

**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	STATI . . . . .	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 Kon-zepts 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 gleich-zeitig 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 Metho-den der Kapitel 9, 12, 13, 14, 16, 17 und 21 des allgemeinen Konzepts verwendet. Das dritte Programm, DIST, ist ein Tabellenprogramm. Es werden sieben Verteilungs-funktionen und ihre Inversen berechnet. DIST wird für Kapitel 6 und 20 des allge-meinen 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 Darstel-lung 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,π)

$xσ+μ$

INV N(0,1)

$F_N^{-1}(p)$

S:U(0,1)

S:Bi(π)

$(x-μ)/σ$

N(0,1)

$F_N(y)$

KL.EIN  
UKG, OKG, KB

KL.AUS

$\tilde{y}$

$s_{\tilde{y}}$

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 ↓

+

μ

4

σ

5

$s_{YY}$

6

×

B:n

B:π

$\sum y$

1

2

3

$\sqrt{x}$

STARTZAHL

$\sum y^2$

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<>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 $x^2(n)$	INV N(0,1)	INV B( $n, \pi$ )
F( $n_1, n_2$ )	T( $n$ )	$x^2(n)$	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 $\uparrow$		CHS	EEX	$\leftarrow$
X<>Y	F:n <sub>1</sub>	F:n <sub>2</sub>	y <sub>0</sub>	
-	7	8	9	
R $\downarrow$	T:n	$x^2:n$	y <sub>1</sub>	
+	4	5	6	
	B:n	B: $\pi$	Poiss: $\lambda$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	H:N	H:k	H:n	
$\div$	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	$s(\tilde{f})$	$s(\tilde{b})$
$f_j$	$b_j$	N	$\tilde{f}$	$\tilde{b}$
	CLEAR	TRANS.	LAST Y	KOR
	CLG	CLK	ENDE GRUPPE	EIN
LMOD		EMOD	(T,Y)	CLX
ENTER ↑		CHS	EEX	←
$X <> Y$	$R_{FF}$	$R_{FB}$	$R_{BB}$	
-	7	8	9	
$R \downarrow$	$S_{FF}$	$S_{FB}$	$S_{BB}$	
+	4	5	6	
	$\Sigma f$	$\Sigma fb$	$\Sigma b$	
x	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

$X^2_{ANP}$	$X^2_B(\alpha)$	$INV\ x^2(n)$	$INV\ N(0,1)$	$INV\ B(n,\pi)$
$X^2_{TAFEL}$	$X^2_B(z_\alpha)$	$x^2(n)$	$N(0,1)$	$B(n,\pi)$
EXP	$x^2:n$	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	←
$X<>Y$	$n_{11}$	$n_{12}$	$n^A_1$	
-	7	8	9	
$R\downarrow$	$n_{21}$	$n_{22}$	$n^A_2$	
+	4	5	6	
$r\phi$	$n^B_1$	$n^B_2$	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  $\boxed{.}$ ,  $\boxed{\text{CHS}}$ ,  $\boxed{\text{EEX}}$
  - $\boxed{\text{ENTER+}}$ ,  $\boxed{\text{CLX}}$ ,  $\boxed{+}$
  - $\boxed{-}$ ,  $\boxed{+}$ ,  $\boxed{\times}$ ,  $\boxed{\div}$
  - $\boxed{x \lessgtr y}$  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 benutzt. Verschiedene Funktionen, die darauf beruhen, dass gewisse Grundstatistiken bereits vorhanden sind, können nicht benutzt 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 benutzt 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 -  $\text{Ln } y_j$  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 Benützer 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:π	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		$\tilde{y}$	$s_{\tilde{y}}$
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	$\sum y$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	STARTZAHL		$\sum y^2$	
÷	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: Flag1 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	$R_x$ : $N$ = 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.</p> <p>Einzelwerte klassieren (HISTE EIN): <math>R_X: y_j</math> = zu klassierender Wert.</p> <p>Häufigkeiten eingeben (HISTH EIN): <math>R_X: h_k</math> = Häufigkeit der k-ten Klasse</p>
	ABLAUF	<p>Für Einzelwerte (HISTE und HISTH AUS):</p> <p>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):</p> <p>Falls TRANS EIN: Ausführen von TRA mit Resultat <math>y_j</math> in der Anzeige.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Falls die Klassierung fehlt (vgl. KL.EIN), erscheint die Anzeige 'NEIN'. Die Register bleiben unverändert.</p> <p>Häufigkeiten eingeben (HISTH EIN): Vgl. dazu Bemerkung 3.3.5 .</p> <p>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></p> <p>Häufigkeiten: <math>R_X: k</math> = Nummer der Klasse, in welche die nächste Häufigkeit gespeichert wird.</p>

KOR	INPUT	<p>Einzelwerte (klassiert oder unklassiert): <math>R_X: y_j</math> = der zu korrigierende untransformierte Wert, der mit EIN falsch eingegeben wurde.</p> <p>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.</p>
	ABLAUF	<p>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.</p> <p>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.</p>
	OUTPUT	$R_X: N$ = Anzahl Beobachtungen

### 3.2.3 VARIABLEN

Die allgemeine Funktionsweise der Variablen ist wie folgt:

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

Für 'variable' können die folgenden Funktionen eingesetzt werden:

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

### 3.2.4 STATISTIKFUNKTIONEN

KL.EIN UKG,OKG,KB	INPUT	$R_Z$ : UKG = unterste Klassengrenze $R_V$ : OKG = oberste Klassengrenze $R_X$ : KB = Klassenbreite
	ABLAUF	Berechnen der Anzahl Klassen $K = (OKG - UKG)/KB$ Es erscheint die Fehlermeldung 'NEIN', wenn UKG grösser gleich OKG ist, wenn KB kleiner gleich 0 ist, wenn K nicht ganzzahlig ist oder wenn K kleiner gleich 1 oder grösser als 20 ist. Die Anzahl Klassen muss mindestens 2 und darf höchstens 20 betragen.
	OUTPUT	$R_X$ : K = Anzahl Klassen
KL.AUS	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	K,KB,OKG,UKG anzeigen.
	OUTPUT	$R_I$ : K = Anzahl Klassen $R_Z$ : UKG = unterste Klassengrenze $R_V$ : OKG = oberste Klassengrenze $R_X$ : KB = Klassenbreite
ABS.HÄUF	INPUT	keine Eingabe
	ABLAUF	Anzeigen der absoluten Häufigkeit der k-ten Klasse. Vergleiche dazu die Bemerkung 3.3.5 .
	OUTPUT	$R_X$ : $h_k$ = absolute Häufigkeit der k-ten Klasse Anzeige : 'kk : mmmmm' , wobei 'kk' die Nummer der Klasse und 'mmmm' die absolute Häufigkeit ist. Drücken von + lässt $R_X$ erscheinen.
REL.HÄUF	Gleiche Funktionsweise wie ABS.HÄUF mit der Ausnahme, dass anstelle der absoluten Häufigkeit $h_k$ die relative Häufigkeit $h_k/N$ angezeigt wird.	
LIST KL.	INPUT	$R_X$ : k = Nummer der anzuzeigenden Klasse.
	ABLAUF	Klassenzeiger auf die Klasse k setzen, Inhalt von Klasse k anzeigen. Vergleiche dazu Bemerkung 3.3.5 .
	OUTPUT	$R_X$ : $h_k$ = absolute Häufigkeit der Klasse k.

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	$R_X: u = \text{gleichverteilte Zufallszahl zwischen 0 und 1.}$

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	$R_X: y = N(0,1)\text{-verteilte Zufallszahl.}$

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	$R_X: y = B(n,\pi)\text{-verteilte Zufallszahl.}$

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	$R_X: y = Bi(\pi)\text{-verteilte Zufallszahl.}$

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	$R_X: y = \text{Argument der Normalverteilungsfunktion}$
	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	$R_X: p = \text{Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und 1}$
	ABLAUF	Polynomapproximation der inversen N(0,1)-Funktion mit Genauigkeit $10^{-4}$ . Siehe Abschnitt 6.2.1, Algorithmus 3 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X: y_p = p\text{-Quantil der N(0,1)-Verteilung.}$
$F_N(y)$	INPUT	$R_X: y = \text{Argument der empirischen Verteilungsfunktion } F_N.$
	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	$R_X: p = \text{Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und 1.}$
	ABLAUF	Berechnen des empirischen p-Quantils der klassierten Daten. Siehe Kapitel 8 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X: y_p = \text{empirisches p-Quantil.}$

### 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
EMOD	15.0000	ausschalten.
$\bar{y}$	5.2107	Die Resultate wie vorher.
$s_y^2$	0.0115	
$s_y$	0.0445	
$S_{YY}$	0.0277	

Man merke sich: die Masszahlen  $\bar{y}$ ,  $S_{YY}$ ,  $s_y^2$  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 N(5.2,0.05 <sup>2</sup> )-verteilte Zufallszahlen simuliert und abgespeichert sind.
$x\sigma+\mu$	5.1897	
EIN	2.0000	
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: $\pi$	0.4000	Einlesen des Verteilungsparameters.
LMOD	0.4000	Lese-Modus ausschalten.
EMOD	0.0000	Eingabe-Modus einschalten.
S:Bi( $\pi$ )	1.0000	Simulation einer binär verteilten Zufallszahl
EIN	1.0000	Eingabe
S:Bi( $\pi$ )	1.0000	Wiederholen der letzten zwei Schritte, bis 5 Zufallszahlen simuliert und eingegeben sind.
EIN	2.0000	
S:Bi( $\pi$ )	1.0000	
EIN	3.0000	

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

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 fehlerlos ein.
324 EIN	4.0000	
....		(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 Summen- häufigkeiten 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	
$s_y^2$	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	Quartil-Bereich
-	72.1591	

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 \	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 auszuschnalten. 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	$s_{\bar{x}}$	$s_{\bar{y}}$
$S^{\circ}_{min}$	$S_{min}$	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<>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	

## 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:  $s(\hat{\alpha})$ ,  $s(\hat{\beta})$ ,  $m^0$ ,  $m$ ,  $I$ ,  $s_x^-$ ,  $s_y^-$ ,  $S_{\min}^0$ ,  $S_{\min}$ ,  $N$ ,  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $R_{XX}$ ,  $R_{XY}$ ,  $R_{YY}$ ,

$S_{XX}$ ,  $S_{XY}$ ,  $S_{YY}$ ,  $\Sigma x$ ,  $\Sigma xy$ ,  $\Sigma y$ ,  $\Sigma x^2$ ,  $J_i$ ,  $\Sigma y^2$ ,  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\beta}$  .

Falls EMOD EIN, sind  $R_{XX}$ ,  $R_{XY}$ ,  $R_{YY}$  gesperrt. Im Zustand VOR ENDE GRUPPE (Flag 4 gesetzt), sind weiter  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $s_x^-$ ,  $s_y^-$ ,  $S_{XX}$ ,  $S_{XY}$ ,  $S_{YY}$  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	$R_Z: m = n_2 = \text{Freiheitsgrade Nenner}$ $R_Y: m^0 - m = n_1 = \text{Freiheitsgrade Zähler}$ $R_X: F\text{-Wert}$ 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. $m = J_i - 2$ $R_Y: m^0 - m = 1$ $R_X: F(\beta=0) = F\text{-Statistik zur Prüfung der Steigung.}$

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	$R_Z: n_2 = I - 1 = \text{Freiheitsgrade Nenner}$ $R_Y: n_1 = N - 2I = \text{Freiheitsgrade Zähler}$ $R_X: F\text{-Wert für die Parallelität.}$ 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-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-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-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  $\bar{y}$ ,  $s_y^-$ ,  $\bar{x}$ ,  $s_x^-$ ,  $S_{YY}$ ,  $S_{XY}$ ,  $S_{XX}$  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  $\bar{y}$ ,  $s_y^-$ ,  $\bar{x}$ ,  $s_x^-$ ,  $S_{YY}$ ,  $S_{XY}$ ,  $S_{XX}$  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  $s_y^- = s_x^- = S_{YY} = S_{XY} = S_{XX} = 0$ . 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 Gruppeneingabe.

5. Die Schritte 3 und 4 werden für jede Gruppe wiederholt, bis alle Gruppen eingegeben sind.

6. 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:

1. EMOD einschalten.
2. EIN drücken (mit beliebigem Wert in der Anzeige). Dies schaltet den Zustand VOR ENDE GRUPPE ein.
3. LMOD einschalten.
4. Gruppenstatistiken einlesen.
5. LMOD ausschalten.
6. 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
$r_{xy}$	Flag 4 ist eingeschaltet
ENDE GRUPPE	Flag 4 ist ausgeschaltet
$\bar{y}$	Flag 4 ist eingeschaltet
$\bar{x}$	Flag 4 ist ein
$s_{\bar{y}}$	Flag 4 ist ein
$s_{\bar{x}}$	Flag 4 ist ein
$S_{yy}$	Flag 4 ist ein
$S_{xy}$	Flag 4 ist ein
$S_{xx}$	Flag 4 ist ein
$R_{yy}$	EMOD ist eingeschaltet
$R_{xy}$	EMOD ist ein
$R_{xx}$	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
$F(n_1, n_2)$	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	Grundstatistiken und Masszahlen
N	10.0000	
$S_{yy}$	0.1105	
$S_{xy}$	0.1643	
$S_{xx}$	0.6164	

TASTE	ANZEIGE	KOMMENTAR
$\bar{y}$	6.7028	Mittelwert der logarithmierten Hirngewichte
$s_{\bar{y}}$	0.0350	Standardabweichung des Mittelwerts
$\bar{x}$	3.9481	Mittelwert der logarithmierten Körpergewichte
$s_{\bar{x}}$	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	$R_X: (S_{XX} \cdot S_{YY})^{\frac{1}{2}}, R_Y: S_{XY}$
$\div$	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.
$\hat{a}$	5.6506	geschätzte Nullpunktsordinate.
$s(\hat{a})$	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
$\sum y^2$	1284.5085	sich nun auf die Daten ohne Berücksichtigung der
$\sum x$	114.2155	Gruppierung (gepoolte Daten).
$\sum x^2$	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.
$S_{min}$	0.1766	minimales Summenquadrat des Modells $\beta_1 \neq \beta_2$ .
m	25.0000	Freiheitsgrade.
$S_{min}^0$	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.
$S_{min}$	0.1778	minimales Summenquadrat des Alternativmodells
m	26.0000	Freiheitsgrade.
$S_{min}^0$	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 benutzen. 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

$X \leftrightarrow Y$  (richtige Reihenfolge!) 04  $X \leftrightarrow Y$

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 §	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 §	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
$S_{YY}$	4.4542	
$S_{XY}$	17.6303	
$S_{XX}$	87.5000	
$R_{YY}$	0.7889	
$R_{XY}$	-2.0000 -08	Dieser Wert sollte exakt 0 sein, ist es aber wegen Rundungsfehlern nicht. $R_{XY}$ und $R_{XX}$ werden beim Test auf Mangel an Anpassung nicht gebraucht.
$R_{XX}$	0.0000	
MANP	0.8594	F-Wert des Tests auf Mangel an Anpassung.
R+	4.0000	Freiheitsgrade Zähler.
R+	24.0000	Freiheitsgrade Nenner.
$S_{\min}$	0.7889	minimales Summenquadrat des Alternativmodells.
m	24.0000	Freiheitsgrade.
$S_{\min}^0$	0.9018	minimales Summenquadrat des Nullmodells.
$m^0$	28.0000	Freiheitsgrade.
F-WERT	0.8594	wie nach Drücken von MANP.
$F(n_1, n_2)$	0.4977	Der F-Wert ist zum Niveau von 5% nicht signifikant, d.h. es spricht nichts gegen die Annahme einer Regressionsgeraden.
REG	110.2910	Regression auf die gepoolten Daten.
$\hat{\alpha}$	3.8829	Nullpunktsordinate.
$s(\hat{\alpha})$	0.0747	
$\hat{\beta}$	0.2015	Steigung
$s(\hat{\beta})$	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 Nullstellenalgorithmus 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 Nullstellenalgorithmus (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

<b>INV F(<math>n_1, n_2</math>)</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>F(<math>n_1, n_2</math>)</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><math>\sigma</math></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><math>\mu</math></div>	<b>INV T(<math>n</math>)</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>T(<math>n</math>)</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><math>x\sigma + \mu</math></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><math>(x - \mu)/\sigma</math></div>	<b>INV <math>\chi^2</math>(<math>n</math>)</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b><math>\chi^2</math>(<math>n</math>)</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><math>\epsilon</math></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>SOLVE</b></div>	<b>INV N(0,1)</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>N(0,1)</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>INV H(N,k,n)</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>H(N,k,n)</b></div>	<b>INV B(<math>n, \pi</math>)</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>B(<math>n, \pi</math>)</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>INV Poiss(<math>\lambda</math>)</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>Poiss(<math>\lambda</math>)</b></div>
	<b>CLEAR</b> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	<b>LAST P</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>APPR</b></div>	<b>LAST Y</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>STOP</b></div>	<b>REST</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>SAVE</b></div>
<b>LMOD</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>ENTER ↑</b></div>		<b>CHS</b> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	<b>EEX</b> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	<b>CLX</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>←</b></div>
<b>X&lt;&gt;Y</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>-</b></div>	<b>F:<math>n_1</math></b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>7</b></div>	<b>F:<math>n_2</math></b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>8</b></div>	<b><math>y_0</math></b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>9</b></div>	
<b>R ↓</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>+</b></div>	<b>T:<math>n</math></b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>4</b></div>	<b><math>\chi^2</math>:<math>n</math></b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>5</b></div>	<b><math>y_1</math></b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>6</b></div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>×</b></div>	<b>B:<math>n</math></b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>1</b></div>	<b>B:<math>\pi</math></b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>2</b></div>	<b>Poiss: <math>\lambda</math></b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>3</b></div>	
<b><math>\sqrt{x}</math></b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>÷</b></div>	<b>H:N</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>0</b></div>	<b>H:k</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>■</b></div>	<b>H:n</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"><b>R/S</b></div>	

## 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.

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

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. $R_Y$ : $B(y_p n,\pi)$ .
Pois( $\lambda$ )	INPUT	$R_X$ : Argument $y$ grösser gleich 0. Poiss: $\lambda$ grösser als 0.
	ABLAUF	Berechnen der Poissonverteilung gemäss dem Algorithmus in Abschnitt 6.3.3 des allgemeinen Konzepts.
	OUTPUT	$R_X$ : $\text{Pois}(y \lambda)$ .

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>	123.0000000	
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>	124.0000000	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 $10^{-8} = 0.000000010$ .
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.
$X \leftrightarrow Y$	0.975931594	$T(2.2 12)$
$X \leftrightarrow Y$	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. Chiquadrat-Verteilung

		Berechnen von $\chi^2(5 6)$ .
LMOD $6 \chi^2:n$	6.000000000	Freiheitsgrade.
LMOD $5 \chi^2(n)$	0.456186884	Das Resultat. Zeit ca. 4s. Berechnen von $\chi^2(5 7)$ .
LMOD $7 \chi^2:n$	7.000000000	Freiheitsgrade.
LMOD $5 \chi^2(n)$	0.340036770	Das Resultat. Zeit ca. 14s. Berechnen des 2.5%-Quantils der $\chi^2(4)$ - Verteilung, approximativ und genau.
LMOD $4 \chi^2:n$	4.000000000	Freiheitsgrade.
LMOD 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	
$\div$	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 $N(12 10,2^2)$
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 $N(10,2^2)$ - 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 $N(10,2^2)$ -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.
		Das 70%-Quantil der $B(5,0.7)$ -Verteilung berechnen.
.7 INV B(n,π)	4.000000000	Das Resultat.
X<>Y	0.831930000	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:

$\Sigma -$	Korrektur von Paaren $(f_j, b_j)$ , die mit $\Sigma +$ eingegeben wurden.
ABST	Abstandstest mehrerer Gruppen von parallelen Kurvenverläufen.
$s(\check{\alpha})$	Standardabweichung von $\check{\alpha}$ .
$s(\check{\beta})$	Standardabweichung von $\check{\beta}$ .
$\Sigma +$	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.
$s(\check{f})$	Standardabweichung von $\check{f}$ .
$s(\check{b})$	Standardabweichung von $\check{b}$ .
$f_j$	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.
$\sum f$	Entspricht $\sum x$ in LINMOD.
$\sum fb$	Entspricht $\sum xy$ in LINMOD.
$\sum b$	Entspricht $\sum y$ in LINMOD.
$\sum f^2$	Entspricht $\sum x^2$ in LINMOD.
$J_i$	Anzahl Kurven in der laufenden Gruppe.
$\sum b^2$	Entspricht $\sum y^2$ 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  
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	$s(\ddot{f})$	$s(\ddot{b})$
$f_j$	$b_j$	N	$\ddot{f}$	$\ddot{b}$
	CLEAR	TRANS	LAST Y	KOR
	CLG	CLK	ENDE GRUPPE	EIN
	LMOD	EMOD	(T,Y)	CLX
ENTER $\uparrow$		CHS	EEX	$\leftarrow$
$X \leftrightarrow Y$	$R_{FF}$	$R_{FB}$	$R_{BB}$	
-	7	8	9	
$R \downarrow$	$S_{FF}$	$S_{FB}$	$S_{BB}$	
+	4	5	6	
	$\Sigma f$	$\Sigma fb$	$\Sigma b$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	$\Sigma f^2$	$J_i$	$\Sigma b^2$	
$\div$	0	$\blacksquare$	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.

Σ+	INPUT	Wertepaare $(f_j, b_j)$ .
	ABLAUF	Falls von den Kurven bereits die Flächen und Steigungen vorliegen, wird anstelle von EIN die Funktion Σ+ 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 Trapeزشätzwerte 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  $\{fb, R_{FB} \text{ und } S_{FB}\}$  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 Trapeزشätzer 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( $\tilde{f}$ )	VOR ENDE GRUPPE eingeschaltet (Flag 4 gesetzt).
s( $\tilde{b}$ )	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).
Σ+	VOR ENDE KURVE eingeschaltet (Flag 6 gesetzt).
Σ-	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).
Σ+	keine Zeitpunkte vorhanden (Flag 7 gelöscht).
Σ-	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	$\Delta$ = Intervall zwischen den Zeitpunkten. Eingabe der ersten Gruppe.
4 ENTER+	4.0000	
4 ZEIT EIN	1.0000	
34 EIN	1.0000	
24 EIN	2.0000	1. Kurve ist eingegeben Fläche unter der 1. Kurve. Steigung. nächste Kurve eingeben. HALT! falscher Wert eingegeben. = Ln 34. Transformierter Wert, da TRANS EIN. Transformations-Modus ausschalten. der falsch eingegebene Wert. TRANS wieder einschalten. jetzt ist der falsche Wert korrigiert. richtiger Wert eingeben.
10 EIN	3.0000	
6 EIN	FERTIG	
$f_j$	8.1397	
$b_j$	-0.5782	
52 EIN	1.0000	
34 EIN	2.0000	
LAST Y	3.5264	
TRANS		
LAST Y	34.0000	
TRANS		2. Kurve ist eingegeben. Die Fläche. ?? Das kann nicht stimmen: Die Kurve fällt ab vom 1. bis zum 4. Zeitpunkt. $b_j$ muss negativ sein.
KOR	1.0000	
44 EIN	2.0000	
18 EIN	3.0000	
88 EIN	FERTIG	
$f_j$	10.8889	
$b_j$	0.1754	
TRANS		Aha! Wir haben 88 anstelle von 8 eingegeben.
LAST Y	88.0000	



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	
$f_j$	9.6899	Die Fläche.
$b_j$	-0.6239	Die Steigung.
50 EIN	1.0000	3. Kurve
46 EIN	2.0000	
16 EIN	3.0000	
12 EIN	FERTIG	
$f_j$	9.7997	
$b_j$	-0.4757	
28 EIN	1.0000	4. Kurve
12 EIN	2.0000	
12 EIN	3.0000	
10 EIN	FERTIG	
$f_j$	7.7872	
$b_j$	-0.3432	
44 EIN	1.0000	5. Kurve
36 EIN	2.0000	
10 EIN	3.0000	
6 EIN	FERTIG	
$f_j$	8.6741	
$b_j$	-0.6641	
44 EIN	1.0000	6. Kurve
42 EIN	2.0000	
16 EIN	3.0000	
4 EIN	FERTIG	
$f_j$	9.0955	
$b_j$	-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	
$\alpha$	4.4067	
$s(\alpha)$	0.1954	
$\beta$	-0.5807	
$s(\beta)$	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( $\checkmark\beta$ )	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( $\checkmark\alpha$ )	0.1343	
$\checkmark$ $\beta$	-0.5619	
s( $\checkmark\beta$ )	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
1 ENTER	1.0000	bei Eingabe von Flächen und Steigungen notwendig,
4 ENTER	4.0000	da sonst die Trapeزشätzer nicht berechnet werden
4 ZEIT EIN	1.0000	können.
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 Flächen und Steigungen arbeiten!
$\beta$	-0.5807	
s( $\beta$ )	0.0643	
6.8865 ENTER+		Ohne ENDE GRUPPE zu drücken, geben wir die fünf Wertepaare der zweiten Gruppe ein.
-.6239 $\Sigma$ +	7.0000	
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.
$n_{11}$ $n_{12}$ $n_A$ $n_1$ $n_{21}$ $n_{22}$ $n_A$ $n_2$ $n_B$ $n_1$ $n_B$ $n_2$	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	$\frac{n_{11}n_{22}n_A n_B}{n_1 n_2 n_1 n_2}$
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 Funktionier auf dem Tastenfeld.

# 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	←
$X<>Y$	$n_{11}$	$n_{12}$	$n^A_1$	
-	7	8	9	
$R \downarrow$	$n_{21}$	$n_{22}$	$n^A_2$	
+	4	5	6	
$r_\phi$	$n^B_1$	$n^B_2$	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 Chiquadrat-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 Chiquadrat-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, DIFF, RANDP, KREUZPV .

Die Funktion  $\chi^2$ :n und 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, $\pi$ ), 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 Gesamttotal und der Hilfsgrößen DIFF, RANDP und KREUZPV . Flag 4 zeigt an, dass die Tafel gerechnet wurde.
	OUTPUT	$R_X$ : N = Gesamttotal.
$\chi^2$ $x_{TAFEL}$	INPUT	Tafel gerechnet.
	ABLAUF	Unkorrigierter Chiquadrat-Wert der Tafel rechnen.
	OUTPUT	$R_X$ : $x_{TAFEL}^2$ .
$\chi_B^2(\alpha)$	INPUT	$R_X$ : $\alpha$ = Sicherheitsschwelle des Tests. Tafel gerechnet.
	ABLAUF	Berechnen des Chiquadrat-Wertes mit Berchtold-Korrektur .
	OUTPUT	$R_X$ : $x_B^2$ .
$\chi_B^2(z_\alpha)$	INPUT	$R_X$ : $z_\alpha$ = $\alpha$ -Quantil der N(0,1)-Verteilung.
	ABLAUF	Identische Funktion wie $\chi_B^2(\alpha)$ .
	OUTPUT	$R_X$ : $x_B^2$ .
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

$n_{11} = 6$ ,  $n_{12} = 9$ ,  $n_{21} = 11$  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.
$\chi^2_{\text{TAFEL}}$	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		
$\chi^2_{\text{ANP}}$	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 STATI

##### REGISTER - ZUORDNUNG

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

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.HAUF	relative Häufigkeiten anzeigen
'HA	ABS.HAUF	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

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

### 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, Kumulationsschlaufe
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

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

## 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	$\text{Poiss}(\lambda)$	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:π	
'6	Poiss:λ	
'7	H:N	
'8	H:n	
'9	H:k	
'X0	y <sub>0</sub>	
'X1	y <sub>1</sub>	
'U	μ	
'V	σ	
'T	ε	
'BP	INV B(n,π)	Inverse der Binomialverteilung
'PP	INV Poiss(λ)	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

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

##### 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, Kumulierungsschleife



GALE 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 ( $f_j, b_j$ )
'Σ+	Σ+	Eingabe von Paaren ( $f_j, b_j$ )
'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	Σ	
'13	s(Σ)	
'14	Σ	
'15	s(Σ)	
'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 'GSPERRT'
'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	$x^2_{TAFEL}$	Chiquadrat-Wert der Tafel
'BA	$x^2_{B(\alpha)}$	Chiquadrat-Wert mit Berchtold-Korrektur
'BZ	$x^2_{B(z_\alpha)}$	Chiquadrat-Wert mit Berchtold Korrektur
'RT	$r_\phi$	Vierfelder-Korrelationskoeffizient
'XA	$x^2_{ANP}$	Chiquadrat-Anpassungstest
'PC	$x^2_{2:n}$	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*HM
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*EW

```

```

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

```

```

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*

```

```

STATUS:
SIZE= 047
Σ= 20
DEG
FIX 4

```

```

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 ΣREG 20
09 CLST
10 BEEP
11 RTN
12*LBL *CLG*
13 FC? 00
14 GTO *S*
15 CLS
16 FC? 07
17 RTN
18 .019
19 ENTER1
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 28  
 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 "P"  
 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 "SBN"  
 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 I  
 22 X(=Y?  
 23 GTO "T"  
 24 X(>Y  
 25 .5  
 26 X)Y?  
 27 SF 08  
 28 RDN  
 29 FC? 08  
 30 -  
 31 X+2  
 32 I/X  
 33 LN  
 34 SQRT  
 35 ENTER↑  
 36 ENTER↑  
 37 ENTER↑  
 38 .001303  
 39 \*  
 40 .189263  
 41 +  
 42 \*  
 43 1.432788  
 44 +  
 45 \*  
 46 I  
 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 08  
 61 CHS  
 62 XEQ "Z"  
 63 RTN  
 64\*LBL "ZP"  
 65 XEQ "Y"  
 66 X(0?  
 67 SF 08  
 68 FS? 08  
 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 I  
 91 +  
 92 -16  
 93 Y+X  
 94 2  
 95 /  
 96 I  
 97 X(>Y  
 98 FC?C 08  
 99 -  
 100 XEQ "Z"  
 101 END  
  
 01\*LBL "HISTH"  
 02 FC? 08  
 03 GTO "S"  
 04 0  
 05 STO 39  
 06 I  
 07 CF 03  
 08 CF 10  
 09 SF 04  
 10 GTO 00  
 11\*LBL "HISTE"  
 12 FC? 08  
 13 GTO "S"  
 14 CF 04  
 15 SF 03  
 16\*LBL 00  
 17 SF 07  
 18 FS? I  
 19 RTN  
 20 "KLASSEN?"  
 21 PROMPT  
 22\*LBL "KE"  
 23 STO 33  
 24 RDN  
 25 STO 32  
 26 RDN  
 27 STO 31  
 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 32  
 38 /  
 39 I  
 40 -  
 41 STO 34  
 42 FRC  
 43 X=0?  
 44 GTO "T"  
 45 LASTX  
 46 I  
 47 X)Y?  
 48 GTO "T"  
 49 CLX  
 50 I9  
 51 X)Y?  
 52 GTO "T"  
 53 RCL 34  
 54 I  
 55 +  
 56 SF 12  
 57 RTN  
 58\*LBL "YA"  
 59 RCL 34  
 60 I  
 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 8  
 81 CLA  
 82 ARCL 39  
 83 "I : "  
 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 "X<>Y"
-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? 00  
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 ENTER+  
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 12  
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 "S"  
 117 RCL 18  
 118 RCL 17  
 119 RCL 19  
 120 \*  
 121 SORT  
 122 /  
 123 RTN  
 124\*LBL "EGR"  
 125 FC? 04  
 126 GTO "S"  
 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 "LMD"  
 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 "FW"  
 135 SQR  
 136 RCL 28  
 137 ABS  
 138 X<>Y  
 139 /  
 140 STO 29  
 141 RCL 17  
 142 STO 24  
 143 XEQ "FW"  
 144 SQR  
 145 RCL 30  
 146 ABS  
 147 X<>Y  
 148 /  
 149 STO 31  
 150 XEQ "FW"  
 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 SQR  
 54 \*  
 55 ST- 32  
 56 LASTX  
 57 RAD  
 58 ASIN  
 59 DEG  
 60 RCL 32  
 61 RCL 09  
 62 SQR  
 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 SQR  
 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 Y↑X  
 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      100 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
END      157 BYTES
LBL'K
LBL'L
LBL'M
LBL'N
LBL'NX
LBL'LP
LBL'X
LBL'Z
END      90 BYTES
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
END      144 BYTES
LBL'FP
END      90 BYTES
LBL'BP
LBL'PP
LBL'HP
LBL'EX
END      102 BYTES
LBL'SS
LBL'SR
END      33 BYTES
.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 SORT  
-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 SORT  
57 \*  
58 ST- 18  
59 LASTX  
60 RAD  
61 ASIN  
62 DEG  
63 RCL 18  
64 RCL 13  
65 SORT  
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 SORT  
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 "HE"  
 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 SQR  
 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 SQR  
 21 XEQ "HE"  
 22 1  
 23 X<Y  
 24 -  
 25 2  
 26 \*  
 27 STO 12  
 28 RCL 11  
 29 2  
 30 \*  
 31 PI  
 32 /  
 33 SQR  
 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 12  
 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 "SQ"  
 02 SF 05  
 03 STO 31  
 04 RCL 00  
 05\*LBL "S"  
 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 SQRT
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 06
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 SQRT
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"CLEAR
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"EGP
LBL"NZ
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 SREG 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 CLS  
 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 CLS  
 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 Σ+  
 81 0  
 82 STO 38  
 83 1  
 84 STO 37  
 85 RCL 05  
 86 CF 06  
 87 TONE 2  
 88 "FERTIG"  
 89 RTN  
 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 Σ-  
 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 Σ+  
 153 TONE 9  
 154 RTN  
 155\*LBL 00  
 156 Σ-  
 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 15  
 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 SORT  
 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 ISG Z  
 101 ISG 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 00  
 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 SORT  
 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 SORT  
 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

	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'NP	
LBL'CP	
END	68 BYTES
LBL'BP	
LBL'PP	
LBL'HP	
LBL'EX	
END	102 BYTES
LBL'CLEAR	
LBL'CLT	
LBL'T	
LBL'LMOD	
LBL'EMOD	
LBL'LB	
LBL'IX	
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	

-11 "XT"  
-11 "XR"  
-12 "BZ"  
-12 "BA"  
13 "CX"  
-13 "CP"  
14 "NX"  
-14 "NP"  
-15 "BX"  
-15 "BP"  
21 LN  
-21 ETX  
-22 "PB"  
-22 "PC"  
-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 "LMOB"  
-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 SQT  
-82 "9"  
-83 "10"  
-84 "11"

LISTEN:

01	LBL	00
02	STO	30
03	LBL	00
04	X0?	
05	FS	10
06	ABS	
07	STO	00
08		6
09	X<Y?	
10	GT0	02
11	X<>Y	
12	X+2	
13	STO	10
14		4
15	RCL	00
16	XYY?	
17	GT0	00
18		14
19	*	
20		5
21	+	
22	GT0	01
23	LBL	00
24		21
25	*	
26		20
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\*Y  
 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\*Y  
 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 ISC 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 26  
 21 -  
 22 /  
 23 STO 09

24 LASTX  
 25 RCL 25  
 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 ISC 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\*Y  
 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 18  
 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 SQR
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 SQR
10 *
11 1
12 +
13 RCL 08
14 -
15 ENTER↑
16 ENTER↑
17 *
18 *
19 RCL 32
20 *
21 ABS
22 END

```

```

01*LBL "HP"
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? 00  
 15 ST+ 40  
 16 FS? 08  
 17 ST- 40  
 18 1  
 19 FC? 00  
 20 ST+ 41  
 21 FS?C 00  
 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? 00  
 39 ST+ 41  
 40 FS?C 00  
 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 "XA"  
 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 RDN  
 29 STO 29

30 RDN  
 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				$\tilde{y}$		$s_{\tilde{y}}$	
ABS. HÄUF		REL. HÄUF		N		$s_y$		$\tilde{y}$	
		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 Funktionsbeschreibung	p.	26
$\bar{y}$	Zentralwert	V	32	HISTH	Histogramm, Häufigkeiten, Flag 4	E	30		Bemerkungen	p.	29
				EIN	Eingabe eines Wertes	E	31		Fehlerliste	p.	35
				LMOD	Lesemodus, Flag 1	K	29	Typ K:	Kontrollfunktion		
				EMOD	Eingabemodus, Flag 0	K	29	E:	Eingabefunktion		
								S:	Statistikfunktion		
								V:	Variable		

# 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	$s_{\bar{x}}$	$s_{\bar{y}}$
$S^{\circ}_{min}$	$S_{min}$	N	$\bar{x}$	$\bar{y}$
	CLEAR	TRANS	LAST Y	KOR
	CLG	$F(n_1,n_2)$	ENDE GRUPPE	EIN
LMOD		EMOD	( $\bar{X},Y$ )	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	
$r_{xy}$	$\Sigma x$	$\Sigma xy$	$\Sigma y$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	$\Sigma x^2$	$J_i$	$\Sigma y^2$	
÷	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
$m^0$	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	p. 51	
$s_{\bar{x}}$	Standardabweichung des Mittelwerts von x	V	56	EMOD	Eingabemodus, Flag 0	K	54		Funktionsbeschreibung	p. 54	
$s_{\bar{y}}$	Standardabweichung des Mittelwerts von y	V	56	(X,Y)	Wertepaare, Flag 3	E	55		Bemerkungen	p. 59	
$S_{min}^0$	Minimales Summenquadrat Nullmodell	V	56	R <sub>XX</sub>	Grundstatistik	V	56		Fehlerliste	p. 62	
				R <sub>XY</sub>	Grundstatistik	V	56		Beispiele	p. 63	
				R <sub>YY</sub>	Grundstatistik	V	56				
Typ K: Kontrollfunktion E: Eingabefunktion S: Statistikfunktion V: Variable											

# 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: $n_1$	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	



# 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	$y_1$	Startwert Nullstellenalgorithmus	V	79
INV T(n)	Inverse T-Verteilung	S	80	SOLVE	Nullstellenalgorithmus	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		p.	85
$\epsilon$	Genauigkeit Nullstellenalgorithmus	V	79	F:n <sub>1</sub>	F.G.Zähler F-Verteilung	V	79				
INV H(N,k,n)	Inverse hypergeometrische Verteilung	S	82	F:n <sub>2</sub>	F.G.Nenner F-Verteilung	V	79				
INV Poiss( $\lambda$ )	Inverse Poisson-Verteilung	S	82	y <sub>0</sub>	Startwert Nullstellenalgorithmus	V	79				
$\mu$	Mittelwert	S	79	T:n	F.G. T-Verteilung	V	79				
				$\chi^2:n$	F.G. Chiquadrat-Verteilung	V	79				

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

# KURV

EMOD    LMOD    TRANS    (T,Y)    VOR ENDE  
          0        1        2        3        GRUPPE  
          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	←
$X \leftrightarrow Y$	$R_{FF}$	$R_{FB}$	$R_{BB}$	
-	7	8	9	
$R \downarrow$	$S_{FF}$	$S_{FB}$	$S_{BB}$	
+	4	5	6	
	$\Sigma f$	$\Sigma fb$	$\Sigma b$	
x	1	2	3	
$\sqrt{x}$	$\Sigma f^2$	$J_i$	$\Sigma b^2$	
÷	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	$R_{BB}$	Grundstatistik	V	97
ABST	Abstandstest	S	98	N	Anzahl Beobachtungen	V	97	$S_{FF}$	Grundstatistik	V	97
$s(\hat{\alpha})$	Standardabweichung der Nullpunktordinate	V	97	$\bar{f}$	Mittlere Fläche	V	97	$S_{FB}$	Grundstatistik	V	97
$s(\hat{\beta})$	Standardabweichung der Steigung	V	97	$\bar{b}$	Mittlere Steigung	V	97	$S_{BB}$	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	$\Sigma b$	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 p. 92 Funktionsbeschreibung p. 95 Bemerkungen p. 99 Fehlerliste p. 100 Beispiele 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				
				$R_{FF}$	Grundstatistik	V	97				
				$R_{FB}$	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	
$r_\phi$	$n_1^B$	$n_2^B$	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-Berchold-Korrektur	S	113	Poiss( $\lambda$ )	Poissonverteilung	S	81	$r_{\phi}$	Vierfelder-korrelations-koeffizient	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
$\chi^2_{TAFEL}$	Chiquadrat-Tafel, unkorrigiert	S	113	KOR	Letzten Wert korrigieren	E	112	DIFF	Kreuzprodukt-differenz	V	113
$\chi^2_B(z_{\alpha})$	Chiquadrat-Berchold-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	Reihenfolge der Tasten von oben links nach unten rechts.			
$B(n, \pi)$	Binomialverteilung	S	81	EIN	Wert eingeben	E	112	TAFEL Programmbeschreib. p. 108			
$\chi^2 \cdot n$	F.G. Chiquadratverteilung	E	112	LMOD	Lesemodus, Flag 1	K	111	Tastenfeld p. 108			
Poiss: $\lambda$	Parameter Poissonverteilung	E	112	EMOD	Eingabemodus, Flag 0	K	111	Funktionsbeschreib. p. 111			
INV $H(N, k, n)$	Inverse hypergeometrische Verteilung	S	82	(E, B)	Erwartete und beobachtete Häufigkeiten, Flag 3	E	111	Bemerkungen p. 114			
INV Poiss( $\lambda$ )	Inverse Poissonverteilung	S	82	$n_{11}$	Tafelfeld	V	113	Fehlerliste p. 114			
$B: n, \pi$	Parameter Binomialverteilung	E	112	$n_{12}$	Tafelfeld	V	113	Beispiele p. 115			
$H: N, k, n$	Parameter hypergeometrische Verteilung	E	112	$n_{11}^A$	Randtotal	V	113	Typ K: Kontrollfunktion			
				$n_{21}$	Tafelfeld	V	113	E: Eingabefunktion			
				$n_{22}$	Tafelfeld	V	113	S: Statistikfunktion			
								V: Variable			

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



**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.

