	202	α. Allgemeine Ausführungen	266
Literatur	204	Fehlerquellen bei der Exploration – Formen der Exploration – Inhalte der Exploration	
		β. Themenkataloge	269
		Anamnese bei Kindern und Jugendlichen – Anamnese bei Erwachsenen	
		b. Verhaltensbeobachtung	270
		Beobachtungsstrategien – Beobachtungsrah-	
D. Psychologische Test- und Explorationsmethoden von K. CHRISTIANSEN			
1. Grundlagen der Testpsychologie	205		
a. Gegenstand der psychologischen Diagnostik	205		
b. Das Problem der Meßbarkeit in der Psychologie	207		
c. Gütekriterien psychologischer Tests	207		
α. Praktische Erwägungen bei der Testauswahl	208		
β. Technische Kriterien für die Testauswahl	209		
Objektivität – Reliabilität – Validität – Normierung – Neuere testtheoretische Ansätze			
d. Psychodynamik der Testsituation	213		
e. Diagnostische Zielsetzungen	215		

men – Beobachtungsstichprobe – Registrier-
methoden – Beobachter
Literatur 272

E. Methoden der Humanethnologie
von I. EIBL-EIBESFELD

a. Zielsetzungen humanethologischer
Forschung 279
b. Methoden humanethologischer Datenerhe-
bung und -auswertung 279

α. Beschreibung und Dokumentation. 279
Die Beschreibung – Das Erstellen von Film-
dokumenten – Beispiele für die Auswer-
tung von Filmdokumenten
β. Das Vergleichen 288
Homologie und Analogie – Konvergenz-
forschung – Interpretationsbeispiele aus
Homologie-/Analogieforschung bzw. Kul-
turenvergleich
γ. Quantitative Humanethnologie. 293
δ. Modelle 295
Literatur 295

IV. Methoden der Genetik und Bevölkerungsbiologie

A. Methoden der Zytogenetik
von A. RODEWALD

1. Zellkultivierung und Präparation der Chromoso-
men in der Mitose 300
a. Zellkulturen aus Blut oder Knochenmark. . . . 300
α. Vollblutkulturen 301
β. Lymphozytenkulturen 301
Arbeitsanleitung – Leukozytenkulturen
nach Abtrennen der Erythrozyten – Aufbe-
wahren und Verschicken von Blutproben –
Langzeitkulturen – Kultur von Lymphozy-
ten aus Lymphknoten, Thymus oder Milz
γ. Knochenmarkkulturen 303
Materialgewinnung – Direktmethode –
Kurzzeitkulturen – Langzeitkulturen
δ. Darstellung von prometaphasischen
Chromosomen aus Lymphozyten-
kulturen 305
e. Darstellung brüchiger Stellen an Chromo-
somen 305
b. Chromosomenpräparation aus Haar-
wurzeln 306
c. Zellkultur aus Gewebeexplantaten 306
α. Anwendungsbereiche 308
β. Techniken der Zellkultur 308
Enzymatische Dissoziation von Gewebe-
explantaten – Ansatz solider Explantate
d. Kultur und Präparation der Zellen aus
Amnionflüssigkeit 310
α. Kulturflaschentechniken 310
Kultivierung menschlicher Amnionzellen –
Analyse des Zellwachstums – Kulturansatz
– Anlegen von Subkulturen –
Abbrechen der Kulturen und Zellpräpara-
tion
β. Lamellenkultur 312
γ. Pipettenmethode 312

e. Chromosomendarstellung aus Chorion-
zotten 313
f. Anhang: Technische Hinweise 313
Katalog der Reagenzien, Medien, Zusätze
und Kulturgefäße – Reinigung und Vorberei-
tung der Objektträger – Silikonisieren von
Glasbehältern und Pipetten
2. Identifizierung einzelner Chromosomen und
Karyotypenanalyse 315
a. Autoradiographie 315
α. Allgemeine Charakterisierung 315
β. Techniken 316
Isotopische Markierung – Aufarbeitung
der Kulturen und Herstellen von Chromo-
somen-Präparaten – Bedecken der Präpa-
rate mit autoradiographischem Filmmate-
rial – Entwickeln und Fixieren des autora-
diographischen Films
γ. Darstellung des Schwesterchromatiden-
austausches 317
³H-Thymidin-Technik (Taylor-Versuch) –
BrdU-Technik
b. Identifizierung einzelner Chromosomen
durch Färbemethoden 319
α. Konventionelle Färbung der Chromoso-
menpräparate 319
Färbetechnik mit saurem Orcein – Färbe-
technik mit essigsauerm Karmin – Stan-
dard-Giensa-Färbetechnik – Färbetechnik
mit Unna-Blau – Färbetechnik mit Pina-
cyanol
β. Identifizierung einzelner Chromosomen
durch spezielle Färbemethoden 320
Giensa-Bänderung (G-Bänderung) –
Q-Banden-Technik – C-Banden-Technik –
T-Banden-Technik – C-T-Banden-Technik
– R-Banden-Technik – Färbung der Nu-

kleulorganisationsregionen mit Silbernitrat – Spezielle Färbetechniken des Heterochromatins an bestimmten menschlichen Chromosomen – Simultane Darstellung von G-Banden und Schwesterchromatidenaustausch – Kombinierte Giemsa-Banden-NOR-Färbung	
c. Auswertung und Karyotypenanalyse	329
d. Kriterien und Methoden für die Feststellung chromosomaler Polymorphismen	331
α. Qualitative Erfassung	331
β. Quantitative Erfassung	333
γ. Einsatz in der Vaterschaftsdiagnostik	334
3. Analyse von Interphasekernen	335
a. Induktion vorzeitiger Chromosomenkondensation	335
Zellfusion mittels Sendai-Viren – Zellfusion durch Polyäthylenglykol	
b. Chromatinbestimmung aus Zellmaterial	336
α. Gewinnung des Untersuchungsmaterials	337
Mundschleimhautabstriche – Zellen der Haarwurzelscheide – Häutchenpräparate – Gewebekulturen – Zellsuspensionen	
β. Färbung	338
X-Chromatin – Y-Chromatin	
γ. Auswertung der Präparate	339
4. Untersuchung der Chromosomen in der Meiose	339
α. Männliches Geschlecht	339
β. Weibliches Geschlecht	340
Literatur	340
B. Methoden der Hämogenetik	
1. Immunologische Methoden von K. BENDER und A. MAYEROVÁ	343
a. Grundlagen	343
α. Biologie der nachzuweisenden Merkmale	343
Erythrozytenoberflächenmerkmale – Merkmale der Blutflüssigkeit – HLA-Gewebsantigene	
β. Die Vermittler immunologischer Reaktionen	350
Antikörper – Monoklonale Antikörper – T-Zellrezeptoren – Lektine – Komplement	
b. Die immunologischen Techniken	352
α. Agglutinationstechniken	352
Lagerungsmöglichkeiten von Erythrozytenproben – Direkte Agglutination – Konglutination – Agglutination nach Enzymbehandlung – Antiglobulin-Technik – Quantitative Agglutinationstechniken – Blutgruppenbestimmung an Skelet-	
ten und Mumien – Elutionstechniken – Hämagglutinationshemmtechniken	
β. Präzipitationstechniken	357
Doppeldiffusion nach OUCHTERLONY – Immunelektrophorese – Immunfixations-elektrophorese – Quantitative Immunpräzipitation	
γ. Immunhämolyse	362
δ. Immunoblotting	363
e. Lymphozytotoxischer Test	365
Bestimmung der HLA-Klasse-I-Antigene – Bestimmung der HLA-Klasse-II-Antigene – Anhang: Absorption	
Literatur	368
2. Elektrophoretische Methoden von W. SCHEFFRAHN	371
a. Einführung	371
α. Definition und Einteilung der Elektrophorese-Arten	371
β. Geschichtlicher Überblick	371
b. Theoretische Grundlagen	373
α. Eigenschaften der Partikel	373
β. Eigenschaften des Puffers	374
Leitfähigkeit – pH-Wert – Ionenstärke	
γ. Eigenschaften des Trägers	375
Allgemeine Eigenschaften – Trägermedien	
δ. Elektrische Bedingungen	377
c. Praktische Grundlagen und Vorarbeiten	378
α. Laborausstattung	378
Apparative Grundausstattung – Hilfegeräte – Dokumentation – Materialien	
β. Labormethodische Hinweise	382
Lösungen – pH-Messung	
γ. Probengewinnung und -aufbewahrung	384
Blutabnahme – Blutaufarbeitung – Probenaufbewahrung	
δ. Probenaufarbeitung	386
Vorbereitung von Proben nach Langzeitlagerung – Herstellen eines stromafreien Hämolysates – Herstellen eines Leukolysates – Arbeitsschritte für die Elektrophorese und Auswahl der Systeme	
d. Horizontal-Elektrophorese von Proteinen	389
α. Agarosegel-Elektrophorese einiger Plasmaproteine	389
Albumin, Transferrin, Komplementfaktor 3 – Properdinfaktor B – Koagulationsfaktor F 13 B	
β. Agarosegel-Elektrophorese einiger Enzyme	392
Adenylatkinase, 6-Phosphogluconat-Dehydrogenase, Adenosindesaminase – Saure Erythrozytenphosphatase – Esterase D – Glyoxalase 1, Galactose-1-Phosphat-Uridyl-Transferase – Phosphoglucomutase – Seltener untersuchte Enzymsysteme	

γ. Stärkegel-Elektrophorese einiger Enzyme	400	4. Hämogenetik zur Klärung strittiger Verwandtschaft von K. HUMMEL	428
Phosphoglycolat-Phosphatase – Glutamat-Pyruvat-Transaminase – Uridin-Monophosphat-Kinase – Delta-Aminolävulinatdehydrogenase – Weitere Systeme		a. Einleitung	428
δ. Isoelektrische Fokussierung mit Ampholin	402	b. Grundlagen der Essen-Möller-Formel zur Auswertung üblicher Terzetenfälle	429
Allgemeines – Phosphoglucomutasen – Esterase D – Amylasen – Hämoglobine – Gruppenspezifische Komponente – α_1 -Antitrypsin		α. Einführung	429
e. Isoelektrische Fokussierung mit Immobilen	407	β. Rechnerische Grundlagen	430
Gruppenspezifische Komponente, Transferrin – α_1 -Antitrypsin		Berechnung der Häufigkeit genotypischer Kind-Eltern-Terzetten – Berechnung der Häufigkeit genotypischer Kind-Mutter-Dubletten – Berechnung der Essen-Möllerschen Häufigkeiten X und Y	431
ζ. Isoelektrische Fokussierung mit Immobilen/Ampholin	410	γ. Struktur der Essen-Möller-Formel und Aussage des W-Werts	431
e. Vertikale und zweidimensionale Elektrophorese von Proteinen	410	δ. Zur neutralen und realistischen A-priori-Wahrscheinlichkeit	433
α. Vertikale Polyacrylamidgel-Elektrophorese	410	Grundsätze – Realistische A-priori-Wahrscheinlichkeiten – Irrtumserwartungen – Utilität	
Gesamtelektropherogramm – Haptoglobin, Coeruloplasmin – Plasmaproteine in kleinen Trennkammern		ε. W-Wertsbereiche und verbale Prädikate	435
β. Zweidimensionale Elektrophorese	414	c. Zum Problemkomplex «Frequenzen»	437
f. Darstellung des Minisatelliten-DNA-Poly-morphismus	414	α. Die Frage nach den repräsentativen Allelen eines Blutgruppensystems und deren Frequenzen	437
α. DNA-Extraktion	414	Repräsentative Allele – Adäquate Allelfrequenzen – Zum Verfahren der «Seranalyse»	
Allgemeines – Extraktionsmethode mit Phenol – Extraktionsmethode ohne Phenol		β. Zu den Haplotypfrequenzen des HLA-Systems	440
β. DNA-Elektrophorese	416	Der Umgang mit HLA-A,B- und HLA-,A,B,C-Matrizen – Berücksichtigung der ethnischen Herkunft bei der Auswertung von HLA-A,B-Befunden – Auswertung von HLA-A,B-Befunden mit und ohne Beteiligung Fremdstämmiger	
Allgemeines – Die einzelnen Arbeitsschritte		γ. Mathematik zum Frequenzlisten-Vergleich	443
Literatur	418	Einzelsysteme – Kombinierte Systeme	
3. Quantitative Tests bei Enzym- und Serumproteinpolymorphismen		d. Sonderfälle	444
von B. BRINKMANN und D. FRITSCH	421	α. Neutrale Utilität in Mehrhypothesen-fällen	444
a. Quantitative Bestimmung von Erythrozytenenzymen	421	β. Die wichtigsten Arten von Sonderfällen	445
α. Vorbemerkungen	421	Mehrmann-Fälle – Fälle strittiger Mutterschaft – Terzetenfälle mit Verwandtschaft zwischen Kindesmutter und Putativvater – Fälle mit Putativvater und Mehrverkehrer als Brüder – Vater-Sohn-Fälle – Mehrkind-Fälle – Defizienz-Fälle – Verwandtschafts-fälle	
β. Aktivitätsbestimmung einzelner Enzyme	421	γ. Der «Kinship-Algorithmus»	447
Adenosin-Desaminase – Adenylat-Kinase – Saure Erythrozyten-Phosphatase – Esterase D – Glutamat-Pyruvat-Transaminase – 6-Phosphogluconat-Dehydrogenase – Phosphoglucomutase – Phosphoglycolat-Phosphatase		Berechnung der Häufigkeit eines phänotypischen Stammbaums – Berechnung der Häufigkeit eines genotypischen Stammbaums mit Gedächtnis	
b. Quantitative Bestimmung von Serumproteinen	426	e. Ausschluß	450
α. Radiale Immundiffusion	426	α. Definition	450
β. Turbidimetrie	427	β. Die verschiedenen Ausschlußarten	450
γ. Laser-Nephelometrie	427	Der direkte Ausschluß in Einkind-Fällen – Der direkte Ausschluß in Mehrkind-Fällen – Der indirekte Ausschluß	
Literatur	427		

γ. Ausschlußleistung von Erbsystemen 453
 δ. Zur Frage eines biostatistischen Nutzens
 der Ausschlußerwartung 455
 f. Berücksichtigung der allgemeinen und der im
 Einzelfall gegebenen «Beweislage» 457
 α. Allgemeine Optimierung und Egalisierung
 der Beweissituation 457
 β. Interpretation von W-Werten unter
 Berücksichtigung der «serologischen
 Beweislage» 457
 g. Zur Frage einer Anwendung des Modells nach
 NEYMAN und PEARSON 458
 h. Wahrscheinlichkeit einer Blutsverwandt-
 schaft anhand von DNA-Analysen mit Single-
 und Multilocus-Sonden 459
 α. Biostatistik mit Singlelocus-Sonden 459
 β. Biostatistik mit Multilocus-Sonden 459
 Berechnung des W-Werts aus den Banden-
 mustern einer Kind-Mutter-Putativvater-
 Terzette – «Korrekturfaktor» für den Fall,
 daß Banden paarweise demselben Locus
 zuzuordnen sind
 γ. Multilocus-Sonden in Defizienzfällen 461
 δ. Anwendung des Kinship-Algorithmus auf
 Befunde einer Multilocus-Sonde 462
 Literatur 464

C. Methoden der Formal- und Populationsgenetik

**1. Erbgangsanalyse von H. D. SCHMIDT und
 H. BAITSCH 467**
 a. Aufnahme und Aufzeichnung von Stamm-
 bäumen 467
 b. Erbgangsermittlung mit Hilfe der Stamm-
 baumanalyse 467
 α. Die autosomalen Erbgänge 468
 Der autosomal-dominante Erbgang – Der
 ko-dominante Erbgang – Der autosomal-
 rezessive Erbgang
 β. Die geschlechtsgebundenen Erbgänge 472
 Genorte auf dem X-Chromosom – Genor-
 te auf dem Y-Chromosom
 γ. Letale und subletale Gene 473
 c. Prüfung der Spaltungsziffern 474
 α. Abweichungen vom «idealen» Spaltungs-
 verhältnis 474
 Die 1:1-Proportion – Die 3:1-Proportion
 β. Kombinationen von Einzeldaten 476
 γ. Hypothesenprüfungen: Sind Abweichun-
 gen von erwarteten Spaltungsverhältnissen
 zufällig? 478
 δ. Korrekturmethode zum Ausgleich einsei-
 tiger Auswahl 478
 Überblick – Die einzelnen Methoden – Zur
 Methodenwahl
 ε. Weitere Aspekte der Interpretation statisti-
 scher Daten 481

d. Genkoppelung und Genaustausch 482
 e. Die Relation zwischen Gen und Merkmal 484
 α. Penetranz und Expressivität 484
 Bedeutung der Begriffe – Schätzung der
 Penetranz
 β. Pleiotropie und Heterogenie 485
 f. Ziele, Aufgaben und Bedeutung von Erb-
 gangsanalysen 486
 g. Polyfaktorielle Vererbung 487
 Literatur 491

**2. Heritabilitätschätzung von V. P. CHOPRA und
 R. KNUSSMANN 493**
 a. Grundbegriffe der polygenen Variation 493
 Mittelwert und Varianz – Heritabilität
 b. Verwandtenvergleiche 495
 α. Eltern-Kind-Vergleiche 495
 Berechnung eines Ähnlichkeitsmaßes – Be-
 rechnung des Heritabilitätskoeffizienten
 β. Geschwistervergleiche 497
 Berechnung eines Ähnlichkeitsmaßes – Be-
 rechnung des Heritabilitätskoeffizienten
 γ. Der Einfluß von Paarungssiebung 499
 δ. Pfadanalyse 500
 Grundlagen – Anwendung im panmiktischen
 Fall – Anwendung im Fall von Paarungssiebung –
 Das Problem der familiären Umwelt – Kritik
 c. Zwillingsmethode 504
 α. Prinzip, Varianten und Kritik 504
 Genetische Situation – Eizigkeitsdiagnose –
 Vergleichsmöglichkeiten – Grenzen und
 Fehlerquellen
 β. Statistische Schätzmethoden 508
 Varianzanalytische Verfahren – Parame-
 trische Korrelationsverfahren – Verteilungs-
 freie Verfahren für quantitative
 Merkmale – Verfahren für Alternativ-
 merkmale
 d. Adoptivstudien 512
 α. Geschwistervergleiche 512
 Prinzip, Varianten und Kritik – Statistische
 Schätzmethoden
 β. Eltern-Kind-Vergleiche 514
 e. Anhang: Erfassung der Modifizierbarkeit 514
 α. Populationsvergleiche 514
 β. Längsschnittstudien 514
 Literatur 515

**3. Methoden der Populationsgenetik
 von V. P. CHOPRA 517**
 a. Genetische Zusammensetzung von Populatio-
 nen 518
 α. Das HARDY-WEINBERG-Gesetz 518
 Aufstellung des Gesetzes – Das popula-
 tionsgenetische Gleichgewicht
 β. Schätzung der Genfrequenzen 522
 Kodominante Gene – Dominante Gene –
 Multiple Allele – Komplexe Systeme – X-

gebundene Gene – Maximum-Likelihood-Methode

γ. Anwendungen und Erweiterungen des HARDY-WEINBERG-Gesetzes 529

Autosomale Loci mit zwei Allelen – Autosomale Loci mit multipler Allelie – X-gebundene Gene – Unterschiedliche Genfrequenzen in den Geschlechtern – Zwei Loci

b. Veränderung der Genfrequenzen 535

α. Mutation 535

Verschwinden einzelner Mutanten – Wiederkehrender Mutationsdruck – Schätzung der Mutationsrate

β. Selektion 539

Grundmodell bei einfacher Allelie – Selektion gegen Dominante – Selektion gegen rezessive Homozygote – Selektion zugunsten Heterozygoter – Selektion gegen Heterozygote – Selektion geschlechtsgebundener Gene – Mutations-Selektions-Gleichgewicht – Multiple Allelie bzw. mehrere Loci – Andere Formen der Selektion – Selektion bei quantitativen Variablen – Veränderung der Fitness unter Selektionsbedingungen – Kritische Bemerkungen

γ. Migration 554

Grundlagen – Schätzung der Vermischungsrate im dihybriden Fall – Schätzung der Vermischungsrate im polyhybriden Fall – Schätzung der Vermischungskomponenten aus multifaktoriellen Variablen

δ. Zufall 558

Grundlagen – Effektive Populationsgröße

c. Abweichung von der Zufallspaarung 563

α. Inzucht 563

Berechnung des Inzuchtkoeffizienten – Isonymie – Konsequenzen für die Genotypfrequenzen – Inzuchtdepression – Genetische Belastung – Genetisches Gleichgewicht

β. Paarungssiebung 573

Monogene Merkmale – Multifaktorielle Merkmale – Vergleich von Paarungssiebung und Inzucht

d. Genetische Vielfalt und ihre Analyse 576

α. Genetische Abstände 576

Abstandsmaß nach EDWARDS und CAVALLI-SFORZA – Abstandsmaß nach NEI – Beispiel und Kritik – Darstellungstechniken

β. Maße der Populationsdifferenzierung 579

F-Statistiken – Analyse der genetischen Diversität

γ. Migrationsmodelle 583

Diskrete Modelle – Kontinuierliche Modelle

Literatur 586

D. Demographische Methoden

1. Demographische Gliederung und Messung

von H. W. JÜRGENS 593

a. Einleitung 593

α. Bevölkerung und Bevölkerungsprozeß 593

β. Gewinnung demographischer Daten 593

Bestandsmassen – Bewegungsmassen

b. Gliederung der Bevölkerung 594

α. Gliederung nach dem Geschlecht 594

β. Altersgliederung 594

γ. Sonstige Gliederungen 596

Sozialökonomische Gliederungen – Gliederung nach biologischen Merkmalen – Regionale Gliederung

c. Faktoren des Bevölkerungsprozesses 597

α. Fruchtbarkeit 597

Fehl-, Tod- und Lebendgeburten – «Rohe Geburtenzahl» und Geburtenziffer – Fruchtbarkeits- und Nettoreproduktionsziffer

β. Sterblichkeit 599

Sterbeziffer und Sterbetafeln – Spezifische Sterbeziffern

γ. Migration 600

δ. Bevölkerungsbilanzen und Modellrechnungen 601

d. Bevölkerungsprojektionen und Vorausschätzungen 601

Literatur 602

2. Methoden der Paläodemographie

von U. DRENHAUS 602

a. Begriffsbestimmungen 602

Definition – Untersuchungsgegenstand – Untersuchungsziele

b. Paläodemographisches Material 603

α. Das Quellenmaterial 603

Schriftliche Quellen – Anthropologisches Fundgut – Archäologisches Fundgut

β. Anforderungen 604

Archäologische Voraussetzungen – Anthropologische Voraussetzungen

c. Paläodemographische Auswertungsverfahren 605

α. Die Sterbetafel-Berechnung 606

β. Die Bestimmung demographischer Kennwerte 607

Bestimmung der Sterblichkeit – Bestimmung des durchschnittlichen Bevölkerungsumfanges – Messung der Geburtenhäufigkeit

γ. Methoden zur Rekonstruktion des Bevölkerungsaufbaus 610

Modell der stationären Bevölkerung – Modell der stabilen Bevölkerung – Demographische Analysen an Referenzpopulationen

Literatur 615

V. Mathematische Methoden und graphische Darstellung

A. Biostatistik von R. KNUSSMANN

1. Grundlagen der Statistik	619		
a. Wahrscheinlichkeitslehre	619		
α. Wahrscheinlichkeitssätze	619		
Additionstheorem – Multiplikationstheorem – BAYESSches Theorem			
β. Kombinatorik	622		
Grundlegende Begriffe und Gesetze – Diagonalsymmetrische Matrizen – Variationen und Permutationen			
γ. Verteilungen	623		
Binomialverteilung – Normalverteilung – Sonstige Verteilungen			
b. Allgemeine Begriffe und Prinzipien der Statistik	629		
α. Statistische Daten	629		
Variablen und ihre Beschaffenheit – Datentransformationen und -schätzungen – Grundgesamtheit und Stichprobe			
β. Statistische Aussagen	635		
Schätzungen und ihre Gültigkeitsspannen – Signifikanztests – Freiheitsgrade			
γ. Statistisches Arbeiten	641		
Planung – Durchführung – Interpretation – Literarische Hilfsmittel			
c. Elektronische Datenverarbeitung	646		
α. Rechenmaschinen	646		
Rechnerarten – Prinzipielle Arbeitsweise des Digitalrechners – Aufbau des Digitalrechners – Kapazitätsgruppen des Digitalrechners			
β. Datendokumentation	650		
Datendarstellung, -erfassung und -speicherung – Datenträger – Datentransport – Datenkontrolle, -sicherung und -schutz			
γ. Programme	654		
Maschinenorientierte Programmiersprachen – Problemorientierte Programmiersprachen – Betriebssysteme – Programmpakete			
2. Uni- und bivariate Verfahren	659		
a. Mittelwert und Streuung	659		
α. Mittelwerte	659		
Arithmetisches Mittel – Median – Dichtemittel – Harmonisches Mittel – Geometrisches Mittel			
β. Streuungs- und Fehlermaße	663		
Absolute Streuungsmaße und Perzentile – Varianz, Standardabweichung und Variabilitätskoeffizient – Mittlerer Fehler – Schiefe und Exzeß (Prüfung auf Normalverteilung)			
γ. Gruppenvergleiche	666		
			Streuungsvergleich zweier Stichproben – Mittelwertsvergleich zweier normalverteilter Stichproben – Verteilungsfreie Mittelwertsvergleiche zweier Stichproben
		b. Häufigkeitszahlen	674
		α. Relative Häufigkeiten	674
		Mittlerer Fehler eines Prozentsatzes – Vergleich zweier Prozentsätze	
		β. Häufigkeitsverteilungen	675
		Dispersionsindex – Kombinierte Häufigkeitsverteilungen (Kontingenz) – Anpassungstests	
		c. Korrelation und Regression	681
		α. Produkt-Moment-Korrelation	683
		Einfache Korrelation zweier Variablen – Intraklaßkorrelation – Partielle Korrelation – Multiple Korrelation	
		β. Verteilungsfreie Korrelationsmethoden	688
		Rangkorrelation – Zweizeilenkorrelation – Korrelation von Nominaldaten	
		γ. Lineare Regression	692
		Einfache parametrische Regression – Multiple parametrische Regression – Verteilungsfreie Regressionsmethoden	
		δ. Nichtlineare Zusammenhänge	698
		Prüfung auf Linearität – Nonlineare Korrelation – Nonlineare Regression	
		d. Varianzanalyse	701
		α. Grundlagen und Voraussetzungen	701
		Das lineare Modell – Voraussetzungen der Varianzanalyse – Arten der Varianzanalyse	
		β. Unifaktorielle Varianzanalyse	704
		Berechnung und Vergleich der Varianzen – Multiple Mittelwertsvergleiche – Varianzkomponenten	
		γ. Multifaktorielle kombinierende Varianzanalyse	707
		Balancierter Fall mit festen Effekten – Balancierter Fall mit zufälligen Effekten – Balancierter Fall mit gemischten Effekten – Der Sonderfall der einfachen Besetzung – Der unbalancierte Fall	
		δ. Multifaktorielle hierarchische Varianzanalyse	717
		Balancierter Fall – Unbalancierter Fall	
		e. Verteilungsfreie varianzanalytische Methoden	720
		Unabhängige Stichproben – Abhängige Stichproben	
		ζ. Kovarianzanalyse	721
		Allgemeine Prinzipien – Der unifaktorielle Fall mit festen Effekten	
		e. Zeitreihenanalyse	725
		α. Test auf monotonen Trend	725
		β. Test auf Periodizität	726

3. Multivariate Verfahren 727

a. Multivariate Erweiterungen uni- und bivariater Fragestellungen 727

 α. Multivariate Korrelations- und Regressionsanalyse 727

 Kanonische Korrelation – Multivariate Regression

 β. Multivariate Varianzanalyse 730

 Berechnung der Varianzen – Signifikanzprüfung – Multiple Mittelwertvergleiche – Varianzkomponenten

 γ. Konfigurationsfrequenzanalyse 733

 Multivariater Chi-Quadrat-Test – Beurteilung einzelner Kombinationsfelder

b. Faktorenanalyse 734

 α. Grundlagen 734

 Fundamentaltheorem – Voraussetzungen, Grenzen und Möglichkeiten – Überblick über die Verfahrensweisen

 β. Faktorenextraktion 738

 Übersicht über die Lösungswege – Traditionelle Methoden – Maximum-Likelihood-Methode – Kriterien der Faktorenzahl

 γ. Faktorenrotation und Faktorenwerte 743

 Prinzip der Rotation – Einfachstruktur und Varimax-Kriterium – Berechnung der Faktorenwerte

 δ. Interpretationsprobleme 745

 Bewertung der Ladungen – Vergleich faktorenanalytischer Ergebnisse

 ε. Anwendungsweisen 746

 R-Technik – Q-Technik – T-Technik

c. Diskriminanzanalyse 750

 α. Einfache lineare Diskriminanzanalyse 751

 Prinzip – Voraussetzungen – Trennstärke – Variablenauswahl – Fragestellung des Gruppenvergleichs – Fragestellung der Diagnose

 β. Multiple lineare Diskriminanzanalyse 761

 Prinzip – Trennstärke – Gruppenvergleich und Signifikanzprüfung – Zuordnung und Darstellung im Diskriminanzraum

 γ. Sonstige diskriminanzanalytische Methoden 765

 Quadratische Diskriminanzanalyse – Ausschließliche Zuordnungsregeln

d. Clusteranalyse 766

 α. Grundsätzliches 766

 Erstellung gruppierungsfähiger Daten – Durchführung der Gruppierung

 β. Ähnlichkeits- und Abstandsmaße aus quantitativen Daten 768

 Euklidische Distanz – MAHALANOBISSCHER ABSTAND – PENROSE-ABSTAND – Korrelationsrechnung – Abstände für Rangdaten

 γ. Ähnlichkeits- und Abstandsmaße aus qualitativen und gemischten Daten 772

 M- und S-Koeffizient – Divergenzmaß von

SMITH – SANGHVI-ABSTAND – Ähnlichkeitsindex von GOWER – HIERNAUX-ABSTAND – Probabilistische Ähnlichkeitsmaße

δ. Aggregationsverfahren 777

 Partitionierende Verfahren – Hierarchische Verfahren – Graphentheoretische Verfahren

ε. Projektionsverfahren 786

 Positionierung im Faktorenraum – Multidimensionale Skalierung – Korrespondenzanalyse

Literatur 792

B. Kurven und Graphiken

1. Schätzung von Verlaufskurven von P. IHM und H.-G. MÜLLER 798

a. Vorbemerkungen 798

 α. Einleitung 798

 β. Matrizen und lineare Gleichungssysteme 799

 Matrizen – Lineare Gleichungssysteme – Gleichungssysteme mit tridiagonalen Koeffizientenmatrizen

b. Interpolationsverfahren 800

 α. Anpassung eines Stützpolynoms 800

 β. Spline-Interpolation 800

 Kubische Splines – Spline-Interpolation periodischer Funktionen – Parametrische Spline-Interpolation

c. Ausgleichsverfahren: Parametrische Modellierung 803

 α. Methode der kleinsten Quadrate 803

 β. Anpassung eines Ausgleichspolynoms 803

 Polynomiale Modelle – Orthogonale Polynome

 γ. Nichtlineare Regressionsmodelle 805

 δ. Stichproben von Verlaufskurven 805

d. Ausgleichsverfahren: Nichtparametrische Kurvenschätzung 806

 α. Glättende Splines 806

 β. Kernschätzer 807

 Methodik – Anwendung auf die menschliche Wachstumskurve

 γ. Andere nichtparametrische Verfahren 810

Literatur 811

2. Fourieranalyse von B. JACOBSSHAGEN 812

a. Mathematisches Modell 812

b. Umsetzung einer gegebenen Form in eine Fourier-Reihe 812

c. Auswertung von Fourier-Reihen 816

d. Anwendungsmöglichkeiten der Fourieranalyse und -synthese 818

Literatur 819

3. Graphische Darstellung von R. KNUSSMANN	819
a. Zweidimensionale Präsentation	819
α. Linienverläufe (Kurven)	819
Liniengestaltung – Bezugsetzungen und Maßstäbe	
β. Strecken	822
Stab- und Balkendiagramme – Polardiagramme	
γ. Flächen	824
Kreisdiagramme – Additive Flächendiagramme – Piktogramme	
δ. Koordinationen.	825
Orthogonale Koordinatendiagramme – Dreiecksdiagramme	
ε. Verknüpfungen	828
Distanzen und Graphen – Dendrogramme	
b. Mehrdimensionale Präsentation	828
α. Anschauliche Darstellungen	828
Perspektivische Zeichnungen – Globusprojektion	
β. Symbolische Darstellungen	831
Koordinatendiagramme – CHERNOFF-Gesichter	
c. Kartierung	833
α. Flächendeckende Kartierung	833
Merkmalsdarstellung – Flächengliederung	
β. Stichproben-Kartierung	835
γ. Kartierung von Bezügen	835
Literatur	835
Register	837