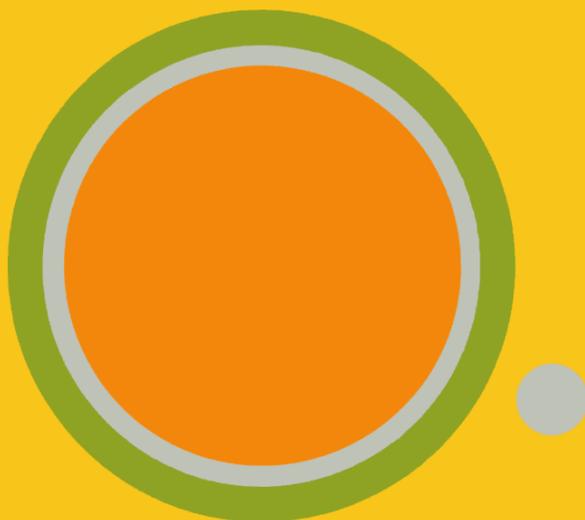


**PROGRAMM  
P R A X I S**

**MATTHIAS KLÄY  
HANS RIEDWYL**

# **ALSTAT 2**



**ALGORITHMEN  
DER  
STATISTIK  
FÜR  
HEWLETT-PACKARD  
HP-41C**



**B**

**Programm Praxis  
Band 2**

Matthias Kläy  
Hans Riedwyl

**ALSTAT 2**  
**Algorithmen der**  
**Statistik für**  
**Hewlett-Packard**  
**HP-41C**

Springer Basel AG

## **CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek**

*Kläy, Matthias:*

ALSTAT / Matthias Kläy ; Hans Riedwyl. – Basel ;  
Boston ; Stuttgart : Birkhäuser  
(Programm-Praxis ; . . .)

NE: Riedwyl, Hans:

2. Kläy, Matthias: Algorithmen der Statistik für  
Hewlett-Packard HP 41 C. – 1984

*Kläy, Matthias:*

Algorithmen der Statistik für Hewlett-Packard HP 41 C /  
Matthias Kläy ; Hans Riedwyl. – Basel ; Boston ;  
Stuttgart : Birkhäuser, 1984.

(ALSTAT / Matthias Kläy ; Hans Riedwyl ; 2)  
(Programm-Praxis ; Bd. 2)

NE: Riedwyl, Hans.; 2. GT

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche  
Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form durch Fotokopie, Mikrofilm,  
Kassetten oder andere Verfahren reproduziert werden. Auch die Rechte der  
Wiedergabe durch Vortrag, Funk und Fernsehen bleiben vorbehalten.

© Springer Basel AG 1984

Ursprünglich erschienen bei Birkhäuser Verlag, Basel 1984

Umschlaggestaltung: Bruckmann & Partner

ISBN 978-3-7643-1652-5

ISBN 978-3-0348-5171-8 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-0348-5171-8

## VORWORT

Die vorliegende Dokumentation beschreibt ein Paket von fünf Statistik-Programmen auf einem Hewlett-Packard HP-41C - Taschenrechner. Es handelt sich dabei um eine Realisierung des allgemeinen Konzepts, das im Band 'ALSTAT 1 - Algorithmen der Statistik für Kleinrechner' vorgestellt wurde. Mit der Zuweisung von eigenen Programmen zu den Tasten definieren wir einen eigentlichen Statistik-Rechner, der auf vielseitige Weise zur Behandlung statistischer Methoden eingesetzt werden kann.

Die Programmdokumentation stützt sich wesentlich auf den ersten Band, in dem das allgemeine Konzept und die verbindlichen Definitionen der Formeln und Symbole dargestellt sind. Mit dem Vermerk 'Abschnitt 6.1 des allgemeinen Konzepts' oder ähnlichem wird häufig auf den Methodenband verwiesen. Es ist kaum möglich, die Programme ohne Zuhilfenahme des ersten Bandes ALSTAT vollständig zu verstehen.

Die Verwendung der vorliegenden Programme erfordert eine gute Vertrautheit mit den elementaren Möglichkeiten des HP-41C - Rechners, aber keine vertieften Programmierkenntnisse.

Bern, im Herbst 1984



# 0 I N H A L T

VORWORT	5
0 INHALT	7
1 EINLEITUNG	9
2 ALLGEMEINER AUFBAU	11
2.1 TECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN	11
2.2 GEMEINSAME STRUKTUR DER PROGRAMME	11
2.2.1 Aufbau des Tastenfeldes	11
2.2.2 Grundrechner-Funktionen	17
2.2.3 Kontrollfunktionen	18
2.2.4 Eingabefunktionen	21
2.2.5 Variablen	21
2.2.6 Statistikfunktionen	21
2.3 FEHLERBEHANDLUNG	22
2.4 DIE TRANSFORMATIONSROUTINE TRA	23
2.5 FORMAT DER FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN	24
2.6 ZU DEN BEISPIELEN	25
3 STATI PROGRAMMBESCHREIBUNG	26
3.1 DAS TASTENFELD	26
3.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN	29
3.2.1 Kontrollfunktionen	29
3.2.2 Eingabefunktionen	30
3.2.3 Variablen	32
3.2.4 Statistikfunktionen	33
3.3 BEMERKUNGEN	35
3.3.1 Masszahlen	35
3.3.2 Extremwerte	35
3.3.3 Der Stack	36
3.3.4 Transformationen	36
3.3.5 Histogramm	36
3.3.6 Hinweis zum allgemeinen Gebrauch	37
3.4 FEHLERLISTE	38
3.5 BEISPIELE	39
4 LINMOD PROGRAMMBESCHREIBUNG	51
4.1 DAS TASTENFELD	51
4.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN	54
4.2.1 Kontrollfunktionen	54
4.2.2 Eingabefunktionen	54
4.2.3 Variablen	56
4.2.4 Statistikfunktionen	56
4.3 BEMERKUNGEN	59
4.3.1 Die Eingabelogik	59
4.3.2 Unterbruch der Eingabe	60
4.3.3 Eingabe von Gruppenstatistiken	60
4.3.4 Eingabe einer Gruppe	61
4.3.5 Die Variablen J <sub>i</sub> und N	61
4.3.6 Zu den Statistikfunktionen	61
4.4 FEHLERLISTE	62
4.5 BEISPIELE	63

5	DIST PROGRAMMBESCHREIBUNG . . . . .	75
	5.1 DAS TASTENFELD . . . . .	75
	5.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN . . . . .	78
	5.2.1 Kontrollfunktionen . . . . .	78
	5.2.2 Eingabefunktionen . . . . .	78
	5.2.3 Variablen . . . . .	79
	5.2.4 Statistikfunktionen . . . . .	79
	5.3 BEMERKUNGEN . . . . .	83
	5.3.1 Der Stack . . . . .	83
	5.3.2 Parameterbereiche . . . . .	83
	5.3.3 Rechenzeit . . . . .	84
	5.4 FEHLERLISTE . . . . .	84
	5.5 BEISPIELE . . . . .	85
6	KURV PROGRAMMBESCHREIBUNG . . . . .	92
	6.1 DAS TASTENFELD . . . . .	92
	6.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN . . . . .	95
	6.2.1 Kontrollfunktionen . . . . .	95
	6.2.2 Eingabefunktionen . . . . .	95
	6.2.3 Variablen . . . . .	97
	6.2.4 Statistikfunktionen . . . . .	97
	6.3 BEMERKUNGEN . . . . .	99
	6.3.1 Zur Eingabelogik . . . . .	99
	6.3.2 Zu den Variablen . . . . .	99
	6.3.3 Zu den Zeitpunkten . . . . .	100
	6.4 FEHLERLISTE . . . . .	100
	6.5 BEISPIELE . . . . .	101
7	TAFEL PROGRAMMBESCHREIBUNG . . . . .	108
	7.1 DAS TASTENFELD . . . . .	108
	7.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN . . . . .	111
	7.2.1 Kontrollfunktionen . . . . .	111
	7.2.2 Eingabefunktionen . . . . .	111
	7.2.3 Variablen . . . . .	113
	7.2.4 Statistikfunktionen . . . . .	113
	7.3 BEMERKUNGEN . . . . .	114
	7.3.1 Nullbelegungen . . . . .	114
	7.3.2 Tafelberechnung . . . . .	114
	7.4 FEHLERLISTE . . . . .	114
	7.5 BEISPIELE . . . . .	115
8	TECHNISCHER ANHANG . . . . .	118
	8.1 DETAILS ZU DEN PROGRAMMEN . . . . .	118
	8.1.1 STAT1 . . . . .	118
	8.1.2 LINMOD . . . . .	121
	8.1.3 DIST . . . . .	123
	8.1.4 KURV . . . . .	126
	8.1.5 TAFEL . . . . .	128
	8.2 ALLGEMEINE CHARAKTERISTIKEN . . . . .	131
	8.3 LADEN DER PROGRAMME . . . . .	131
	8.3.1 Laden von Magnetkarten . . . . .	131
	8.3.2 Laden von Minikassetten . . . . .	131
	8.4 PROGRAMMLISTEN . . . . .	132
9	KURZBESCHREIBUNG . . . . .	161

# 1 EINLEITUNG

Die vorliegende Programmdokumentation realisiert das Konzept einer Statistik - Programm-Bibliothek, wie es im Band 'ALSTAT - ALGORITHMEN DER STATISTIK FÜR KLEIN-RECHNER' beschrieben wurde, auf einem Taschenrechner Hewlett - Packard HP-41C. Die dort dargelegten Grundlagen sind notwendig zum Verständnis der Programmbedien-ung und bilden einen integralen Bestandteil der Dokumentation. Alle Notationen, Definitionen und Formeln werden aus diesem Band übernommen.

Um eine abgerundete Darstellung zu erreichen, wird der Stoff des allgemeinen Konzepts in fünf in sich abgeschlossene und separat verwendbare Blöcke aufgeteilt. Der erste Block, das Programm STAT1, behandelt den Fall einer Stichprobe einer Zufallsvariablen. Neben den Grundstatistiken enthält dieses Programm einen Teil zur Klassierung von Daten (Histogramm, empirische Verteilungsfunktion), der gleichzeitig auch sehr nützlich ist zur Behandlung von diskreten Verteilungen. Daneben können Daten gemäss vier verschiedener Verteilungsfunktionen simuliert werden. Dieses Programm deckt vor allem die Kapitel 7, 8, 10 und 15 des allgemeinen Konzepts ab.

Der zweite Block, das Programm LINMOD, ist das eigentliche Kernstück des Pakets. Es stellt eine Realisierung des Grundalgorithmus aus Kapitel 2 dar und enthält häufig gebrauchte Algorithmen für die linearen Modelle. LINMOD wird für die Methoden der Kapitel 9, 12, 13, 14, 16, 17 und 21 des allgemeinen Konzepts verwendet. Das dritte Programm, DIST, ist ein Tabellenprogramm. Es werden sieben Verteilungsfunktionen und ihre Inversen berechnet. DIST wird für Kapitel 6 und 20 des allgemeinen Konzepts verwendet.

Das vierte Programm, KURV, dient zur Auswertung von zeitlich abhängigen Daten oder Kurvenverläufen (siehe Kapitel 19 des allgemeinen Konzepts).

Das fünfte Programm, TAFEL, behandelt die Vierfeldertabelle (siehe Kapitel 18 des allgemeinen Konzepts). Obwohl sich die Vierfeldertabelle leicht mit dem Programm LINMOD behandeln liesse, geben wir hier ein eigenes Programm, da sonst die Darstellung von der allgemein üblichen Notation zu stark abweichen würde.

## ZUSAMMENFASSUNG DES INHALTS

STATI	Statistiken einer Stichprobe einer univariaten Zufallsvariablen Grundstatistiken Masszahlen Histogramm Empirische Verteilungsfunktion Simulationen (Gleich-, Binär-, Binomial- und Normalverteilung) Normalverteilungsfunktion
LINMOD	Lineare Modelle Grundstatistiken einer oder mehrerer Gruppen von Stichproben univariater oder bivariater Zufallsvariablen Masszahlen Korrelationskoeffizient F - Statistik Einfache lineare Regression Einfache Varianzanalyse Parallelität und Abstand mehrerer Regressionsgeraden Mangel an Anpassung an eine Regressionsgerade F - Verteilungsfunktion
DIST	Verteilungsfunktionen F -, t -, Chiquadrat -, Standardnormal -, Binomial -, Poisson - und hypergeometrische Verteilungsfunktion und ihre Inversen (Quantile) Algorithmus zum Auffinden einer Nullstelle einer Funktion
KURV	Spezialprogramm für Kurvenverläufe Flächen und Steigungen von Kurven bzw. Gruppen von Kurven Grundstatistiken, Masszahlen Parallelität und Abstand mehrerer Gruppen von Kurven
TAFEL	Spezialprogramm für Vierfeldertafeln Tafelberechnung, Grundgrößen Chiquadrat-Statistiken, Vierfelder - Korrelationskoeffizient Chiquadrat - Anpassungstest an Gleichverteilung oder beliebige Verteilung Verteilungsfunktionen wie in DIST ohne F- und t-Verteilung

## 2 ALLGEMEINER AUFBAU

### 2.1 TECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN

Die Programme laufen auf einem Taschenrechner Hewlett - Packard HP-41CV oder HP-41C mit vollem Speicherausbau (4 einfache Memorymodule oder ein Quad-Memory-Modul). Es werden - ausser zum Laden der Programme - keine Peripheriegeräte benötigt. Die Details zum Laden der Programme sind je nach Speichermedium unterschiedlich. Das Laden der Programme von Magnetkarten und Magnetkassette ist in Kapitel 8.3 beschrieben.

Es wird vorausgesetzt, dass der Benutzer grundsätzlich mit der Funktionsweise des Rechners vertraut ist. Einfache Kenntnisse der Programmierung des HP-41C/CV sind nützlich, aber ausser zur Benützung der Transformationsroutine TRA (siehe Abschnitt 2.4) nicht notwendig.

Die Notation der Programmdokumentation lehnt sich stark an das Bedienungshandbuch von Hewlett - Packard an und sollte deshalb ohne weitere Erklärungen verständlich sein. Nach dem Laden der Programme ist der Rechner durch Einschalten des USER-Modus betriebsbereit.

### 2.2 GEMEINSAME STRUKTUR DER PROGRAMME

#### 2.2.1 AUFBAU DES TASTENFELDES

Jedes der fünf Programme definiert im USER-Modus durch die Zuweisung der Funktionen zu den Tasten einen eigentlichen Statistik-Rechner. Dieser Statistikrechner wird prinzipiell genau gleich bedient wie der Grundrechner, nur dass eben die Funktionen des Normal-Modus durch unsere Statistikfunktionen ersetzt sind.

Die folgenden fünf Abbildungen zeigen die Tastenfeldbelegungen der fünf Programme STAT1, LINMOD, DIST, KURV und TAFEL. Funktionen, die über einer Taste stehen, werden wie gewöhnlich durch vorangehendes Drücken der gelben Taste ausgeführt (Shift-Funktionen). Die Namen über den Flags 0 bis 4 beziehen sich auf verschiedene neue Rechner - Modi, die in Abschnitt 2.2.3 (Kontrollfunktionen) beschrieben werden.

# STAT1

EMOD      LMOD      TRANS      HISTE      HISTH  
 FLAGS (0)      (1)      (2)      (3)      (4)

S:N(0,1)	S:B(n, $\pi$ )	$x\sigma + \mu$	INV N(0,1)	$F_N^{-1}(p)$
S:U(0,1)	S:Bi( $\pi$ )	$(x - \mu) / \sigma$	N(0,1)	$F_N(y)$
KL.EIN UKG, OKG, KB	KL.AUS		$\bar{y}$	$s_{\bar{y}}$
ABS. HÄUF	REL. HÄUF	N	$s_y$	$\bar{y}$
	CLEAR	TRANS	LAST Y	KOR
	CLH	HISTE	HISTH	EIN
LMOD	EMOD	LIST KL.	CLX	
ENTER ↑	CHS	EEX	←	
X<>Y				
-	7	8	9	
R ↓	$\mu$	$\sigma$	$S_{YY}$	
+	4	5	6	
	B:n	B: $\pi$	$\Sigma y$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	STARTZAHL		$\Sigma y^2$	
÷	0	■	R/S	

# LINMOD

EMOD LMOD TRANS (X,Y) VOR ENDE  
 GRUPPE  
 FLAGS (0) (1) (2) (3) (4)

F-WERT	ABST	MANP	$s(\hat{\alpha})$	$s(\hat{\beta})$
REG	PAR	EVAR	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}$
$m^\circ$	m	l	$s_{\bar{x}}$	$s_{\bar{y}}$
$S_{\min}^\circ$	$S_{\min}$	N	$\bar{x}$	$\bar{y}$
	CLEAR	TRANS	LAST Y	KOR
	CLG	$F(n_1, n_2)$	ENDE GRUPPE	EIN
LMOD	EMOD	(X,Y)	CLX	
ENTER ↑	CHS	EEX	←	
$X \leftrightarrow Y$	$R_{XX}$	$R_{XY}$	$R_{YY}$	
-	7	8	9	
$R \downarrow$	$S_{XX}$	$S_{XY}$	$S_{YY}$	
+	4	5	6	
$r_{xy}$	$\Sigma x$	$\Sigma xy$	$\Sigma y$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	$\Sigma x^2$	$J_i$	$\Sigma y^2$	
÷	0	■	R/S	

# DIST

FLAGS (0)      LMOD (1)      (2)      APPR (3)      STOP (4)

INV F( $n_1, n_2$ )	INV T( $n$ )	INV $\chi^2(n)$	INV N(0,1)	INV B( $n, \pi$ )
F( $n_1, n_2$ )	T( $n$ )	$\chi^2(n)$	N(0,1)	B( $n, \pi$ )
$\sigma$	$x\sigma + \mu$	$\varepsilon$	INV H(N,k,n)	INV Poiss( $\lambda$ )
$\mu$	$(x - \mu)/\sigma$	SOLVE	H(N,k,n)	Poiss( $\lambda$ )
	CLEAR	LAST P	LAST Y	REST
		APPR	STOP	SAVE
LMOD			CLX	
ENTER ↑		CHS	EEX	←
X<>Y	F:n <sub>1</sub>	F:n <sub>2</sub>	Y <sub>0</sub>	
-	7	8	9	
R ↓	T:n	$\chi^2:n$	Y <sub>1</sub>	
+	4	5	6	
	B:n	B:π	Poiss: λ	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	H:N	H:k	H:n	
÷	0	■	R/S	

# KURV

EMOD LMOD TRANS (T,Y) VOR ENDE  
 FLAGS 0 1 2 3 GRUPPE 4

$\Sigma^-$	ABST		$s(\ddot{\alpha})$	$s(\ddot{\beta})$
$\Sigma^+$	PAR	MASS	$\ddot{\alpha}$	$\ddot{\beta}$
ZEIT EIN $t_1, t_p, P$	ZEIT AUS	I	$s(\bar{f})$	$s(\bar{b})$
$f_j$	$b_j$	N	$\bar{f}$	$\bar{b}$
	CLEAR	TRANS.	LAST Y	KOR
	CLG	CLK	ENDE GRUPPE	EIN
LMOD	EMOD	(T,Y)	CLX	
ENTER ↑	CHS	EEX	←	
$X \leftrightarrow Y$	$R_{FF}$	$R_{FB}$	$R_{BB}$	
-	7	8	9	
$R \downarrow$	$S_{FF}$	$S_{FB}$	$S_{BB}$	
+	4	5	6	
x	$\Sigma f$	$\Sigma fb$	$\Sigma b$	
	1	2	3	
$\sqrt{x}$	$\Sigma f^2$	$J_i$	$\Sigma b^2$	
÷	0	■	R/S	

# TAFEL

EMOD      LMOD      (E,B)      TAFEL  
 FLAGS (0)      (1)      (2)      (3)      (4)

$X_{ANP}^2$	$X_B^2(\alpha)$	INV $\chi^2(n)$	INV N(0,1)	INV B(n, $\pi$ )
$X_{TAFEL}^2$	$X_B^2(z_\alpha)$	$\chi^2(n)$	N(0,1)	B(n, $\pi$ )
EXP	$\chi^2:n$	Poiss: $\lambda$	INV H(N,k,n)	INV Poiss( $\lambda$ )
LN	B:n, $\pi$	H:N,k,n	H(N,k,n)	Poiss( $\lambda$ )
	CLEAR	LAST P	LAST Y	KOR
	CLT	TAFEL	LAST B	EIN
LMOD		EMOD	(E,B)	CLX
ENTER ↑		CHS	EEX	←
X<>Y	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_1^A$	
-	7	8	9	
R ↓	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_2^A$	
+	4	5	6	
$r\phi$	$n_1^B$	$n_2^B$	N	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	DIFF	RANDP	KREUZPV	
÷	0	■	R/S	

Bei der Gestaltung der Tastenfelder wurden folgende Prinzipien verwendet:

- 1) Pro Taste wird eine in sich abgeschlossene Funktion ausgeführt.
- 2) Identische oder sehr ähnliche Funktionen stehen in allen fünf Programmen möglichst an derselben Stelle (vgl. etwa CLEAR anstelle von ASN in allen fünf Programmen, EMOD anstelle von ISG in allen Programmen ausser DIST, wo diese Funktion fehlt).
- 3) Die Ausführung einer Funktion erfolgt gleich wie beim Rechner im Normal-Modus: Vor dem Drücken einer Taste muss der Input im Stack oder in den Registern vorhanden sein. Drücken der Taste bewirkt die Ausführung der Funktion, ohne dass weitere Bedienung erforderlich ist.

Die Funktionen können in fünf Gruppen eingeteilt werden, die sich in jedem der fünf Programme wiederfinden.

- 1) Grundrechner - Funktionen
- 2) Kontrollfunktionen
- 3) Eingabefunktionen
- 4) Variablen
- 5) Statistik - Funktionen

## 2.2.2 GRUNDRECHNER - FUNKTIONEN

In allen fünf Programmen werden einige Funktionen beibehalten, welche erlauben, Zahleneingabe, Stackmanipulationen und arithmetische Operationen durchzuführen. Fast alle übrigen Tasten werden mit einer neuen Funktion belegt.

Vom Rechner im Normal-Modus werden folgende Funktionen beibehalten:

- Zahlentasten  $\boxed{0}$ ,  $\boxed{1}$ , ... ,  $\boxed{9}$
  - Dezimalpunkt  $\boxed{\cdot}$ ,  $\boxed{\text{CHS}}$ ,  $\boxed{\text{EEX}}$
  - $\boxed{\text{ENTER+}}$ ,  $\boxed{\text{CLX}}$ ,  $\boxed{+}$
  - $\boxed{-}$ ,  $\boxed{+}$ ,  $\boxed{\times}$ ,  $\boxed{\div}$
  - $\boxed{x \lessgtr y}$  anstelle von  $\boxed{x=y?}$
  - $\boxed{R+}$  anstelle von  $\boxed{x \leq y?}$
  - $\boxed{\sqrt{x}}$  anstelle von  $\boxed{x=0?}$
- } Diese drei Funktionen wurden versetzt

In den Tastenfeldbeschreibungen offengelassene Felder zeigen Funktionen des Normal-Modus an, die im Rahmen der Statistikprogramme keine Bedeutung haben.

### 2.2.3 KONTROLLFUNKTIONEN

In Analogie zum USER - , PRGM - und ALPHA - Modus des Rechners können mit verschiedenen Kontrollfunktionen verschiedene Modi (Zustände) des Rechners definiert werden. Diese Zustände werden durch Ein- und Ausschalten der Flags 0 bis 4 angezeigt.

Dabei gilt folgender Sprachgebrauch:

Zustand EIN : Flag gesetzt

Zustand AUS : Flag gelöscht

Die Flags besitzen die folgenden Bedeutungen:

Flag	Programm	Name	Bedeutung
Flag 0	STAT1	EMOD	Eingabemodus
	LINMOD	EMOD	Eingabemodus
	DIST		nicht definiert
	KURV	EMOD	Eingabemodus
	TAFEL	EMOD	Eingabemodus
Flag 1	alle	LMOD	Lesemodus
Flag 2	STAT1	TRANS	vorgängige Datentransformation
	LINMOD	TRANS	vorgängige Datentransformation
	DIST		nicht definiert
	KURV	TRANS	vorgängige Datentransformation
	TAFEL		nicht definiert
Flag 3	STAT1	HISTE	Histogramm, Einzelwerteingabe
	LINMOD	(X,Y)	Wertepaare eingeben
	DIST	APPR	Approximation einer inversen Verteilungsfunktion
	KURV	(T,Y)	nicht äquidistante Kurve eingeben
	TAFEL	(E,B)	Anpassungstest an beliebige Verteilung
Flag 4	STAT1	HISTH	Histogramm, Häufigkeiten eingeben
	LINMOD	ENDE GRUPPE	Zustand vor Drücken von ENDE GRUPPE
	DIST	STOP	Stoppen zwischen zwei Schritten des iterativen Nullstellenalgorithmus
	KURV	ENDE GRUPPE	Zustand vor Drücken von ENDE GRUPPE
	TAFEL	TAFEL	Vierfeldertafel ist gerechnet

Die Flags 0, 1 und 2 sind in allen Programmen an denselben Zustand gebunden (sofern sie überhaupt definiert sind), die Flags 3 und 4 nehmen in den verschiedenen Programmen wechselnde Bedeutungen an. Die Zustände, die zu den Flags 3 und 4 gehören, werden unter den betreffenden Programmen beschrieben. Der Modus TRANS (Flag 2) wird in Abschnitt 2.4 beschrieben. Die Zustände EMOD und LMOD (Flags 0 und 1) werden im folgenden erläutert.

#### EINGABEMODUS EMOD

Die Dateneingabe ist vielleicht die heikelste Arbeit, die in unseren Programmen durchzuführen ist. Nicht reparierbare Fehler bei der Dateneingabe (etwa nachdem man 97 von 100 Zahlen eingetippt hat) sind äusserst unangenehm. Es wurde deshalb besonderer Wert darauf gelegt, dass während der Dateneingabe möglichst keine irreparablen Fehlbedienungen gemacht werden können. Jedoch sollten gemäss unserem Konzept unnötige Einschränkungen vermieden werden. Die vorliegende Lösung ist deshalb ein Kompromiss zwischen Sicherheit bei der Eingabe (vollständige Festlegung der Reihenfolge der Operationen) und Gewährung voller Flexibilität (der Benutzer ist vollständig selber verantwortlich für die richtige Abfolge der Operationen). Es ist deshalb besonders wichtig, dass der Benutzer mit der Logik der sequentiellen Eingabe, wie sie im Kapitel 2 des allgemeinen Konzepts dargelegt wird, gut vertraut ist.

EMOD EIN : Flag 0 gesetzt

Der Rechner erwartet Dateneingabe mittels der Eingabefunktionen (vgl. Abschnitt 2.2.4). Nach Einschalten von EMOD ist der Rechner bereit, neue Daten aufzunehmen, aus denen die Grundstatistiken berechnet werden. Dazu werden die Eingabefunktionen benützt. Verschiedene Funktionen, die darauf beruhen, dass gewisse Grundstatistiken bereits vorhanden sind, können nicht benützt werden.

EMOD AUS : Flag 0 gelöscht

Der Rechner erwartet, dass Statistikfunktionen ausgeführt werden. Aus den Grundstatistiken werden mittels der Statistikfunktionen und der arithmetischen Operationen die gewünschten Resultate berechnet. Die Eingabefunktionen sind gesperrt und können nicht benützt werden.

EMOD EIN ist ein 'gefährlicher' Zustand des Rechners: Die Grundstatistiken können leicht verändert werden! Bei EMOD AUS sind die Grundstatistiken vor Veränderung geschützt, falls man nicht im LMOD EIN arbeitet. Es ist auf jeden Fall eine gute Gewohnheit, nach der Dateneingabe die Grundstatistiken auf ein Blatt Papier zu kopieren (mit allen verfügbaren Kommastellen). Falls ein Unglück passiert, können sie leicht mittels LMOD wieder in den Rechner gebracht werden.

## LESEMODUS LMOD

Diese Funktion dient dazu, wechselweise Variablenwerte (siehe Abschnitt 2.2.5) anzuzeigen oder in den Rechner einzulesen.

LMOD EIN : Flag 1 gesetzt

Drücken einer Variablen-Taste bewirkt eine STO-Funktion: Die Zahl in der Anzeige wird der entsprechenden Variablen zugewiesen, d.h. bestehende Variablenwerte werden überschrieben.

LMOD AUS : Flag 1 gelöscht

Drücken einer Variablen-Taste bewirkt, dass der Wert der Variablen in die Anzeige gebracht wird: Dies entspricht einer RCL-Funktion.

LMOD EIN ist ein 'gefährlicher' Zustand: Grundstatistiken können leicht verändert werden!

Der Funktion LMOD liegt folgende Idee zugrunde: Die Grundstatistiken und Zwischenergebnisse besitzen im Rechner einen festen Speicherplatz. Damit man sich nun nicht die Registernummer einer solchen Größe merken muss, werden die Grundstatistiken mit ihrem Namen angesprochen (vgl. Abschnitt 2.2.5, Variablen). Die beiden grundlegenden Operationen mit Variablen sind Anzeigen bzw. Einlesen (Speichern) eines Wertes. LMOD AUS bewirkt das Anzeigen von Variablenwerten, LMOD EIN das Einlesen.

## START EINES NEUEN PROBLEMS

CLEAR ist eine weitere Kontrollfunktion. Sie bewirkt das Löschen von sämtlichen Registerinhalten, Flags und des Stacks. Diese Funktion wird vor Beginn der Behandlung eines neuen Problems ausgeführt. CLEAR ist die 'gefährlichste' Funktion: Sie zerstört alle vorhandenen Speicherplätze!

#### 2.2.4 EINGABEFUNKTIONEN

Eingabefunktionen sind alle Funktionen, die nicht benützt werden können, wenn der Eingabemodus EMOD ausgeschaltet ist (Flag 0 gelöscht). Wichtigste davon sind EIN und KOR, welche die Dateneingabe und die Korrektur von falsch eingegebenen Werten erlauben. EIN und KOR sind im Prinzip erweiterte  $\{+$  und  $\{-$  Funktionen.

Weiter gehören zu den Eingabefunktionen die verschiedenen LAST Y - Funktionen. Sie erlauben die Anzeige der zuletzt eingegebenen Werte. Weitere Eingabefunktionen werden bei der Beschreibung der verschiedenen Programme angegeben.

#### 2.2.5 VARIABLEN

Dreh- und Angelpunkt unseres Konzepts sind die Grundstatistiken. Um ein möglichst problemloses Arbeiten zu gewährleisten, verwenden wir anstelle der Registernummern die Namen der betreffenden Variablen, z.B.  $\bar{y}$  für das Register  $R_{17}$ ,  $S_{XY}$  für das Register  $R_{20}$ , N für das Register  $R_{09}$  etc. Das bedeutet, dass sich der Benutzer nicht um die interne Organisation des Speicherplatzes kümmern muss. Auf Variablen werden drei Operationen vorgenommen:

Bei der Eingabe der Rohdaten im Modus EMOD EIN werden die Grundstatistiken neu aufbereitet, d.h. die Grundstatistiken werden aus den Daten neu berechnet.

Bereits vorhandene Grundstatistiken sollen zur Herstellung von Resultaten verwendet werden. Dies geschieht im Zustand LMOD AUS: Die Werte der im Rechner abgespeicherten Grundstatistiken werden - wie bei einer RCL-Funktion - angezeigt.

Bereits berechnete, aber nicht im Rechner gespeicherte Grundstatistiken sollen zum Zweck der weiteren Verarbeitung in den Rechner gebracht werden. Dies geschieht im Modus LMOD EIN : Variablenwerte werden - wie bei einer STO-Funktion - gespeichert.

Variablen sind also Werte von Grundstatistiken und weiteren Zwischenresultaten, die je nach Zustand von EMOD und LMOD verändert, angezeigt oder eingelesen (überschrieben, abgespeichert) werden.

#### 2.2.6 STATISTIKFUNKTIONEN

Die bisher nicht behandelten Funktionen sind die eigentlichen Rechenroutinen, die aus den Variablen die gewünschten Resultate berechnen. Z.B. liefert die Funktion REG des Programms LINMOD die Schätzwerte und Standardabweichungen der Parameter einer einfachen linearen Regression sowie verschiedene minimale Summenquadrate, die im Verlauf der Analyse gebraucht werden. Die Funktionsweise der Statistikfunktionen kann beträchtlich variieren. Einzelheiten stehen bei den Detailbeschreibungen.

## 2.3 FEHLERBEHANDLUNG

Der Benutzer ist grundsätzlich selber verpflichtet sicherzustellen, dass vor Beginn der Ausführung einer Funktion alle Argumente zulässige Werte besitzen. Beispielsweise wird beim Programm DIST nicht geprüft, ob die Verteilungsparameter zulässig sind. Wir verzichten auf eine detaillierte Kontrolle der Zulässigkeit von Argumenten einer Funktion aus zwei Gründen. Erstens sind systematische Kontrollen der Eingabegrößen programmiertechnisch dermassen aufwendig, dass der Umfang der angebotenen Statistikprogramme massiv eingeschränkt werden müsste, und zweitens würde durch diese Kontrollen die Flexibilität der Programme sehr stark eingeschränkt. Wir stellen uns deshalb grundsätzlich auf den Standpunkt, dass der Benutzer der Programme selber für den Erfolg der ausgeführten Operationen verantwortlich ist. Fehlermeldungen der Programme sind deshalb eher als Ausnahmen denn als Regel zu betrachten. Unzulässige Argumente führen zu unsinnigen und unvorhersehbaren Resultaten oder zu Rechnerfehlern wie DATA-ERROR, OUT-OF-RANGE oder ähnlichem. Daneben gibt es zwei Arten von Fehlern, die von den Programmen angezeigt werden.

Die Anzeige 'GESPERRT' erscheint, wenn der Rechner nicht im richtigen Modus ist, um die Funktion auszuführen (z.B. wenn man die Funktion EIN auszuführen wünscht, wenn der EMOD ausgeschaltet ist).

Die Anzeige 'NEIN' erscheint, wenn gewisse offensichtlich unsinnige Argumente für eine Funktion verwendet werden, deren Nichtentdecken zu unangenehmen Fehlern führt (z.B. Klassieren von Daten, wenn die Klassierung, d.h. unterste und oberste Klassengrenzen und Klassenbreite sowie Anzahl Klassen nicht angegeben wurden).

Die einzelnen Fälle werden bei der Beschreibung der Programme angeführt.

## 2.4 DIE TRANSFORMATIONSROUTINE TRA

Die Programme STAT1, LINMOD und KURV erlauben, Eingabedaten mittels des vom Benutzer zuschreibenden Programms TRA vorgängig zu transformieren. Dieses Programm wird beim Drücken der Eingabefunktionen EIN oder KOR jedesmal ausgeführt, wenn der Modus TRANS eingeschaltet ist (Flag 2 gesetzt). Im Normalfall ist das Programm TRA eine Nullfunktion:

```
LBL 'TRA
END
```

Die Verwendung von TRA sei an einem Beispiel erläutert:

Gegeben seien Werte  $y_1, \dots, y_N$ . Anstelle der ursprünglichen Daten sollen die logarithmierten Daten ausgewertet werden. Da z.B. bei STAT1 die Ln-Funktion fehlt, wäre dies eine sehr mühsame Arbeit. Man müsste entweder im Normal-Modus (USER-Modus ausgeschaltet) alle Daten logarithmieren, die Ergebnisse abschreiben und die transformierten Daten nochmals einlesen, oder man müsste ständig zwischen USER - und Normal-Modus hin- und herschalten. Der Modus TRANS erlaubt hier eine elegante Lösung. Wir ersetzen das bestehende Programm TRA durch

```
LBL 'TRA
LN
END
```

Wird nun der Modus TRANS (Flag 2) eingeschaltet, so wird bei jeder Ausführung von EIN oder KOR die Zahl in der Anzeige logarithmiert, bevor sie weiter verarbeitet wird. Die genaue Reihenfolge zur Abänderung von TRA ist wie folgt:

	ANZEIGE
1. USER-Modus ausschalten	0.0000
2. GTO ALPHA TRA ALPHA	0.0000
3. PRGM-Modus einschalten	01 LBL 'TRA
4. LN drücken (Log-Funktion einfügen)	02 LN
5. SST	03 END
6. GTO ..	PACKING
	00 REG 28
7. PRGM-Modus ausschalten	0.0000
8. USER-Modus einschalten	0.0000
9. TRANS drücken	Flag 2 erscheint

Nun geschieht beim Drücken von EIN folgendes:

$y_j$  in Anzeige - EIN - Ausführen von TRA -  $\ln y_j$  in Anzeige - speichern

Die Funktion TRA kann ein beliebiges Programm sein. Wichtig ist nur, dass am Schluss der Funktion der transformierte abzuspeichernde Wert wieder in der Anzeige steht. Wenn Wertepaare eingegeben werden, so müssen die transformierten Daten wieder in der richtigen Reihenfolge im Stack stehen.

Die Transformation kann jederzeit durch wiederholtes Drücken von TRANS ein- und ausgeschaltet werden. Das geänderte Programm TRA bleibt jedoch so lange bestehen, bis es wieder abgeändert wird. ACHTUNG : Die beiden Zeilen LBL 'TRA und END müssen immer im Rechner vorhanden sein!

## 2.5 FORMAT DER FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN

Die Beschreibung jeder Funktion gliedert sich in drei Teile:

- 1) INPUT : Inhalt des Stacks und der Variablen, die vor Ausführung der Funktion definiert sein müssen.
- 2) ABLAUF : Zweck und Wirkungsweise der Funktion. Je nach Zustand des Rechners kann der Ablauf einer Funktion variieren.
- 3) OUTPUT : Inhalt des Stacks und der Variablen, die durch die Funktion verändert wurden, nach Ausführung der Funktion.

Der Stackinhalt wird wie folgt beschrieben :  $R_X$  : Inhalt des X-Registers (Anzeige)  
 $R_Y$  : Inhalt des Y-Registers  
 $R_Z$  : Inhalt des Z-Registers  
 $R_T$  : Inhalt des T-Registers

Textanzeigen werden in Hochkommas gegeben, z.B. 'GESPERRT'

In Verbindung mit den Beispielen sollten die Funktionsbeschreibungen erlauben, alle der im allgemeinen Konzept aufgeführten Methoden selber durchzuführen.

## 2.6 ZU DEN BEISPIELEN

Es ist wenig sinnvoll, für jede Taste separat ein Beispiel zu geben. Das Verständnis der Programme wird am besten dadurch erreicht, dass verschiedene einfache Probleme von Anfang bis Ende gelöst werden, die den Arbeitsablauf und die zugrunde liegende Logik verdeutlichen.

Es wird darauf geachtet, dass für jede Funktion mindestens ein Beispiel gegeben wird.

Wir haben die Programme so aufgebaut, dass der Benutzer nach unserem Konzept die grösstmögliche Freiheit besitzt, den Ablauf seiner Problemlösung selber zu gestalten, das heisst, die möglichen Wege durch die Programme (die Reihenfolge der Operationen, die zur Lösung des Problems führt) sind kaum festgelegt. Deshalb können nicht alle möglichen und sinnvollen Wege in den Beispielen gezeigt werden. Trotzdem kann ein grobes Schema angegeben werden, das wohl für die meisten Probleme seine Gültigkeit hat.

### 1) DATENEINGABE

Aus einer Liste von Urdaten (Stichprobe) sollen die Grundstatistiken berechnet werden. Diese Arbeit erfolgt im Zustand EMOD EIN. Variationen im Ablauf der Dateneingabe betreffen die Zahl und Art der Zwischenresultate, die bereits während der Eingabe gewonnen werden sollen. Besonders wichtig ist dies bei Mehrgruppenproblemen, wo Gruppenstatistiken berechnet werden, die am Ende der Dateneingabe nicht mehr zur Verfügung stehen.

### 2) RESULTATE

Ausgehend von den Grundstatistiken sollen Resultate gewonnen werden. Diese Arbeit erfolgt im Zustand EMOD AUS. Hier kommt die Vielfalt der Möglichkeiten richtig zum Tragen. Teilweise sind die Resultate bereits vorprogrammiert (z.B. Schätzwerte der Parameter und ihre Standardabweichungen bei der einfachen linearen Regression), teilweise können sie durch einfache arithmetische Operationen aus Zwischenresultaten gewonnen werden (z.B. Kruskal-Wallis-Testgrösse aus den minimalen Summenquadraten der einfachen Varianzanalyse), und teilweise wird mit Papier und Bleistift gearbeitet (z.B. Versuchspläne, bei denen die Daten mehrfach eingegeben werden müssen).

Die statistischen Implikationen werden in den Beispielen nicht diskutiert, da es nur um die Demonstration der Bedienungstechnik geht. Die Daten entstammen den Beispielen des allgemeinen Konzepts. Tatsächlich wurden alle Beispiele des Methodenbandes mit den vorliegenden Programmen gerechnet.

### 3 STAT1 PROGRAMMBESCHREIBUNG

#### 3.1 DAS TASTENFELD

Das Programm STAT1 dient zur Auswertung einer Stichprobe einer univariaten Zufallsvariablen. Die Abbildung 3.1 zeigt die Anordnung des Tastenfeldes mit den Statistikfunktionen, die im USER-Modus ausgeführt werden können. Von oben links nach unten rechts gelesen sind folgende Funktionen vorhanden:

S:N(0,1)	Simulation einer standardnormalverteilten Zufallszahl
S:B(n, $\pi$ )	Simulation einer binomialverteilten Zufallszahl
$x\sigma+\mu$	Lineare Transformation des Wertes in der Anzeige. Umkehrfunktion zu $(x-\mu)/\sigma$ .
INV N(0,1)	Inverse der Standardnormalverteilung
$F_N^{-1}(p)$	Inverse der empirischen Verteilungsfunktion
S:U(0,1)	Simulation einer gleichverteilten Zufallszahl im Intervall (0,1)
S:Bi( $\pi$ )	Simulation einer binär verteilten Zufallszahl
$(x-\mu)/\sigma$	Lineare Transformation des Wertes in der Anzeige. Umkehrfunktion zu $x\sigma+\mu$ .
N(0,1)	Standardnormalverteilung
$F_N(y)$	empirische Verteilungsfunktion
KL.EIN UKG,OKG,KB	Eingabe einer Klassierung für das Histogramm
KL.AUS	Anzeige der Klassierung für das Histogramm
$\tilde{y}$	Zentralwert von klassierten Daten
$s_{\tilde{y}}$	Standardabweichung des Mittelwerts
ABS.HAUF	Anzeige von absoluten Häufigkeiten (Histogramm)
REL.HAUF	Anzeige von relativen Häufigkeiten (Histogramm)
N	Anzahl Beobachtungen (Grundstatistik)

$s_y$	Standardabweichung
$\bar{y}$	Mittelwert (Grundstatistik)
CLEAR	Start neues Problem, Löschen aller Speicher
TRANS	Ein- und Ausschalten des Transformationsmodus
LAST Y	Anzeige des zuletzt eingegebenen Wertes
KOR	Korrektur eines falsch eingegebenen Wertes
CLH	Häufigkeiten löschen
HISTE	Ein- und Ausschalten des Histogramm-Einzelwert-Modus
HISTH	Ein- und Ausschalten des Histogramm-Häufigkeiten-Modus
EIN	Eingabe eines Wertes
LMOD	Ein- und Ausschalten des Lesemodus
EMOD	Ein- und Ausschalten des Eingabemodus
LIST KL	Häufigkeit einer Klasse anzeigen (Histogramm)
$\mu$	Verschiebungskonstante für lineare Transformation
$\sigma$	Skalierungskonstante für lineare Transformation
$S_{YY}$	Summenquadrat (Grundstatistik)
B:n	Parameter der Binomialverteilung
B: $\pi$	Parameter der Binär- und der Binomialverteilung
$\sum y$	Summe der y-Werte (Grundstatistik)
STARTZAHL	Startzahl des Zufallszahlengenerators
$\sum y^2$	Summe der quadrierten y-Werte (Grundstatistik)

Alle übrigen Funktionen entsprechen denen des Rechners im Normal-Modus. Achtung: Drei Funktionen sind versetzt! Siehe Abschnitt 2.2.2, Grundrechner-Funktionen. Offengelassene Felder haben im Zusammenhang mit den Statistikprogrammen keine Bedeutung.

# STAT1

EMOD      LMOD      TRANS      HISTE      HISTH  
 FLAGS (0)      (1)      (2)      (3)      (4)

S:N(0,1)	S:B(n,π)	$x\sigma + \mu$	INV N(0,1)	$F_N^{-1}(p)$
S:U(0,1)	S:Bi(π)	$(x-\mu)/\sigma$	N(0,1)	$F_N(y)$
KL.EIN UKG, OKG, KB	KL.AUS		$\bar{y}$	$s_{\bar{y}}$
ABS. HÄUF	REL. HÄUF	N	$s_y$	$\bar{y}$
	CLEAR	TRANS	LAST Y	KOR
	CLH	HISTE	HISTH	EIN
LMOD	EMOD	LIST KL.	CLX	
ENTER ↑	CHS	EEX	←	
X<>Y				
-	7	8	9	
R ↓	$\mu$	$\sigma$	$S_{YY}$	
+	4	5	6	
	B:n	B:π	$\Sigma y$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	STARTZAHL		$\Sigma y^2$	
÷	0	■	R/S	

## 3.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN

### 3.2.1 KONTROLLFUNKTIONEN

CLEAR	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	Löschen aller Register, des Stacks und aller Flags
	OUTPUT	Alle Register und der Stack auf 0 gesetzt, Flags gelöscht
LMOD	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	Falls Flag 1 gelöscht: Flag 1 setzen, d.h. Lesemodus EINSCHALTEN Falls Flag 1 gesetzt: Flag 1 löschen, d.h. Lesemodus AUSSCHALTEN
	OUTPUT	unverändert
EMOD	INPUT	Falls Flag 0 gelöscht: keine Eingabe Falls Flag 0 gesetzt: $N, \sum y, \sum y^2$ nach Eingabe von Einzelwerten bzw. $N$ und Häufigkeiten $h_1, \dots, h_k$ nach Klassierung von Daten (Flag 3 oder Flag 4 ist eingeschaltet).
	ABLAUF	Falls Flag 0 gelöscht : Flag 0 setzen: EMOD EINSCHALTEN. EMOD einschalten verändert keine Register. Falls Flag 0 gesetzt : Flag 0, Flag 3 und Flag 4 löschen und $\bar{y}, s_y, s_{\bar{y}}, S_{YY}$ aus $N, \sum y, \sum y^2$ berechnen bzw. $\bar{y}, s_y, s_{\bar{y}}, S_{YY}, \tilde{y}, \sum y, \sum y^2$ berechnen aus $N$ und den Häufigkeiten (falls Flag 3 oder Flag 4 gesetzt ist).
	OUTPUT	$R_x: N = \text{Anzahl Beobachtungen}$
TRANS	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	Falls Flag 2 gelöscht : Flag 2 setzen, TRANS-Modus EINSCHALTEN Falls Flag 2 gesetzt : Flag 2 löschen, TRANS-Modus AUSSCHALTEN
	OUTPUT	unverändert

### 3.2.2 EINGABEFUNKTIONEN

Alle Eingabefunktionen sind gesperrt, falls EMOD AUS gilt (Flag 0 gelöscht). In diesem Fall erscheint die Anzeige 'GESPERRT'. Stack und Register werden dadurch nicht verändert. Wir setzen im folgenden also immer voraus, dass EMOD EIN gilt.

HISTE	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	Flag 3 setzen und Flag 4 löschen. Es wird erwartet, dass im Folgenden Einzelwerte zur Klassierung eingegeben werden. Falls noch keine gültige Klassierung eingegeben wurde (vgl. Funktion KL.EIN), erscheint die Anzeige 'KLASSEN?' .
	OUTPUT	unverändert
HISTH	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	Flag 4 setzen und Flag 3 löschen. Es wird erwartet, dass im Folgenden Häufigkeiten zur Klassierung eingegeben werden. Falls noch keine gültige Klassierung eingegeben wurde (vgl. Funktion KL.EIN), erscheint die Anzeige 'KLASSEN?' .
	OUTPUT	unverändert
CLH	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	Löschen von $N$ , $\sum y$ , $\sum y^2$ Falls HISTE oder HISTH eingeschaltet ist: Alle Häufigkeiten löschen, Klassenzeiger auf 1 setzen (vgl. Abschnitt 3.3.5).
	OUTPUT	unverändert, falls HISTE und HISTH AUS. $R_x$ : 1 = Position des Klassenzeigers, falls HISTE oder HISTH EIN.
LAST Y	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	Falls TRANS EIN: Letzter transformierter Wert anzeigen. Falls TRANS AUS: Letzter untransformierter Wert anzeigen.
	OUTPUT	$R_x$ : Letzter mit EIN oder KOR eingegebener transformierter oder untransformierter Wert.

EIN	INPUT	<p>Für Einzelwerte (HISTE und HISTH AUS): <math>R_X: y_j =</math> Eingabewert.  Einzelwerte klassieren (HISTE EIN): <math>R_X: y_j =</math> zu klassierender Wert.  Häufigkeiten eingeben (HISTH EIN): <math>R_X: h_k =</math> Häufigkeit der k-ten Klasse</p>
	ABLAUF	<p>Für Einzelwerte (HISTE und HISTH AUS):  Falls TRANS EIN: Ausführen von TRA mit Resultat <math>y_j</math> in der Anzeige.</p> $\sum y + \sum y + y_j$ $\sum y^2 + \sum y^2 + y_j^2$ $N + N + 1$ <p>Einzelwerte klassieren (HISTE EIN):  Falls TRANS EIN: Ausführen von TRA mit Resultat <math>y_j</math> in der Anzeige.  Wert <math>y_j</math> klassieren, d.h. die Häufigkeit <math>h_k</math> der k-ten Klasse, in welche <math>y_j</math> fällt, um 1 erhöhen. N um 1 erhöhen.  Spezialfälle: Falls <math>y_j</math> kleiner als die unterste Klassengrenze oder grösser als die oberste Klassengrenze ist, wird der Wert nicht klassiert und es erscheint die Anzeige 'ZU KLEIN' oder 'ZU GROSS'. Werte, die genau auf die unterste oder die oberste Klassengrenze fallen, werden in die unterste bzw. oberste Klasse geworfen. Werte, die sonst auf eine Klassengrenze fallen, werden abwechselungsweise der unteren und der oberen Klasse zugeordnet, beginnend mit der unteren Klasse.  Falls die Klassierung fehlt (vgl. KL.EIN), erscheint die Anzeige 'NEIN'. Die Register bleiben unverändert.  Häufigkeiten eingeben (HISTH EIN): Vgl. dazu Bemerkung 3.3.5 .  TRANS ist wirkungslos. Die Häufigkeit <math>h_k</math> in der Anzeige wird der k-ten Klasse zugeordnet, und der Klassenzeiger wird um 1 erhöht. Zu N wird <math>h_k</math> addiert.</p>
	OUTPUT	<p>Einzelwerte (klassiert oder unklassiert): <math>R_X: N</math>  Häufigkeiten: <math>R_X: k =</math> Nummer der Klasse, in welche die nächste Häufigkeit gespeichert wird.</p>

KOR	INPUT	Einzelwerte (klassiert oder unklassiert): $R_X: y_j$ = der zu korrigierende untransformierte Wert, der mit EIN falsch eingegeben wurde.  Häufigkeiten (HISTH EIN): Die Funktion ist gesperrt. Siehe Bemerkung 3.3.5 für die Korrektur von falsch eingegebenen Häufigkeiten. Es erscheint die Anzeige 'GESPERRT'. Die Register bleiben unverändert.
	ABLAUF	Einzelwerte (klassiert oder unklassiert): 'Umkehrfunktion' von EIN. Der zu korrigierende Wert wird, falls TRANS eingeschaltet ist, zuerst transformiert und danach alle Operationen rückgängig gemacht, die beim Drücken von EIN mit diesem Wert durchgeführt wurden.  Wenn im HISTE-Modus ein Wert korrigiert wird, der nicht als letzter Wert eingegeben wurde, und der auf eine Klassengrenze fällt (ausser unterste und oberste Klassengrenze), so führt dies zu nicht reproduzierbaren Resultaten.
	OUTPUT	$R_X: N$ = Anzahl Beobachtungen

### 3.2.3 VARIABLEN

Die allgemeine Funktionsweise der Variablen ist wie folgt:

'variable'	INPUT	Falls LMOD AUS: kein Input Falls LMOD EIN: $R_X$ : Wert, der unter 'variable' abzuspeichern ist.
	ABLAUF	Falls LMOD AUS: Wert von 'variable' anzeigen. Falls LMOD EIN: Wert in der Anzeige in 'variable' speichern.
	OUTPUT	Falls LMOD AUS: $R_X$ : Wert von 'variable'. Falls LMOD EIN: $R_X$ : unverändert 'variable': enthält Wert von $R_X$ .

Für 'variable' können die folgenden Funktionen eingesetzt werden:

$\bar{y}$ ,  $s_y$ ,  $s_y$ ,  $\tilde{y}$ ,  $S_{YY}$ ,  $\Sigma y$ ,  $\Sigma y^2$ ,  $N$ ,  $\mu$ ,  $\sigma$ ,  $B:n$ ,  $B:\pi$ , STARTZAHL

Die ersten fünf Variablen können nicht angesprochen werden, wenn EMOD EIN gilt, da sie in den meisten Fällen nicht definiert sind. Es erscheint 'GESPERRT'.



S:U(0,1)	INPUT	eventuell STARTZAHL neu initialisieren.
	ABLAUF	Diese Funktion generiert gemäss der Methode, die in Abschnitt 10.1 des allgemeinen Konzepts dargelegt wird, eine Realisierung einer im Intervall (0,1) gleichverteilten Zufallsvariablen.
	OUTPUT	$R_X: u =$ gleichverteilte Zufallszahl zwischen 0 und 1.

S:N(0,1)	INPUT	eventuell STARTZAHL neu initialisieren
	ABLAUF	Erzeugen einer Realisierung einer standardnormalverteilten Zufallsvariablen gemäss der Methode von BOX - MÜLLER. Siehe allgemeines Konzept, Abschnitt 10.2.1, Verfahren 2.
	OUTPUT	$R_X: y =$ N(0,1)-verteilte Zufallszahl.

S:B(n,π)	INPUT	eventuell STARTZAHL neu initialisieren. Die Variable B:n muss eine ganze Zahl grösser gleich 1 enthalten. Die Variable B:π muss eine Zahl zwischen 0 und 1 enthalten.
	ABLAUF	Erzeugen einer Realisierung einer binomialverteilten Zufallsvariablen mit Parametern n und π. Siehe allgemeines Konzept, Abschnitt 10.3.1 .
	OUTPUT	$R_X: y =$ B(n,π)-verteilte Zufallszahl.

S:Bi(π)	INPUT	eventuell STARTZAHL neu initialisieren. Die Variable B:π muss eine Zahl zwischen 0 und 1 enthalten.
	ABLAUF	Erzeugen einer Realisierung einer binär verteilten Zufallsvariablen mit Parameter π. Siehe allgemeines Konzept, Abschnitt 10.3.2 .
	OUTPUT	$R_X: y =$ Bi(π)-verteilte Zufallszahl.

BEMERKUNG zu den Simulationsfunktionen: Günstige Werte für die Variable STARTZAHL sind Zahlen zwischen 0 und 1 mit möglichst vielen verschiedenen Ziffern. Nach CLEAR ist STARTZAHL = 0 gesetzt.

$(x-\mu)/\sigma$	INPUT	$R_X:$ zu transformierender Wert x.
	ABLAUF	lineare Transformation mit Parametern $\mu$ und $\sigma$ .
	OUTPUT	$R_X: (x-\mu)/\sigma$

$x\sigma+\mu$	INPUT	$R_X:$ zu transformierender Wert x.
	ABLAUF	lineare Transformation mit Parametern $\mu$ und $\sigma$ .
	OUTPUT	$R_X: x\sigma+\mu$

N(0,1)	INPUT	$R_X: y =$ Argument der Normalverteilungsfunktion
	ABLAUF	Polynomapproximation der N(0,1)-Funktion mit Genauigkeit $10^{-7}$ . Siehe Abschnitt 6.2.1, Algorithmus 2 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X: p = N(y 0,1)$
INV N(0,1)	INPUT	$R_X: p =$ Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und 1
	ABLAUF	Polynomapproximation der inversen N(0,1)-Funktion mit Genauigkeit $10^{-4}$ . Siehe Abschnitt 6.2.1, Algorithmus 3 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X: y_p =$ p-Quantil der N(0,1)-Verteilung.
$F_N(y)$	INPUT	$R_X: y =$ Argument der empirischen Verteilungsfunktion $F_N$ .
	ABLAUF	Siehe Kapitel 8 des allgemeinen Konzepts. Die Funktion kann nur benutzt werden, wenn vorher Daten klassiert wurden!
	OUTPUT	$R_X: F_N(y)$
$F_N^{-1}(p)$	INPUT	$R_X: p =$ Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und 1.
	ABLAUF	Berechnen des empirischen p-Quantils der klassierten Daten. Siehe Kapitel 8 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X: y_p =$ empirisches p-Quantil.

### 3.3 BEMERKUNGEN

#### 3.3.1 MASSZAHLEN

Falls mittels LMOD EIN die Grundstatistiken  $N$ ,  $\sum y$  und  $\sum y^2$  eingegeben wurden, so werden die übrigen Masszahlen und Grundstatistiken berechnet, indem man EMOD ein- und sofort wieder ausschaltet.

#### 3.3.2 EXTREMWERTE

Oft sind in den Daten Werte vorhanden, die bei einer 'vernünftigen' Klassierung zu gross oder zu klein sind (grösser als oberste Klassengrenze resp. kleiner als unterste Klassengrenze). Solche Werte werden bei der Klassierung nicht berücksichtigt. Will man die Masszahlen mit diesen Extremwerten berechnen, so geht man wie folgt vor: Nach der Klassierung EMOD aus- und gleich wieder einschalten, Extremwerte als Einzelwerte (unklassiert) eingeben, EMOD ausschalten.

### 3.3.3 DER STACK

Verschiedene Funktionen erlauben ein rationelles Arbeiten mit dem Stack, genau so wie man mit dem Rechner im Normal-Modus arbeiten würde. Dazu muss man wissen, wie die Funktionen den Stack beeinflussen.

Variablen: Alle Variablen beeinflussen den Stack wie STO nn bzw. RCL nn - Funktionen, wenn LMOD eingeschaltet bzw. ausgeschaltet ist.

Simulation: Alle Simulationsfunktionen wirken auf den Stack wie RCL nn - Funktionen.

$N(0,1)$ ,  $INV N(0,1)$ ,  $F_N(y)$ ,  $F_N^{-1}(p)$ ,  $(x-\mu)/\sigma$ ,  $x\sigma+\mu$  : Diese Funktionen wirken wie Funktionen eines Arguments, d.h. genau gleich wie etwa LN, SIN,  $1/x$  etc.

ABS.HÄUF, REL.HÄUF ersetzen  $R_X$  durch die absolute bzw. relative Häufigkeit und erhalten den Wert von  $R_Y$ . Dies ist besonders günstig für die Berechnung der Summenhäufigkeiten (siehe Beispiele).

### 3.3.4 TRANSFORMATIONEN

Die Transformationsroutine TRA ist immer wirkungslos, wenn Häufigkeiten eingegeben werden, d.h. wenn HISTH EIN gilt.

### 3.3.5 HISTOGRAMM

Einlesen, Anzeigen und Verändern von Häufigkeiten im HISTH-Modus.

Nach der Eingabe einer Klassierung mit der Funktion KL.EIN steht ein Block von K Registern zur Aufnahme der Häufigkeiten bereit. Dieser Block ist mit dem Klassenzeiger versehen, der nach Einschalten von HISTH auf die unterste Klasse ( $k = 1$ ) zeigt. Das Ausführen einer der drei Funktionen ABS.HÄUF, REL.HÄUF oder EIN hat zur Folge, dass 1. die Funktion ausgeführt wird auf der Klasse, auf welche der Klassenzeiger zeigt, und dass 2. der Klassenzeiger auf die nächsthöhere Klasse gesetzt wird. Stand der Klassenzeiger vor Ausführung einer der drei Funktionen auf Klasse  $k$ , so steht er nach der Ausführung auf Klasse  $k+1$ , und die nächste Funktion wirkt auf Klasse  $k+1$ .

Steht der Klassenzeiger auf der obersten Klasse  $K$ , so geschieht folgendes:

Bei ABS.HÄUF und REL.HÄUF wird die Häufigkeit angezeigt, und der Klassenzeiger wird 'oberhalb' von  $K$  gesetzt. Die nächste Ausführung einer der beiden Funktionen liefert die Anzeige 'FERTIG', und der Klassenzeiger wird auf Klasse 1 gesetzt.

Bei der Funktion EIN wird die Häufigkeit in der Anzeige nach Klasse K gespeichert, der Klassenzeiger wird auf Klasse 1 gesetzt, und es wird 'FERTIG' angezeigt.

Wirkung von LIST KL. : Mit LIST KL. kann der Klassenzeiger ausserhalb der zyklischen Reihenfolge, die bei ABS.HAUF, REL.HAUF und EIN wirksam ist, auf eine beliebige Klasse gesetzt werden. Mit der Klassennummer k in der Anzeige bewirkt Ausführen von LIST KL. , dass der Klassenzeiger auf die Klasse k gesetzt wird. Danach wird der Inhalt von Klasse k angezeigt. Die nächste Ausführung von ABS.HAUF, REL.HAUF oder EIN wirkt nun auf Klasse k.

Korrektur von falsch eingegebenen Häufigkeiten:

1. Mittels LIST KL. den Klassenzeiger auf die gewünschte Klasse setzen.
2. Mittels EIN die richtige Häufigkeit eingeben (die Funktion EIN überschreibt den Klasseninhalt).

Die Bedienung der Funktionen zur Manipulierung von Häufigkeiten ist einfacher, als es nach der Beschreibung den Anschein macht. Am besten macht man sich mit der Funktionsweise anhand der Beispiele vertraut.

### 3.3.6 HINWEIS ZUM ALLGEMEINEN GEBRAUCH

Das vorliegende Programm ist ein Hilfsmittel, um die statistischen Methoden, die im allgemeinen Konzept beschrieben wurden, einfach und rasch auf gegebene Probleme anzuwenden. In diesem Sinn ist das Vorgehen bei der Problemlösung immer so, dass man ausgehend vom konkreten Problem in der allgemeinen Methodensammlung die zu berechnenden Formeln herausucht und danach erst prüft, mit welcher Programmfunktion die Berechnung am einfachsten durchgeführt wird. Einfache und typische Anwendungen findet man in den Beispielen in Abschnitt 3.5, welche als Einführung in die Arbeitsweise angesehen werden können.

### 3.4 FEHLERLISTE

Von der Programmanlage her ist es nicht möglich, Fehler von der Art 'DATA-ERROR' oder 'OUT-OF-RANGE' vollständig auszuschliessen. Solche Fehler deuten in den meisten Fällen darauf, dass Variablen unkorrekte Werte besitzen. Eine Ueberprüfung der Variablenwerte führt meistens dazu, dass der falsche Wert korrigiert werden kann. Die Funktion wird danach einfach noch einmal ausgeführt. Daneben werden vom Programm zwei Arten von Fehlern angezeigt, die eine mit 'GESPERRT' und die andere mit 'NEIN'. Die Fälle, in denen diese Fehlermeldungen auftreten und die Gründe dafür sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

ANZEIGE 'GESPERRT'	
TASTE	GRUND
CLH	EMOD ist ausgeschaltet
LAST Y	EMOD ist ausgeschaltet
$\bar{y}$	EMOD ist eingeschaltet
$s_{\bar{y}}$	EMOD ist eingeschaltet
$s_y$	EMOD ist eingeschaltet
$\bar{y}$	EMOD ist eingeschaltet
$S_{YY}$	EMOD ist eingeschaltet
EIN	EMOD ist ausgeschaltet
KOR	EMOD ist ausgeschaltet, oder, falls EMOD ein, HISTH ist eingeschaltet
HISTH	EMOD ist ausgeschaltet
HISTE	EMOD ist ausgeschaltet

ANZEIGE 'NEIN'	
EIN	falls HISTE oder HISTH eingeschaltet: Klassierung fehlt
KOR	falls HISTE oder HISTH eingeschaltet: Klassierung fehlt
INV N(0,1)	p kleiner gleich 0 oder p grösser gleich 1
KL.EIN	KB kleiner gleich 0, UKG grösser gleich OKG, K nicht ganzzahlig oder K kleiner als 2 oder grösser als 20
$F_N(y)$	Klassierung fehlt
$F_N^{-1}(p)$	Klassierung fehlt oder p kleiner als 0, p grösser als 1

### 3.5 BEISPIELE

1. Problem: Berechnung der Grundstatistiken und Masszahlen einer Stichprobe von unklassierten Daten. Benützung der Normalverteilungstabelle.  
Die Zugkraft einer bestimmten Kabelsorte wurde in wiederholten Versuchen geprüft. Daten siehe Abschnitt 7.1, allgemeines Konzept.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.0000	Start neues Problem
EMOD	0.0000	EMOD einschalten, Flag 0 EIN
5.26 EIN	1.0000	Dateneingabe. In der Anzeige steht nach Drücken
5.17 EIN	2.0000	von EIN die Anzahl N der eingegebenen Werte.
5.23 EIN	3.0000	Am Ende von EIN ertönt ein Ton.
5.19 EIN	4.0000	
5.30 EIN	5.0000	
5.20 EIN	6.0000	
5.16 EIN	7.0000	
5.25 EIN	8.0000	
5.15 EIN	9.0000	
5.14 EIN	10.0000	
5.20 EIN	11.0000	
5.22 EIN	12.0000	
5.24 EIN	13.0000	
5.21 EIN	14.0000	
5.24 EIN	15.0000	
EMOD	15.0000	Eingabe beenden mittels EMOD AUS, Flag 0 gelöscht
$\sum y$	78.1600	AbleSEN der Grundstatistiken
$\sum y^2$	407.2934	und der Masszahlen.
$S_{YY}$	0.0277	
$\bar{y}$	5.2107	
$s_{\bar{y}}$	0.0115	
$s_y$	0.0445	
N	15.0000	

Damit ist eine elementare Auswertung bereits durchgeführt.

Falls man die Anzahl anzuzeigender Kommastellen verändern will, so benützt man dazu einfach die Funktion FIX, SCI oder ENG im Normal-Modus.

Normalverteilungstabelle. Wir nehmen an, die Zugkraft  $Y$  sei normalverteilt mit Mittelwert  $\mu = \bar{y} = 5.2107$  und Standardabweichung  $\sigma = s_y = 0.0445$ .

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
$\bar{y}$	5.2107	Mittelwert und Standardabweichung in den Stack holen, damit sie anschliessend mittels LMOD in $\mu$ und $\sigma$ abgespeichert werden können.
$s_y$	0.0445	
LMOD	0.0445	LMOD einschalten
$\sigma$	0.0445	Standardabweichung abspeichern
$x \geq y$	5.2107	Mittelwert in Anzeige holen
$\mu$	5.2107	Mittelwert abspeichern.
LMOD	5.2107	LMOD ausschalten
		Es soll nun berechnet werden, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass $Y$ kleiner gleich 5.1 ist.
5.1 $(x-\mu)/\sigma$	-2.4882	Transformation auf $N(0,1)$ -Variable
$N(0,1)$	0.0064	Das Resultat. 6.4% der Kabel haben eine Zugkraft kleiner als 5.1 kN.
		In welchem Bereich (symmetrisch um den Mittelwert) liegen 95% der Kabel?
0.025 INV $N(0,1)$	-1.9604	Grenze für $N(0,1)$ -Verteilung
$x\sigma + \mu$	5.1235	Untere Grenze, durch Rücktransformation erhalten
0.975 INV $N(0,1)$	1.9604	Grenze für $N(0,1)$ -Verteilung
$x\sigma + \mu$	5.2979	Obere Grenze, durch Rücktransformation erhalten
		95% der Kabel besitzen eine Zugkraft zwischen 5.12 kN und 5.30 kN.
		Wieviel Prozent der Kabel besitzen eine Zugkraft zwischen 5.15 kN und 5.25 kN ?
5.25 $(x-\mu)/\sigma$	0.8844	Standardisierung
$N(0,1)$	0.8118	$P(Y \leq 5.25)$
5.15 $(x-\mu)/\sigma$	-1.3640	Standardisierung
$N(0,1)$	0.0863	$P(Y \leq 5.15)$
-	0.7255	Knapp 73 Prozent der Kabel besitzen eine Zugkraft zwischen 5.15 kN und 5.25 kN.

Im letzten Beispiel wurde davon Gebrauch gemacht, dass der Stack bei verschiedenen Funktionen erhalten bleibt. Vergleiche dazu Abschnitt 3.3.3 .

Korrektur von falsch eingegebenen Werten. Es sollen nun die Funktionen KOR und LAST Y demonstriert werden.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
		Nachträglich wird bemerkt, dass der fünfte Messwert (5.30) falsch ist (Schreibfehler). Er sollte 5.20 betragen.
EMOD	15.0000	EMOD einschalten.
5.30 KOR	14.0000	Entfernen des falschen Wertes
$\sum y$	72.8600	Zur Kontrolle: $78.16 - 5.30 = 72.86$ ist richtig.
5.10 EIN	15.0000	HALT! Falsch! der richtige Wert ist 5.20 .
LAST Y	5.1000	Wir rufen den zuletzt eingegebenen Wert in die Anzeige zurück.
KOR	14.0000	Entfernen des falschen Wertes.
5.20 EIN	15.0000	Jetzt hat es geklappt.
EMOD	15.0000	EMOD ausschalten.
$\bar{y}$	5.2040	Korrigierter Mittelwert
$s_y$	0.0370	Korrigierte Standardabweichung

Eingabe von Zwischenresultaten. Berechnen der Grundstatistiken und der Masszahlen aus N,  $\sum y$  und  $\sum y^2$ .

CLEAR	0.0000	Start neues Problem.
LMOD	0.0000	Lese-Modus einschalten
15 N	15.0000	N ist gespeichert.
78.16 $\sum y$	78.1600	$\sum y$ ist gespeichert.
407.2934 $\sum y^2$	407.2934	$\sum y^2$ ist gespeichert.
LMOD	407.2934	Lese-Modus ausschalten.
$\bar{y}$	0.0000	Falsch! Die Masszahlen sind noch nicht berechnet.
EMOD	15.0000	EMOD ein- und sofort wieder ausschalten.
EMOD	15.0000	ausschalten.
$\bar{y}$	5.2107	Die Resultate wie vorher.
$s_y$	0.0115	
$s_y$	0.0445	
$S_{YY}$	0.0277	

Man merke sich: die Masszahlen  $\bar{y}$ ,  $S_{YY}$ ,  $s_y$  und  $s_y$  werden durch Ausschalten von EMOD berechnet. Einschalten von EMOD verändert keine Register.

2.Problem: Simulation je einer Stichprobe von 5 Beobachtungen einer  $U(0,1)$ -, einer  $N(5.2, 0.05^2)$ -, einer  $Bi(0.4)$ - und einer  $B(6, 0.7)$ -Verteilung. Gleichzeitig sollen Mittelwert und Standardabweichung der Stichprobe berechnet werden.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.0000	Start neues Problem
LMOD	0.0000	Lese-Modus einschalten.
.3215749		Einlesen einer Startzahl für den Zufallszahlen-generator.
STARTZAHL	0.3216	
LMOD	0.3216	Lese-Modus ausschalten.
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten.
S:U(0,1)	0.3984	$y_1$ , die erste gleichverteilte Zufallszahl
EIN	1.0000	Eingabe von $y_1$ zwecks Berechnung der Masszahlen
S:U(0,1)	0.0941	Wiederholen der beiden vorherigen Schritte, bis
EIN	2.0000	5 Werte simuliert und eingegeben sind.
S:U(0,1)	0.8290	
EIN	3.0000	
S:U(0,1)	0.9578	
EIN	4.0000	
S:U(0,1)	0.9714	
EIN	5.0000	
EMOD	5.0000	Eingabe-Modus ausschalten.
$\bar{y}$	0.6502	Mittelwert und
$s_y$	0.3881	Standardabweichung der simulierten Stichprobe.

Sofern man jedes Mal dieselbe Startzahl (im Beispiel 0.3215749) benützt, erhält man immer dieselbe Folge von Zufallszahlen. Andere Startzahlen ergeben andere Folgen. Man vergleiche dazu Kapitel 10 des allgemeinen Konzepts.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.0000	Start neues Problem (Simulation der Normalverteilung).
LMOD	0.0000	Lese-Modus einschalten.
0.42617853		
STARTZAHL	0.4262	Neue Startzahl einlesen.
5.2 $\mu$	5.2000	Mittelwert einlesen.
0.05 $\sigma$	0.0500	Standardabweichung einlesen.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
LMOD	0.0500	Lese-Modus ausschalten
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten.
S:N(0,1)	-0.8167	Simulierte N(0,1)-Zufallszahl
$x\sigma+\mu$	5.1592	Transformierte Zufallszahl auf N(5.2,0.05 <sup>2</sup> )-Verteilung.
EIN	1.0000	Einlesen der Zufallszahl zur Berechnung der Masszahlen.
S:N(0,1)	-0.2060	Wiederholen der letzten drei Schritte, bis 5
$x\sigma+\mu$	5.1897	N(5.2,0.05 <sup>2</sup> )-verteilte Zufallszahlen simuliert
EIN	2.0000	und abgespeichert sind.
S:N(0,1)	-0.4110	
$x\sigma+\mu$	5.1795	
EIN	3.0000	
S:N(0,1)	-0.3798	
$x\sigma+\mu$	5.1810	
EIN	4.0000	
S:N(0,1)	-0.4997	
$x\sigma+\mu$	5.1750	
EIN	5.0000	
EMOD	5.0000	Abschluss der Eingabe
$\bar{y}$	5.1769	Mittelwert und
$s_y$	0.0112	Standardabweichung der simulierten Stichprobe.

CLEAR	0.0000	Start neues Problem (Binärverteilung)
LMOD	0.0000	Lese-Modus einschalten.
0.9126547		
STARTZAHL	0.9127	Einlesen der neuen Startzahl.
0.4 B:π	0.4000	Einlesen des Verteilungsparameters.
LMOD	0.4000	Lese-Modus ausschalten.
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten.
S:Bi(π)	1.0000	Simulation einer binär verteilten Zufallszahl
EIN	1.0000	Eingabe
S:Bi(π)	1.0000	Wiederholen der letzten zwei Schritte, bis 5
EIN	2.0000	Zufallszahlen simuliert und eingegeben sind.
S:Bi(π)	1.0000	
EIN	3.0000	

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
S:Bi( $\pi$ )	1.0000	
EIN	4.0000	
S:Bi( $\pi$ )	0.0000	
EIN	5.0000	
EMOD	5.0000	Ausschalten des Eingabe-Modus
$\bar{y}$	0.8000	Mittelwert und
$s_y$	0.4472	Standardabweichung der simulierten Stichprobe.

CLEAR	0.0000	Start neues Problem (Binomialverteilung)
LMOD	0.0000	Lese-Modus einschalten
.21321576		
STARTZAHL	0.2132	Startzahl einlesen.
6 B:n	6.0000	Die beiden Verteilungs-
0.7 B: $\pi$	0.7000	parameter einlesen.
LMOD	0.7000	Lese-Modus ausschalten.
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten.
S:B(n, $\pi$ )	5.0000	Simulation einer binomialverteilten Zufallszahl
EIN	1.0000	Eingabe der simulierten Zahl
S:B(n, $\pi$ )	4.0000	Wiederholen der letzten zwei Schritte, bis 5
EIN	2.0000	Zufallszahlen simuliert und eingegeben sind.
S:B(n, $\pi$ )	4.0000	
EIN	3.0000	
S:B(n, $\pi$ )	6.0000	
EIN	4.0000	
S:B(n, $\pi$ )	5.0000	
EIN	5.0000	
EMOD	5.0000	Eingabe-Modus ausschalten.
$\bar{y}$	4.8000	Mittelwert und
$s_y$	0.8367	Standardabweichung der simulierten Stichprobe.

Alle vier Simulationsfunktionen können natürlich auch benützt werden, wenn der Eingabe-Modus ausgeschaltet ist.

3.Problem: Klassieren von Daten, arbeiten mit Häufigkeiten.

Gegeben sind 90 Druckfestigkeiten von Betonwürfeln. Daten siehe Abschnitt 7.2 des allgemeinen Konzepts. Wir benützen die dort angegebene Klassierung mit UKG = 187.5 (unterste Klassengrenze), OKG = 512.5 (oberste Klassengrenze) und KB = 25 (Klassenbreite).

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.0000	Start neues Problem
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten.
HISTE	KLASSEN?	Histogramm-Einzelwert-Modus einschalten. Die Anzeige deutet darauf hin, dass noch keine Klassierung eingelesen wurde.
187.5 ENTER+	187.5000	UKG (unterste Klassengrenze),
512.5 ENTER+	512.5000	OKG (oberste Klassengrenze) und
25		KB (Klassenbreite) in den Stack bringen.
KL.EIN	13.0000	Anzahl Klassen. Nach Ausführen von KL.EIN ist nun alles bereit, um die Werte zu klassieren.
KL.AUS	25.0000	Klassierung anzeigen. (KB in der Anzeige).
R+	512.5000	OKG
R+	187.5	UKG
R+	13.0000	K = Anzahl Klassen.
358 EIN	1.0000	Daten eingeben.
392 EIN	2.0000	
568 EIN	ZU GROSS	HALT! Wir haben fälschlicherweise 568 anstelle von 368 eingegeben. Dieser Wert ist grösser als OKG und wird deshalb nicht klassiert.
468 EIN	3.0000	HALT! Der richtige Wert ist 368! Da dieser Wert (468) im gültigen Bereich liegt, wurde er klassiert und muss nun korrigiert werden.
LAST Y	468.0000	Zurückholen des falschen Wertes.
KOR	2.0000	Korrigieren.
168 EIN	ZU KLEIN	HALT! Der korrekte Wert ist immer noch 368. 168 ist kleiner als UKG und wird nicht klassiert.
368 EIN	3.0000	Endlich! Wir geben nun die restlichen Werte
324 EIN	4.0000	fehlerlos ein.
....		(Werte 5 bis 87 eingeben)

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
419 EIN	88.0000	Wert Nr. 88 eingeben
344 EIN	89.0000	
355 EIN	90.0000	nun sind alle Werte klassiert.
EMOD	90.0000	Eingabe ist abgeschlossen.
..		Nun sollen die Häufigkeiten angezeigt werden.
ABS.HAUF	1 : 1	1. Klasse : $h_1 = 1$
ABS.HAUF	2 : 4	2. Klasse : $h_2 = 4$
ABS.HAUF	3 : 6	etc.
ABS.HAUF	4 : 9	
ABS.HAUF	5 : 10	
ABS.HAUF	6 : 19	
ABS.HAUF	7 : 17	
ABS.HAUF	8 : 11	
ABS.HAUF	9 : 7	
ABS.HAUF	10 : 2	
ABS.HAUF	11 : 3	
ABS.HAUF	12 : 0	
ABS.HAUF	13 : 1	
ABS.HAUF	FERTIG	Wir haben alle Häufigkeiten gelistet.
ABS.HAUF	1 : 1	Beginn von vorne: 1. Klasse : $h_1 = 1$
REL.HAUF	2 : 0.0444	Relative Häufigkeit der zweiten Klasse.
		Um die relativen Häufigkeiten von der ersten Klasse an zu erhalten, setzen wir den Klassenzeiger auf die erste Klasse.
1 LIST KL.	1.0000	Klassenzeiger setzen.
REL.HAUF	1 : 0.0111	relative Häufigkeit der 1. Klasse
REL.HAUF	2 : 0.0444	relative Häufigkeit der 2. Klasse
+	0.0556	relative Summenhäufigkeit der Klassen 1 + 2
REL.HAUF	3 : 0.0667	3. Klasse.
+	0.1222	Summenhäufigkeit der ersten 3 Klassen
REL.HAUF	4 : 0.1000	etc.
+	0.2222	
REL.HAUF	5 : 0.1111	
+	0.3333	
REL.HAUF	6 : 0.2111	
+	0.5444	

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
REL.HAUF	7 : 0.1889	
+ ..	0.7333	
REL.HAUF	8 : 0.1222	
+ ..	0.8556	
REL.HAUF	9 : 0.0778	
+ ..	0.9333	
REL.HAUF	10 : 0.0222	
+ ..	0.9556	
REL.HAUF	11 : 0.0333	
+ ..	0.9889	
REL.HAUF	12 : 0.0000	
+ ..	0.9889	
REL.HAUF	13 : 0.0111	
+ ..	1.0000	
REL.HAUF	FERTIG	alle relativen Häufigkeiten sind berechnet, und nebenbei haben wir noch gerade die relativen Summenhäufigkeiten erhalten. Die absoluten Summenhäufigkeiten erhalten wir auf dieselbe Weise.
ABS.HAUF	1 : 1	
ABS.HAUF	2 : 4	
+ ..	5.0000	
ABS.HAUF	3 : 6	
+ ..	11.0000	etc.
		Masszahlen anzeigen.
N	90.0000	Anzahl Beobachtungen
$\sum y$	29825.0000	
$\sum y^2$	10173125.00	
$s_{YY}$	289451.3888	
$\bar{y}$	331.3889	
$s_y^-$	6.0113	
$s_y$	57.0286	
$\bar{y}$	332.2368	Zentralwert
		Empirische Verteilungsfunktion und Inverse.
187.5 $F_N(y)$	0.0000	Die Werte der empirischen Verteilungsfunktion an den Klassengrenzen entspricht gerade den relativen

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
212.5 $F_N(y)$	0.0111	Summenhäufigkeiten. Man vergleiche mit den Werten, die man mit REL.HAUF und + erhalten hat.
237.5 $F_N(y)$	0.0556	
262.5 $F_N(y)$	0.1222	
...		
437.5 $F_N(y)$	0.9556	
462.5 $F_N(y)$	0.9889	
487.5 $F_N(y)$	0.9889	
512.5 $F_N(y)$	1.0000	Berechnen des Prozentsatzes von Beobachtungen, die zwischen 380 und 470 liegen.
470 $F_N(y)$	0.9889	
380 $F_N(y)$	0.8189	
-	0.1700	17% liegen zwischen 380 und 470 .
		Empirische Quantile (Inverse von $F_N(y)$ ).
.5 $F_N^{-1}(p)$	332.2368	Zentralwert
.25 $F_N^{-1}(p)$	293.7500	unteres Quartil
.75 $F_N^{-1}(p)$	365.9091	oberes Quartil
$x \geq y$	293.7500	
-	72.1591	Quartil-Bereich

Einlesen von Häufigkeiten.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
EMOD	90.0000	Einschalten des Eingabe-Modus.
HISTH	1.0000	Einschalten des Histogramm-Häufigkeiten-Modus, Position des Klassenzeigers in der Anzeige.
CLH	1.0000	Löschen aller Häufigkeiten und von $N$ , $\sum y$ und $\sum y^2$ .
1 EIN	2.0000	Klassenzeiger nach Eingabe der 1. Häufigkeit. Häufigkeiten eingeben.
4 EIN	3.0000	
6 EIN	4.0000	
9 EIN	5.0000	
10 EIN	6.0000	
19 EIN	7.0000	
16 EIN	8.0000	
11 EIN	9.0000	

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
7 EIN	10.0000	
2 EIN	11.0000	
3 EIN	12.0000	
0 EIN	13.0000	
1 EIN	FERTIG	Alle Häufigkeiten sind eingegeben.
N	89.0000	??? Das kann nicht stimmen, wir sollten N = 90 haben. Wir haben in der Klasse Nr. 7 fälschlicherweise $h_7 = 16$ anstelle von $h_7 = 17$ eingegeben.
7 LIST KL.	16.0000	Klassenzeiger auf Klasse 7 stellen.
17 EIN	8.0000	Häufigkeit korrigieren (Klassenzeiger in der Anzeige).
N	90.0000	So ist es besser.
EMOD	90.0000	Eingabe-Modus ausschalten.
$S_{yy}$	289451.3888	Grundstatistiken und
$\bar{y}$	331.3889	Mittelwert wie vorher.

4. Problem: Die Verwendung der Transformationsroutine TRA. Wir wollen anstelle der Daten des 1. Problems (Zugkraft von Kabeln) deren Logarithmus eingeben.

Programmieren der Subroutine TRA

1. USER-Modus ausschalten.
2. GTO ALPHA TRA ALPHA
3. PRGM-Modus einschalten      01 LBL 'TRA
4. LN-Taste drücken              02 LN
5. SST-Taste drücken            03 END
6. GTO ..                          PACKING
- 00 REG 28
7. PRGM-Modus ausschalten
8. USER-Modus einschalten

Die Subroutine TRA ist nun zum Einsatz bereit. Wenn nun der TRANS-Modus eingeschaltet wird, so wird jeder Eingabewert vor dem Speichern logarithmiert.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.0000	Start neues Problem
TRANS	0.0000	TRANS-Modus einschalten, Flag 2 setzen.
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten.
5.26 EIN	1.0000	ersten Wert eingeben.
LAST Y	1.6601	= $\ln 5.26$ = natürlicher Logarithmus von 5.26
TRANS	1.6601	Transformation ausschalten.
LAST Y <sup>\</sup>	5.2600	letzter untransformierter Wert.
TRANS	5.2600	Transformation wieder einschalten.
5.17 EIN	2.0000	nächsten Wert eingeben.
LAST Y	1.6429	transformierter Wert (= $\ln 5.17$ )
5.23 EIN	3.0000	
5.19 EIN	4.0000	
...		
5.24 EIN	15.0000	alle Werte sind eingegeben.
EMOD	15.0000	Eingabemodus ausschalten
$\bar{y}$	1.6507	Mittelwert und
$s_y$	0.0085	Standardabweichung der transformierten Daten.

Achtung: Wird KOR verwendet, so muss der zu korrigierende untransformierte Wert in der Anzeige stehen!

Es ist zu beachten, dass die Subroutine TRA in der von uns programmierten Form bestehen bleibt, so lange wir sie nicht im PRGM-Modus wieder abändern. Für die Verarbeitung untransformierter Werte genügt es jedoch, einfach den TRANS-Modus aus-  
zuschalten. Bei jedem Verwenden des TRANS-Modus empfiehlt es sich, die Subroutine TRA zu listen und zu prüfen, ob sie auch korrekt programmiert ist.

## 4 LINMOD PROGRAMMBESCHREIBUNG

### 4.1 DAS TASTENFELD

Das Programm LINMOD dient zur Auswertung einer oder mehrerer Stichproben einer univariaten oder bivariaten Zufallsvariablen, speziell im Zusammenhang mit dem linearen Modell (Regression, Versuchspläne etc.). Die Abbildung 4.1 zeigt das Tastenfeld des Programms mit den Funktionen, die im USER-Modus wirksam sind. Von oben links nach unten rechts sind folgende Funktionen vorhanden:

F-WERT	Berechnen der F-Statistik aus minimalem Summenquadrat und Freiheitsgraden von Alternativ- und Nullmodell.
ABST	Berechnen des F-Tests und der minimalen Summenquadrate für den Abstand mehrerer paralleler Regressionsgeraden.
MANP	F-Test und minimale Summenquadrate für den Mangel an Anpassung an eine Regressionsgerade.
$s(\hat{\alpha})$	Standardabweichung der Nullpunktsordinate (Regression).
$s(\hat{\beta})$	Standardabweichung der Steigung (Regression).
REG	Einfache lineare Regression, Schätzwerte der Parameter und ihre Standardabweichungen sowie minimale Summenquadrate.
PAR	F-Test und minimale Summenquadrate für die Parallelität mehrerer Regressionsgeraden.
EVAR	Einfache Varianzanalyse (Vergleich mehrerer Mittelwerte). F-Test und minimale Summenquadrate.
$\hat{\alpha}$	Schätzwert der Nullpunktsordinate (Regression)
$\hat{\beta}$	Schätzwert der Steigung (Regression)
$m^0$	Freiheitsgrade des minimalen Summenquadrats des Nullmodells.
$m$	Freiheitsgrade des minimalen Summenquadrats des Alternativmodells.
I	Anzahl Gruppen (Grundstatistik)
$s_{\bar{x}}$	Standardabweichung des Mittelwerts $\bar{x}$ .
$s_{\bar{y}}$	Standardabweichung des Mittelwerts $\bar{y}$ .
$S_{\min}^0$	minimales Summenquadrat des Nullmodells.
$S_{\min}$	minimales Summenquadrat des Alternativmodells.

N	Anzahl Beobachtungen (Grundstatistik)
$\bar{x}$	Mittelwert der x-Werte (Grundstatistik)
$\bar{y}$	Mittelwert der y-Werte (Grundstatistik)
CLEAR	Start neues Problem. Löschen aller Register, des Stacks und der Flags.
TRANS	Transformations-Modus ein- und ausschalten (Flag 2).
LAST Y	Anzeigen des zuletzt eingegebenen transformierten oder untransformierten Einzelwertes oder Wertepaares.
KOR	Korrektur eines falsch eingegebenen Einzelwertes oder Wertepaares.
CLG	Löschen der Gruppenstatistiken vor ENDE GRUPPE.
$F(n_1, n_2)$	Berechnen der F-Verteilungsfunktion mit $n_1$ und $n_2$ Freiheitsgraden.
ENDE GRUPPE	Beenden der Eingabe einer Gruppe von Werten.
EIN	Eingabe eines Einzelwertes oder eines Wertepaares.
LMOD	Lese-Modus ein- und ausschalten.
EMOD	Eingabe-Modus ein- und ausschalten.
(X,Y)	Wertepaar-Modus ein- und ausschalten.
$R_{XX}$	Grundstatistik.
$R_{XY}$	Grundstatistik.
$R_{YY}$	Grundstatistik.
$S_{XX}$	Grundstatistik.
$S_{XY}$	Grundstatistik.
$S_{YY}$	Grundstatistik.
$r_{XY}$	Korrelationskoeffizient.
$\sum x$	Summe der x-Werte.
$\sum xy$	Summe der Produkte der x- und y-Werte.
$\sum y$	Summe der y-Werte.
$\sum x^2$	Summe der quadrierten x-Werte.
$J_i$	Anzahl Beobachtungen der i-ten Gruppe.
$\sum y^2$	Summe der quadrierten y-Werte.

Die restlichen Funktionen entsprechen denen des Normal-Modus. Achtung: Drei Funktionen sind versetzt! Siehe Abschnitt 2.2.2, Grundrechner-Funktionen.

# LINMOD

EMOD LMOD TRANS (X,Y) VOR ENDE  
 GRUPPE  
 FLAGS (0) (1) (2) (3) (4)

F-WERT	ABST	MANP	$s(\hat{\alpha})$	$s(\hat{\beta})$
REG	PAR	EVAR	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}$
$m^\circ$	m	l	$s_{\bar{x}}$	$s_{\bar{y}}$
$S_{\min}^\circ$	$S_{\min}$	N	$\bar{x}$	$\bar{y}$
	CLEAR	TRANS	LAST Y	KOR
	CLG	$F(n_1, n_2)$	ENDE GRUPPE	EIN
LMOD	EMOD	(X,Y)	CLX	
ENTER ↑	CHS	EEX	←	
$X \leftrightarrow Y$	$R_{XX}$	$R_{XY}$	$R_{YY}$	
-	7	8	9	
$R \downarrow$	$S_{XX}$	$S_{XY}$	$S_{YY}$	
+	4	5	6	
$r_{xy}$	$\sum x$	$\sum xy$	$\sum y$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	$\sum x^2$	$J_i$	$\sum y^2$	
÷	0	■	R/S	

## 4.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN

### 4.2.1 KONTROLLFUNKTIONEN

CLEAR	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	Register, Stack und Flags löschen.
	OUTPUT	Alle Register und der Stack auf 0 gesetzt, alle Flags gelöscht.

LMOD	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Falls LMOD AUS: Flag 1 setzen (LMOD EINSCHALTEN). Falls LMOD EIN: Flag 1 löschen (LMOD AUSSCHALTEN).
	OUTPUT	Unverändert.

EMOD	INPUT	Falls EMOD AUS: keine Eingabe. Falls EMOD EIN: Die Summenwerte müssen vorhanden sein, wenn N grösser als 0 ist.
	ABLAUF	Falls EMOD AUS: EMOD EINSCHALTEN (Flag 0 setzen). Falls EMOD EIN: EMOD AUSSCHALTEN (Flag 0 löschen), Grundstatistiken $\bar{x}$ , $\bar{y}$ , $s_x^2$ , $s_y^2$ , $S_{XX}$ , $S_{XY}$ und $S_{YY}$ aus den Summenwerten berechnen.
	OUTPUT	$R_X$ : N = totale Anzahl Beobachtungen.

TRANS	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Falls TRANS AUS: TRANS-Modus EINSCHALTEN (Flag 2 setzen). Falls TRANS EIN: TRANS-Modus AUSSCHALTEN (Flag 2 löschen).
	OUTPUT	Unverändert

### 4.2.2 EINGABEFUNKTIONEN

CLG	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	Löschen der Summenwerte der Gruppe, die gerade eingegeben wird. Diese Funktion kann nur vor Drücken von ENDE GRUPPE ausgeführt werden.
	OUTPUT	$R_X$ : I = Anzahl eingegebener Gruppen.

LAST Y	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Anzeigen des zuletzt eingegebenen Wertes oder Wertepaares.
	OUTPUT	Falls (X,Y)-Modus AUS: Einzelwert anzeigen. Falls (X,Y)-Modus EIN: Wertepaar anzeigen. Falls TRANS-Modus EIN: Transformierte Werte anzeigen. Falls TRANS-Modus AUS: Untransformierte Werte anzeigen.

(X,Y)	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Falls (X,Y)-Modus AUS: (X,Y)-Modus EINSCHALTEN (Flag 3). Falls (X,Y)-Modus EIN: (X,Y)-Modus AUSSCHALTEN (Flag 3). Wenn der Wertepaar-Modus (= (X,Y)-Modus) eingeschaltet ist, so erwartet der Rechner die Eingabe von Wertepaaren, sonst von Einzelwerten.
	OUTPUT	Unverändert.

EIN	INPUT	Falls (X,Y)-Modus EIN: $R_X: y_{ij}, R_Y: x_{ij}$ . Falls (X,Y)-Modus AUS: $R_X: y_{ij}$ .
	ABLAUF	Nach allfälliger Transformation (wenn TRANS-Modus EIN), werden die Werte zu den Summenwerten addiert ( $\Sigma$ + - Funktion). Dabei ist der x-Wert = 0, wenn Einzelwerte eingegeben werden. Man beachte: Der y-Wert steht im X-Register, der X-Wert im Y-Register! Die Eingabe von Wertepaaren erfolgt in der Reihenfolge $x_{ij}$ ENTER+ $y_{ij}$ EIN.
	OUTPUT	$R_X: J_i$ = Anzahl Beobachtungen der i-ten Gruppe, die bisher eingegeben wurden.

KOR	INPUT	Das zu korrigierende Wertepaar bzw. der zu korrigierende Einzelwert im Stack, und zwar untransformiert.
	ABLAUF	Umkehrfunktion zu EIN. Entfernen von fehlerhaft eingegebenen Werten.
	OUTPUT	$R_X: J_i$ = Anzahl Beobachtungen der i-ten Gruppe.

ENDE GRUPPE	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Diese Funktion muss ausgeführt werden, wenn alle Daten einer Gruppe eingegeben wurden. Sie berechnet die Gruppenstatistiken und führt die Grundstatistiken nach. Man erkennt an Flag 4, ob man sich im Zustand vor oder nach Drücken von ENDE GRUPPE befindet. Sobald die Funktion EIN oder KOR ausgeführt wird, wird

	<p>das Flag 4 eingeschaltet, d.h. man befindet sich im Zustand VOR ENDE GRUPPE. Drücken von ENDE GRUPPE löscht das Flag 4 wieder.</p> <p>Bemerkung: Die Gruppenstatistiken bleiben auch nach Drücken von ENDE GRUPPE erhalten, und zwar so lange, bis man mit der Eingabe einer neuen Gruppe beginnt (erneutes Ausführen von EIN oder KOR).</p>
OUTPUT	$R_X$ : I = Anzahl eingegebener Gruppen.

#### 4.2.3 VARIABLEN

Zur allgemeinen Funktionsweise der Variablen siehe Abschnitt 2.2.5 .

Variablen sind:  $s(\hat{\alpha})$ ,  $s(\hat{\beta})$ ,  $m^0$ ,  $m$ ,  $I$ ,  $s_{\bar{x}}$ ,  $s_{\bar{y}}$ ,  $S_{\min}^0$ ,  $S_{\min}$ ,  $N$ ,  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $R_{XX}$ ,  $R_{XY}$ ,  $R_{YY}$ ,  $S_{XX}$ ,  $S_{XY}$ ,  $S_{YY}$ ,  $\sum x$ ,  $\sum xy$ ,  $\sum y$ ,  $\sum x^2$ ,  $J_i$ ,  $\sum y^2$ ,  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\beta}$  .

Falls EMOD EIN, sind  $R_{XX}$ ,  $R_{XY}$ ,  $R_{YY}$  gesperrt. Im Zustand VOR ENDE GRUPPE (Flag 4 gesetzt), sind weiter  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $s_{\bar{x}}$ ,  $s_{\bar{y}}$ ,  $S_{XX}$ ,  $S_{XY}$ ,  $S_{YY}$  gesperrt.

Alle übrigen Variablen können jederzeit verwendet werden.

Falls EMOD EIN, beziehen sich die Grundstatistiken und Summenwerte auf die laufende Gruppe (Gruppenstatistiken).

Falls EMOD AUS, beziehen sich die Grundstatistiken und Summenwerte auf die gepoolten Daten (Gesamtstatistiken).

#### 4.2.4 STATISTIKFUNKTIONEN

$F(n_1, n_2)$	INPUT	$R_Z$ : $n_2$ = Freiheitsgrade Nenner $R_Y$ : $n_1$ = Freiheitsgrade Zähler $R_X$ : $y$ = F-Wert.
	ABLAUF	Berechnen der F-Verteilungsfunktion gemäss Algorithmus 1 aus Abschnitt 6.2.2 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X$ : $F(y n_1, n_2)$
F-WERT	INPUT	Minimale Summenquadrate und Freiheitsgrade $S_{\min}^0$ , $m^0$ , $S_{\min}$ , $m$ .
	ABLAUF	Berechnen der F-Statistik. Siehe Abschnitt 12.5.3 des allgemeinen Konzepts.

	OUTPUT	$R_Z: m = n_2 =$ Freiheitsgrade Nenner $R_Y: m^0 - m = n_1 =$ Freiheitsgrade Zähler $R_X:$ F-Wert Der Output der Funktion F-WERT ist gleichzeitig der Input der Funktion $F(n_1, n_2)$ .
--	--------	---

REG	INPUT	$\sum y, \sum y^2, \sum x, \sum x^2, \sum xy, N$ bzw. $J_i, \bar{y}, \bar{x}, S_{YY}, S_{XY}, S_{XX}$ .
	ABLAUF	Berechnen der einfachen linearen Regression. Im Zustand VOR ENDE GRUPPE (Flag 4 gesetzt) ist die Funktion gesperrt. Im Zustand EMOD EIN wird die Regression auf die laufende Gruppe durchgeführt. Im Zustand EMOD AUS wird die Regression auf die gepoolten Daten durchgeführt. Es wird berechnet: $\hat{\alpha}, s(\hat{\alpha}), \hat{\beta}, s(\hat{\beta}), S_{\min} = S_{YY} - S_{XY}^2/S_{XX}$ , $m = N - 2$ bzw. $m = J_i - 2, S_{\min}^0 = S_{YY}, m^0 = N - 1$ bzw. $m^0 = J_i - 1$ .
	OUTPUT	Neben den oben erwähnten Schätzwerten, Standardabweichungen und minimalen Summenquadraten und Freiheitsgraden steht im Stack die F-Statistik zur Prüfung der Steigung. $R_Z: m = N - 2$ bzw. $m = J_i - 2$ $R_Y: m^0 - m = 1$ $R_X: F(\beta=0) =$ F-Statistik zur Prüfung der Steigung.

PAR	INPUT	$\sum S_{\min}(i), R_{YY}, R_{XY}, R_{XX}, N, I$
	ABLAUF	Berechnen der minimalen Summenquadrate und Freiheitsgrade für den Parallelitätstest: $S_{\min} = \sum S_{\min}(i), m = N - 2I, S_{\min}^0 = R_{YY} - R_{XY}^2/R_{XX}, m^0 = N - I - 1$ Berechnen der gemeinsamen Steigung der Geraden: $\hat{\beta} = R_{XY}/R_{XX}$ sowie $s(\hat{\beta})$ . Es ist $\hat{\alpha} = s(\hat{\alpha}) = 0$ .
	OUTPUT	$R_Z: n_2 = I - 1 =$ Freiheitsgrade Nenner $R_Y: n_1 = N - 2I =$ Freiheitsgrade Zähler $R_X:$ F-Wert für die Parallelität. Der Output im Stack dient gleichzeitig als Input für die Funktion $F(n_1, n_2)$ .

ABST	INPUT	$S_{YY}, S_{XY}, S_{XX}, R_{YY}, R_{XY}, R_{XX}, N, I$
	ABLAUF	Berechnen der minimalen Summenquadrate und Freiheitsgrade für den Abstandstest: $S_{\min} = R_{YY} - R_{XY}^2/R_{XX}, m = N - I - 1, S_{\min}^0 = S_{YY} - S_{XY}^2/S_{XX}, m^0 = N - 2$

	OUTPUT	$R_Z: n_2 = N - I - 1 = \text{Freiheitsgrade Nenner}$ $R_Y: n_1 = I - 1 = \text{Freiheitsgrade Zähler}$ $R_X: F\text{-Wert für den Abstand mehrerer paralleler Regressionsgeraden. Der Output dient gleichzeitig als Input für die Funktion } F(n_1, n_2) .$
--	--------	--

MANP	INPUT	$S_{YY}, S_{XY}, S_{XX}, R_{YY}, N, I$
	ABLAUF	Berechnen der minimalen Summenquadrate und Freiheitsgrade für den Mangel an Anpassung an eine Regressionsgerade: $S_{\min} = R_{YY}, m = N - I, S_{\min}^0 = S_{YY} - S_{XY}^2 / S_{XX}, m^0 = N - 2 .$
	OUTPUT	$R_Z: n_2 = N - I = \text{Freiheitsgrade Nenner}$ $R_Y: n_1 = I - 2 = \text{Freiheitsgrade Zähler}$ $R_X: F\text{-Wert für den Mangel an Anpassung.}$ Der Output dient gleichzeitig als Input für die Funktion $F(n_1, n_2)$

EVAR	INPUT	$S_{YY}, R_{YY}, N, I$
	ABLAUF	Berechnen der minimalen Summenquadrate und Freiheitsgrade für die einfache Varianzanalyse: $S_{\min} = R_{YY}, m = N - I, S_{\min}^0 = S_{YY}, m^0 = N - 1 .$
	OUTPUT	$R_Z: n_2 = N - I = \text{Freiheitsgrade Nenner}$ $R_Y: n_1 = I - 1 = \text{Freiheitsgrade Zähler.}$ $R_X: F\text{-Wert für die einfache Varianzanalyse. Der Output dient gleichzeitig als Input für die Funktion } F(n_1, n_2) .$

$r_{XY}$	INPUT	$S_{XX}, S_{XY}, S_{YY}$
	ABLAUF	Berechnen des Korrelationskoeffizienten Falls EMOD EIN, bezieht sich das Resultat auf die laufende Gruppe. Falls EMOD AUS, bezieht sich das Resultat auf die gepoolten Daten. Die Funktion ist im Zustand VOR ENDE GRUPPE (Flag 4 gesetzt) gesperrt.
	OUTPUT	$r_{XY} = \text{Korrelationskoeffizient in der Anzeige.}$

## 4.3 BEMERKUNGEN

### 4.3.1 DIE EINGABELOGIK

Durch Sperren verschiedener Funktionen wird das Risiko von unabsichtlichen Fehlmanipulationen bei der Dateneingabe klein gehalten. Da aber auch hier die Freiheit im Arbeitsablauf möglichst gross gehalten werden soll, ist das Verständnis der Eingabe-logik sehr wichtig. Gemäss dem allgemeinen Konzept erfolgt die Eingabe der Daten gruppenweise. Der Arbeitsablauf geht normalerweise wie folgt:

1. CLEAR Start neues Problem.
2. EMOD Eingabe-Modus einschalten. Nun sind die Funktionen EIN, KOR, LAST Y und CLG zur Benützung freigegeben. Die Funktionen PAR, ABST, EVAR, MANP sowie die Variablen  $R_{YY}$ ,  $R_{XY}$ ,  $R_{XX}$  sind gesperrt, da sie in der Regel keine Bedeutung besitzen, solange noch nicht mehrere Gruppen von Daten eingegeben wurden. Die Funktion  $F(n_1, n_2)$  ist ebenfalls gesperrt.
3. EIN Sobald die erste Zahl eingegeben wurde, befindet man sich im Zustand VOR ENDE GRUPPE, d.h. zwischen Beginn der Eingabe einer Gruppe von Daten und dem Ende, welches durch die Funktion ENDE GRUPPE markiert wird. Flag 4 zeigt an, dass man sich im Zustand VOR ENDE GRUPPE befindet. In diesem Fall sind die Variablen  $\bar{y}$ ,  $s_{\bar{y}}$ ,  $\bar{x}$ ,  $s_{\bar{x}}$ ,  $S_{YY}$ ,  $S_{XY}$ ,  $S_{XX}$  gesperrt, da sie erst bei Ausführung der Funktion ENDE GRUPPE berechnet werden. Ebenfalls gesperrt sind REG, F-WERT und  $r_{XY}$ , da diese auf die noch nicht berechneten Grundstatistiken Zugriff nehmen. Wir nehmen also an, dass ab Beginn der Eingabe mit der Funktion EIN bis zum ENDE GRUPPE nichts anderes gemacht wird als Daten eingelesen. Die Summenwerte  $\sum y$ ,  $\sum y^2$ ,  $\sum x$ ,  $\sum x^2$ ,  $\sum xy$ , die sich auf die laufende Gruppe beziehen, sowie  $J_i$  können hier jederzeit verwendet werden. Gesperrt ist VOR ENDE GRUPPE ebenfalls die Funktion EMOD.
4. ENDE GRUPPE Flag 4 wird gelöscht. Die Masszahlen  $\bar{y}$ ,  $s_{\bar{y}}$ ,  $\bar{x}$ ,  $s_{\bar{x}}$ ,  $S_{YY}$ ,  $S_{XY}$ ,  $S_{XX}$  der zuletzt eingegebenen Gruppe werden berechnet und können abgerufen werden. Falls  $J_i$  kleiner gleich 0 ist, werden diese Masszahlen nicht berechnet, d.h. die entsprechenden Variablen werden nicht verändert. Falls  $J_i = 1$  ist, ist  $s_{\bar{y}} = s_{\bar{x}} = S_{YY} = S_{XY} = S_{XX} = 0$ . REG,  $r_{xy}$  und F-Wert stehen nun zur Benützung frei. Die Gruppenstatistiken werden so lange erhalten, bis zum nächsten Mal EIN oder KOR gedrückt wird, was den Beginn einer neuen Gruppe markiert.

Die Funktion ENDE GRUPPE ist obligatorischer Abschluss jeder Gruppen-eingabe.

- Die Schritte 3 und 4 werden für jede Gruppe wiederholt, bis alle Gruppen eingegeben sind.
- EMOD Eingabe-Modus ausschalten. Hier werden  $\bar{y}$ ,  $s_y^-$ ,  $\bar{x}$ ,  $s_x^-$ ,  $S_{XX}$ ,  $S_{XY}$ ,  $S_{YY}$  aus den gepoolten Daten berechnet. Falls N kleiner gleich 0 ist, so werden diese Masszahlen und Grundstatistiken nicht berechnet. Falls  $N = 1$  ist, so ist  $s_y^- = s_x^- = S_{XX} = S_{XY} = S_{YY} = 0$ .

Dies ist der normale Ablauf, wenn aus den Daten die Grundstatistiken berechnet werden. Der Ablauf ist so eingerichtet, dass zu jedem Zeitpunkt alle Funktionen ein 'vernünftiges' Resultat liefern. Was z.B. aber nicht geprüft wird, ist die Ausführung von REG, wenn Einzelwerte eingegeben wurden. Wir nehmen an, dass der Benutzer selber feststellt, dass in diesem Fall die Regression sinnlos ist.

Gewisse Abweichungen von diesem Schema sind möglich. Drei interessante Fälle werden in den nächsten drei Abschnitten beschrieben.

#### 4.3.2 UNTERBRUCH DER EINGABE

Es ist möglich, nach der Eingabe einer oder mehrerer Gruppen den EMOD auszuschalten, etwas anderes zu rechnen, dann EMOD wieder einzuschalten und weitere Gruppen einzugeben. Dieser Unterbruch kann nicht mitten in einer Gruppe (im Zustand VOR ENDE GRUPPE) ausgeführt werden. Es ist auch nicht möglich, einer einmal abgeschlossenen Gruppe weitere Werte hinzuzufügen.

#### 4.3.3 EINGABE VON GRUPPENSTATISTIKEN

Wenn die Gruppenstatistiken  $\sum y(i)$ ,  $\sum y^2(i)$ ,  $\sum x(i)$ ,  $\sum x^2(i)$ ,  $\sum xy(i)$ ,  $J_i$  für mehrere Gruppen bekannt sind, so können sie nach folgendem Schema in den Rechner eingegeben werden:

- EMOD einschalten.
- EIN drücken (mit beliebigem Wert in der Anzeige). Dies schaltet den Zustand VOR ENDE GRUPPE ein.
- LMOD einschalten.
- Gruppenstatistiken einlesen.
- LMOD ausschalten.
- ENDE GRUPPE drücken. Nun ist die Gruppe eingegeben. Zwischenresultate können gerechnet werden.

Die Schritte 2 bis 6 werden für jede Gruppe wiederholt. Das Drücken von EIN im Schritt 2 ist notwendig, da sonst im Schritt 6 die Funktion ENDE GRUPPE nicht ausgeführt werden kann. Am Schluss wird EMOD ausgeschaltet. Nun sind alle Grundstatistiken zur weiteren Verarbeitung bereit.

#### 4.3.4 EINGABE EINER GRUPPE

Das Verfahren vom vorigen Abschnitt kann etwas abgekürzt werden, wenn nur die Summen  $\sum y$ ,  $\sum y^2$ ,  $\sum x$ ,  $\sum x^2$ ,  $\sum xy$  sowie N eingelesen werden sollen.

1. LMOD einschalten.
2. Summen einlesen.
3. LMOD ausschalten.
4. EMOD ein- und sofort wieder ausschalten.

Nun sind die übrigen Statistiken berechnet und können weiter verarbeitet werden.

#### 4.3.5 DIE VARIABLEN $J_i$ UND N

Die Variablen  $J_i$  und N zeigen immer denselben Wert an, und zwar

falls EMOD EIN : Beide Variablen besitzen den Wert  $J_i$  (Anzahl Beobachtungen der Gruppe i),

falls EMOD AUS : Beide Variablen besitzen den Wert N (totale Anzahl Beobachtungen).

#### 4.3.6 ZU DEN STATISTIKFUNKTIONEN

Die Funktionen REG, PAR, ABST, MANP, EVAR, F-WERT,  $F(n_1, n_2)$  und  $r_{XY}$  lernt man am besten anhand der Beispiele kennen. Wir verwenden dieselben Daten wie im allgemeinen Konzept. Tatsächlich wurden alle Beispiele des allgemeinen Konzepts mit dem vorliegenden Programm gerechnet.

#### 4.4 FEHLERLISTE

Von der Programmanlage her ist es nicht möglich, Fehler von der Art 'DATA-ERROR' oder 'OUT-OF-RANGE' vollständig auszuschließen. Solche Fehler deuten in den meisten Fällen darauf hin, dass Eingabewerte einer Funktion (Variablen) unzulässige Werte besitzen. Vom Programm werden Fehler angezeigt, wenn der Rechner nicht im richtigen Zustand ist. Dies erfolgt durch die Anzeige 'GESPERRT'. Durch fehlerhafte Bedienung in solchen Fällen werden weder der Stack noch die Register beeinflusst. Die nachstehende Tabelle enthält die möglichen Fehleranzeigen und deren Gründe.

TASTE	GRUND
CLG	Flag 4 ist ausgeschaltet
(X,Y)	EMOD ist aus
LAST Y	EMOD ist aus
EIN	EMOD ist aus
KOR	EMOD ist aus
EMOD	Flag 4 ist eingeschaltet
r <sub>XY</sub>	Flag 4 ist eingeschaltet
ENDE	Flag 4 ist ausgeschaltet
GRUPPE	
$\bar{y}$	Flag 4 ist eingeschaltet
$\bar{x}$	Flag 4 ist ein
s <sub>y</sub>	Flag 4 ist ein
s <sub>x</sub>	Flag 4 ist ein
S <sub>YY</sub>	Flag 4 ist ein
S <sub>XY</sub>	Flag 4 ist ein
S <sub>XX</sub>	Flag 4 ist ein
R <sub>YY</sub>	EMOD ist eingeschaltet
R <sub>XY</sub>	EMOD ist ein
R <sub>XX</sub>	EMOD ist ein
F-WERT	Flag 4 ist eingeschaltet
REG	Flag 4 ist eingeschaltet
EVAR	EMOD ist eingeschaltet
PAR	EMOD ist ein
ABST	EMOD ist ein
MANP	EMOD ist ein
F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	EMOD ist ein

## 4.5 BEISPIELE

Wir verzichten hier auf ein Beispiel für eine Stichprobe einer univariaten Zufallsvariablen. Dafür ist speziell das Programm STAT1 geeignet, obwohl alle der dort ausgeführten Operationen mit unklassierten Daten auch mit dem Programm LINMOD gemacht werden können (ev. mit etwas mehr Aufwand).

1. Problem: Eine Stichprobe einer bivariaten Zufallsvariablen - einfache lineare Regression, Korrelationskoeffizient.

Gegeben ist das Körpergewicht  $x$  und das Hirngewicht  $y$  von 10 Delphinen der Art *Stenella Styx*. Daten siehe Beispiel 2, Abschnitt 13.1.3 des allgemeinen Konzepts. Wir arbeiten nicht mit den Daten direkt, sondern  $x$ - und  $y$ -Werte sollen vorgängig logarithmiert werden. Wir müssen deshalb die Transformationsroutine TRA vorbereiten. Im Normalmodus führen wir folgende Operationen aus:

```
GTO ALPHA TRA ALPHA
PRGM                01 LBL 'TRA
LN (y-Wert logarithmieren) 02 LN
X<>Y (x-Wert in Anzeige)  03 X<>Y
LN (x-Wert logarithmieren) 04 LN
X<>Y (ursprüngliche Reihen- 05 X<>Y
    folge von x- und y-Wert)
SST                06 END
GTO ..             PACKING
                  00 REG 69

PRGM
USER
```

Nun ist die Transformationsroutine nach Einschalten des TRANS-Modus verfügbar.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.0000	Start neues Problem.
TRANS	0.0000	Transformationsmodus (Flag 2) einschalten.
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten (Flag 0).
(X,Y)	0.0000	Wertepaar-Modus einschalten (Flag 3).
		Nun ist der Rechner zur Aufnahme der Daten bereit.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
35 ENTER+	35.0000	Dateneingabe. Die Eingabe von Paaren (x,y) erfolgt immer von links nach rechts, d.h. in der Reihenfolge x ENTER+ y EIN. Nach EIN steht in der Anzeige die Anzahl eingegebener Wertepaare. Nach dem ersten Drücken von EIN erscheint das Flag 4: Wir befinden uns im Zustand VOR ENDE GRUPPE.
692 EIN	1.0000	
51 ENTER+	51.0000	
840 EIN	2.0000	
65 ENTER+	65.0000	
840 EIN	3.0000	
64 ENTER+	64.0000	
785 EIN	4.0000	
62 ENTER+	62.0000	
980 EIN	5.0000	
42 ENTER+	42.0000	
805 EIN	6.0000	
71 ENTER+	71.0000	
835 EIN	7.0000	
63 ENTER+	63.0000	
930 EIN	8.0000	
36 ENTER+	36.0000	
795 EIN	9.0000	
45 ENTER+	45.0000	
690 EIN	10.0000	
ENDE GRUPPE	1.0000	Anzeige: Anzahl eingegebener Gruppen. Flag 4 wird gelöscht. Diese Funktion muss auch dann ausgeführt werden, wenn nur eine Gruppe (I = 1) eingegeben wird!
EMOD	1.0000	Eingabe-Modus ausschalten. $R_x$ : I = Anzahl Gruppen.
$\sum y$	67.0281	Summenwerte listen.
$\sum y^2$	449.3874	
$\sum x$	39.4812	
$\sum x^2$	156.4933	
$\sum xy$	264.7996	
N	10.0000	Grundstatistiken und
$S_{YY}$	0.1105	Masszahlen
$S_{XY}$	0.1643	
$S_{XX}$	0.6164	

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
$\bar{y}$	6.7028	Mittelwert der logarithmierten Hirngewichte
$s_{-y}$	0.0350	Standardabweichung des Mittelwerts
$\bar{x}$	3.9481	Mittelwert der logarithmierten Körpergewichte
$s_{-x}$	0.0828	Standardabweichung des Mittelwerts.
$r_{XY}$	0.6295	Korrelationskoeffizient. Als Beispiel für die Verwendung der Variablen zeigen wir die Berechnung von $r_{XY}$ aus den Grundstatistiken ohne Programm.
$S_{XY}$	0.1643	$S_{XY}$ in den Stack rufen.
$S_{XX}$	0.6164	$S_{XX}$ in der Anzeige, $S_{XY}$ ist im Y-Register.
$S_{YY}$	0.1105	$R_X: S_{YY}, R_Y: S_{XX}, R_Z: S_{XY}$
x	0.0681	$R_X: S_{XX} \cdot S_{YY}, R_Y: S_{XY}$
$\sqrt{x}$	0.2610	$R_X: (S_{XX} \cdot S_{YY})^{\frac{1}{2}}, R_Y: S_{XY}$
÷	0.6295	und in der Anzeige steht das Resultat $r_{XY}$ . Wir berechnen nun die Regressionsgerade.
REG	5.2506	F-Wert für den Test der Steigung auf Null.
R+	1.0000	Freiheitsgrade Zähler.
R+	8.0000	Freiheitsgrade Nenner.
R+	?	(dieser Wert hat hier keine Bedeutung).
R+	5.2506	Stack-Zustand wiederhergestellt.
$S_{min}$	0.0667	minimales Summenquadrat des Alternativmodells
m	8.0000	Freiheitsgrade
$S_{min}^0$	0.1105	minimales Summenquadrat des Nullmodells : $\beta = 0$ .
$m^0$	9.0000	Freiheitsgrade.
$\hat{\alpha}$	5.6506	geschätzte Nullpunktsordinate.
$s(\hat{\alpha})$	0.4601	Standardabweichung.
$\hat{\beta}$	0.2665	geschätzte Steigung.
$s(\hat{\beta})$	0.1163	Standardabweichung.
F-WERT	5.2506	Derselbe F-Wert wie nach Ausführen von REG, berechnet aufgrund der Inhalte von $S_{min}^0, S_{min}, m^0$ , m. F-Wert für den Test der Steigung auf Null.
$F(n_1, n_2)$	0.9488	Die Steigung ist zu einem Niveau von 5% nicht signifikant. In der Anzeige steht $F(5.2506 1,8)$ .

Damit sind die hauptsächlichen Berechnungen der einfachen linearen Regression durchgeführt. Weitere Berechnungen und Tests können je nach Wunsch mit den Formeln des Kapitels 13.1, einfache lineare Regression, des allgemeinen Konzepts durchgeführt werden.

2. Problem: Mehrere Gruppen von paarweise verbundenen Zufallsvariablen - Parallelität und Abstand.

Es liegt eine weitere Gruppe von 19 Messungen des Körper- und Hirngewichts der Delphinart 'Delphinus Delphi' vor. Daten siehe Abschnitt 13.4, Parallelitätstest, im allgemeinen Konzept. Es soll die Regressionsgerade für diese Gruppe geschätzt werden, es soll geprüft werden, ob die Regressionsgeraden für die beiden Gruppen 'Stenella Styx' und 'Delphinus Delphi' als parallel betrachtet werden können, und, falls ja, soll geprüft werden, ob der Abstand der Regressionsgeraden (die Differenz der Nullpunktsordinaten) signifikant von Null verschieden ist.

Wir könnten jetzt von vorne beginnen und auch die Daten der ersten Gruppe (Stenella Styx) erneut einlesen. Dies ist jedoch nicht notwendig, da die Daten ja bereits im Rechner vorhanden sind. Wir geben nur die Daten der zweiten Gruppe ein. Achtung: Wir führen diesmal die Funktion CLEAR NICHT aus!

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten Falls TRANS-Modus und (X,Y)-Modus nicht mehr eingeschaltet sind: TRANS und (X,Y) drücken!
58 ENTER+	58.0000	Dateneingabe.
875 EIN	1.0000	
59 ENTER+	59.0000	
820 EIN	2.0000	
...		
40 ENTER+	40.0000	
660 EIN	18.0000	
52 ENTER+	52.0000	
685 EIN	19.0000	Alle 19 Wertepaare sind eingegeben.
ENDE GRUPPE	2.0000	Abschluss der Dateneingabe der 2.ten Gruppe.
$\sum y$	125.9528	Summenwerte listen.
$\sum y^2$	835.1211	
$\sum x$	74.7343	
$\sum x^2$	294.4987	
$\sum xy$	495.5982	
$J_i$	19.0000	
REG	9.0544	F-Wert für den Test der Steigung auf Null.
R+	1.0000	Freiheitsgrade Zähler.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
R+	17.0000	Freiheitsgrade Nenner.
$S_{YY}$	0.1685	Grundstatistiken
$S_{XY}$	0.1779	und Masszahlen der Gruppe 'Delphinus Delphi'
$S_{XX}$	0.5402	
$\bar{y}$	6.6291	
$s_{\bar{y}}$	0.0222	
$\bar{x}$	3.9334	
$s_{\bar{x}}$	0.0397	
$r_{XY}$	0.5895	Korrelationskoeffizient.
$S_{min}$	0.1099	minimales Summenquadrat des Alternativmodells
m	17.0000	Freiheitsgrade.
$S_{min}^0$	0.1685	minimales Summenquadrat des Nullmodells $\beta = 0$ .
$m^0$	18.0000	Freiheitsgrade.
$\hat{a}$	5.3342	geschätzte Nullpunktsordinate
$s(\hat{a})$	0.4307	Standardabweichung.
$\hat{\beta}$	0.3292	geschätzte Steigung
$s(\hat{\beta})$	0.1094	Standardabweichung.
		Jetzt sind die Resultate der Gruppe 'Delphinus Delphi' bekannt. Wir schliessen nun die Eingabe ab.
EMOD	2.0000	Eingabe-Modus ausschalten.
$\sum y$	192.9809	Die Summenwerte, Grundstatistiken etc. beziehen sich nun auf die Daten ohne Berücksichtigung der Gruppierung (gepoolte Daten).
$\sum y^2$	1284.5085	
$\sum x$	114.2155	
$\sum x^2$	450.9919	
$\sum xy$	760.3979	
N	29.0000	totale Anzahl Beobachtungen
I	2.0000	Anzahl Gruppen.
$S_{YY}$	0.3146	
$S_{XY}$	0.3493	
$S_{XX}$	1.1581	
$R_{YY}$	0.2790	
$R_{XY}$	0.3421	
$R_{XX}$	1.1567	

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
PAR	0.1602	F-Wert des Parallelitätstests
R+	1.0000	Freiheitsgrade Zähler
R+	25.0000	Freiheitsgrade Nenner
R+	?	(diese Zahl ist hier ohne Bedeutung)
R+	0.1602	Stack ist wiederhergestellt.
$F(n_1, n_2)$	0.3076	= $F(0.1602 1,25)$ . Es besteht kein Grund zur Annahme, dass die Regressionsgeraden nicht parallel sind.
$S_{m \min}$	0.1766	minimales Summenquadrat des Modells $\beta_1 \neq \beta_2$ .
m	25.0000	Freiheitsgrade.
$S_{m \min}^0$	0.1778	minimales Summenquadrat des Modells $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ .
$m^0$	26.0000	Freiheitsgrade.
$\hat{\beta}$	0.2958	Schätzwert der gemeinsamen Steigung.
$s(\hat{\beta})$	0.0769	Standardabweichung.
$\hat{\alpha}$	0.0000	Dieser Wert besitzt hier keine Bedeutung, da wir nicht wissen, ob die beiden Gruppen nicht unterschiedliche Nullpunktsordinaten besitzen. Diese Frage wird mit dem gleich folgenden Abstandstest geprüft.
ABST	4.6039	F-Wert für den Abstandstest.
R+	1.0000	Freiheitsgrade Zähler.
R+	26.0000	Freiheitsgrade Nenner.
$S_{m \min}$	0.1778	minimales Summenquadrat des Alternativmodells
m	26.0000	Freiheitsgrade.
$S_{m \min}^0$	0.2093	minimales Summenquadrat des Nullmodells.
$m^0$	27.0000	Freiheitsgrade.
F-WERT	4.6039	Gleicher F-Wert wie nach ABST.
$F(n_1, n_2)$	0.9586	Der Abstand zwischen den zwei Regressionsgeraden ist zu einem Niveau von 5% signifikant von Null verschieden.

3. Problem: Test auf Mangel an Anpassung an eine Regressionsgerade.

Es liegen als Daten vor: Das Thymusgewicht  $y$  von Mäusen in Abhängigkeit vom Lebensalter in Tagen  $x$ . Daten siehe Abschnitt 13.3, Mangel an Anpassung, im allgemeinen Konzept.

Die  $y$ -Werte sollen logarithmiert werden. Wir müssen die Subroutine TRA neu programmieren. TRA soll gleichzeitig dazu dienen, dass wir den  $x$ -Wert, der ja über eine Gruppe konstant bleibt, nicht jedesmal eingetippt werden muss. Wir verwenden als Hilfsregister die Variable  $\beta$ , da wir die Regression vor dem Ende der Dateneingabe nicht benötigen. Wir nehmen an, dass die Routine TRA nur aus den beiden Zeilen LBL 'TRA und END besteht. Andernfalls entfernen wir alle dazwischen stehenden Zeilen mit der Delete-Funktion + (siehe Programmierhandbuch). Die Routine TRA wird wie folgt neu programmiert:

```

USER-Modus ausschalten
GTO ALPHA TRA ALPHA
PRGM                01 LBL 'TRA
LN (y-Wert logarithmieren)  02 LN
USER-Modus einschalten
 $\beta$  (LN-Taste!)          03 XEQ '30
USER-Modus ausschalten
X<>Y (richtige Reihenfolge!) 04 X<>Y
SST                05 END
GTO ..            PACKING
                00 REG 69
    
```

PRGM-Modus ausschalten  
 USER-Modus einschalten.

Nun steht die Routine nach Einschalten des TRANS-Modus zur Verfügung. Die Funktion XEQ '30 in der Zeile 03 ruft den Inhalt der Variablen  $\beta$  in die Anzeige zurück, wenn der LMOD ausgeschaltet ist.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.0000	Start neues Problem.
TRANS	0.0000	Transformations-Modus einschalten (Flag 2).
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten (Flag 0)
(X,Y)	0.0000	Wertepaar-Modus einschalten (Flag 3).
LMOD	0.0000	Lese-Modus einschalten.
1 $\beta$	1.0000	$x$ -Wert der 1. Gruppe in $\beta$ abspeichern.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
LMOD	1.0000	Lese-Modus ausschalten. Nun ist der x-Wert für die erste Gruppe im Hilfsregister gespeichert.
79 EIN	1.0000	Dateneingabe der 1. Gruppe. Obwohl wir eigentlich Wertepaare eingeben müssen, können wir nur die y-Werte eingeben, da der x-Wert durch die Routine TRA automatisch in den Stack geholt wird.
69 EIN	2.0000	
36 EIN	3.0000	
43 EIN	4.0000	
60 EIN	5.0000	
ENDE GRUPPE	1.0000	Erste Gruppe ist eingegeben. Wir müssen nun den x-Wert der 2. Gruppe in das Hilfsregister bringen ( $x = 2$ ).
LMOD	1.0000	
2 ß	2.0000	
LMOD	2.0000	Der x-Wert ist gespeichert.
68 EIN	1.0000	Die Dateneingabe für die weiteren Gruppen erfolgt nun immer nach demselben Schema.
69 EIN	2.0000	
72 EIN	3.0000	
60 EIN	4.0000	HALT! Falscher Wert eingegeben. Richtig wäre $y = 90$ . Wir müssen korrigieren.
LAST Y	4.0943	= Ln 60. Es erscheint der transformierte Wert, da TRANS eingeschaltet ist.
TRANS	4.0943	TRANS-Modus ausschalten.
LAST Y	60.0000	Der zuletzt eingegebene untransformierte y-Wert.
TRANS	60.0000	Transformationsmodus einschalten.
KOR	3.0000	nun ist der falsche Wert korrigiert.
90 EIN	4.0000	richtiger Wert eingegeben.
67 EIN	5.0000	
ENDE GRUPPE	2.0000	Abschluss der Eingabe der 2. Gruppe.
LMOD	2.0000	Lese-Modus einschalten.
3 ß	3.0000	x-Wert der 3. Gruppe speichern.
LMOD	3.0000	Lese-Modus ausschalten.
118 EIN	1.0000	Eingabe der 3. Gruppe.
88 EIN	2.0000	
82 EIN	3.0000	

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
113 EIN	4.0000	
103 EIN	5.0000	
ENDE GRUPPE	3.0000	3. Gruppe eingegeben.
LMOD	3.0000	
4 ß	4.0000	x-Wert der 4. Gruppe.
LMOD		
125 EIN	1.0000	
120 EIN	2.0000	
88 EIN	3.0000	
116 EIN	4.0000	
115 EIN	5.0000	
ENDE GRUPPE	4.0000	4. Gruppe eingegeben.
LMOD	4.0000	
5 ß	5.0000	x-Wert der 5. Gruppe.
LMOD		
115 EIN	1.0000	
145 EIN	2.0000	
105 EIN	3.0000	
140 EIN	4.0000	
145 EIN	5.0000	
ENDE GRUPPE	5.0000	5. Gruppe eingegeben.
LMOD	5.0000	
6 ß	6.0000	x-Wert der 6. Gruppe.
LMOD		
165 EIN	1.0000	
154 EIN	2.0000	
145 EIN	3.0000	
143 EIN	4.0000	
178 EIN	5.0000	
ENDE GRUPPE	6.0000	6. Gruppe eingegeben.
EMOD	6.0000	Abschluss der Eingabe.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
N	30.0000	totale Anzahl Beobachtungen
I	6.0000	Anzahl Gruppen
S <sub>YY</sub>	4.4542	
S <sub>XY</sub>	17.6303	
S <sub>XX</sub>	87.5000	
R <sub>YY</sub>	0.7889	
R <sub>XY</sub>	-2.0000	-08 Dieser Wert sollte exakt 0 sein, ist es aber
R <sub>XX</sub>	0.0000	wegen Rundungsfehlern nicht. R <sub>XY</sub> und R <sub>XX</sub> werden
		beim Test auf Mangel an Anpassung nicht gebraucht.
MANP	0.8594	F-Wert des Tests auf Mangel an Anpassung.
R+	4.0000	Freiheitsgrade Zähler.
R+	24.0000	Freiheitsgrade Nenner.
S <sub>min</sub>	0.7889	minimales Summenquadrat des Alternativmodells.
m	24.0000	Freiheitsgrade.
S <sub>min</sub> <sup>0</sup>	0.9018	minimales Summenquadrat des Nullmodells.
m <sup>0</sup>	28.0000	Freiheitsgrade.
F-WERT	0.8594	wie nach Drücken von MANP.
F(n <sub>1</sub> , n <sub>2</sub> )	0.4977	Der F-Wert ist zum Niveau von 5% nicht signifi-
		kant, d.h. es spricht nichts gegen die Annahme
		einer Regressionsgeraden.
REG	110.2910	Regression auf die gepoolten Daten.
â	3.8829	Nullpunktsordinate.
s(â)	0.0747	
ß	0.2015	Steigung
s(ß)	0.0192	

Nachdem der Test auf Mangel an Anpassung nicht gegen die Durchführung einer Regressionsrechnung gesprochen hat, erhalten wir die Schätzwerte etc. sofort durch Drücken der Funktion REG. Es ist allerdings zu beachten, dass man auf keinen Fall auf eine grafische Darstellung oder andere diagnostische Hilfsmittel verzichten sollte, um die Zulässigkeit der linearen Regression sicherzustellen. Der Test auf Mangel an Anpassung an eine Regressionsgerade kann - wie jeder nicht im Kontext betrachtete statistische Test - recht trügerisch sein und gewisse Formen der Nicht-linearität nicht erkennen.

4. Problem: Mehrere Gruppen einer univariaten Zufallsvariablen - einfache Varianzanalyse oder Vergleich mehrerer Mittelwerte.

Wir verwenden das Beispiel aus Abschnitt 13.6 des allgemeinen Konzepts. Gegeben sind die Längen von Kuckuckseiern in den Nestern dreier Vogelarten. Hier ist - für einmal - keine Datentransformation notwendig.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.0000	Start neues Problem.
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten.
22.0 EIN	1.0000	Eingabe der Daten der 1. Gruppe.
23.9 EIN	2.0000	
...		
23.0 EIN	14.0000	
ENDE GRUPPE	1.0000	Daten der 1. Gruppe sind eingegeben.
$J_i$	14.0000	Beobachtungen der 1. Gruppe
$\bar{y}$	23.1143	Grundstatistiken
$S_{YY}$	14.3171	
21.8 EIN	1.0000	2. Gruppe eingeben.
23.0 EIN	2.0000	
...		
23.0 EIN	16.0000	
ENDE GRUPPE	2.0000	
$J_i$	16.0000	Beobachtungen der 2. Gruppe
$\bar{y}$	22.5563	Grundstatistiken
$S_{YY}$	6.9794	
19.8 EIN	1.0000	3. Gruppe eingeben.
22.1 EIN	2.0000	
...		
21.0 EIN	15.0000	
ENDE GRUPPE	3.0000	
$J_i$	15.0000	Beobachtungen der 3. Gruppe
$\bar{y}$	21.1200	Grundstatistiken
$S_{YY}$	7.9640	
EMOD	3.0000	Eingabe-Modus ausschalten.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
N	45.0000	totale Anzahl Beobachtungen.
I	3.0000	Anzahl Gruppen.
S <sub>YY</sub>	60.3725	Grundstatistiken.
R <sub>YY</sub>	29.2605	
EVAR	22.3287	F-Wert für die einfache Varianzanalyse.
R+	2.0000	Freiheitsgrade Zähler.
R+	42.0000	Freiheitsgrade Nenner.
F-WERT	22.3287	F-Wert wie nach EVAR
F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	1.0000	F(22.3287 2,42)
USER	1.0000	USER-Modus ausschalten.
FIX 9	0.999999752	Diese Wahrscheinlichkeit zeigt, dass zu einem Niveau von 5% die mittleren Längen der Kuckuckseier in den Nestern der drei Vogelarten voneinander verschieden sind.

## 5 DIST PROGRAMMBESCHREIBUNG

### 5.1 DAS TASTENFELD

DIST ist ein Programm zur Berechnung von Verteilungsfunktionen und ihrer Inversen. Die verwendeten Algorithmen sind in Kapitel 6, Verteilungsgesetze, des allgemeinen Konzepts beschrieben. Die Abbildung 5.1 zeigt das Tastenfeld mit den Funktionen, die im USER-Modus wirksam sind. Von oben links nach unten rechts stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

INV $F(n_1, n_2)$	Inverse der F-Verteilung.
INV $T(n)$	Inverse der t-Verteilung.
INV $\chi^2(n)$	Inverse der Chiquadrat-Verteilung.
INV $N(0,1)$	Inverse der Standardnormalverteilung.
INV $B(n, \pi)$	Inverse der Binomialverteilung.
$F(n_1, n_2)$	F-Verteilung mit $n_1$ und $n_2$ Freiheitsgraden.
$T(n)$	t-Verteilung mit $n$ Freiheitsgraden.
$\chi^2(n)$	Chiquadrat-Verteilung mit $n$ Freiheitsgraden.
$N(0,1)$	Standardnormalverteilung.
$B(n, \pi)$	Binomialverteilung mit Parametern $n$ und $\pi$ .
$\sigma$	Skalierungskonstante für lineare Transformation.
$x\sigma + \mu$	Lineare Transformation. Umkehrfunktion zu $(x-\mu)/\sigma$ .
$\epsilon$	Genauigkeitsgrenze für iterativen Nullstellentalgorithmus SOLVE.
INV $H(N, k, n)$	Inverse der hypergeometrischen Verteilung.
INV Poiss( $\lambda$ )	Inverse der Poisson-Verteilung.
$\mu$	Verschiebungskonstante für lineare Transformation.
$(x-\mu)/\sigma$	Lineare Transformation. Umkehrfunktion zu $x\sigma + \mu$ .
SOLVE	Iterativer Nullstellentalgorithmus (Regula Falsi).
$H(N, k, n)$	Hypergeometrische Verteilung mit Parametern $N$ , $k$ und $n$ .
Poiss( $\lambda$ )	Poissonverteilung mit Parameter $\lambda$ .
CLEAR	Start neues Problem.
LAST P	Letztes Argument einer inversen Verteilungsfunktion.
LAST Y	Letztes Argument einer Verteilungsfunktion.

REST	Stack-Restore. Wiederherstellung des Stackinhalts.
APPR	Approximations-Zustand (Flag 3).
STOP	Stop-Zustand (Flag 4) bei iterativem Nullstellenalgorithmus.
SAVE	Stack-Save. Speichern des Stack-Inhalts.
LMOD	Lese-Modus (Flag 1).
F:n <sub>1</sub>	Freiheitsgrade im Zähler der F-Verteilung.
F:n <sub>2</sub>	Freiheitsgrade im Nenner der F-Verteilung.
y <sub>0</sub>	Startwert des Nullstellenalgorithmus.
T:n	Freiheitsgrade der t-Verteilung.
$\chi^2$ :n	Freiheitsgrade der Chiquadrat-Verteilung.
y <sub>1</sub>	Startwert des Nullstellenalgorithmus.
B:n	Parameter der Binomialverteilung.
B:π	Parameter der Binomialverteilung.
Poiss:λ	Parameter der Poissonverteilung.
H:N	Parameter der hypergeometrischen Verteilung.
H:k	Parameter der hypergeometrischen Verteilung.
H:n	Parameter der hypergeometrischen Verteilung.

Die übrigen Funktionen sind die des Rechners im Normal-Modus. Achtung: Drei Funktionen sind versetzt! Siehe Abschnitt 2.2.2, Grundrechner-Funktionen.

# DIST

FLAGS (0)      LMOD (1)      (2)      APPR (3)      STOP (4)

INV F( $n_1, n_2$ )	INV T( $n$ )	INV $\chi^2$ ( $n$ )	INV N(0,1)	INV B( $n, \pi$ )
F( $n_1, n_2$ )	T( $n$ )	$\chi^2$ ( $n$ )	N(0,1)	B( $n, \pi$ )
$\sigma$	$x\sigma + \mu$	$\epsilon$	INV H(N,k,n)	INV Poiss( $\lambda$ )
$\mu$	$(x - \mu)/\sigma$	SOLVE	H(N,k,n)	Poiss( $\lambda$ )
	CLEAR	LAST P	LAST Y	REST
		APPR	STOP	SAVE
LMOD			CLX	
ENTER ↑		CHS	EEX	←
X<>Y	F: $n_1$	F: $n_2$	$y_0$	
-	7	8	9	
R ↓	T: $n$	$\chi^2$ : $n$	$y_1$	
+	4	5	6	
×	B: $n$	B: $\pi$	Poiss: $\lambda$	
	1	2	3	
$\sqrt{x}$	H:N	H:k	H: $n$	
÷	0	■	R/S	

## 5.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN

### 5.2.1 KONTROLLFUNKTIONEN

CLEAR	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Alle Register, Flags und Stack löschen, Genauigkeitsgrenze auf $10^{-8}$ setzen.
	OUTPUT	Stack und Register auf Null gesetzt, mit Ausnahme von $\epsilon$ , das den Wert $10^{-8}$ besitzt.

LMOD	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Falls LMOD AUS: LMOD EINSCHALTEN (Flag 1 setzen). Falls LMOD EIN: LMOD AUSSCHALTEN (Flag 1 löschen).
	OUTPUT	Unverändert.

APPR	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Falls APPR AUS: APPR einschalten (Flag 3 setzen). Falls APPR EIN: APPR ausschalten (Flag 3 löschen). Ist der Approximations-Modus eingeschaltet, so liefern die Inversen der F-, T-, Chiquadrat- und Normalverteilung eine Approximation. Ist APPR ausgeschaltet, so werden die Inversen auf Genauigkeit $\epsilon$ berechnet.
	OUTPUT	Unverändert.

STOP	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Falls STOP AUS: STOP einschalten (Flag 4 setzen). Falls STOP EIN: STOP ausschalten (Flag 4 löschen). Ist der STOP-Modus eingeschaltet, so wird beim Nullstellenalgorithmus nach jedem Schritt die Zielgrösse angezeigt.
	OUTPUT	Unverändert.

### 5.2.2 EINGABEFUNKTIONEN

Bei diesem Programm fehlt der Eingabemodus EMOD. Die Verteilungsparameter werden mittels LMOD in die Variablen gelesen, und die Funktionen entnehmen die Argumente direkt aus der Anzeige. Die folgenden Funktionen dienen der Eingabekontrolle und der Kontrolle des Stackinhalts.

LAST P	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Letztes Argument einer inversen Verteilungsfunktion in den Stack rufen.
	OUTPUT	$R_X: p =$ letztes Argument einer inversen Verteilungsfunktion.

LAST Y	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Letztes Argument einer Verteilungsfunktion in den Stack rufen.
	OUTPUT	$R_X: y =$ letztes Argument einer Verteilungsfunktion.

SAVE	INPUT	Inhalt der Stack-Register $R_Y$ , $R_Z$ und $R_T$ .
	ABLAUF	Die drei Stack-Register $R_Y$ , $R_Z$ und $R_T$ werden gespeichert und können später mit REST wieder abgerufen werden.
	OUTPUT	Unverändert.

REST	INPUT	Die zuletzt mit SAVE gespeicherten Stackinhalte.
	ABLAUF	REST überschreibt die Stackregister ausser $R_X$ .
	OUTPUT	$R_X$ : unverändert. $R_Y$ , $R_Z$ und $R_T$ besitzen den Inhalt, der mit der Funktion SAVE gespeichert wurde.

### 5.2.3 VARIABLEN

Zur allgemeinen Funktionsweise der Variablen siehe Abschnitt 2.2.5 .

Variablen sind:  $\mu$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$ ,  $F:n_1$ ,  $F:n_2$ ,  $y_0$ ,  $T:n$ ,  $x^2:n$ ,  $y_1$ ,  $B:n$ ,  $B:\pi$ , Poiss: $\lambda$ ,  $H:N$ ,  $H:k$ ,  $H:n$  .

Alle Variablen können jederzeit benutzt werden.

### 5.2.4 STATISTIKFUNKTIONEN

$(x-\mu)/\sigma$	INPUT	Inhalt der Anzeige $R_X = x$ .
	ABLAUF	Lineare Transformation des X-Registers.
	OUTPUT	$R_X: (x-\mu)/\sigma$

$x\sigma+\mu$	INPUT	Inhalt der Anzeige $R_X = x$ .
	ABLAUF	Lineare Transformation des X-Registers.
	OUTPUT	$R_X: x\sigma+\mu$

$F(n_1, n_2)$	INPUT	$R_x$ : Argument $y$ grösser gleich 0. $F:n_1$ : Freiheitsgrade Zähler $n_1$ . $F:n_2$ : Freiheitsgrade Nenner $n_2$ . $n_1$ und $n_2$ müssen beide ganzzahlig und grösser gleich 1 sein.
	ABLAUF	Berechnen der F-Verteilungsfunktion gemäss Algorithmus (1) im Abschnitt 6.2.2 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_x$ : $F(y n_1, n_2)$ .

INV $F(n_1, n_2)$	INPUT	$R_x$ : Wahrscheinlichkeit $p$ zwischen 0 und 1. Parameter $n_1$ und $n_2$ wie bei der Funktion $F(n_1, n_2)$ .
	ABLAUF	Berechnen der Inversen gemäss der Beschreibung in Abschnitt 6.2.2 des allgemeinen Konzepts. Falls APPR eingeschaltet ist, wird ein approximatives Resultat geliefert. Falls APPR ausgeschaltet ist, wird die Inverse mittels des Nullstellenalgorithmus auf die Genauigkeit $\epsilon$ berechnet.
	OUTPUT	$R_x$ : $y_p$ so, dass $F(y_p   n_1, n_2) = p$ gilt.

$T(n)$	INPUT	$R_x$ : Argument $y$ . $T:n$ Freiheitsgrade, ganzzahlig, grösser gleich 1.
	ABLAUF	Berechnen der t-Verteilungsfunktion gemäss Algorithmus (1) des Abschnitts 6.2.3 im allgemeinen Konzept.
	OUTPUT	$R_x$ : $T(y n)$ .

INV $T(n)$	INPUT	$R_x$ Wahrscheinlichkeit $p$ zwischen 0 und 1. $T:n$ wie bei der Funktion $T(n)$ .
	ABLAUF	Berechnen der Inversen gemäss der Cornish-Fisher-Approximation in Abschnitt 6.2.3 des allgemeinen Konzepts. Falls APPR ausgeschaltet ist, wird das Resultat mit dem Nullstellenalgorithmus iterativ verbessert.
	OUTPUT	$R_x$ : $y_p$ so, dass $T(y_p   n) = p$ gilt.

$\chi^2(n)$	INPUT	$R_x$ : Argument $y$ grösser gleich 0. $\chi^2:n$ Freiheitsgrade, ganzzahlig, grösser gleich 1.
	ABLAUF	Berechnen der Chiquadrat-Verteilung gemäss Algorithmus (1) in Abschnitt 6.2.4 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_x$ : $\chi^2(y n)$ .

INV $\chi^2(n)$	INPUT	$R_X$ : Wahrscheinlichkeit $p$ zwischen 0 und 1. Freiheitsgrade $n$ wie bei der Funktion $\chi^2(n)$ .
	ABLAUF	Berechnen der Inversen gemäss Algorithmus (3) des Abschnitts 6.2.4 im allgemeinen Konzept. Falls APPR aus ist, wird das Resultat mit dem Nullstellenalgorithmus iterativ verbessert.
	OUTPUT	$R_X$ : $y_p$ so, dass $\chi^2(y_p   n) = p$ gilt.
N(0,1)	INPUT	$R_X$ : Argument $y$ .
	ABLAUF	Berechnen der Standardnormalverteilung gemäss Algorithmus (1) des Abschnitts 6.2.1 im allgemeinen Konzept. Falls $y$ betragsmässig grösser als 6 ist, ist das Resultat 0 bzw 1.
	OUTPUT	$R_X$ : $N(y 0,1)$ .
INV N(0,1)	INPUT	$R_X$ : Wahrscheinlichkeit $p$ zwischen 0 und 1.
	ABLAUF	Berechnen der Inversen gemäss Algorithmus (3) des Abschnitts 6.2.1 im allgemeinen Konzept. Falls APPR ausgeschaltet ist, wird das Resultat mit dem Nullstellenalgorithmus iterativ verbessert.
	OUTPUT	$R_X$ : $y_p$ so, dass $N(y_p 0,1) = p$ gilt.
B(n, $\pi$ )	INPUT	$R_X$ : Argument $y$ . $B$ : $n$ ganzzahlig, grösser gleich 1. $B$ : $\pi$ zwischen 0 und 1.
	ABLAUF	Berechnen der Binomialverteilung gemäss Abschnitt 6.3.1 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X$ : $B(y n,\pi)$ .
INV B(n, $\pi$ )	INPUT	$R_X$ : Wahrscheinlichkeit $p$ zwischen 0 und 1. Parameter $B$ : $n$ und $B$ : $\pi$ wie bei der Funktion $B(n,\pi)$ .
	ABLAUF	Berechnen der Inversen gemäss dem in Abschnitt 6.3 in der Einleitung beschriebenen Verfahren (im allgemeinen Konzept).
	OUTPUT	$R_X$ : $y_p$ so, dass $B(y_p   n, \pi) \geq p$ und $B(y_p - 1   n, \pi) < p$ gilt. $R_Y$ : $B(y_p   n, \pi)$ .
Poisson( $\lambda$ )	INPUT	$R_X$ : Argument $y$ grösser gleich 0. Poisson: $\lambda$ grösser als 0.
	ABLAUF	Berechnen der Poissonverteilung gemäss dem Algorithmus in Abschnitt 6.3.3 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X$ : Poisson( $y \lambda$ ).

INV Poiss( $\lambda$ )	INPUT	$R_X$ : Wahrscheinlichkeit $p$ zwischen 0 und 1 . Parameter $\lambda$ wie bei der Funktion Poiss( $\lambda$ ).
	ABLAUF	Berechnen der Inversen gemäss dem in der Einleitung zu Abschnitt 6.3 des allgemeinen Konzepts beschriebenen Verfahren.
	OUTPUT	$R_X$ : $y_p$ so, dass Poiss( $y_p   \lambda$ ) $\geq p$ und Poiss( $y_p - 1   \lambda$ ) $< p$ gilt. $R_Y$ : Poiss( $y_p   \lambda$ ) .

H(N,k,n)	INPUT	$R_X$ : Argument $y$ grösser gleich 0. H:N = Umfang der Grundgesamtheit, ganzzahlig, grösser als 0. H:k = Anzahl 'defekte' Elemente, ganzzahlig, grösser gleich 0 und kleiner gleich N. H:n = Stichprobenumfang, ganzzahlig, grösser als 0 und kleiner gleich N.
	ABLAUF	Berechnen der hypergeometrischen Verteilung gemäss dem in Abschnitt 6.3.4 des allgemeinen Konzepts beschriebenen Algorithmus.
	OUTPUT	$R_X$ : H( $y   N, k, n$ ) .

INV H(N,k,n)	INPUT	$R_X$ : Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und 1. Parameter N, k und n wie bei der Funktion H(N,k,n).
	ABLAUF	Berechnen der Inversen gemäss dem in der Einleitung zu Abschnitt 6.3 des allgemeinen Konzepts beschriebenen Verfahren.
	OUTPUT	$R_X$ : $y_p$ so, dass H( $y_p   N, k, n$ ) $\geq p$ und H( $y_p - 1   N, k, n$ ) $< p$ gilt. $R_Y$ : H( $y_p   N, k, n$ ) .

SOLVE	INPUT	Alpha-Register: Name der Funktion F(y). $R_X$ : Zielgrösse p. $y_0, y_1$ : zwei voneinander verschiedene Startwerte für die Iteration. $\epsilon$ : Genauigkeit.
	ABLAUF	Vergleiche Abschnitt 6.4 des allgemeinen Konzepts. Ausgehend von den beiden Startwerten $y_0$ und $y_1$ werden iterativ $y_2, y_3, \dots$ berechnet, so dass F( $y_i$ ) immer genauer mit der Zielgrösse p übereinstimmt. Das Verfahren wird abgebrochen, wenn für ein i F( $y_i$ ) - p betragsmässig kleiner als $\epsilon$ ist. Die Funktion F muss als Programm im Rechner gespeichert sein. Falls der STOP-Modus eingeschaltet ist, wird nach jedem Schritt der Wert F( $y_i$ ) angezeigt. In diesem Fall muss man

	die Ausführung weiterer Schritte mit der R/S - Taste auslösen. Der Wert $y_i$ steht immer in der Variablen $y_1$ zur Verfügung.
OUTPUT	$R_X$ : $y$ so, dass $F(y) = p$ gilt.

## 5.3 BEMERKUNGEN

### 5.3.1 DER STACK

Die Inhalte der Stack-Register  $R_Y$ ,  $R_Z$  und  $R_T$  werden durch praktisch alle Funktionen verändert. Wenn man die Stack-Inhalte für eine weitere Verarbeitung aufbewahren will, so benützt man die Funktionen SAVE und REST. Diese beiden Funktionen werden typischerweise wie folgt eingesetzt:

1. Eingeben des Funktionsarguments in die Anzeige
2. SAVE speichert den momentanen Inhalt von  $R_Y$ ,  $R_Z$ ,  $R_T$ .
3. Ausführen einer Funktion. Das Resultat steht in der Anzeige.  
Die Register  $R_Y$ ,  $R_Z$  und  $R_T$  sind verändert.
4. REST überschreibt  $R_Y$ ,  $R_Z$  und  $R_T$  mit den vorher mit SAVE gespeicherten Werten. Die Anzeige  $R_X$  wird dadurch nicht tangiert.

### 5.3.2 PARAMETERBEREICHE

Keines der Programme ist dagegen gefeit, mit einem Fehler (entweder 'DATA-ERROR' oder 'OUT-OF-RANGE') zu enden. Die Gründe dafür können sein:

1. Unzulässige Parameter. Keines der Programme prüft die Zulässigkeit der Parameter. Wenn also etwa die Freiheitsgrade  $n_1$  und  $n_2$  der F-Verteilung nicht ganzzahlig oder kleiner als 1 sind, so endet das Programm entweder mit einem Fehler oder mit einem unkorrekten oder unsinnigen Resultat.
2. Der Algorithmus bewältigt die Kombination von Argument und Parametern nicht. Beispielsweise liefert die Funktion  $F(n_1, n_2)$  für  $n_1 = n_2 = 656$  und  $y = 1$  das bis auf die achte Kommastelle korrekte Resultat  $F(1|656, 656) = 0.500000023$ , während für  $n_1 = n_2 = 658, 660, 662, 664$  und  $666$  das offensichtlich falsche Resultat  $F(1|n_1, n_2) = 0$  geliefert wird. Für  $n_1 = n_2 = 668$  bricht das Programm mit der Fehlermeldung 'OUT-OF-RANGE' die Berechnung ab.

Ein solches Verhalten des Algorithmus zeigt eine Schwäche an: Der Algorithmus kann die Funktion nicht korrekt berechnen, wenn beide Freiheitsgrade 'gross' und gerade sind. Leider ist es so, dass die exakten Gültigkeitsgrenzen nicht nur von den Parametern, sondern auch vom Argument  $y$  abhängen. Es ist deshalb fast unmöglich, die genauen Grenzen anzugeben, innerhalb derer die Algorithmen korrekte Resultate liefern.

Wenn man auf die numerischen Grenzen eines Algorithmus stösst, so gibt es nichts anderes, als einen anderen Algorithmus zu verwenden, zum Beispiel eine Approximation. Im Beispiel der F-Verteilung würde man etwa den Algorithmus (2) aus Abschnitt 6.2.2 des allgemeinen Konzepts verwenden.

Wir verzichten deshalb auf die Angabe von Gültigkeitsgrenzen. Der Benutzer ist aufgerufen, die Plausibilität eines Ergebnisses im extremen Bereich anhand von heuristischen Ueberlegungen und Ueberprüfungen mit weiteren Algorithmen (Approximationen, Grenzübergänge wie in Abschnitt 6.5 des allgemeinen Konzepts) zu sichern. Es gibt in diesem Bereich der Numerik einfach keine Allheilmittel. Für die Bereiche der Funktionen, die durch die üblichen Tabellenwerke abgedeckt sind, sind die vorliegenden Algorithmen aber durchaus zuverlässig.

### 5.3.3 RECHENZEIT

Die Rechenzeit ist je nach Parametern und Argumenten zum Teil sehr unterschiedlich. Sie liegt im 'Normalfall' für die Verteilungsfunktionen zwischen wenigen Sekunden und zwei bis drei Minuten. Falls der Nullstellenalgorithmus verwendet wird, so vervielfacht sich die Rechenzeit natürlich mit der Anzahl Iterationen.

## 5.4 FEHLERLISTE

Wie bei den Bemerkungen dargelegt wurde, können Fehler wie 'DATA-ERROR' oder 'OUT-OF-RANGE' bei extremen Kombinationen der Argumente und Parameter durchaus auftreten. Weitere Fehlermeldungen vom Programm aus erfolgen nicht. Wir betonen nochmals, dass die Zulässigkeit der Parameter und Argumente nicht geprüft werden.

Beim Nullstellenalgorithmus SOLVE ist ein 'DATA-ERROR' häufig darauf zurückzuführen, dass die Startwerte  $y_0$  und  $y_1$  ungünstig gewählt sind. Eine Veränderung der Startwerte schafft hier oft Abhilfe.

## 5.5 BEISPIELE

### 1. F-Verteilung

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
		Berechnen von $F(5 1,10)$ .
CLEAR	0.000000000	Start neues Problem.
LMOD	0.000000000	Lese-Modus einschalten.
1 F:n <sub>1</sub>	1.000000000	Freiheitsgrade Zähler.
10 F:n <sub>2</sub>	10.00000000	Freiheitsgrade Nenner.
LMOD	10.00000000	LMOD ausschalten.
5 F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	0.950667805	= $F(5 1,10)$ . Zeit ca. 6s. Berechnen von $F(2.5 5,15)$ .
LMOD		
5 F:n <sub>1</sub>	5.000000000	Freiheitsgrade Zähler
15 F:n <sub>2</sub>	15.00000000	Freiheitsgrade Nenner
LMOD		
2.5 F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	0.922565049	= $F(2.5 5,15)$ . Zeit ca. 11s. Berechnen von $F(1.14 17,123)$
LMOD		
17 F:n <sub>1</sub>	17.00000000	Freiheitsgrade einlesen.
123 F:n <sub>2</sub>	123.00000000	
LMOD		
1.14 F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	0.675324403	Das Resultat. Zeit ca. 44s. Berechnen von $F(1.14 17,124)$ .
LMOD		
124 F:n <sub>2</sub>	124.00000000	Freiheitsgrade Nenner. F:n <sub>1</sub> = 17 ist noch im Rechner!
LMOD		
1.14 F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	0.675454855	Das Resultat. Zeit ca. 34s. Berechnen des 95%-Quantils der F-Verteilung mit n <sub>1</sub> = 17 und n <sub>2</sub> = 10 Freiheitsgraden.
LMOD		
1-F:n <sub>1</sub>	1.000000000	Freiheitsgrade
10 F:n <sub>2</sub>	10.00000000	einlesen.
LMOD		
.95 INV F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	4.964602713	Das Resultat. Zeit ca. 47s.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
LMOD		Berechnen des 95%-Quantils der F-Verteilung mit $n_1 = 5$ und $n_2 = 15$ Freiheitsgraden, approximativ und genau.
5 F:n <sub>1</sub>	5.000000000	Freiheitsgrade
15 F:n <sub>2</sub>	15.000000000	einlesen.
LMOD		
APPR	15.000000000	Approximations-Modus einschalten.
.95 INV F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	2.828385194	Das Resultat. Zeit ca. 7s.
APPR		Approximations-Modus ausschalten.
STOP		STOP-Modus einschalten.
LAST P	0.950000000	Letztes Argument in die Anzeige holen.
INV F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	0.949236560	1. Schritt. Zeit ca. 40s.
R/S	0.949851022	2. Schritt. Zeit ca. 12s.
R/S	0.949998761	3. Schritt. Zeit ca. 12s.
R/S	0.949999998	4. Schritt . Zeit ca. 12s. Jetzt ist die Differenz zu 0.95 kleiner als die geforderte Genauigkeit von $10^{-8} = 0.00000010$ .
R/S	2.901294493	Das Resultat.
STOP		STOP-Modus ausschalten.

## 2. t-Verteilung.

LMOD		Berechnen von $T(2 12)$ .
12 T:n	12.000000000	Freiheitsgrade einlesen.
LMOD		
2 T(n)	0.965672439	Das Resultat. Zeit ca. 8s. Berechnen von $1 - T(-2 12)$
2 CHS	-2.000000000	
T(n)	0.034327507	$T(-2 12)$ . Zeit ca. 8s.
1 X<>Y		
-	0.965672493	Das Resultat. Berechnen von $T(2.2 12) - T(1.1 12)$
2.2 T(n)	0.975931594	$T(2.2 12)$
1.1 SAVE	1.100000000	Stack speichern.
T(n)	0.853545131	$T(1.1 12)$

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
REST		Stack ( $R_Y$ , $R_Z$ und $R_T$ ) wieder abrufen.
X<>Y	0.975931594	T(2.2 12)
X<>Y	0.853545131	T(1.1 12)
-	0.122386463	Das Resultat. Berechnen des 70%-Quantils der T(12) - Verteilung, approximativ und genau.
APPR		Approximations-Modus einschalten.
.7 INV T(n)	0.538203615	Das approximative Resultat. Zeit ca. 8s.
LAST P	0.700000000	Argument in die Anzeige zurückholen.
APPR		Approximations-Modus ausschalten.
INV T(n)	0.538617667	Das genaue Resultat. Zeit ca. 48s.

### 3. Chi-Quadrat-Verteilung

L MOD		Berechnen von $\chi^2(5 6)$ .
6 $\chi^2$ :n	6.000000000	Freiheitsgrade.
L MOD		
5 $\chi^2$ (n)	0.456186884	Das Resultat. Zeit ca. 4s. Berechnen von $\chi^2(5 7)$ .
L MOD		
7 $\chi^2$ :n	7.000000000	Freiheitsgrade.
L MOD		
5 $\chi^2$ (n)	0.340036770	Das Resultat. Zeit ca. 14s. Berechnen des 2.5%-Quantils der $\chi^2(4)$ - Verteilung, approximativ und genau.
L MOD		
4 $\chi^2$ :n	4.000000000	Freiheitsgrade.
L MOD		
APPR		APPR-Modus einschalten.
.025 INV $\chi^2$ (n)	0.448966752	Das approximative Resultat. Zeit ca. 6s.
APPR		APPR-Modus ausschalten.
.025 INV $\chi^2$ (n)	0.484418558	Das genaue Resultat. Zeit ca. 29s. Zum Vergleich, was dieser Unterschied bedeutet.
.448966752		
$\chi^2$ (n)	0.021724895	

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
.484418558		
SAVE	0.484418558	Stack speichern.
$x^2(n)$	0.025000000	
REST		Stack zurückholen.
X<>Y	0.021724895	
-	0.003275105	Die absolute Differenz.
LAST P	0.025000000	
÷	0.131004212	
100 x	13.10042120	Die relative Differenz beträgt ca. 13% .

#### 4. Normalverteilung.

1.645 N(0,1)	0.950015095	Berechnen von N(1.645 0,1) Das Resultat. Zeit ca. 8s. Berechnen des 95% - Quantils der N(0,1) - Verteilung, approximativ und genau.
APPR		APPR-Modus einschalten.
.95 INV N(0,1)	1.645211441	Das approximative Resultat. Zeit ca. 5s.
APPR		APPR-Modus ausschalten.
STOP		STOP-Modus einschalten.
.95 INV N(0,1)	0.949994590	1. Schritt. Zeit ca. 30s.
R/S	0.950000793	2. Schritt. Zeit ca. 9s.
R/S	0.950000000	3. Schritt. Zeit ca. 9s. Genauigkeit ist erreicht.
R/S	1.644853631	Das genaue Resultat.
STOP		STOP-Modus ausschalten. Berechnen von N(12 10,2 <sup>2</sup> )
LMOD		
10 $\mu$	10.00000000	Mittelwert einlesen.
2 $\sigma$	2.000000000	Standardabweichung einlesen.
LMOD		
12 $(x-\mu)/\sigma$	1.000000000	Auf N(0,1) - Variable transformiert.
N(0,1)	0.841344746	Das Resultat. Zeit ca. 6s. Das 30%-Quantil der N(10,2 <sup>2</sup> ) - Verteilung berechnen.
.3 INV N(0,1)	-0.524400513	Resultat für N(0,1)-Verteilung. Zeit ca. 35s.
$x\sigma+\mu$	8.951198974	Das Resultat für die N(10,2 <sup>2</sup> )-Verteilung.

5. Binomialverteilung.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
LMOD		Berechnen von $B(3 5,0.7)$
5 B:n	5.000000000	Parameter
.7 B:π		einlesen.
LMOD		
3 B(n,π)	0.471780000	Das Resultat. Zeit ca. 5s.
.7 INV B(n,π)	4.000000000	Das 70%-Quantil der $B(5,0.7)$ -Verteilung berechnen.
X<>Y	0.831930000	Das Resultat. d.h. $B(4 5,0.7) = 0.83193$ und $B(3 5,0.7) < 0.7$ .

6. Poissonverteilung.

LMOD		Berechnen von $Poiss(y 3.5)$ für $y = 1,2,3,17,18,19$ und $20$ .
3.5 Poiss:λ	3.500000000	Parameter einlesen.
LMOD		
1 Poiss(λ)	0.135888225	$Poiss(1 3.5)$ . Zeit ca. 3s.
2 Poiss(λ)	0.320847199	$Poiss(2 3.5)$ . Zeit ca. 3.5s.
3 Poiss(λ)	0.536632668	$Poiss(3 3.5)$ . Zeit ca. 4s.
17 Poiss(λ)	0.999999965	$Poiss(17 3.5)$ . Zeit ca. 9s.
18 Poiss(λ)	0.999999994	$Poiss(18 3.5)$ . Zeit ca. 9.5s.
19 Poiss(λ)	0.999999999	$Poiss(19 3.5)$ . Zeit ca. 10s.
20 Poiss(λ)	1.000000000	$Poiss(20 3.5)$ . Zeit ca. 10.5s. Dieser Wert stimmt theoretisch nicht. Er sollte strikte kleiner als 1 sein. Die Genauigkeitsgrenze des Algorithmus ist erreicht.

7. Hypergeometrische Verteilung.

LMOD		Berechnen von $H(y 30,5,10)$ für $y = 0,1, \dots, 6$ .
30 H:N	30.00000000	Parameter einlesen.
5 H:k	5.000000000	
10 H:n	10.00000000	
LMOD		

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
0 H(N,k,n)	0.108795419	H(0 30,5,10) . Zeit ca. 6s.
1 H(N,k,n)	0.448781104	H(1 30,5,10) . Zeit ca. 7s.
2 H(N,k,n)	0.808765947	H(2 30,5,10) . Zeit ca. 7.5s.
3 H(N,k,n)	0.968759211	H(3 30,5,10) . Zeit ca. 8s.
4 H(N,k,n)	0.998231654	H(4 30,5,10) . Zeit ca. 8.5s.
5 H(N,k,n)	1.000000000	H(5 30,5,10) . Zeit ca. 2s. Diese Resultat ist exakt!
6 H(N,k,n)	1.000000000	H(6 30,5,10) . Zeit ca. 2s. Auch dies ist exakt.

### 8. Verwendung von SOLVE.

Problem: Gesucht  $y$  so, dass  $y + \ln y = 5$  ist. Diese Gleichung kann nicht nach  $y$  aufgelöst werden. Wir schreiben ein Programm für die Funktion  $F(y) = y + \ln y$ .

1. USER-Modus ausschalten.
2. GTO ..
3. PRGM-Modus einschalten.      00 REG 18
4. LBL ALPHA FUNKT ALPHA      01 LBL 'FUNKT
- LN                              02 LN
- LAST X                        03 LASTX
- +                                04 +
5. GTO ..                         PACKING
- 00 REG 16
6. PRGM-Modus ausschalten.
7. USER-Modus einschalten.

Nun ist die Funktion FUNKT zum Gebrauch bereit.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.000000000	Start neues Problem.
LMOD	0.000000000	Lese-Modus einschalten.
1 $y_0$	1.000000000	Startwerte
10 $y_1$	10.00000000	einlesen.
LMOD		
ALPHA		
FUNKT	FUNKT	Name der Funktion ins Alpha-Register geben.
ALPHA	10.00000000	

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
STOP	10.00000000	STOP-Modus einschalten.
5 SOLVE	5.616645531	1. Schritt.
R/S	4.943203169	2. Schritt.
R/S	5.000754345	3. Schritt.
R/S	5.000000997	4. Schritt.
R/S	5.000000000	5. Schritt. Die Genauigkeit von $10^{-8}$ ist erreicht.
R/S	3.693441359	Das Resultat.
LMOD		Ausführen von SOLVE für ein anderes Argument.
1 $y_0$	1.000000000	Startwerte erneut eingeben!
10 $y_1$	10.00000000	
LMOD		
0.5 SOLVE	0.094132227	1. Schritt.
R/S	0.824704302	2. Schritt.
R/S	0.521106277	3. Schritt.
R/S	0.498924556	4. Schritt.
R/S	0.500003634	5. Schritt.
R/S	0.500000001	6. Schritt. Die Genauigkeit von $10^{-8}$ ist erreicht.
R/S	0.766248608	Das Resultat.

Wenn die eigene Funktion nicht mehr benötigt wird, kann sie mit  
 XEQ ALPHA CLP ALPHA ALPHA FUNKT ALPHA gelöscht werden.

## 6 KURV PROGRAMMBESCHREIBUNG

### 6.1 DAS TASTENFELD

KURV ist ein Programm zur Auswertung von Kurvenverläufen nach der Trapezmethode. Die Methode ist in Kapitel 19 des allgemeinen Konzepts beschrieben. Die Abbildung 6.1 zeigt das Tastenfeld mit den Funktionen, die im USER-Modus zur Verfügung stehen. KURV ist im Prinzip ein Teilprogramm von LINMOD, wobei aus den einzelnen Kurven zuerst die Flächen  $f_j$  und die Steigungen  $b_j$  gerechnet werden. Das Paar  $(f_j, b_j)$  entspricht dem Paar  $(x_j, y_j)$  im Programm LINMOD. Von oben links nach unten rechts sind folgende Funktionen vorhanden:

$\sum-$	Korrektur von Paaren $(f_j, b_j)$ , die mit $\sum+$ eingegeben wurden.
ABST	Abstandstest mehrerer Gruppen von parallelen Kurvenverläufen.
$s(\check{\alpha})$	Standardabweichung von $\check{\alpha}$ .
$s(\check{\beta})$	Standardabweichung von $\check{\beta}$ .
$\sum+$	Eingabe von Paaren $(f_j, b_j)$ von Flächen und Steigungen.
PAR	Parallelitätstest mehrerer Gruppen von Kurvenverläufen.
MASS	Berechnen der Masszahlen aus den Grundstatistiken.
$\check{\alpha}$	Trapezschätzer der Nullpunktsordinate.
$\check{\beta}$	Trapezschätzer der Steigung.
ZEIT EIN $t_1, t_p, P$	Eingabe des ersten und des letzten Zeitpunktes und der Anzahl Zeitpunkte.
ZEIT AUS	Anzeige der Zeitpunkte-Einteilung.
I	Anzahl eingegebener Gruppen.
$s(\bar{f})$	Standardabweichung von $\bar{f}$ .
$s(\bar{b})$	Standardabweichung von $\bar{b}$ .
$f_j$	Fläche unter der soeben eingegebenen Kurve.
$b_j$	Steigung der soeben eingegebenen Kurve.
N	totale Anzahl Beobachtungen.
$\bar{f}$	Mittlere Fläche einer Gruppe von Kurven.
$\bar{b}$	Mittlere Steigung einer Gruppe von Kurven.
CLEAR	Start neues Problem.
TRANS	Transformations-Modus ein- und ausschalten.

LAST Y	Anzeigen der zuletzt eingegebenen Werte.
KOR	Korrektur von Werten, die mit EIN falsch eingegeben wurden.
CLG	Löschen einer Gruppe von Kurven.
CLK	Löschen der zuletzt eingegebenen Kurve.
ENDE GRUPPE	Abschluss der Eingabe einer Gruppe von Kurven.
EIN	Eingabe der Einzelwerte einer Kurve.
LMOD	Lese-Modus ein- und ausschalten.
EMOD	Eingabe-Modus ein- und ausschalten.
(T,Y)	(T,Y)-Modus für nicht äquidistante Kurven ein- und ausschalten.
$R_{FF}$	Entspricht $R_{XX}$ in LINMOD.
$R_{FB}$	Entspricht $R_{XY}$ in LINMOD.
$R_{BB}$	Entspricht $R_{YY}$ in LINMOD.
$S_{FF}$	Entspricht $S_{XX}$ in LINMOD.
$S_{FB}$	Entspricht $S_{XY}$ in LINMOD.
$S_{BB}$	Entspricht $S_{YY}$ in LINMOD.
$\int f$	Entspricht $\int x$ in LINMOD.
$\int fb$	Entspricht $\int xy$ in LINMOD.
$\int b$	Entspricht $\int y$ in LINMOD.
$\int f^2$	Entspricht $\int x^2$ in LINMOD.
$J_i$	Anzahl Kurven in der laufenden Gruppe.
$\int b^2$	Entspricht $\int y^2$ in LINMOD.

Alle übrigen Funktionen sind die des Rechners im Normal-Modus. Achtung: Drei Funktionen sind versetzt! Siehe Abschnitt 2.2.2, Grundrechner-Funktionen.

# KURV

EMOD      LMOD      TRANS      (T,Y)      VOR ENDE  
 FLAGS      0      1      2      3      GRUPPE      4

$\Sigma^-$	ABST		$s(\ddot{\alpha})$	$s(\ddot{\beta})$
$\Sigma^+$	PAR	MASS	$\ddot{\alpha}$	$\ddot{\beta}$
ZEIT EIN $t_j, t_p, P$	ZEIT AUS	I	$s(\bar{f})$	$s(\bar{b})$
$f_j$	$b_j$	N	$\bar{f}$	$\bar{b}$
	CLEAR	TRANS	LAST Y	KOR
	CLG	CLK	ENDE GRUPPE	EIN
	LMOD	EMOD	(T,Y)	CLX
ENTER ↑	CHS	EEX	←	
X<>Y	RFF	RFB	RBB	
-	7	8	9	
R ↓	SFF	SFB	SBB	
+	4	5	6	
x	$\Sigma f$	$\Sigma fb$	$\Sigma b$	
	1	2	3	
$\sqrt{x}$	$\Sigma f^2$	$J_i$	$\Sigma b^2$	
÷	0	■	R/S	

## 6.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN

### 6.2.1 KONTROLLFUNKTIONEN

CLEAR	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Alle Register, Stack und Flags löschen.
	OUTPUT	Alle Register und der Stack sind auf Null gesetzt.

LMOD	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Falls LMOD AUS: Lese-Modus einschalten (Flag 1 setzen) . Falls LMOD EIN: Lese-Modus ausschalten (Flag 1 löschen) .
	OUTPUT	Unverändert.

EMOD	INPUT	Siehe Programm LINMOD.
	ABLAUF	Eingabe-Modus (Flag 0) ein- und ausschalten. Die Funktion arbeitet genau gleich wie im Programm LINMOD.
	OUTPUT	Siehe Programm LINMOD.

TRANS	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Transformations-Modus ein- und ausschalten (Flag 2). Zur Funktionsweise siehe Abschnitt 2.4 . Achtung: Zeitpunkte können nicht transformiert werden, nur die Kurvenpunkte!
	OUTPUT	Unverändert.

### 6.2.2 EINGABEFUNKTIONEN

(T,Y)	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	(T,Y)-Modus für nicht äquidistante Kurven ein- und ausschalten (Flag 3). Wenn der (T,Y)-Modus eingeschaltet ist, so erwartet der Rechner, dass Paare $(t_p, y_p)$ von Zeitpunkten und Kurvenpunkten eingegeben werden.
	OUTPUT	Unverändert.

CLG	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Löschen einer Gruppe von Kurven VOR ENDE GRUPPE. Gleiche Funktion wie im Programm LINMOD.
	OUTPUT	Siehe Programm LINMOD.

EIN	INPUT	Kurvenpunkte $y_p$ oder Paare von Zeitpunkten $(t_p, y_p)$ . Siehe Programm LINMOD.
	ABLAUF	Aus den Kurven- und Zeitpunkten einer Kurve wird deren Fläche und Steigung berechnet. Zur Eingabelogik siehe Bemerkung 6.3.1 . Am Schluss der Eingabe einer Kurve wird 'FERTIG' angezeigt, und die Fläche $f_j$ und die Steigung $b_j$ können abgelesen werden von den entsprechenden Variablen.
	OUTPUT	$R_x$ : Anzahl eingegebener Punkte einer Kurve.

KOR	INPUT	Zu korrigierender Kurvenpunkt $y_p$ bzw. Zeit- und Kurvenpunkt. Untransformierte Werte in der Anzeige!
	ABLAUF	Völlig analog wie die Funktion KOR in LINMOD. Achtung: Der letzte Kurvenpunkt $y_p$ kann nicht individuell korrigiert werden! Nach der Anzeige 'FERTIG' muss die ganze Kurve gelöscht werden.
	OUTPUT	Anzahl eingegebener Kurvenpunkte.

CLK	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Löschen der in der Eingabe befindlichen Kurve. Die Funktion kann auch noch benützt werden, wenn die Kurve bereits ganz eingegeben wurde (also nach der Anzeige 'FERTIG', aber bevor mit der Eingabe einer neuen Kurve begonnen wird).
	OUTPUT	Anzahl eingegebener Kurven der laufenden Gruppe.

LAST Y	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Völlig identisch mit der Funktion LAST Y von LINMOD .
	OUTPUT	Die zuletzt eingegebenen transformierten oder untransformierten Kurven- und Zeitpunkte.

ENDE GRUPPE	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Völlig identisch mit der Funktion ENDE GRUPPE in LINMOD.
	OUTPUT	Anzahl eingegebener Gruppen.

$\Sigma+$	INPUT	Wertepaare $(f_j, b_j)$ .
	ABLAUF	Falls von den Kurven bereits die Flächen und Steigungen vorliegen, wird anstelle von EIN die Funktion $\Sigma+$ verwendet. Die Funktion arbeitet gleich wie im Normal-Modus des Rechners.
	OUTPUT	Anzahl eingegebener Wertepaare.

Σ-	INPUT	zu korrigierendes Wertepaar $(f_j, b_j)$ .
	ABLAUF	Gleiche Funktion wie im Normal-Modus. Σ- wird anstelle von KOR verwendet, wenn von den Kurven bereits die Flächen und Steigungen vorhanden sind.
	OUTPUT	Anzahl eingegebener Wertepaare.

### 6.2.3 VARIABLEN

Zur allgemeinen Funktionsweise der Variablen siehe Abschnitt 2.2.5 .

Variablen sind:  $s(\check{\alpha}), s(\check{\beta}), \check{\alpha}, \check{\beta}, I, N, f_j, b_j, \bar{f}, \bar{b}, s(\bar{f}), s(\bar{b}), R_{FF}, R_{FB}, R_{BB}, S_{FF}, S_{FB}, S_{BB}, \Sigma f, \Sigma fb, \Sigma b, \Sigma f^2, \Sigma b^2, J_i$  .

Die Bedeutung der Variablen ist dieselbe wie im Programm LINMOD, wenn man dort x durch f und y durch b ersetzt. Die Trapezschätzwerte werden zur Unterscheidung von den Regressionsschätzwerten mit einem umgekehrten Hut gekennzeichnet.

Die Variablen  $J_i$  und  $N, f_j$  und  $\bar{f}$  sowie  $b_j$  und  $\bar{b}$  zeigen immer denselben Inhalt an. Man benütze sie entsprechend der Situation:  $J_i$  für die Anzahl Beobachtungen einer Gruppe,  $N$  für die totale Anzahl Beobachtungen,  $f_j$  resp.  $b_j$  für Fläche resp. Steigung einer einzelnen Kurve,  $\bar{f}$  resp.  $\bar{b}$  für die mittlere Fläche resp. Steigung einer Gruppe von Kurven. Siehe auch Bemerkung 6.3.1, Eingabelogik.

### 6.2.4 STATISTIKFUNKTIONEN

ZEIT EIN $t_1, t_p, P$	INPUT	$R_z: t_1 = 1$ . Zeitpunkt der Kurve. $R_y: t_p$ = letzter Zeitpunkt der Kurve. $R_x: P$ = Anzahl Zeitpunkte der Kurve.
	ABLAUF	Diese Angaben müssen für jede Kurve vorhanden sein. Sie können jederzeit verändert werden. Für eine Gruppe von Kurven mit den gleichen Zeitpunkten braucht die Eingabe nur einmal vorgenommen zu werden. Die Eingabe ist nur gültig, wenn $t_1$ strikte kleiner als $t_p$ und $P$ strikte grösser als 1 ist.
	OUTPUT	$R_x: \Delta = (t_p - t_1) / (P - 1)$ = äquidistantes Zeitintervall.

ZEIT AUS	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Anzeige der mit ZEIT EIN eingegebenen Zeitpunkte-Einteilung.
	OUTPUT	$R_X: t_1, R_Y: t_p, R_Z: \Delta, R_T: P$ .

MASS	INPUT	Summenwerte $\sum f, \sum f^2, \sum b, \sum b^2, \sum fb, J_i$ resp. $N$ .
	ABLAUF	Aus den Summenwerten $S_{BB}, S_{FB}, S_{FF}, b, s(b), \bar{f}, s(\bar{f})$ und $\bar{\alpha}, s(\bar{\alpha}), \bar{\beta}, s(\bar{\beta})$ berechnen.  Falls EMOD EIN, beziehen sich die Werte auf die laufende Gruppe. Falls EMOD AUS beziehen sich die Werte auf die gepoolten Daten.
	OUTPUT	$R_X$ : Anzahl Beobachtungen $J_i$ resp. $N$ .

PAR	INPUT	$S_{BB}, R_{BB}, N, I$ .
	ABLAUF	Einfache Varianzanalyse auf den Steigungen. Vergleiche Funktion EVAR im Programm LINMOD.
	OUTPUT	$R_X$ : F-Wert für die Parallelität mehrerer Gruppen von Kurven. $R_Y$ : Freiheitsgrade Zähler. $R_Z$ : Freiheitsgrade Nenner.

ABST	INPUT	$S_{FF}, R_{FF}, N, I$ .
	ABLAUF	Einfache Varianzanalyse auf den Flächen. Vergleiche Funktion EVAR im Programm LINMOD.
	OUTPUT	$R_X$ : F-Wert für den Abstand mehrerer paralleler Gruppen von Kurven. $R_Y$ : Freiheitsgrade Zähler. $R_Z$ : Freiheitsgrade Nenner.

## 6.3 BEMERKUNGEN

### 6.3.1 ZUR EINGABELOGIK

Die Eingabezustände sind in diesem Programm dreistufig:

1. EMOD EIN      Beginn einer neuen Eingabe. Gesperrt sind die Funktionen PAR, ABST,  $R_{FF}$ ,  $R_{FB}$ ,  $R_{BB}$ .
2. EIN            Beginn der Eingabe einer neuen Gruppe (Flag 4 setzen, Zustand VOR ENDE GRUPPE einschalten. Vergleiche Bemerkung 4.3.1, LINMOD). Gleichzeitig Beginn einer neuen Kurve. Vom ersten EIN an bis zum Abschluss der Eingabe einer Kurve (Anzeige 'FERTIG' erscheint) mittels EIN, CLG oder CLK befindet man sich im Zustand VOR ENDE KURVE. Zusätzlich zu den Variablen, die VOR ENDE GRUPPE gesperrt sind, sind auch die Summenwerte,  $J_i$ ,  $f_j$  und  $b_j$  gesperrt.
3. ENDE GRUPPE      Vom ersten Ein an bis zu ENDE GRUPPE befindet man sich genau gleich wie im Programm LINMOD im Zustand VOR ENDE GRUPPE. Die Funktion ENDE GRUPPE muss auch dann ausgeführt werden, wenn nur eine Gruppe von Kurven eingegeben wird. Ausführen von ENDE GRUPPE im Zustand VOR ENDE KURVE (mitten in der Eingabe einer Kurve) führt zu Schwierigkeiten.

Die Eingabelogik ist einfach und verständlich, wenn man an folgende Hierarchie denkt: Gegeben seien mehrere Gruppen von Kurvenverläufen. Zuerst wird aus den Kurvenpunkten einer Kurve die Fläche und die Steigung der Kurve berechnet. Dies geschieht im Zustand VOR ENDE KURVE. Das resultierende Paar (f,b) wird dann den Summenwerten hinzugefügt wie ein Wertepaar (x,y) im Programm LINMOD. Dies wird für jede Kurve einer Gruppe wiederholt. Schliesslich werden die verschiedenen Gruppen von Kurven mit der Funktion ENDE GRUPPE voneinander getrennt.

### 6.3.2 ZU DEN VARIABLEN

Die Variablen  $\{fb, R_{FB}$  und  $S_{FB}$  werden hier in den Rechnungen nirgends verwendet. Die Werte werden aus Gründen der Vollständigkeit und eventuell für weitere Berechnungen mitgenommen.

### 6.3.3 ZU DEN ZEITPUNKTEN

Zeitpunkte müssen für jede Kurve vorgegeben werden, ob die Kurve äquidistante Zeitpunkte besitzt oder nicht. Wenn in einer Gruppe von Kurven die Zeitpunkte  $t_1$  und  $t_p$  oder die Anzahl Zeitpunkte  $P$  von Kurve zu Kurve variieren, so sind die Trapezschatzer nicht mehr sinnvoll.

### 6.4 FEHLERLISTE

In folgenden Fällen wird die Fehlermeldung 'GESPERRT' angezeigt:

TASTE	GRUND
(T,Y)	EMOD ausgeschaltet.
EIN	EMOD ausgeschaltet.
LAST Y	EMOD ausgeschaltet.
{+}	EMOD ausgeschaltet.
{-}	EMOD ausgeschaltet.
R <sub>FF</sub>	EMOD eingeschaltet.
R <sub>FB</sub>	EMOD eingeschaltet.
R <sub>BB</sub>	EMOD eingeschaltet.
PAR	EMOD eingeschaltet.
ABST	EMOD eingeschaltet.
CLK	VOR ENDE GRUPPE ausgeschaltet (Flag 4 gelöscht).
ENDE GRUPPE	VOR ENDE GRUPPE ausgeschaltet (Flag 4 gelöscht).
s( $\bar{f}$ )	VOR ENDE GRUPPE eingeschaltet (Flag 4 gesetzt).
s( $\bar{b}$ )	VOR ENDE GRUPPE eingeschaltet (Flag 4 gesetzt).
S <sub>FF</sub>	VOR ENDE GRUPPE eingeschaltet (Flag 4 gesetzt).
S <sub>FB</sub>	VOR ENDE GRUPPE eingeschaltet (Flag 4 gesetzt).
S <sub>BB</sub>	VOR ENDE GRUPPE eingeschaltet (Flag 4 gesetzt).
EMOD	VOR ENDE GRUPPE eingeschaltet (Flag 4 gesetzt).
KOR	VOR ENDE KURVE ausgeschaltet (Flag 6 gelöscht).
{f}	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
{f <sup>2</sup> }	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
{b}	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
{b <sup>2</sup> }	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
{fb}	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).

TASTE	GRUND
J <sub>i</sub>	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
N	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
f <sub>j</sub>	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
b <sub>j</sub>	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
f̄	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
b̄	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
∑+	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
∑-	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
ZEIT EIN	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).

In folgenden Fällen wird 'NEIN' angezeigt:

TASTE	GRUND
EIN	keine Zeitpunkte vorhanden (Flag 7 gelöscht).
∑+	keine Zeitpunkte vorhanden (Flag 7 gelöscht).
∑-	keine Zeitpunkte vorhanden (Flag 7 gelöscht).
EMOD	keine Zeitpunkte vorhanden (Flag 7 gelöscht).
ENDE GRUPPE	keine Zeitpunkte vorhanden (Flag 7 gelöscht).
MASS	keine Zeitpunkte vorhanden (Flag 7 gelöscht).

## 6.5 BEISPIELE

Serumenzymaktivität nach temporärer und permanenter Koronarokklusion beim Hauschwein. Daten siehe Kapitel 19 im allgemeinen Konzept.

Gegeben sind in der ersten Gruppe 6 Kurven mit Messungen an 4 äquidistanten Zeitpunkten (Tage 1, 2, 3 und 4), in der zweiten Gruppe 5 Messungen an denselben Zeitpunkten. Die Messungen müssen vorgängig logarithmiert werden: Wir verwenden die Routine TRA wie folgt:

1. USER-Modus ausschalten
2. GTO ALPHA TRA ALPHA
3. PRGM-Modus einschalten           01 LBL 'TRA'
4. LN (y-Wert logarithmieren)       02 LN
5. SST                                   03 END
6. GTO ..                               PACKING
- 00 REG 92

7. PRGM-Modus ausschalten

8. USER-Modus einschalten.

Nun ist die Transformationsroutine nach Einschalten des TRANS-Modus zum Gebrauch bereit. Man merke sich: Zeitpunkte können mit der Routine TRA nicht transformiert werden!

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.0000	Start neues Problem.
TRANS	0.0000	TRANS-Modus einschalten.
EMOD	ZEIT ?	Eingabe-Modus einschalten. Die Anzeige deutet an, dass noch keine Zeiteinteilung eingegeben wurde.
1 ENTER+	1.0000	
4 ENTER+	4.0000	
4 ZEIT EIN	1.0000	$\Delta$ = Intervall zwischen den Zeitpunkten. Eingabe der ersten Gruppe.
34 EIN	1.0000	
24 EIN	2.0000	
10 EIN	3.0000	
6 EIN	FERTIG	1. Kurve ist eingegeben
$f_j$	8.1397	Fläche unter der 1. Kurve.
$b_j$	-0.5782	Steigung.
52 EIN	1.0000	nächste Kurve eingeben.
34 EIN	2.0000	HALT! falscher Wert eingegeben.
LAST Y	3.5264	= Ln 34. Transformierter Wert, da TRANS EIN.
TRANS		Transformations-Modus ausschalten.
LAST Y	34.0000	der falsch eingegebene Wert.
TRANS		TRANS wieder einschalten.
KOR	1.0000	jetzt ist der falsche Wert korrigiert.
44 EIN	2.0000	richtiger Wert eingeben.
18 EIN	3.0000	
88 EIN	FERTIG	2. Kurve ist eingegeben.
$f_j$	10.8889	Die Fläche.
$b_j$	0.1754	?? Das kann nicht stimmen: Die Kurve fällt ab vom 1. bis zum 4. Zeitpunkt. $b_j$ muss negativ sein.
TRANS		
LAST Y	88.0000	Aha! Wir haben 88 anstelle von 8 eingegeben.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
TRANS	88.0000	TRANS-Modus wieder einschalten.
CLK	0.0000	Da die Kurve schon ganz eingegeben wurde, müssen wir die gesamte Kurve löschen und von Anfang an neu eingeben, diesmal fehlerfrei.
52 EIN	1.0000	
44 EIN	2.0000	
18 EIN	3.0000	
8 EIN	FERTIG	
f <sub>j</sub>	9.6899	Die Fläche.
b <sub>j</sub>	-0.6239	Die Steigung.
50 EIN	1.0000	3. Kurve
46 EIN	2.0000	
16 EIN	3.0000	
12 EIN	FERTIG	
f <sub>j</sub>	9.7997	
b <sub>j</sub>	-0.4757	
28 EIN	1.0000	4. Kurve
12 EIN	2.0000	
12 EIN	3.0000	
10 EIN	FERTIG	
f <sub>j</sub>	7.7872	
b <sub>j</sub>	-0.3432	
44 EIN	1.0000	5. Kurve
36 EIN	2.0000	
10 EIN	3.0000	
6 EIN	FERTIG	
f <sub>j</sub>	8.6741	
b <sub>j</sub>	-0.6641	
44 EIN	1.0000	6. Kurve
42 EIN	2.0000	
16 EIN	3.0000	
4 EIN	FERTIG	
f <sub>j</sub>	9.0955	
b <sub>j</sub>	-0.7993	
ENDE GRUPPE	1.0000	Abschluss der ersten Gruppe.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
$\bar{f}$	8.8643	Mittlere Fläche unter den 6 Kurven.
$s(\bar{f})$	0.3332	Standardabweichung.
$\bar{b}$	-0.5807	Mittlere Steigung.
$s(\bar{b})$	0.0643	Standardabweichung.
$S_{FF}$	3.3314	
$S_{BB}$	0.1241	
$\check{\alpha}$	4.4067	
$s(\check{\alpha})$	0.1954	
$\check{\beta}$	-0.5807	
$s(\check{\beta})$	0.0643	Damit ist die erste Gruppe behandelt. Die Eingabe im nicht äquidistanten Fall demonstrieren wir nun an der 1. Kurve der 2. Gruppe. Obwohl ein äquidistanter Fall vorliegt, können wir dies als Spezialfall des nicht äquidistanten Falls auffassen.
(T,Y)		Einschalten des (T,Y)-Modus. Nun müssen wir sowohl Zeitpunkte als auch Messwerte eingeben.
ZEIT AUS	1.0000	$t_1$
R+	4.0000	$t_p$
R+	1.0000	$\Delta$
R+	4.0000	P . Die Zeiteinteilung ist noch gültig.
1 ENTER+	1.0000	
26 EIN	1.0000	
2 ENTER+	2.0000	
12 EIN	2.0000	
3 ENTER+	3.0000	
8 EIN	3.0000	
4 ENTER+	4.0000	
4 EIN	FERTIG	
$f_j$	6.8865	Fläche.
$b_j$	-0.6239	Steigung.
CLG	1.0000	Zur Kontrolle wollen wir die Kurve noch im äquidistanten Fall rechnen. Da wir die Resultate später noch benötigen, löschen wir vorerst die eingegebene Kurve.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
(T,Y)	1.0000	Ausschalten des (T,Y)-Modus.
26 EIN	1.0000	1. Kurve der 2. Gruppe.
12 EIN	2.0000	
8 EIN	3.0000	
4 EIN	FERTIG	
$f_j$	6.8865	Fläche und
$b_j$	-0.6239	Steigung wie vorher.
24 EIN	1.0000	2. Kurve
16 EIN	2.0000	
12 EIN	3.0000	
6 EIN	FERTIG	
$f_j$	7.7424	
$b_j$	-0.4621	
38 EIN	1.0000	3. Kurve
26 EIN	2.0000	
10 EIN	3.0000	
8 EIN	FERTIG	
$f_j$	8.4192	
$b_j$	-0.5194	
32 EIN	1.0000	4. Kurve
20 EIN	2.0000	
10 EIN	3.0000	
8 EIN	FERTIG	
$f_j$	8.0709	
$b_j$	-0.4621	
66 EIN	1.0000	5. Kurve
34 EIN	2.0000	
20 EIN	3.0000	
10 EIN	FERTIG	
$f_j$	9.7682	
$b_j$	-0.6290	
ENDE GRUPPE	2.0000	Die 2. Gruppe ist eingegeben.
$\bar{\alpha}$	4.0741	Die Trapezschätzer der zweiten Gruppe.
$s(\bar{\alpha})$	0.1826	

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
$\checkmark$ $\beta$	-0.5393	
s( $\checkmark$ ) s( $\beta$ )	0.0371	
EMOD	2.0000	Ende der Dateneingabe.
PAR	0.2781	F-Wert des Parallelitätstests.
R+	1.0000	Freiheitsgrade Zähler.
R+	9.0000	Freiheitsgrade Nenner.
ABST	1.4872	F-Wert des Abstandstests.
R+	1.0000	Freiheitsgrade Zähler.
R+	9.0000	Freiheitsgrade Nenner.
		Die beiden Gruppen haben gleiche Steigungen und gleiche Nullpunktsordinaten. Wir berechnen die Schätzwerte der gepoolten Daten.
$\checkmark$ $\alpha$	4.2555	
s( $\checkmark$ ) s( $\alpha$ )	0.1343	
$\checkmark$ $\beta$	-0.5619	
s( $\checkmark$ ) s( $\beta$ )	0.0377	
		Wir demonstrieren noch die Eingabe von Flächen und Steigungen. Wir werfen dabei die zwei Gruppen zusammen zu einem Datensatz.
CLEAR	0.0000	Start neues Problem.
EMOD	ZEIT ?	Eingabe-Modus. Zeitpunkte-Einteilung ist auch bei Eingabe von Flächen und Steigungen notwendig, da sonst die Trapezschätzer nicht berechnet werden können.
1 ENTER	1.0000	
4 ENTER	4.0000	
4 ZEIT EIN	1.0000	
8.1397 ENTER		Eingabe von $(f_j, b_j)$ .
-.5782 $\int$ +	1.0000	
9.6899 ENTER+		
-.6239 $\int$ +	2.0000	
9.7997 ENTER+		
-.4757 $\int$ +	3.0000	
7.7872 ENTER+		
-.3432 $\int$ +	4.0000	
8.6741 ENTER+		
-.6641 $\int$ +	5.0000	
9.0955 ENTER+		
-.7993 $\int$ +	6.0000	Nun sind die Paare $(f_j, b_j)$ der 1. Gruppe eingegeben.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
MASS	6.0000	Die Funktion MASS kann während der Eingabe einer Gruppe ausgeführt werden! Wir können damit die Masszahlen der bis jetzt eingegebenen Kurven berechnen.
$\alpha$	4.4066	Resultate wie vorher für die 1. Gruppe.
s( $\alpha$ )	0.1954	Die kleinen Unterschiede sind darauf zurückzuführen, dass wir mit auf 4 Stellen gerundeten
$\beta$	-0.5807	Flächen und Steigungen arbeiten!
s( $\beta$ )	0.0643	
6.8865 ENTER+		Ohne ENDE GRUPPE zu drücken, geben wir die
-.6239 $\Sigma$ +	7.0000	fünf Wertepaare der zweiten Gruppe ein.
7.7424 ENTER+		
-.4621 $\Sigma$ +	8.0000	
8.4192 ENTER+		
-.5194 $\Sigma$ +	9.0000	
8.0709 ENTER+		
-.4621 $\Sigma$ +	10.0000	
9.7682 ENTER+		
-.6290 $\Sigma$ +	11.0000	
ENDE GRUPPE	1.0000	Abschluss der Eingabe.
EMOD	1.0000	Eingabe-Modus ausschalten.
$\alpha$	4.2555	Die Schätzwerte der gepoolten Daten wie vorher.
s( $\alpha$ )	0.1343	
$\beta$	-0.5619	
s( $\beta$ )	0.0377	

Die bisher nicht demonstrierten Funktionen (es handelt sich ausschliesslich um Variablen) gehen genau gleich wie im Programm LINMOD. Wir verzichten deshalb auf eine ausführliche Darstellung, da sich keinerlei Schwierigkeiten ergeben sollten.

## 7 TAFEL PROGRAMMBESCHREIBUNG

### 7.1 DAS TASTENFELD

TAFEL ist ein Programm zur Auswertung von Vierfeldertafeln und zur Durchführung von Anpassungstests. Zur Vierfeldertafel siehe Kapitel 18 im allgemeinen Konzept. Nach Einschalten des USER-Modus stehen von oben links nach unten rechts gelesen die folgenden Funktionen zur Verfügung:

$\chi^2_{\text{ANP}}$	Chiquadrat-Wert des Anpassungstests.
$\chi^2_{\text{B}}(\alpha)$	Chiquadrat-Wert der Vierfeldertafel mit Berchtold-Korrektur.
$\text{INV } \chi^2(n)$	Inverse der Chiquadrat-Verteilung. Siehe Programm DIST.
$\text{INV } N(0,1)$	Inverse der Standardnormalverteilung. Siehe Programm DIST.
$\text{INV } B(n,\pi)$	Inverse der Binomialverteilung. Siehe Programm DIST.
$\chi^2_{\text{TAFEL}}$	Unkorrigierter Chiquadrat-Wert der Vierfeldertafel.
$\chi^2_{\text{B}}(z, \alpha)$	Chiquadrat-Wert der Vierfeldertafel mit Berchtold-Korrektur.
$\chi^2(n)$	Chiquadrat-Verteilung mit n Freiheitsgraden. Siehe Programm DIST.
$N(0,1)$	Standardnormalverteilung. Siehe Programm DIST.
$B(n,\pi)$	Binomialverteilung. Siehe Programm DIST.
EXP	Exponentialfunktion wie im Normal-Modus.
$\chi^2:n$	Parameter n der Chiquadrat-Verteilung.
Poiss: $\lambda$	Parameter $\lambda$ der Poissonverteilung.
$\text{INV } H(N,k,n)$	Inverse der hypergeometrischen Verteilung. Siehe Programm DIST.
$\text{INV } \text{Poiss}(\lambda)$	Inverse der Poissonverteilung. Siehe Programm DIST.
LN	Logarithmusfunktion wie im Normal-Modus.
$B:n,\pi$	Parameter n und $\pi$ der Binomialverteilung.
$H:N,k,n$	Parameter N, k und n der hypergeometrischen Verteilung.
$H(N,k,n)$	Hypergeometrische Verteilung. Siehe Programm DIST.
$\text{Poiss}(\lambda)$	Poissonverteilung. Siehe Programm DIST.
CLEAR	Start neues Problem.
LAST P	Letztes Argument einer inversen Verteilungsfunktion.

LAST Y	Letztes Argument einer Verteilungsfunktion.
KOR	Korrektur von mit EIN eingegebenen Häufigkeiten.
CLT	Tafelwerte löschen.
TAFEL	Tafel rechnen aus den Häufigkeiten der Tafelfelder.
LAST B	Zuletzt mit EIN oder KOR eingegebene Häufigkeiten.
EIN	Eingabe von Häufigkeiten für den Anpassungstest.
LMOD	Lese-Modus (Flag 1) ein- und ausschalten.
EMOD	Eingabe-Modus ein- und ausschalten.
(E,B)	(E,B)-Modus für erwartete und beobachtete Häufigkeiten ein- und ausschalten.
$n_{11}$ $n_{12}$ $n_1^A$ $n_{21}$ $n_{22}$ $n_2^A$ $n_1^B$ $n_2^B$	Häufigkeiten und Randtotale des Tafelfeldes. Siehe Definition der Vierfelder- tafel.
$r_\phi$	Vierfelderkorrelationskoeffizient.
N	Gesamttotal.
DIFF	$n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}$
RANDP	$\frac{n_{11}^A n_{22}^B - n_{12}^A n_{21}^B}{n_1^A n_1^B n_2^A n_2^B}$
KREUZPV	$n_{11}n_{22}/n_{12}n_{21}$

Die übrigen Funktionen sind die des Rechners im Normal-Modus. Achtung: Drei Funktionen sind versetzt! Siehe Abschnitt 2.2.2, Grundrechner-Funktionen. Weiter sind die Normal-Rechner-Funktionen EXP und LN nicht an ihrem angestammten Platz.

Die Abbildung 7.1 zeigt die Anordnung der Funktioner auf dem Tastenfeld.

# TAFEL

EMOD LMOD (E,B) TAFEL  
 FLAGS (0) (1) (2) (3) (4)

$X_{ANP}^2$	$X_B^2(\alpha)$	INV $\chi^2(n)$	INV N(0,1)	INV B(n, $\pi$ )
$X_{TAFEL}^2$	$X_B^2(z_\alpha)$	$\chi^2(n)$	N(0,1)	B(n, $\pi$ )
EXP	$\chi^2:n$	Poiss: $\lambda$	INV H(N,k,n)	INV Poiss( $\lambda$ )
LN	B:n, $\pi$	H:N,k,n	H(N,k,n)	Poiss( $\lambda$ )
	CLEAR	LAST P	LAST Y	KOR
	CLT	TAFEL	LAST B	EIN
LMOD	EMOD	(E,B)	CLX	
ENTER ↑	CHS	EEX	←	
X<>Y	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_1^A$	
-	7	8	9	
R ↓	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_2^A$	
+	4	5	6	
$r_\phi$	$n_1^B$	$n_2^B$	N	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	DIFF	RANDP	KREUZPV	
÷	0	■	R/S	

## 7.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN

### 7.2.1 KONTROLLFUNKTIONEN

CLEAR	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Alle Register, die Flags und den Stack löschen.
	OUTPUT	Alle Register und der Stack auf Null gesetzt.
LMOD	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Falls LMOD AUS: LMOD einschalten (Flag 1 setzen). Falls LMOD EIN: LMOD ausschalten (Flag 1 löschen).
	OUTPUT	Unverändert.
EMOD	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Falls EMOD AUS: EMOD einschalten (Flag 0 setzen). Gleichzeitig werden die Chiquadrat-Werte des Anpassungstests gelöscht. Falls EMOD EIN: EMOD ausschalten.
	OUTPUT	Anzahl eingegebene Häufigkeiten.

### 7.2.2 EINGABEFUNKTIONEN

(E,B)	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	(E,B)-Modus ein- und ausschalten (Flag 3).
	OUTPUT	Unverändert.
LAST P	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Letztes Argument einer inversen Verteilungsfunktion abrufen.
	OUTPUT	$R_X$ : p = letztes Argument einer Inversen.
LAST Y	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Letztes Argument einer Verteilungsfunktion abrufen.
	OUTPUT	$R_X$ : y = letztes Argument einer Verteilungsfunktion.
LAST B	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Letzte mit EIN oder KOR eingegebene Häufigkeit abrufen.
	OUTPUT	Falls (E,B) AUS : $R_X$ : $b_j$ = beobachtete Häufigkeit. Falls (E,B) EIN : $R_X$ : $b_j$ = beobachtete Häufigkeit. $R_Y$ : $e_j$ = erwartete Häufigkeit.

EIN	INPUT	Falls (E,B) AUS: $R_X: b_j =$ beobachtete Häufigkeit. Falls (E,B) EIN: $R_X: b_j =$ beobachtete Häufigkeit. $R_Y: e_j =$ erwartete Häufigkeit.
	ABLAUF	Aufbereiten der Häufigkeiten für den Chi-Quadrat-Anpassungstest an die Gleichverteilung (falls (E,B) AUS) oder an eine beliebige Verteilung (falls (E,B) EIN ist). Siehe Abschnitt 8.4, Anpassungstests, des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X$ : Anzahl eingegebener Häufigkeiten.
KOR	INPUT	$R_X$ (und ev. $R_Y$ ): Die falsch eingegebenen Häufigkeiten.
	ABLAUF	Korrektur von mit EIN falsch eingegebenen Häufigkeiten.
	OUTPUT	$R_X$ : Anzahl eingegebener Häufigkeiten.
$\chi^2:n$	INPUT	$R_X: n =$ Parameter der Chi-Quadrat-Verteilung.
	ABLAUF	Falls LMOD EIN: Speichern des Parameters. Falls LMOD AUS: Anzeigen des gespeicherten Parameters.
	OUTPUT	Wie Input.
Pois: $\lambda$	INPUT	$R_X: \lambda =$ Parameter der Poisson-Verteilung.
	ABLAUF	Falls LMOD EIN: Speichern des Parameters. Falls LMOD AUS: Anzeigen des gespeicherten Parameters.
	OUTPUT	Wie Input.
B: $n, \pi$	INPUT	$R_Y: n, R_X: \pi,$ Parameter der Binomialverteilung.
	ABLAUF	Falls LMOD EIN: Speichern der Parameter. Falls LMOD AUS: Anzeigen der gespeicherten Parameter.
	OUTPUT	Wie Input.
H: $N, k, n$	INPUT	$R_Z: N, R_Y: k, R_X: n,$ Parameter der hypergeometrischen Verteilung.
	ABLAUF	Falls LMOD EIN: Speichern der Parameter. Falls LMOD AUS: Anzeigen der gespeicherten Parameter.
	OUTPUT	Wie Input.

### 7.2.3 VARIABLEN

Zur allgemeinen Funktionsweise der Variablen siehe Abschnitt 2.2.5 .

Variablen sind:  $n_{11}, n_{12}, n_{21}, n_{22}, n_1^A, n_2^A, n_1^B, n_2^B, N, \text{DIFF}, \text{RANDP}, \text{KREUZPV}$  .

Die Funktion  $\chi^2:n$  und  $\text{Poiss}:\lambda$  kann ebenfalls als Variable verwendet werden. Die beiden Funktionen  $B:n,\pi$  und  $H:N,k,n$  arbeiten zwar in Abhängigkeit von LMOD gleich wie Variablen, aber sie zeigen bzw. speichern gleichzeitig zwei resp. gar drei Werte.

### 7.2.4 STATISTIKFUNKTIONEN

Die Verteilungsfunktionen  $\chi^2(n), N(0,1), B(n,\pi), \text{Poiss}(\lambda)$  und  $H(N,k,n)$  sowie ihre Inversen arbeiten genau gleich wie im Programm DIST. Sie werden deshalb hier nicht beschrieben. Der einzige Unterschied zum Programm DIST besteht darin, dass hier die Modi APPR und STOP nicht zur Verfügung stehen. Alle Resultate der inversen Chiquadrat und der inversen Normalverteilung werden auf die Genauigkeit  $10^{-8}$  angezeigt.

TAFEL	INPUT	Häufigkeiten $n_{11}, n_{12}, n_{21}, n_{22}$ mittels LMOD eingelesen.
	ABLAUF	Berechnen der Randtotale, des Gesamttotals und der Hilfsgrößen DIFF, RANDP und KREUZPV . Flag 4 zeigt an, dass die Tafel gerechnet wurde.
	OUTPUT	$R_X: N = \text{Gesamttotal}$ .
$\chi^2_{\text{TAFEL}}$	INPUT	Tafel gerechnet.
	ABLAUF	Unkorrigierter Chiquadrat-Wert der Tafel rechnen.
	OUTPUT	$R_X: \chi^2_{\text{TAFEL}}$ .
$\chi^2_{x_B}(\alpha)$	INPUT	$R_X: \alpha = \text{Sicherheitsschwelle des Tests}$ . Tafel gerechnet.
	ABLAUF	Berechnen des Chiquadrat-Wertes mit Berchtold-Korrektur .
	OUTPUT	$R_X: \chi^2_{x_B}$ .
$\chi^2_{z_\alpha}$	INPUT	$R_X: z_\alpha = \alpha\text{-Quantil der } N(0,1)\text{-Verteilung}$ .
	ABLAUF	Identische Funktion wie $\chi^2_{x_B}(\alpha)$ .
	OUTPUT	$R_X: \chi^2_{z_\alpha}$ .
CLT	INPUT	keine Eingabe.
	ABLAUF	Löschen aller Tafelfelder, Flag 4 gelöscht.
	OUTPUT	Alle Tafelfelder = 0 gesetzt, Flag 4 gelöscht.

$r_{\phi}$	INPUT	Tafel gerechnet.
	ABLAUF	Berechnen des Vierfelder-Korrelationskoeffizienten.
	OUTPUT	$R_X: r_{\phi}$
$\chi^2_{ANP}$	INPUT	Häufigkeiten im EMOD wurden eingegeben.
	ABLAUF	Berechnen des Chiquadrat-Anpassungstests. Siehe Abschnitt 8.4 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X: \chi^2_{ANP}$

### 7.3 BEMERKUNGEN

#### 7.3.1 NULLBELEGUNGEN

Das Programm ist nicht abgesichert gegen Nullbelegungen, d.h. dass eine oder mehrere der Häufigkeiten  $n_{11}$ ,  $n_{12}$ ,  $n_{21}$  und  $n_{22}$  gleich Null sind. In diesem Fall sind einige Resultate nicht definiert. Der Rechner reagiert fast sicher mit der Meldung 'DATA-ERROR' oder 'OUT-OF-RANGE'. Eine häufig gebrauchte Korrektur in dieser Situation ist, zu allen vier Häufigkeiten den Wert  $\frac{1}{2}$  dazuzuzählen.

#### 7.3.2 TAFELBERECHNUNG

Die Eingabelogik für die Tafelberechnung ist wie folgt: Im Zustand LMOD EIN werden die vier Tafelhäufigkeiten  $n_{11}$ ,  $n_{12}$ ,  $n_{21}$ ,  $n_{22}$  in die entsprechenden Variablen eingelesen. Danach (nach Ausschalten von LMOD) werden mit der Funktion TAFEL die restlichen Werte der Vierfeldertafel gerechnet. Jetzt ist die Tafel für weitere Auswertungen bereit.

### 7.4 FEHLERLISTE

In den folgenden Fällen erscheint die Anzeige 'GESPERRT' :

TASTE	GRUND
LAST B	EMOD ist ausgeschaltet.
(E,B)	EMOD ist ausgeschaltet.

TASTE	GRUND
KOR	EMOD ist ausgeschaltet.
EIN	EMOD ist ausgeschaltet.
$x_{TAFEL}^2$	Tafel ist nicht gerechnet (Flag 4 gelöscht).
$x_B^2(\alpha)$	Tafel ist nicht gerechnet (Flag 4 gelöscht).
$x_B^2(z_\alpha)$	Tafel ist nicht gerechnet (Flag 4 gelöscht).
$r_\phi$	Tafel ist nicht gerechnet (Flag 4 gelöscht).

## 7.5 BEISPIELE

Zu den Verteilungsfunktionen werden keine separaten Beispiele gegeben.

### 1. Vierfeldertafel.

Wir verwenden ein fiktives Zahlenbeispiel. Die Grundhäufigkeiten seien

$$n_{11} = 6, n_{12} = 9, n_{21} = 11 \text{ und } n_{22} = 14.$$

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
CLEAR	0.0000	Start neues Problem.
LMOD	0.0000	Lese-Modus einschalten.
6 $n_{11}$	6.0000	$n_{11}$ einlesen.
9 $n_{12}$	9.0000	$n_{12}$ einlesen.
11 $n_{21}$	11.0000	$n_{21}$ einlesen.
14 $n_{22}$	14.0000	$n_{22}$ einlesen.
LMOD	14.0000	LMOD ausschalten.
TAFEL	40.0000	Tafel rechnen. In der Anzeige steht N. Das Flag 4 wird eingeschaltet.
A $n_1$	15.0000	Randtotale anzeigen.
A $n_2$	25.0000	
B $n_1$	17.0000	
B $n_2$	23.0000	
N	40.0000	Gesamttotal.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
DIFF	-15.0000	Die Hilfsgrößen.
RANDP	146625.000	
KREUZPV	0.8485	
$r_{\phi}$	-0.0392	Der Vierfelder-Korrelationskoeffizient.
$\chi^2_{TAFEL}$	0.0614	Der unkorrigierte Chiquadrat-Wert.
$1.645 \chi^2_B(z_{\alpha})$	0.0633	Chiquadrat-Wert mit Berchtold-Korrektur.
$.05 \chi^2_B(\alpha)$	0.0633	Chiquadrat-Wert mit Berchtold-Korrektur.
CLT	0.0000	Tafel löschen. Flag 4 wird gelöscht.
$n_{11}$	0.0000	Die Häufigkeiten sind gelöscht.

## 2. Anpassungstest an Gleichverteilung.

Ein Würfel wurde 100 Mal geworfen. Die 6 Augen erschienen in den folgenden Häufigkeiten: 1: 12mal, 2: 23mal, 3: 17mal, 4: 19mal, 5: 21mal, 6: 8mal.

Der Chiquadrat-Anpassungstest an die Gleichverteilung (jedes Auge erscheint im Mittel gleich häufig) gibt Auskunft über die 'Ehrlichkeit' des Würfels.

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten.
12 EIN	1.0000	Häufigkeiten eingeben.
23 EIN	2.0000	
17 EIN	3.0000	
19 EIN	4.0000	
21 EIN	5.0000	
8 EIN	6.0000	
EMOD	6.0000	Die Häufigkeiten sind eingegeben.
LMOD		
$5 \chi^2:n$	5.0000	Freiheitsgrade ( $6-1 = 5$ ) der Chiquadrat-Verteilung einlesen.
LMOD		
$\chi^2_{ANP}$	9.6800	Der Chiquadrat-Wert.
$\chi^2(n)$	0.9152	Zu einem Niveau von 5% schliessen wir, dass nichts für die Annahme spricht, der Würfel sei verfälscht.

3. Anpassungstest an beliebige Verteilung.

3 Münzen werden 40 Mal geworfen, und jedesmal wird die Anzahl Köpfe bestimmt.

Es ergibt sich folgendes Resultat:

Beobachtete Häufigkeiten: kein Kopf:  $b_1 = 7$ , ein Kopf:  $b_2 = 12$ , zwei Köpfe:  
 $b_3 = 18$ , drei Köpfe:  $b_4 = 3$ .

Aus der Theorie (die Anzahl Köpfe ist  $B(3, \frac{1}{2})$ -verteilt) erwartet man:

Erwartete Häufigkeiten: kein Kopf:  $e_1 = 5$ , ein Kopf:  $e_2 = 15$ , zwei Köpfe:  $e_3 = 15$ ,  
drei Köpfe:  $e_4 = 5$ .

Ist die Theorie für dieses Experiment vertretbar?

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
EMOD	0.0000	EMOD einschalten. Der vorherige Chiquadrat-Wert wird dadurch gelöscht.
(E,B)	0.0000	Paare $(e_j, b_j)$ von erwarteten und beobachteten Häufigkeiten eingeben.
5 ENTER+		
7 EIN	1.0000	Eingeben der Paare.
15 ENTER+		
12 EIN	2.0000	
15 ENTER+		
18 EIN	3.0000	
5 ENTER+		
3 EIN	4.0000	
EMOD	4.0000	Eingabe-Modus ausschalten.
LMOD		
$3 \chi^2:n$	3.0000	Einlesen der Freiheitsgrade der Chiquadrat-Verteilung.
LMOD		
$\chi^2_{ANP}$	2.8000	Der gewünschte Chiquadrat-Wert.
$\chi^2(n)$	0.5765	$\chi^2(2.8 3)$ . Es spricht nichts gegen die Theorie.

## 8 TECHNISCHER ANHANG

In diesem Kapitel werden einige technische Details zu den Programmen zusammengestellt. In Abschnitt 8.1 wird für jedes Programm separat die Registerzuordnung, die Bedeutung der Flags und ein Verzeichnis der globalen Labels angegeben.

In Abschnitt 8.2 werden einige allgemeine Charakteristiken der Programme tabellarisch zusammengestellt. Abschnitt 8.3 enthält die Anweisungen zum Laden der Programme von Magnetkarten oder von Minikassetten. Abschnitt 8.4 enthält die Programmlisten. Auf Anfrage ist eine kommentierte Programmliste für alle fünf Programme von den Autoren erhältlich.

### 8.1 DETAILS ZU DEN PROGRAMMEN

#### 8.1.1 STAT1

##### REGISTER - ZUORDNUNG

$R_{00} - R_{19}$ : Häufigkeiten des Histogramms.	
$R_{20}$ : $\sum y$	$R_{33}$ : KB
$R_{21}$ : $\sum y^2$	$R_{34}$ : $K-1$ (Anzahl Klassen - 1)
$R_{22}$ : $R_Y$ , Stack-Save	$R_{35}$ : $\mu$
$R_{23}$ : $R_Z$ , Stack-Save	$R_{36}$ : $\sigma$
$R_{24}$ : $R_T$ , Stack-Save	$R_{37}$ : $n$ Binomialverteilung (Simulation)
$R_{25}$ : $N$	$R_{38}$ : $\pi$ Binomial-, Binärverteilung (Sim.)
$R_{26}$ : $\bar{y}$	$R_{39}$ : Klassenzeiger (Histogramm)
$R_{27}$ : $s_y^-$	$R_{40}$ : STARTZAHL Simulation
$R_{28}$ : $s_y$	$R_{41}$ : LAST Y - Register, untransformiert
$R_{29}$ : $\bar{y}$	$R_{42}$ : LAST Y - Register, transformiert
$R_{30}$ : $S_{YY}$	$R_{43}$ : $y_2$ für $N(0,1)$ -Simulation
$R_{31}$ : UKG	$R_{44}$ : Workspace
$R_{32}$ : OKG	$R_{45}$ : Workspace
	$R_{46}$ : Workspace

FLAGS

Flag 00	EMOD, Dateneingabe
Flag 01	LMOD, Variablen speichern und anzeigen
Flag 02	TRANS, vorgängige Datentransformation
Flag 03	HISTE, Eingabe Einzelwerte Histogramm
Flag 04	HISTH, Eingabe Häufigkeiten Histogramm
Flag 05	KOR, Korrektur von Werten
Flag 06	HE, Histogramm Einzelwerte, Werte auf Klassengrenze nach oben
Flag 07	HISTE, HISTH, Histogramm-Modus eingeschaltet
Flag 08	PZ, ZP, Normalverteilung, Hilfsflag
Flag 09	SN, Simulation $N(0,1)$ -Verteilung: In $R_{43}$ ist noch ein Wert vorhanden
Flag 10	AP, Klassenzeiger steht über der obersten Klasse
Flag 11	HR, relative Häufigkeiten anzeigen
Flag 12	KE, Klassierung wurde eingegeben

GLOBALE LABELS

LABEL	TASTENFELD	BEDEUTUNG
'TRA	-	eigene Transformationsroutine
'CLEAR	CLEAR	Start neues Problem
'CLG	CLH	Häufigkeiten löschen
'LX	LAST Y	Anzeige des letzten Wertes
'TRANS	TRANS	Transformations-Modus
'LMOD	LMOD	Lese-Modus
'20	$\sum y$	
'21	$\sum y^2$	
'25	N	
'26	$\bar{y}$	
'27	$s_y$	
'28	$s_y$	
'29	$\tilde{y}$	
'30	$S_{YY}$	
'35	$\mu$	
'36	$\sigma$	
'37	B:n	
'38	B: $\pi$	

LABEL	TASTENFELD	BEDEUTUNG
'40	STARTZAHL	
'S	-	Error-Exit 'GESPERRT'
'T	-	Error-Exit 'NEIN'
'EMOD	EMOD	Eingabe-Modus
'MZ	-	Masszahlen rechnen
'KOR	KOR	Korrektur von Werten
'EIN	EIN	Eingabe von Werten
'HE	-	Histogramm, Einzelwerte klassieren
'HH	-	Histogramm, Häufigkeiten eingeben
'FE	-	Histogramm, Exit 'FERTIG'
'SU	S:U(0,1)	Simulation Gleichverteilung
'R	-	Zufallszahlen-Generator
'SN	S:N(0,1)	Simulation Normalverteilung
'SB	S:Bi( $\pi$ )	Simulation Binärverteilung
'SBN	S:B(n, $\pi$ )	Simulation Binomialverteilung
'XZ	$(x-\mu)/\sigma$	lineare Transformation
'ZX	$x\sigma+\mu$	lineare Transformation
'PZ	INV N(0,1)	inverse Normalverteilung
'ZP	N(0,1)	Normalverteilung
'HISTE	HISTE	Histogramm, Einzelwert-Modus
'HISTH	HISTH	Histogramm, Häufigkeiten-Modus
'KE	KL.EIN	Klassierung eingeben
'KA	KL.AUS	Klassierung anzeigen
'HR	REL.HÄUF	relative Häufigkeiten anzeigen
'HA	ABS.HÄUF	absolute Häufigkeiten anzeigen
'AP	-	Klassenzeiger-Kontrolle
'LK	LIST KL.	Klassen listen
'EH	-	Ende Eingabe Histogramm
'FX	$F_N^{-1}(p)$	inverse empirische Verteilungsfunktion
'XF	$F_N(y)$	empirische Verteilungsfunktion
'X	-	Stack-Save, $R_X$ , $R_Y$ , $R_Z$
'Y	-	Stack-Save, $R_Y$ , $R_Z$ , $R_T$
'Z	-	Stack-Restore

## 8.1.2 LINMOD

### REGISTER - ZUORDNUNG

$R_{00}$ : $\sum y$	$R_{20}$ : $R_{YY}$
$R_{01}$ : $\sum y^2$	$R_{21}$ : $R_{XY}$
$R_{02}$ : $\sum x$	$R_{22}$ : $R_{XX}$
$R_{03}$ : $\sum x^2$	$R_{23}$ : $\sum S_{\min}^{(i)}$
$R_{04}$ : $\sum xy$	$R_{24}$ : $S_{\min}^0$
$R_{05}$ : $J_i / N$	$R_{25}$ : $m^0$
$R_{06}$ : $\sum y / n_1/2$	$R_{26}$ : $S_{\min}$
$R_{07}$ : $\sum y^2 / n_2/2$	$R_{27}$ : $m$
$R_{08}$ : $\sum x / a$	$R_{28}$ : $\hat{a}$
$R_{09}$ : $\sum x^2 / 1-a$	$R_{29}$ : $s(\hat{a})$
$R_{10}$ : $\sum xy / \sum c_i$	$R_{30}$ : $\hat{\beta}$
$R_{11}$ : $N / d_k$	$R_{31}$ : $s(\hat{\beta})$
$R_{12}$ : $\bar{y}$	$R_{32}$ : $y$ untransformiert / PF
$R_{13}$ : $\bar{x}$	$R_{33}$ : $x$ untransformiert / u
$R_{14}$ : $s_{\bar{y}}$	$R_{34}$ : $y$ transformiert / v
$R_{15}$ : $s_{\bar{x}}$	$R_{35}$ : $x$ transformiert / w
$R_{16}$ : $I$	$R_{36}$ : - / n
$R_{17}$ : $S_{YY}$	
$R_{18}$ : $S_{XY}$	
$R_{19}$ : $S_{XX}$	

### FLAGS

Flag 00	EMOD, Dateneingabe
Flag 01	LMOD, Lese-Modus
Flag 02	TRANS, Transformations-Modus
Flag 03	(X,Y), Wertepaar-Modus
Flag 04	KOR, EIN, Zustand VOR ENDE GRUPPE
Flag 05	KOR, Korrektur von Werten
Flag 06	EGR, Kumulationschlaufe
Flag 07	nicht belegt
Flag 08	F-Verteilung, Hilfsflag

Globale Labels

LABEL	TASTENFELD	BEDEUTUNG
'TRA	-	eigene Transformationsroutine
'CLEAR	CLEAR	Start neues Problem
'CLG	CLG	Gruppe löschen
'YXY	(X,Y)	Wertepaar-Modus
'LX	LAST Y	letzter eingegebener Wert
'KOR	KOR	Korrektur von Werten
'EIN	EIN	Eingabe von Werten
'TRANS	TRANS	Transformations-Modus
'S	-	Error-Exit 'GESPERRT'
'EMOD	EMOD	Eingabe-Modus
'M	-	Masszahlen berechnen
'SM	-	minimales Summenquadrat
'RM	-	minimales Summenquadrat
'RXY	$r_{XY}$	Korrelationskoeffizient
'EGR	ENDE GRUPE	Ende der Eingabe einer Gruppe
'LMOD	LMOD	Lese-Modus
'0	$\sum y$	
'1	$\sum y^2$	
'2	$\sum x$	
'3	$\sum x^2$	
'4	$\sum xy$	
'50	N	
'5	$J_i$	
'12	$\bar{y}$	
'13	$\bar{x}$	
'14	$s_y$	
'15	$s_x$	
'16	I	
'17	$S_{YY}$	
'18	$S_{XY}$	
'19	$S_{XX}$	
'20	$R_{YY}$	
'21	$R_{XY}$	
'22	$R_{XX}$	

LABEL	TASTENFELD	BEDEUTUNG
'24	$S_{\min}^0$	
'25	$m^0$	
'26	$S_{\min}$	
'27	m	
'28	$\hat{\alpha}$	
'29	$s(\hat{\alpha})$	
'30	$\hat{\beta}$	
'31	$s(\hat{\beta})$	
'FW	F-WERT	F-Wert aus den minimalen Summenquadraten
'EVAR	EVAR	Einfache Varianzanalyse
'MANP	MANP	Mangel an Anpassung an eine Regressionsgerade
'ABST	ABST	Abstand mehrerer paralleler Regressionsgeraden
'PAR	PAR	Parallelität mehrerer Regressionsgeraden
'REG	REG	einfache lineare Regression
'FP	$F(n_1, n_2)$	F-Verteilungsfunktion

### 8.1.3 DIST

#### REGISTER - ZUORDNUNG

$R_{00} : y_0$	$R_{23} : x^2 : n$
$R_{01} : y_1$	$R_{24} : B : n$
$R_{02} : y_2$	$R_{25} : B : \pi$
$R_{03} : fy_0$	$R_{26} : \text{Pois} : \lambda$
$R_{04} : fy_1$	$R_{27} : H : N$
$R_{05} : fy_2$	$R_{28} : H : n$
$R_{06} : \epsilon$ (Toleranz)	$R_{29} : H : k$
$R_{07} : \text{'name}$	$R_{30} : \text{LAST Y}$
$R_{08} - R_{19} : \text{Workspace}$	$R_{31} : \text{LAST P}$
$R_{20} : F : n_1$	$R_{32} : \mu$
$R_{21} : F : n_2$	$R_{33} : \sigma$
$R_{22} : T : n$	

FLAGS

Flag 00	nicht belegt
Flag 01	L, Variablen speichern und anzeigen
Flag 02	nicht belegt
Flag 03	M, Approximations-Modus
Flag 04	N, Stop-Modus
Flag 05	S0, Keyboard-Entry für Solve
Flag 06	NI, N(0,1)-Inverse, Hilfsflag
Flag 07	nicht belegt
Flag 08	FX, FE, Hilfsflag
Flag 09	TX, TE, TP, Hilfsflag
Flag 10	NX, NE Hilfsflag
Flag 11	FP, Hilfsflag
Flag 12	BP,PP,HP, Fenster für Inverse

GLOBALE LABELS

LABEL	TASTENFELD	BEDEUTUNG
'FX	$F(n_1, n_2)$	F-Verteilung
'FE	-	Entry TX, TP
'TX	$T(n)$	T-Verteilung
'TE	-	Entry TP
'NX	$N(0,1)$	Standardnormalverteilung
'NE	-	Entry CX
'CX	$\chi^2(n)$	Chiquadrat-Verteilung
'BX	$B(n, \pi)$	Binomialverteilung
'BE	-	Entry BP
'PX	Poiss( $\lambda$ )	Poissonverteilung
'PE	-	Entry PP
'HX	$H(N, k, n)$	Hypergeometrische Verteilung
'HE	-	Entry HP
'S0	SOLVE	Nullstellenalgorithmus
'S	-	Entry FP, TP, NP, CP
'NI	-	N(0,1)-Inverse, Approximation
'CI	-	Chiquadrat-Inverse, Approximation
'TI	-	t-Inverse, Approximation
'FI	-	F-Inverse, Approximation

LABEL	TASTENFELD	BEDEUTUNG
'TP	INV T(n)	t-Inverse
'TF	-	Entry FP
'NP	INV N(0,1)	N(0,1)-Inverse
'CP	INV $\chi^2(n)$	Chiquadrat-Inverse
'K	CLEAR	Start neues Problem
'L	LMOD	Lese-Modus
'M	APPR	Approximations-Modus
'N	STOP	Stop-Modus
'LX	LAST Y	letztes Argument einer Verteilungsfunktion
'LP	LAST P	letztes Argument einer Inversen
'X	$(x-\mu)/\sigma$	Lineare Transformation
'Z	$x\sigma+\mu$	Lineare Transformation
'0	F:n <sub>1</sub>	
'1	F:n <sub>2</sub>	
'2	T:n	
'3	$\chi^2:n$	
'4	B:n	
'5	B: $\pi$	
'6	Poiss: $\lambda$	
'7	H:N	
'8	H:n	
'9	H:k	
'X0	y <sub>0</sub>	
'X1	y <sub>1</sub>	
'U	$\mu$	
'V	$\sigma$	
'T	$\epsilon$	
'BP	INV B(n, $\pi$ )	Inverse der Binomialverteilung
'PP	INV Poiss( $\lambda$ )	Inverse der Poissonverteilung
'HP	INV H(N,k,n)	Inverse der hypergeometrischen Verteilung
'EX	-	Exit für diskrete Inverse
'FP	INV F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	Inverse der F-Verteilung
'SS	SAVE	Stack-Save
'SR	REST	Stack-Restore

### 8.1.4 KURV

#### REGISTER - ZUORDNUNG

$R_{00} : \sum f$	$R_{20} : R_{FF}$
$R_{01} : \sum f^2$	$R_{21} : R_{FB}$
$R_{02} : \sum b$	$R_{22} : R_{BB}$
$R_{03} : \sum b^2$	$R_{23} : \sum S_{\min}(i)$
$R_{04} : \sum fb$	$R_{24} : f_j / \bar{f}$
$R_{05} : J_i / N$	$R_{25} : s(\bar{f})$
$R_{06} : \sum f$	$R_{26} : b_j / \bar{b}$
$R_{07} : \sum f^2$	$R_{27} : s(\bar{b})$
$R_{08} : \sum b$	$R_{28} : t_1$
$R_{09} : \sum b^2$	$R_{29} : t_p$
$R_{10} : \sum fb$	$R_{30} : \Delta$
$R_{11} : N$	$R_{31} : P$
$R_{12} : \check{\alpha}$	$R_{32} : y_p$ untransformiert
$R_{13} : s(\check{\alpha})$	$R_{33} : y_p$ transformiert
$R_{14} : \check{\beta}$	$R_{34} : y_{p-1}$
$R_{15} : s(\check{\beta})$	$R_{35} : t_p$
$R_{16} : I$	$R_{36} : t_{p-1}$
$R_{17} : S_{FF}$	$R_{37} : P$
$R_{18} : S_{FB}$	$R_{38} : \text{Fläche}$
$R_{19} : S_{BB}$	$R_{39} : y_1$
	$R_{40} : (y_p - y_{p-1}) * (t_p - t_{p-1})$
	$R_{41} : \text{Hilfsregister für Korrektur, } y_{p-1}$
	$R_{42} : \text{Hilfsregister für Korrektur, } t_{p-1}$

#### FLAGS

Flag 00	EMOD, Dateneingabe
Flag 01	LMOD, Variablen speichern und anzeigen
Flag 02	TRANS, Transformationsroutine
Flag 03	YTY, Wertepaar-Modus
Flag 04	EIN, KOR, Zustand VOR ENDE GRUPPE
Flag 05	$\sum$ -, Korrektur
Flag 06	EIN, Zustand VOR ENDE KURVE
Flag 07	ZE, Zeiteinteilung eingegeben
Flag 10	EGR, Kumulierungsschlaufe

Globale Labels

LABEL	TASTENFELD	BEDEUTUNG
'TRA	-	eigene Transformationsroutine
'CLEAR	CLEAR	Start neues Problem
'CLG	CLG	Gruppe löschen
'YTY	(T,Y)	Wertepaar-Modus
'TRANS	TRANS	Transformations-Modus
'S	-	Error-Exit 'GESPERRT'
'T	-	Error-Exit 'NEIN'
'EIN	EIN	Eingabe von Messpunkten
'KOR	KOR	Korrektur von falsch eingegebenen Werten
'CLK	CLK	Kurve löschen
'LX	LAST Y	letzter Wert zurückrufen
'Σ-	Σ-	Korrektur von Paaren (f <sub>j</sub> ,b <sub>j</sub> )
'Σ+	Σ+	Eingabe von Paaren (f <sub>j</sub> ,b <sub>j</sub> )
'LMOD	LMOD	Lese-Modus
'0	Σf	
'1	Σf <sup>2</sup>	
'2	Σb	
'3	Σb <sup>2</sup>	
'4	Σfb	
'50	N	
'5	J <sub>i</sub>	
'12	α	
'13	s(α)	
'14	β	
'15	s(β)	
'16	I	
'17	S <sub>FF</sub>	
'18	S <sub>FB</sub>	
'19	S <sub>BB</sub>	
'20	R <sub>FF</sub>	
'21	R <sub>FB</sub>	
'22	R <sub>BB</sub>	
'24	f̄	
'44	f <sub>j</sub>	

LABEL	TASTENFELD	BEDEUTUNG
'25	$s(\bar{f})$	
'26	$\bar{b}$	
'46	$b_j$	
'27	$s(\bar{b})$	
'ZE	ZEIT EIN	Zeiteinteilung, Eingabe
'ZA	ZEIT AUS	Zeiteinteilung, Ausgabe
'ABST	ABST	Abstandstest
'PAR	PAR	Parallelitätstest
'EMOD	EMOD	Eingabe-Modus
'EGR	ENDE GRUPPE	Ende der Eingabe einer Gruppe von Kurven
'MZ	MASS	Masszahlen berechnen.

### 8.1.5 TAFEL

#### REGISTER - ZUORDNUNG

$R_{00} - R_{15}$ : Siehe DIST	$R_{30}$ : LAST Y
$R_{16}$ : $n_{11}$	$R_{31}$ : LAST P
$R_{17}$ : $n_{12}$	$R_{32}$ : $x^2:n$
$R_{18}$ : $n_{21}$	$R_{33}$ : Poiss: $\lambda$
$R_{19}$ : $n_{22}$	$R_{34}$ : DIFF
$R_{20}$ : $n_1^A$	$R_{35}$ : RANDP
$R_{21}$ : $n_2^A$	$R_{36}$ : KREUZPV
$R_{22}$ : $n_1^B$	$R_{37}$ : LAST B, $e_j$
$R_{23}$ : $n_2^B$	$R_{38}$ : LAST B, $b_j$
$R_{24}$ : N	$R_{39}$ : $\sum b_j$
$R_{25}$ : B:n	$R_{40}$ : $\sum b_j^2$
$R_{26}$ : B: $\pi$	$R_{41}$ : k = Anzahl Klassen
$R_{27}$ : H:N	$R_{42}$ : Chiquadrat-Anpassungstest
$R_{28}$ : H:n	
$R_{29}$ : H:k	

FLAGS

Flag 00	EMOD, Dateneingabe
Flag 01	LMOD, Variablen speichern und anzeigen
Flag 03	BEB, Wertepaar-Modus
Flag 04	TA, Tafel gerechnet
Flag 06	NI, Hilfsflag
Flag 08	KOR, Korrektur von Häufigkeiten
Flag 09	BA, Chiquadrat-Wert, Hilfsflag
Flag 10	NX,NE, Hilfsflag
Flag 12	BB,PP,HP Fenster für Inverse

GLOBALE LABELS

Die Funktionen NX, NE, CX, BX, BE, PX, PE, HX, HE, S, NI, CI, NP, CP, BP, PP, HP, und EX sind identisch mit denen des Programms DIST.

LABEL	TASTENFELD	BEDEUTUNG
'CLEAR	CLEAR	Start neues Problem
'CLT	CLT	Tafel löschen
'T	-	Error-Exit 'GESPERRT'
'LMOD	LMOD	Lese-Modus
'EMOD	EMOD	Eingabe-Modus
'LB	LAST B	Letzte Häufigkeit anzeigen
'LX	LAST Y	Letztes Argument einer Verteilungsfunktion anzeigen
'LP	LAST P	Letztes Argument einer Inversen anzeigen
'BEB	(E,B)	Wertepaar-Modus
'KOR	KOR	Korrektur von Häufigkeiten
'EIN	EIN	Eingabe von Häufigkeiten
'TA	TAFEL	Tafel rechnen
'XT	$\chi^2_{TAFEL}$	Chiquadrat-Wert der Tafel
'BA	$\chi^2_B(\alpha)$	Chiquadrat-Wert mit Berchtold-Korrektur
'BZ	$\chi^2_B(z_\alpha)$	Chiquadrat-Wert mit Berchtold Korrektur
'RT	$r_\phi$	Vierfelder-Korrelationskoeffizient
'XA	$\chi^2_{ANP}$	Chiquadrat-Anpassungstest
'PC	$\chi^2:n$	Parameter der Chiquadrat-Verteilung
'PB	B:n, $\pi$	Parameter der Binomialverteilung

LABEL	TASTENFELD	BEDEUTUNG
'PL	Poiss: $\lambda$	Parameter der Poissonverteilung
'PH	H:N,k,n	Parameter der hypergeometrischen Verteilung
'0	$n_{11}$	
'1	$n_{12}$	
'2	$n_{21}$	
'3	$n_{22}$	
'4	$n_1^A$	
'5	$n_2^A$	
'6	$n_1^B$	
'7	$n_2^B$	
'8	N	
'9	DIFF	
'10	RANDP	
'11	KREUZPV	

## 8.2 ALLGEMEINE CHARAKTERISTIKEN

	STAT1	LINMOD	DIST	KURV	TAFEL
SIZE	047	037	037	043	043
{REG	20	00	11	00	19
Winkel	DEG	DEG	DEG	DEG	DEG
Format Anzeige	FIX 4	FIX 4	FIX 9	FIX 4	FIX 4
Programmgröße (Bytes)	1701	1484	1841	1281	1624
Leerer Platz (Register)	28	69	18	92	42
Anzahl Programmblöcke	10	6	18	7	15
Anzahl globale Label	51	49	53	45	51
Anzahl Schritte	761	733	1114	603	884
Anzahl USER-Funktionen	41	47	43	45	47
Anzahl benutzte Flags	13	8	10	9	9

## 8.3 LADEN DER PROGRAMME

### 8.3.1 LADEN VON MAGNETKARTEN

Die fünf Programme sind als Satz von fünf mal 11 Magnetkarten erhältlich. Die Programme sind darauf als WALL-Kartensatz gespeichert. Massgeblich für die Manipulation von Magnetkarten ist das Handbuch '82104A CARD READER' von Hewlett-Packard. Nach dem Einstecken des Kartenlesers 82104A muss ein MASTER CLEAR erfolgen (Drücken von + und ON gleichzeitig). Nun wird das gewünschte Programm eingelesen, indem alle 21 Seiten des WALL-Kartensatzes durch den Kartenleser geschoben werden. Nachdem die Karten eingelesen sind, ist das Programm durch Einschalten des USER-Modus betriebsbereit.

### 8.3.2 LADEN VON MINIKASSETTEN

Die fünf Programme sind auf einer Minikassette des Digitalkassettenlaufwerks HP - 82161A erhältlich. Sie sind darauf als Write-All-Files gespeichert. Zum Laden eines bestimmten Programms geht man wie folgt vor:

1. Kassettenlaufwerk und Rechner mittels HP-IL-Modul verbinden, Kassette ALSTAT einlegen. Siehe Bedienungshandbuch HP - 82161A, Digitalkassettenlaufwerk, und Bedienungshandbuch HP - 82160A, HP-IL-Modul.
2. Durch Ausführen von READA mit 'name im ALPHA-Register wird das Programm 'name geladen. 'name kann sein: STAT1, LINMOD, DIST, KURV oder TAFEL .

## 8.4 PROGRAMMLISTEN

### 8.4.1 STAT 1

```

                                CRT 1
LBL*TRA
END          10 BYTES
LBL*CLEAR
LBL*CLG
LBL*LX
LBL*TRANS
END          95 BYTES
LBL*LMOD
LBL*20
LBL*21
LBL*25
LBL*26
LBL*27
LBL*28
LBL*29
LBL*30
LBL*35
LBL*36
LBL*37
LBL*38
LBL*40
LBL*S
LBL*T
END          271 BYTES
LBL*EMOD
LBL*MZ
LBL*KOR
LBL*EIN
END          145 BYTES
LBL*HE
LBL*HH
LBL*FE
END          197 BYTES
LBL*SU
LBL*R
LBL*SN
LBL*SB
LBL*SBM
END          151 BYTES
LBL*XZ
LBL*ZX
LBL*PZ
LBL*ZP
END          251 BYTES
LBL*HISTH
LBL*HISTE
LBL*KE
LBL*KA
LBL*HR
LBL*HA
LBL*AP
LBL*LK
LBL*EM
    
```

```

END          357 BYTES
LBL*FX
LBL*XF
END          178 BYTES
LBL*X
LBL*Y
LBL*Z
END          37 BYTES
.END.        09 BYTES
    
```

```

STATUS:
SIZE= 047
Σ= 20
DEG
FIX 4
    
```

```

USER KEYS:
11 *SU*
-11 *SN*
12 *SB*
-12 *SBM*
13 *XZ*
-13 *ZX*
14 *ZP*
-14 *PZ*
15 *XF*
-15 *FX*
21 *HA*
-21 *KE*
22 *HR*
-22 *KA*
23 *25*
24 *28*
-24 *29*
25 *26*
-25 *27*
32 *CLG*
-32 *CLEAR*
33 *HISTE*
-33 *TRANS*
34 *HISTH*
-34 *LX*
35 *EIN*
-35 *KOR*
-41 *LMOD*
-42 *EMOD*
-43 *LK*
-51 X()Y
-61 RBN
-62 *35*
-63 *36*
-64 *38*
-72 *37*
-73 *38*
-74 *28*
-81 SORT
-82 *40*
-84 *21*
    
```

```

LISTEN:
01*LBL *TRA*
02 END

01*LBL *CLEAR*
02 CLRG
03 .012
04*LBL 10
05 CF IND X
06 ISG Y
07 GTO 10
08 SREG 20
09 CLST
10 BEEP
11 RTN
12*LBL *CLG*
13 FC? 00
14 GTO *S*
15 CLC
16 FC? 07
17 RTN
18 .019
19 ENTER†
20 CLX
21*LBL 09
22 STO IND Y
23 ISG Y
24 GTO 09
25 STO 39
26 1
27 RTN
28*LBL *LX*
29 FC? 00
30 GTO *S*
31 FC? 02
32 RCL 41
33 FS? 02
34 RCL 42
35 RTN
36*LBL *TRANS*
37 FC? 02
38 SF 02
39 END
    
```

01\*LBL "LMOB"  
02 FC? 01  
03 SF 01  
04 RTN  
05\*LBL "20"  
06 FS? 01  
07 STO 20  
08 FC? 01  
09 RCL 20  
10 RTN  
11\*LBL "21"  
12 FS? 01  
13 STO 21  
14 FC? 01  
15 RCL 21  
16 RTN  
17\*LBL "25"  
18 FS? 01  
19 STO 25  
20 FC? 01  
21 RCL 25  
22 RTN  
23\*LBL "26"  
24 FS? 00  
25 GTO "S"  
26 FS? 01  
27 STO 26  
28 FC? 01  
29 RCL 26  
30 RTN  
31\*LBL "27"  
32 FS? 00  
33 GTO "S"  
34 FS? 01  
35 STO 27  
36 FC? 01  
37 RCL 27  
38 RTN  
39\*LBL "28"  
40 FS? 00  
41 GTO "S"  
42 FS? 01  
43 STO 28  
44 FC? 01  
45 RCL 28  
46 RTN  
47\*LBL "29"  
48 FS? 00  
49 GTO "S"  
50 FS? 01  
51 STO 29  
52 FC? 01  
53 RCL 29  
54 RTN  
55\*LBL "30"  
56 FS? 00  
57 GTO "S"  
58 FS? 01  
59 STO 30

60 FC? 01  
61 RCL 30  
62 RTN  
63\*LBL "35"  
64 FS? 01  
65 STO 35  
66 FC? 01  
67 RCL 35  
68 RTN  
69\*LBL "36"  
70 FS? 01  
71 STO 36  
72 FC? 01  
73 RCL 36  
74 RTN  
75\*LBL "37"  
76 FS? 01  
77 STO 37  
78 FC? 01  
79 RCL 37  
80 RTN  
81\*LBL "38"  
82 FS? 01  
83 STO 38  
84 FC? 01  
85 RCL 38  
86 RTN  
87\*LBL "40"  
88 FS? 01  
89 STO 40  
90 FC? 01  
91 RCL 40  
92 RTN  
93\*LBL "S"  
94 CF 05  
95 TONE 0  
96 "GSPERRT"  
97 AVIEW  
98 RTN  
99\*LBL "T"  
100 CF 11  
101 TONE 1  
102 "MEIN"  
103 AVIEW  
104 END  
  
01\*LBL "EMOD"  
02 FS? 07  
03 GTO "EH"  
04 FC? 00  
05 SF 00  
06 FC? 00  
07 XEQ "MC"  
08 RCL 25  
09 RTN  
10\*LBL "MC"  
11 RCL 20  
12 RCL 25  
13 X<=0?

14 RTN  
15 /  
16 STO 26  
17 LASTX  
18 1  
19 X<Y?  
20 GTO 00  
21 0  
22 STO 27  
23 STO 25  
24 STO 30  
25 RTN  
26\*LBL 00  
27 RCL 21  
28 RCL 20  
29 RCL 20  
30 RCL 25  
31 /  
32 \*  
33 -  
34 STO 30  
35 RCL 25  
36 1  
37 -  
38 /  
39 SQRT  
40 STO 29  
41 RCL 25  
42 SQRT  
43 /  
44 STO 27  
45 RTN  
46\*LBL "KOR"  
47 SF 05  
48\*LBL "EIN"  
49 FC? 00  
50 GTO "S"  
51 STO 41  
52 FS? 04  
53 GTO "HH"  
54 FS? 02  
55 XEQ "TRA"  
56 STO 42  
57 FS? 03  
58 GTO "HE"  
59 0  
60 X<Y  
61 FS? 05  
62 GTO 01  
63 E+  
64 TONE 9  
65 RTN  
66\*LBL 01  
67 S-  
68 TONE 8  
69 END

01\*LBL "HE"  
02 FC? 12  
03 GTO "T"  
04 RCL 31  
05 -  
06 RCL 37  
07 /  
08 STO 44  
09 X)0?  
10 GTO 01  
11 X=0?  
12 GTO 15  
13 TONE 2  
14 "ZU KLEIN"  
15 AVIEW  
16 PTN  
17\*LBL 01  
18 RCL 34  
19 1  
20 +  
21 X)Y?  
22 GTO 07  
23 X\*Y?  
24 GTO 02  
25 RCL 34  
26 STO 44  
27 GTO 15  
28\*LBL 02  
29 TONE 2  
30 "ZU GROSS"  
31 AVIEW  
32 PTN  
33\*LBL 07  
34 RCL 44  
35 FRC  
36 X\*0?  
37 GTO 15  
38 FC? 05  
39 GTO 04  
40 FC?C 06  
41 SF 06  
42\*LBL 04  
43 FS?C 06  
44 GTO 15  
45 1  
46 ST- 44  
47 SF 06  
48\*LBL 15  
49 1  
50 FS?C 05  
51 GTO 05  
52 ST+ IND 44  
53 ST+ 25  
54 RCL 25  
55 TONE 9  
56 PTN  
57\*LBL 05  
58 ST- IND 44  
59 ST- 25

60 FC?C 06  
61 SF 06  
62 RCL 25  
63 TONE 8  
64 RTN  
65\*LBL "HH"  
66 FC? 12  
67 GTO "T"  
68 FS?C 05  
69 GTO "S"  
70 FS?C 10  
71 GTO "FE"  
72 ST+ 25  
73 X) IND 39  
74 ST- 25  
75 XEQ "AP"  
76 TONE 9  
77 FS?C 10  
78 GTO "FE"  
79 RCL 39  
80 1  
81 +  
82 RTN  
83\*LBL "FE"  
84 0  
85 STO 39  
86 CF 11  
87 TONE 3  
88 "FERTIG"  
89 AVIEW  
90 END

01\*LBL "SU"  
02 XEQ "X"  
03 XEQ "R"  
04 XEQ "Z"  
05 PTN  
06\*LBL "P"  
07 RCL 40  
08 9821  
09 \*  
10 .211327  
11 +  
12 FRC  
13 STO 40  
14 RTN  
15\*LBL "SH"  
16 FC?C 05  
17 GTO 00  
18 RCL 43  
19 PTN  
20\*LBL 00  
21 XEQ "X"  
22 RAD  
23 XEQ "P"  
24 PI  
25 PI  
26 +  
27 \*

28 1  
29 P-R  
30 XEQ "P"  
31 LN  
32 -2  
33 \*  
34 SQRT  
35 \*  
36 STO 43  
37 X)Y  
38 LASTX  
39 \*  
40 DEG  
41 SF 09  
42 XEQ "Z"  
43 RTN  
44\*LBL "SB"  
45 XEQ "X"  
46 XEQ "P"  
47 RCL 38  
48 X<=Y?  
49 0  
50 X)Y?  
51 1  
52 XEQ "Z"  
53 PTN  
54\*LBL "SBM"  
55 XEQ "X"  
56 RCL 37  
57 STO 44  
58 0  
59 STO 45  
60\*LBL 13  
61 XEQ "P"  
62 RCL 38  
63 X<=Y?  
64 0  
65 X)Y?  
66 1  
67 ST+ 45  
68 DSE 44  
69 GTO 13  
70 RCL 45  
71 XEQ "Z"  
72 END

01\*LBL "XZ"  
02 XEQ "Y"  
03 RCL 35  
04 -  
05 RCL 36  
06 /  
07 XEQ "Z"  
08 RTN  
09\*LBL "ZY"  
10 XEQ "Y"  
11 RCL 36  
12 \*  
13 RCL 35

14 +  
15 XEQ "Z"  
16 RTN  
17\*LBL "P2"  
18 XEQ "Y"  
19 X<=0?  
20 GTO "T"  
21 1  
22 X<=Y?  
23 GTO "T"  
24 X<>Y  
25 .5  
26 X)Y?  
27 SF 00  
28 RDN  
29 FC? 00  
30 -  
31 X†2  
32 1/X  
33 LN  
34 SORT  
35 ENTER†  
36 ENTEP†  
37 ENTER†  
38 .001303  
39 \*  
40 .189263  
41 +  
42 \*  
43 1.432788  
44 +  
45 \*  
46 1  
47 +  
48 STO 44  
49 CLX  
50 .010323  
51 \*  
52 .002853  
53 +  
54 \*  
55 2.515517  
56 +  
57 RCL 44  
58 /  
59 -  
60 FS?C 00  
61 CHS  
62 XEQ "Z"  
63 RTN  
64\*LBL "ZP"  
65 XEQ "Y"  
66 X<0?  
67 SF 00  
68 FS? 00  
69 CHS  
70 ENTER\*  
71 ENTER†  
72 ENTER†

73 .5383 E-5  
74 \*  
75 .488906 E-4  
76 +  
77 \*  
78 .380036 E-4  
79 +  
80 \*  
81 .32776263 E-2  
82 +  
83 \*  
84 .0211410061  
85 +  
86 \*  
87 .049867347  
88 +  
89 \*  
90 1  
91 +  
92 -16  
93 Y†X  
94 2  
95 /  
96 1  
97 X<>Y  
98 FC?C 00  
99 -  
100 XEQ "Z"  
101 END

01\*LBL "HISTH"  
02 FC? 00  
03 GTO "S"  
04 0  
05 STO 39  
06 1  
07 CF 03  
08 CF 10  
09 SF 04  
10 GTO 00  
11\*LBL "HISTE"  
12 FC? 00  
13 GTO "S"  
14 CF 04  
15 SF 03  
16\*LBL 00  
17 SF 07  
18 FS? 1E  
19 RTN  
20 "KLASSEN?"  
21 PROMPT  
22\*LBL "KE"  
23 STO 33  
24 RDN  
25 STO 32  
26 RDN  
27 STO Z:  
28 RDN  
29 RDN

30 X<=0?  
31 GTO "T"  
32 RCL 32  
33 RCL 31  
34 -  
35 X<=0?  
36 GTO "T"  
37 RCL 33  
38 /  
39 1  
40 -  
41 STO 34  
42 FRC  
43 X=0?  
44 GTO "T"  
45 LASTX  
46 1  
47 X)Y?  
48 GTO "T"  
49 CLX  
50 19  
51 X<Y?  
52 GTO "T"  
53 RCL 34  
54 1  
55 +  
56 SF 12  
57 RTN  
58\*LBL "YA"  
59 RCL 34  
60 1  
61 +  
62 RCL 31  
63 RCL 32  
64 RCL 32  
65 RTN  
66\*LBL "HR"  
67 SF 11  
68\*LBL "HA"  
69 FC? 12  
70 GTO "T"  
71 FS?C 10  
72 GTO "FE"  
73 RCL IND 39  
74 FC? 11  
75 GTO 00  
76 RCL 25  
77 /  
78\*LBL 00  
79 XEQ "AP"  
80 FIX 0  
81 CLA  
82 ARCL 39  
83 "† : "  
84 FS?C 11  
85 FIX 4  
86 ARCL X  
87 FIX 4  
88 AVIEW

89 RTN  
90\*LBL "AP"  
91 RCL 39  
92 I  
93 +  
94 RCL 34  
95 X<Y?  
96 SF 10  
97 RDN  
98 STO 39  
99 RDN  
100 RTN  
101\*LBL "LK"  
102 FC? 12  
103 GTO "T"  
104 INT  
105 I  
106 -  
107 0  
108 X>Y?  
109 GTO "T"  
110 CLX  
111 RCL 34  
112 X<Y?  
113 GTO "T"  
114 X<Y  
115 STO 39  
116 RCL IND 39  
117 RTN  
118\*LBL "EH"  
119 CF 03  
120 CF 04  
121 CF 07  
122 CF 00  
123 0  
124 STO 39  
125 STO 20  
126 STO 21  
127 RCL 34  
128 .001  
129 \*  
130 STO 46  
131\*LBL 25  
132 RCL 46  
133 INT  
134 RCL IND X  
135 X<Y  
136 \*  
137 ST+ 20  
138 LASTX  
139 \*  
140 ST+ 21  
141 ISG 46  
142 GTO 25  
143 XEQ "MZ"  
144 .5  
145 XEQ "FX"  
146 STO 29  
147 RCL 26

148 .5  
149 +  
150 RCL 33  
151 \*  
152 RCL 31  
153 +  
154 STO 26  
155 RCL 25  
156 \*  
157 STO 20  
158 RCL 33  
159 ST\* 27  
160 ST\* 28  
161 ST\* 30  
162 ST\* 30  
163 RCL 30  
164 RCL 20  
165 RCL 20  
166 RCL 25  
167 /  
168 \*  
169 +  
170 STO 21  
171 RCL 25  
172 END

01\*LBL "FX"  
02 FC? 12  
03 GTO "T"  
04 XEQ "Y"  
05 0  
06 X>Y?  
07 GTO "T"  
08 CLX  
09 I  
10 X<Y?  
11 GTO "T"  
12 CLX  
13 RCL 25  
14 \*  
15 STO 44  
16 RCL 34  
17 .001  
18 \*  
19 STO 46  
20 0  
21 STO 45  
22\*LBL 16  
23 RCL IND 46  
24 ST+ 45  
25 RCL 45  
26 PCL 44  
27 X<Y?  
28 GTO 17  
29 ISG 46  
30 GTO 16  
31\*LBL 17  
32 RCL IND 46  
33 ST- 45

34 RCL 44  
35 RCL 45  
36 -  
37 X<Y  
38 X\*0?  
39 /  
40 RCL 46  
41 INT  
42 +  
43 RCL 33  
44 \*  
45 RCL 31  
46 +  
47 XEQ "Z"  
48 RTN  
49\*LBL "XF"  
50 FC? 12  
51 GTO "T"  
52 XEQ "Y"  
53 RCL 31  
54 X<Y?  
55 GTO 01  
56 0  
57 XEQ "Z"  
58 RTN  
59\*LBL 01  
60 CLX  
61 RCL 32  
62 X<Y  
63 X<Y?  
64 GTO 02  
65 I  
66 XEQ "Z"  
67 RTN  
68\*LBL 02  
69 RCL 31  
70 -  
71 RCL 33  
72 /  
73 STO 44  
74 INT  
75 .001  
76 \*  
77 STO 46  
78 0  
79 STO 45  
80\*LBL 20  
81 RCL IND 46  
82 ST+ 45  
83 ISG 46  
84 GTO 20  
85 RCL IND 44  
86 ST- 45  
87 RCL 44  
88 FRC  
89 \*  
90 RCL 45  
91 +  
92 RCL 25

```

93 /
94 XEQ "Z"
95 END

```

```

01*LBL "X"
02 ENTER↑
03*LBL "Y"
04 RDN
05 STO 22
06 RDN
07 STO 23
08 RDN
09 STO 24
10 RDN
11 RTN
12*LBL "Z"
13 RCL 24
14 RCL 23
15 RCL 22
16 R↑
17 END

```

### 8.4.2 LINMOD

```

CAT 1
LBL"TRA
END 10 BYTES
LBL"CLEAR
LBL"CLG
LBL"YXY
LBL"LX
LBL"KOR
LBL"EIN
LBL"TRANS
LBL"S
END 189 BYTES
LBL"EMOD
LBL"M
LBL"SM
LBL"RM
LBL"RXY
LBL"EGP
END 286 BYTES
LBL"LMOD
LBL"0
LBL"1
LBL"2
LBL"3
LBL"4
LBL"5
LBL"50
LBL"12
LBL"13
LBL"14
LBL"15
LBL"16
LBL"17
LBL"18
LBL"19
LBL"20
LBL"21
LBL"22
LBL"24
LBL"25
LBL"26
LBL"27
LBL"28
LBL"29
LBL"30
LBL"31
END 420 BYTES
LBL"FW
LBL"EVAP
LBL"MANP
LBL"ABST
LBL"PAR
LBL"REG
END 309 BYTES
LBL"FP
END 261 BYTES
.END. 09 BYTES

```

### USER KEYS:

```

11 "REG"
-11 "FW"
12 "PAR"
-12 "ABST"
13 "EVAP"
-13 "MANP"
14 "28"
-14 "29"
15 "30"
-15 "31"
21 "24"
-21 "25"
22 "26"
-22 "27"
23 "50"
-23 "16"
24 "13"
-24 "15"
25 "12"
-25 "14"
32 "CLG"
-32 "CLEAR"
33 "FP"
-33 "TRANS"
34 "EGR"
-34 "LX"
35 "EIN"
-35 "KOR"
-41 "LMOD"
-42 "EMOD"
-43 "YXY"
-51 "XY"
-52 "22"
-53 "21"
-54 "20"
-61 RDN
-62 "19"
-63 "18"
-64 "17"
-71 "RXY"
-72 "2"
-73 "4"
-74 "0"
-81 SORT
-82 "3"
-83 "5"
-84 "1"

```

```

STATUS
SIZE= 037
Σ= 00
DEC
FIX 4

```

## LISTEN :

01\*LBL "TPA"  
 02 END  
 01\*LBL "CLEAR"  
 02 CLRG  
 03 .008  
 04\*LBL 10  
 05 CF IND X  
 06 ISG X  
 07 GTO 10  
 08 CLST  
 09 SREG 00  
 10 BEEP  
 11 RTN  
 12\*LBL "CLG"  
 13 FC? 04  
 14 GTO "S"  
 15 CLS  
 16 RCL 16  
 17 PTN  
 18\*LBL "YYY"  
 19 FC? 02  
 20 GTO "S"  
 21 FC?C 03  
 22 SF 03  
 23 RTN  
 24\*LBL "LX"  
 25 FC? 00  
 26 GTO "S"  
 27 FS? 02  
 28 GTO 00  
 29 FS? 03  
 30 RCL 33  
 31 RCL 32  
 32 RTN  
 33\*LBL 00  
 34 FS? 03  
 35 RCL 35  
 36 RCL 34  
 37 RTN  
 38\*LBL "KOR"  
 39 SF 05  
 40\*LBL "EIN"  
 41 FC? 00  
 42 GTO "S"  
 43 FC? 04  
 44 CLS  
 45 SF 04  
 46 STO 32  
 47 X<>Y  
 48 STO 33  
 49 FC? 02  
 50 GTO 00  
 51 X<>Y  
 52 XEQ "TPA"  
 53 STO 34  
 54 X<>Y  
 55 STO 35

56\*LBL 00  
 57 FC? 03  
 58 CLX  
 59 X<>Y  
 60 FS?C 05  
 61 GTO 01  
 62 S+  
 63 TONE 9  
 64 RTN  
 65\*LBL 01  
 66 S-  
 67 TONE 8  
 68 RTN  
 69\*LBL "TRANS"  
 70 FC?C 02  
 71 SF 02  
 72 RTN  
 73\*LBL "S"  
 74 CF 05  
 75 TONE 0  
 76 "GESPERRT"  
 77 AVIEW  
 78 END

01\*LBL "EMOD"  
 02 FS? 04  
 03 GTO "S"  
 04 FS?C 00  
 05 GTO 15  
 06 SF 00  
 07 .006  
 08 6.011  
 09 XEQ 10  
 10 CLST  
 11 RTN  
 12\*LBL 10  
 13 ENTEP+  
 14\*LBL 09  
 15 CLX  
 16 RCL IND Z  
 17 FC? 06  
 18 STO IND Y  
 19 FS? 06  
 20 ST+ IND Y  
 21 ISG Z  
 22 ISG Y  
 23 GTO 09  
 24 RTN  
 25\*LBL 15  
 26 6.012  
 27 .005  
 28 XEQ 10  
 29 XEQ "M"  
 30 RCL 16  
 31 RTN  
 32\*LBL "M"  
 33 RCL 05  
 34 X(=0?  
 35 RTN

36 MEAN  
 37 STO 12  
 38 X<>Y  
 39 STO 13  
 40 RCL 05  
 41 1  
 42 X<>Y?  
 43 GTO 00  
 44 0  
 45 STO 14  
 46 STO 15  
 47 STO 17  
 48 STO 18  
 49 STO 19  
 50 RTN  
 51\*LBL 00  
 52 RCL 01  
 53 RCL 00  
 54 RCL 00  
 55 RCL 05  
 56 XEQ 11  
 57 STO 17  
 58 RCL 05  
 59 X12  
 60 LASTX  
 61 -  
 62 /  
 63 SORT  
 64 STO 14  
 65 RCL 03  
 66 RCL 02  
 67 RCL 02  
 68 RCL 05  
 69 XEQ 11  
 70 STO 19  
 71 RCL 05  
 72 X12  
 73 LASTX  
 74 -  
 75 /  
 76 SORT  
 77 STO 15  
 78 RCL 04  
 79 RCL 02  
 80 RCL 00  
 81 RCL 05  
 82 XEQ 11  
 83 STO 18  
 84 RTN  
 85\*LBL "SN"  
 86 RCL 17  
 87 RCL 18  
 88 RCL 19  
 89 RCL 19  
 90 XEQ 11  
 91 RCL 05  
 92 2  
 93 -  
 94 RTN

95\*LBL "RM"  
96 RCL 20  
97 RCL 21  
98 RCL 21  
99 RCL 22  
100 XEQ 11  
101 RCL 05  
102 RCL 16  
103 1  
104 +  
105 -  
106 RTN  
107\*LBL 11  
108 X=0?  
109 RTN  
110 /  
111 \*  
112 -  
113 RTN  
114\*LBL "RXY"  
115 FS? 04  
116 GTO "5"  
117 RCL 18  
118 RCL 17  
119 RCL 19  
120 \*  
121 SQRT  
122 /  
123 RTN  
124\*LBL "EGR"  
125 FC? 04  
126 GTO "5"  
127 RCL 05  
128 X<=0?  
129 RTN  
130 SF 06  
131 .006  
132 6.011  
133 XEQ 10  
134 XEQ "M"  
135 17.02  
136 20.022  
137 XEQ 10  
138 XEQ "SM"  
139 X<>Y  
140 ST+ 23  
141 CF 06  
142 1  
143 ST+ 16  
144 RCL 16  
145 END  
  
01\*LBL "LMOD"  
02 FC? 01  
03 SF 01  
04 RTN  
05\*LBL "0"  
06 FS? 01  
07 STO 00

08 FC? 01  
09 RCL 00  
10 RTN  
11\*LBL "1"  
12 FS? 01  
13 STO 01  
14 FC? 01  
15 RCL 01  
16 RTN  
17\*LBL "2"  
18 FS? 01  
19 STO 02  
20 FC? 01  
21 RCL 02  
22 RTN  
23\*LBL "3"  
24 FS? 01  
25 STO 03  
26 FC? 01  
27 RCL 03  
28 RTN  
29\*LBL "4"  
30 FS? 01  
31 STO 04  
32 FC? 01  
33 RCL 04  
34 RTN  
35\*LBL "5"  
36\*LBL "50"  
37 FS? 01  
38 STO 05  
39 FC? 01  
40 RCL 05  
41 RTN  
42\*LBL "12"  
43 FS? 04  
44 GTO "S"  
45 FS? 01  
46 STO 12  
47 FC? 01  
48 RCL 12  
49 RTN  
50\*LBL "13"  
51 FS? 04  
52 GTO "S"  
53 FS? 01  
54 STO 13  
55 FC? 01  
56 RCL 13  
57 RTN  
58\*LBL "14"  
59 FS? 04  
60 GTO "S"  
61 FS? 01  
62 STO 14  
63 FC? 01  
64 RCL 14  
65 RTN  
66\*LBL "15"

67 FS? 04  
68 GTO "S"  
69 FS? 01  
70 STO 15  
71 FC? 01  
72 RCL 15  
73 RTN  
74\*LBL "16"  
75 FS? 01  
76 STO 16  
77 FC? 01  
78 RCL 16  
79 RTN  
80\*LBL "17"  
81 FS? 04  
82 GTO "S"  
83 FS? 01  
84 STO 17  
85 FC? 01  
86 RCL 17  
87 RTN  
88\*LBL "18"  
89 FS? 04  
90 GTO "S"  
91 FS? 01  
92 STO 18  
93 FC? 01  
94 RCL 18  
95 RTN  
96\*LBL "19"  
97 FS? 04  
98 GTO "S"  
99 FS? 01  
100 STO 19  
101 FC? 01  
102 RCL 19  
103 RTN  
104\*LBL "20"  
105 FS? 00  
106 GTO "S"  
107 FS? 01  
108 STO 20  
109 FC? 01  
110 RCL 20  
111 RTN  
112\*LBL "21"  
113 FS? 00  
114 GTO "S"  
115 FS? 01  
116 STO 21  
117 FC? 01  
118 RCL 21  
119 RTN  
120\*LBL "22"  
121 FS? 00  
122 GTO "S"  
123 FS? 01  
124 STO 22  
125 FC? 01

126 RCL 22  
127 RTN  
128\*LBL \*24\*  
129 FS? 01  
130 STO 24  
131 FC? 01  
132 RCL 24  
133 RTN  
134\*LBL \*25\*  
135 FS? 01  
136 STO 25  
137 FC? 01  
138 RCL 25  
139 RTN  
140\*LBL \*26\*  
141 FS? 01  
142 STO 26  
143 FC? 01  
144 RCL 26  
145 RTN  
146\*LBL \*27\*  
147 FS? 01  
148 STO 27  
149 FC? 01  
150 RCL 27  
151 RTN  
152\*LBL \*28\*  
153 FS? 01  
154 STO 28  
155 FC? 01  
156 RCL 28  
157 RTN  
158\*LBL \*29\*  
159 FS? 01  
160 STO 29  
161 FC? 01  
162 RCL 29  
163 RTN  
164\*LBL \*30\*  
165 FS? 01  
166 STO 30  
167 FC? 01  
168 RCL 30  
169 RTN  
170\*LBL \*31\*  
171 FS? 01  
172 STO 31  
173 FC? 01  
174 RCL 31  
175 END

01\*LBL \*FW\*  
02 FS? 04  
03 GTO \*S\*  
04 RCL 24  
05 RCL 26  
06 -  
07 RCL 25  
08 RCL 27

09 -  
10 STO 32  
11 /  
12 RCL 26  
13 RCL 27  
14 /  
15 /  
16 RCL 27  
17 X<Y  
18 RCL 32  
19 X<Y  
20 RTN  
21\*LBL \*EVAR\*  
22 FS? 00  
23 GTO \*S\*  
24 XEQ 10  
25 RCL 17  
26 STO 24  
27 RCL 05  
28 1  
29 -  
30 STO 25  
31 XEQ \*FW\*  
32 RTN  
33\*LBL \*MAMP\*  
34 FS? 00  
35 GTO \*S\*  
36 XEQ 11  
37 XEQ 10  
38 XEQ \*FW\*  
39 RTN  
40\*LBL \*ABST\*  
41 FS? 00  
42 GTO \*S\*  
43 XEQ 11  
44 XEQ \*RM\*  
45 STO 27  
46 X<Y  
47 STO 26  
48 XEQ \*FW\*  
49 RTN  
50\*LBL \*PAR\*  
51 FS? 00  
52 GTO \*S\*  
53 RCL 21  
54 RCL 22  
55 /  
56 STO 30  
57 0  
58 STO 28  
59 STO 29  
60 XEQ \*RM\*  
61 STO 27  
62 X<Y  
63 STO 26  
64 RCL 20  
65 STO 24  
66 RCL 05  
67 RCL 16

68 -  
69 STO 25  
70 XEQ \*FW\*  
71 SORT  
72 RCL 30  
73 ABS  
74 X<Y  
75 /  
76 STO 31  
77 RCL 23  
78 STO 26  
79 RCL 05  
80 RCL 16  
81 2  
82 \*  
83 -  
84 STO 27  
85 XEQ \*RM\*  
86 STO 25  
87 X<Y  
88 STO 24  
89 XEQ \*FW\*  
90 RTN  
91\*LBL 10  
92 RCL 20  
93 STO 26  
94 RCL 05  
95 RCL 16  
96 -  
97 STO 27  
98 RTN  
99\*LBL 11  
100 XEQ \*SM\*  
101 STO 25  
102 X<Y  
103 STO 24  
104 RTN  
105\*LBL \*REG\*  
106 FS? 04  
107 GTO \*S\*  
108 RCL 18  
109 RCL 19  
110 /  
111 STO 30  
112 RCL 13  
113 \*  
114 RCL 12  
115 X<Y  
116 -  
117 STO 28  
118 XEQ \*SM\*  
119 STO 27  
120 X<Y  
121 STO 26  
122 RCL 01  
123 RCL 04  
124 RCL 04  
125 RCL 03  
126 /

127 \*  
128 -  
129 STO 24  
130 RCL 05  
131 1  
132 -  
133 STO 25  
134 XEQ "FM"  
135 SQRT  
136 RCL 28  
137 ABS  
138 X<>Y  
139 /  
140 STO 29  
141 RCL 17  
142 STO 24  
143 XEQ "FM"  
144 SQRT  
145 RCL 30  
146 ABS  
147 X<>Y  
148 /  
149 STO 31  
150 XEQ "FM"  
151 END

01\*LBL "FP"  
02 FS? 00  
03 GTO "S"  
04 STO 08  
05 RBN  
06 STO 06  
07 ST\* 08  
08 RBN  
09 STO 07  
10 RCL 08  
11 +  
12 ST/ 08  
13 1  
14 RCL 08  
15 -  
16 STO 09  
17 2  
18 ST/ 06  
19 ST/ 07  
20 RCL 07  
21 FRC  
22 X=0?  
23 GTO 05  
24 RCL 06  
25 FRC  
26 X=0?  
27 GTO 06  
28 XEQ 07  
29 0  
30 STO 33  
31 .5  
32 STO 34  
33 RCL 08

34 STO 35  
35 SF 08  
36 RCL 06  
37 1.5  
38 -  
39 XEQ 28  
40 RCL 06  
41 ENTER↑  
42 +  
43 1  
44 -  
45 X=0?  
46 GTO 00  
47 RCL 11  
48 /  
49 ST\* 32  
50\*LBL 00  
51 RCL 10  
52 RCL 08  
53 SQRT  
54 \*  
55 ST- 32  
56 LASTX  
57 RAD  
58 ASIN  
59 DEG  
60 RCL 32  
61 RCL 09  
62 SQRT  
63 \*  
64 +  
65 2  
66 \*  
67 PI  
68 /  
69 RTN  
70\*LBL 05  
71 RCL 06  
72 1  
73 -  
74 STO 33  
75 0  
76 STO 34  
77 RCL 09  
78 STO 35  
79 RCL 07  
80 1  
81 -  
82 XEQ 20  
83 GTO 08  
84\*LBL 06  
85 XEQ 07  
86 -.5  
87 STO 33  
88 0  
89 STO 34  
90 RCL 08  
91 STO 35  
92 SF 08

93 RCL 06  
94 1  
95 -  
96 XEQ 20  
97 RCL 32  
98 RCL 11  
99 \*  
100 RCL 10  
101 -  
102 RCL 09  
103 SQRT  
104 \*  
105 1  
106 +  
107 RTN  
108\*LBL 07  
109 RCL 06  
110 .5  
111 -  
112 STO 33  
113 LASTX  
114 STO 34  
115 RCL 09  
116 STO 35  
117 RCL 07  
118 1.5  
119 -  
120 XEQ 20  
121\*LBL 08  
122 RCL 10  
123 RCL 08  
124 RCL 06  
125 YX  
126 \*  
127 STO 32  
128 RTN  
129\*LBL 20  
130 1  
131 STO 11  
132 CLX  
133 STO 10  
134 X<>Y?  
135 RTN  
136 CLX  
137 1  
138 STO 10  
139 X<>Y  
140 X=0?  
141 RTN  
142 .001  
143 \*  
144 +  
145 STO 36  
146 1  
147\*LBL 21  
148 RCL 33  
149 RCL 36  
150 INT  
151 +

```

152 LASTX
153 RCL 34
154 +
155 /
156 RCL 35
157 *
158 *
159 ST+ 10
160 ISG 36
161 GTO 21
162 FC?C 00
163 RTN
164 RCL 36
165 FRC
166 1
167 +
168 STO 36
169 1
170*LBL 22
171 RCL 36
172 INT
173 ENTER↑
174 +
175 1/X
176 1
177 +
178 *
179 ISG 36
180 GTO 22
181 STO 11
182 END

```

### 8.4.3 DIST

```

CAT 1
LBL*FX
LBL*FE          256 BYTES
END
LBL*TX
LBL*TE          50 BYTES
END
LBL*NX
LBL*NE          108 BYTES
END
LBL*CX          94 BYTES
END
LBL*BX
LBL*BE          94 BYTES
END
LBL*PX
LBL*PE          80 BYTES
END
LBL*HX
LBL*HE          174 BYTES
END
LBL*SO
LBL*S           90 BYTES
END
LBL*NI          90 BYTES
END
LBL*CI          35 BYTES
END
LBL*TI          79 BYTES
END
LBL*FI          63 BYTES
END
LBL*TP
LBL*TF
LBL*HP
LBL*CP          157 BYTES
END
LBL*K
LBL*L
LBL*M
LBL*N
LBL*LX
LBL*LP
LBL*X
LBL*Z          90 BYTES
END
LBL*0
LBL*1
LBL*2
LBL*3
LBL*4
LBL*5
LBL*6
LBL*7
LBL*8
LBL*9
LBL*X0

```

```

LBL*X1
LBL*U
LBL*V
LBL*T          144 BYTES
END
LBL*FP          90 BYTES
END
LBL*BP
LBL*PP
LBL*HP
LBL*EX          102 BYTES
END
LBL*SS
LBL*SR          33 BYTES
END
.END.          04 BYTES

```

```

USER KEYS:
11 *FX"
-11 *FP"
12 *TX"
-12 *TP"
13 *CX"
-13 *CP"
14 *NX"
-14 *NP"
15 *BX"
-15 *BP"
21 *U"
-21 *V"
22 *X"
-22 *Z"
23 *SO"
-23 *T"
24 *HX"
-24 *HP"
25 *PX"
-25 *PP"
-32 *K"
33 *M"
-33 *LP"
34 *N"
-34 *LX"
35 *SS"
-35 *SR"
-41 *L"
-51 X(<)Y
-52 *0"
-53 *1"
-54 *X0"
-61 RDN
-62 *2"
-63 *3"
-64 *X1"
-72 *4"
-73 *5"
-74 *6"

```

-81 SQR  
-82 \*7\*  
-83 \*9\*  
-84 \*8\*

STATUS:  
SIZE= 037  
Σ= 11  
DEG  
FIX 9

LISTEN:  
01\*LBL \*FX\*  
02 STO 30  
03 0  
04 X?Y?  
05 RTN  
06 X<Y  
07 RCL 20  
08 STO 16  
09 \*  
10 STO 12  
11 RCL 21  
12 STO 17  
13 +  
14 ST/ 12  
15\*LBL \*FE\*  
16 1  
17 RCL 12  
18 -  
19 STO 13  
20 2  
21 ST/ 16  
22 ST/ 17  
23 RCL 17  
24 FRC  
25 X=0?  
26 GTO 05  
27 RCL 16  
28 FRC  
29 X=0?  
30 GTO 06  
31 XEQ 07  
32 0  
33 STO 08  
34 .5  
35 STO 09  
36 RCL 12  
37 STO 10  
38 SF 08  
39 RCL 16  
40 1.5  
41 -  
42 XEQ 15  
43 RCL 16

44 ENTER†  
45 +  
46 1  
47 -  
48 X=0?  
49 GTO 00  
50 RCL 15  
51 /  
52 ST\* 18  
53\*LBL 00  
54 RCL 14  
55 RCL 12  
56 SQR  
57 \*  
58 ST- 18  
59 LASTX  
60 RAD  
61 ASIN  
62 DEG  
63 RCL 18  
64 RCL 13  
65 SQR  
66 \*  
67 +  
68 2  
69 \*  
70 PI  
71 /  
72 RTN  
73\*LBL 05  
74 RCL 16  
75 1  
76 -  
77 STO 00  
78 0  
79 STO 09  
80 RCL 13  
81 STO 10  
82 RCL 17  
83 1  
84 -  
85 XEQ 15  
86 GTO 08  
87\*LBL 06  
88 XEQ 07  
89 -.5  
90 STO 08  
91 0  
92 STO 09  
93 RCL 12  
94 STO 10  
95 SF 08  
96 RCL 16  
97 1  
98 -  
99 XEQ 15  
100 RCL 18  
101 RCL 15  
102 \*

103 RCL 14  
104 -  
105 RCL 13  
106 SQR  
107 \*  
108 1  
109 +  
110 RTN  
111\*LBL 07  
112 RCL 16  
113 .5  
114 -  
115 STO 08  
116 LASTX  
117 STO 09  
118 RCL 13  
119 STO 10  
120 RCL 17  
121 1.5  
122 -  
123 XEQ 15  
124\*LBL 08  
125 RCL 14  
126 RCL 12  
127 RCL 16  
128 YX  
129 \*  
130 STO 18  
131 RTN  
132\*LBL 15  
133 1  
134 STO 15  
135 CLX  
136 STO 14  
137 X?Y?  
138 RTN  
139 CLX  
140 1  
141 STO 14  
142 X<Y  
143 X=0?  
144 RTN  
145 .001  
146 \*  
147 +  
148 STO 11  
149 1  
150\*LBL 14  
151 RCL 08  
152 RCL 11  
153 INT  
154 +  
155 LASTX  
156 RCL 09  
157 +  
158 /  
159 RCL 10  
160 \*  
161 \*

162 ST+ 14  
163 ISG 11  
164 GTO 14  
165 FC?C 08  
166 RTN  
167 RCL 11  
168 FRC  
169 1  
170 +  
171 STO 11  
172 1  
173\*LBL 13  
174 RCL 11  
175 INT  
176 ENTER†  
177 +  
178 1/X  
179 1  
180 +  
181 \*  
182 ISG 11  
183 GTO 13  
184 STO 15  
185 END

01\*LBL "TX"  
02 STO 30  
03 RCL 22  
04 STO 19  
05 X<Y  
06\*LBL "TE"  
07 X<0?  
08 SF 09  
09 X†2  
10 STO 12  
11 RCL 19  
12 STO 17  
13 +  
14 ST/ 12  
15 1  
16 STO 16  
17 XEQ "FE"  
18 1  
19 +  
20 2  
21 /  
22 1  
23 X<Y  
24 FS?C 09  
25 -  
26 END

01\*LBL "HX"  
02 STO 30  
03\*LBL "NE"  
04 X<0?  
05 SF 10  
06 ABS  
07 STO 08

08 6  
09 X<Y?  
10 GTO 02  
11 X<Y  
12 X†2  
13 STO 10  
14 4  
15 RCL 08  
16 X<Y?  
17 GTO 00  
18 14  
19 \*  
20 5  
21 +  
22 GTO 01  
23\*LBL 00  
24 21  
25 \*  
26 23  
27 -  
28\*LBL 01  
29 INT  
30 STO 09  
31 2  
32 MOD  
33 1  
34 +  
35 2  
36 MOD  
37 .00202  
38 +  
39 ST+ 09  
40 RCL 08  
41 ENTER†  
42 ENTER†  
43 ENTER†  
44\*LBL 10  
45 RCL 09  
46 INT  
47 /  
48 RCL 10  
49 \*  
50 +  
51 DSE 09  
52 GTO 10  
53 RCL 10  
54 -2  
55 /  
56 E†X  
57 \*  
58 2  
59 PI  
60 \*  
61 SQRT  
62 /  
63 .5  
64 +  
65 1  
66 X<Y

67 FS?C 10  
68 -  
69 RTN  
70\*LBL 02  
71 1  
72 0  
73 FC?C 10  
74 +  
75 END

01\*LBL "CX"  
02 STO 30  
03 0  
04 X<Y?  
05 RTN  
06 X<Y  
07 STO 11  
08 -2  
09 /  
10 E†X  
11 STO 12  
12 STO 13  
13 RCL 23  
14 2  
15 MOD  
16 STO 14  
17 X=0?  
18 GTO 00  
19 RCL 11  
20 SQRT  
21 XEQ "NE"  
22 1  
23 X<Y  
24 -  
25 2  
26 \*  
27 STO 12  
28 RCL 11  
29 2  
30 \*  
31 PI  
32 /  
33 SQRT  
34 GTO 01  
35\*LBL 00  
36 RCL 11  
37 2  
38 /  
39\*LBL 01  
40 ST\* 13  
41 2  
42 RCL 23  
43 X<Y?  
44 GTO 02  
45 .02  
46 +  
47 .001  
48 \*  
49 4

50 RCL 14  
51 -  
52 +  
53 STO 15  
54 RCL 13  
55\*LBL 10  
56 ST+ 12  
57 RCL 11  
58 RCL 15  
59 INT  
60 /  
61 \*  
62 ISG 15  
63 GTO 10  
64\*LBL 02  
65 1  
66 RCL 12  
67 -  
68 END

01\*LBL "BX"  
02 INT  
03 STO 30  
04 0  
05 X>Y?  
06 RTN  
07 CLX  
08 RCL 24  
09 /  
10 1  
11 X<=Y?  
12 RTN  
13\*LBL "BE"  
14 RCL 24  
15 1  
16 +  
17 STO 10  
18 RCL 25  
19 1  
20 RCL 25  
21 -  
22 /  
23 STO 09  
24 LASTX  
25 RCL 24  
26 Y\*Y  
27 STO 11  
28 FS? 12  
29 XEQ "EX"  
30 RCL 30  
31 .001  
32 \*  
33 1  
34 +  
35 STO 12  
36 RCL 30  
37 X=0?  
38 GTO 02  
39 RCL 11

40\*LBL 10  
41 RCL 10  
42 RCL 12  
43 INT  
44 -  
45 LASTX  
46 /  
47 RCL 09  
48 \*  
49 \*  
50 ST+ 11  
51 FS? 12  
52 XEQ "EX"  
53 ISG 12  
54 GTO 10  
55 DSE 12  
56\*LBL 02  
57 RCL 11  
58 END

01\*LBL "PX"  
02 INT  
03 STO 30  
04 0  
05 X>Y?  
06 RTN  
07 CLX  
08 1000  
09 /  
10 1  
11 X<=Y?  
12 RTN  
13\*LBL "PE"  
14 RCL 30  
15 RCL 26  
16 STO 08  
17 CHS  
18 ETX  
19 STO 11  
20 FS? 12  
21 XEQ "EX"  
22 RCL 30  
23 X=0?  
24 GTO 01  
25 .001  
26 \*  
27 1  
28 +  
29 STO 12  
30 RCL 11  
31\*LBL 10  
32 RCL 08  
33 RCL 12  
34 INT  
35 /  
36 \*  
37 ST+ 11  
38 FS? 12  
39 XEQ "EX"

40 ISG 12  
41 GTO 10  
42 DSE 12  
43\*LBL 01  
44 RCL 11  
45 END  
  
01\*LBL "HX"  
02 INT  
03 STO 30  
04 RCL 20  
05 RCL 29  
06 +  
07 RCL 27  
08 -  
09 0  
10 X<Y?  
11 X<Y  
12 STO 15  
13 RCL 30  
14 -  
15 0  
16 X<Y?  
17 RTN  
18 RCL 28  
19 RCL 29  
20 X>Y?  
21 X<Y  
22 RCL 30  
23 STO 13  
24 -  
25 1  
26 X>Y?  
27 RTN  
28\*LBL "HE"  
29 RCL 15  
30 X=0?  
31 GTO 02  
32 RCL 28  
33 STO 08  
34 RCL 27  
35 RCL 29  
36 -  
37 GTO 03  
38\*LBL 02  
39 RCL 27  
40 RCL 28  
41 -  
42 STO 08  
43 RCL 29  
44\*LBL 03  
45 1  
46 -  
47 .001  
48 \*  
49 STO 10  
50 RCL 27  
51 STO 09  
52 1

53\*LBL 10  
54 RCL 08  
55 RCL 10  
56 INT  
57 -  
58 \*  
59 RCL 09  
60 RCL 10  
61 INT  
62 -  
63 /  
64 ISG 10  
65 GTO 10  
66 STO 11  
67 FS? 12  
68 XEQ "EX"  
69 RCL 15  
70 RCL 13  
71 X=Y?  
72 GTO 04  
73 .001  
74 \*  
75 +  
76 1  
77 +  
78 STO 12  
79 RCL 27  
80 RCL 28  
81 1  
82 +  
83 STO 08  
84 RCL 29  
85 1  
86 +  
87 STO 09  
88 +  
89 -  
90 2  
91 +  
92 STO 10  
93 RCL 11  
94\*LBL 11  
95 RCL 12  
96 INT  
97 /  
98 LASTX  
99 RCL 08  
100 X<Y  
101 -  
102 LASTX  
103 RCL 09  
104 X<Y  
105 -  
106 \*  
107 \*  
108 RCL 10  
109 RCL 12  
110 INT  
111 +

112 /  
113 ST+ 11  
114 FS? 12  
115 XEQ "EX"  
116 ISG 12  
117 GTO 11  
118 DSE 12  
119\*LBL 04  
120 RCL 11  
121 END  
  
01\*LBL "50"  
02 SF 05  
03 STO 31  
04 RCL 00  
05\*LBL "5"  
06 STO 00  
07 ASTO 07  
08 XEQ IND 07  
09 RCL 31  
10 -  
11 STO 03  
12 FS?C 05  
13 GTO 00  
14 SIGN  
15 RCL 00  
16 \*  
17 .1  
18 \*  
19 X=0?  
20 LASTX  
21 RCL 00  
22 +  
23 STO 01  
24\*LBL 00  
25 RCL 01  
26 XEQ IND 07  
27 RCL 31  
28 -  
29 STO 04  
30\*LBL 10  
31 RCL 01  
32 RCL 01  
33 RCL 00  
34 -  
35 RCL 04  
36 \*  
37 RCL 04  
38 RCL 03  
39 -  
40 /  
41 -  
42 STO 02  
43 XEQ IND 07  
44 FS? 04  
45 STOP  
46 RCL 31  
47 -  
48 STO 05

49 ABS  
50 RCL 06  
51 X<Y?  
52 GTO 03  
53 RCL 01  
54 STO 00  
55 RCL 04  
56 STO 03  
57 RCL 02  
58 STO 01  
59 RCL 05  
60 STO 04  
61 GTO 10  
62\*LBL 03  
63 RCL 02  
64 END  
  
01\*LBL "NI"  
02 1  
03 RCL 31  
04 -  
05 X<Y?  
06 SF 06  
07 FS? 06  
08 X<Y  
09 LN  
10 2  
11 \*  
12 CHS  
13 SORT  
14 ENTER↑  
15 ENTER↑  
16 ENTER↑  
17 .001308  
18 \*  
19 .189269  
20 +  
21 \*  
22 1.432788  
23 +  
24 \*  
25 1  
26 +  
27 STO 08  
28 CLX  
29 .010328  
30 \*  
31 .002853  
32 +  
33 \*  
34 2.515517  
35 +  
36 RCL 08  
37 /  
38 -  
39 FS?C 06  
40 CHS  
41 END

01\*LBL "CI"  
02 XEQ "NI"  
03 2  
04 9  
05 RCL 23  
06 \*  
07 /  
08 STO 08  
09 SORT  
10 \*  
11 1  
12 +  
13 RCL 08  
14 -  
15 ENTER↑  
16 ENTER↑  
17 \*  
18 \*  
19 RCL 23  
20 \*  
21 ABS  
22 END

01\*LBL "TI"  
02 XEQ "NI"  
03 ENTER↑  
04 ENTER↑  
05 ENTER↑  
06 STO 08  
07 \*  
08 \*  
09 STO 09  
10 \*  
11 \*  
12 STO 10  
13 \*  
14 \*  
15 STO 11  
16 CLX  
17 RCL 09  
18 +  
19 RCL 19  
20 4  
21 \*  
22 STO 12  
23 /  
24 +  
25 RCL 19  
26 5  
27 \*  
28 RCL 09  
29 16  
30 \*  
31 +  
32 RCL 08  
33 3  
34 \*  
35 +  
36 RCL 12

37 X↑2  
38 /  
39 6  
40 /  
41 +  
42 RCL 11  
43 3  
44 \*  
45 RCL 10  
46 19  
47 \*  
48 +  
49 RCL 09  
50 17  
51 \*  
52 +  
53 RCL 08  
54 15  
55 \*  
56 -  
57 RCL 12  
58 3  
59 Y↑X  
60 /  
61 6  
62 /  
63 +  
64 END

01\*LBL "FI"  
02 XEQ "NI"  
03 STO 08  
04 3  
05 -  
06 6  
07 /  
08 STO 09  
09 RCL 20  
10 1  
11 -  
12 1/X  
13 STO 11  
14 RCL 21  
15 1  
16 -  
17 1/X  
18 STO 12  
19 +  
20 2  
21 X<>Y  
22 /  
23 STO 10  
24 RCL 09  
25 +  
26 SORT  
27 RCL 08  
28 \*  
29 RCL 10  
30 /

31 2  
32 RCL 10  
33 3  
34 \*  
35 /  
36 5  
37 6  
38 /  
39 +  
40 RCL 09  
41 +  
42 RCL 11  
43 RCL 12  
44 -  
45 \*  
46 -  
47 2  
48 \*  
49 E↑X  
50 END

01\*LBL "TP"  
02 STO 31  
03 RCL 22  
04 STO 19  
05\*LBL "TF"  
06 2  
07 RCL 19  
08 X=Y?  
09 GTO 08  
10 RCL 31  
11 XEQ "TI"  
12 FS? 03  
13 RTN  
14 "TE"  
15 GTO "S"  
16\*LBL 00  
17 X=Y?  
18 GTO 01  
19 RCL 31  
20 .5  
21 -  
22 PI  
23 \*  
24 RAD  
25 TAN  
26 DEG  
27 RTN  
28\*LBL 01  
29 2  
30 RCL 31  
31 2  
32 \*  
33 1  
34 -  
35 X↑2  
36 \*  
37 LASTX  
38 1

39 X<>Y  
 40 -  
 41 /  
 42 SQRT  
 43 RCL 31  
 44 .5  
 45 X(=Y?  
 46 SF 09  
 47 RDN  
 48 RDN  
 49 FC?C 09  
 50 CHS  
 51 RTN  
 52\*LBL "NP"  
 53 STO 31  
 54 XEQ "NI"  
 55 -6  
 56 X>Y?  
 57 GTO 00  
 58 CHS  
 59 X<Y?  
 60 GTO 01  
 61 RDN  
 62 FS? 03  
 63 RTN  
 64 "NE"  
 65 GTO "S"  
 66\*LBL 00  
 67 "Z < -6"  
 68 AVIEW  
 69 RTN  
 70\*LBL 01  
 71 "Z > 6"  
 72 AVIEW  
 73 RTN  
 74\*LBL "CP"  
 75 STO 31  
 76 XEQ "CI"  
 77 FS? 03  
 78 RTN  
 79 "CX"  
 80 GTO "S"  
 81 END

01\*LBL "K"  
 02 CLRG  
 03 1 E-8  
 04 STO 06  
 05 .012  
 06\*LBL 01  
 07 CF IND X  
 08 ISG X  
 09 GTO 01  
 10 CLST  
 11 BEEP  
 12 RTN  
 13\*LBL "L"  
 14 1  
 15 GTO 02

16\*LBL "M"  
 17 3  
 18 GTO 02  
 19\*LBL "H"  
 20 4  
 21\*LBL 02  
 22 FC?C IND X  
 23 SF IND X  
 24 X<>Y  
 25 RTN  
 26\*LBL "LX"  
 27 RCL 30  
 28 RTN  
 29\*LBL "LP"  
 30 RCL 31  
 31 RTN  
 32\*LBL "X"  
 33 RCL 32  
 34 -  
 35 RCL 33  
 36 /  
 37 RTN  
 38\*LBL "Z"  
 39 RCL 33  
 40 \*  
 41 RCL 32  
 42 +  
 43 END

01\*LBL "0"  
 02 0  
 03 GTO 01  
 04\*LBL "1"  
 05 1  
 06 GTO 01  
 07\*LBL "2"  
 08 2  
 09 GTO 01  
 10\*LBL "3"  
 11 3  
 12 GTO 01  
 13\*LBL "4"  
 14 4  
 15 GTO 01  
 16\*LBL "5"  
 17 5  
 18 GTO 01  
 19\*LBL "6"  
 20 6  
 21 GTO 01  
 22\*LBL "7"  
 23 7  
 24 GTO 01  
 25\*LBL "8"  
 26 8  
 27 GTO 01  
 28\*LBL "9"  
 29 9  
 30 GTO 01

31\*LBL "X0"  
 32 -20  
 33 GTO 01  
 34\*LBL "X1"  
 35 -19  
 36 GTO 01  
 37\*LBL "U"  
 38 12  
 39 GTO 01  
 40\*LBL "V"  
 41 13  
 42 GTO 01  
 43\*LBL "T"  
 44 -14  
 45\*LBL 01  
 46 20  
 47 +  
 48 X<>Y  
 49 FS? 01  
 50 STO IND Y  
 51 FC? 01  
 52 RCL IND Y  
 53 END

01\*LBL "FP"  
 02 STO 31  
 03 1  
 04 RCL 20  
 05 X=Y?  
 06 GTO 01  
 07 CLX  
 08 RCL 21  
 09 X=Y?  
 10 GTO 00  
 11 RCL 31  
 12 XEQ "FI"  
 13 FS? 07  
 14 RTN  
 15 "FX"  
 16 GTO "S"  
 17\*LBL 00  
 18 RCL 20  
 19 X\*Y?  
 20 SF 11  
 21\*LBL 01  
 22 RCL 21  
 23 FS? 11  
 24 RCL 20  
 25 STO 19  
 26 1  
 27 RCL 31  
 28 FS? 11  
 29 -  
 30 1  
 31 +  
 32 2  
 33 /  
 34 STO 31  
 35 XEQ "TF"

```

36 X#2
37 RCL 31
38 2
39 *
40 1
41 -
42 FC? 11
43 GTO 02
44 1
45 X<>Y
46 -
47*LBL 02
48 STO 31
49 RDN
50 FS?C 11
51 1/X
52 END

```

```

01*LBL "BP"
02 STO 31
03 SF 12
04 0
05 STO 12
06 RCL 24
07 STO 30
08 XEQ "BE"
09 GTO 01
10*LBL "PP"
11 STO 31
12 SF 12
13 0
14 STO 12
15 999
16 STO 30
17 XEQ "PE"
18 GTO 01
19*LBL "HP"
20 STO 31
21 SF 12
22 RCL 28
23 RCL 29
24 X<Y?
25 X<>Y
26 STO 13
27 +
28 RCL 27
29 -
30 0
31 X<Y?
32 X<>Y
33 STO 15
34 STO 12
35 XEQ "HE"
36 GTO 01
37*LBL "EX"
38 RCL 11
39 RCL 31
40 X<=Y?
41 GTO 01

```

```

42 RDN
43 RDN
44 RTN
45*LBL 01
46 RCL 11
47 RCL 12
48 INT
49 CF 12
50 STOP
51 END

01*LBL "SS"
02 RDN
03 STO 34
04 RDN
05 STO 35
06 RDN
07 STO 36
08 RDN
09 RTN
10*LBL "SR"
11 RCL 36
12 RCL 35
13 RCL 34
14 R+
15 END

```

#### 8.4.4 KURV

```

CAT :
LBL'TRA
END 10 BYTES
LBL'CLEAP
LBL'CLG
LBL'YTY
LBL'TRANS
LBL'S
LBL'T
END 116 BYTES
LBL'EIN
LBL'KOR
LBL'CLK
LBL'LX
LBL'E-
LBL'E+
END 304 BYTES
LBL'LMOD
LBL'0
LBL'1
LBL'2
LBL'3
LBL'4
LBL'50
LBL'5
LBL'12
LBL'13
LBL'14
LBL'15
LBL'16
LBL'17
LBL'18
LBL'19
LBL'20
LBL'21
LBL'22
LBL'24
LBL'44
LBL'25
LBL'26
LBL'46
LBL'27
END 402 BYTES
LBL'ZE
LBL'ZA
END 67 BYTES
LBL'ABST
LBL'PAR
END 71 BYTES
LBL'EMOD
LBL'EGR
LBL'WZ
END 304 BYTES
.END. 07 BYTES

```

USER KEYS.

11 \*Σ+\*  
 -11 \*Σ-\*  
 12 \*PAR\*  
 -12 \*ABST\*  
 13 \*MZ\*  
 14 \*12\*  
 -14 \*13\*  
 15 \*14\*  
 -15 \*15\*  
 21 \*44\*  
 -21 \*2E\*  
 22 \*46\*  
 -22 \*2A\*  
 23 \*50\*  
 -23 \*16\*  
 24 \*24\*  
 -24 \*25\*  
 25 \*26\*  
 -25 \*27\*  
 32 \*CLG\*  
 -32 \*CLEAR\*  
 33 \*CLK\*  
 -33 \*TRANS\*  
 34 \*EGR\*  
 -34 \*LX\*  
 35 \*EIN\*  
 -35 \*KOR\*  
 -41 \*LMOD\*  
 -42 \*EMOD\*  
 -43 \*YTY\*  
 -51 X<Y  
 -52 \*20\*  
 -53 \*21\*  
 -54 \*22\*  
 -61 RDN  
 -62 \*17\*  
 -63 \*18\*  
 -64 \*19\*  
 -72 \*0\*  
 -73 \*4\*  
 -74 \*2\*  
 -81 SORT  
 -82 \*1\*  
 -83 \*5\*  
 -84 \*3\*

STATUS:

SIZE= 043  
 Σ= 00  
 DEG  
 FIX 4

LISTEN:

01\*LBL \*TRA\*  
 02 END  
 01\*LBL \*CLEAR\*  
 02 CLRG  
 03 ERREG 00  
 04 .01  
 05\*LBL 10  
 06 CF IND X  
 07 ISG X  
 08 GTO 10  
 09 CLST  
 10 BEEP  
 11 RTN  
 12\*LBL \*CLG\*  
 13 FC? 04  
 14 GTO \*S\*  
 15 CLE  
 16 CF 06  
 17 0  
 18 STO 38  
 19 1  
 20 STO 37  
 21 RTN  
 22\*LBL \*YTY\*  
 23 FC? 00  
 24 GTO \*S\*  
 25 FC?C 03  
 26 SF 03  
 27 RTN  
 28\*LBL \*TRANS\*  
 29 FC?C 02  
 30 SF 02  
 31 RTN  
 32\*LBL \*S\*  
 33 CF 05  
 34 TONE 0  
 35 \*GESPERRT\*  
 36 AVIEW  
 37 RTN  
 38\*LBL \*T\*  
 39 CF 05  
 40 TONE 1  
 41 \*NEIN\*  
 42 AVIEW  
 43 END

01\*LBL \*EIN\*  
 02 FC? 00  
 03 GTO \*S\*  
 04 FC? 07  
 05 GTO \*T\*  
 06 FC? 04  
 07 CLE  
 08 SF 04  
 09 SF 06  
 10 STO 32  
 11 X<Y  
 12 STO 35

13 X<Y  
 14 FS? 02  
 15 XEQ \*TRA\*  
 16 STO 33  
 17 RCL 35  
 18 FS? 03  
 19 GTO 01  
 20 RCL 37  
 21 1  
 22 -  
 23 RCL 30  
 24 \*  
 25 RCL 28  
 26 +  
 27\*LBL 01  
 28 STO 35  
 29 RCL 37  
 30 1  
 31 X<Y?  
 32 GTO 02  
 33 RCL 33  
 34 STO 39  
 35 GTO 03  
 36\*LBL 02  
 37 RCL 33  
 38 RCL 34  
 39 +  
 40 RCL 35  
 41 RCL 36  
 42 -  
 43 \*  
 44 STO 40  
 45 ST+ 38  
 46\*LBL 03  
 47 RCL 34  
 48 STO 41  
 49 RCL 33  
 50 STO 34  
 51 RCL 36  
 52 STO 42  
 53 RCL 35  
 54 STO 36  
 55 RCL 37  
 56 1  
 57 +  
 58 STO 37  
 59 TONE 9  
 60 RCL 31  
 61 X<Y?  
 62 GTO 04  
 63 X<Y  
 64 1  
 65 -  
 66 RTN  
 67\*LBL 04  
 68 RCL 33  
 69 RCL 39  
 70 -  
 71 RCL 29

72 RCL 28  
73 -  
74 /  
75 STO 26  
76 RCL 38  
77 2  
78 /  
79 STO 24  
80  $\Sigma$ +  
81 0  
82 STO 38  
83 1  
84 STO 37  
85 RCL 05  
86 CF 06  
87 TONE 2  
88 "FERTIG"  
89 AVIEW  
90 RTN  
91\*LBL "KOR"  
92 FC? 06  
93 GTO "S"  
94 RCL 37  
95 2  
96 X<Y?  
97 GTO 00  
98 1  
99 STO 37  
100 RTN  
101\*LBL 00  
102 RCL 41  
103 STO 34  
104 RCL 42  
105 STO 36  
106 RCL 40  
107 ST- 38  
108 1  
109 ST- 37  
110 RCL 37  
111 1  
112 -  
113 RTN  
114\*LBL "CLK"  
115 FC? 04  
116 GTO "S"  
117 1  
118 STO 37  
119 0  
120 STO 38  
121 FS?C 06  
122 RTN  
123 RCL 26  
124 RCL 24  
125  $\Sigma$ -  
126 CLX  
127 RTN  
128\*LBL "LX"  
129 FC? 00  
130 GTO "S"

131 RCL 35  
132 FC? 02  
133 RCL 32  
134 FS? 02  
135 RCL 33  
136 RTN  
137\*LBL "Σ-"  
138 SF 05  
139\*LBL "Σ+"  
140 FC? 00  
141 GTO "S"  
142 FS? 06  
143 GTO "S"  
144 FC? 07  
145 GTO "T"  
146 FC? 04  
147 CLX  
148 SF 04  
149 X<Y  
150 FS?C 05  
151 GTO 00  
152  $\Sigma$ +  
153 TONE 9  
154 RTN  
155\*LBL 00  
156  $\Sigma$ -  
157 TONE 8  
158 END  
  
01\*LBL "LMOD"  
02 FC?C 01  
03 SF 01  
04 RTN  
05\*LBL "0"  
06 FS? 06  
07 GTO "S"  
08 FC? 01  
09 RCL 00  
10 FS? 01  
11 STO 00  
12 RTN  
13\*LBL "1"  
14 FS? 06  
15 GTO "S"  
16 FC? 01  
17 RCL 01  
18 FS? 01  
19 STO 01  
20 RTN  
21\*LBL "2"  
22 FS? 06  
23 GTO "S"  
24 FC? 01  
25 RCL 02  
26 FS? 01  
27 STO 02  
28 RTN  
29\*LBL "3"  
30 FS? 06

31 GTO "S"  
32 FC? 01  
33 RCL 03  
34 FS? 01  
35 STO 03  
36 RTN  
37\*LBL "4"  
38 FS? 06  
39 GTO "S"  
40 FC? 01  
41 RCL 04  
42 FS? 01  
43 STO 04  
44 RTN  
45\*LBL "50"  
46\*LBL "5"  
47 FS? 06  
48 GTO "S"  
49 FC? 01  
50 RCL 05  
51 FS? 01  
52 STO 05  
53 RTN  
54\*LBL "12"  
55 FC? 01  
56 RCL 12  
57 FS? 01  
58 STO 12  
59 RTN  
60\*LBL "13"  
61 FC? 01  
62 RCL 13  
63 FS? 01  
64 STO 13  
65 RTN  
66\*LBL "14"  
67 FC? 01  
68 RCL 14  
69 FS? 01  
70 STO 14  
71 RTN  
72\*LBL "15"  
73 FC? 01  
74 RCL 15  
75 FS? 01  
76 STO 15  
77 RTN  
78\*LBL "16"  
79 FC? 01  
80 RCL 16  
81 FS? 01  
82 STO 16  
83 RTN  
84\*LBL "17"  
85 FS? 04  
86 GTO "S"  
87 FC? 01  
88 RCL 17  
89 FS? 01

90 STO 17  
91 RTN  
92\*LBL "18"  
93 FS? 04  
94 GTO "S"  
95 FC? 01  
96 RCL 18  
97 FS? 01  
98 STO 18  
99 RTN  
100\*LBL "19"  
101 FS? 04  
102 GTO "S"  
103 FC? 01  
104 RCL 19  
105 FS? 01  
106 STO 19  
107 RTN  
108\*LBL "20"  
109 FS? 00  
110 GTO "S"  
111 FC? 01  
112 RCL 20  
113 FS? 01  
114 STO 20  
115 RTN  
116\*LBL "21"  
117 FS? 00  
118 GTO "S"  
119 FC? 01  
120 RCL 21  
121 FS? 01  
122 STO 21  
123 RTN  
124\*LBL "22"  
125 FS? 00  
126 GTO "S"  
127 FC? 01  
128 RCL 22  
129 FS? 01  
130 STO 22  
131 RTN  
132\*LBL "24"  
133\*LBL "44"  
134 FS? 06  
135 GTO "S"  
136 FC? 01  
137 RCL 24  
138 FS? 01  
139 STO 24  
140 RTN  
141\*LBL "25"  
142 FS? 04  
143 GTO "S"  
144 FC? 01  
145 RCL 25  
146 FS? 01  
147 STO 25  
148 RTN

149\*LBL "26"  
150\*LBL "46"  
151 FS? 06  
152 GTO "S"  
153 FC? 01  
154 RCL 26  
155 FS? 01  
156 STO 26  
157 RTN  
158\*LBL "27"  
159 FS? 04  
160 GTO "S"  
161 FC? 01  
162 RCL 27  
163 FS? 01  
164 STO 27  
165 END

01\*LBL "ZE"  
02 FS? 06  
03 GTO "S"  
04 STO 31  
05 RDN  
06 STO 29  
07 RDN  
08 STO 28  
09 RT  
10 X<Y  
11 -  
12 X(=0?  
13 GTO "T"  
14 STO 30  
15 RT  
16 FRC  
17 X#0?  
18 GTO "T"  
19 LASTX  
20 1  
21 -  
22 1  
23 X<Y  
24 X<Y?  
25 GTO "T"  
26 ST/ 30  
27 SF 07  
28 RCL 30  
29 RTN  
30\*LBL "ZA"  
31 RCL 31  
32 RCL 30  
33 RCL 29  
34 RCL 28  
35 END

01\*LBL "ABST"  
02 FS? 00  
03 GTO "S"  
04 RCL 17  
05 RCL 20

06 -  
07 RCL 16  
08 1  
09 -  
10 /  
11 RCL 20  
12 GTO 01  
13\*LBL "PAR"  
14 FS? 00  
15 GTO "S"  
16 RCL 19  
17 RCL 22  
18 -  
19 RCL 16  
20 1  
21 -  
22 /  
23 RCL 22  
24\*LBL 01  
25 RCL 05  
26 RCL 16  
27 -  
28 /  
29 /  
30 RCL 05  
31 RCL 16  
32 -  
33 X<Y  
34 RCL 16  
35 1  
36 -  
37 X<Y  
38 END  
  
01\*LBL "EMOD"  
02 FS? 04  
03 GTO "S"  
04 FS?C 00  
05 GTO 15  
06 SF 00  
07 .006  
08 6.011  
09 CF 10  
10 XEQ 10  
11 1  
12 STO 37  
13 CLX  
14 "ZEIT " "  
15 FC? 07  
16 AVIEW  
17 RTN  
18\*LBL 15  
19 6.012  
20 .005  
21 XEQ 10  
22 XEQ "M2"  
23 RCL 16  
24 RTN  
25\*LBL "EGR"

26 FC?C 04  
27 GTO "S"  
28 RCL 05  
29 X<=0?  
30 RTN  
31 SF 10  
32 .006  
33 6.011  
34 XEQ 10  
35 XEQ "M2"  
36 17.02  
37 20.022  
38 XEQ 10  
39 RCL 17  
40 RCL 18  
41 RCL 18  
42 RCL 19  
43 XEQ 12  
44 ST+ 23  
45 CF 10  
46 1  
47 ST+ 16  
48 RCL 16  
49 RTN  
50+LBL "M2"  
51 FC? 07  
52 GTO "T"  
53 RCL 05  
54 X<=0?  
55 RTN  
56 XEQ 11  
57 RCL 14  
58 RCL 29  
59 RCL 28  
60 +  
61 2  
62 /  
63 \*  
64 RCL 24  
65 RCL 29  
66 RCL 28  
67 -  
68 /  
69 X<Y  
70 -  
71 STO 12  
72 RCL 25  
73 RCL 29  
74 RCL 28  
75 -  
76 /  
77 X+2  
78 RCL 28  
79 RCL 29  
80 +  
81 2  
82 /  
83 RCL 15  
84 \*

85 X+2  
86 +  
87 SQR  
88 STO 13  
89 RCL 05  
90 RTN  
91+LBL 10  
92 ENTER+  
93+LBL 09  
94 CLX  
95 RCL IND Z  
96 FC? 10  
97 STO IND Y  
98 FS? 10  
99 ST+ IND Y  
100 ISC Z  
101 ISC Y  
102 GTO 09  
103 RTN  
104+LBL 11  
105 MEAN  
106 STO 24  
107 X<Y  
108 STO 26  
109 STO 14  
110 RCL 05  
111 1  
112 X<Y?  
113 GTO 06  
114 0  
115 STO 25  
116 STO 27  
117 STO 17  
118 STO 18  
119 STO 19  
120 RTN  
121+LBL 00  
122 RCL 01  
123 RCL 00  
124 RCL 00  
125 RCL 05  
126 XEQ 12  
127 STO 17  
128 RCL 05  
129 X+2  
130 LASTX  
131 -  
132 /  
133 SQR  
134 STO 25  
135 RCL 03  
136 RCL 02  
137 RCL 02  
138 RCL 05  
139 XEQ 12  
140 STO 19  
141 RCL 05  
142 X+2  
143 LASTX

144 -  
145 /  
146 SQR  
147 STO 27  
148 STO 15  
149 RCL 04  
150 RCL 02  
151 RCL 00  
152 RCL 05  
153 XEQ 12  
154 STO 18  
155 RTN  
156+LBL 12  
157 X=0?  
158 RTN  
159 /  
160 \*  
161 -  
162 END

### 8.4.5 TAFEL

	CAT
LBL*NX	
LBL*NE	
END	108 BYTES
LBL*CX	
END	94 BYTES
LBL*BX	
LBL*BE	
END	94 BYTES
LBL*PX	
LBL*PE	
END	80 BYTES
LBL*HX	
LBL*HE	
END	174 BYTES
LBL*S	
END	70 BYTES
LBL*NI	
END	90 BYTES
LBL*CI	
END	35 BYTES
LBL*HP	
LBL*CP	
END	68 BYTES
LBL*BP	
LBL*PP	
LBL*HP	
LBL*EX	
END	102 BYTES
LBL*CLEAP	
LBL*CLT	
LBL*T	
LBL*LMOD	
LBL*EMOD	
LBL*LB	
LBL*LX	
LBL*LP	
LBL*BEB	
END	165 BYTES
LBL*KOR	
LBL*EIN	
END	89 BYTES
LBL*TA	
LBL*XT	
LBL*BA	
LBL*BZ	
LBL*RT	
LBL*XA	
END	199 BYTES
LBL*PC	
LBL*PB	
LBL*PL	
LBL*PH	
END	81 BYTES
LBL*0	
LBL*1	
LBL*2	
LBL*3	

LBL*4	
LBL*5	
LBL*6	
LBL*7	
LBL*8	
LBL*9	
LBL*10	
LBL*11	
END	172 BYTES
.END.	83 BYTES

USER KEYS:
11 *XT*
-11 *XA*
12 *BZ*
-12 *BA*
13 *CX*
-13 *CP*
14 *NX*
-14 *NP*
15 *BX*
-15 *BP*
21 LN
-21 E*X
22 *PB*
-22 *PC*
23 *PH*
-23 *PL*
24 *HX*
-24 *HP*
25 *PX*
-25 *PP*
32 *CLT*
-32 *CLEAR*
33 *TA*
-33 *LP*
34 *LB*
-34 *LX*
35 *EIN*
-35 *KOP*
-41 *LMOD*
-42 *EMOD*
-43 *BEB*
-51 X<Y?
-52 *0*
-53 *1*
-54 *4*
-61 RDN
-62 *2*
-63 *3*
-64 *5*
-71 *RT*
-72 *6*
-73 *7*
-74 *8*
-81 SORT
-82 *9*
-83 *10*
-84 *11*

STATUS:
SIZE= 043
Σ= 19
DEG
FIX 4

LISTEN:
01*LBL *NX*
02 STO 30
03*LBL *NE*
04 X<0?
05 SF 10
06 ABS
07 STO 00
08 6
09 X<Y?
10 GTO 02
11 X<Y
12 X*2
13 STO 10
14 4
15 RCL 00
16 X<Y?
17 GTO 00
18 14
19 *
20 5
21 +
22 GTO 01
23*LBL 00
24 21
25 *
26 23
27 -
28*LBL 01
29 INT
30 STO 09
31 2
32 MOD
33 1
34 +
35 2
36 MOD
37 .00202
38 +
39 ST+ 09
40 RCL 00
41 ENTER↑
42 ENTER↑
43 ENTER↑
44*LBL 10
45 RCL 09
46 INT
47 /
48 RCL 10
49 *
50 +

51 DSE 09  
52 GTO 10  
53 RCL 10  
54 -2  
55 /  
56 E\*  
57 \*  
58 2  
59 PI  
60 \*  
61 SQRT  
62 /  
63 .5  
64 +  
65 1  
66 X<Y  
67 FS?C 10  
68 -  
69 RTN  
70\*LBL 02  
71 1  
72 0  
73 FC?C 10  
74 +  
75 END

01\*LBL "CX"  
02 STO 30  
03 0  
04 X\*Y?  
05 RTN  
06 X<Y  
07 STO 11  
08 -2  
09 /  
10 E\*  
11 STO 12  
12 STO 13  
13 RCL 32  
14 2  
15 MOD  
16 STO 14  
17 X=0?  
18 GTO 00  
19 RCL 11  
20 SQRT  
21 XEQ "NE"  
22 1  
23 X<Y  
24 -  
25 2  
26 \*  
27 STO 12  
28 RCL 11  
29 2  
30 \*  
31 PI  
32 /  
33 SQRT

34 GTO 01  
35\*LBL 00  
36 RCL 11  
37 2  
38 /  
39\*LBL 01  
40 ST\* 13  
41 2  
42 RCL 32  
43 X<Y?  
44 GTO 02  
45 .02  
46 +  
47 .001  
48 \*  
49 4  
50 RCL 14  
51 -  
52 +  
53 STO 15  
54 RCL 13  
55\*LBL 10  
56 ST+ 12  
57 RCL 11  
58 RCL 15  
59 INT  
60 /  
61 \*  
62 ISG 15  
63 GTO 10  
64\*LBL 02  
65 1  
66 RCL 12  
67 -  
68 END

01\*LBL "BX"  
02 INT  
03 STO 30  
04 0  
05 X\*Y?  
06 RTN  
07 CLX  
08 RCL 25  
09 /  
10 1  
11 X<Y?  
12 RTN  
13\*LBL "BE"  
14 RCL 25  
15 1  
16 +  
17 STO 10  
18 RCL 26  
19 1  
20 RCL 36  
21 -  
22 /  
23 STO 09

24 LASTX  
25 RCL 25  
26 Y\*  
27 STO 11  
28 FS? 12  
29 XEQ "EX"  
30 RCL 30  
31 .001  
32 \*  
33 1  
34 +  
35 STO 12  
36 RCL 30  
37 X=0?  
38 GTO 02  
39 RCL 11  
40\*LBL 10  
41 RCL 10  
42 RCL 12  
43 INT  
44 -  
45 LASTX  
46 /  
47 RCL 09  
48 \*  
49 \*  
50 ST+ 11  
51 FS? 12  
52 XEQ "EX"  
53 ISG 12  
54 GTO 10  
55 DSE 12  
56\*LBL 02  
57 RCL 11  
58 END

01\*LBL "PX"  
02 INT  
03 STO 30  
04 0  
05 X\*Y?  
06 RTN  
07 CLX  
08 1000  
09 /  
10 1  
11 X<Y?  
12 RTN  
13\*LBL "PE"  
14 RCL 30  
15 RCL 33  
16 STO 08  
17 CHS  
18 E\*  
19 STO 11  
20 FS? 12  
21 XEQ "EX"  
22 RCL 30  
23 X=0?

24 GTO 01  
25 .001  
26 \*  
27 1  
28 +  
29 STO 12  
30 RCL 11  
31\*LBL 10  
32 RCL 08  
33 RCL 12  
34 INT  
35 /  
36 \*  
37 ST+ 11  
38 FS? 12  
39 XEQ "EX"  
40 ISG 12  
41 GTO 10  
42 DSE 12  
43\*LBL 01  
44 RCL 11  
45 END

01\*LBL "HX"  
02 INT  
03 STO 30  
04 RCL 28  
05 RCL 29  
06 +  
07 RCL 27  
08 -  
09 0  
10 X<Y?  
11 X<Y  
12 STO 15  
13 RCL 30  
14 -  
15 0  
16 X<Y?  
17 RTN  
18 RCL 28  
19 RCL 29  
20 X>Y?  
21 X<Y  
22 RCL 30  
23 STO 13  
24 -  
25 1  
26 X>Y?  
27 RTN  
28\*LBL "HE"  
29 RCL 15  
30 X=0?  
31 GTO 02  
32 RCL 28  
33 STO 08  
34 RCL 27  
35 RCL 29  
36 -

37 GTO 03  
38\*LBL 02  
39 RCL 27  
40 RCL 28  
41 -  
42 STO 08  
43 RCL 29  
44\*LBL 03  
45 1  
46 -  
47 .001  
48 \*  
49 STO 10  
50 RCL 27  
51 STO 09  
52 1  
53\*LBL 10  
54 RCL 08  
55 RCL 10  
56 INT  
57 -  
58 \*  
59 RCL 09  
60 RCL 10  
61 INT  
62 -  
63 /  
64 ISG 10  
65 GTO 10  
66 STO 11  
67 FS? 12  
68 XEQ "EX"  
69 RCL 15  
70 RCL 13  
71 X=Y?  
72 GTO 04  
73 .001  
74 \*  
75 +  
76 1  
77 +  
78 STO 12  
79 RCL 27  
80 RCL 28  
81 1  
82 +  
83 STO 06  
84 RCL 29  
85 1  
86 +  
87 STO 09  
88 +  
89 -  
90 2  
91 +  
92 STO 10  
93 RCL 11  
94\*LBL 11  
95 RCL 12

96 INT  
97 /  
98 LASTX  
99 RCL 06  
100 X<Y  
101 -  
102 LASTX  
103 RCL 09  
104 X<Y  
105 -  
106 \*  
107 \*  
108 RCL 10  
109 RCL 12  
110 INT  
111 +  
112 /  
113 ST+ 11  
114 FS? 12  
115 XEQ "EX"  
116 ISG 12  
117 GTO 11  
118 DSE 12  
119\*LBL 04  
120 RCL 11  
121 END  
  
01\*LBL "S"  
02 STO 00  
03 ASTO 07  
04 XEQ IND 07  
05 RCL 31  
06 -  
07 STO 03  
08 SIGN  
09 RCL 00  
10 \*  
11 .1  
12 \*  
13 X=0?  
14 LASTX  
15 RCL 00  
16 +  
17 STO 01  
18 XEQ IND 07  
19 RCL 31  
20 -  
21 STO 04  
22\*LBL 10  
23 RCL 01  
24 RCL 01  
25 RCL 00  
26 -  
27 RCL 04  
28 \*  
29 RCL 04  
30 RCL 03  
31 -  
32 /

33 -  
34 STO 02  
35 XEQ IND 07  
36 RCL 31  
37 -  
38 STO 05  
39 ABS  
40 RCL 06  
41 X)Y?  
42 GTO 03  
43 RCL 01  
44 STO 00  
45 RCL 04  
46 STO 03  
47 RCL 02  
48 STO 01  
49 RCL 05  
50 STO 04  
51 GTO 10  
52\*LBL 03  
53 RCL 02  
54 END

01\*LBL "NI"  
02 1  
03 RCL 31  
04 -  
05 X)Y?  
06 SF 06  
07 FS? 06  
08 X<Y  
09 LN  
10 2  
11 \*  
12 CHS  
13 SQRT  
14 ENTER†  
15 ENTER†  
16 ENTER†  
17 .001308  
18 \*  
19 .189269  
20 +  
21 \*  
22 1.432788  
23 +  
24 \*  
25 1  
26 +  
27 STO 08  
28 CLX  
29 .010328  
30 \*  
31 .802853  
32 +  
33 \*  
34 2.515517  
35 +  
36 RCL 08

37 /  
38 -  
39 FS?C 06  
40 CHS  
41 END  
  
01\*LBL "CI"  
02 XEQ "NI"  
03 2  
04 9  
05 RCL 32  
06 \*  
07 /  
08 STO 09  
09 SQRT  
10 \*  
11 1  
12 +  
13 RCL 08  
14 -  
15 ENTER†  
16 ENTER†  
17 \*  
18 \*  
19 RCL 32  
20 \*  
21 ABS  
22 END

01\*LBL "NP"  
02 STO 31  
03 XEQ "NI"  
04 -6  
05 X)Y?  
06 GTO 00  
07 CHS  
08 X<Y?  
09 GTO 01  
10 RDN  
11 "NE"  
12 GTO "S"  
13\*LBL 00  
14 "Z < -6"  
15 AVIEW  
16 RTN  
17\*LBL 01  
18 "Z > 6"  
19 AVIEW  
20 RTN  
21\*LBL "CP"  
22 STO 31  
23 XEQ "CI"  
24 "CX"  
25 GTO "S"  
26 END  
  
01\*LBL "BP"  
02 STO 31  
03 SF 12

04 0  
05 STO 12  
06 RCL 25  
07 STO 30  
08 XEQ "BE"  
09 GTO 01  
10\*LBL "PP"  
11 STO 31  
12 SF 12  
13 0  
14 STO 12  
15 999  
16 STO 30  
17 XEQ "PE"  
18 GTO 01  
19\*LBL "HP"  
20 STO 31  
21 SF 12  
22 RCL 28  
23 RCL 29  
24 X)Y?  
25 X<Y  
26 STO 13  
27 +  
28 RCL 27  
29 -  
30 0  
31 X<Y?  
32 X<Y  
33 STO 15  
34 STO 12  
35 XEQ "HE"  
36 GTO 01  
37\*LBL "EX"  
38 RCL 11  
39 RCL 31  
40 X<Y?  
41 GTO 01  
42 RDN  
43 RDN  
44 PTH  
45\*LBL 01  
46 RCL 11  
47 RCL 12  
48 INT  
49 CF 12  
50 STOP  
51 END

01\*LBL "CLEAR"  
02 CLRG  
03 .012  
04\*LBL 10  
05 CF IND X  
06 ISG X  
07 GTO 10  
08 1 E-8  
09 STO 06  
10 CLST

11 BEEP  
12 RTN  
13\*LBL "CLT"  
14 SREG 16  
15 CLS  
16 SREG 19  
17 CLS  
18 0  
19 STO 34  
20 STO 35  
21 STO 36  
22 CF 04  
23 RTN  
24\*LBL "T"  
25 CF 08  
26 CF 09  
27 TONE 0  
28 \*GESPERRT\*  
29 AVIEW  
30 RTN  
31\*LBL "LMOD"  
32 FC?C 01  
33 SF 01  
34 RTN  
35\*LBL "EMOD"  
36 FS?C 00  
37 RTN  
38 SF 00  
39 0  
40 STO 39  
41 STO 40  
42 STO 41  
43 STO 42  
44 RTN  
45\*LBL "LB"  
46 FC? 00  
47 GTO "T"  
48 FS? 03  
49 RCL 37  
50 RCL 38  
51 RTN  
52\*LBL "LX"  
53 RCL 30  
54 RTN  
55\*LBL "LP"  
56 RCL 31  
57 RTN  
58\*LBL "BEB"  
59 FC? 00  
60 GTO "T"  
61 FC?C 03  
62 SF 03  
63 END  
  
01\*LBL "YOR"  
02 SF 08  
03\*LBL "EIN"  
04 FC? 00  
05 GTO "T"

06 FS? 03  
07 GTO 00  
08 STO 38  
09 FC? 08  
10 ST+ 39  
11 FS? 08  
12 ST- 39  
13 X?2  
14 FC? 08  
15 ST+ 40  
16 FS? 08  
17 ST- 40  
18 1  
19 FC? 08  
20 ST+ 41  
21 FS?C 08  
22 ST- 41  
23 RCL 41  
24 RTN  
25\*LBL 00  
26 STO 37  
27 X<Y  
28 STO 36  
29 -  
30 X?2  
31 RCL 38  
32 /  
33 FC? 00  
34 ST+ 42  
35 FS? 08  
36 ST- 42  
37 1  
38 FC? 08  
39 ST+ 41  
40 FS?C 08  
41 ST- 41  
42 RCL 41  
43 END  
  
01\*LBL "TA"  
02 RCL 16  
03 RCL 17  
04 +  
05 STO 20  
06 RCL 18  
07 RCL 19  
08 +  
09 STO 21  
10 +  
11 STO 24  
12 RCL 16  
13 RCL 18  
14 +  
15 STO 22  
16 RCL 17  
17 RCL 19  
18 +  
19 STO 23  
20 RCL 20

21 RCL 21  
22 \*  
23 RCL 22  
24 \*  
25 RCL 23  
26 \*  
27 STO 35  
28 RCL 16  
29 RCL 19  
30 \*  
31 RCL 17  
32 RCL 18  
33 \*  
34 -  
35 STO 34  
36 LASTX  
37 +  
38 LASTX  
39 X#0?  
40 /  
41 STO 36  
42 RCL 24  
43 SF 04  
44 RTN  
45\*LBL "XT"  
46 FC? 04  
47 GTO "T"  
48 RCL 34  
49 X?2  
50 RCL 24  
51 \*  
52 RCL 35  
53 /  
54 RTN  
55\*LBL "BA"  
56 SF 09  
57\*LBL "BZ"  
58 FC? 04  
59 GTO "T"  
60 FS?C 09  
61 XEQ "NP"  
62 X?2  
63 1  
64 -  
65 6  
66 /  
67 RCL 22  
68 RCL 23  
69 -  
70 RCL 24  
71 /  
72 \*  
73 RCL 21  
74 RCL 20  
75 -  
76 \*  
77 RCL 34  
78 +  
79 X?2

80 RCL 24  
81 1  
82 -  
83 \*  
84 RCL 35  
85 /  
86 RTN  
87\*LBL "RT"  
88 FC? 04  
89 GTO "T"  
90 RCL 34  
91 RCL 35  
92 SQRT  
93 /  
94 RTN  
95\*LBL "XR"  
96 FS? 03  
97 GTO 00  
98 RCL 41  
99 RCL 40  
100 \*  
101 RCL 39  
102 /  
103 LASTX  
104 -  
105 RTN  
106\*LBL 00  
107 RCL 42  
108 END  
  
01\*LBL "PC"  
02 FC? 01  
03 RCL 32  
04 FS? 01  
05 STO 32  
06 RTN  
07\*LBL "PB"  
08 FC? 01  
09 GTO 00  
10 STO 26  
11 X<>Y  
12 STO 25  
13 RTN  
14\*LBL 00  
15 RCL 25  
16 RCL 26  
17 RTN  
18\*LBL "PL"  
19 FC? 01  
20 RCL 33  
21 FS? 01  
22 STO 33  
23 RTN  
24\*LBL "PH"  
25 FC? 01  
26 GTO 00  
27 STO 28  
28 RBN  
29 STO 29

30 RBN  
31 STO 27  
32 RTN  
33\*LBL 00  
34 RCL 27  
35 RCL 29  
36 RCL 28  
37 END  
  
01\*LBL "0"  
02 FC? 01  
03 RCL 16  
04 FS? 01  
05 STO 16  
06 RTN  
07\*LBL "1"  
08 FC? 01  
09 RCL 17  
10 FS? 01  
11 STO 17  
12 RTN  
13\*LBL "2"  
14 FC? 01  
15 RCL 18  
16 FS? 01  
17 STO 18  
18 RTN  
19\*LBL "3"  
20 FC? 01  
21 RCL 19  
22 FS? 01  
23 STO 19  
24 RTN  
25\*LBL "4"  
26 FC? 01  
27 RCL 20  
28 FS? 01  
29 STO 20  
30 RTN  
31\*LBL "5"  
32 FC? 01  
33 RCL 21  
34 FS? 01  
35 STO 21  
36 RTN  
37\*LBL "6"  
38 FC? 01  
39 RCL 22  
40 FS? 01  
41 STO 22  
42 RTN  
43\*LBL "7"  
44 FC? 01  
45 RCL 23  
46 FS? 01  
47 STO 23  
48 RTN  
49\*LBL "8"  
50 FC? 01

51 RCL 24  
52 FS? 01  
53 STO 24  
54 RTN  
55\*LBL "9"  
56 FC? 01  
57 RCL 34  
58 FS? 01  
59 STO 34  
60 RTN  
61\*LBL "10"  
62 FC? 01  
63 RCL 35  
64 FS? 01  
65 STO 35  
66 RTN  
67\*LBL "11"  
68 FC? 01  
69 RCL 36  
70 FS? 01  
71 STO 36  
72 END



## 9 KURZBESCHREIBUNG

Mit einiger Übung benötigt man zur Bedienung der Programme praktisch nur noch die Tafelfeld-Beschreibung. Die folgenden Doppelseiten enthalten links die Tastenbelegungen der Programme STAT1, LINMOD, DIST, KURV und TAFEL, und rechts eine stichwortartige Beschreibung, nämlich:

- Tastensymbol
- Funktion dieser Taste
- Funktionstyp (K = Kontrollfunktion, E = Eingabefunktion, S = Statistikfunktion, V = Variable)
- Seite, auf der die Funktion definiert wird.

Die Tastensymbole rechts sind in der Reihenfolge von oben links nach unten rechts angeordnet.

Ebenfalls angegeben sind die Seitenzahlen der fünf Abschnitte der Programmbeschreibung, nämlich:

- Tastenfeldbelegung
- Funktionsdefinitionen
- Bemerkungen
- Fehlerliste
- Beispiele.

# STAT1

EMOD      LMOD      TRANS      HISTE      HISTH  
 FLAGS (0)      (1)      (2)      (3)      (4)

S:N(0,1)	S:B(n,π)	$x\sigma + \mu$	INV N(0,1)	$F_N^{-1}(p)$
S:U(0,1)	S:Bi(π)	$(x-\mu)/\sigma$	N(0,1)	$F_N(y)$
KL.EIN UKG, OKG, KB	KL.AUS		$\bar{y}$	$s_{\bar{y}}$
ABS. HÄUF	REL. HÄUF	N	$s_y$	$\bar{y}$
	CLEAR	TRANS	LAST Y	KOR
	CLH	HISTE	HISTH	EIN
LMOD	EMOD	LIST KL.	CLX	
ENTER ↑	CHS	EEX	←	
X<>Y				
-	7	8	9	
R ↓	$\mu$	$\sigma$	$S_{YY}$	
+	4	5	6	
	B:n	B:π	$\Sigma y$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	STARTZAHL		$\Sigma y^2$	
÷	0	■	R/S	

STAT 1 KURZBESCHREIBUNG HP - 41 PROGRAMM ALSTAT 2

Taste	Funktion	Typ	p.	Taste	Funktion	Typ	p.	Taste	Funktion	Typ	p.
S:N(0,1)	Simulation Normalverteilung	S	34	$\bar{S}_y$	Standardabweichung des Mittelwerts	V	32	LIST KL	Häufigkeitslisten	S	33
S:B(n, $\pi$ )	Simulation Binomialverteilung	S	34	ABS.HAUF	Absolute Häufigkeit anzeigen	S	33	$\mu$	Mittelwert	V	32
$x\sigma + \mu$	Lineare Transformation	S	34	REL.HAUF	Relative Häufigkeit anzeigen	S	33	$\sigma$	Standardabweichung	V	32
INV N(0,1)	Inverse Normalverteilung	S	35	N	Anzahl Beobachtungen	V	32	$S_{yy}$	Summenquadrat	V	32
$F_N^{-1}(p)$	Inverse empirische Verteilungsfunktion	S	35	$S_y$	Standardabweichung	V	32	B:n	Parameter Binomial	V	32
S:U(0,1)	Simulation Gleichverteilung	S	34	$\bar{y}$	Mittelwert	V	32	B: $\pi$	Parameter Binomial	V	32
S:Bi( $\pi$ )	Simulation Binärverteilung	S	34	CLEAR	Start neues Problem	K	29	$\Sigma y$	Summenwert	V	32
$(x - \mu)/\sigma$	Lineare Transformation	S	34	TRANS	Transformation, Flag 2	K	29	STARTZAHL	Startzahl Zufallszahlengenerator	V	32
N(0,1)	Normalverteilung	S	35	LAST Y	Letzten Wert anzeigen	E	30	$\Sigma y^2$	Summenwert	V	32
$F_N(y)$	Empirische Verteilungsfunktion	S	35	KOR	Letzten Wert korrigieren	E	32	Reihenfolge der Tasten von oben links nach unten rechts.			
KL.EIN UKG,OKG,KB	Klassierung Eingabe	S	33	CLH	Häufigkeiten löschen	E	30	STAT 1	Programmbeschreibung	p.	26
KL.AUS	Klassierung Ausgabe	S	33	HISTE	Histogramm, Einzelwerte, Flag 3	E	30	Tastenfeld	Tastenfeld	p.	26
$\bar{y}$	Zentralwert	V	32	HISTH	Histogramm, Häufigkeiten, Flag 4	E	30	Funktionsbeschreibung	Funktionsbeschreibung	p.	29
				EIN	Eingabe eines Wertes	E	31	Bemerkungen	Bemerkungen	p.	35
				LMOD	Lesemodus, Flag 1	K	29	Fehlerliste	Fehlerliste	p.	38
				EMOD	Eingabemodus, Flag 0	K	29	Beispiele	Beispiele	p.	39
Typ K: Kontrollfunktion E: Eingabefunktion S: Statistikkfunktion V: Variable											

# LINMOD

EMOD      LMOD      TRANS      (X,Y)      VOR ENDE  
 FLAGS (0)      (1)      (2)      (3)      GRUPPE (4)

F-WERT	ABST	MANP	$s(\hat{\alpha})$	$s(\hat{\beta})$
REG	PAR	EVAR	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}$
$m^\circ$	m	l	$s_{\bar{x}}$	$s_{\bar{y}}$
$S_{\min}^\circ$	$S_{\min}$	N	$\bar{x}$	$\bar{y}$
	CLEAR	TRANS	LAST Y	KOR
	CLG	$F(n_1, n_2)$	ENDE GRUPPE	EIN
LMOD		EMOD	( $\bar{X}, \bar{Y}$ )	CLX
ENTER ↑		CHS	EEX	←
X<>Y	$R_{XX}$	$R_{XY}$	$R_{YY}$	
-	7	8	9	
R ↓	$S_{XX}$	$S_{XY}$	$S_{YY}$	
+	4	5	6	
$r_{xy}$	$\sum x$	$\sum xy$	$\sum y$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	$\sum x^2$	$J_i$	$\sum y^2$	
÷	0	■	R/S	

LINMOD KURZBESCHREIBUNG HP-41 PROGRAMM ALSTAT 2

Taste	Funktion	Typ	p	Taste	Funktion	Typ	p	Taste	Funktion	Typ	p
F-WERT	F-Statistik rechnen	S	56	S <sub>min</sub>	Minimales Summenquadrat Alternativmodell	V	56	S <sub>XX</sub>	Grundstatistik	V	56
ABST	Abstandstest	S	57	N	Anzahl Beobachtungen	V	56	S <sub>XY</sub>	Grundstatistik	V	56
MANP	Mangel an Anpassung	S	58	$\bar{x}$	Mittelwert von x	V	56	S <sub>YY</sub>	Grundstatistik	V	56
$s(\hat{\alpha})$	Standardabweichung Nullpunktsordinate	V	56	$\bar{y}$	Mittelwert von y	V	56	r <sub>XY</sub>	Korrelationskoeffizient	S	58
$s(\hat{\beta})$	Standardabweichung Steigung	V	56	CLEAR	Start neues Problem	K	54	$\Sigma x$	Summenwert	V	56
REG	Regression	S	57	TRANS	Transformation, Flag 2	K	54	$\Sigma xy$	Summenwert	V	56
PAR	Parallelitätstest	S	57	LAST Y	Letzten Wert anzeigen	E	55	$\Sigma y$	Summenwert	V	56
EVAR	Einfache Varianzanalyse	S	58	KOR	Letzten Wert korrigieren	E	55	$\Sigma x^2$	Summenwert	V	56
$\hat{\alpha}$	Nullpunktsordinate	V	56	CLG	Gruppe Löschen	E	54	J <sub>i</sub>	Anzahl Beobachtungen in Gruppe i	V	56
$\hat{\beta}$	Steigung	V	56	F(n <sub>1</sub> , n <sub>2</sub> )	F-Verteilung	S	56	$\Sigma y^2$	Summenwert	V	56
m <sup>0</sup>	Freiheitsgrade Nullmodell	V	56	ENDE GRUPE	Gruppeneingabe abschliessen, Flag 4	E	55	Reihenfolge der Tasten von oben links nach unten rechts			
m	Freiheitsgrade Alternativmodell	V	56	EIN	Wert eingeben	E	55	LINMOD	Programmbeschreibung	p. 51	
I	Anzahl Gruppen	V	56	LMOD	Lesemodus, Flag 1	K	54	Tastenfeld	Funktionsbeschreibung	p. 51	
$s_{\bar{x}}$	Standardabweichung des Mittelwerts von x	V	56	EMOD	Eingabemodus, Flag 0	K	54	Bemerkungen	Fehlerliste	p. 59	
$s_{\bar{y}}$	Standardabweichung des Mittelwerts von y	V	56	(X,Y)	Wertepaare, Flag 3	E	55	Beispiele		p. 62	
$s_{\hat{\alpha}}$	Standardabweichung des Mittelwerts von y	V	56	R <sub>XX</sub>	Grundstatistik	V	56	Typ K: Kontrollfunktion E: Eingabefunktion S: Statistikfunktion V: Variable			
$s_{\hat{\beta}}$	Standardabweichung des Mittelwerts von y	V	56	R <sub>XY</sub>	Grundstatistik	V	56				
$s_{\hat{\alpha}}^0$	Minimales Summenquadrat Nullmodell	V	56	R <sub>YY</sub>	Grundstatistik	V	56				

# DIST

FLAGS (0)      LMOD (1)      (2)      APPR (3)      STOP (4)

INV F( $n_1, n_2$ )	INV T( $n$ )	INV $\chi^2$ ( $n$ )	INV N(0,1)	INV B( $n, \pi$ )
F( $n_1, n_2$ )	T( $n$ )	$\chi^2$ ( $n$ )	N(0,1)	B( $n, \pi$ )
$\sigma$	$x\sigma + \mu$	$\varepsilon$	INV H(N,k,n)	INV Poiss( $\lambda$ )
$\mu$	$(x - \mu)/\sigma$	SOLVE	H(N,k,n)	Poiss( $\lambda$ )
	CLEAR	LAST P	LAST Y	REST
		APPR	STOP	SAVE
LMOD			CLX	
ENTER ↑			CHS	EEX
X<>Y	F:n <sub>1</sub>	F:n <sub>2</sub>	y <sub>0</sub>	
-	7	8	9	
R ↓	T:n	$\chi^2$ :n	y <sub>1</sub>	
+	4	5	6	
	B:n	B:π	Poiss: λ	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	H:N	H:k	H:n	
÷	0	■	R/S	

DIST KURZBESCHREIBUNG HP-41 PROGRAMM ALSTAT 2

Taste	Funktion	Typ	p.	Taste	Funktion	Typ	p.	Taste	Funktion	Typ	p.
INV $F(n_1, n_2)$	Inverse F-Verteilung	S	80	$(x - \mu)/\sigma$	Lineare Transformation	S	79	$\gamma_1$	Startwert Nullstellenalgorithmus	V	79
INV T(n)	Inverse T-Verteilung	S	80	SOLVE	Nullstellena lgorithmus	S	82	B:n	Parameter Binomialverteilung	V	79
INV $\chi^2(n)$	Inverse Chiquadrat-Verteilung	S	81	H(N,k,n)	hypergeometrische Verteilung	S	82	B: $\pi$	Parameter Binomialverteilung	V	79
INV N(0,1)	Inverse Normal-Verteilung	S	81	Poiss( $\lambda$ )	Poissonverteilung	S	81	Poiss: $\lambda$	Parameter Poissonverteilung	V	79
INV B(n, $\pi$ )	Inverse Binomial-Verteilung	S	81	CLEAR	Start neues Problem	K	78	H:N	Parameter hypergeometrische Verteilung	V	79
F( $n_1, n_2$ )	F-Verteilung	S	80	LAST P	Letztes p anzeigen	E	79	H:k	Parameter hypergeometrische Verteilung	V	79
T(n)	T-Verteilung	S	80	LAST Y	Letztes y anzeigen	E	79	H:n	Parameter hypergeometrische Verteilung	V	79
$\chi^2(n)$	Chiquadrat-Verteilung	S	80	REST	Stack-Restore	E	79	Reihenfolge der Tasten von oben links nach unten rechts.			
N(0,1)	Normalverteilung	S	81	APPR	Approximation, Flag 3	K	78	DIST	Programmbeschreibung	p.	75
B(n, $\pi$ )	Binomialverteilung	S	81	STOP	Stop Nullstellenalgorithmus, Flag 4	K	78	Tastenfeld	Funktionsbeschreibung	p.	75
$\sigma$	Standardabweichung	V	79	SAVE	Stack-Save	E	79	Bemerkungen	Fehlerliste	p.	83
$x\sigma + \mu$	Lineare Transformation	S	79	LMOD	Lesemodus, Flag 1	K	78	Beispiele			
$\epsilon$	Genauigkeit Nullstellenalgorithmus	V	79	F:n <sub>1</sub>	F.G.Zähler F-Verteilung	V	79	Typ K: Kontrollfunktion			
INV H(N,k,n)	Inverse hypergeometrische Verteilung	S	82	F:n <sub>2</sub>	F.G.Nenner F-Verteilung	V	79	E: Eingabefunktion			
INV Poiss( $\lambda$ )	Inverse Poisson-Verteilung	S	82	$\gamma_0$	Startwert Nullstellenalgorithmus	V	79	S: Statistikfunktion			
$\mu$	Mittelwert	S	79	T:n	F.G. T-Verteilung	V	79	V: Variable			
				$\chi^2:n$	F.G. Chiquadrat-Verteilung	V	79				

# KURV

EMOD LMOD TRANS (T,Y) VOR ENDE  
 GRUPPE  
 FLAGS (0) (1) (2) (3) (4)

$\Sigma^-$	ABST		$s(\ddot{\alpha})$	$s(\ddot{\beta})$
$\Sigma^+$	PAR	MASS	$\ddot{\alpha}$	$\ddot{\beta}$
ZEIT EIN $t_1, t_p, P$	ZEIT AUS	I	$s(\bar{f})$	$s(\bar{b})$
$f_j$	$b_j$	N	$\bar{f}$	$\bar{b}$
	CLEAR	TRANS	LAST Y	KOR
	CLG	CLK	ENDE GRUPPE	EIN
LMOD	EMOD	(T,Y)	CLX	
ENTER ↑	CHS	EEX	←	
X<>Y	R <sub>FF</sub>	R <sub>FB</sub>	R <sub>BB</sub>	
-	7	8	9	
R ↓	S <sub>FF</sub>	S <sub>FB</sub>	S <sub>BB</sub>	
+	4	5	6	
	$\Sigma f$	$\Sigma fb$	$\Sigma b$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	$\Sigma f^2$	J <sub>i</sub>	$\Sigma b^2$	
÷	0	■	R/S	

KURV KURZBESCHREIBUNG HP-41 PROGRAMM ALSTAT 2

Taste	Funktion	Typ	p.	Taste	Funktion	Typ	p.	Taste	Funktion	Typ	p.
$\Sigma^-$	Korrektur (Fläche, Steigung)	E	96	$b_j$	Steigung einer Kurve	V	97	R <sub>BB</sub>	Grundstatistik	V	97
ABST	Abstandstest	S	98	N	Anzahl Beobachtungen	V	97	S <sub>FF</sub>	Grundstatistik	V	97
$s(\hat{\alpha})$	Standardabweichung der Nullpunktordinate	V	97	$\bar{f}$	Mittlere Fläche	V	97	S <sub>FB</sub>	Grundstatistik	V	97
$s(\hat{\beta})$	Standardabweichung der Steigung	V	97	$\bar{b}$	Mittlere Steigung	V	97	S <sub>BB</sub>	Grundstatistik	V	97
$\Sigma^+$	Eingabe (Fläche, Steigung)	E	96	CLEAR	Start neues Problem	K	95	$\Sigma f$	Summenwert	V	97
PAR	Parallelitätstest	S	98	TRANS	Transformation, Flag 2	K	95	$\Sigma fb$	Summenwert	V	97
MASS	Masszahlen	S	98	LAST Y	Letzten Wert anzeigen	E	96	$\Sigma b^2$	Summenwert	V	97
$\hat{\alpha}$	Nullpunktordinate	V	97	KOR	Letzten Wert korrigieren	E	96	$\Sigma f^2$	Summenwert	V	97
$\hat{\beta}$	Steigung	V	97	CLG	Gruppe löschen	E	95	$J_i$	Anzahl Beobachtungen in Gruppe i	V	97
ZEIT EIN $t_1, t_p, P$	Zeitpunkte Eingabe	S	97	CLK	Kurve löschen	E	96	$\Sigma b^2$	Summenwert	V	97
ZEIT AUS	Zeitpunkte Anzeige	S	98	ENDE GRUPE	Abschluss der Gruppeneingabe, Flag 4	E	96	Reihenfolge der Tasten von oben links nach unten rechts			
I	Anzahl Gruppen	V	97	EIN	Wert eingeben	E	96	KURV	Programmbeschreibung Tastenfeld Funktionsbeschreibung Bemerkungen Fehlerliste Beispiele	p. 92 p. 92 p. 95 p. 99 p. 100 p. 101	
$s(\bar{f})$	Standardabweichung der mittleren Fläche	V	97	LMOD	Lesemodus, Flag 1	K	95	Typ K: Kontrollfunktion E: Eingabefunktion S: Statistikfunktion V: Variable			
$s(\bar{b})$	Standardabweichung der mittleren Steigung	V	97	EMOD	Eingabemodus, Flag 0	K	95				
$f_j$	Fläche einer Kurve	V	97	(T,Y)	Zeitpunkt und Messung eingeben, Flag 3	E	95				
				R <sub>FF</sub>	Grundstatistik	V	97				
				R <sub>FB</sub>	Grundstatistik	V	97				

# TAFEL

EMOD LMOD (E,B) TAFEL  
 FLAGS 0 1 2 3 4

$X^2_{ANP}$	$X^2_B(\alpha)$	INV $\chi^2(n)$	INV N(0,1)	INV B(n, $\pi$ )
$X^2_{TAFEL}$	$X^2_B(z_\alpha)$	$\chi^2(n)$	N(0,1)	B(n, $\pi$ )
EXP	$\chi^2:n$	Poiss: $\lambda$	INV H(N,k,n)	INV Poiss( $\lambda$ )
LN	B:n, $\pi$	H:N,k,n	H(N,k,n)	Poiss( $\lambda$ )
	CLEAR	LAST P	LAST Y	KOR
	CLT	TAFEL	LAST B	EIN
LMOD		EMOD	(E,B)	CLX
ENTER ↑		CHS	EEX	←
X<>Y	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_1^A$	
-	7	8	9	
R ↓	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_2^A$	
+	4	5	6	
$r_\psi$	$n_1^B$	$n_2^B$	N	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	DIFF	RANDP	KREUZPV	
÷	0	■	R/S	

TAFEL KURZBESCHREIBUNG HP-41 PROGRAMM ALSTAT 2

Taste	Funktion	Typ	p.	Taste	Funktion	Typ	p.	Taste	Funktion	Typ	p.
$\chi^2_{ANP}$	Chiquadrat-Anpassungstest	S	113	H(N,k,n)	hypergeometrische Verteilung	S	82	A	Randtotal	V	113
$\chi^2_B(\alpha)$	Chiquadrat-Berchtold-Korrektur	S	113	Poiss( $\lambda$ )	Poissonverteilung	S	81	r	Vierfelder-korrelationskoeffizient	S	113
INV $\chi^2(n)$	Inverse Chiquadratverteilung	S	81	CLEAR	Start neues Problem	K	111	B	Randtotal	V	113
INV N(0,1)	Inverse Normalverteilung	S	81	LAST P	Letztes p anzeigen	E	111	B	Randtotal	V	113
INV B(n, $\pi$ )	Inverse Binomialverteilung	S	81	LAST Y	Letztes y anzeigen	E	111	N	Totale Anzahl Beobachtungen	V	113
$\chi^2_{TAFEL}$	Chiquadratstest Tafel, unkorrigiert	S	113	KOR	Letzten Wert korrigieren	E	112	DIFF	Kreuzprodukt-differenz	V	113
$\chi^2_B(z_\alpha)$	Chiquadrat-Berchtold-Korrektur	S	113	CLT	Tafel löschen	S	113	RANDP	Randprodukt	V	113
$\chi^2(n)$	Chiquadratverteilung	S	80	TAFEL	Tafel rechnen, Flag 4	S	113	KREUZPV	Kreuzprodukt-verhältnis	V	113
N(0,1)	Normalverteilung	S	81	LAST B	Letzten Wert anzeigen	E	111				
B(n, $\pi$ )	Binomialverteilung	S	81	EIN	Wert eingeben	E	112				
$\chi^2_n$	F. G. Chiquadratverteilung	E	112	LMOD	Lesemodus, Flag 1	K	111				
Poiss: $\lambda$	Parameter Poissonverteilung	E	112	EMOD	Eingabemodus, Flag 0	K	111				
INV H(N,k,n)	Inverse hypergeometrische Verteilung	S	82	(E,B)	Erwartete und beobachtete Häufigkeiten, Flag 3	E	111				
INV Poiss( $\lambda$ )	Inverse Poissonverteilung	S	82	n <sub>11</sub>	Tafelfeld	V	113				
B:n, $\pi$	Parameter Binomialverteilung	E	112	n <sub>12</sub>	Tafelfeld	V	113				
H:N,k,n	Parameter hypergeometrische Verteilung	E	112	n <sub>1</sub>	Randtotal	V	113				
				n <sub>21</sub>	Tafelfeld	V	113				
				n <sub>22</sub>	Tafelfeld	V	113				

Reihenfolge der Tasten von oben links nach unten rechts.

TAFEL Programmbeschreib. p. 108  
 Tastenfeld p. 108  
 Funktionsbeschreib. p. 111  
 Bemerkungen p. 114  
 Fehlerliste p. 114  
 Beispiele p. 115

Typ K: Kontrollfunktion  
 E: Eingabefunktion  
 S: Statistikfunktion  
 V: Variable

# Birkhäuser Programm Praxis

In der gleichen  
Reihe erschienen:

Matthias Kläy  
Hans Riedwyl

## ALSTAT 1 Algorithmen der Statistik für Kleinrechner

ALSTAT 1 ist ein neuartiges Konzept, um Algorithmen der Statistik auf Kleinrechnern (Taschenrechner, Home-Computer) einfach und in flexibler, massgeschneiderter Weise zu programmieren und anzuwenden. Mit einem einfachen Kernprogramm werden die (fast) allen statistischen Methoden zugrunde liegenden Grössen berechnet und anschliessend je nach individuellem Bedarf weiterverarbeitet. Alle Methoden werden vollständig rechnerunabhängig dargestellt. Es werden unter anderem Methoden aus folgenden Gebieten dargestellt:

- Univariate Zufallsvariablen: Masszahlen, Histogramm, empirische Verteilungsfunktion, statistische Tests, Simulationen (Monte-Carlo-Methoden);
- Lineare Modelle: Regression, Korrelation, Varianzanalyse, Kovarianzanalyse, Faktorversuche, lateinisches Quadrat;
- Verteilungsfunktionen: Normal-, F-, t-, Chiquadrat-, Binomial-, Poisson-, hypergeometrische Verteilung;
- Kurvenverläufe zeitabhängiger Daten;
- Vierfeldertafel;
- Richtungsdaten (Winkelmessungen, periodische Daten).

Dieses Buch richtet sich an Studenten, Wissenschaftler, Ingenieure und andere Personen, die statistische Methoden programmieren oder anwenden wollen. Es dient auch als Formelsammlung.

1984. 248 Seiten, Broschur.  
ISBN 3-7643-1651-9



**B**  
**Birkhäuser**  
**Verlag AG**  
Basel · Boston · Stuttgart



ALSTAT 2 ist ein vollständig ausgearbeitetes Programmsystem für einen Hewlett-Packard HP-41-Rechner, um Methoden der Statistik anzuwenden. Es ist besonders darauf ausgerichtet, dem Benutzer einfache und massgeschneiderte Lösungen seiner Statistikprobleme zu liefern. ALSTAT 2 stützt sich massgeblich auf das im Band ALSTAT 1 dargestellte neue Konzept zur Programmierung statistischer Algorithmen.

ALSTAT 2 ist ohne den Methodenband ALSTAT 1 nicht mit Gewinn einzusetzen.

ALSTAT 2 enthält fünf Programmblöcke aus folgenden Gebieten der Statistik:

- Statistiken einer Stichprobe einer univariaten Zufallsvariablen;
- Lineare Modelle (Regression, Versuchspläne, Varianzanalyse);
- Verteilungsfunktionen (ersetzt umfangreiche Tabellenwerke);
- Kurvenverläufe zeitabhängiger Daten;
- Vierfeldertafel.

Neben den vollständigen Programmlisten wird eine ausführliche Bedienungsanleitung und eine Reihe von detailliert durchgeführten Rechenbeispielen angegeben.

ALSTAT 2 erfordert einen Hewlett-Packard HP-41-Rechner mit vollem Speicherausbau (HP-41C mit Quad-Memory, HP-41CV, HP-41CX). Teile davon können auch mit weniger Speicherkapazität implementiert werden.

